

Grey Scale #13



DANES PICTA .COM

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



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

JAWNE

ROUFNE

Egz. nr 3



Ppłk dypl. nawig. Stefan REKAS

METODA KOMPLEKSOWEJ OCENY
MOŻLIWOŚCI OGNIOWYCH LOTNICTWA
MYŚLIWSKO-BOMBOWEGO
(MYŚLIWSKO-SZTURMOWEGO)

Rozprawa doktorska

12289

WARSZAWA 1983





**AKADEMIA
SZTABU GENERALNEGO**
IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

JAWNE

ROUFNE

Egz. nr 3



Ppik dypl. nawig. Stefan RĘKAŚ

**METODA KOMPLEKSOWEJ OCENY
MOŻLIWOŚCI OGNIOWYCH LOTNICTWA
MYŚLIWSKO-BOMBOWEGO
(MYŚLIWSKO-SZTURMOWEGO)**

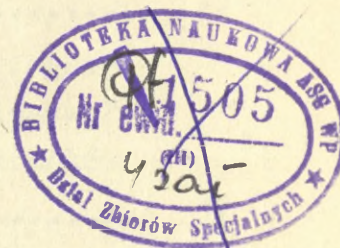
Rozprawa doktorska

12289

JAWNE

Egz.nr..... 3

Inw. Prot. 779/21.08.95



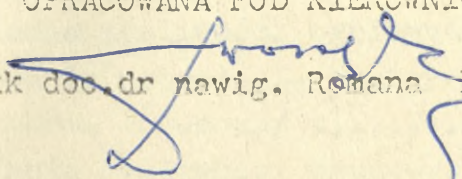
Ppłk dypl.nawig. Stefan RĘKAS

METODA KOMPLEKSOWEJ OCENY MOŻLIWOŚCI OGNIOWYCH LOTNICTWA
MYŚLIWSKO - BOMBOWEGO /MYŚLIWSKO - SZTURMOWEGO/

Rozprawa doktorska



OPRACOWANA POD KIEROWNICTWEM


płk doc.dr nawig. Romana BIORAKA

SPIS TREŚCI

	strona
W S T E P	6
1. CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA KONIECZNOŚĆ ZASTOSOWANIA METODY KOMPLEKSOWEJ OCENY MOŻLIWOŚCI OGNIOWYCH LOTNICTWA MYŚLIWSKO-BOMBOWEGO /MYŚLIWSKO - SZTURMOWEGO/	10
1.1. Właściwości uzbrojenia samolotów myśliwsko- bombowych /myśliwsko-szturmowych/ i ich wpływ na zastosowanie bojowe różnorodnych środków rażenia	12
1.2. Zależność stosowanych przez lotnictwo myśli- wsko - bombowe /myśliwsko-szturmowe/ środków rażenia od charakterystycznych właściwości obiektów działań	17
1.3. Wpływ warunków działań na możliwości zastoso- wania różnorodnych wariantów uzbrojenia samo- lotów myśliwsko-bombowych /myśliwsko - szturmowych/	24
2. OCENA PORÓWNAWCZA ISTNIEJĄCYCH METOD OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI OGNIOWYCH W WARUNKACH ICH KOMPLEKSO- WEGO WYKORZYSTANIA	34
2.1. Parametry wyjściowe do obliczeń	35
2.2. Metodyka określania możliwości ogniowych podczas zastosowania uzbrojenia artyleryjsko- rakietowego	46
2.3.1. Metodyka określania możliwości ogniowych podczas zastosowania uzbrojenia bombar- dierskiego /wg tabel Arbużowa/	55
2.3.2. Metodyka określania możliwości ogniowych podczas zastosowania uzbrojenia bombardier- skiego /metoda Milgrama/	63

2.3.3. Metodyka określania możliwości ogniowych podczas zastosowania uzbrojenia bombardierskiego /według opracowań grupy oficerów Wojskowej Akademii Lotniczej - Monino - ZSRR/	73
3. KOMPLEKSOWA OCENA MOŻLIWOŚCI OGNIOWYCH LOTNICTWA MYŚLIWSKO-BOMBOWEGO /MYŚLIWSKO-SZTURMOWEGO/....	88
3.1. Podstawowe założenia metody kompleksowej oceny możliwości ogniowych samolotów.....	89
3.2. Łączna ocena możliwości ogniowych samolotu /grupy/ podczas działań na cele pojedyncze - małowymiarowe	98
3.3. Łączna ocena możliwości ogniowych samolotu /grupy/ podczas działań na cele grupowe ...	110
3.4. Łączna ocena możliwości ogniowych samolotu /grupy/ podczas działań na cele powierzchniowe	126
ZAKOŃCZENIE	138
ZAŁĄCZNIKI :	
1. Charakterystyka wybranych obiektów pola walki...	141
2. Wybrane wartości początkowej odległości rozpoczęcia wyprowadzania samolotu z lotu nurkowego..	151
3. Wielkości drogi przebytej przez samolot za czas prowadzenia ognia	152
4. <u>Tabela 1</u> - Wartości obliczeniowe powierzchni celu i średnie konieczne liczby trafień 23 mm pocisków z działek do rażenia celów naziemnych.....	153
<u>Tabela 2</u> - Wartości obliczeniowe powierzchni celu i średnie konieczne liczby trafień 30 mm pocisków z działek do rażenia celów naziemnych	154
<u>Tabela 3</u> - Wartości obliczeniowe powierzchni celu i średnie konieczne liczby pocisków raketowych S-5K do rażenia celów naziemnych	155

<u>Tabela 4</u> - Wartości promieni /powierzchni/ celu obliczeniowego dla pocisku typu S-24	156
5. Wartości przeliczeniowe obliczonej powierzchni celu naziemnego na promień koła	157
6. Wartości prawdopodobieństw trafienia w cel jednym pociskiem	158
7. Wartości argumentu M_1	159
8. Wartości prawdopodobieństwa rażenia celu	160
9. Wartości prawdopodobieństwa rażenia celu /dwoma strzałami pojedynczymi, seriami, salwami lub różnymi środkami rażenia/	161
10. <u>Wykres 1</u> - Potrzebna liczba samolotów do zwal- czania celu pojedynczego	162
<u>Wykres 2</u> - Potrzebna liczba samolotów podczas działań na cel grupowy z $P_g = 0,8$	162
11. Wyciąg z tablic prawdopodobieństwa trafienia /Tablice Arbuzowa/	163
12. Zależność rzeczywistego procentu zniszczeń celu od rzeczywistej powierzchni rażenia bomby	164
13. Wartości prawdopodobieństwa nie mniej niż jednego trafienia P_1 oraz pierwszy i drugi moment zerowy zmiennej losowej oczekiwanej liczby trafień V_1, V_2	165
14. Prawdopodobieństwo rażenia celu $P_N = 1 - /1 - P/$.	166
15. Wartości funkcji $f_{P_1}; f_{V_1}; f_{V_2}$	170
16. <u>Wykres 1</u> - Zależność oczekiwanej części pokrycia $1_x /M_x/$ od wymiarów strefy rażenia L_x i wymiarów celu C_x	171
<u>Wykres 2</u> - Zależność kwadratu oczekiwanej części pokrycia $2_x /My/$ od wymiarów strefy rażenia L_y i wymiarów celu C_y	172

17. Wyciąg z tabeli norm i gęstości rażenia celów typowych amunicją bombardierską	173
18. Wykres wartości prawdopodobieństwa rażenia P_{1N} ..	174
19. Współczynnik charakteryzujący wielkość uszkodzeń celu	175
20. Wielkość płaszczyzn rażenia	176
21. Wartości współczynnika gęstości trafienia salwy w przypadku użycia bombardierskich środków rażenia	177
22. <u>Tabela 1</u> - Potrzebna liczba samolotów z $P_g = 0,5$..	181
<u>Tabela 2</u> - Potrzebna liczba samolotów z $P_g = 0,8$..	185
<u>Tabela 3</u> - Potrzebna liczba samolotów z $P_g = 0,95$..	189
<u>Tabela 4</u> - Potrzebna liczba samolotów z dowolnym prawdopodobieństwem gwarancyjnym	193
23. Promieni rażenia celu salwą bombowom	195
24. Prawdopodobieństwo rażenia celów małowymiarowych. ..	197
25. Charakterystyka rażącego działania lotniczych środków rażenia na typowe obiekty pola walki	198
26. Wykres współczynników gęstości trafienia salwą ..	205
27. Tabela potrzebnej liczby samolotów	206
BIBLIOGRAFIA	208

W S T Ę P

Lotnictwo myśliwsko-bombowe /myśliwsko-szturmowe/¹ stanowi główną siłę ogniową lotnictwa frontowego. Wykorzystanie jego zdolności przenikania w głąb ugrupowania bojowego nieprzyjaciela, możliwości rażenia różnorodnych obiektów, a także skupienia wysiłku na decydujących kierunkach działań własnych wojsk w przełomowych momentach walki lub operacji - warunkują różnorodne czynniki. Szczególne znaczenie posiada racjonalne wykorzystanie tego rodzaju lotnictwa, wnikliwe planowanie i organizacja jego działań bojowych, wszechstronne zabezpieczenie wykonania zadań itp.

Problemy powyższe znajdują szerokie odbicie w dostępnej literaturze. Natomiast wyraźny niedostatek występuje w zakresie prognozowania oczekiwanych rezultatów działań bojowych lotnictwa myśliwsko-bombowego /m-sz/. Stosowane od wielu lat metody obliczeń i analiz efektów użycia określonych środków cechuje swoiste "rozproszenie". Oddzielnie ocenia się skuteczność wykorzystania bombardierskich środków rażenia i oddzielnie artyleryjsko-rakietowych. Końcowe wyniki obliczeń uzyskane w rezultacie zastosowania powyższych metod nie pozwalają na wspólne kompleksowe określenie możliwości ogniowych samolotów. Szczególnie nieprzydatna jest przestarzała metoda oceny skuteczności bombardierskich środków rażenia, której podstawową wadą jest to, że funkcjonalna zależność między procentową wartością trafienia bomb w cel, a warunkami bombardowania w wielu wypadkach daje duże błędy w obliczeniach.

Różnorodność obiektów na które będzie działać lotnictwo myśliwsko-bombowe /m-sz/ oraz właściwości uzbrojenia samolotów będących w jego wyposażeniu przesadzają o potrzebie stosowania w jednym locie bojowym zarówno bombardierskich jak i artyleryjsko-rakietowych środków rażenia. Można rzecz więcej. W warunkach silnej osłony przeciwlotniczej atakowa-

¹-----
W dalszej treści zamiast /myśliwsko-szturmowego/ używa się skrótu /m-sz/.

nych obiektów konieczne będzie wykonanie zadania w jednym nalocie. Nawet jeżeli taki sposób działania jest mniej efektywny w porównaniu z nieograniczoną liczbą nalotów, to jednak w wielu wypadkach nie mający alternatywy.

Biorąc powyższe pod uwagę autor podjął badanie problemu kompleksowej oceny możliwości ogniowych samolotów myśliwsko-bombowych /m-sz/, zmierzając do opracowania metody takiej oceny. W związku z tym postawił sobie następujące zadania badawcze: określenie celowości i możliwości kompleksowego prognozowania możliwości ogniowych samolotów myśliwsko-bombowych /m-sz/; analiza i ocena stosowanych dotychczas metod określania możliwości ogniowych oraz ich adopcowania do oceny kompleksowej; zbadanie uwarunkowań determinujących stopień obiektywizmu oceny kompleksowej; ustalenie algorytmu koniecznego postępowania podczas prowadzenia kompleksowej oceny możliwości ogniowych samolotów.

W procesie rozwiązywania poszczególnych problemów wykorzystano głównie takie metody badawcze jak: analiza literatury źródłowej; analiza matematyczno-logiczna; metoda porównawcza oraz wywiad i obserwacja. Wywiad prowadzono w środowisku ekspertów w dziedzinie bombardowania i strzelania powietrznego w kraju i w ZSRR. Obserwacje autor prowadził wykonując w przeszłości osobiście bombardowania oraz z ziemi na poligonach lotniczych. Niestety nie były dostępne autorowi eksperymenty. Tylko w nieznacznym stopniu brak eksperymentów rekompensowały obserwacje poligonowe. Tym niemniej autor sądzi, że zastosowane metody badań, umożliwiły na wystarczające wnikięcie w badaną problematykę i sformułowanie postulatów zawartych w treści rozprawy.

Wyniki badań przedstawiono w trzech rozdziałach.

Rozdział pierwszy zawiera niezbędne elementy analizy uzbrojenia samolotów myśliwsko-bombowych /m-sz/ i niektórych właściwości typowych obiektów pola walki oraz warunków wykorzystania uzbrojenia samolotów.

Powyższe fragmenty rozdziału były nieodzowne do wykazania konieczności i celowości zastosowania metody kompleksowej oceny możliwości ogniowych samolotów.

W rozdziale drugim dokonano oceny porównawczej dotyczącej stosowanych metod oceny skuteczności artyleryjsko-rakietowego i bombardierskiego uzbrojenia samolotów. Wskazano czynniki wspólne dla obydwu metod oraz te, które uniemożliwiały dotychczasowe próby opracowania łącznej metody oceny możliwości ogniowych samolotów.

W rozdziale trzecim /głównym/ przedstawiono podstawowe założenia oraz metodykę kompleksowej oceny możliwości ogniowych samolotów. Kolejność obliczeń przedstawiono w formie algorytmu, według którego następnie obliczono szereg przykładów.

Poszczególne rozdziały zakończone są wnioskami uogólniającymi rozważania, natomiast w zakończeniu trzeciego rozdziału przedstawiono wnioski dotyczące dokładności obliczeń za pomocą proponowanych metod w stosunku do obecnie obowiązujących.

Dążąc do zachowania przejrzystości pracy, niektóre rysunki, wykresy i tabele przedstawiono w załącznikach.

Chociaż rozważania i obliczenia dotyczą tylko lotnictwa myśliwsko-bombowego /m-sz/, opracowaną metodę można również wykorzystać w innych rodzajach lotnictwa, których właściwości uzbrojenia samolotów zezwalają na atakowanie celów naziemnych.

Szereg zagadnień, które były brane pod uwagę przy formułowaniu postulatów pominięto w opisach bowiem są one powszechnie znane. Skupiono się tylko na problemach głównych w trosce o zachowanie przejrzystości i komunikatywności niniejszego sprawozdania z przeprowadzonych badań.

1. CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NA KONIECZNOŚĆ ZASTOSOWANIA KOMPLEKSOWEJ METODY OCENY MOŻLIWOŚCI OGNIOWYCH LOTNICTWA MYŚLIWSKO-BOMBOWEGO /MYŚLIWSKO-SZTURMOWEGO/

Ocena możliwości ogniowych samolotów, jako zespół analityczno kalkulacyjnych czynności w procesie wypracowywania decyzji dotyczącej działań bojowych, jest jedynym z najważniejszych przedsięwzięć oficerów sztabu wszystkich szczebli dowodzenia. W swoich założeniach opiera się ona na umiejętności obliczeń kryteriów ilościowych, a obrazuje jakościowe oceny skuteczności strzelania /odpalania rakiet/ czy bombardowania. Spośród wielu ilościowych kryteriów oceny skuteczności zastosowania bojowego artyleryjsko-rakietowego i bombardierskiego uzbrojenia samolotów podstawowymi będą: prawdopodobieństwo rażenia celu oraz prawdopodobieństwo trafienia w cel. Dopiero na podstawie tych kryteriów można określić:

- poligonową i bojową liczbę samolotów potrzebną do wykonania zadania bojowego;
- oczekiwane rezultaty rażenia celu przez określoną liczbę samolotów.

Podczas rozwiązywania zadań praktycznych zastosowania bojowego artyleryjsko - rakietowego i bombardierskiego uzbrojenia samolotów w zasadzie stosowane są tak zwane metody operacyjne, których istota polega na wykorzystaniu gotowych tabel i wykresów otrzymywanych za pomocą dokładnych metod obliczeniowych.

Dotychczas znane i stosowane metody obliczeń pozwalają na oddzielne określenie skuteczności uzbrojenia artyleryjsko-rakietowego i skuteczności uzbrojenia bombardierskiego. Brak jest wspólnej /kompleksowej/ metody pozwalającej na określenie skuteczności łącznego zastosowania bojowego wszystkich rodzajów uzbrojenia samolotów działających na ten sam cel. Trudność w ustaleniu łącznych możliwości ogniowych różnych rodzajów

uzbrojenia samolotów wynika z różnorodności założeń i metod określania skuteczności poszczególnych rodzajów uzbrojenia. Szczegółowe różnice występujące między tymi metodami omówione zostaną w rozdziale drugim.

Lotnictwo myśliwsko-bombowe /myśliwsko-szturmowe/ z racji swego przeznaczenia zwalczać będzie różnorodne cele /obiekty/ naziemne i nawodne. Wachlarz tych celów jako obiektów uderzeń lotnictwa może być bardzo szeroki i zróżnicowany pod wieloma względami. Ponadto działania bojowe będą przebiegały w ciągle zmieniającej się sytuacji operacyjno-taktycznej.

Tak duża wielorakość i odmiennność celów /obektów/, zmienność warunków sytuacji operacyjno-taktycznej oraz wynikające stąd sposoby działań bojowych wymagają ekonomicznego i skutecznego wykorzystania lotnictwa. Aby skutecznie i racjonalnie użyć lotnictwa myśliwsko-bombowego /myśliwsko-szturmowego/, należy wnikliwie ocenić i określić jego możliwości ogniowe. Istnieje zatem konieczność wykorzystania wszystkich możliwych samolotowych środków rażenia i zastosowania takiej metody oceny skuteczności ogniowej, która dawałaby wspólny wynik końcowy.

W związku z powyższymi podstawowymi czynnikami decydującymi o potrzebie zastosowania łącznej metody oceny możliwości ogniowych samolotów będą:

- właściwości uzbrojenia samolotów myśliwsko-bombowych /m-sz/;
- potrzeba wykorzystania wszystkich możliwych samolotowych środków rażenia ze względu na charakter obiektów działań;
- warunki zastosowania bojowego uzbrojenia samolotów myśliwsko-bombowych /m-sz/.

1.1. Właściwości uzbrojenia samolotów myśliwsko-bombowych /myśliwsko-szturmowych/ i ich wpływ na zastosowanie bojowe różnorodnych środków rażenia

Lotnictwo myśliwsko-bombowe /myśliwsko-szturmowe/ przeznaczone jest do zwalczania obiektów naziemnych /nawodnych/ nieprzyjaciela, rozmieszczonych w taktycznej i blisko operacyjnej strefie działań bojowych, charakteryzujących się dużą różnorodnością pod względem konstrukcji, manewrowością, małymi rozmiarami i silną osłoną środkami obrony przeciwlotniczej /OPL/. Stawia to specyficzne wymogi zarówno przed sprzętem /samolotami/, jak również i przed personelem latającym.

Stosownie do tych wymogów lotnictwo myśliwsko-bombowe /m-sz/ wyposażone jest w samoloty typu Su-20, Su-7, Lim-6bis, charakteryzujące się dużą manewrowością, łatwością pilotowania na małych wysokościach, możliwością atakowania z różnych skomplikowanych manewrów i stosunkowo dużym promieniem działania.

Najistotniejszym dla samolotów myśliwsko-bombowych /m-sz/ jest jednak silne i zróżnicowane uzbrojenie artyleryjsko-rakietowe i bombardierskie.

Właściwości uzbrojenia samolotów Su-20, Su-7, Lim-6 bis przedstawia tabela 1.^{x/}

x/ Dane w tabeli opracowano wg instrukcji: Samolot Su-20, Uzbrojenie DWL, 1977; Eksploatacja uzbrojenia samolotu Su-7 BKŁ. Wyd. Insp. Lot., 1968 ; Eksploatacja i obsługa uzbrojenia samolotów grupy Lim Wyd. DWL, 1970.

Tabela 1

Właściwości uzbrojenia samolotów LMB /MSZ/

Typ samolotów	Uzbrojenie stałe	Uzbrojenie podwieszane
Su - 20	2 działka typu NR - 30	8 zamków, na które można podwieszać: - 8 bomb o wagomiarze do 500 kg; - 10 bomb o wagomiarze do 250 kg; - 20 bomb o wagomiarze do 100 kg; - 6 zasobników do rakiet UB-16-57 lub UB-32A; - 6 rakiet typu S-24; - 4 kontenery UPK-23-250 z działkiem GSz-23 Ł.
Su - 7	2 działka typu NR - 30	6 zamków, na które można podwieszać: - 4 bomby o wagomiarze do 500 kg i 2 do 250 kg; - 6 zasobników do rakiet UB-16-57; - 6 rakiet typu S-24
Lim - 6 bis	2 działka typu NR-23 i 1 działko typu N-37	4 zamki, na które można podwieszać: - 2 bomby o wagomiarze do 250 kg i 2 do 100 kg; - 2 zasobniki do rakiet UB-16-57

Z charakterystyki uzbrojenia samolotów myśliwsko-bombowych /m-sz/ podanej w tabeli 1 wynika, że uzbrojenie artyleryjskie /działka/ są integralną częścią samolotu i będą występowały w każdym wariantcie, a nawet na samolocie Su-20 mogą być jeszcze dodatkowo podwieszane w kontenerach.

Natomiast ilość ładunku bombardierskiego lub raketowego uzależniona jest od liczby zamków na danym typie samolotu i ich właściwości technicznych oraz konieczności zabierania zbiorników dodatkowych z paliwem. Na mechanizmy podwieszeń /zamki/ niekoniecznie musi być podwieszony ładunek jednorodny,

np. same bomby lub rakiety, a może być to ładunek mieszany,
np. bomby i rakiety czy rakiety i kontenery z działkiem GSz-23Ł.

Reasumując dochodzimy do wniosku, że współczesne samoloty myśliwsko-bombowe /m-sz/ mają możliwość zastosowania wszystkich rodzajów uzbrojenia, a już wszystkie - możliwość użycia uzbrojenia artyleryjskiego i raketowego lub artyleryjskiego i bombardierskiego. W wypadku samolotu Lim-6 bis, wykonującego zadanie bez zbiorników dodatkowych z paliwem, zachodzi nawet konieczność wykorzystania podwieszonych podskrzydłowych zewnętrznych, na które można podczepiać tylko bomby lub zbiorniki paliwowe, i podwieszonych podskrzydłowych wewnętrznych z zasobnikami raketowymi.

Możliwości podwieszania różnych wariantów ładunku bojowego na samolotach myśliwsko-bombowych /m-sz/ umożliwiają także jednoczesne lub kolejne w jednym nalocie zastosowanie ich na ten sam obiekt. Tabela 2^{2/} sporządzona na podstawie metodyki szkolenia i taktyki lotnictwa myśliwsko-szturmowego przedstawia warunki zastosowania różnych środków rażenia w jednym nalocie.

Jednoczesne zastosowanie różnych rodzajów uzbrojenia w jednym nalocie znalazło swe potwierdzenie w działaniach lotnictwa amerykańskiego w wojnie wietnamskiej.^{3/}

2/Samolot Su-20. Metodyka szkolenia. Cz.II. Zastosowanie bojowe. Wyd..DWL, 1978 /lot. 1802/77/; Taktyka lotnictwa myśliwsko-szturmowego i działań szturmowych lotnictwa myśliwskiego. Wyd. DLO, 1961, Lot. 424/61/.

3/Działania bojowe lotnictwa Stanów Zjednoczonych w wojnie wietnamskiej w latach 1964-1968. Wyd. DWL, 1977 /Lot.1811/77s.72. "Niezależnie od bombardowania w tym zakresie podczas zniżania bardzo często prowadzony był jednocześnie ogień z działek pokładowych oraz niekierowanych pocisków raketowych". /s.94/. "Bombardowanie bombami napalmowymi przeprowadzono najczęściej w ten sposób, że w pierwszej kolejności atakowano cel z broni pokładowej w locie szybowym a następnie, po zniżaniu do 15 m i wyprowadzeniu samolotu do lotu poziomego zrzucano bomby napalmowe".

Jest oczywistym, że zastosowanie wszystkich rodzajów uzbrojenia samolotu w jednym nalocie nie zawsze będzie celowe ze względu na zbyt małe prawdopodobieństwo rażenia spowodowane dużą odległością strzelania lub odpalenia rakiet. Niemniej jednak może być wykorzystane w przypadku stosowania bomb z urządzeniami hamującymi,^{4/} co w decydujący sposób wpłynie na zmniejszenie odległości strzelania, a tym samym na zwiększenie prawdopodobieństwa rażenia środkami artyleryjsko-rakietowymi.

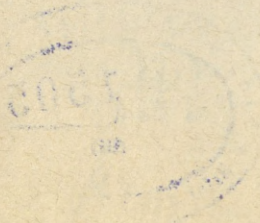
Stosowanie różnych środków rażenia przez lotnictwo myśliwsko-bombowe /m-sz/ podczas działań bojowych zwiększa możliwości ogniowe samolotów, pozwala na ekonomiczniejsze wykorzystanie lotnictwa oraz wariantowanie decyzji w zależności od zaistniałej sytuacji, wymaga jednak zastosowania łącznej metody oceny tych możliwości.

4/ Samolot Su-20. Metodyka szkolenia. Cz.II., Wyd.cyt.
Donośność bomby OFAB-250-270 zrzuconej z lotu poziomego z H=300 m V = 900 km/h wynosi 1909 m, natomiast bomby z urządzeniami hamującymi OFAB - 250 Sz zrzuconej w tych samych warunkach wynosi 1012 m.

WARUNKI STRZELANIA I BOMBARDOWANIA PODCZAS ATAKOWANIA CELOW
NAZIEMNYCH Z ZASTOSOWANIEM RÓŻNYCH ŚRODKÓW RAŻENIA W JEDNYM
NALOCIE

Typ samolotu	Prędkość wprowadzenia w manewr V_{rz} /km/h/	Wysokość wprowadzenia w zwrot bojowy H_{wpr} /m/	Prędkość wprowadzenia w lot nurkowy V_{rz} /km/h/	Wysokość wprowadzenia w lot nurkowy H_{wpr} /m/	Typ środka rażenia	Odległość początku strzelania D_{ps} /m/	Odległość końca strzelania D_{kstr} /m/	Wysokość początku strzelania H_{pstr} /m/	Prędkość strzelania bombardowania V_{rz} /km/h/	Wysokość końca strzelania H_{kstr} /m/	Maksymalne przeciążenie	Minimalna wysokość wypr. z lotu nur.
Atak przy kącie nurkowania 10°												
Su	980	100	770	800	Działka Rakiety	2400 1600	2100 1200	400 250	820 830	340 180	- 5	- 120
Su	980	100	770	800	Działka Bomby	2700 -	2350 -	450 300	820 840	290 -	- 5	- 260
Lim	700	50-100	700	500	Działka Rakiety Bomby	2000 1300 -	1600 - -	260 160 150	720 730 730	210 160 -	- - 4	- - 150
Lim	700	50-100	700	450	Działka Bomby	1800 -	1400 -	230 150	720 730	180 -	- 4	- 150
Atak przy kącie nurkowania 20°												
Su	980	100	750	1700	Działka Rakiety	2500 1600	2100 1200	800 510	880 920	680 370	- 5	- 180
Su	980	100	750	1700	Działka Bomby	2400 -	2000 -	780 500	870 920	660 -	- 5	- 370
Lim	700	50 - 100	650	1400	Działka Rakiety Bomby	2600 2000 -	2200 1900 -	900 700 600	690 700 700	750 650 -	- - 4	- - 400
Lim	700	50 - 100	700	1200	Działka Bomby	2300 -	1800 -	850 600	735 735	650 -	- 4	- 400
Atak przy kącie nurkowania 30°												
Su	980	100	650	2200	Działka Rakiety	2400 1600	2050 1200	1210 770	820 910	1030 570	- 5	- 200
Su	980	100	650	2200	Działka Bomby	2400 -	2050 -	1210 700	820 910	1030 -	- 5	- 400
Lim	700	50 - 100	500	1700	Działka Rakiety Bomby	2500 2000 -	2200 - -	1500 1000 850	585 595 600	1100 950 -	- - 4	- - 800
Lim	700	50 - 100	500	1700	Działka Bomby	2500 -	2100 -	1100 850	585 600	1000 -	- 4	- 800





1.2. Zależność stosowanych przez lotnictwo myśliwsko-bombowe /m-sz/ środków rażenia od charakterystycznych właściwości obiektów działań

Drugim ważnym czynnikiem wpływającym na konieczność zastosowania łącznej /kompleksowej/ metody oceny możliwości ogniowych samolotów lotnictwa myśliwsko-bombowego /m-sz/ jest dobór odpowiednio skutecznych środków rażenia w zależności od specyficznych cech obiektów na które będzie działać.

Z analizy podstawowych zadań realizowanych przez lotnictwo myśliwsko-bombowe /m-sz/ wynika, że obiektami takimi będą:

- środki przenoszenia broni jądrowej, a w tym przede wszystkim rakiety Pershing, Sergeant, Lance, Honest John, artyleria przystosowana do przenoszenia ładunków jądrowych zarówno na stanowiskach startowych /ogniowych/, jak i w marszu;

- wojska w marszu i rejonach ześrodkowania;
- stanowiska dowodzenia i środki łączności;
- punkty oporu i umocnienia obronne;
- mosty, przeprawy i inne obiekty komunikacyjne;
- składy amunicji, paliwa i innych środków materiałowo-technicznych;

- radiotechniczne środki wykrywania i naprowadzania lotnictwa i rakiet przeciwlotniczych;

- naziemne środki ogniowe obrony przeciwlotniczej na trasach przelotu i w rejonach działań własnego lotnictwa.

Szczegółową charakterystykę wybranych obiektów podano w załączniku 1.

Z analizy poszczególnych obiektów wynika, że występują między nimi poważne różnice wynikające z charakteru ich działalności, wymiarów, kształtu, budowy, rozmieszczenia w terenie i in. Przy rozpatrywaniu obiektu działań pod kątem doboru najskuteczniejszego środka rażenia do jego zniszczenia bardzo ważne jest ustalenie:

- celów ze składu obiektu, które należy razić, aby obiekt przestał prawidłowo funkcjonować;
- odporności /wrażliwości/ wybranych celów w stosunku do posiadanych środków rażenia;
- istnienia sztucznych i naturalnych ukryć w rejonie celu;
- przewidywanych warunków użycia środków rażenia.

Znaczenie wyboru newralgicznego elementu celu, którego zniszczenie może sparaliżować działalność całego obiektu, jest związane przede wszystkim z możliwością maksymalnego wykorzystania skuteczności danego środka rażenia, a tym samym i ekonomią sił. Dotyczy to w większości wypadków celów dużych, płaszczyznowych, np. zniszczenie stacji radiolokacyjnych opromieniowania celów i radiowysokościomierza w baterii Hawk - Przerzywa pracę ogniową całej baterii.

Uwzględniając odporność obiektów na lotnicze środki rażenia, można je podzielić na:

- obiekty o dużej odporności, do których zaliczamy: czołgi, działa pancerne, schrony, drogi startowe, mosty, okręty itd;
- obiekty o średniej odporności, czyli takie, jak wozy piechoty, działa artylerii przeciwlotniczej, przeprawy pontonowe itp.;
- obiekty o małej odporności, jak np. wyrzutnie rakiet i same rakiety, elementy punktów obsługi technicznej rakiet, stacje radiolokacyjne, środki łączności, samoloty i śmigłowce itp.

Ukrycia terenowe, budowle, masywy leśne, podmokłe tereny mogą dość poważnie zmniejszyć skuteczność niektórych środków rażenia, a ponadto mogą służyć jako element maskujący. Np. masywy leśne wyraźnie zmniejszają skuteczność pocisków rakietowych posiadających odłamkowo-burzącą część bojową, zaś teren podmokły poważnie obniża skuteczność wszelkich lotniczych środków zapalających.

Istotnym czynnikiem wpływającym na skuteczność danego środka rażenia będzie sposób jego bojowego zastosowania. Np. strzelanie z działek czy pocisków raketowych daje oczekiwane rezultaty jedynie podczas atakowania z lotu nurkowego. Dlatego też dla porównania skuteczności poszczególnych środków rażenia należy je rozpatrywać w jednakowych warunkach zastosowania.

Uwzględniając powyższe zasady, obliczono konieczne poligonowe liczby samolotów potrzebne do rażenia wybranych obiektów pola walki przy użyciu różnych środków rażenia - tabela 3.

§ 1	2	3	4	5	6	7
Bateria artylerii 6 haubic 203,2 mm Wymiary: 400x200 m	Lim-6bis Su-7	Działka: 2xNR-23 i 1xN-37 Rakiety: S-5K w 2xUB-16-57 Bomby: 4xFAB-250 6xFAB-500 10xOFAB-250-270 20xOFAB-100 Działka: 2xNR-30 2xNR-30 i 2xUPK-23-250 2xNR-30 i 4xUPK-23-250 Rakiety: S-5K w 4xUB-16-57 2xUB-32A 4xUB-32A Bomby: 2xOFAB-100 2xOFAB-250-270 i 2xOFAB-100	$V_s = 600 \text{ km/h}; \lambda = 15^\circ; t_{po} = 2s$ $V_s = 600 \text{ km/h}; \lambda = 15^\circ$ $H_b = 600 \text{ m}; V_b = 800 \text{ km/h}; \lambda = 15^\circ$ $V_s = 800 \text{ km/h}; \lambda = 15^\circ; t_{po} = 2s$ $V_s = 800 \text{ km/h}; \lambda = 15^\circ$ $H_b = 500 \text{ m}; V_b = 600 \text{ km/h}; \lambda = 15^\circ$	4 4 20 16 11 12 15 17 17 5 4 17 11 9 130 31 10 27 10 7 6 8 5 - 50 29 26 40 18 15 - - 76	6 6 33 18 12 14 17 33 9 6 33 18 15 144 35 17 42 14 10 9 11 7 - 67 39 34 57. 25 21 - - 102	7 9 51 21 14 16 20 52 14 10 52 28 24 163 40 25 72 25 17 15 19 12 - 90 53 38 1000 45 36 - - 133
Kompania czołgów w marszu 17 czołgów Wymiary: 800x10 m	Lim-6bis Su-7	Działka: 2xNR-23 i 1xN-37 Rakiety: S-5K w 2 xUB-16-57 Bomby: 4xREK-500 z PTB-2,5 6xREK-500 z PTB-2,5 10xREK-250 z PTAB-2,5 10xOFAB-250-270 20xOFAB-100 Działka nie skuteczne Rakiety: S-5K w 4xUE-16-57 2xUB-32A 2xUB-32A Bomby: 2xOFAB-100 2xOFAB-250-270 i 2xOFAB-100 2xREK-250 z PTAB-25 2xOFAB-100 Działka nie skuteczne Rakiety: S-5K w 2xUB-16-57	$V_s = 600 \text{ km/h}; \lambda = 15^\circ; T_{po} = 2s$ $V_s = 600 \text{ km/h}; \lambda = 15^\circ$ $H_b = 1100 \text{ m}; V_b = 800 \text{ km/h}; \lambda = 20^\circ$ $H_b = 600 \text{ m}; V_b = 800 \text{ km/h}; \lambda = 15^\circ$ $V_s = 800 \text{ km/h}; \lambda = 15^\circ$ $V_s = 800 \text{ km/h}; \lambda = 15^\circ$ $H_b = 500 \text{ m}; V_b = 600 \text{ km/h}; \lambda = 15^\circ$	10 27 10 7 6 8 5 - 50 29 26 40 18 15 - - 76	17 42 14 10 9 11 7 - 67 39 34 57. 25 21 - - 102	25 72 25 17 15 19 12 - 90 53 38 1000 45 36 - - 133
	Lim-6bis	Rakiety: S-5K w 2xUB-16-57 Działka nie skuteczne	$V_s = 600 \text{ km/h}; \lambda = 15^\circ$	76	102	133

Z analizy koniecznej poligonowej liczby samolotów potrzebnych do zwalczania wybranych obiektów pola walki wynikają następujące wnioski:

- Wybrane obiekty mogą być zwalczane przez wszystkie typy samolotów będących w wyposażeniu lotnictwa myśliwsko-bombowego /m-sz/ różnymi środkami rażenia. Wyjątek stanowi nieskuteczność uzbrojenia artyleryjskiego w wypadku zastosowania go na obiekty silnie opancerzone, jak np. czołgi, gdzie grubość pancerza jest większa od przebijalności pocisków z działek.

- Właściwości uzbrojenia danego typu samolotu wyraźnie rzutują na wariant i rodzaj stosowanych środków rażenia. Np. na samolotach typu Lim-6 bis najskuteczniejsze jest uzbrojenie artyleryjskie, natomiast na samolotach typu Su-7 uzbrojenie bombardierskie. Najbardziej uniwersalnym pod względem wykorzystania wszystkich środków rażenia jest samolot Su-20. Uogólniając wartości poligonowych potrzebnych liczb samolotów, skuteczność poszczególnych środków rażenia w zależności od typu samolotu i obiektów działań przedstawia tabela 3a.

Tabela 3a

CHARAKTERYSTYKA SKUTECZNOŚCI ŚRODKÓW RAŻENIA
NA WYBRANE OBIEKTY POŁA WALKI

Obiekt	Rakieta "L"			Bateria "H"			Bateria ha- ubic 203,2mm			Kompania czołgów w marszu		
Samolot	Su-20	Su-7	Lim-6	Su-20	Su-7	Lim-6	Su-20	Su-7	Lim-7	Su-20	Su-7	Lim-6
Skuteczność												
Duża	Dz	B	Dz	B	B	Dz	Dz	B	Dz	B	B	B
Średnia	B	Dz	R	Dz	Dz	B	B	Dz	R	R	R	R
Mała	R	R	B	R	R	R	R	R	B	Działka niesku- teczne		

Przyjęte skróty: B-bomby; Dz - działka; R - rakiety.

W związku z tym, że uzbrojenie artyleryjskie /działka/ jest na stałe zamontowane na samolotach /dodatkowo może być podwieszane tylko na samolotach Su-20/, podstawowym podwieszanym środkiem rażenia będą bomby oraz zasobniki z raketami. Zatem wariant artyleryjsko-bombardierskich lub artyleryjsko-rakietowych środków rażenia będzie typowy dla samolotów lotnictwa myśliwako-bombowego /m-sz/.

Jest oczywistym, że obliczone wartości poligonowych liczb samolotów potrzebnych do zwalczania wybranych obiektów dają niepełną odpowiedź na pytanie, ile trzeba samolotów do rażenia wyżej wymienionych obiektów z optymalnym wariantem środków rażenia. Przedstawiają bowiem wartości obliczone tylko dla poszczególnych środków rażenia, a nie dają wyniku łącznego, np. liczby samolotów z zastosowaniem uzbrojenia artyleryjsko-rakietowego czy artyleryjsko-bombardierskiego. O ile obliczenie poligonowej liczby samolotów z zastosowaniem uzbrojenia

artyleryjsko-rakietowego jest możliwe, ponieważ istnieje odpowiednia metoda obliczeń, o tyle przy zastosowaniu uzbrojenia artyleryjsko-bombardierskiego nie jest to możliwe - brak odpowiedniej metody. Dlatego też nie można uzyskać pełnego obrazu faktycznych możliwości ogniowych samolotów, a tym samym nie można racjonalnie planować wykorzystania lotnictwa myśliwsko-bombowego /m-sz/ podczas działań bojowych.

Pełny obraz możliwości ogniowych dla danego wariantu ładunku bojowego w przywiązaniu do typu samolotu otrzymamy dopiero za pomocą kompleksowej metody ocena możliwości ogniowych samolotów.

1.3. Wpływ warunków działań na możliwości zastosowania różnorodnych wariantów uzbrojenia samolotów myśliwsko-bombowych /m-sz/

W ocenie możliwości ogniowych samolotów bardzo istotne jest uwzględnienie specyficznych warunków, w jakich będzie działać lotnictwo myśliwsko-bombowe /m-sz/ i w jakich będą użyte poszczególne środki rażenia. Można do nich zaliczyć warunki atmosferyczne oraz stopień przeciwdziałania środków obrony przeciwlotniczej w rejonie działań.

Warunki atmosferyczne, a szczególnie dolna podstawa chmur i widzialność, wywierają bezpośredni wpływ na wybór sposobów i warunków atakowania celu i pośrednio wpływają na zastosowanie odpowiednich środków rażenia. Chcąc wykonać atak na określony obiekt, pilot musi go odszukać za pomocą warunku, wykonać celowanie i na odpowiedniej odległości od celu dokonać strzelania /odpalenia rakiet/ lub zrzutu bomb. Wykonanie tych czynności będzie możliwe przy odpowiedniej podstawie chmur i odległości wzrokowego wykrycia celu, a więc uzbrojenie samolotów można wykorzystać skutecznie tylko wówczas, gdy dany środek rażenia będzie zastosowany w odpowiednich warunkach.

Najefektywniejsze wykorzystanie artyleryjsko-rakietowych środków rażenia uzyskamy jedynie podczas atakowania celu z lotu nurkowego, każdy zaś taki atak wymaga odpowiedniej wysokości wprowadzenia poniżej dolnej podstawy chmur. Np. warunki ataku z lotu nurkowego przedstawiają się następująco^{5/}

- dla samolotów typu Su - $H_{wpr}=800m$; $V_{wpr}=750$
km/h; $\lambda_n=10^\circ$;

- $H_{wpr}=1500m$; $V_{wpr}=750$
km/h; $\lambda_n=20^\circ$;

- dla samolotów typu Lim $H_{wpr}=450m$; $V_{wpr}=700km/h$;
 $\lambda_n=10^\circ$;

- $H_{wpr}=1100m$; $V_{wpr}=600km/h$;
 $\lambda_n=20^\circ$;

Zwiększenia kąta nurkowania lub prędkości lotu powoduje wzrost wysokości wprowadzenia samolotu w lot nurkowy, a tym samym jeszcze większą zależność od dolnej podstawy chmur.

Zastosowanie bombardierskich środków rażenia w mniejszym stopniu jest ograniczone przez dolną podstawę chmur, gdyż zrzutu bomb można dokonywać z lotu poziomego z bardzo małych wysokości rzędu 50-500 m z samolotów typu Su i 200 - 300 m z samolotów typu Lim. ^{6/}

Wynika stąd wniosek, że przy niskich podstawach chmur /200-400m/ podstawowym środkiem rażenia stosowanym przez lotnictwo myśliwsko-bombowe /m-sz/ będą bomby, nawet bez względu na to, czy charakter celu będzie temu odpowiadał.

Istotnym czynnikiem mającym wpływ na wybór sposobu zaatakowania celu jest odległość jego wzrokowego

^{5/} Taktyka Lotnictwa myśliwsko-bombowego /m-sz/. Część I
Wyd. ASG WP, 1979 /nr bibl. 3490/79/.

^{6/} Tamże.

wykrycia. Odległość ta będzie zależała przede wszystkim od widzialności atmosferycznej w rejonie działań, jak również od wymiaru i kształtu celu, jego cech demaskujących, ostrości wzroku pilota i innych.

Jak już wspomniano, cel musi być najpierw wykryty na odpowiedniej odległości. Z doświadczeń wynika, że średnie potrzebne odległości wykrycia celu dla przeprowadzenia ataku bezpośrednio z trasy przy prędkości lotu samolotu 600-800 km/h wynoszą dla samolotów typu Su 3,5 - 4,5 km, a dla samolotów Lim 3 - 4 km. Aby zatem wykonać atak z trasy, pilot musi wykryć obiekt przynajmniej w podanym zakresie odległości, co nie zawsze jest możliwe i zmusza do wykonywania dodatkowych manewrów w rejonie celu. Zastosowanie bombardierskich środków rażenia z urządzeniami hamującymi zmniejsza potrzebną odległość wykrycia o około 600-1000 m.

Przystępując więc do wyboru środków rażenia należy bardzo dokładnie przeanalizować prawdopodobną pogodę w rejonie działań i wybrać takie środki, które w danych warunkach będą możliwe do zastosowania. Z drugiej zaś strony wiadomo jest, że w warunkach działań wojennych uzyskanie dokładnej prognozy pogody nad terenu nieprzyjaciela będzie szczególnie trudne, w związku z czym wybrany wariant ładunku bojowego powinien być uniwersalny, to znaczy zapewniający wykonanie zadania w najbardziej utrudnionych warunkach atmosferycznych i takim jest wariant artyleryjsko-bombardierski.

Nieźestrzelenie samolotów przez naziemne środki ogniowe obrony przeciwlotniczej nieprzyjaciela w rejonie celu jest zależne w bardzo dużym stopniu od warunków i sposobów atakowania celu. W związku z tym wydaje się, oczywistym, że ustalenie tych warunków i sposobów przy których zapewnione będzie maksymalne prawdopodobieństwo nieźestrzeżenia atakujących samolotów, jest ciągłym dążeniem wszystkich dowódców i sztabów jednostek lotniczych. Każdorazowo rozpatrywanie tego problemu powinno

być oparte na konkretnych danych środków obrony przeciwlotniczej nieprzyjaciela w danej sytuacji operacyjno-taktycznej.

Na podstawie oceny współczesnego pola walki należy sądzić, że prawie wszystkie obiekty działań lotnictwa myśliwsko-bombowego /m-sz/ będą znajdować się w pierwszorzutowej strefie systemu obrony przeciwlotniczej lub będą bezpośrednio osłaniane specjalnie do tego celu wyznaczonymi środkami. Zarówno przeciwlotnicze środki raketowe, jak i artyleria lufowa posiadają pewne określone zdolności rażenia celów powietrznych wyrażające się wielkością prawdopodobieństwa zestrzelenia samolotu.

Przy określaniu wpływu przeciwdziałania środków obrony przeciwlotniczej na ustalenie odpowiednich warunków i sposobów atakowania celu interesuje nas - jak już wspomniano - prawdopodobieństwo niezestrzelenia samolotów, którego wartości zależnie od stosowanych środków OPL podają tabela: 4 i 5.^{7/}

Tabela 4

Prawdopodobieństwo niezestrzelenia /przeniknięcia/ samolotów przez strefę rażenia baterii "Hawk" odpalającej jednocześnie po dwie rakiety

Grupa H/m \ lotu	Para samolotów				Klucz samolotów			
	500	700	900	1100	500	700	900	1100
50	0,90	0,92	0,93	0,93	0,95	0,96	0,96	0,97
100	0,76	0,81	0,83	0,85	0,88	0,90	0,91	0,91
200	0,61	0,67	0,72	0,75	0,78	0,82	0,85	0,86
300	0,46	0,53	0,58	0,62	0,68	0,73	0,77	0,79
500	0,41	0,48	0,54	0,57	0,64	0,70	0,73	0,76
1000	0,32	0,40	0,46	0,50	0,57	0,63	0,67	0,71

^{7/}Podstawy taktyki lotnictwa myśliwsko-szturmowego i lotnictwa myśliwsko-bombowego. Wyd. ASG WP, 1976 /nr bibl. 3248/76/.

Tabela 5

Prawdopodobieństwo przeniknięcia samolotów przez strefę rażenia
baterii dział przeciwlotniczych typu I

Grupa	Para samolotów						Klucz samolotów						
	8 dział			12 dział			8 dział			12 dział			
	500	700	900	500	700	900	500	700	900	500	700	900	
H/m/ 50	0,94	0,95	0,93	0,97	0,94	0,94	0,96	0,97	0,98	0,97	0,97	0,97	0,98
100	0,89	0,91	0,93	0,94	0,88	0,89	0,91	0,93	0,94	0,94	0,95	0,95	0,96
200	0,81	0,84	0,87	0,90	0,80	0,81	0,84	0,87	0,90	0,89	0,90	0,92	0,93
300	0,69	0,74	0,79	0,84	0,68	0,70	0,74	0,82	0,83	0,82	0,84	0,86	0,90
500	0,64	0,68	0,76	0,82	0,62	0,65	0,70	0,75	0,80	0,87	0,80	0,84	0,87
1000	0,55	0,62	0,70	0,77	0,53	0,55	0,62	0,70	0,74	0,84	0,73	0,75	0,84

Wykorzystując podane w tabelach wartości prawdopodobieństwa przeniknięcia samolotów przez strefę ostrzału środków obrony przeciwlotniczej nieprzyjaciela, można określić bojowe liczby samolotów potrzebne do wykonania zadania oraz dobrać najkorzystniejsze warunki ataku, przy których uzyska się najmniejsze straty.

Np. dla obezwładnienia baterii Hawk z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g = 0,8$ poligonowa potrzebna liczba samolotów wynosi 7 z ładunkiem bombardierskim $2 \times \text{OFAB-250-270}$ i $2 \times \text{OFAB-100}$ /zrzut bomb z lotu poziomego $H_b = 250\text{m}$ $V_b = 700 \text{ km/h}$, natomiast przy wykorzystaniu uzbrojenia artyleryjskiego z lotu nurkowego pod kątem 15° trzeba 6 samolotów. Uwzględniając prawdopodobieństwo przeniknięcia samolotów przez strefę ostrzału baterii Hawk, wynoszące dla warunków bombardowania 0,6, a dla warunków strzelania 0,45, otrzymamy bojową liczbę $11,7 \approx 12$ samolotów z ładunkiem bombardierskim i $13,3 \approx 14$ samolotów z ładunkiem artyleryjskim. Skuteczniejszy jest zatem ładunek bombardierski.

Wydaje się, że optymalnym wariantem byłoby wykonanie pierwszego ataku z uzbrojeniem bombardierskim dla dezorganizacji działalności obiektu, a następnie wykorzystanie uzbrojenia artyleryjskiego. W takim przypadku potrzebna bojowa liczba samolotów byłaby mniejsza, lecz obecnie nie ma możliwości jej określenia. Tu właśnie najwyraźniej uwidacznia się brak łącznej metody oceny możliwości ogniowych uzbrojenia bombardierskiego i artyleryjskiego.

W toku prowadzenia działań bojowych, a w szczególności podczas działania sposobem samodzielnego poszukiwania i zwalczania celów naziemnych, samoloty lotnictwa myśliwsko-bombowego /m-bz/ będą niekiedy przebywać dłuższy czas w strefie ostrzału naziemnych środków obrony przeciwlotniczej nieprzyjaciela. Stopień przeciwdziałania tych środków będzie wzrastał wraz ze wzrostem czasu przebywania samolotów /grup samolotów/ w tej strefie. Prawdopodobieństwo pokonania przeciwdziałania baterii Hawk przez samolot /grupę samolotów/ w zależności od czasu przebywania samolotów w strefie ostrzału baterii podano w tabeli 6.

Tabela 6

Prawdopodobieństwo przeniknięcia samolotów przez strefę ostrzału baterii
Hawk w zależności od czasu pobytu w tej strefie

Ilość Grupa H [m]	Przy odgaleniu po jednej rakiecie													
	Para samolotów					Klucz samolotów								
	1,5	2	3	4	6	8	10	1,5	2	3	4	6	8	10
50	0,96	0,95	0,93	0,91	0,88	0,83	0,80	0,98	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89
100	0,94	0,92	0,89	0,86	0,79	0,74	0,68	0,97	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,83
200	0,91	0,88	0,83	0,78	0,69	0,62	0,54	0,95	0,94	0,91	0,88	0,83	0,79	0,74
300	0,88	0,84	0,77	0,70	0,70	0,59	0,50	0,42	0,94	0,92	0,88	0,84	0,77	0,65
500	0,87	0,83	0,76	0,69	0,57	0,48	0,40	0,93	0,91	0,87	0,83	0,76	0,69	0,63
1000	0,86	0,82	0,75	0,67	0,55	0,45	0,37	0,93	0,90	0,86	0,82	0,75	0,67	0,62
	Przy odpaleniu po dwie rakiety													
50	0,95	0,93	0,90	0,86	0,82	0,76	0,71	0,97	0,96	0,95	0,93	0,90	0,88	0,84
100	0,92	0,88	0,84	0,79	0,71	0,63	0,56	0,96	0,94	0,92	0,89	0,84	0,79	0,75
200	0,87	0,83	0,76	0,69	0,57	0,48	0,40	0,93	0,91	0,87	0,83	0,76	0,69	0,63
300	0,83	0,77	0,67	0,58	0,45	0,34	0,27	0,90	0,88	0,82	0,77	0,67	0,58	0,51
500	0,81	0,75	0,65	0,57	0,43	0,33	0,25	0,90	0,87	0,81	0,75	0,65	0,57	0,50
1000	0,79	0,74	0,64	0,55	0,40	0,30	0,22	0,89	0,86	0,80	0,74	0,64	0,55	0,45

8/ Podstawy taktyki lotnictwa myśliwsko-szturmowego... , Wyd.cyt.

Analizując podane wartości z tabel 4, 5, 6 należy stwierdzić, że obrona przeciwlotnicza nieprzyjaciela ma decydujący wpływ na wybór sposobów i warunków atakowania celu, manewru, czasu przebywania nad celem, a nawet pośredni wpływ na wybór środków rażenia. Wysokość i prędkość lotu podczas atakowania celu mają decydujący wpływ na wartość prawdopodobieństwa niezestrzelenia /przeniknięcia/ samolotu przez wszystkie środki obrony przeciwlotniczej, przy czym na małych wysokościach prawdopodobieństwo to jest wprost proporcjonalne do prędkości lotu, a odwrotnie proporcjonalne do wysokości ataku.

Podczas atakowania z lotu poziomego z wysokości 100-400 m zmiana wysokości lotu o 200 m w większym stopniu wpływa na zmianę prawdopodobieństwa przeniknięcia samolotów niż zmiana prędkości lotu o 200 km/h.

Podczas atakowania z lotu nurkowego największe prawdopodobieństwo przeniknięcia można osiągnąć przy małych kątach nurkowania rzędu $5 - 10^{\circ}$.

x

x

x

Rozważania przeprowadzone w pierwszym rozdziale pracy pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- Właściwości uzbrojenia współczesnych samolotów lotnictwa myśliwsko-bombowego /m-sz/ typu Su-20, Su-7, Lim-6 nie tylko umożliwiają jednoczesne lub kolejne użycie na ten sam obiekt różnorodnych środków rażenia, lecz wręcz stwarzają taką konieczność. Zmusza do tego przede wszystkim na stałe zamontowane uzbrojenie artyleryjskie i możliwości podwieszeń uzbrojenia bombardierskiego i raketowego, a na samolotach Su-20 nawet artyleryjskiego. Sposób jednoczesnego użycia wszystkich środków rażenia z samolotów myśliwsko-bombowych /m-sz/ poparty jest opracowaniem teoretycznym podanym w metodyce szkolenia dla danego typu

samolotu oraz doświadczeniami z wojen lokalnych. Widzimy więc, że zarówno pod względem technicznym - samoloty, jak i teoretycznym - piloci są przygotowani do zastosowania wszystkich rodzajów uzbrojenia podczas zwalczania obiektów pola walki. Trudności pojawiają się dopiero podczas oceny możliwości ogniowych, to jest określenia potrzebnej liczby samolotów do zwalczania poszczególnych obiektów lub oczekiwanego rezultatu działań z zastosowaniem uzbrojenia bombardiersko-artyleryjskiego i bombardiersko-rakietowego. Brak jest metody pozwalającej na ocenę skuteczności łącznego zastosowania tych środków. To właśnie jest pierwszym podstawowym czynnikiem inspirującym autora do rozwiązania tego problemu, czyli opracowania kompleksowej metody oceny możliwości ogniowych samolotów lotnictwa myśliwsko-bombowego /m-sz/.

- Typowymi obiektami, które zwalczać będzie lotnictwo myśliwsko-bombowe /m-sz/, będą cele pojedyncze, ruchome o małych wymiarach, takie jak: pociski rakietowe, wyrzutnie, stacje radiolokacyjne, czołgi, działa, bojowe wozy piechoty itp. Obiekty te, występując w ugrupowaniu bojowym, będą stanowić cele duże - powierzchniowe lub liniowe. Różnorodną konstrukcją tych obiektów wynikająca z przeznaczenia i zadań, jakie mają wykonywać, dzieli je również pod względem odporności na działanie lotniczych środków rażenia.

Biorąc powyższe właściwości pod uwagę oraz wyniki obliczeń poligonowych liczb samolotów potrzebnych do rażenia wybranych obiektów można stwierdzić, że do ich niszczenia należy wykorzystywać wszystkie możliwe środki rażenia, jakimi mogą w danej sytuacji dysponować samoloty lotnictwa myśliwsko-bombowego /m-sz/. Użycie do zwalczania obiektów naziemnych /nawodnych/ wszystkich wchodzących w skład uzbrojenia samolotu środków rażenia zwiększa jego możliwości ogniowe, a tym samym umożliwia wykonanie postawionego zadania bojowego mniejszą ilością sił, daje możliwości wariantowania decyzji. Zasadność wykorzystania

różnorodnych wariantów ładunku bojowego przez samoloty myśliwsko-bombowe /m-sz/ jest kolejnym czynnikiem decydującym o konieczności zastosowania w praktyce łącznej metody oceny możliwości ogniowych obejmującej wszystkie możliwe warianty uzbrojenia samolotów.

- Istotny wpływ na warunki i sposób atakowania celu oraz związany z tym wariant uzbrojenia samolotów myśliwsko-bombowych /m-sz/ wywiera sytuacja meteorologiczna i przeciwdziałanie środków obrony przeciwlotniczej w rejonie celu. Zasadniczą rolę odgrywać będzie przede wszystkim wysokość lotu podczas ataku i czas przebywania samolotów w strefie ostrzału środków obrony przeciwlotniczej nieprzyjaciela. W pierwszym przypadku dolna podstawa chmur będzie ograniczać możliwy zakres zastosowania uzbrojenia artyleryjsko-rakietowego na korzyść uzbrojenia bombardierskiego, natomiast w drugim zachodzi konieczność uwzględniania prawdopodobieństwa niezestrzelenia atakujących samolotów, które wraz ze wzrostem wysokości ataku maleje, i skrócenia do minimum czasu przebywania w strefie ognia środków obrony przeciwlotniczej nieprzyjaciela. W związku z tym powyższe czynniki powinny znaleźć swe odzwierciedlenie w doborze odpowiednich środków rażenia w zależności nie tylko od charakteru obiektu działań, ale i od sytuacji meteorologicznej i obrony przeciwlotniczej w rejonie celu. W przypadku silnej obrony przeciwlotniczej zaleca się atakować cel z lotu poziomego lub pod małymi kątami nurkowania z jednoczesnym wykorzystaniem wszystkich środków rażenia w jednym nalocie. Określenie możliwości ogniowych samolotów myśliwsko-bombowych /m-sz/ w tym przypadku wymaga także zastosowania łącznej metody oceny.

2. OCENA PORÓWNAWCZA ISTNIEJĄCYCH METOD OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI OGNIOWYCH W WARUNKACH ICH KOMPLEKSOWEGO WYKORZYSTANIA

Z analizy dokonanej w pierwszym rozdziale wynika, że skuteczne wykorzystanie lotnictwa myśliwsko-bombowego/m-sz/ do wykonywania różnorodnych zadań bojowych w coraz bardziej skomplikowanych i trudnych sytuacjach operacyjno-taktycznych musi się opierać tylko na ścisłych i dokładnych obliczeniach możliwości ogniowych samolotów. Dobra znajomość i stosowanie metod oceny możliwości ogniowych jest podstawą do powzięcia prawidłowej decyzji przez dowódców jednostek lotniczych oraz prawidłowego i racjonalnego podziału sił.

Możliwości ogniowe samolotów myśliwsko-bombowych /m-sz/ określane są poligonową liczbą samolotów potrzebną do wykonania zadania ogniowego lub oczekiwanymi rezultatami rażenia celu przez nakazaną /wydzieloną/ liczbę samolotów.

Także w poprzednim rozdziale wspomniano, że w dotychczasowej praktyce stosowane są dwie oddzielne metody, za pomocą których można określić potrzebną liczbę samolotów do wykonania określonego zadania lub oczekiwany rezultat działań przy nakazanej /wydzielonej/ liczbie samolotów, stosujących albo uzbrojenie artyleryjsko-rakietowe, albo uzbrojenie bombardierskie.

Aby opracować łączną /kompleksową/ metodę oceny możliwości ogniowych samolotów, należy **najpierw** dokonać analizy istniejących metod obliczeń w celu poznania przyjętych podstawowych założeń, elementów wspólnych lub występujących różnic. Analiza ta pozwoli na ustalenie, która z metod bardziej odpowiada współczesnym wymaganiom, czy można się ją posługiwać odnośnie do wszystkich środków rażenia, jakie jej elementy zmienić a jakie zachować, aby w konsekwencji otrzymać łączną metodę oceny możliwości ogniowych samolotów.

Mając na uwadze dokładność i przejrzystość analizy stosowanych metod, wydaje się słuszne rozpatrzenie najpierw

parametrów wyjściowych do obliczeń dla obydwu metod, a następnie oddzielnie każdej metody obliczeń. Takie ujęcie problemu pozwoli na sformułowanie wniosków odnośnie przydatności danej metody /lub wybranych elementów/ do łącznego określania możliwości ogniowych samolotów.

2.1. Parametry wyjściowe do obliczeń

Na podstawie zadania bojowego, wytycznych dowódcy oraz oceny sytuacji oficerowie sztabu /nawigator lub szef strzelania powietrznego/, wykonujący obliczenia możliwości ogniowych samolotów, ustalają dane wyjściowe, które w ogólnym zarysie powinny obejmować:

- 1/ możliwości uzbrojenia samolotów;
- 2/ stopień rażenia lub typ rażenia;
- 3/ charakterystykę obiektów działań;
- 4/ poziom wyszkolenia pilotów;
- 5/ sposób i warunki zastosowania środków rażenia;
- 6/ charakter działania środków rażenia.

ad 1. W ramach możliwości uzbrojenia samolotów uwzględniać trzeba:

- liczbę i typ działek, szybkostrzelność, liczbę zabieranych pocisków, przewidywaną długość serii;

- liczbę punktów podwieszeń przewidywanych dla uzbrojenia raketowego, a ponadto typ rakiet i zasobników do rakiet;

- liczbę punktów podwieszeń dla uzbrojenia bombardierskiego, ogólny udźwig i typ bomb, rodzaj pracy zrzutnika /salwa lub seria/;

- rodzaj i charakter pracy celownika. Na samolotach myśliwsko-bombowych /m-sz/ zamontowane są celowniki strzeleckie typu ASP-4NM, ASP-5ND, ASP- 5E lub zwykle celowniki kolimatorowe typu PKJ. Brak jest typowego celownika bombardierskiego, jedynie samoloty typu Su wyposażone są w celowniki PBK-2 przeznaczone do określania momentu zrzutu bomb podczas bombardowania z lotu wznoszącego.

W wyniku analizy uzbrojenia danego typu samolotów oficer wykonujący obliczenia powinien dokładnie znać te dane, które charakteryzują przewidywany rodzaj /wariant/ uzbrojenia, a w związku z tym odpowiednią metodę określania możliwości ogniowych samolotów.

ad 2. Stopień rażenia lub typ rażenia określa procentową wartość zniszczenia celu, jednak w omawianych metodach nie jest jednakowo interpretowany, w związku z czym wymaga oddzielnego potraktowania. W metodzie dotyczącej artyleryjsko-rakietowych środków rażenia rozróżnia się następujące typy rażenia celu:^{1/}

a/ dla pojedynczych celów:

- rażenie typu A, oznaczające zniszczenie celu, ponieważ na jego naprawę trzeba nie mniej niż pięciu dni /skrótowo zwane: zniszczenie celu/;
- rażenie typu B, czyli uszkodzenie celu, którego naprawa potrwa nie mniej niż jedną dobę /tj. obozwładnienie celu/;
- rażenie typu C, czyli uszkodzenie celu, który przestaje funkcjonować na czas nie krótszy niż dwie godziny /tj. dezorganizacja celu/;

b/ dla grupowych celów jednorodnych:

- zniszczenie, to jest pozbawienie zdolności bojowej nie mniej niż 40 % celów pojedynczych według typu rażenia A, lub 60-70 % według typu B, bądź 90% według typu C;
- obozwładnienie, czyli pozbawienie zdolności bojowej nie mniej niż 20-25% celów pojedynczych według typu A lub 40 % typu B, bądź 50-60% typu C;
- dezorganizacja, czyli pozbawienie zdolności bojowej nie mniej niż 15 % celów pojedynczych według typu A lub 25-30% typu B, bądź 40 % typu C;

c/ dla grupowych celów niejednorodnych:

- zniszczenie oznacza pozbawienie zdolności bojowej celu na czas nie krótszy niż pięć dni;

1/ Taktyka lotnictwa myśliwsko-bombowego /myśliwsko-szturmowego/, wyd. cyt.

- obezwładnienie, czyli pozbawienie zdolności bojowej na czas nie krótszy niż jedna doba;
- dezorganizacja, czyli pozbawienie zdolności bojowej na czas nie krótszy niż dwie godziny.

Metoda oceny bombardierskich środków rażenia rozróżnia tylko dwa stopnie rażenia celu, a mianowicie:^{2 /}

- zniszczenie - rażenie 60-70% powierzchni celu;
- obezwładnienie - rażenie 20-30 % powierzchni celu.

Dla tych dwóch stopni rażenia podane są w specjalnych tabelach wartości taktycznych norm rażenia^{3/}, uwzględniające typ i wagomiar bomb oraz obiekt, na który mają być zastosowane.

Powyższe rozbieżności w sformułowaniach stopni rażenia celu stanowią jedną z podstawowych przeszkód w opracowaniu łącznej metody oceny możliwości ogniowych samolotów. Wydaje się, że przyjmowane w metodzie oceny bombardierskich środków rażenia tylko dwa stopnie rażenia ujmują zbyt wąsko problem, nie dając pełnego obrazu realizacji zadań bojowych.

Chcąc zastosować łączną metodę oceny możliwości ogniowych samolotów, należy w miarę możliwości ujednoczyć znaczenie poszczególnych stopni rażenia celu dla wszystkich rozpatrywanych środków rażenia, gdyż jedynie w takim przypadku końcowy wynik obliczeń będzie prawdziwy.

ad 3. Wiadomości o obiektach działań niezależnie od wykorzystywanej metody obliczeń obejmują te same zagadnienia, a mianowicie:

a. Dane geometryczne i taktyczne obiektu działań, a w tym:

- aktualne i przewidywane miejsce dyslokacji obiektu w terenie;

- skład i wymiary geometryczne obiektu. Wszystkie cele ze względu na skład mogą być pojedyncze /most, okręt, czołg/, przeważnie jednorodne, i grupowe /bateria artylerii, kompania

2/ Tamże...

3/ Taktyczna norma rażenia bomby f_b - jest to powierzchnia celu, wyrażona w m^2 , która zostanie rażona w odpowiednim stopniu przez wybuch jednej bomby lotniczej określonego typu i wagomiaru.

czołgów itp./, przeważnie niejednorodne. Ze względu na wymiary i kształt cele mogą być: małowymiarowe /w literaturze często występują jako cele punktowe/, powierzchniowe - zajmujące określoną powierzchnię terenu /przeważnie cele grupowe/, liniowe wąskie a długie - przeprawy, kolumny wojsk itp.;

- znaczenie części składowych obiektu dla funkcjonowania całego obiektu;

- możliwe zmiany w położeniu obiektu /części składowych obiektu/ do chwili uderzenia /ataku/.

b. Odporność obiektu na działanie lotniczych środków rażenia, a w tym:

- wrażliwość obiektu i jego części składowych w stosunku do środków rażenia zastosowanych do ich zwalczania;

- przedsięwzięcia nieprzyjaciela w zakresie zmniejszenia skuteczności naszych środków rażenia i zwiększenia żywotności obiektu.

c. Obrona przeciwlotnicza obiektu, a w tym:

- jakie aktywne środki obrony przeciwlotniczej mogą być użyte do zwalczania samolotów w rejonie obiektu;

- gdzie są lub mogą być rozwinięte ich stanowiska ogniowe;

- od jakich rubieży mogą poszczególne środki obrony przeciwlotniczej prowadzić ogień i które ze środków są najniebezpieczniejsze;

- na jakich kierunkach i wysokościach obiekt jest naj- słabiej broniony;

- jakie elementy obrony przeciwlotniczej obiektu należy zniszczyć lub obezwładnić, aby uniemożliwić lub osłabić przeciwdziałanie środków ogólnowych;

- jakie mogą zajść zmiany w ugrupowaniu, stanie i w możliwościach rozpoczęcia wykonywania zadania bojowego;

- jakich informacji brak o obronie przeciwlotniczej obiektu i jak je zdobyć lub uwzględnić w obliczeniach.

d. Możliwości wykrycia obiektu działań, a w tym:

- cechy rozpoznawcze /demaskujące/ poszczególne elementy obiektu i czynniki ułatwiające ich wykrycie;
- odległości wykrycia i rozpoznania poszczególnych elementów obiektów działań. Wartości tych odległości podane są w tabeli 7.

Tabela 7

Przeciętne odległości wykrycia celów naziemnych przy współczynniku przejrzystości powietrza $\tau = 0,8 - 0,9^x/$

Wysokość /m/	Grupa celów			
	pierwsza	druga	trzecia	czwarta
100	3,5 - 4,5	4 - 5	4 - 5	5 - 7
300	4 - 5	4,5 - 5,5	5 - 6	6 - 8
600	4,5 - 6	5 - 6,5	6 - 7	7 - 10
1000	5 - 7	6 - 7,5	6,5 - 8	8 - 12
4000	5 - 6	5 - 6	6 - 7	11 - 14

W powyższej tabeli do poszczególnych grup obiektów zostały zaliczone następujące cele:

- grupa pierwsza: pojedyncze obiekty małowymiarowe, takie jak: działa specjalne, pociski raketowe na wyrzutniach, stacje radiolokacyjne itp.;

- grupa druga: obiekty powierzchniowe, składające się z pojedynczych rozśrodkowanych celów małowymiarowych, np. wojska w rejonie rozśrodkowania, stanowiska dowodzenia itp.;

- grupa trzecia: obiekty liniowe - kolumny wojsk, pociągi, mosty i przeprawy, drogi startowe itp.;

- grupa czwarta: obiekty powierzchniowe pokryte przez różnego rodzaju urządzenia, jak osiedla mieszkaniowe, duże stacje kolejowe itp.

e. Ustalenie kierunku ataku - nalotu na cel z uwzględnieniem:

- zapewnienia największego prawdopodobieństwa rażenia celu;

- stworzenia dogodnych warunków poszukiwania, wykrycia i wyjścia do ataku;

- maksymalnego zmniejszenia skuteczności ognia środków obrony przeciwlotniczej w rejonie celu.

Uwzględniając wymienione poprzednio uwagi można podać kilka zaleceń dotyczących określenia kierunku nalotu:

- cele wąskie a długie /liniowe/ atakować wzdłuż lub pod kątem 10° - 15° w stosunku do dłuższego boku celu;

- kolumny pancerne lepiej atakować z tyłu, a oddzielnie lekkie czołgi z boku pod kątem nurkowania $\lambda_N = 20 - 30^{\circ}$,
średnie czołgi z boku pod kątem nurkowania $\lambda_N = 5 - 10^{\circ}$;

- kolumny zmotoryzowane celowo jest atakować od czoła;

- baterie artylerii, stanowiska startowe rakiet, baterie rakiet przeciwlotniczych atakować z tyłu lub z boku;

- samoloty /śmigłowce/ na lotniskach atakować, uwzględniając obwałowania z lotu nurkowego pod kątem $20-30^{\circ}$;

- cele ruchome, np. okręty, atakować z takim wyliczeniem, aby kierunek nalotu w maksymalnym stopniu zmniejszył wpływ manewru celu na celność bombardowania lub strzelania.

W wyniku przeprowadzonej analizy danych o obiekcie powinniśmy uzyskać odpowiedź dotyczącą:

- rodzaju i typu najskuteczniejszego środka rażenia tego obiektu, a w przypadku zastosowania uzbrojenia bombardierskiego - wagomiaru bomb i charakteru zadziaływania zapalników;

- liczby trafień wybranymi środkami rażenia, gwarantującej osiągnięcie nakazanego /zamierzonego/ skutku którego sposób określania podany zostanie przy omawianiu metodyki obliczeń.

- części składowej obiektu, którą należy zniszczyć, aby zakłócić funkcjonowanie całego obiektu /wybór punktów celowania/;

- sposobu odszukania celu oraz obiektów orientacyjnych, które mogą być pomocne w odszukaniu celu;

- kierunku nalotu /ataku/, który należy wybrać, warunków i sposobu przeprowadzenia ataku.

ad 4. Stopień wyszkolenia pilotów w obu metodach występuje jako współczynnik określany na podstawie doświadczeń i uwzględniany jest poprzez zmianę wielkości uchylenia prawdopodobnego rozrzutu /E/ bomb, pocisków raketowych, czy z działek. Oprócz tego w zastosowaniu bojowym uzbrojenia artyleryjsko-raketowego uwzględniony jest także w zmianie współczynnika korelacji /to znaczy miernika zależności między strzałami/. Współczynnik ten /K/ zależnie od przyjętej skali ocen i stosowanych środków rażenia przedstawia się następująco:

Do oceny	Artyleryjsko-raketowe środki rażenia		Bombardierskie środki rażenia
	w uchyleniu prawdopodobnym	we współczynniku korelacji	w uchyleniu prawdopodobnym
Bardzo dobrze	0,8	- 0,5	0,5
Dobrze	1	1	0,75
Dostatecznie	1,25	+ 0,5	1,0

Różnice występujące we współczynniku określającym stopień wyszkolenia dla obydwu omawianych metod uwzględniają specyficzne właściwości zastosowania bojowego tych środków.

ad 5. Każdy rodzaj danego środka rażenia wymaga zachowania odpowiednich warunków i sposobów jego zastosowania.

Przez pojęcie warunków zastosowania należy rozumieć odpowiednie parametry, które muszą być zachowane podczas ataku. Do parametrów tych można zaliczyć: wysokość i prędkość lotu, kąt nurkowania /wznoszenia/, przeciążenie samolotu, odległość strzelania czy odpalania rakiet. Dokonując wyboru warunków zastosowania artyleryjsko-rakietowych czy bombardierskich środków rażenia, należy dążyć do zapewnienia maksymalnego rażenia konkretnego obiektu działań. Do wyboru warunków i sposobu ataku zależnie od środków rażenia służą odpowiednie tabele i wykresy.

Sposób ataku określany jest położeniem podłużnej osi samolotu w stosunku do płaszczyzny poziomej w momencie zrzutu bomb, strzelania czy odpalania rakiet. W związku z tym rozróżniamy następujące sposoby atakowania celu:

- z lotu poziomego;
- z lotu nurkowego;
- z lotu wznoszącego.

Wszystkie trzy sposoby atakowania mogą być stosowane przez samoloty lotnictwa myśliwsko-bombowego /m-sz/ z uzbrojeniem bombardierskim, natomiast w wypadku samolotów z uzbrojeniem artyleryjskim i rakietowym typowym sposobem jest atak z lotu nurkowego, w mniejszym stopniu z lotu poziomego, a już całkowicie nie można stosować ataku z lotu wznoszącego.

Bardzo istotnym problemem dla każdego wybranego sposobu i warunków atakowania celu jest określenie momentu zrzutu bomb, rozpoczęcia strzelania czy odpalania rakiet.

Zrzut bomb musi być dokonany w ściśle określonej odległości od celu /tak zwanej donośności bomby/ stałej dla przyjętych warunków ataku i typu bomb. Punkt zrzutu bomby określany jest obliczonym dla danych warunków kątem celowania ψ , a uwzględniany na celowniku strzeleckim jako kąt wyprzedzenia $\psi - \psi = 90 - \psi^\circ$ dlatego, że samoloty myśliwsko-bombowe /m-sz/ nie posiadają typowych celowników bombardierskich.

Punkt rozpoczęcia strzelania czy odpalania rakiet określany jest według celownika strzeleckiego dla przyjętych warunków ataku, z tym że odległość rozpoczęcia strzelania /samolot - cel/ nie odgrywa tak ważnej roli jak podczas bombardowania.

Zarówno bombardowanie, jak i strzelanie /odpalanie rakiet/ może być prowadzone indywidualnie /pojedynczo/ i w składzie grupy samolotów.

Zrzut bomb i odpalanie rakiet z samolotów myśliwsko-bombowych /m-sz/ w zasadzie wykonuje się salwą lub serią salw /na samolotach Su-20 zrzut bomb może być wykonany serią/, natomiast strzelanie z działek wykonywane jest zawsze serią i istotną rolę odgrywa długość serii.

ad 6. Jak już wiadomo, podstawowymi konwencjonalnymi rodzajami uzbrojenia samolotów myśliwsko-bombowych /m-sz/ jest uzbrojenie artyleryjskie, raketowe i bombardierskie. Powyższe rodzaje uzbrojenia różnią się między sobą zarówno pod względem konstrukcyjnym, jak i zasadą działania oraz warunkami i sposobem ich zastosowania. W celu rażenia większości celów pociskami artyleryjskimi i niektórymi raketowymi konieczne jest uzyskanie bezpośredniego trafienia, natomiast w wypadku stosowania bomb wystarczający skutek uzyskuje się w dość znacznym promieniu ich działania.

Chociaż różnice występujące między poszczególnymi rodzajami uzbrojenia są bardzo istotne, to łączy je wspólne przeznaczenie - rażenie obiektów nieprzyjaciela. W związku z tym, że lotnictwo myśliwsko-bombowe /m-sz/ przeznaczone jest do realizacji różnych zadań, w ramach których będzie zwalczało wiele obiektów różniących się konstrukcją, przeznaczeniem i charakterem działania, stąd i charakter działania lotniczych środków rażenia jest do tego przystosowany. Ogólnie rzecz biorąc działanie wszystkich lotniczych środków rażenia charakteryzuje się następującymi czynnikami rażącymi:

- burzącym;
- odłamkowym;
- zapalającym;
- przebijającym.

Wszystkie lotnicze środki rażenia skonstruowane są z uwzględnieniem jednego lub kilku wyżej wymienionych czynników rażących.

Działaniem burzącym charakteryzują się przede wszystkim bomby burzące typu FAB /fugasnyje awiabomby/. Bomby te przeznaczone są do niszczenia siłą fali uderzeniowej i odłamkami sprzętu wojskowego, umocnień polowych i fortyfikacji stałych, lotnisk, baz morskich, składów, obiektów przemysłowych, komunikacyjnych i wielu innych. Skuteczność działania bomb burzących zależy od wagomiaru bomby, współczynnika napełnienia i jakości materiału wybuchowego, charakteru obiektu, stosowanego zapalnika oraz sposobów i warunków bombardowania.

Działaniem odłamkowym charakteryzują się bomby odłamkowe typu AO /oskołocznyje awiabomby/ i lotnicze bomby kulkowe - LBK. Przeznaczone są do rażenia odłamkami wojsk i sprzętu nieopancerzonego, jak transport samochodowy i kolejowy, samoloty, śmigłowce poza ukryciami, rakiety na stanowiskach startowych, stacje radiolokacyjne itp. Działanie odłamkowe polega na wykorzystaniu energii kinetycznej odłamków powstałych z rozerwanego korpusu bomby lub kulek stalowych wtopionych w korpus jak w przypadku lotniczych bomb kulkowych.

Działaniem zapalającym charakteryzują się bomby zapalające typu ZAB /zażygatielnyje awiabomby/ i zbiorniki z płynem zapalającym typu ZB /zażygatielnyje baki/. Przeznaczone są do wzniesienia pożarów składów wojskowych, środków transportu, wojsk w rejonach ześrodkowania i w marszu itp. Działanie bomb zapalających i zbiorników z płynem zapalającym zależy od temperatury płomienia, czasu palenia, rozmiaru i ilości ognisk zapalnych, właściwości obiektu, pory roku i warunków atmosferycznych.

Działaniem przebijającym charakteryzują się bomby przeciwczołgowe typu PTAB /protiwtankowyje awiabomby/, niekierowane pociski raketowe typu S-5k, pociski do działek typu BR. Przeznaczone są do rażenia celów opancerzonych, takich jak czołgi, działa pancerne, bojowe wozy piechoty itp. Działanie tych środków polega na wykorzystaniu właściwości kumulatywnych materiału wybuchowego.

Pozostałe środki rażenia, w szczególności artyleryjskie i bombardierskie, posiadają połączoną charakterystykę czynników rażenia, np. pociski odłamkowo-zapalająco-smugowe /OZT/, przeciwpancerno-zapalająco-smugowe /BZT/, odłamkowo-burząco-zapalające /OZF/, czy bomby odłamkowo-burzące OFAB /oskołoczno-fugasnyje awiabomby/, burząco-zapalające FZAB/fugasno-zażygarielnyje awiabomby/ itp.

Istnieją również środki, których charakter działania jest specyficzny, np. bomby błyskowo-fotograficzne FOTAB /fotograficzieskije awiabomby/, dymotwórcze DAB /dymowyje awiabomby/, pociski i rakiety ze środkami zakłóceń radiotechnicznych, czy też o działaniu pomocniczym, jak bomby sygnalizacyjne - COSAB /cwietnyje orientirno-signalnyje awiabomby/, oświetlające - SAB /swietiaszczyje awiabomby/ itp.

Powyższa charakterystyka działania lotniczych środków rażenia świadczy, że lotnictwo myśliwsko-bombowe /m-sz/ dysponuje szeroką gamą środków, których właściwości działania można dobrać zależnie od charakteru i konstrukcji obiektu oraz warunków i sposobów przeprowadzenia ataku. Dane dotyczące charakteru działania danego środka rażenia zależnie od obiektu, przeciw któremu ma być zastosowany, ujęte są w specjalnych tabelach, instrukcjach i podręcznikach.^{4/}

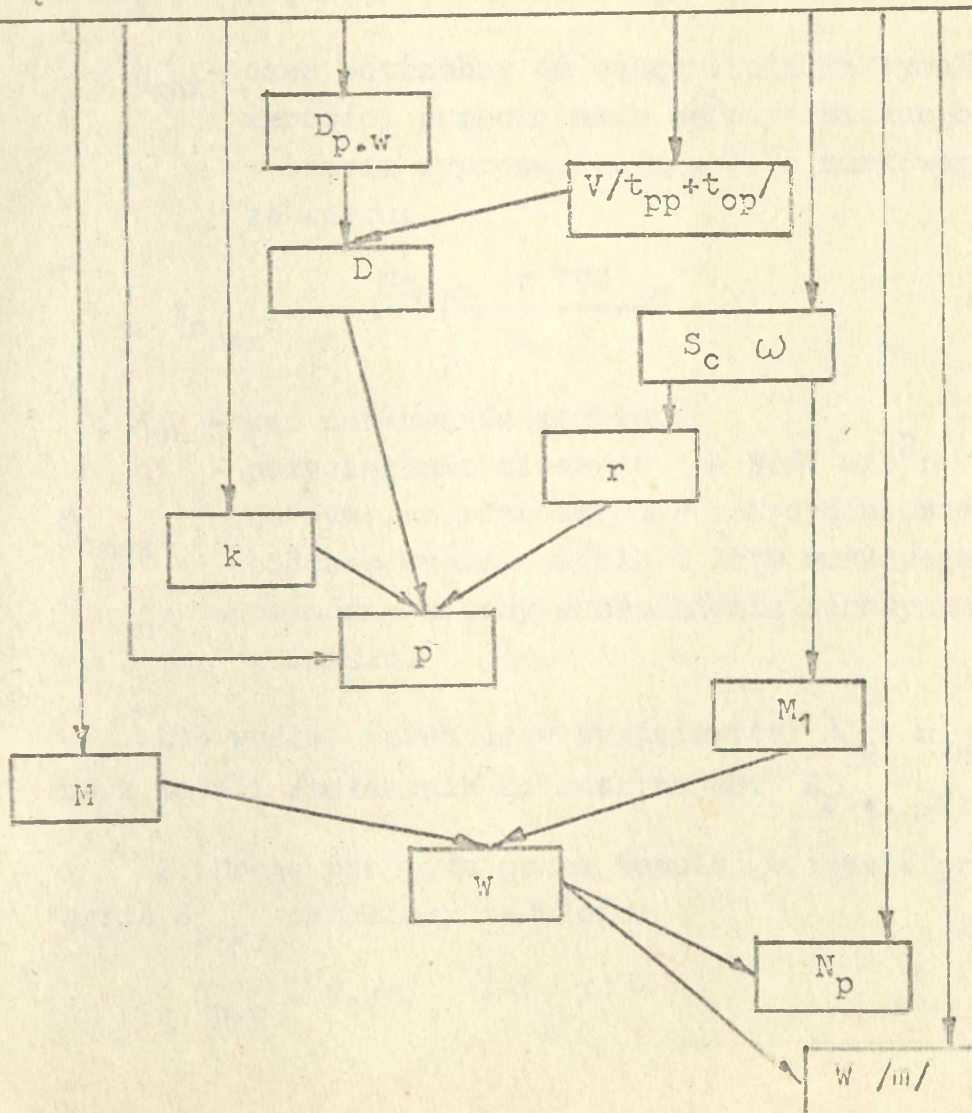
4/ Katalog - informator środków bojowych i sprzętu uzbrojenia lotniczego. Wyd. Szefostwo Techniki Lotniczej MON - Zarząd Zaopatrzenia Lotniczego, Warszawa 1973 ; Rukowódstwa po primienieniu awiacyonnych bombardirowocznych sriedstw porażenijsa; Cz.1. Wyd. Ministerstwo Obrony ZSRR, Moskwa 1961r.

2.2. Metodyka określania możliwości ogniowych podczas zastosowania uzbrojenia artyleryjsko-rakietowego

Dla lepszego zobrazowania metody obliczeń przedstawiony poniżej algorytm podaje kolejność czynności aż do określenia wyniku finalnego, jakim jest poligonowa potrzebna liczba samolotów do rażenia danego celu lub oczekiwany rezultat działań, jeżeli podana /nakazana/ jest liczba samolotów.

Parametry wyjściowe do obliczeń

- | | |
|---------------------------|--------------------------------------|
| 1. Typ samolotu | 10. Maksymalne przeciążenie samolotu |
| 2. Środek rażenia | 11. Pochod. zmiany przeciążeń |
| 3. Typ rażenia | 12. Promień rozlotu odłamków |
| 4. Rodzaj obiektu | 13. Czas prowadzenia ognia |
| 5. Kierunek ataku | 14. Czas opóźnienia samolotu |
| 6. Celownik | 15. Ogólna liczba strzałów |
| 7. Poziom wyszkolenia | 16. Prawdopodobieństwo gwarancyjne |
| 8. Kąt nurkowania | 17. Nakazana liczba samolotów |
| 9. Prędkość lotu samolotu | |



1. Początkową odległość rozpoczęcia wyprowadzenia samolotu z lotu nurkowego / $D_{p.w}$ / określamy ze wzoru:

$$D_{p.w} = \sqrt{2R_{wypr} r_{odk} + r_{odk}^2} + 0,5V_1 t_{n_{max}} / 2 - \cos \lambda_n - 15 /$$

gdzie:

R_{wypr} - promień łuku krzywizny toru lotu podczas wyprowadzenia samolotu z lotu nurkowego, określamy ze wzoru:

$$R_{wypr} = \frac{V_1^2}{q/n_{z_{max}} - \cos \frac{\lambda_n}{2}} ;$$

r_{odk} - promień rozlotu odłamków pocisków;

V_1 - prędkość lotu samolotu;

$t_{n_{max}}$ - czas potrzebny do osiągnięcia maksymalnej założonej wartości przeciążenia aerodynamicznego samolotu w czasie wyprowadzenia z lotu nurkowego, określamy ze wzoru:

$$t_{n_{max}} = \frac{n_{z_{max}} - \cos n}{n} ;$$

λ_n - kąt nurkowania samolotu;

q - przyciąganie ziemskie = $9,81 \text{ m/s}^2$;

$n_{z_{max}}$ - maksymalne przeciążenie aerodynamiczne samolotu podczas wyprowadzenia z lotu nurkowego;

\dot{n} - pochodna zmiany przeciążenia aerodynamicznego w czasie.

Lub według parametrów wyjściowych: λ_n , $n_{z_{max}}$, V_1 , r_{odk} , n , z tabeli /załącznik 2/ odczytujemy $D_{p.w}$.

2. Drogę przebytą przez samolot w czasie prowadzenia ognia $S_{p.o}$ określamy ze wzoru:

$$S_{p.o} = V_1 / t_{p.o} + t_{op} / ;$$

gdzie:

$t_{p.o}$ - czas prowadzenia ognia;
 t_{op} - czas opóźnienia reakcji samolotu na ruchy organów sterowania.

Lub z tabeli /zał. 3/ dla parametrów V_1 i $t_{p.o}$ odczytujemy wartość $S_{p.o}$.

3. Odległość strzelania /D/ obliczamy ze wzoru:

$$D = D_{p.w} + S_{p.o}$$

4. Średnią konieczną liczbę trafień / ω /, czyli wartość oczekiwanej liczby trafień, która powoduje rażenie celu, określa się drogą analityczną z uwzględnieniem danych eksperymentalnych z ostrzału typowych celów na poligonie. Dla różnych obiektów, stopni i wariantu ataku wartości średniej koniecznej liczby trafień przedstawione są w tabelach /załącznik 4/. W wielu wypadkach średnią konieczną liczbę trafień dla rażenia celu możemy określić według przybliżonego wzoru:

$$\omega = \frac{S}{S_1}$$

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.

W przypadku jednoczesnego strzelania z działek o różnych kalibrach z różnymi szybkostrzelnościami średnią wartość koniecznej liczby trafień / ω_{sr} / możemy obliczyć według wzoru:

$$\omega_{sr} = \frac{(n_1 + n_2) \cdot \omega_1 \cdot \omega_2}{n_1 \omega_2 + n_2 \cdot \omega_1}$$

gdzie:

n_1 - liczba pocisków wystrzelonych z działka pierwszego kalibru;

n_2 - liczba pocisków wystrzelonych z działka drugiego kalibru ;

ω_1 - średnia konieczna liczba trafień dla rażenia celu z działka pierwszego kalibru;

ω_2 - średnia konieczna liczba trafień dla rażenia celu z działka drugiego kalibru;

Obliczeniową powierzchnię celu S_c określamy, rozpatrując przestrzenne rozkłady rażenia ze wzoru:

$$S_c = \iint_{-\infty}^{\infty} G/x,y/ dx dy$$

gdzie:

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

Wymiary powierzchni obliczeniowej celu zawsze są większe od rzeczywistych. Konkretnie wartości powierzchni obliczeniowych dla różnych celów i stopni rażenia podane są w tabelach /załącznik 4/.

5. Promień celu $/r/$ określamy tylko w przypadku dokonywania obliczeń prawdopodobieństwa trafienia w cel naziemny jednym pociskiem przy rozpatrywaniu rozrzutu kołowego. Znając wymiary obliczeniowe celu, możemy określić promień celu według wzoru:

$$r = \sqrt{\frac{S_c}{\pi}}$$

lub znając wartość powierzchni obliczeniowej celu $/S_c/$ na podstawie tabeli /załącznik 5/ możemy określić konkretne wartości promienia celu $/r/$.

6. Współczynnik liczbowy zależny od rodzaju środka rażenia $/k/$ dla serii jednoskundowej podczas strzelania z działek,

32 niekierowanymi pociskami raketowymi typu S-5K, 14 pociskami typu S-3K i 2 pociskami typu S-24 podaje poniższa tabela:

Środek rażenia	Działka	S-5K	S-3K	S-24
Współczynnik k	0,007	0,009	0,012	0,009

7. Prawdopodobieństwo trafienia w cel jednym pociskiem obliczono wykorzystując tabele zależności:

$$p = f / \sqrt{r} = f / \frac{r}{E}$$

gdzie:

r - promień koła, którego pole odpowiada powierzchni obliczeniowej celu;

E - odchylenie prawdopodobne rozrzutu kołowego, obliczone ze wzoru:

E = k · D dla pilotów o wyszkoleniu "dobrym"

E = 0,8 kD dla pilotów o wyszkoleniu "bardzo dobrym"

E = 1,25 kD dla pilotów o wyszkoleniu "dostatecznym"

k - współczynnik liczbowy zależny od rodzaju środka rażenia

D - odległość strzelania.

Gotowe wartości prawdopodobieństwa trafienia w zależności od D i r na ocenę "bardzo dobrze" i "dobrze" podano w tabelach /załącznik 6/.

8. Argument zależny od wartości ogólnej liczby strzałów, prawdopodobieństwa trafienia w cel jednym pociskiem i średniej koniecznej liczby trafień dla rażenia celu / M₁ / obliczamy ze wzoru:

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

gdzie:

n - ogólna liczba strzałów;

p - prawdopodobieństwo trafienia w cel jednym pociskiem;

ω - średnia konieczna liczba trafień dla rażenia celu.

Konkretne wartości M_1 zależnie od n , p , ω określamy na podstawie tabeli /załącznik 7/.

9. Miernik zależności między strzałami / μ / uwzględniający rodzaj stosowanego środka rażenia przedstawia poniższa tabela:

Środek rażenia	Działka	S-5K	S-3K	S-24
μ	0,8	0,8	0,7	0,85

10. Prawdopodobieństwo rażenia celu / W / obliczamy ze wzoru:

$$W = a \cdot W_n$$

gdzie:

a - współczynnik liczbowy zależny od wartości M_1 i μ

W_n - prawdopodobieństwo rażenia celu, tzn. strzałami niezależnymi, które jest równe f/M_1 .

W zależności od zmian parametrów M_1 , μ w tabeli /załącznik 8/ podane są gotowe wartości prawdopodobieństwa rażenia celu - W .

11. Określenie potrzebnej liczby samolotów można rozpatrywać w kilku wariantach, a mianowicie:

- podczas rażenia celów pojedynczych w przypadku zastosowania jednego lub dwóch środków rażenia;

- podczas rażenia celów grupowych z uwzględnieniem schematu strzelania z przeniesieniem lub bez przeniesienia ognia.

Poligonową potrzebną liczbę samolotów $/N_p/$ dla rażenia celu pojedynczego określa się według wzoru:

$$N_p = \frac{\lg/1 - R_g /}{\lg /1 - W_s /}$$

gdzie:

R_g - prawdopodobieństwo gwarancyjne rażenia celu;

W_s - prawdopodobieństwo rażenia celu przez jeden samolot.

Prawdopodobieństwo rażenia celu $/W_s/$ w przypadku kilkakrotnego zastosowania przez samolot tego samego środka rażenia obliczamy ze wzoru:

$$W_s = 1 - /1 - W_1 /^n$$

gdzie:

W_1 - prawdopodobieństwo rażenia celu danym środkiem rażenia w jednym nalocie /ataku/;

n - liczba nalotów /ataków/.

W przypadku zastosowania przez samolot różnych środków rażenia przeciw temu samemu celowi prawdopodobieństwo rażenia obliczamy według następującego wzoru:

$$W_s = 1 - /1 - W_1 / /1 - W_2 /$$

gdzie:

W_1 - prawdopodobieństwo rażenia jednym środkiem,

W_2 - prawdopodobieństwo rażenia drugim środkiem.

W praktyce prawdopodobieństwa rażenia celu w zależności od sposobu i rodzaju stosowanych środków rażenia oraz

prawdopodobieństwa gwarancyjnego określa się z tablic /załącznik 9/.

Polygonową potrzebną liczbę samolotów do rażenia celów grupowych określa się według następujących wzorów z uwzględnieniem schematu strzelania.^{5/}

- z przeniesieniem ognia:

$$N_p = \frac{n_s}{n_{1s}}$$

gdzie:

n_s - potrzebna liczba strzelań określana z wykresu /załącznik 10/ zależna od przyjętego /nakazanego/ prawdopodobieństwa gwarancyjnego R_g , prawdopodobieństwa rażenia celu w jednym nalocie W_1 , oraz liczby celów podlegających rażeniu m z ogólnej liczby celów w grupie;

n_{1s} - liczba nalotów /ataków/ z jednego samolotu;

- bez przeniesienia ognia:

$$N_p = K_c \cdot k_1$$

gdzie:

K_c - ogólna liczba celów w grupie;

k_1 - potrzebna liczba samolotów do rażenia każdego pojedynczego celu określana z wykresu /załącznik 10/ w zależności od prawdopodobieństwa gwarancyjnego liczby celów podlegających rażeniu, prawdopodobieństwa rażenia celu przez jeden samolot oraz prawdopodobieństwa potrzebnego do rażenia każdego z atakowanych celów.

5/ Strzelanie z przeniesieniem ognia - to strzelanie z jednego samolotu do kilku obiektów /celów/ wymagające oddzielnego procesu celowania. Strzelanie bez przeniesienia ognia - to strzelanie z jednego samolotu różnymi środkami rażenia w jednym nalocie /zajściu/ lub do tego samego celu w kolejnym nalocie.

12. Określanie oczekiwanych wyników działań jest zadaniem odwrotnym w stosunku do obliczeń potrzebnej liczby samolotów. Dlatego do rozwiązywania zadań praktycznych wykorzystuje się te same wykresy i tabele. Oczekiwane rezultaty działań podczas rażenia celu pojedynczego określa się ze wzoru:

$$W = 1 - (1 - W_1)^N$$

gdzie:

- W - prawdopodobieństwo rażenia celu przez N samolotów /wydzieloną grupę samolotów/;
- W_1 - prawdopodobieństwo rażenia celu przez jeden samolot;
- N - liczba samolotów wyznaczonych do wykonania zadania bojowego.

Oczekiwane rezultaty działań podczas rażenia celu grupowego z przeniesieniem ognia określamy według następującej kolejności:

- ogólną liczbę strzelań, które mogą być wykonane przez wyznaczoną grupę samolotów ze wzoru:

$$n_s = n_1 \cdot N$$

- z wykresu według danych: prawdopodobieństwa gwarancyjnego R_g , prawdopodobieństwa rażenia celu w jednym strzelaniu /nalocie/ - W_1 , i ogólnej liczby strzelań n_s /określamy liczbę rażonych celów - m.

Oczekiwane rezultaty działań bez przeniesienia ognia na cele grupowe określamy następująco:

- liczbę celów, która może być ostrzelana przez wyznaczoną grupę samolotów, ze wzoru:

$$K_c = \frac{N}{k_1}$$

gdzie:

- k_1 - planowana liczba samolotów do zaatakowania każdego celu.

- z wykresów według wartości prawdopodobieństwa gwarancyjnego R_g , prawdopodobieństwa rażenia celu z jednego samolotu W_s oraz planowanej liczby samolotów do zaatakowania każdego z celów k_1 określa się prawdopodobieństwo rażenia każdego z ostrzelanych celów-W.

Następnie według danych: W , K_c i liczby celów, które mogą być ostrzelane przez wyznaczoną grupę samolotów, odczytuje się liczbę rażonych celów - m .

2.3. Metodyka określania możliwości ogniowych podczas zastosowania uzbrojenia bombardierskiego

Przedstawiony na stronie następnej algorytm obrazuje metodę określania poligonowej liczby samolotów lub oczekiwanego rezultatu działań podając tylko wyjściowe dane do obliczeń oraz kolejność wykonywanych czynności. Dokładne objaśnienia poszczególnych symboli i sposób ich określania przedstawia się następująco:

1. Uchylenie prawdopodobne punktów upadku bomb /UP/ charakteryzuje wielkość pola rozrzutu i zależy od:

- stopnia wyszkolenia pilota /załogi/;
- warunków i sposobu bombardowania;
- stosowanych urządzeń celowniczych.

Dla samolotów obecnie występujących w lotnictwie myśliwsko-bombowym /m-sz/ podczas obliczeń bombardierskich obowiązują następujące wzory określające uchylenie prawdopodobne:

- dla bombardowania z lotu poziomego:

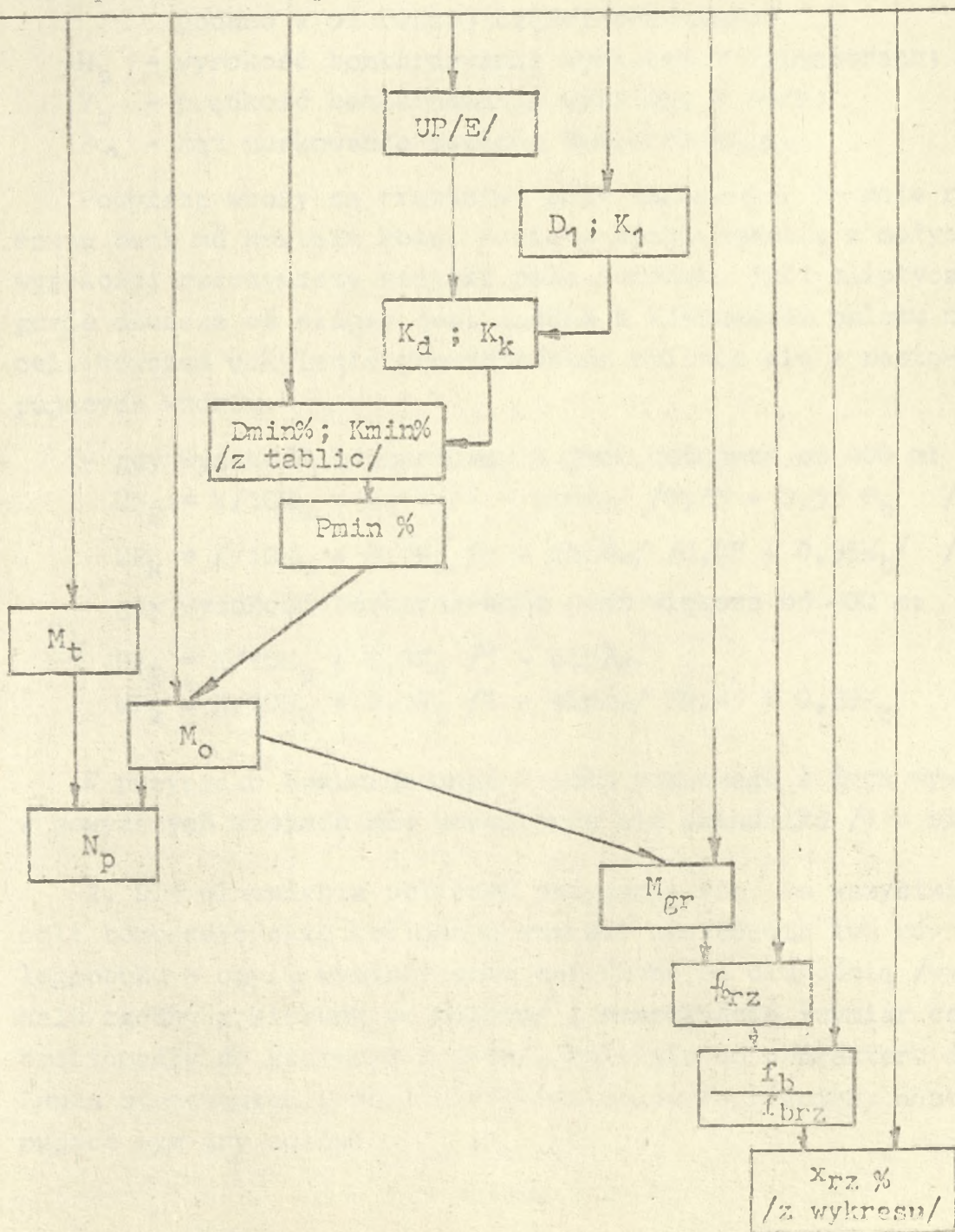
$$UP_D = UP_k = K / 12 H_b + 0,1 V_b / \quad /m/$$

- dla bombardowania z lotu nurkowego:

$$UP_D = UP_k = K / 12 H_b + 12 V_b / 1 - \sin \lambda / \quad /m/$$

Parametry wyjściowe do obliczeń

- | | |
|--------------------------------|------------------------------------|
| 1. Typ samolotu | 9. Typ i rodzaj stos.bomb |
| 2. Liczba bomb na samolocie | 10. Takt.norma rażenia bomb |
| 3. Liczba samolotów w grupie | 11. Czas blok. lub minowania |
| 4. Rodzaj obiektu | 12. Kierunek nalołu na cel |
| 5. Wymiary obiektu | 13. Warunki i sposób bombardowania |
| 6. Zdolności naprawcze | 14. Poziom wyszk.pilot. |
| 7. Stopień rażenia celu | 15. Nakaz. liczba sam. |
| 8. Prawdopodobieństwo gwaranc. | |



gdzie:

- UP_D - uchylenie prawdopodobne według donośności upadku bomby;
- UP_K - uchylenie prawdopodobne według kierunku upadku bomby;
- K - współczynnik określający stopień wyszkolenia pilotów /załóg/ pod względem zastosowania bombardierskich środków rażenia. Wartości liczbowe współczynnika podano w pierwszej części rozdziału;
- H_b - wysokość bombardowania wyrażona w kilometrach;
- V_b - prędkość bombardowania wyrażona w km/h;
- λ_n - kąt nurkowania podczas bombardowania.

Powyższe wzory są prawdziwe przy założeniu, że pole rozrzutu bomb ma kształt koła. Podczas bombardowania z małych wysokości rzeczywisty kształt pola rozrzutu jest eliptyczny, gdzie dłuższa oś elipsy jest zgodna z kierunkiem nalotu na cel. Wówczas uchylenie prawdopodobne oblicza się z następujących wzorów:

- gdy wysokość bombardowania jest mniejsza od 400 m:

$$UP_D = K/10H_b + 0,1V_b/1 - \sin\lambda_n / 0,78 + 0,55 H_b \quad /m/$$

$$UP_K = K/10H_b + 0,1V_b / 1 - \sin\lambda_n / 0,45 + 0,55H_b / \quad /m/$$

- gdy wysokość bombardowania jest większa od 400 m:

$$UP_D = K/10H_b + 0,1V_b / 1 - \sin\lambda_n$$

$$UP_K = K/10H_b + 0,1V_b / 1 - \sin\lambda_n / 0,45 + 0,55H_b /$$

W przypadku bombardowania z lotu poziomego z tych wysokości w powyższych wzorach nie uwzględnia się składnika $/1 - \sin\lambda_n/$.

2. Dla ułatwienia obliczeń przyjmuje się, że wszystkie cele bombardierskie posiadają kształt prostokąta lub równoległoboku - czyli wymiary celu określone są długością /wymiar zelu zgodny z kierunkiem nalotu/ i szerokością /wymiar celu prostopadły do kierunku nalotu/. Zależnie od charakteru działania stosowanych bomb i wielkości celów rozróżniamy następujące wymiary celów:

- rzeczywiste, to znaczy takie, jakie cel posiada faktycznie:

D - długość, K - szerokość celu /stosownie zazwyczaj przy celach dużych powierzchniowych/;

- obliczeniowe, uwzględniające promień rażenia stosowanych bomb lub kierunek nalotu na cel - oznacza symbolem D_1 , K_1 , które określamy z następujących wzorów:

a/ cele o małych wymiarach

$$D_1 = D + 2R_{\text{raż}}; \quad K_1 = K + 2R_{\text{raż}}$$

gdzie:

$R_{\text{raż}}$ - promień rażenia stosowanych bomb;

b/ cele liniowe - nalot wzdłuż dłuższego boku celu:

$$D_1 = D; \quad K_1 = K + 2R$$

c/ cele - liniowe - nalot pod kątem α w stosunku do dłuższego boku celu, atak pojedynczym samolotem:

$$D_1 = \frac{K}{\sin \alpha}; \quad K_1 = \frac{D_1}{\cos \alpha};$$

d/ cele liniowe - nalot pod kątem α , bombardowanie grupowe kiedy kształt ugrupowania jest zgodny lub pokrywa się z kształtem celu:

$$D_1 = \frac{K}{\sin \alpha}; \quad K_1 = D - D_1 \cos \alpha;$$

3. Względne wymiary celu dla określenia prawdopodobieństwa trafienia są obliczane według następujących wzorów:

$$K_D = \frac{D}{UP_D} \quad \text{lub} \quad K_D = \frac{D_1}{UP_D} \quad \text{dla długości celu /donośności/}$$

$$K_K = \frac{K}{UP_K} \quad \text{lub} \quad K_K = \frac{K_1}{UP_K} \quad \text{dla szerokości celu/kierunku/}$$

4. Oczekiwany procent trafień w powierzchnię celu $P_{\text{min}}\%$ określamy z tabel prawdopodobieństwa trafienia /Arbuzowa/ /załącznik 11/. dla prawdopodobieństwa gwarancyjnego $P_q = 0,93$ lub $P_q = 0,91$

Danymi wyjściowymi do odczytu są:

- liczba bomb podwieszonych na samolocie w przypadku bombardowania serią;
- liczba samolotów w ugrupowaniu bojowym;
- odstęp między bombami podczas bombardowania serią;
- odstęp między samolotami w ugrupowaniu bojowym.

Wartości prawdopodobieństwa trafienia odczytujemy oddzielnie dla długości i oddzielnie dla szerokości celu, a następnie według niżej podanego wzoru obliczamy oczekiwany procent trafień w powierzchnię celu:

$$P_{\min\%} = \frac{D_{\min\%} \cdot K_{\min\%}}{100}$$

gdzie:

- $D_{\min\%}$ - odczytany procent trafień według długości celu;
- $K_{\min\%}$ - odczytany procent trafień według szerokości celu.

5. Konieczna liczba trafień w cel M_t jest to najmniejsza liczba trafień w cel bomb danego typu i wagomiaru, które wybuchając w granicach powierzchni celu zapewnią osiągnięcie nakazanego stopnia rażenia. Konieczną liczbę trafień określa się następującymi sposobami:

a. Według taktycznej normy rażenia wybranych bomb i wymiarów celu, przyjmując założenie, że w wyniku bombardowania wybuchy bomb ułożone będą równomiernie na całej powierzchni celu dla uzyskania odpowiedniego stopnia rażenia. Wartość koniecznej liczby trafień w tym wypadku oblicza się ze wzoru:

$$M_t = \frac{D \cdot K}{f_b}$$

gdzie:

- D - długość rzeczywista /lub obliczona/ celu;
- K - szerokość rzeczywista /lub obliczona/ celu;
- f_b - taktyczna norma rażenia stosowanych bomb dla odpowiedniego stopnia rażenia.

Podczas działań na cele liniowe konieczną liczbę trafień określa się z następnego wzoru:

$$M_t = \frac{D}{2R_{\text{raż}}}$$

gdzie:

$R_{\text{raż}}$ - promień rażenia stosowanych bomb, który można obliczyć ze wzoru $R_{\text{raż}} = \sqrt{\frac{t_b}{3}}$ dla odpowiedniego stopnia rażenia.

b. Według zdolności naprawczej celu przez nieprzyjaciela - polega na porównaniu strat, jakie można zadać stosowanymi bombami, z intensywnością naprawy uszkodzeń lub zniszczeń. Obliczenia te stosuje się z zasady podczas blokowania lub minowania obiektu.

- Dla blokowania konieczną liczbę trafień określamy ze wzoru:

$$M_t = \frac{Z_n \cdot t_{bl}}{V_1}$$

gdzie:

Z_n - zdolność naprawcza wyrażona w m^3/h ;

t_{bl} - czas blokowania wyrażony w godzinach;

V_1 - objętość leja po wybuchu bomby wyrażona w m^3 .

- Dla minowania obiektu konieczną liczbę trafień określamy ze wzoru:

$$M_t = \left(\frac{T_{\text{min}} + 0,5 t_{\text{dezorg}}}{t_{\text{wyb}}} \right) \cdot K$$

gdzie:

T_{min} - czas zaminowania obiektu wyrażony w godzinach;

t_{dezorg} - czas dezorganizacji obiektu w rezultacie uderzenia w godzinach;

t_{wyb} - odstęp czasowy pomiędzy wybuchami bomb w godz.;

K - liczba jednocześnie wybuchających bomb.

c. Według średniej liczby trafień w cel - stosuje się tylko dla obiektów, które zniszczyć lub obezwładnić można wyłącznie przez bezpośrednie trafienie bombą. W tym przypadku konieczną liczbę trafień określa się z gotowych tabel.

6. Oczekiwana liczba trafień z samolotu /grupy/ - M , określa się ze wzoru:

$$M = \frac{N \cdot n \cdot P_{\text{min}} \%}{100}$$

gdzie:

N - liczba samolotów w grupie!

n - liczba bomb zrzuconych z jednego samolotu.

7. Potrzebną poligonową liczbę samolotów /grup samolotów/ do wykonania zadania / N_p / obliczamy ze wzoru:

$$N_p = \frac{M_t}{M}$$

gdzie:

M_t - konieczna liczba trafień dla zakładanego stopnia rażenia celu!

M - oczekiwana liczba trafień z samolotu lub grupy samolotów w zależności od przyjętego wariantu obliczeń.

W przypadku określania oczekiwanych rezultatów działań przy założonej /nakazanej/ liczbie samolotów wykonujących zadanie kolejność obliczeń jest identyczna do punktu 6 /bez punktu 5/, a następnie określamy:

8. Oczekiwana liczba trafień dla wydzielonej grupy samolotów obliczamy według wzoru:

$$M_o = N_{rz} \cdot M$$

gdzie:

M_o - oczekiwana liczba trafień z zadanej liczby samolotów;

N_{rz} - rzeczywista liczba samolotów wykonujących bombardowanie;

M - oczekiwana liczba trafień z samolotu /grupy/, dla

której dokonane były uprzednie obliczenia.

9. Rzeczywistą taktyczną normę rażenia bomby w zależności od wymiarów celu i liczby bomb trafionych w cel określamy ze wzoru:

$$f_{b_{rz}} = \frac{D \cdot K}{M_o}$$

gdzie:

$f_{b_{rz}}$ - rzeczywista taktyczna norma rażenia stosowanych bomb;

D i K - wymiary celu;

M_o - oczekiwana liczba trafień z nakazanej grupy samolotów.

10. Stosunek taktycznej normy rażenia /odczytanej z tabeli/ do rzeczywistej taktycznej normy rażenia stosowanych bomb określamy według wzoru:

$$\frac{f_b}{f_{b_{rz}}}$$

gdzie:

f_b - taktyczna norma rażenia odczytana z tabeli, a uwzględniająca typ i wagomiar bomby, zakładany stopień rażenia dla danego rodzaju obiektu, działań.

11. Oczekiwany procent zniszczeń $X_{rz}\%$ dla założonego stopnia rażenia i obliczonego w poprzednim punkcie stosunku taktycznych norm rażenia odczytujemy z wykresu /załącznik 12/.

12. W przypadku działań na obiekt składający się z oddzielnych, pojedynczych celów, liczbę rażonych celów cząstkowych obliczamy ze wzoru:

$$m = \frac{K_c \cdot X_{rz} \%}{100}$$

gdzie:

m - liczba rażonych celów cząstkowych /pojedynczych/;

K_c - ogólna liczba celów w grupie.

2.3.2. Metodyka określania możliwości ogniowych podczas zastosowania uzbrojenia bombardierskiego /metoda Milgrama/

Ocena skuteczności zastosowania konwencjonalnych bombardierskich środków rażenia opracowana przez J.G.Milgrama^{6/} oparta jest na dwóch podstawowych kryteriach:

- liczba trafień bomb w cel - "liczby trafień";
- wielkość płaszczyzny przykrycia celu rzeczywistą płaszczyzną rażenia bomb - "płaszczyzny przykrycia".

Obliczenia według liczby trafień uwarunkowane są założeniem, że rażenie celu nastąpi tylko w tym przypadku, jeżeli w cel trafi nie mniej niż założona /konieczna/ liczba bomb. Warunek ten jest możliwy do przyjęcia podczas działań na cele o małych wymiarach, kiedy rozrzut punktów upadku bomb na płaszczyznę celu nie ma zasadniczego znaczenia.

Jeżeli cel jest płaszczyzną i na tej płaszczyźnie w nieznany dla nas sposób rozmieszczone są jego elementy /siła żywa, sprzęt itp./, to rażenie celu będzie zależeć nie tylko od liczby bomb, które trafiły na tę płaszczyznę, ale i od rozrzutu punktów rozrywu bomb oraz od wielkości przykrycia celu strefą rozrywów bomb /płaszczyzną przykrycia/.

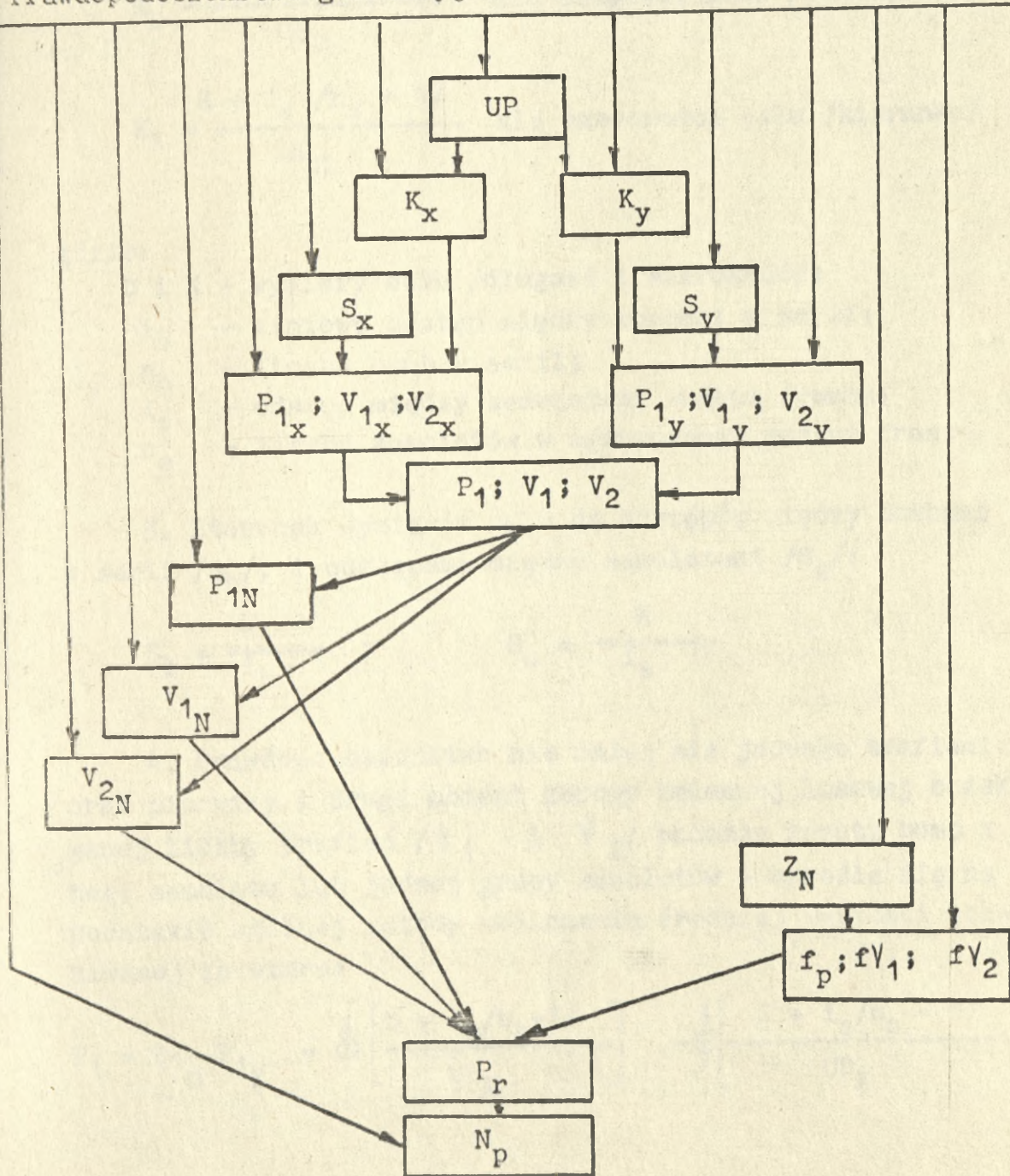
W niezbędnym dla zrozumienia istoty sprawy skrócie przedstawię algorytmy i kolejność obliczeń według powyżej podanych kryteriów.

6/ J.G.Milgram - pracownik naukowy Wojskowej Akademii Lotniczej - Monino ZSRR, W podręczniku jego autorstwa pt.: "Osnovy rasczota po ocenke effiektiwnosti bombomietanii i puskow rakiet" /Wojennoje Izdatielstwo - Ministerstwo Obrony ZSRR, 1962, zawarte są teoretyczne podstawy omawianych w niniejszym rozdziale metod obliczeń.

Algorytm kolejności obliczeń potrzebnej poligonowej liczby samolotów do rażenia celów pojedynczych i małowymiarowych

Parametry wyjściowe do obliczeń

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1. Typ samolotu | 7. Poziom wykształcenia pilotów |
| 2. Liczba bomb w samolocie /w serii/ | 8. Odstęp między samolotami w ugrupowaniu |
| 3. Liczba samolotów w ugrupowaniu | 9. Odstęp między bombami w serii |
| 4. Charakter i wymiary celu | 10. Liczba grup samolotów |
| 5. Warunki i sposób bombardowania | 11. Założona liczba samolotów |
| 6. Prawdopodobieństwo gwarancyjne | |



1. Uchylenie prawdopodobne punktów upadku bomb /UP/ oraz kształt i wymiary celu określa się według tych samych zasad i wzorów jak w dotychczas stosowanej metodzie Arbuzowa.

2. Względne wymiary celu uwzględniające ugrupowanie bojowe samolotów w momencie zrzutu bomb i długości serii bomb określa się według wzorów:

$$K_D = \frac{D + i_b / n_b - 1/}{UP_D} \quad \text{dla długości celu /donośności/}$$

$$K_K = \frac{K + i_s / n_s - 1/}{UP_K} \quad \text{dla szerokości celu /kierunku/}$$

gdzie:

D i K - wymiary celu /długość i szerokość/;

i_b - liniowy odstęp między bombami w serii;

n_b - liczba bomb w serii;

i_s - odstęp między samolotami wzdłuż frontu;

n_s - liczba samolotów w ugrupowaniu wzdłuż frontu.

3. Stosunek wymiarów celu do odstępów między bombami w serii / S_b /, i odstępami między samolotami / S_s /:

$$S_b = \frac{D}{i_b} \quad ; \quad S_s = \frac{K}{i_s}$$

4. Prawdopodobieństwo nie mniej niż jednego trafienia / P_1 / oraz pierwszy i drugi moment zerowy zmiennej losowej oczekiwanej liczby trafień / ψ_1 i ψ_2 / podczas zrzutu bomb z jednego samolotu lub jednej grupy samolotów - określa się na podstawie ogólnej metody obliczania średniej wartości oczekiwanej ze wzoru:

$$P_1 = P_{1D} \cdot P_{1K} = \Phi \left[\frac{D + i_b / n_b - 1/}{UP_D} \right] - \Phi \left[\frac{K + i_s / n_s - 1/}{UP_K} \right]$$

$$V_1 = V_{1D} \cdot V_{1K} = \sum_{m=0}^{Z_D} m_D \cdot P_{m_D} \cdot \sum_{m=0}^{Z_S} m_S \cdot P_{m_S}$$

$$V_2 = V_{2D} \cdot V_{2K} = \sum_{m=0}^{Z_D} m_D^2 \cdot P_{m_D} \cdot \sum_{m=0}^{Z_S} m_S^2 \cdot P_{m_S}$$

gdzie:

- $P_{1D}; P_{1K}$ - prawdopodobieństwo trafienia nie mniej niż jedną bombą podczas zrzutu bomb z jednego samolotu /grupy według donośności i kierunku;
- $V_{1D}; V_{1K}$ - średnia wartość oczekiwana liczby trafień podczas zrzutu bomb z jednego samolotu /grupy/ według donośności i kierunku;
- $V_{2D}; V_{2K}$ - średnia wartość oczekiwana kwadratu sumy liczby trafień podczas zrzutu bomb z jednego samolotu /grupy/ według donośności i kierunku;
- $Z_D; Z_K$ - maksymalnie możliwa liczba trafień podczas zrzutu bomb z jednego samolotu /grupy/ według donośności i kierunku;
- $m_D; m_K$ - oczekiwana liczba trafień zmieniająca się w granicach od zera do maksymalnej wartości Z_D i Z_K ;
- $P_{m_D}; P_{m_K}$ - prawdopodobieństwo trafienia dokładnie $m_D / m_K /$ bomb podczas zrzutu z jednego samolotu /grupy/.

W praktyce wartości P_{1D} P_{1K} ; V_{1D} V_{1D} V_{1K} oraz V_{2D} V_{2K} odczytuje się z tabel /załącznik 13/ lub wykresów według danych wyjściowych $K_D, K_K; S_D, S_K; n_D, n_K$. P_1, V_1, V_2 uzyskuje się po wymnożeniu odczytanych z tabel lub wykresów gotowych wartości.

5. Prawdopodobieństwo nie mniej niż jednego trafienia P_{1N} / podczas zrzutu bomb z N samolotów /grup/ określa się ze wzoru:

$$P_{1N} = 1 - (1 - P_1)^N$$

gdzie:

- P_1 - prawdopodobieństwo nie mniej niż jednego trafienia podczas zrzutu bomb z jednego samolotu /grup/
 N - liczba samolotów /grup/ wykonujących zrzut bomb.

W praktyce wartość P_{1N} określa się z wykresu lub tabeli /załącznik 14/ danych wyjściowych P_1 i N .

6. Pierwszy moment zerowy zmiennej losowej oczekiwanej liczby trafień podczas zrzutu bomb z N samolotów /grup/ $\sqrt{V_{1N}}$ określa się ze wzoru:

$$\sqrt{V_{1N}} = N \cdot \sqrt{V_1}$$

7. Drugi moment zerowy zmiennej losowej oczekiwanej liczby trafień podczas zrzutu bomb z N samolotów /grup/ $\sqrt{V_{2N}}$ /średnią wartość oczekiwaną kwadratu sumy liczby trafień/ określa się ze wzoru:

$$\sqrt{V_{2N}} = N \cdot \sqrt{V_2} + N/N - 1 / \sqrt{V_1}^2$$

8. Maksymalną możliwą liczbę trafień bomb w cel podczas ich zrzutu z N samolotów /grup/ określa się ze wzoru:

$$Z_N = N \cdot Z_D \cdot Z_K$$

gdzie:

$$Z_D = \frac{D}{i_b} ; \quad Z_K = \frac{K}{i_s}$$

Jest zrozumiałe, że jeżeli $\frac{D}{i_b} > n_b$ lub $\frac{K}{i_s} > n_s$,

to należy przyjmować wartości $Z_D = n_b$ a $Z_K = n_s$.

9. Prawdopodobieństwo rażenia celów małowymiarowych określa się ze wzoru:

$$P_r = P_{1N} \cdot f_p + \gamma_{1N} \cdot f_{\gamma_1} + \gamma_{2N} \cdot f_{\gamma_2}$$

gdzie:

$f_p; f_{\gamma_1}; f_{\gamma_2}$ - funkcje zależne od wymaganej /koniecznej/ liczby trafień /M/ i maksymalnej liczby trafień /Z_N/, obliczane według następujących wzorów:

$$f_p = \left[\frac{Z_N + 1/Z_N - 2 - 6/Z_N + 1/M + 6M^2}{Z_N - 1/Z_N - 2} \right];$$

$$f_{\gamma_1} = \left[\frac{18 Z_N/Z_N + 1/6 / 3Z_N^2 + 7Z_N + 1/M - 6/4Z_N + 1/M^2}{Z_N / Z_N + 1/ / Z_N - 1/ / Z_N - 2/} \right]$$

$$f_{\gamma_2} = \left[\frac{12 / Z_N + 1/ - 6 / 2 Z_N + 5/ M - 18 M^2}{Z_N/Z_N + 1/ / Z_N - 1/ / Z_N - 2/} \right]$$

Praktycznie wartości tych funkcji według danych wyjściowych M i Z_N odczytujemy z tabel /załącznik 15/.

10. Potrzebną poligonową liczbę samolotów /N_p/ dla rażenia celów małowymiarowych określa się według wzoru:

$$N_p = \frac{\lg /1 - P_q/}{\lg /1 - P_r/}$$

gdzie:

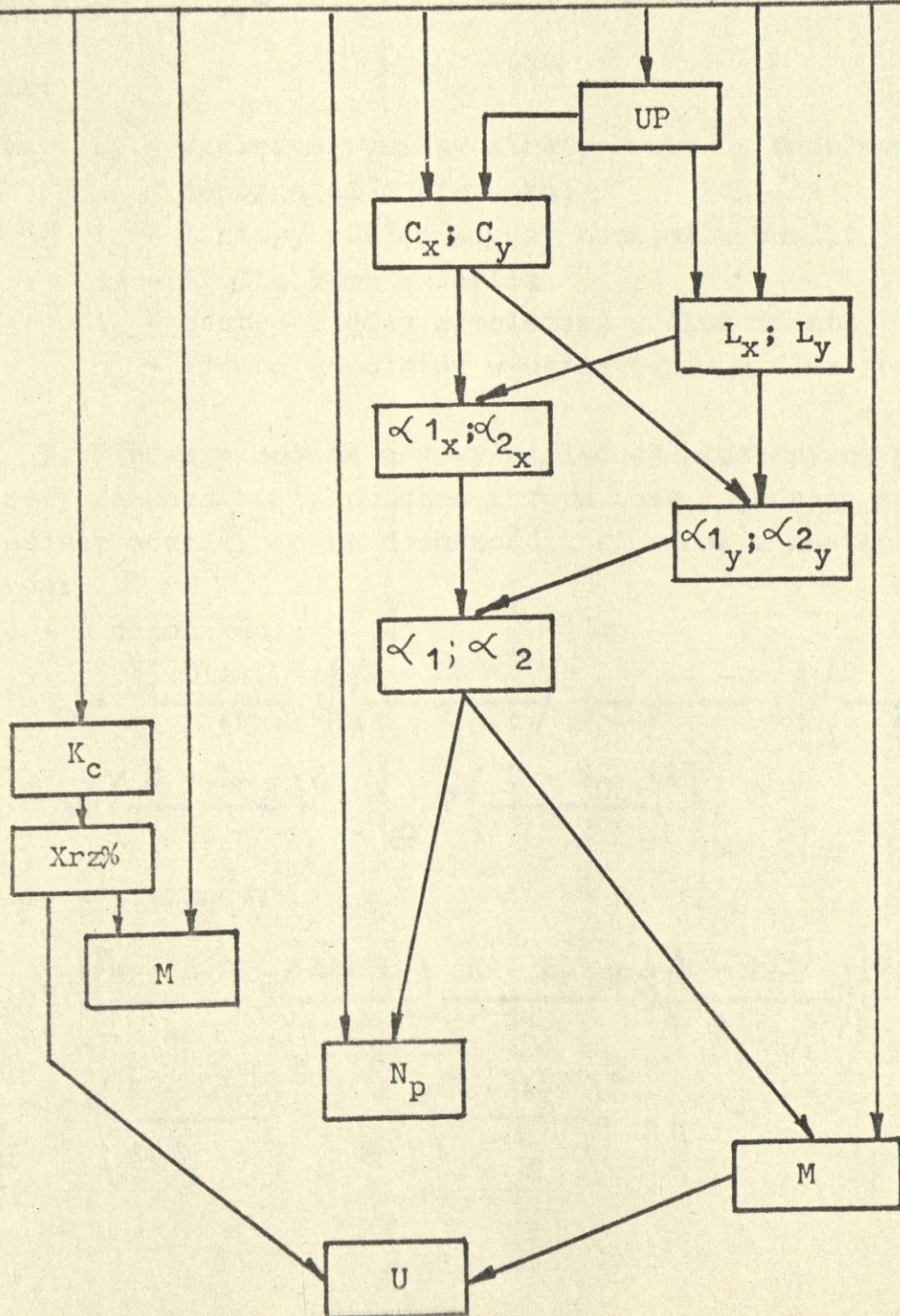
P_q - prawdopodobieństwo gwarancyjne rażenia celu;

P_r - prawdopodobieństwo rażenia celu przez jeden samolot /grupę/.

Algorytm obliczeń wg Milgrama na cele płaszczyznowe

Parametry wyjściowe do obliczeń

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1. Typ samolotu; | 8. Poziom wyszkolenia pilotów; |
| 2. Liczba bomb na samolocie; | 9. Odstęp między samolotami w ugrupowaniu; |
| 3. Liczba samolotów w grupie; | 10. Odstęp między bombami w serii; |
| 4. Charakter i wymiary celu; | 11. Taktyczna norma rażenia stosowanych bomb; |
| 5. Stopień rażenia celu; | 12. Nakazany procent rażenia celu |
| 6. Prawdopodobieństwo gwaranc.; | |
| 7. Warunki i sposób bombardowania; | |



1. Uchylenie prawdopodobne punktów upadku bomb /UP/ oraz kształt i wymiary celu określa się według tych samych zasad i wzorów jak w dotychczas stosowanej metodzie Arbuzowa.

2. Względne wymiary strefy rozrywów bomb określa się z następujących wzorów:

$$L_D = \frac{i_b \cdot n_b}{UP_D} \quad L_K = \frac{i_s \cdot n_s}{UP_K}$$

gdzie:

L_D ; L_K - względne wymiary strefy rozrywów bomb według donośności i kierunku;

i_b - liniowy odstęp między bombami w serii;

n_b - liczba bomb w serii;

i_s - odstęp między samolotami wzdłuż frontu;

n_s - liczba samolotów w ugrupowaniu wzdłuż frontu.

3. Pierwszy moment zerowy względnej płaszczyzny przykrycia /strefy rażenia bomb/ podczas zrzutu bomb z jednego samolotu określamy oddzielnie na donośność i kierunek z następujących wzorów:

- w donośności:

$$\alpha_{1D} = \left\{ \left[\frac{D + L_D}{2} \Phi\left(\frac{D + L_D}{2}\right) - \frac{D - L_D}{2} \Phi\left(\frac{D - L_D}{2}\right) \right] - \frac{1}{\varrho \sqrt{\pi}} \left[e^{-\varrho^2 \left(\frac{D - L_D}{2}\right)^2} - e^{\varrho^2 \left(\frac{D - L_D}{2}\right)^2} \right] \right\}$$

- w kierunku:

$$\alpha_{1K} = \left\{ \left[\frac{K + L_K}{2} \Phi\left(\frac{K + L_K}{2}\right) - \frac{K - L_K}{2} \Phi\left(\frac{K - L_K}{2}\right) \right] - \frac{1}{\varrho \sqrt{\pi}} \left[e^{-\varrho^2 \left(\frac{K - L_K}{2}\right)^2} - e^{\varrho^2 \left(\frac{K - L_K}{2}\right)^2} \right] \right\}$$

gdzie:

D ; K - względne wymiary celu według donośności i kierunku;

L_D i L_K - względne wymiary strefy rozrywów bomb według donośności i kierunku;

φ - liczba stała równa 0,477 ... argument funkcji Laplace'a;

e - liczba naturalna równa 2,718 ... /podstawa logarytmu naturalnego/.

4. Drugi moment zerowy względnej płaszczyzny przykrycia w donośności podczas zrzutu bomb z jednego samolotu określa się ze wzoru:

$$\begin{aligned} \alpha_{2D} = & \frac{1}{D^2} \left\{ \left(\frac{D + L_D}{2} \right)^2 \left[\hat{\Phi} \left(\frac{D + L_D}{2} \right) - \hat{\Phi} \left(\frac{D - L_D}{2} \right) \right] + \right. \\ & + \frac{D + L_D}{\varphi \cdot \sqrt{\pi}} \left[e^{-\varphi^2 \left(\frac{D + L_D}{2} \right)^2} - e^{-\varphi^2 \left(\frac{D - L_D}{2} \right)^2} \right] + \\ & + \frac{1}{\varphi \cdot \sqrt{\pi}} \left[\left(\frac{D - L_D}{2} \right) \cdot e^{-\varphi^2 \left(\frac{D - L_D}{2} \right)^2} - \left(\frac{D - L_D}{2} \right) \cdot e^{-\varphi^2 \left(\frac{D + L_D}{2} \right)^2} \right] + \\ & \left. + \frac{1}{2\varphi^2} \left[\hat{\Phi} \left(\frac{D - L_D}{2} \right) - \hat{\Phi} \left(\frac{D + L_D}{2} \right) \right] \right\} + \left(\frac{L_D}{D} \right)^2 \hat{\Phi} \left(\frac{D - L_D}{2} \right); \end{aligned}$$

Analogicznie obliczamy drugi moment zerowy względnej płaszczyzny przykrycia w kierunku $-\alpha_{2K}$, podstawiając w miejsce D i L_D wartości K i L_K .

Powyższy wzór jest słuszny przy założeniu, że $D \geq L$. Jeżeli $D < L$, to należy w obliczeniach przedstawić miejscami symbole D i L_D . W mianowniku pozostaje D^2 . W ostatnim członie wzoru w miejsce $\left(\frac{L_D}{D} \right)^2$ należy postawić 1.

W praktyce podczas wykonywania obliczeń pierwszy i drugi moment zerowy względnej płaszczyzny przykrycia w odległości i w kierunku określa się z wykresów /załącznik 16/, a następnie ze wzorów:

$$\alpha_1 = \alpha_{1D} \cdot \alpha_{1K}$$

$$\alpha_2 = \alpha_{2D} \cdot \alpha_{2K}$$

5. Stosunek taktycznej normy rażenia bomby /odczytaj z tabeli/ do iloczynu odstępów liniowego między bombami w serii i samolotami wzdłuż frontu określamy następująco:

$$K_c = \frac{f_b}{i_b \cdot i_s}$$

gdzie:

f_b - taktyczna norma rażenia bomby odczytana z tabeli /załącznik 17/ uwzględniająca typ i wagormiar bomby oraz nakazany stopień rażenia dla danego rodzaju obiektu działań.

6. Rzeczywisty procent zniszczeń $X_{rz}\%$ dla założonego /nakazanego/ w zadaniu stopnia rażenia i obliczonego w poprzednim punkcie stosunku odczytujemy z wykresu /załącznik 12/ lub obliczamy ze wzoru:

$$X_{rz}\% = 100 \left[1 - \left(1 - \frac{X_{rz}\%}{100} \right) \cdot \frac{f_b}{i_b \cdot i_s} \right]$$

gdzie:

X_n - normatywny /założony/ stopień rażenia celu.

Dalsze czynności zależne są od rodzaju rozwiązywanego zadania. Jeżeli chcemy obliczyć potrzebną liczbę samolotów /grup/ - N / dla osiągnięcia wymaganego stopnia rażenia celu $\varphi\%$, to w dalszej kolejności określamy:

7. Względną płaszczyznę przykrycia M z następującego wzoru:

$$M = \frac{\varphi}{X_{rz}}$$

gdzie:

φ - wymagany stopień /procent/ rażenia celu;

X_{rz} - rzeczywisty procent rażenia celu.

8. Potrzebną poligonową liczbę samolotów /grup/ - N_p , do wykonania zadania z nakazanym prawdopodobieństwem gwarancyjnym - P_g , i obliczonych wcześniej wartości $\alpha_1; \alpha_2$ i M odczytujemy ze tabeli /załącznik 18/.

Jeżeli natomiast chcemy znaleźć wymagany stopień rażenia celu, to dla nakazanej liczby samolotów i założonego prawdopodobieństwa gwarancyjnego oraz obliczonych wartości α_1 i α_2 z tabeli /załącznik 18/ określamy wartość względnej płaszczyzny przykrycia $/M/$, a następnie ze wzoru:

$$\xi \% = M \cdot X_{rz} \%$$

określamy oczekiwany procent rażenia celu.

2.3.3. Metodyka określania możliwości ogniowych podczas zastosowania uzbrojenia bombardierskiego według opracowań grupy oficerów Wojskowej Akademii Lotniczej - Monino - ZSRR

Ocena skuteczności zastosowania uzbrojenia bombardierskiego opracowana przez grupę oficerów z Wojskowej Akademii Lotniczej - Monino bazuje na następujących założeniach:

- kształt celu sprowadzany jest do kręgu;
- rozrzut bomb jest kołowy, a środek rozrzutu bomb pokrywa się ze środkiem celu;
- płaszczyzna rażenia bombami zrzuconymi z samolotu równa się sumie płaszczyzn rażenia tych bomb, czyli płaszczyzny rażenia bombami zrzuconymi z jednego samolotu nie posiadają wzajemnych pokryć, co osiąga się przez ustalenie odpowiednich odstępów bomb w serii;
- zrzut bomb nastąpi z zachowaniem racjonalnych warunków bombardowania: najwygodniejszy kierunek nalotu na cel, optymalna

przerwa między bombami w serii oraz wybór odpowiednich punktów przycelowania.

Kierunek nalotu na cel powinien uwzględniać przeciwdziałanie systemu OPL przeciwnika, potrzebną odległość wykrycia celu oraz największą skuteczność rażenia celu. Największą skuteczność rażenia celu osiągniemy, zachowując następujące warunki:

a. Jeżeli konfiguracja celu wyraźnie odbiega od kręgu /długość celu przekracza ponad dwa razy szerokość celu/, a nie przekracza sześciu uchyień prawdopodobnych, nalot na cel podczas bombardowania powinien przebiegać pod kątem nie większym niż $25 - 30^{\circ}$ do dłuższego boku celu. Jeżeli długość celu nie przekracza dwukrotnie jego szerokości, kierunek nalotu na cel podczas bombardowania praktycznie może być dowolny.

b. Jeżeli rozrzut bomb jest eliptyczny, a nie kołowy /uchylenia prawdopodobne według donośności i kierunku nie są równe/, ogólny kierunek nalotu na cel powinien być zgodny z kierunkiem dłuższego boku celu lub pod kątem nie większym niż $25 - 30^{\circ}$.

c. Podczas bombardowania celów liniowych i zrzutu serii bomb z małych wysokości /kiedy elipsa rozrzutu jest silnie wydłużona zgodnie z kierunkiem lotu/, nalot na cel powinien być wykonywany wzdłuż celu lub pod niewielkim kątem w stosunku do dłuższego boku celu.

W tym przypadku konieczne jest przestrzeganie następujących zasad:

- jeżeli szerokość celu $/K/$, nie jest mniejsza od czterech uchyień prawdopodobnych rozrzutu bomb według kierunku $/K \geq 4 UP_K/$, kąt nalotu na cel powinien zachować następujący stosunek:

$$4 UP_K + L \sin \alpha \leq K$$

gdzie:

L - długość serii bomb;

α - kąt nalotu na cel;

- jeżeli szerokość celu /K/ jest mniejsza od czterech uchyień prawdopodobnych rozrzutu bomb $/K < 4 UP_K/$ nalot na cel do bombardowania powinien być wykonywany pod kątem 10-15° w stosunku do dłuższego boku celu.

Podczas wyboru przerw między bombami w serii konieczne jest uwzględnienie następujących zasad:

a. Przerwa między bombami w serii $/i_b/$ nie powinna być mniejsza od dwóch wartości promienia rażenia bomby $/i_b \geq 2R_r/$. Przy naruszeniu tej zasady płaszczyzny rażenia sąsiednich bomb w serii będą pokrywały się, co spowoduje zmniejszenie ogólnej /sumarycznej/ płaszczyzny rażenia wszystkich bomb w serii.

b. Jeżeli rozmiary celu według donośności - D /wzdłuż kierunku nalotu/, są większe od sześciu uchyień prawdopodobnych $/D \geq 6UP_D/$, to przerwa między bombami w serii $/i_b/$ może być większa od dwóch promieni rażenia bomb, ale powinien być zachowany warunek $D \geq 6UP_D + L /L - \text{długość serii}/$, gdyż w przeciwnym wypadku część bomb z serii może spaść poza obrysem celu.

c. Jeżeli dla rażenia celu wystarczy trafienie jednej bomby, przerwa między bombami w serii powinna być równa rozmiarowi celu.

d. Jeżeli bombardowanie wykonujemy na cele liniowe i nalot na cel wykonywany jest pod kątem α w stosunku do dłuższego boku celu, to przerwę między bombami w serii obliczamy ze wzoru:

$$i_b = \frac{K}{\sin \alpha}$$

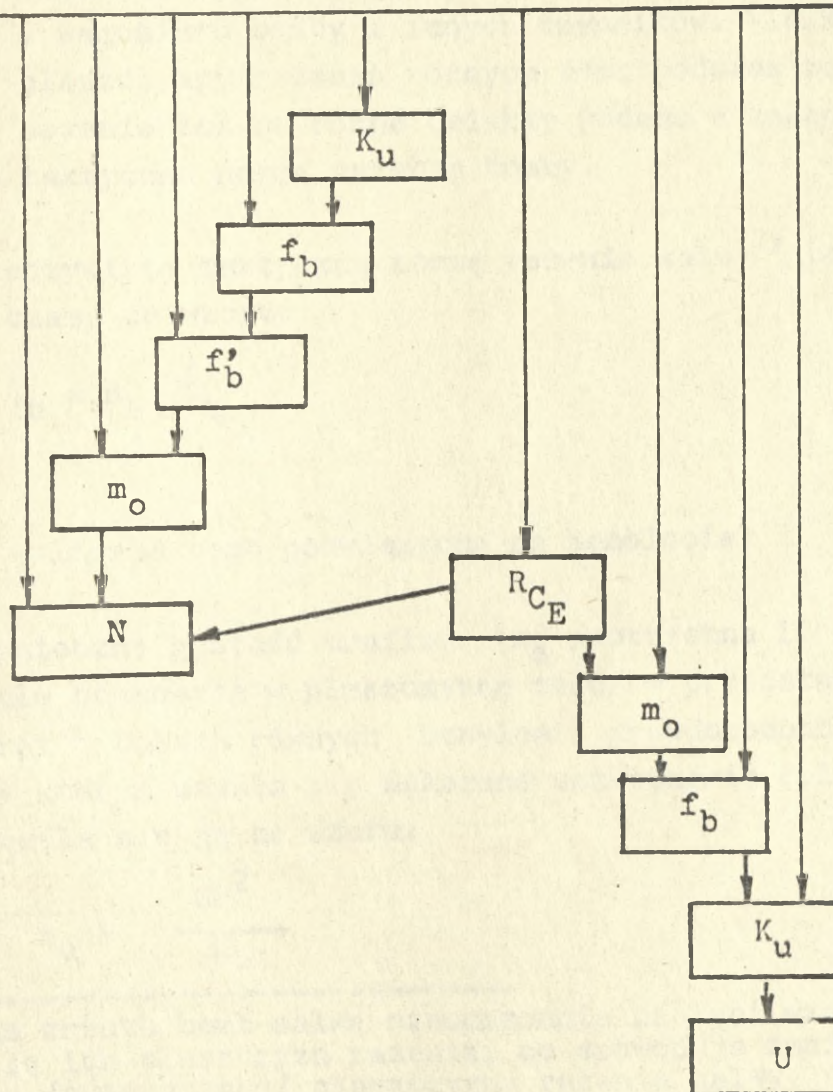
gdzie:

K - szerokość celu;

Algorytm i kolejność obliczeń potrzebnej poligonowej liczby samolotów oraz oczekiwanego rezultatu działań na cele powierzchniowe, grupowe i liniowe

Parametry wyjściowe do obliczeń

1. Promień celu
2. Odchylenie prawdopodobne
3. Płaszczyzna rażenia przyjętej bomby
4. Potrzebny /nakazany/ stopień rażenia
5. Liczba bomb na samolocie
6. Prawdopodobieństwo gwarancyjne rażenia celu
7. Liczba samolotów do wykonania zadania



1. Współczynnik charakteryzujący wielkość uszkodzenia celu K_u odczytujemy z wykresu /załącznik 19/ lub obliczamy ze wzoru:

$$K_u = \frac{S_r}{f_b}$$

gdzie:

- S_r - płaszczyzna rażenia bomby, w której cel zostanie rażony w nakazanym stopniu z prawdopodobieństwem równym jedności. Rozmiary i kształt płaszczyzny rażenia bomby zależą od charakteru celu, typu i wagomiaru bomby i innych czynników. Wielkość płaszczyzny rażenia różnych bomb podczas zastosowania ich na różne obiekty podano w załączniku 20.
- f_b - taktyczna norma rażenia bomby.

2. Rzeczywistą taktyczną normę rażenia salwy^{7/} bombowej f'_b obliczamy ze wzoru:

$$f'_b = n_b \cdot f_b$$

gdzie:

- n_b - liczba bomb podwieszona na samolocie.

3. Konieczna gęstość trafień - m_0 /potrzebna liczba trafień salw bombowych w płaszczyznę celu/ - przedstawia sobą kwadrat o bokach równych uchyleniu prawdopodobnemu /UP/, przy którym uzyska się nakazane uszkodzenie celu /U^{8/}; określa się ją ze wzoru:

$$m_0 = \frac{UP^2}{f_b}$$

-
- 7/ Podczas zrzutu bomb salwą nieuchronnie nastąpi wzajemne pokrycie ich płaszczyzn rażenia, co spowoduje zmniejszenie ogólnej /sumarycznej/ płaszczyzny rażenia salwy. Aby uwzględnić to w obliczeniach, należy sumaryczną płaszczyznę rażenia salwy bombowej pomnożyć przez współczynnik gęstości trafienia salwą podany w tabeli 21.
- 8/ U - normę rażenia celu /wartość uszkodzenia celu/ dla różnych stopni rażenia typowych obiektów pola walki podano w tabelach /załącznik 1/ przy charakterystyce obiektów działań.

4. Względny wymiar celu R_{cUP} /określamy ze wzoru:^{9/}

$$R_{cUP} = \frac{R_c}{UP}$$

gdzie:

R_c - promień celu jeżeli kształt celu przedstawia sobą kwadrat lub prostokąt, to promień celu obliczamy według przybliżonego wzoru:

$$R_c = \frac{D + K}{4}$$

D i K - wymiary celu.

5. Potrzebną liczbę samolotów N_p do rażenia celu w nakazanym stopniu i z określonym prawdopodobieństwem gwarancyjnym obliczamy ze wzoru dla następujących warunków:

a/ jeżeli $R_{cUP} \leq 4$, to:

$$N_p = \pi \cdot R_{cUP}^2 \cdot m_0 + /b \cdot \pi \cdot m_0 - 1 \left(\frac{R_{cUP} - 4}{\sqrt{\pi \cdot m_0} - 4} \right)^2$$

gdzie:

b - współczynnik zależny od prawdopodobieństwa gwarancyjnego wynoszący dla $P_g = 0,95$ $b = 13,18$, dla $P_g = 0,8$ $b = 7,08$, dla $P_g = 0,5$ $b = 2,29$;

b/ jeżeli $R_{cUP} \gg 4$, to w cel praktycznie trafią wszystkie bomby i liczbę samolotów N_p określamy dzieląc wartość płaszczyzny celu $/S_c/$ przez sumę taktycznych norm rażenia salwą bombową f'_b . W tym przypadku dla uzyskania

9/ Jeżeli kształt celu nie jest kręgiem i rozrzut bomb też nie jest kołowy, lecz eliptyczny, to dla uzyskania dużej dokładności obliczeń należy najpierw obliczyć względne wymiary celu według donośności i kierunku ze wzorów:

$$D_{UP} = \frac{D}{UP_D} \quad K_{UP} = \frac{K}{UP_K}$$

i dopiero według tych wartości oblicza się względny promień celu R_{cUP} ze wzoru:

$$R_{cUP} = \frac{D_{UP} + K_{UP}}{4}$$

jednakowej gęstości rozrywów bomb należy wyznaczyć kilka punktów przycelowania między sobą nie dalej niż na 8 UP i nie więcej niż 3-4 UP od granicy płaszczyzny celu.

W praktyce potrzebną liczbę samolotów $/N_p/$ odczytujemy z tabel 1,2,3,4/ Załącznik 22/ według danych P_g , R_{cUP} , m_o .

W przypadku obliczenia minimalnie oczekiwanych uszkodzeń celu:

1. Względny wymiar celu R_{cUP} obliczamy znanym sposobem.
2. Według danych: względnego promienia celu $//R_{cUP}/$ i wyznaczonej do działań liczby samolotów $/N/$ z tabeli /załącznik 22/ określamy konieczną gęstość trafień $/m_o/$.

3. Taktyczną normę rażenia $/f_b/$ obliczamy ze wzoru:

$$f_b = \frac{UP^2}{m_o \cdot n_b}$$

4. Współczynnik K_u określamy dla poszczególnych stopni rażenia ze wzoru:

$$K_u = \frac{S_r}{f_b}$$

gdzie:

S_r - płaszczyzna rażenia bomby dla zniszczenia, obezwładnienia, dezorganizacji.

5. Wielkość uszkodzenia płaszczyzny celu $/U/$ dla poszczególnych stopni rażenia określamy według danych: S_r i b , z następującego wzoru:

$$U = 1 - e^{-K_u}$$

W praktycznych obliczeniach wartości "U" dla różnych $K_u = \frac{S_r}{f_b}$ odczytujemy z wykresu /załącznik 19/.

Metodyka obliczeń potrzebnej liczby samolotów czy oczekiwanych rezultatów /uszkodzenia celu/ podczas działań na cele liniowe przebiega tak samo jak dla celów płaszczyznowych z następującymi uwagami:

- rażenie celów liniowych osiąga się poprzez uzyskanie koniecznej gęstości trafień na wyznaczonym odcinku, którego długość nie powinna przekraczać 6 uchyień prawdopodobnych. Jeżeli cel jest dłuższy niż 6 UP należy go podzielić na odcinki równe 6 UP. W takim przypadku względny promień celu będzie równy $R_{c_{UP}} = 3.$;

- potrzebna liczba samolotów $/N_p/$ będzie równa sumie samolotów działających na każdy z podzielonych odcinków;

- zrzut bomb na cele liniowe w większości wypadków będzie wykonywany z lotu poziomego, a zatem rozrzut bomb będzie eliptyczny /wydłużony/ zgodnie z kierunkiem nalotu/, w związku z czym konieczne będzie obliczenie uchylenia prawdopodobnego w donośności i kierunku oraz uwzględnienie go podczas obliczeń gęstości trafień we wzorze:

$$m_o = \frac{UP_D \cdot UP_K}{f'_b}$$

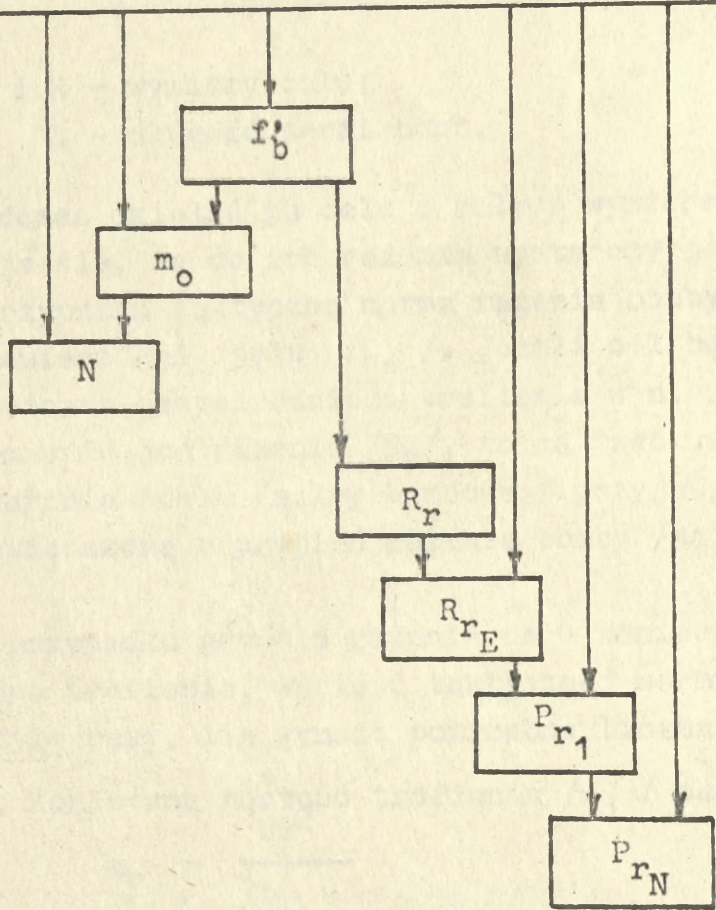
gdzie:

UP_D i UP_K - uchylenie prawdopodobne rozrzutu bomb według donośności i kierunku;

f'_b - rzeczywista taktyczna norma rażenia salwy bombowej.

Algorytm i kolejność obliczeń liczby samolotów oraz prawdopodobieństwa rażenia celu podczas działań na cele o małych wymiarach. Ocena skuteczności zastosowania bombardierskich środków rażenia na cele o małych wymiarach oparta jest na tych samych założeniach co w wypadku celów płaszczyznowych

- Parametry wyjściowe do obliczeń
1. Rozmiary celu /płaszczyzna celu/
 2. Odchylenie prawdopodobne
 3. Liczba bomb na samolocie
 4. Liczba samolotów wyznaczonych do rażenia celu
 5. Taktyczna norma rażenia bomby
 6. Prawdopodobieństwo gwarancyjne rażenia celu



1. Rzeczywistą taktyczną normę rażenia salwą bombową / f'_b / określa się ze wzoru:

$$f'_b = n_b \cdot f_b = n_b \cdot S_c$$

gdzie:

- n_b - liczba bomb podwieszonych na samolotach;
- f_b - taktyczna norma rażenia bomby;
- S_c - powierzchnia celu.

Uwaga: Jeżeli cel przedstawia sobą prostokąt, a nalot wykonywany jest wzdłuż jednego z jego boków, to wartość rzeczywistej taktycznej normy rażenia określamy ze wzoru:

$$f'_b = (D + L) / K$$

gdzie:

- D i K - wymiary celu;
- L - długość serii bomb.

Podczas działań na cele o małych wymiarach jako zasadę przyjmuje się, że do ich rażenia wystarczy jedno trafienie. W tym przypadku taktyczna norma rażenia bomby / f_b / będzie równa powierzchni celu / S_c /. Jeżeli cel będzie rażony nie tylko podczas bezpośredniego trafienia w niego bombą, ale i w promieniu jej rażenia / R_r /, to za rzeczywistą taktyczną normę rażenia bomby /salwy bombowej/ przyjmujemy płaszczyznę celu powiększoną o promień rażenia bomby /salwy bombowej/ - R_r .

W przypadku gdy dla rażenia celu konieczne jest więcej niż jedno trafienie, wartość taktycznej normy rażenia zmniejszamy tyle razy, ile wynosi potrzebna liczba trafień.

2. Konieczną gęstość trafienia / m_o / określamy ze wzoru:

$$m_o = \frac{UP^2}{f_b}$$

3. Według danych wyjściowych : P_g , m_o , $R_{cUP} = 0$, z tabeli /załącznik 22/ odczytujemy potrzebną liczbę samolotów / N_p /.

Kolejność obliczeń prawdopodobieństwa rażenia celu:

1. Rzeczywistą taktyczną normę rażenia salwy bombowej / f_b / określamy tak jak w poprzednim przykładzie.

2. Promień rażenia celu salwą bombową / R_r / określamy ze wzoru lub wykresu /załącznik 23/:

$$R_r = 0,56\sqrt{f_b}$$

3. Względny promień rażenia celu salwą bombową / R_{rUP} / określamy ze wzoru

$$R_{rUP} = \frac{R_r}{UP}$$

4. Prawdopodobieństwa rażenia celu podczas zrzutu bomb z jednego samolotu / P_{r1} / obliczamy ze wzoru lub według danych wyjściowych $R_{rUP} = R_{cUP} = 0$ odczytujemy z tabeli /załącznik 23/.

5. Prawdopodobieństwo rażenia celu podczas działań na niego N samolotów obliczamy ze wzoru:

$$P_{rN} = 1 - /1 - P_{r1}/^N$$

lub według danych P_{r1} i N odczytujemy z tabeli /załącznik 24/.

x

x

x

Na podstawie analizy przedstawionych w rozdziale metod oceny możliwości ogniowych samolotu można określić szereg elementów i właściwości występujących w każdej z nich, bez których nie możliwe jest dokonanie jakiegokolwiek oceny. Można do nich zaliczyć:

- informację o obiektach, na które ma być wykonywane uderzenie;
- informację o możliwych do zastosowania na dany cel lotniczych środkach rażenia;
- założony lub nakazany stopień rażenia celu;
- prawdopodobieństwo gwarancyjne wykonania zadania;
- warunki lotu podczas zrzutu bomb, odpalenia rakiet, czy strzelania z działek;
- poziom wyszkolenia załóg.^{10/}

Z informacji o obiektach, na które ma być wykonane uderzenie, najistotniejszymi są wiadomości przedstawiające charakter działalności obiektu i jego części składowych, według których dokonuje się wyboru najskuteczniejszych środków rażenia. Prócz tego do obliczeń potrzebne są wymiary obiektu, jego kształt i wzajemne rozlokowanie jego części składowych.

Informacje o środkach rażenia winny obejmować typ, kaliber, wagomiar, liczbę zastosowanych środków rażenia z jednego samolotu oraz parametry charakteryzujące skuteczność działania danego środka. O ile dane odnośnie do typu, kalibru, wagomiaru i liczby zastosowanych środków rażenia są ważne dla każdej z omawianych metod i nie budzą żadnych zastrzeżeń, to parametry charakteryzujące skuteczność środków raketowo-artyleryjskich różnią się istotnie od parametrów charakteryzujących bombardierskie środki rażenia. Skuteczność pocisków raketowych i artyleryjskich określana jest wielostopniowo, to znaczy podawane są parametry działania rażącego dla zniszczenia, obozwładnienia i dezorganizacji celu w postaci procentowych wartości rażenia go oraz orientacyjnego czasu, w którym obiekt przestanie funkcjonować w wyniku naszego działania. Natomiast skuteczność bombardierskich środków rażenia oddają procentowe wartości zniszczenia celu tylko dla dwóch stopni rażenia, a mianowicie dla

10/ Warunki lotu podczas zrzutu bomb, odpalania rakiet czy strzelania z działek oraz poziom wyszkolenia załóg bezpośrednio wpływają na wartość uchylenia prawdopodobnego i charakterystykę rozrzutu punktów upadku bomb, pocisków raketowych i z działek.

dla zniszczenia i obezwładnienia. Różnica ta nie pozwala na dokonanie pełnej oceny skuteczności bombardierskich środków i porównania ich ze skutecznością środków raketowo-artyleryjskich. Aby uzyskać jednoznaczną ocenę skuteczności wszystkich samolotowych środków rażenia, koniecznym i podstawowym warunkiem jest ujednoczenie znaczenia poszczególnych stopni rażenia zarówno pod względem procentowych wartości wyeliminowania rażonego obiektu z działalności bojowej.

Oprócz tego istotną różnicą w ocenie skuteczności samolotowych środków rażenia są przyjęte założenia, że do rażenia większości celów pociskami artyleryjskimi - niekierowanymi pociskami raketowymi konieczne jest uzyskanie bezpośredniego trafienia. W przypadku zastosowania uzbrojenia bombardierskiego wystarczający skutek uzyskuje się w dość znacznym promieniu od punktu upadku - rażenia odłamkami.

Obliczenia potrzebnej liczby samolotów czy oczekiwanego rezultatu działań wykonuje się dla przyjętego prawdopodobieństwa gwarancyjnego. W obliczeniach z zastosowaniem uzbrojenia raketowo - artyleryjskiego w opracowanych tablicach przyjmowane są wartości prawdopodobieństwa gwarancyjnego P_q - 0,5; 0,8; 0,95, natomiast w obliczeniach bombardierskich metodą Arbuzowa wykorzystywane są tablice prawdopodobieństwa trafienia dla P_q = 0,5 i 0,93.

Jakiegokolwiek porównanie skuteczności działania poszczególnych środków rażenia, aby było prawdziwe, wymaga jednoczesnego określenia prawdopodobieństwa gwarancyjnego.

Ocenę dokładności zastosowania wszystkich środków rażenia otrzymujemy, obliczając uchylenie prawdopodobne, które zależy przede wszystkim od stosowanych celowników, sposobu celowania, warunków lotu podczas celowania, współczynnika określającego poziom wyszkolenia załóg i wielu innych elementów. Wyraźne różnice występujące w sposobach i warunkach zastosowania bojowego tych środków, a szczególnie w określeniu momentu rozpoczęcia odpalenia rakiet, strzelania z działek czy zrzutu bomb powodują znaczne rozbieżności

w samej metodyce obliczeń wielkości uchyień prawdopodobnych.

Czynnikiem wpływającym dość znacznie na wartość uchylenia prawdopodobnego jest współczynnik określający poziom wyszkolenia załóg w zastosowaniu danych środków rażenia. W analizowanych metodach wartość tego współczynnika jest mniejsza o około 25 % podczas wykorzystania uzbrojenia bombardierskiego w stosunku do zastosowania uzbrojenia raketowo-artyleryjskiego. Wydaje się, że w kompleksowej ocenie możliwości ogniowych samolotów wartość tego współczynnika powinna być jednakowa zarówno podczas zastosowania uzbrojenia raketowo-artyleryjskiego, jak i bombardierskiego.

Oceniając omawiane metody z punktu widzenia ich przydatności do wykorzystania w kompleksowej ocenie możliwości ogniowych samolotów dochodzimy do wniosku, że podstawowym czynnikiem łączącym powinna być wartość prawdopodobieństwa rażenia i średnia wartość rażonej powierzchni celu obliczana dla poszczególnych środków rażenia.

Prawdopodobieństwo rażenia celu uzyskujemy podczas obliczeń skuteczności raketowo-artyleryjskich środków rażenia, jak również w obliczeniach skuteczności bombardierskich środków rażenia według metody Milgrama i metod opracowanych przez oficerów Wojskowej Akademii Lotniczej - Monino ZSRR dla celów pojedynczych o małych wymiarach. Wyżej wymienione metody stanowią zatem podstawę opracowania kompleksowej oceny możliwości ogniowych samolotu podczas zastosowania wszystkich środków rażenia.

W celu uzyskania przejrzystości w metodyce kompleksowej oceny możliwości ogniowych wydaje się koniecznym ujednoczenie oznaczeń /symboli/ podobnych wartości, które w obecnie stosowanych metodykach różnią się dość znacznie. Jest oczywiste, że ujednoczenie wszystkich symboli jest niemożliwe ze względów specyficznych właściwych tylko danemu środkowi rażenia oraz że występują one w dotychczas obowiązującej literaturze i zbyt radykalna zmiana spowodowałaby tylko niepotrzebny zamęt.

Jednakowe symbole powinny jednak obejmować takie elementy, jak: prawdopodobieństwo gwarancyjne, prawdopodobieństwo rażenia, potrzebną liczbę samolotów czy oczekiwane rezultaty działań.

3. KOMPLEKSOWA OCENA MOŻLIWOŚCI OGNIOWYCH LOTNICTWA MYŚLIWSKO-BOMBOWEGO /MYŚLIWSKO - SZTURMOWEGO/

Podstawowym problemem rozwiązywanym przez oficerów sztabu, a ściślej przez starszych nawigatorów i szefów strzelania powietrznego w procesie planowania i organizacji działań bojowych w lotnictwie myśliwsko-bombowym /m-sz/ jest ocena skuteczności rażenia obiektów przeciwnika możliwymi do zastosowania z samolotów lotniczymi środkami rażenia.

Ocena ta winna dać jednoznaczną odpowiedź dowódcy na dwa podstawowe pytania:

- ile trzeba wydzielić samolotów uzbrojonych w określone środki rażenia, których zastosowanie zapewni rażenie celu w odpowiednim /nakazanym/ stopniu?

- jaki osiągniemy rezultat, wydzielając do niszczenia celu grupę samolotów uzbrojonych w określone środki rażenia?

Jak już wspomniano w rozdziale pierwszym, dotychczas obowiązujące metody oceny pozwalają na oddzielne określenie skuteczności uzbrojenia artyleryjsko-rakietowego i oddzielne uzbrojenia bombardierskiego. Przeprowadzona w rozdziale drugim analiza dotychczas znanych i stosowanych metod pod kątem przydatności ich do opracowania metody kompleksowej oceny możliwości ogniowych samolotów, pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

- w każdej z analizowanych metod występuje szereg wspólnych elementów, takich jak: dane o obiekcie działań, o środkach rażenia, stopień rażenia celu, prawdopodobieństwo gwarancyjne wykonania zadania czy ~~ubhy~~lenie prawdopodobne.

- podstawowym czynnikiem zezwalającym na przeprowadzenie łącznej oceny możliwości ogniowych samolotu podczas działań na cele pojedyncze małowymiarowe może być prawdopodobieństwo rażenia celu, na cele powierzchniowe - średnia wartość rażonej

powierzchni obliczono dla poszczególnych środków rażenia, a na cele grupowe średnią liczbę rażonych celów.

Biorąc powyższe wnioski pod uwagę, w rozdziale tym autor stara się udzielić odpowiedzi na postawione wcześniej pytania, przedstawiając metody oraz przykłady łącznego określenia skuteczności wszystkich środków rażenia zastosowanych z samolotu na cele małowymiarowe, grupowe i powierzchniowe.

3.1. Podstawowe założenia metody kompleksowej oceny możliwości ogniowych samolotów

1. Uwzględniając różnorodną konfigurację i konstrukcję obiektów uderzeń lotnictwa myśliwsko-bombowego przyjęto następujący podział celów:

- pojedynczy - oddzielny obiekt zazwyczaj o małych wymiarach /np. czołg, samolot, okręt itp./, spełniający określone funkcje. Cel pojedynczy w wyniku uderzenia ogniowego może być zniszczony względnie uszkodzony do takiego stopnia, że nie będzie mógł wykonywać zadania bojowego w określonym czasie, lub uszkodzony będzie wykonywać zadanie ze zmniejszoną efektywnością. Podstawowym kryterium skuteczności zastosowanych środków rażenia na cel pojedynczy będzie prawdopodobieństwo jego zniszczenia /rażenia/;

- grupowy - kilka celów pojedynczych /np. grupa samolotów, kolumna czołgów, konwój okrętów itp./ wykonujących wspólne zadanie. Stan elementów celu grupowego po wykonaniu uderzenia ogniowego może być taki sam jak celu pojedynczego. Podstawowym kryterium skuteczności zastosowanych środków rażenia celu grupowego będą oczekiwane straty;

- powierzchniowy - zbiór różnorodnych obiektów /np. wojska, technika wojskowa, budowle obronne itp./, rozmieszczonych na określonej powierzchni. Cechą charakterystyczną celu

powierzchniowego jest to, że nie uwzględnia się wzajemnego położenia poszczególnych obiektów, a zrzut bomb czy odpalenie raket /strzelanie z działek/ prowadzi się nie do konkretnych pojedynczych obiektów, lecz na całą powierzchnię celu. Podstawowym kryterium skuteczności zastosowanych środków rażenia celu powierzchniowego będzie średnia powierzchnia na której spowodowano zniszczenie żadanego stopnia.

Biorąc pod uwagę przedstawiony podział celów, w metodyce obliczeń dla celów pojedynczych i grupowych przyjęto płaszczyznę celu o kształtach okręgu, którego promień oblicza się z przybliżonego wzoru:

$$R_c = \frac{D + K}{4}$$

gdzie: D - długość celu /m/;
K - szerokość celu /m/.

W przypadku działań na cele powierzchniowe do obliczeń przyjęto kształt celu w postaci prostokąta.

2. Parametry charakteryzujące skuteczność działania wybranych środków rażenia w zależności od charakteru celu podane w tabeli /załącznik 25/ obliczone zostały według wzorów opracowanych w rozprawie doktorskiej J.G.Milgrama: 1/

$$\bar{X}\% = 1 - \sqrt{1 - X_n} / \frac{f_b}{f_{rz}} \cdot j \cdot 100$$

gdzie:

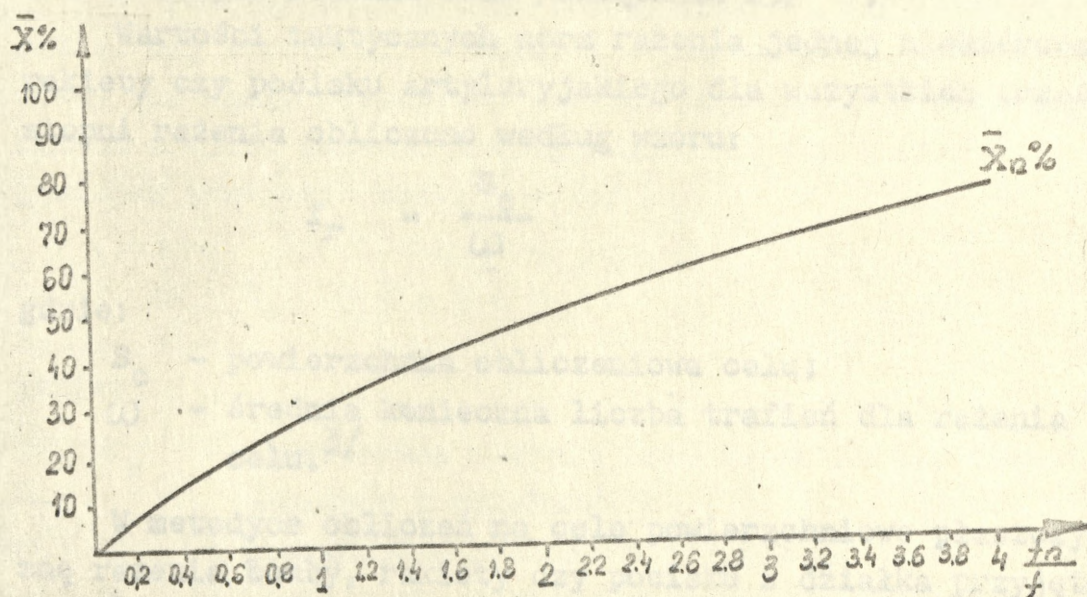
- $\bar{X}\%$ - rzeczywisty średni procent rażenia celu;
- $X_n\%$ - normatywne wartości zniszczeń celu;
- f_b - taktyczna norma rażenia bomby /odczytana z tabel/;
- f_{rz} - rzeczywista norma rażenia bomby uzyskana podczas bombardowania;
- j - wielokrotność pokrycia się stref rażenia na powierzchni celu.

1/ J.G.Milgram "Osnowy rasczota ... Wyd. cyt. /Nr bibl. 010389. 41-43.

Jeżeli uwzględnimy tylko jednokrotne pokrycie celu strefą rażenia to:

$$\bar{X}\% = 1 - \left(1 - \frac{X_n}{f_{rz}}\right)^{f_n} \cdot 100$$

Na podstawie tego wzoru wykreślono krzywą obrazującą zależność rzeczywistego procentu rażenia celu $\bar{X}\%$ od normatywnych wartości rażenia celu $X_n\%$ oraz rzeczywistej i normatywnej taktycznej normy rażenia bomby.



Rys. 3.1. Wykres zależności rzeczywistego procentu rażenia celu

Z analizy wykresu /Rys. 3.1/ wynika, że pewnym wartościom rzeczywistego procentu rażenia celu odpowiadają określone wartości stosunku: taktycznej normy rażenia

odczytanej z tabel do rzeczywistej taktycznej normy rażenia bomby $\frac{f_b}{f_{rz}} = W_f$

Wartości te przedstawiają się następująco:

$\bar{X} \%$	10	20	30	40	50	60	70	75
W_f	0,3	0,6	1,0	1,4	1,98	2,65	3,4	4,0

Wykorzystując przekształcony wzór $f_{rz} = \frac{f_b}{W_f}$ określono rzeczywiste wartości taktycznych norm rażenia bomb dla trzech stopni rażenia celu /załącznik 25/ 2/.

Wartości taktycznych norm rażenia jednej niekierowanej rakiety czy pocisku artyleryjskiego dla wszystkich trzech stopni rażenia obliczono według wzoru:

$$f_r = \frac{S_c}{\omega}$$

gdzie:

- S_c - powierzchnia obliczeniowa celu;
- ω - średnia konieczna liczba trafień dla rażenia celu.^{3/}

W metodyce obliczeń na cele powierzchniowe płaszczyzną rażenia bomby, rakiety czy pocisku z działka przyjęto jako kwadrat o bokach $L_x = L_y$. W tabelicach charakterystyk rażącego działania lotniczych środków rażenia podawane są tylko wartości płaszczyzn lub promieni ich rażenia, w związku z czym wymiary kwadratowej strefy rażenia obliczamy według wzoru:

2/ Obliczenia autora.

3/ Dane S_c i ω dla poszczególnych typów rakiet niekierowanych i pocisków z działek na typowe obiekty pola walki uzyskano z opracowania płk.dr S.Pawłowskiego pt.: "Zbiór tabel i wykresów z bojowego zastosowania rakietowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów". Wyd.ASG WP, 1974 r.

$$L_x = L_y = 1.77 \cdot R$$

gdzie:

R - promień rażenia przyjętego do obliczeń środka rażenia odczytany z tabel lub obliczony według wzoru $R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$

S - powierzchnia rażenia celu przyjętego do obliczeń środka rażenia dla nakazanego lub założonego stopnia rażenia celu.

3. Podczas zrzutu bomb salwą, odpalenia niekierowanych rakiet czy strzelania z działek - płaszczyzna rażenia celu równa się sumie płaszczyzn rażenia pojedynczych rozpatrywanych środków rażenia z uwzględnieniem współczynnika gęstości trafienia salwą^{4/} - /a/

$$S_s = S \cdot n \cdot a$$

gdzie:

S_s - płaszczyzna rażenia celu salwą /bomb, rakiet, pocisków z działek/;

S - płaszczyzna rażenia pojedynczego środka rażenia;

n - ilość bomb, rakiet, pocisków z działek w salwie;

a - współczynnik gęstości trafienia salwą /załącznik 26/.

Podczas zrzutu bomb serią odstęp między kolejnymi bombami w serii powinien być równy dwóm promieniom rażenia bomby $I = 2 R$.

4/ Współczynnik gęstości trafienia salwą bomb, niekierowanych rakiet czy pocisków z działek przedstawiony na wykresie załącznik 26 opracowano z osobistych notatek autora z kursu operacyjnego odbytego w Akademii Lotniczej Monino 1981 r.

Długość odcinka rażenia serią $L_x = I \cdot /n - 1/ + 2 R$.

Szerokość odcinka rażenia serią $L_y = 2 R$.

4. Nakazany lub założony stopień rażenia celu uzależniony jest od charakteru i wymiarów obiektu oraz od zastosowanych środków rażenia. W celu ujednoczenia pojęć przyjęto następujące stopnie rażenia celu:

- zniszczenie - przerwanie funkcjonowania celu na okres nie mniejszy niż 5 - 7 dni. Uszkodzenie celu w 50-70%;
- obezwładnienie - przerwanie funkcjonowania celu na okres nie mniejszy niż 1 - 2 dni. Uszkodzenie celu w 20-30%;
- dezorganizacja - przerwanie funkcjonowania celu na okres nie mniejszy niż 1 - 2 godziny. Uszkodzenie celu w 10 - 15 %.

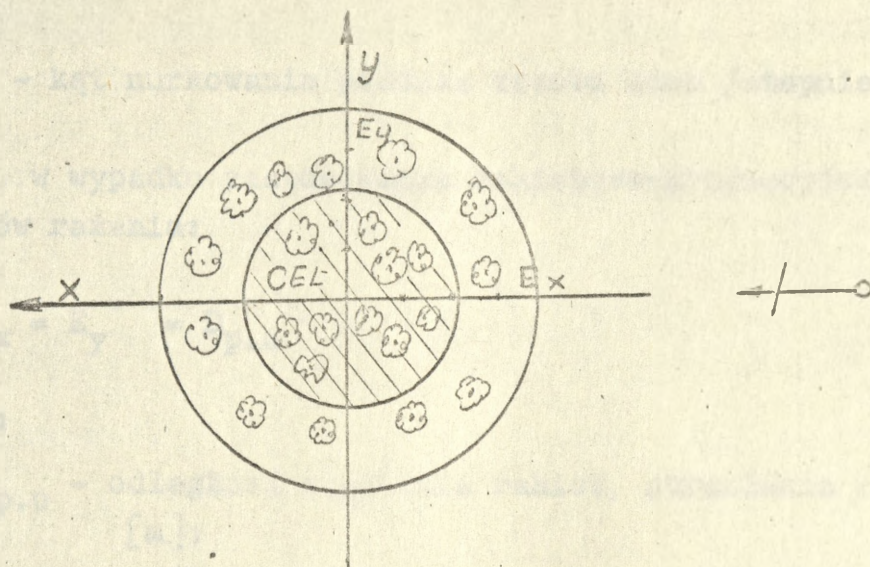
5. Prawdopodobieństwo gwarancyjne, tj. prawdopodobieństwo tego, że rzeczywisty rezultat rażenia celu będzie nie mniejszy niż nakazany.

Podczas działań na cele pojedyncze małowymiarowe prawdopodobieństwo gwarancyjne jest równe prawdopodobieństwu rażenia celu.

Podczas działań na cele grupowe i płaszczyznowe, prawdopodobieństwo gwarancyjne przedstawia prawdopodobieństwo tego, że rzeczywista płaszczyzna rażenia celu będzie nie mniejsza od minimalnie oczekiwanej /gwarancyjnej/.

W zasadzie wszystkie obliczenia należy wykonywać z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g = 0,8$. Podczas działań na szczególnie ważne obiekty jak np. środki przenoszenia broni jądrowej zaleca się obliczenia wykonywać z $P_g = 0,95$.

6. Rozrzut bomb, niekierowanych rakiet czy pocisków z działek przyjmuje się w zasadzie jako kołowy oraz, że środek rozrzutu pokrywa się ze środkiem celu $E_x = E_y = E$.



Rys. 3.2. Rozkład punktu upadku bomb /rakiet, pocisków/ przy rozrzucie kołowym.

Dla tego założenia uchylenie prawdopodobne przy rozrzucie kołowym obliczamy według obowiązujących wzorów normatywnych:^{5/}

a. w wypadku zastosowania bombardierskich środków rażenia:

$$E_x = E_y = 20 H_b + 0,1 V_b \quad - \text{bombardowanie z lotu poziomego; z wysokości powyżej 1000 m}$$

$$E_x = E_y = 14 H_b + 0,07 V_b / 1 - \sin \lambda_n / \quad - \text{bombardowanie z lotu nurkowego.}$$

gdzie:

H_b - wysokość lotu samolotu podczas zrzutu bomb [km] ;

V_b - prędkość lotu samolotu podczas zrzutu bomb [km/h] ;

5/ Normy ocen i metodyka oceniania lotów trasowych, bombardowań i desantowań" Wyd. DWL 1981 Lot. 2090/81.

λ_n - kąt nurkowania podczas zrzutu bomb /stopnie/.

b. w wypadku zastosowania raketowo-artyleryjskich środków rażenia:

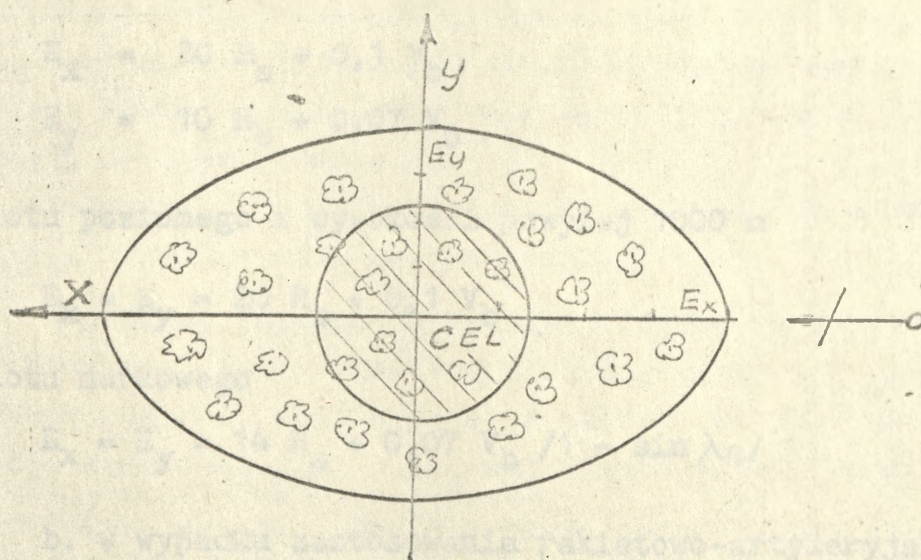
$$E_x = E_y = D_{p.o} \cdot k$$

gdzie:

$D_{p.o}$ - odległość odpalenia rakiet, strzelania z działek [m];

k - współczynnik liczbowy zależny od rodzaju zastosowanego środka rażenia równy:

Środek rażenia	Działka	S-5k	S-3k	S-24
Współczynnik k	0,007	0,009	0,012	0,009



Rys.3.3. Rozkład punktów upadku bomb /rakiet, pocisków/ przy rozrzucie eliptycznym.

Jeżeli kształt celu nie jest kręgiem i rozrzut bomb, rakiet czy pocisków z działek też nie jest kołowy a eliptyczny, to dla uzyskania dużej dokładności obliczeń należy najpierw obliczyć względne wymiary celu według donośności i kierunku ze wzorów:

$$D_{E_x} = \frac{D}{E_x} ; \quad K_{E_y} = \frac{K}{E_y}$$

i dopiero według tych wartości obliczyć względny promień celu R_{C_E} ze wzoru:

$$R_{C_E} = \frac{D_E + K_E}{4}$$

Uchylenia prawdopodobne przy rozrzucie eliptycznym obliczamy z następujących wzorów:

a. w wypadku zastosowania bombardierskich środków rażenia, podczas bombardowania z lotu poziomego z wysokości poniżej 1000 m:

$$E_x = 20 H_s + 0,1 V_b$$

$$E_y = 10 H_b + 0,07 V_b$$

z lotu poziomego z wysokości powyżej 1000 m

$$E_x = E_y = 20 H_b + 0,1 V_b$$

z lotu nurkowego

$$E_x = E_y = 14 H_s + 0,07 V_b / 1 - \sin \lambda_n /$$

b. w wypadku zastosowania raketowo-artyleryjskich środków rażenia:

$$E_x = k \cdot D_{p.o}$$

$$E_y = \frac{k \cdot D_{p.o}}{\sin \lambda_n}$$

7. Na dokładność zastosowania lotniczych środków rażenia w poważnym stopniu wpływa ogólne przygotowanie ogniowe pododdziałów i pojedynczych załóg określane mianem współczynnika wyszkolenia W_w . Wartości tego współczynnika^{6/} przedstawiają się następująco:

- $W_w = 0,5$ - wyszkolenie na ocenę celującą /mistrz/;
- $W_w = 0,75$ - wyszkolenie na ocenę bardzo dobrą;
- $W_w = 1,0$ - wyszkolenie na ocenę dobrą;
- $W_w = 1,25$ - wyszkolenie na ocenę dostateczną.

W obliczeniach skuteczności przyjmuje się wartość normatywnego uchylenia prawdopodobnego pomnożoną przez odpowiedni współczynnik wyszkolenia załóg, dla których wykonywane są obliczenia $E \cdot W$.

8. Wybór środków rażenia dokonuje się na podstawie charakterystyki prawdopodobnych obiektów działań, możliwości załadowczych samolotu warunków użycia uzbrojenia i oceny skuteczności będących w dyspozycji jednostki różnych środków rażenia.

Dokonując wyboru raketowo-artyleryjskich środków rażenia^{7/} należy mieć na uwadze, że:

- podczas działań na obiekty odkryte /poza wykopami, bez obwałowań/ np. rakiety operacyjno-taktyczne, rakiety przeciwlotnicze, samoloty lub śmigłowce na stoiskach, stacje radiolokacyjne itp., największe prawdopodobieństwo

6/ Osobiste notatki autora z kursu operacyjnego odbytego w Akademii Lotniczej Monino w 1981 r.

7/ Opracowano na podstawie skryptu płk.dr. S.Pawłowskiego pt. "Wybór i uzasadnienie racjonalnych środków rażenia, warunków i sposobów ich zastosowania podczas zwalczania celów powietrznych i naziemnych". Wyd. ASG WP 1973, nr bibl. 020681.

rażenia osiąga się stosując niekierowane rakiety typu S-24. Nieco mniejsze jest w wypadku zastosowania rakiet typu S-5K i jeszcze mniejsze dla S-5M. Jeżeli powyższe obiekty znajdują się w ukryciach, to należy stosować rakiety typu S-5K, a w skrajnym wypadku S-5M;

- podczas działań na drogi startowe, podziemne magazyny, schrony itp. najskuteczniejsze są rakiety typu S-24;

- do rażenia czołgów i innych szczególnie odpornych obiektów należy stosować rakiety typu S-5K;

- półtorasekundowa seria z działek NR30 podczas działań na większości mało i średnio odpornych obiektów jest skuteczniejsza niż salwa 32 pocisków raketowych typu S-5K lub S-5M oraz prawie równoznaczna salwie dwóch pocisków raketowych typu S-24. Stosowanie uzbrojenia artyleryjskiego na cele szczególnie odporne nie jest wskazane.

Dokonując wyboru bombardierskich środków rażenia należy mieć na uwadze, że:

- podczas działań na cele opancerzone, np. czołgi, działa pancerne itp., stosować bomby przeciwpancerne lub odłamkowo-burzące;

- bomby odłamkowe z czerpem żeliwnym stosować głównie do rażenia siły żywej. Użycie tych bomb do zwalczania sprzętu technicznego może się okazać mało skuteczne;

- obiekty o konstrukcji łatwo palnej niszczyć bombami zapalającymi lub zbiornikami z płynem zapalającym;

- nie zaleca się stosować mieszanego ładunku bombowego na jeden samolot.

9. Warunki wykonania ataku w celu dokonania zrzutu bomb, odpalenia rakiet czy strzelania z działek obowiązujące dla danego typu samolotu zgodne z instrukcją zastosowania bojowego.

10. W celu uwzględnienia przeciwdziałania systemu OPL przeciwnika zwanego "poprzedzającym"^{8/} - wykonanie zadania bojowego przez samolot /grupę samolotów/ - wystarczy pomnożyć ich wskaźnik skuteczności /prawdopodobieństwo rażenia celu lub średnią wartość rażonej powierzchni celu/ przez prawdopodobieństwo tego, że przeciwdziałanie zakończy się niepowodzeniem /t.j. prawdopodobieństwem pokonania systemu OPL przeciwnika/.

$$P_{OPL} = 1 - P_z$$

gdzie:

P_{OPL} - prawdopodobieństwo pokonania systemu OPL przeciwnika;^{9/}

P_z - prawdopodobieństwo zestrzelenia samolotu przez system OPL przeciwnika.

3.2. Łączna ocena możliwości ogniowych samolotu /grupy/ podczas działań na cele pojedyncze małowymiarowe

Przez cel pojedynczy rozumiemy oddzielny obiekt zazwyczaj o małych wymiarach spełniający określoną funkcję. Podstawowym zadaniem uderzenia ogniowego na cel pojedynczy jest jego zniszczenie - przerwanie jego funkcjonowania. Wskaźnikiem efektywności będzie w tym wypadku prawdopodobieństwo zniszczenia /rażenia/ celu. Jeżeli dla zniszczenia celu niezbędne jest bezpośrednie trafienie, to prawdopodobieństwo rażenia celu będzie równe prawdopodobieństwu trafienia w cel i można je określić według znanego wzoru:

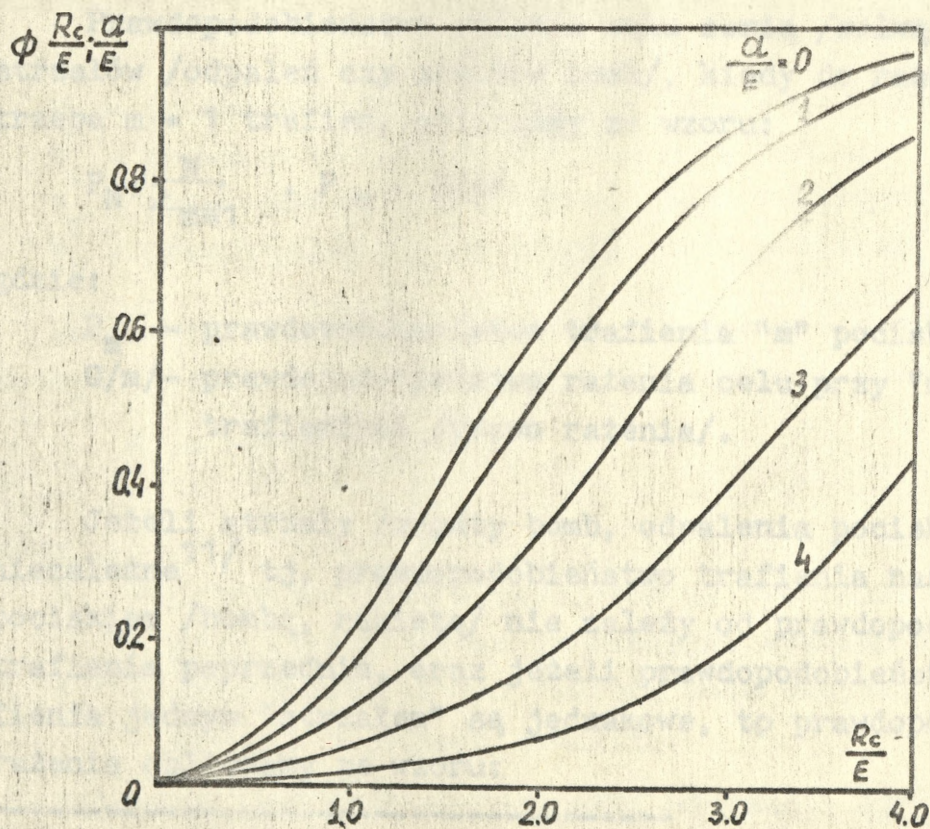
8/ Przeciwdziałanie systemu OPL przeciwnika poprzedza wykonanie ataku przez samolot /grupę/ na nakazany obiekt.

9/ Wartości prawdopodobieństwa pokonania systemu OPL przeciwnika wyciągnięte z podręcznika - "Podstawy taktyki lotnictwa myśliwsko-szturmowego i lotnictwa myśliwsko-bombowego" podano w rozdziale I.

$$P_r = P_1 \cdot \Phi \left(\frac{R_c}{E}; \frac{a}{E} \right)$$

gdzie:

- P_r - prawdopodobieństwo rażenia celu;
- P_1 - prawdopodobieństwo rażenia celu przy jednym trafieniu;
- R_c - promień celu;
- a - błąd systematyczny występujący podczas rozrzutu;
- E - uchylenie prawdopodobne.
- Φ - funkcja Laplace'a



Rys. 3.4. Przebieg prawdopodobieństwa rażenia celu jednym "strzałem".

Jeżeli środek rozrzutu pokrywa się ze środkiem celu /błąd systematyczny nie występuje/, to prawdopodobieństwo trafienia w krąg o promieniu R_c wyraża się wzorem:

$$P_r = P \cdot \Phi\left(\frac{R_c}{E}\right)$$

Ponadto dla uproszczenia obliczeń przyjęto metodę celu uogólnionego^{10/}, w której to biorąc pod uwagę prawdopodobieństwo rażenia przy "m" trafieniach /zwane prawem rażenia/ określa się uogólniony promień rażenia R_r , a następnie drogą analityczną oblicza się prawdopodobieństwo trafienia w uogólnioną powierzchnię celu.

Prawdopodobieństwo rażenia celu serią /salwą/ N strzałów /odpaleń czy zrzutów bomb/, kiedy do rażenia trzeba m = 1 trafień, obliczamy ze wzoru:

$$P_N = \sum_{m=1}^N P_m \cdot G/m/$$

gdzie:

P_m - prawdopodobieństwo trafienia "m" pociskami w cel;
 $G/m/$ - prawdopodobieństwo rażenia celu przy "m" trafieniach /prawo rażenia/.

Jeżeli strzały /zrzuty bomb, odpalenia pocisków/ są niezależne^{11/} tj. prawdopodobieństwo trafienia następnym pociskiem /bombą, rakieta/ nie zależy od prawdopodobieństwa trafienia poprzednim, oraz jeżeli prawdopodobieństwa trafienia jednym "strzałem" są jednakowe, to prawdopodobieństwo rażenia obliczamy ze wzoru:

-
- 10/ Powierzchnia celu powiększona o powierzchnię strefy rażenia zastosowanego środka rażenia stanowi powierzchnię celu uogólnionego. W charakterze celu uogólnionego przyjmuje się jakąkolwiek płaszczyznę o prostych kształtach.
- 11/ W celu uniknięcia ciągłych powtórzeń przez pojęcie "strzał" należy rozumieć zrzut bomb, odpalenie rakiet czy strzelanie z działek.

$$P_{rN} = 1 - /1 - P_1/N$$

gdzie:

- P_{rN} - prawdopodobieństwo rażenia celu N strzałami;
 P_1 - prawdopodobieństwo rażenia celu przy jednym trafieniu.

Wartości prawdopodobieństwa rażenia celu N strzałami podane są w tabeli /załącznik 14/.

W przypadku gdy do celu oddaje się kilka "niezależnych" strzałów" w różnych warunkach, np. zrzut bomb, odpalenie rakiet czy strzelanie z działek, prawdopodobieństwo rażenia celu obliczamy ze wzoru:

$$P_r = 1 - /1 - P_b/ \cdot /1 - P_r/ \cdot /1 - P_p/$$

gdzie:

- P_r - prawdopodobieństwo rażenia celu sumaryczne;
 P_b - prawdopodobieństwo rażenia celu bombami;
 P_r - prawdopodobieństwo rażenia celu rakietami;
 P_p - prawdopodobieństwo rażenia celu pociskami z działek.

Potrzebną liczbę samolotów do wykonania zadania z określonym prawdopodobieństwem gwarancyjnym obliczamy ze wzoru:

$$N_s = \frac{\lg /1 - P_g/}{\lg /1 - P_r/}$$

gdzie:

- N_s - potrzebna liczba samolotów do wykonania zadania;
 P_g - prawdopodobieństwo gwarancyjne wykonania zadania;
 P_r - prawdopodobieństwo rażenia celu wszystkimi środkami rażenia z jednego samolotu.

Kolejność obliczeń skuteczności uderzenia ogniowego na cele pojedyncze małowymiarowe najlepiej jest przedstawić na przykładach:

Przykład:

Określić liczbę samolotów Su-20 potrzebną do zniszczenia taktycznej rakiety "Lance" na stanowisku startowym. Cel o wymiarach $D = 6,5$ m $K = 3,5$ m. Z każdego samolotu zostanie zrzuconych 10 bomb OFAB - 250 - 270 z zapalnikami o działaniu zbliżeniowym oraz oddana zostanie 1,5 sekundowa seria z działek NR-30 np. - 45 pocisków. Uchylenie prawdopodobne podczas bombardowania $E_{x_b} = E_{y_b} = 65$ m /obliczone dla następujących warunków bombardowania $H_b = 590$ m, $V_b = 850$ km/h $\lambda_n = 10^\circ$ /. Uchylenie prawdopodobne podczas strzelania z działek $E_{x_p} = E_{y_p} = 11,6$ m /obliczone dla średniej odległości strzelania 2200 m i współczynnika $k = 0,007$ /. Prawdopodobieństwo pokonania systemu OPL przeciwnika przez parę samolotów $P_{OPL} = 0,83$ /para samolotów przebywające w strefie ostrzału baterii Hawk 1,5 minuty na średniej wysokości 300 m - tabela 6 str.30/. Atak celu bezpośrednio z trasy z wykorzystaniem w jednym nalocie uzbrojenia artyleryjskiego i bombardierskiego.

Rozwiązanie

1. Z tabeli charakterystyk rażącego działania lotniczych środków rażenia na typowe obiekty pola walki odczytujemy wartości powierzchni rażenia dla zniszczenia rakiety Lance na stanowisku startowym nakazanymi środkami rażenia.

Tabela 3.1.

Wyciąg z tabeli charakterystyk rażącego działania lotniczych środków rażenia na typowe obiekty pola walki /załącznik 25,poz.1/

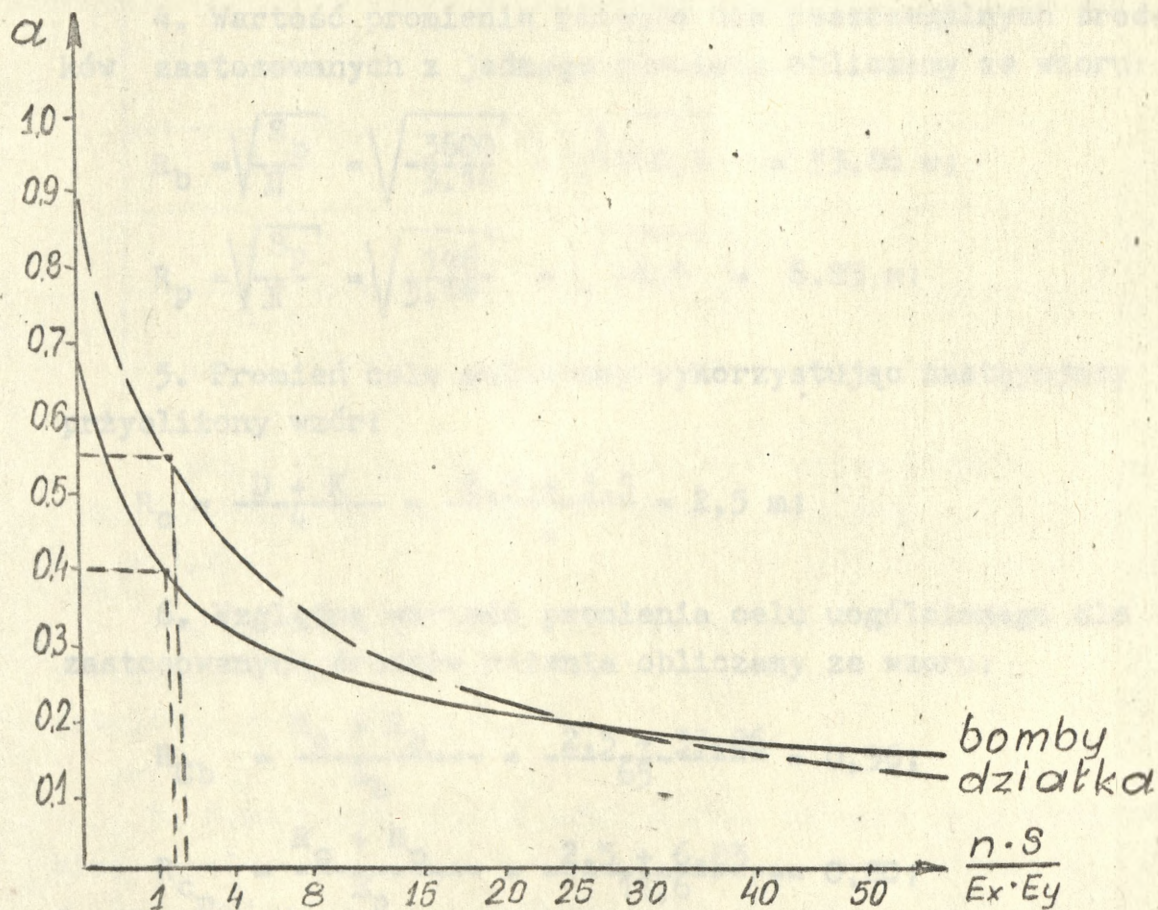
Nazwa obiektu	Typ /kaliber, wagomiar/ środków rażenia	Rodzaj pracy, zapalnika	Stopień rażenia zniszczenie	
			S/m ² /	R/m/
Taktyczna rakietą typu LANCE na SS	OFAB-250-270	zbliżeniowy	900	17,0
	NR - 30	-	5,9	1,4

Rys. 3.5. Wykres współczynników gęstości rażenia salwy.

- płaszczyzna rażenia bomby OFAB-250-270 z zapalnikiem o działaniu zbliżeniowym "dla zniszczenia" wynosi $S_b = 900 \text{ m}^2$;

- płaszczyzna rażenia pocisku z działek NR-30 $S_p = 5,9 \text{ m}^2$.

2. Z wykresu współczynników gęstości trafienia salwą /załącznik 26/ dla następujących danych $n_b = 10$, $S_b = 900 \text{ m}^2$, $E_b = 65 \text{ m}$ i $n_p = 45$, $S_p = 59 \text{ m}^2$, $E_p = 11,6 \text{ m}$ odczytujemy wartości a_b i a_p



Rys. 3.5. Wykres współczynników gęstości trafienia salwą.

- współczynnik gęstości trafienia salwą bombową $a_b = 0,4$;
- współczynnik gęstości trafienia salwą pocisków z działek $a_p = 0,55$.

3. Wielkość płaszczyzn rażenia salwy bombowej i salwy pocisków z działek NR-30 z uwzględnieniem współczynnika gęstości trafienia salwy a_b i a_p obliczamy ze wzoru:

$$S_b = S_b \cdot n_b \cdot a_b = 900 \cdot 10 \cdot 0,4 = 3600 \text{ m}^2;$$

$$S_p = S_p \cdot n_p \cdot a_p = 5,9 \cdot 45 \cdot 0,55 = 146 \text{ m}^2$$

4. Wartość promienia rażenia dla poszczególnych środków zastosowanych z jednego samolotu obliczamy ze wzoru:

$$R_b = \sqrt{\frac{S_b}{\pi}} = \sqrt{\frac{3600}{3,14}} = \sqrt{1146,5} = 33,86 \text{ m};$$

$$R_p = \sqrt{\frac{S_p}{\pi}} = \sqrt{\frac{146}{3,14}} = \sqrt{46,5} = 6,83 \text{ m};$$

5. Promień celu obliczamy wykorzystując następujący przybliżony wzór:

$$R_c = \frac{D + K}{4} = \frac{6,5 + 3,5}{4} = 2,5 \text{ m};$$

6. Względną wartość promienia celu uogólnionego dla zastosowanych środków rażenia obliczamy ze wzoru:

$$R_{Cb} = \frac{R_c + R_b}{E_b} = \frac{2,5 + 33,86}{65} = 0,56;$$

$$R_{Cp} = \frac{R_c + R_p}{E_p} = \frac{2,5 + 6,83}{11,6} = 0,80;$$

7. Według danych $R_{c_b} = 0,56$, $R_{c_p} = 0,80$ i $\frac{a}{E} = 0$ odczytujemy z tabeli /załącznik 24/ wartości prawdopodobieństw rażenia celu:

Tabela 3.2

Wyciąg z tabeli wartości prawdopodobieństwa trafienia w koło o promieniu $\frac{R_c}{E}$:

$R_{c,E}$	Prawdopodobieństwo rażenia celu przy $\frac{a}{E} = 0$
0,5	0,056
0,56	0,070
0,6	0,079
0,8	0,136

- prawdopodobieństwo rażenia celu salwą bombową /10xOFAB-250-270/ zrzuconą z jednego samolotu wynosi $P_{r_b} = 0,07$;

- prawdopodobieństwo rażenia celu salwą pocisków z działek NR-30 /45 pocisków/ wystrzeloną z jednego samolotu wynosi $P_{r_p} = 0,136$.

8. Sumaryczne prawdopodobieństwo rażenia celu wszystkimi zastosowanymi środkami rażenia z jednego samolotu z uwzględnieniem prawdopodobieństwa pokonania systemu OPL przeciwnika $P_{OPL} = 0,83$ obliczamy ze wzoru:

$$P_r = P_{OPL} \left[1 - (1 - P_{r_b}) (1 - P_{r_p}) \right] = 0,83 \left[1 - (1 - 0,07) / 1 - 0,136 / \right] = 0,83 \left[1 - 0,09 \cdot 0,864 \right] = 0,83 / 1 - 0,8 / = 0,83 \cdot 0,2 \approx 0,17$$

9. Potrzebną bojową^{12/} liczbę samolotów do wykonania postawionego zadania odczytujemy z tabeli /załącznik 27/ obliczonej według wzoru

$$N_S = \frac{\lg \frac{1 - P_g}{1 - P_r}}{\lg \frac{1 - P_g}{1 - P_r}} \quad \text{dla prawdopodobieństwa gwarancyjnego}$$

$$P_g = 0,95.$$

Tabela 3.3.

Wyciąg z tabeli potrzebnej liczby samolotów

M_n lub p_{r_z}	U lub P_g
	0,95
0,15	21,36
0,17	15,00
0,20	13,41

Odpowiedź:

Dla zniszczenia taktycznej rakiety "Lance" na stanowisku startowym z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g = 0,95$ koniecznym jest wydzielenie 15 samolotów z założonym ładunkiem bojowym i warunkami ataku.

Przykład:

Klucz samolotów Su-20 działający w strefie samodzielnego poszukiwania i zwalczania, rozpoznał cel i wykonuje uderzenie

^{12/} Potrzebna bojowa liczba samolotów uwzględnia w sobie współczynnik pokonania obrony przeciwlotniczej przeciwnika.

na wyrzutnię z rakieta "Lance". W związku z tym, że samoloty w kluczu posiadają mieszany ładunek bojowy a mianowicie:

- para samolotów - 10 x OFAB - 250 - 270 z zapalnikami o działaniu zbliżeniowym, plus uzbrojenie artyleryjskie - 2 x NR - 30;

- druga para - 6 x UB - 32 z raketami S-5K plus uzbrojenie artyleryjskie 2 x NR - 30;

dowódca klucza zdecydował w pierwszym nalocie wykonać atak parami zgodnie z posiadanym uzbrojeniem, w drugim nalocie pojedynczo odpalając 1,5 s serię z działek NR-30 /45 pocisków/.

Obliczyć z jakim prawdopodobieństwem zostanie rażony cel wiedząc, że: uchylenie prawdopodobne podczas bombardowania z lotu nurkowego ze zmiennym kątem wynosi $E_x = E_y = 60$ m, odpalenia raket z $D_{sr} = 1400$ m $E_x = E_y = 9,5$ m i strzelania z działek z $D_{sr} = 1500$ m - $E_x = E_y = 7,8$ m.

Prawdopodobieństwo pokonania OPL przeciwnika $P_{OPL} = 0,81$.

Rozwiązanie

Analogicznie jak w poprzednim przykładzie określamy:

1. Płaszczyznę rażenia
 - bomby OFAB-250-270 $S_b = 900m^2$
 - rakiety S-5K $S_r = 7,5m^2$
 - pocisku kalibru 30mm $S_p = 5,9m^2$

2. Współczynnik gęstości trafienia salwą:

- bomb OFAB-250-270 $a_b = 0,35$
- raket S-5K $a_r = 0,19$
- pocisków z działek NR-30

$$a_p = 0,43$$

3. Wielkość płaszczyzny rażenia z uwzględnieniem współczynnika gęstości trafienia salwą:

- bomb OFAB-250-270 $S_b = 3150 \text{ m}^2$
- rakiet S-5K $S_r = 273,6 \text{ m}^2$
- pocisków z działek NR-30 $S_p = 114,2 \text{ m}^2$

4. Promień rażenia salwy poszczególnych środków rażenia zastosowanych z jednego samolotu:

- $R_b = 31,67 \text{ m}$
- $R_r = 9,33 \text{ m}$
- $R_p = 6,03 \text{ m}$

5. Promień celu $R_c = 2,5 \text{ m}$.

6. Względną wartość promienia celu uogólnionego dla poszczególnych zastosowanych środków rażenia:

- $R_{c_b} = 0,57$
- $R_{c_r} = 1,24$
- $R_{c_p} = 1,09$

7. Prawdopodobieństwo rażenia celu salwą /załącznik 24/

- bomb OFAB-250-270 $P_b = 0,072$
- rakiet S-5K $P_r = 0,295$
- pocisków z działek NR-30 $P_p = 0,237$

8. Prawdopodobieństwo rażenia celu poszczególnymi środkami rażenia i wydzieloną liczbą samolotów obliczamy ze wzoru:

$$P_{r_N} = 1 - (1 - P_r)^N$$

lub odczytujemy z tabeli /załącznik 14/ obliczającej według tego wzoru.

Tabela 3.4.

Wyciąg z tabeli prawdopodobieństw rażenia celu /"n"
strzałami pojedynczymi, seriami, salwami lub różnymi
środkami rażenia/

P_r	n	
	2	4
0,072	0,139	-
0,295	0,503	-
0,237	-	0,660

- prawdopodobieństwo rażenia celu parą samolotów
z ładunkiem 10 x OFAB - 250 - 270 $P_{r_b} = 0,139$

- prawdopodobieństwo rażenia celu parą samolotów
z ładunkiem 6 x UB-32 z S-5K $P_{r_r} = 0,503$

- prawdopodobieństwo rażenia celu kluczem samolotów
1,5 sekundową serią z działek NR-30 $P_{r_p} = 0,660$

9. Sumarycznie prawdopodobieństwo rażenia celu wszyst-
kimi środkami rażenia zastosowanymi podczas atakowania
celu kluczem samolotów z uwzględnieniem prawdopodobieństwa
pokonania systemu OPL przeciwnika obliczamy ze wzoru:

$$\begin{aligned}
 P_r &= P_{OPL} \cdot \left[1 - \left(1 - P_{r_b} \right) \cdot \left(1 - P_{r_r} \right) \cdot \left(1 - P_{r_p} \right) \right] = \\
 &= 0,81 \left[1 - \left(1 - 0,139 \right) \cdot \left(1 - 0,503 \right) \cdot \left(1 - 0,66 \right) \right] = \\
 &= 0,81 \left[1 - \left(0,861 \cdot 0,497 \cdot 0,43 \right) \right] = \\
 &= 0,81 \left[1 - 0,145 \right] = 0,81 \cdot 0,855 = 0,69;
 \end{aligned}$$

Odpowiedź:

Klucz samolotów Su-20 wykorzystując podany w zadaniu ładunek bojowy oraz sposób i warunki ataku zniszczy taktyczną raketę Lance z prawdopodobieństwem równym 0,69.

3.3. Łączna ocena możliwości ogniowych samolotu /grupy/ podczas działań na cele grupowe

Celem grupowym - jak już wspomniano - nazywamy zbiór jednorodnych pojedynczych celów, kiedy jeden uogólniony strzał /odpalenie raket czy zrzut bomb/ może razić tylko jeden obiekt.^{13/} Najczęściej zadanie uderzenia ogniowego na cel grupowy sprowadza się do tego, aby zniszczyć jak największą liczbę obiektów celu grupowego. W tym przypadku najlepiej jest za wskaźnik skuteczności oddziaływania ogniowego przyjmować średnią liczbę rażonych celów, którą dla założonych warunków /strzelania, bombardowania, czy odpalenia raket bez przenoszenia ognia/ przy ogólnie liczbie N oraz " n " oddalonych strzałów oblicza się ze wzoru:

$$M_{\text{śr}} = N_0 \left[1 - 1 - P / \frac{n}{N_0} \right] ;$$

Średnią część rażonych elementów celu grupowego $U_{\text{śr}}$ możemy obliczyć z następującego wzoru:

$$U_{\text{śr}} = \frac{M_{\text{śr}}}{N_0}$$

13/ Cele grupowe w obowiązującej literaturze dzielą się na: cele grupowe rozśredkowane i cele grupowe zwarte. Autor przyjął, że celami grupowymi są tylko cele grupowe rozśredkowane, w których odległości między poszczególnymi obiektami zapewniają rażenie bombą raketą czy pociskami z działek tylko jednego obiektu. Natomiast cele grupowe zwarte, w których jedna bomba, raketa czy pocisk z działek mogą razić kilka obiektów z tego celu autor uznał za szczególny przypadek celu powierzchniowego.

Z wzoru tego wynika, że średnia część rażonych elementów celu grupowego wzrasta wraz ze wzrostem liczby środków wydzielonych na każdy z nich. Stąd można wyprowadzić przybliżony wzór na określenie potrzebnej liczby samolotów.

$$N_s = N_o \frac{\lg /1-U_n/}{\lg 1-P^{14}}$$

gdzie:

- M_{sr} - średnia liczba rażonych elementów celu grupowego;
- N_o - ogólna /pekna/ liczba elementów w celu grupowym;
- n - liczba środków rażenia /zrzutów bomb, odpaleń rakiet strzałów z działek/;
- P - prawdopodobieństwo rażenia celu jednym uogólnionym strzałem;^{14/}
- U_n - nakazana /zadana/ średnia część rażonych elementów w celu grupowym.

W niektórych przypadkach "strzelania" do celu grupowego średnia liczba rażonych elementów nie może służyć jako jedyny wskaźnik skuteczności, a konieczne będzie określenie prawdopodobieństwa rażenia wszystkich N_o elementów celu grupowego lub prawdopodobieństwo rażenia nie mniej niż "z" elementów ze składu grupy. Wówczas wskaźnikami skuteczności będą:

- P_{N_o} - prawdopodobieństwo rażenia wszystkich N_o elementów;
- P_z - prawdopodobieństwo rażenia nie mniej niż "z" elementów.

Dla obliczenia tych prawdopodobieństw wystarczy znać rozkład liczby rażonych elementów tj. prawdopodobieństw $P_o, P_1, P_2 \dots P_N$ tego, że będzie rażonych 0, 1, 2 ... N_o elementów celu grupowego.

14/ Wykonanie bombardowania, odpalenia rakiet i strzelania z działek z jednego samolotu przyjęto jako jeden strzał uogólniony rażący cel z pewnym prawdopodobieństwem sumarycznym.

Jeżeli na cel grupowy składający się z N elementów wykonuje się uderzenie ogniowe określoną liczbą uogólnionych strzałów i na każdy z tych elementów jest określona wcześniej pewna liczba środków ogniowych /strzelanie bez przeniesienia ognia z rażonego elementu na inny/, to wynik uderzenia na każdy z tych elementów nie zależy od wyniku uderzenia na inny. Wtedy N_0 elementów, na które zostało wykonane uderzenie ogniowe, można rozpatrywać jako N niezależnych doświadczeń i zastosować znane twierdzenie o doświadczeniach z powtórzeniami.

Jeżeli każdy element w wyniku uderzenia ogniowego jest rażony z takim samym prawdopodobieństwem P , to na podstawie wspomnianego twierdzenia prawdopodobieństwo tego, że będzie rażonych równo " m " elementów z N_0 , na które wykonano uderzenie, można określić ze wzoru:

$$P_m = C_N^m \cdot P^m / 1 - P / N - m$$

gdzie:

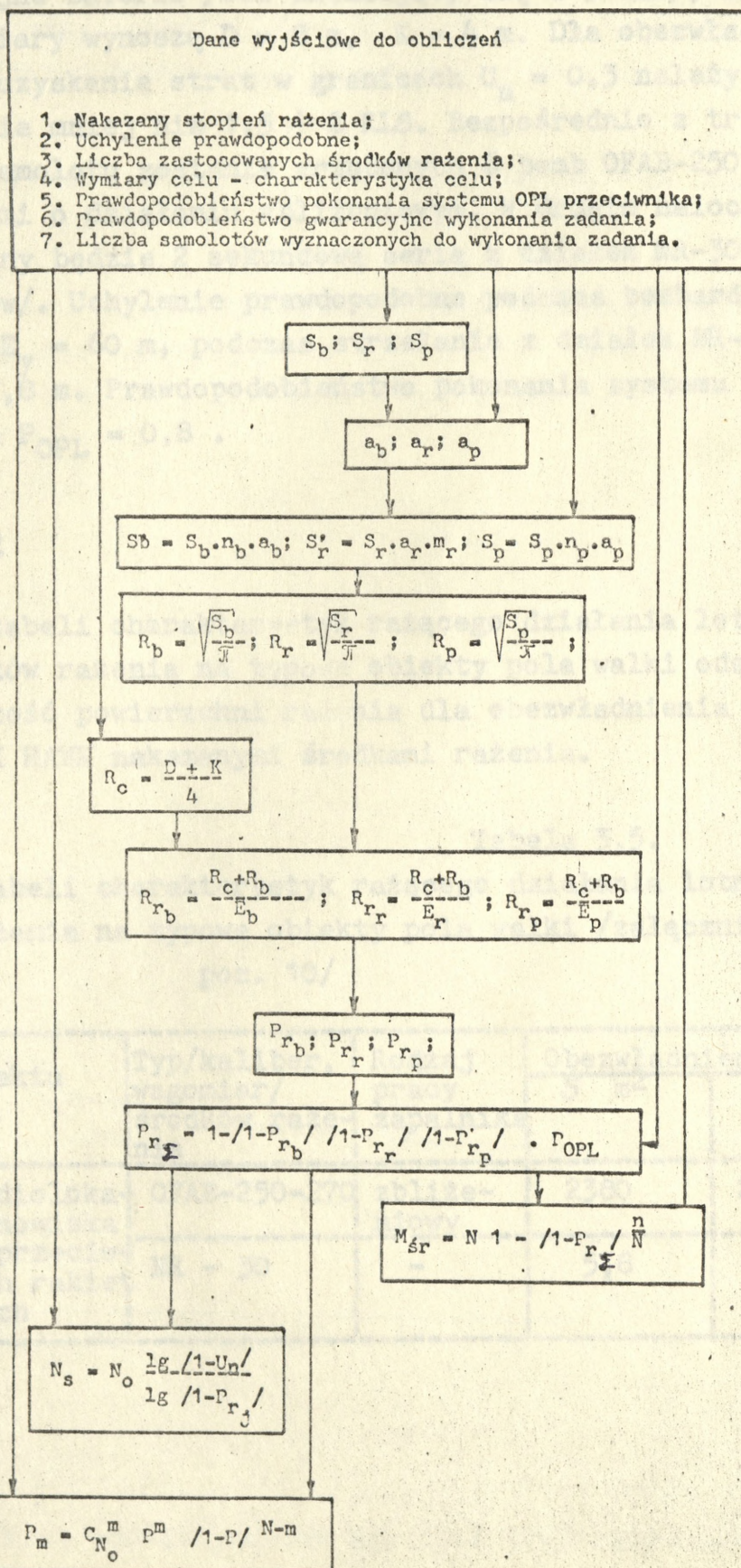
- P_m - prawdopodobieństwo tego, że zostanie trafionych równo " m " elementów celu grupowego;
- C_N^m - liczba kombinacji z N_0 elementów po " m ";
- P^m - prawdopodobieństwo rażenia ostrzeliwanego elementu celu grupowego;
- N - liczba wszystkich elementów w celu grupowym;
- m - liczba ostrzelanych elementów celu grupowego.

Kolejność obliczeń skuteczności uderzenia ogniowego na cele grupowe przedstawiono w następujących przykładach:

Przykład

Określić liczbę samolotów Su-7BKŁ potrzebną do obezwładnienia baterii PRK HAWK. Atak wykonywany jest na stacje

Algorytm obliczeń dla celów grupowych



radiolokacyjne baterii /cel składający się z 5 RLS/, których średnie wymiary wynoszą $D = 8$ m, $K = 4$ m. Dla obezwładnienia tj. uzyskania strat w granicach $U_n = 0,3$ należy uszkodzić nie mniej niż $1,5 \div 2$ RLS. Bezpośrednio z trasy z każdego samolotu zostanie zrzuconych 6 bomb OFAB-250-270 z zapalnikami o działaniu zbliżeniowym. W drugim nalocie cel atakowany będzie 2 sekundową serią z działek NR-30 /60 pocisków/. Uchylenie prawdopodobne podczas bombardowania $E_x = E_y = 60$ m, podczas strzelania z działek NR-30, $E_x = E_y = 7,8$ m. Prawdopodobieństwo pokonania systemu OPL przeciwnika $P_{OPL} = 0,8$.

Rozwiązanie

1. Z tabeli charakterystyk rażącego działania lotniczych środków rażenia na typowe obiekty pola walki odzyskujemy wartość powierzchni rażenia dla obezwładnienia baterii PRK HAWK nakazanymi środkami rażenia.

Tabela 3.5.

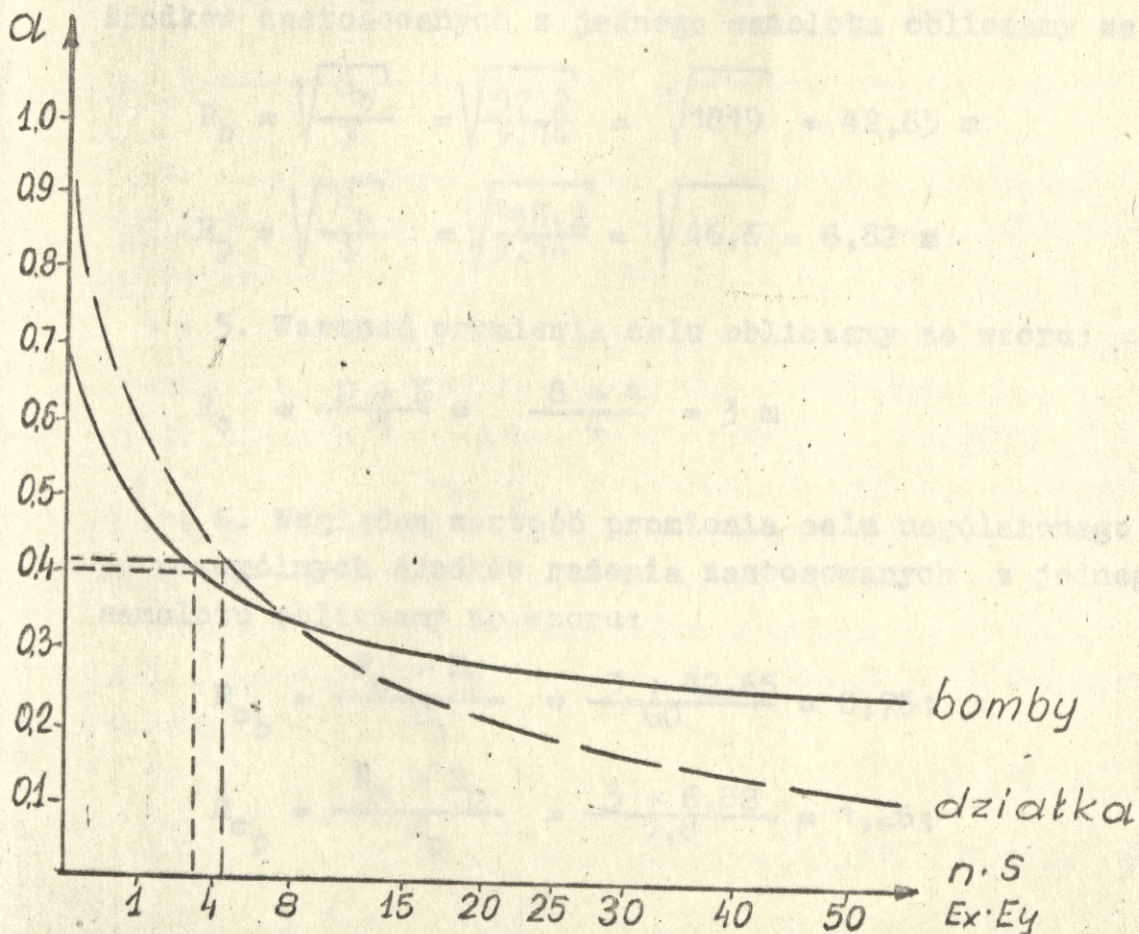
Wyciąg z tabeli charakterystyk rażącego działania lotniczych środków rażenia na typowe obiekty pola walki /załącznik 25, poz. 10/

Nazwa obiektu	Typ/kaliber, wagomiar/środków rażenia	Rodzaj pracy zapalnika	Obezwładnienie	
			5 m ²	R/m/
Stacje radiolokacyjne, stanowiska startowe przeciwlotniczych rakiet kierowanych	OFAB-250-270	zbliżeniowy	2380	27,5
	NR - 30	-	5,8	1,4

- płaszczyzna rażenia bomby OFAB-250-270 z zapalnikiem o działaniu zbliżeniowym "dla obezwładnienia" wynosi $S_b = 2380 \text{ m}^2$;

- płaszczyzna rażenia pocisku z działek NR - 30 dla obezwładnienia wynosi $S_p = 5,8 \text{ m}^2$;

2. Z wykresu współczynników gęstości trafienia salwą /załącznik 26/ dla następujących danych $n_b=6$, $S_b=2380 \text{ m}^2$, $E_b=65$ i $n_p=60$, $S_p=5,8 \text{ m}^2$, $E_p=7,8 \text{ m}$ odczytujemy wartości a_b i a_p



Rys. 3.6. Wykres współczynników gęstości trafienia salwą

- współczynnik gęstości trafienia salwą bombową

$$a_b = 0,40;$$

- współczynnik gęstości trafienia salwą pocisków z działek

$$a_p = 0,42;$$

3. Wielkość płaszczyzn rażenia salwą poszczególnych środków zastosowanych z jednego samolotu z uwzględnieniem współczynnika gęstości trafienia obliczamy ze wzoru:

$$S_b = S_b \cdot n_b \cdot a_b = 2380 \cdot 6 \cdot 0,4 = 5712 \text{ m}^2$$

$$S_p = S_p \cdot n_p \cdot a_p = 5,8 \cdot 60 \cdot 0,42 = 146,2 \text{ m}^2$$

4. Wartość promienia rażenia salwy poszczególnych środków zastosowanych z jednego samolotu obliczamy ze wzoru:

$$R_b = \sqrt{\frac{S_b}{\pi}} = \sqrt{\frac{5712}{3,14}} = \sqrt{1819} = 42,65 \text{ m}$$

$$R_p = \sqrt{\frac{S_p}{\pi}} = \sqrt{\frac{146,2}{3,14}} = \sqrt{46,6} = 6,82 \text{ m}$$

5. Wartość promienia celu obliczamy ze wzoru:

$$R_c = \frac{D + K}{4} = \frac{8 + 4}{4} = 3 \text{ m}$$

6. Względną wartość promienia celu uogólnionego dla poszczególnych środków rażenia zastosowanych z jednego samolotu obliczamy ze wzoru:

$$R_{c_b} = \frac{R_c + R_b}{E_b} = \frac{3 + 42,65}{60} = 0,76;$$

$$R_{c_p} = \frac{R_c + R_p}{E_p} = \frac{3 + 6,82}{7,8} = 1,26;$$

7. Według danych: $R_{c_b} = 0,76$, $R_{c_p} = 1,26$ i $\frac{a}{E} = 0$ odczytujemy z tabli /załącznik 24/ wartości prawdopodobieństw rażenia celu.

Tabela 3.6

Wyciąg z tabli wartości prawdopodobieństwa trafienia w koło o promieniu $\frac{E}{E_0}$

R_{c_E}	Prawdopodobieństwo rażenia celu przy $\frac{a}{E} = 0$
0,76	0,124
1,26	0,303

- prawdopodobieństwo rażenia celu salwą 6 x OFAB-250-270 zrzuconą z jednego samolotu na jeden element celu grupowego wynosi $P_{r_b} = 0,124$;

- prawdopodobieństwo rażenia celu serią 60 pocisków z działek NR-30 wystrzeloną z jednego samolotu na jeden element celu grupowego wynosi $P_{r_p} = 0,303$;

8. Sumaryczne prawdopodobieństwo rażenia celu środkami zastosowanymi z jednego samolotu na jeden element celu grupowego z uwzględnieniem prawdopodobieństwa pokonania systemu OPL przeciwnika $P_{OPL} = 0,8$ obliczamy ze wzoru:

$$\begin{aligned}
 P_{r_\Sigma} &= P_{OPL} [1 - /1 - P_{r_b} / \cdot /1 - P_{r_p} /] = 0,8 [1 - /1 - 0,124 / \\
 &\quad /1 - 0,303 /] = 0,8 [1 - 0,876 \cdot 0,697 /] = \\
 &= 0,8 \cdot /1 - 0,61 / = 0,8 \cdot 0,39 = 0,312;
 \end{aligned}$$

9. Potrzebną bojową liczbę samolotów dla obezwładnienia dwóch z pięciu RLS /t.j. zadania strat $U_n=0,3/$ odczytujemy z tabeli /załącznik 27/ lub obliczamy z następującego wzoru:

$$N_s = N_o \cdot \frac{\lg /1-U_n/}{\lg /1-P_n/} = 5 \cdot \frac{\lg /1-0,3/}{\lg /1-0,3127/} = 5 \cdot \frac{\lg 0,7}{\lg 0,688} =$$
$$= 5 \cdot \frac{0,155}{0,162} = 5 \cdot 0,956 = 4,78 \approx 5 \text{ samolotów}$$

Odpowiedź:

Dla obezwładnienia dwóch RLS baterii PRK HAWK konieczne jest wydzielenie pięciu samolotów Su-7BKL z założonym ładunkiem bojowym, sposobem i warunkami ataku.

Przykład

Określić oczekiwany rezultat /średnią liczbę rażonych elementów z celu grupowego/ wykonania uderzenia czterech samolotów Su-20 na cztery wyrzutnie rakietowe /cel o wymiarach $D=5 \text{ m}$ $K = 4 \text{ m}/$ baterii PRK HAWK w celu ich obezwładnienia stosując następujący mieszany ładunek bojowy:

pierwsza para 1,5 sekundową serię z działek NR-30 i czterech kontenerów UPK-23-250 z działkami GSz-23 /345 pocisków/, druga para 1,5 sekundowa seria z działek NR-30 /45 pocisków/ a następnie salwą niekierowanych rakiet S-5K z 6 zasobników UB-32 /192 rakiet/.

Uchylenie prawdopodobne dla pierwszej pary $E_x = E_y = 7,8 \text{ m}$ dla drugiej pary podczas strzelania z działek $E_x = E_y = 11,6 \text{ m}$ rakiet $E_x = E_y = 9,5 \text{ m}$. Prawdopodobieństwo pokonanie systemu OPL przeciwnika $P_{OPL} = 0,83$.

Rozwiązanie

Analogicznie jak w poprzednim przykładzie określamy:

1. Płaszczyznę rażenia - pocisku kalibru 23 mm

$$S_p = 3,2 \text{ m}^2$$

- pocisku kalibru 30 mm

$$S_p = 5,8 \text{ m}^2$$

- rakiety S - 5 K

$$S_r = 40 \text{ m}^2$$

2. Współczynnik gęstości rażenia salwą:

- pocisków z działek GSz $a_p = 0,22$

- pocisków z działek NR-30 $a_p = 0,52$

- rakiet S - 5 K $a_r = 0,09$

3. Wielkość płaszczyzny rażenia z uwzględnieniem współczynnika gęstości trafienia salwą:

- pocisków z działek GSz $S_p = 243 \text{ m}^2$

- pocisków z działek NR-30 $S_p = 135,7 \text{ m}^2$

- rakiet S-5K $S_r = 691 \text{ m}^2$

4. Promień rażenia salwy poszczególnych środków rażenia zastosowanych z jednego samolotu:

- pocisków z działek GSz $R_p = 8,8 \text{ m}$

- pocisków z działek NR-30 $R_p = 6,6 \text{ m}$

- rakiet S-5K $R_r = 14,8 \text{ m}$

5. Promień celu $R_c = \frac{D + K}{4} = \frac{5 + 4}{4} = 2,25 \text{ m}$.

6. Względną wartość promienia celu uogólnionego dla poszczególnych zastosowanych środków rażenia:

- pocisków z działek GSz $R_{c_p} = 1,42$
- pocisków z działek NR-30 $R_{c_p} = 0,76$
- rakiet S-5K $R_{c_p} = 1,79$

7. Prawdopodobieństwo rażenia celu salwą /załącznik 24/

- pocisków z działek GSz $P_{r_p} = 0,368$;
- pocisków z działek NR-30 $P_{r_p} = 0,124$;
- rakiet S-5K $P_{r_r} = 0,517$;

8. Prawdopodobieństwo rażenia celu poszczególnymi środkami rażenia i wydzieloną liczbą samolotów obliczamy następująco:

Δ dla pierwszej pary

$$\begin{aligned} P_{r_1} &= 1 - \left(1 - P_{r_p/NR}\right) \cdot \left(1 - P_{r_p/GSz}\right) = \\ &= 1 - /1 - 0,124/ \cdot /1 - 0,368/ = \\ &= 1 - /0,876 \cdot 0,632/ = 1 - 0,554 = 0,446; \end{aligned}$$

- dla drugiej pary

$$\begin{aligned} P_{r_2} &= 1 - /1 - P_{r_p/NR}/ / /1 - P_{r_r}/ = 1 - /1 - 0,124/ \\ & /1 - 0,517/ = 1 - /0,876 \cdot 0,483/ = \\ &= 1 \Delta 0,423 = 0,577; \end{aligned}$$

9. Sumaryczne prawdopodobieństwo rażenia celu z uwzględnieniem prawdopodobieństwa pokonania systemu OPL przeciwnika $P_{OPL} = 0,83$ obliczamy ze wzoru:

$$\begin{aligned} P_{r_\Sigma} &= P_{OPL} \left[1 - /1 - P_{r_1}/ /1 - P_{r_2}/\right] = \\ &= 0,83 \left[1 - /1 - 0,446/ /1 - 0,577/\right] = \\ &= 0,83 \left[1 - /0,554 \cdot 0,423/\right] = 0,83 \cdot /1 - 0,234/ \\ &= 0,636 : \end{aligned}$$

10. Według danych: $N_0 = 4$ - liczba obiektów w celu grupowym, $n = 4$ - liczba samolotów wyznaczona do wykonania zadania, $P_r = 0,636$ obliczamy średnią liczbę różnych obiektów z celu grupowego wykorzystując wzór:

$$\begin{aligned} M_{\text{sr}} &= N_0 \left[1 - \sqrt[n]{1 - P_r} \right] = 4 \left[1 - \sqrt[4]{1 - 0,636} \right] = \\ &= 4 \left[1 - \sqrt{0,364^2} \right] = 4 \cdot 0,636 = 2,54 \approx 3; \end{aligned}$$

Odpowiedź

Dla przyjętych w zadaniu warunków można oczekiwać, że zostanie zniszczonych około trzech wyrzutni baterii PRK HAWK.

Przykład

Określić prawdopodobieństwo obezwładnienia nie mniej niż 3 z 5 stacji radiolokacyjnych posterunku wykrywania i naprowadzania. Wymiary pojedynczej RIS $D = 8$ m, $K = 4$ m. Zadanie wykonuje klucz samolotów Su-20 w dwóch nalotach:

- w nalocie pierwszym zrzut 10 bomb OFAB - 250-270 z zapalnikami zbliżeniowymi oraz 1,5 sekundowa seria z działek NR-30 /45 pocisków/;

- w drugim nalocie 2 sekundowa seria z działek NR-30 /60 pocisków/;

Uchylenie prawdopodobne podczas bombardowania $E_{x_b} = E_{y_b} = 45$ m, strzelania z działek w pierwszym nalocie $E_{x_p} = E_{y_p} = 12$ m, w drugim nalocie $E_{x_p} = E_{y_p} = 8,5$ m.

Prawdopodobieństwo pokonania systemu OPL przeciwnika $P_{\text{OPL}} = 0,9$.

Rozwiązanie

Analogicznie jak w poprzednich przykładach określamy:

1. Płaszczyznę rażenia:

- bomby OFAB-250-270 $S_b = 2060 \text{ m}^2$
- pocisku z działek NR-30 $S_p = 5,8 \text{ m}^2$

2. Współczynnik gęstości rażenia z salwą:

- bomb $a_b = 0,25$
- pocisków z działek w I nalocie $a_{p1} = 0,52$
- pocisków z działek w II nalocie $a_{p2} = 0,42$

3. Wielkość płaszczyzn rażenia z uwzględnieniem współczynnika gęstości trafienia salwą:

- bomb $S_b = 5150 \text{ m}^2$
- pocisków z działek w I nalocie $S_{p1} = 135,7 \text{ m}^2$
- pocisków z działek w II nalocie $S_{p2} = 146,2 \text{ m}^2$

4. Promień rażenia salwy poszczególnych środków rażenia:

- bomb $R_b = 40,5 \text{ m}$
- pocisków z działek w I nalocie $R_{p1} = 6,6 \text{ m}$
- pocisków z działek w II nalocie $R_{p2} = 6,8 \text{ m}$

5. Promień celu $R_c = \frac{D + K}{4} = \frac{8 + 4}{4} = 3 \text{ m}$

6. Względną wartość promienia celu uogólnionego dla poszczególnych zastosowanych środków rażenia:

- bomb $R_{cb} = 0,97$
- pocisków z działek w I nalocie $R_{cp_1} = 0,8$
- pocisków z działek w II nalocie $R_{cp_2} = 1,16$

7. Prawdopodobieństwo rażenia celu salwą:

- bomb $P_{rb} = 0,193$
- pocisków z działek w I nalocie $P_{rp_1} = 0,136$
- pocisków z działek w II nalocie $P_{rp_2} = 0,264$

8. Sumaryczne prawdopodobieństwo rażenia celu w pierwszym nalocie:

$$\begin{aligned} P_{r_{\Sigma 1}} &= 1 - (1 - P_{rb}) \cdot (1 - P_{rp_1}) = 1 - (1 - 0,193) \cdot (1 - 0,136) = \\ &= 1 - (0,807 \cdot 0,864) = 1 - 0,697 = 0,30 \end{aligned}$$

9. Sumaryczne prawdopodobieństwo rażenia celu pojedynczym samolotem w dwóch nalotach z uwzględnieniem współczynnika pokonania systemu OPL przeciwnika.

$$\begin{aligned} P_{r_{\Sigma}} &= P_{OPL} [1 - (1 - P_{r_{\Sigma 1}})(1 - P_{r_{\Sigma 2}})] = 0,9 [1 - (1 - 0,3)(1 - 0,264)] = \\ &= 0,9 (1 - 0,7 \cdot 0,736) = 0,9 \cdot (1 - 0,515) = 0,9 \cdot 0,485 = 0,44 \end{aligned}$$

10. Według danych $P_{r_{\Sigma}} = 0,44$, $N_0 = 4$, $m = 3$, obliczamy prawdopodobieństwo obezwładnienia nie mniej niż 3 stacji radiolokacyjnych ze wzoru:

$$P_m = C_{N_0}^m \cdot P^m \cdot (1 - P)^{N - m}$$

W tym celu obliczamy prawdopodobieństwo \bar{P}_3 i \bar{P}_4 tego, że będą rażone trzy obiekty celu grupowego:

$$\begin{aligned}\bar{P}_3 &= C_4^3 \cdot 0,44^3 \cdot (1 - 0,44)^{4-3} = 4 \cdot 0,085 \cdot 0,56 = \\ &= 0,19;\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{P}_4 &= C_4^4 \cdot 0,44^4 \cdot (1 - 0,44)^{4-4} = 1 \cdot 0,037 \cdot 1 = \\ &= 0,037;\end{aligned}$$

Mając dane \bar{P}_3 i \bar{P}_4 obliczamy prawdopodobieństwo rażenia nie mniej niż trzech stacji radiolokacyjnych:

$$P_{m_4} = \bar{P}_3 + \bar{P}_4 = 0,19 + 0,037 = 0,227;$$

Odpowiedz:

Trzy stacje radiolokacyjne zostaną obezwładnione z prawdopodobieństwem rażenia 0,227.

3.4. Łączna ocena możliwości ogniowych samolotu /grupy/ podczas działań na cele powierzchniowe

Cel powierzchniowy, czyli zbiór różnorodnych obiektów rozmieszczonych na określonej powierzchni o nieregularnych konturach trudnych do ustalenia, może stanowić szczególny przypadek celu grupowego zwartego. Podczas zastosowania bojowego uzbrojenia samolotów nie uwzględnia się wówczas wzajemnego położenia poszczególnych elementów celu i ich liczby, a uderzenie ogniowe wykonuje się na całą powierzchnię traktując ją jako jednolity - zwarty cel.

Ponieważ cel powierzchniowy często nie jest znany w szczegółach, bardzo trudna jest określić dokładną wartość zadanych mu strat. Założono więc, że procent zniszczenia

jest proporcjonalny do wielkości rażonej powierzchni, na której powstaną pewnego rodzaju zniszczenia. Przyjęto, że wymagany stopień zniszczeń /procentowo odpowiadający poszczególnym stopniom rażenia/ będzie równy stosunkowi rażonej powierzchni celu do całkowitej powierzchni celu:

$$U = \frac{S_r}{S_c} ;$$

gdzie:

S_r - powierzchnia rażona;

S_c - całkowita powierzchnia celu.

Jeżeli obiekty położone są na powierzchni celu w przybliżeniu równomiernie i z jednakową średnią gęstością, to udział powierzchni rażonej równa się udziałowi obiektów rażonych. Tak więc te cele, które nazywane były celami grupowymi zwartymi, można w określonych warunkach rozpatrywać jako cele powierzchniowe.

Zadaniem uderzenia ogniowego na cel powierzchniowy jest możliwe maksymalne jego zniszczenie, w związku z czym wskaźnikiem skuteczności będzie: wartość oczekiwana rażonej powierzchni celu $M = M/u/$.

Oczekiwana wartość rażonej powierzchni celu $M = M/u/$ można obliczyć, określając średnią część pokrycia celu wzdłuż osi "x" i "y"

$$M = M_x \cdot M_y ;$$

gdzie:

$M_x = M / U_x/$ - średnia część pokrycia wzdłuż osi x;

$M_y = M / U_y/$ - średnia część pokrycia wzdłuż osi y.

Dla przypadku: $a_x = a_y = 0$ /środek płaszczyzny rażenia pokrywa się ze środkiem celu - nie występują żadne

błędy/, średnią część pokrycia wzdłuż osi "x" i "y" salwą, serią bomb, rakiet, pocisków z działek możemy określić z wykresów opracowanych przez Milgrama /załącznik 16/.

Obliczenia średniej wartości rażonej powierzchni celu kilkoma seriami, które nie mają równych stref rażenia, a celowanie wykonywane jest do jednego punktu, dokonujemy ze wzoru:

$$M_n = 1 - (1 - M_b)(1 - M_r) \cdot (1 - M_p)$$

gdzie:

- M_b - średnia wartość rażonej powierzchni celu jedną salwą, serią bomb;
- M_r - średnia wartość rażonej powierzchni celu jedną salwą, rakiet;
- M_p - średnia wartość rażonej powierzchni celu jedną salwą pocisków z działek.

Obliczenia średniej wartości rażonej powierzchni celu kilkoma samolotami o jednakowej strefie rażenia "L" dokonujemy ze wzoru:

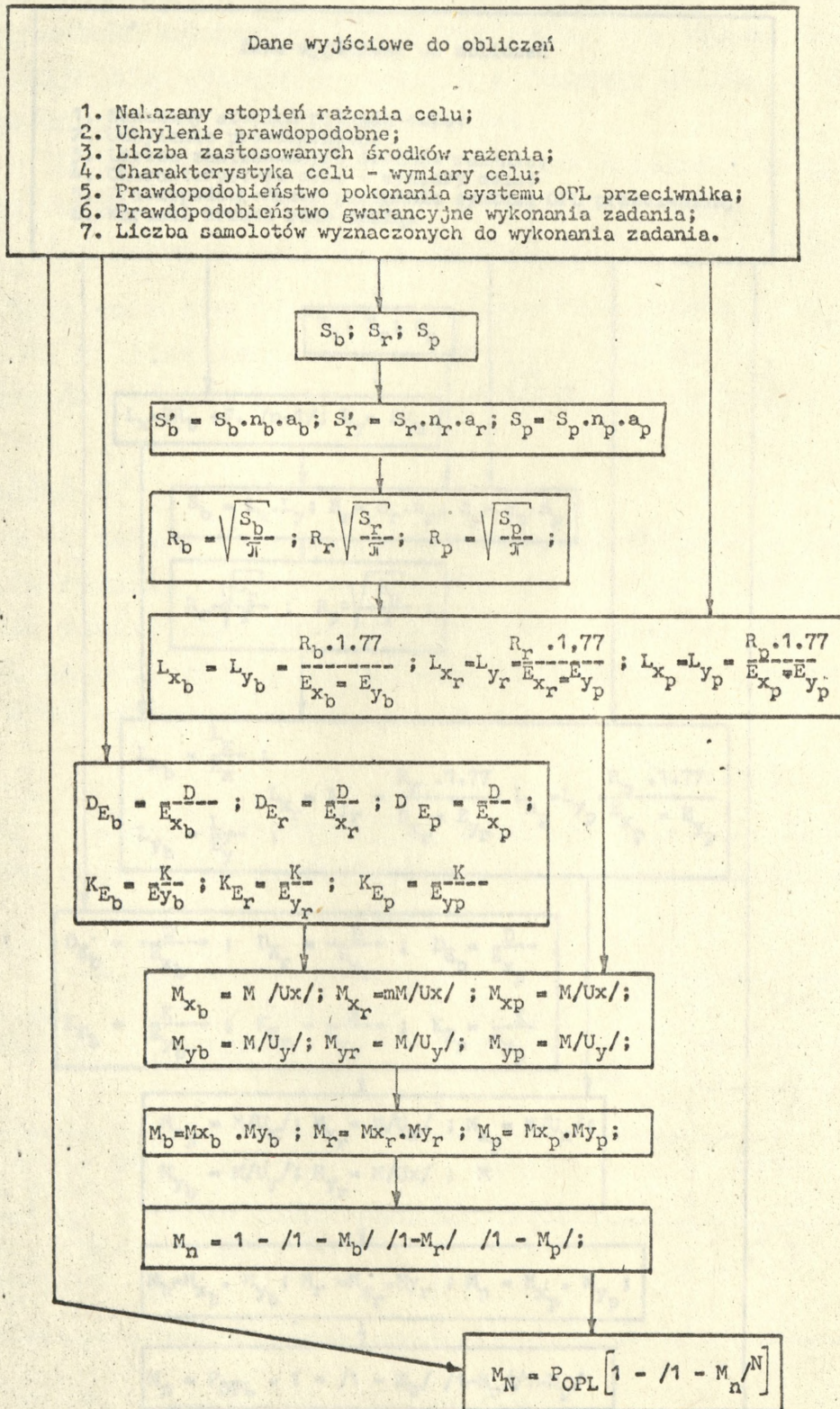
$$M_N = 1 - (1 - M)^N;$$

gdzie:

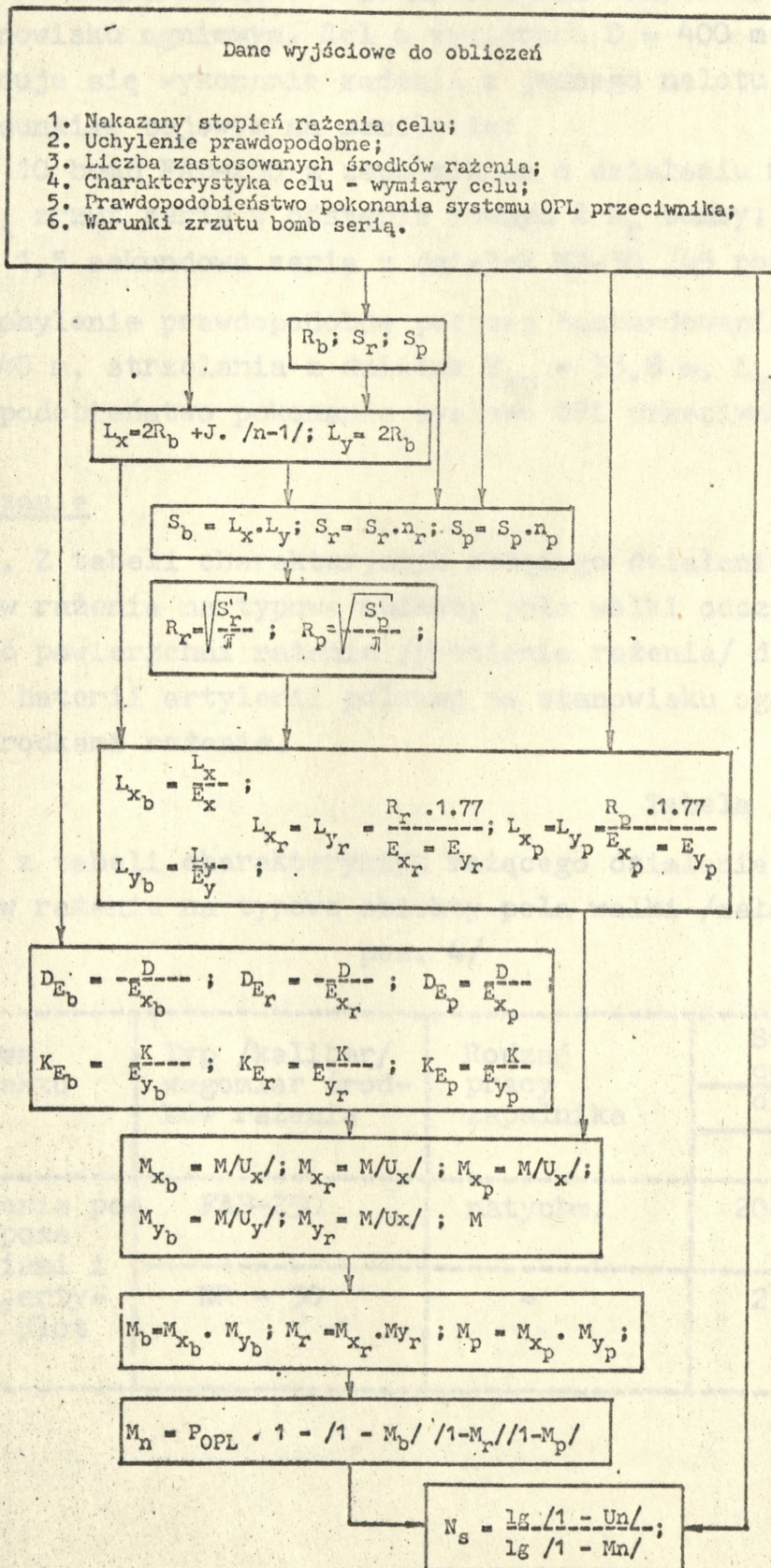
- M_N - średnia wartość rażonej powierzchni celu z "N" samolotów;
- M - średnia wartość rażonej powierzchni celu z jednego samolotu;
- N - liczba samolotów.

Kolejność obliczeń skuteczności uderzenia ogniowego na cele powierzchniowe przedstawiono na następujących przykładach:

Algorytm obliczeń oczekiwanych rezultatów po wykonaniu uderzenia na cel, powierzchniowe



Algorytm obliczeń potrzebnej liczby samolotów do wykonania uderzenia na cele powierzchniowe



Przykład

Określić potrzebną liczbę samolotów Su-20 do obezwładnienia /zadania strat $U = 30\%$ / baterii artylerii polowej na stanowisku ogniowym. Cel o wymiarach $D = 400$ m, $K = 200$ m. Przewiduje się wykonanie zadania z jednego nalotu z następującym ładunkiem bojowym na samolocie:

- 10 bomb FAB-250 z zapalnikiem o działaniu natychmiastowym, zrzut serią w odstępie równym $2 R_p$ bomby;
- 1,5 sekundowa seria z działek NR-30 /45 pocisków/.

Uchylenie prawdopodobne podczas bombardowania $E_{xb} = 54$ m, $E_{yb} = 40$ m, strzelania z działek $E_{xp} = 33,8$ m, $E_{yp} = 11,6$ m. Prawdopodobieństwo pokonania systemu OPL przeciwnika $P_{OPL} = 0,9$.

Rozwiązanie

1. Z tabeli charakterystyk rażącego działania lotniczych środków rażenia na typowe obiekty pola walki odczytujemy wartość powierzchni rażenia /promienia rażenia/ dla obezwładnienia baterii artylerii polowej na stanowisku ogniowym nakazanymi środkami rażenia.

Tabela 3.7

Wyciąg z tabeli charakterystyk rażącego działania lotniczych środków rażenia na typowe obiekty pola walki /załącznik 25, poz. 4/

Nazwa obiektu	Typ /kaliber/ wagomiar środków rażenia	Rodzaj pracy zapalnika	Stopień rażenia celu	
			obezwładnienie	
			S/m ² /	R/m/
Artyleria polowa poza ukryciami i na SO, artyleria plot na SO	FAB-250	natychm.	2060	25,7
	NR - 30	-	2,3	0,9

- płaszczyzna rażenia bomby FAB-250 $S_b = 2060 \text{ m}^2$
- płaszczyzna rażenia pocisku z działka NR-30
 $S_p = 2,3 \text{ m}^2$
- promień rażenia bomby FAB-250 $R_b = 25,7 \text{ m}$.

2. Wielkość płaszczyzny rażenia dla poszczególnych środków zastosowanych z jednego samolotu obliczamy następująco:

$$S'_b = L_x \cdot L_y$$

$$L_x = I / (n-1) + 2R \quad \text{gdzie } I = 2R = 2 \cdot 25,7 = 51,4 \text{ m}$$

to $L_x = 51,4 \cdot /10-1/ + 51,4 = 514 \text{ m}$

$$L_y = 2R = 2 \cdot 25,7 = 51,4 \text{ m}$$

$$S'_b = 514 \cdot 51,4 = 26420 \text{ m}^2$$

$$S'_p = S_p \cdot n_p = 2,3 \cdot 45 = 103,5 \text{ m}^2$$

3. Wartość promienia rażenia salwy z działek NR-30

$$R_p = \sqrt{\frac{S_p}{\pi}} = \sqrt{\frac{103,5}{3,14}} = \sqrt{32,96} = 5,74 \text{ m};$$

4. Względne wymiary strefy rażenia poszczególnych środków

$$L_{xb} = \frac{L_x}{E_{xb}} = \frac{514}{54} \approx 9,5;$$

$$L_{yb} = \frac{L_y}{E_{yb}} = \frac{51,4}{40} \approx 1,3;$$

$$L_{xp} = \frac{R_p \cdot 1,77}{E_{xp}} = \frac{5,74 \cdot 1,77}{33,8} = 0,3;$$

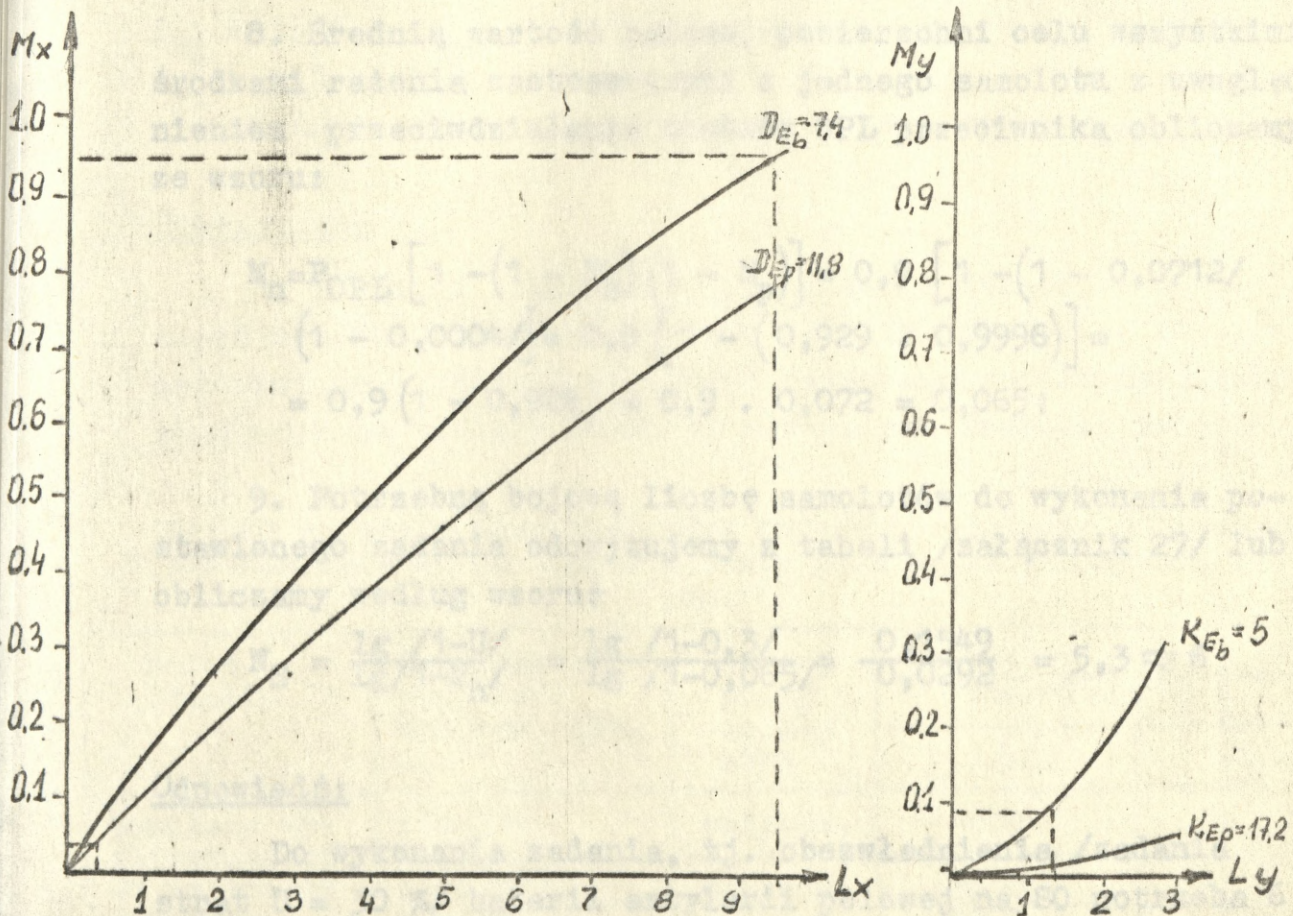
$$L_{yp} = \frac{R_p \cdot 1,77}{E_{yp}} = \frac{5,74 \cdot 1,77}{11,6} = 0,9;$$

5. Według danych : rzeczywistych wymiarów celu D i K oraz uchyień prawdopodobnych dla poszczególnych środków rażenia obliczamy względne wymiary celu:

$$D_{E_b} = \frac{D}{E_{x_b}} = \frac{400}{54} = 7,4; \quad K_{E_b} = \frac{K}{E_{y_b}} = \frac{200}{40} = 5;$$

$$D_{E_p} = \frac{D}{E_{x_p}} = \frac{400}{33,8} = 11,8; \quad K_{E_p} = \frac{K}{E_{y_p}} = \frac{200}{11,6} = 17,2;$$

6. Według danych: L_x , L_y i D_E , K_E dla poszczególnych środków rażenia odczytujemy z wykresu /załącznik 16/ wartości średnich części pokrycia celu wzdłuż osi "x" i "y".



Rys. 3.7. Wykresy zależności oczekiwanej części pokrycia celu od wymiarów celu i strefy rażenia.

- wartości średnich części pokrycia celu wzdłuż osi "x" dla ładunku:

bombardierskiego $M_{x_b} = 0,95$;

pocisków z działek $M_{x_p} = 0,04$;

- wartości średnich części pokrycia celu wzdłuż osi "y" dla ładunku:

bombardierskiego $M_{y_b} = 0,075$;

pocisków z działek $M_{y_p} = 0,01$;

7. Oczekiwaną wartość rażonej powierzchni celu poszczególnymi środkami rażenia obliczamy następująco:

$$M_b = M_{x_b} \cdot M_{y_b} = 0,95 \cdot 0,075 = 0,0712;$$

$$M_p = M_{x_p} \cdot M_{y_p} = 0,04 \cdot 0,01 = 0,0004;$$

8. Średnią wartość rażonej powierzchni celu wszystkimi środkami rażenia zastosowanymi z jednego samolotu z uwzględnieniem przeciwdziałania środków OPL przeciwnika obliczamy ze wzoru:

$$\begin{aligned} M_n &= P_{OPL} [1 - (1 - M_b)(1 - M_p)] = 0,9 [1 - (1 - 0,0712/ \\ & (1 - 0,0004/)] = 0,9 [1 - (0,929 \cdot 0,9996)] = \\ & = 0,9 (1 - 0,928) = 0,9 \cdot 0,072 = 0,065; \end{aligned}$$

9. Potrzebną bojową liczbę samolotów do wykonania postawionego zadania odczytujemy z tabeli /załącznik 27/ lub obliczamy według wzoru:

$$N_S = \frac{\lg /1-U/}{\lg /1-M_n/} = \frac{\lg /1-0,3/}{\lg /1-0,065/} = \frac{0,1549}{0,0292} = 5,3 \approx 6$$

Odpowiedź:

Do wykonania zadania, tj. obezwładnienia /zadania strat $U = 30 \%$ / baterii artylerii polowej na SO potrzeba 6

samolotów Su-20 z podanym w zadaniu ładunkiem bojowym.

Przykład

Określić wartość oczekiwaną rażonej powierzchni celu w wyniku wykonania uderzenia eskadry samolotów Su-20 na samoloty typu Harrier rozśrodkowane na stoisku odkrytym o wymiarach 600x200 m, jeżeli do obezwładnienia celu zastosowano następujący ładunek bojowy:

- pierwszy klucz - cztery zasobniki UB-32 z rakietami typu S-5K oraz 1,5 sekundowa seria z działek NR-30;
- drugi klucz - sześć bomb FAB-500;
- trzeci klucz - sześć zbiorników z płynem zapalającym ZB-360.

Uchylenie prawdopodobne podczas strzelania z działek $E_{xp} = 33,8$ m, $E_{yp} = 11,6$ m, odpalenia rakiet $E_{xr} = 20,7$ m, $E_{yr} = 9,5$ m, bombardowania $E_{xb} = 72$ m, $E_{yb} = 50$ m. Prawdopodobieństwo pokonania systemu OPL przeciwnika $P_{OPL} = 0,9$.

Rozwiązanie

1. Z tabeli charakterystyk rażącego działania lotniczych środków rażenia na typowe obiekty pola walki odczytujemy wartości powierzchni /promieni/ rażenia dla obezwładnienia samolotów na stoisku odkrytym nakazanymi środkami rażenia.

Tabela 3.8

Wyciąg z tabeli charakterystyk rażącego działania lotniczych środków rażenia na typowe obiekty pola walki /załącznik 25, poz. 2/

Nazwa obiektu	Typ /kaliber wagi /kaliber /średnic /środków rażenia	Rodzaj pracy zapalnika	Stopień rażenia celu obezwładnienie	
			S/m ² /	R/m/
Samoloty myśliwsko-bombowe na stoisku odkrytym	FAB-500	natychm.	4800	39,0
	ZB - 360	natychm.	3750	34,5
	S - 5K	-	10,9	1,9
	NR - 30	-	8,3	1,8

- płaszczyzna rażenia pocisku z działek NR-30 $S_p = 8,3 \text{ m}^2$
- płaszczyzna rażenia rakiety S-5K $S_r = 10,9 \text{ m}^2$
- promień rażenia bomby FAB-500 $R_{\text{FAB}} = 39 \text{ m}$
- promień rażenia zbiornika z płynem zapalającym ZB-360 $R_{\text{ZB}} = 34,5 \text{ m}$

2. Wielkość płaszczyzny rażenia dla poszczególnych środków zastosowanych z jednego samolotu obliczamy następująco:

$$S'_p = S_p \cdot n = 8,3 \cdot 45 = 373,5 \text{ m}^2$$

$$S'_r = S_r \cdot n = 128 \cdot 10,9 = 1395,2 \text{ m}^2$$

$$L_{x\text{FAB}} = I/n - 1/2R = 78/6 - 1/2 \cdot 39 = 468 \text{ m} \quad I = 2R = 2 \cdot 39 = 78 \text{ m}$$

$$L_{y\text{FAB}} = 2R = 2 \cdot 39 = 78 \text{ m}$$

$$L_{x\text{ZB}} = I/n - 1/2R = 69/6 - 1/2 \cdot 34,5 = 414 \text{ m} \quad I = 2R = 2 \cdot 34,5 = 69 \text{ m}$$

3. Wartości promieni rażenia salwy z działek NR-30 i raket S-5K

$$R_p = \sqrt{\frac{S_p}{J}} = \sqrt{\frac{373,5}{3,14}} = \sqrt{118,95} = 10,9 \text{ m}$$

$$R_r = \sqrt{\frac{S_r}{J}} = \sqrt{\frac{1395,2}{3,14}} = \sqrt{444,33} = 21,0 \text{ m}$$

4. Względne wymiary strefy rażenia poszczególnych środków obliczamy ze wzoru:

$$L_{x_p} = \frac{R_p \cdot 1,77}{E_{x_p}} = \frac{10,9 \cdot 1,77}{33,8} = 0,6; \quad L_{y_p} = \frac{R_p \cdot 1,77}{E_{y_p}} = \frac{10,9 \cdot 1,77}{11,6} = 1,7;$$

$$L_{x_r} = \frac{R_r \cdot 1,77}{E_{x_r}} = \frac{21,0 \cdot 1,77}{20,7} = 1,8; \quad L_{y_r} = \frac{R_r \cdot 1,77}{E_{y_r}} = \frac{21,0 \cdot 1,77}{9,5} = 3,9;$$

$$L_{x_bFAB} = \frac{l_{xFAB}}{E_{x_b}} = \frac{468}{72} = 6,5 \quad L_{y_bFAB} = \frac{L_{yFAB}}{E_{y_b}} = \frac{78}{50} = 1,6;$$

$$L_{x_bZB} = \frac{l_{xZB}}{E_{x_b}} = \frac{414}{72} = 5,8 \quad L_{y_bZB} = \frac{L_{yZB}}{E_{y_b}} = \frac{69}{50} = 1,4;$$

5. Względne wymiary celu dla poszczególnych środków rażenia obliczamy ze wzoru:

$$D_{Ep} = \frac{D}{E_{xp}} = \frac{600}{33,8} = 17,7; \quad K_{Ep} = \frac{K}{E_{yp}} = \frac{200}{11,6} = 17,2;$$

$$D_{Er} = \frac{D}{E_{xr}} = \frac{600}{20,7} = 29,0; \quad K_{Er} = \frac{K}{E_{yr}} = \frac{200}{9,5} = 21,0;$$

$$D_{Eb} = \frac{D}{E_{xb}} = \frac{600}{72} = 8,33; \quad K_{Eb} = \frac{K}{E_{yb}} = \frac{200}{50} = 4,0;$$

6. Według danych: L_x , L_y , D_E , K_E dla poszczególnych środków rażenia odczytujemy z wykresu /załącznik 16/ wartości średnich części pokrycia celu wzdłuż osi "x" i "y".

$$M_{x_p} = 0,045$$

$$M_{y_p} = 0,02$$

$$M_{x_r} = 0,065$$

$$M_{y_r} = 0,03$$

$$M_{x_bFAB} = 0,725$$

$$M_{y_bFAB} = 0,11$$

$$M_{x_bZB} = 0,68$$

$$M_{y_bZB} = 0,1$$

7. Oczekiwaną wartość rażonej powierzchni celu poszczególnymi środkami rażenia obliczamy ze wzoru:

$$M_p = M_{x_p} \cdot M_{y_p} = 0,045 \cdot 0,02 = 0,0009;$$

$$M_r = M_{x_r} \cdot M_{y_r} = 0,065 \cdot 0,03 = 0,00195;$$

$$M_{bFAB} = M_{x_{bFAB}} \cdot M_{y_{bFAB}} = 0,725 \cdot 0,11 = 0,0798;$$

$$M_{bZB} = M_{x_{bZB}} \cdot M_{y_{bZB}} = 0,68 \cdot 0,1 = 0,068;$$

8. Średnia wartość rażonej powierzchni celu wszystkimi środkami rażenia zastosowanymi z jednego samolotu:

$$\begin{aligned} M_{n_{pr}} &= 1 - /1 - M_p/ / 1 - M_r/ = 1 - /1 - 0,0009/ / 1 - 0,00195/ = \\ &= 1 - /0,9991 \cdot 0,998/ = 1 - 0,997 = 0,003; \end{aligned}$$

$$M_{nFAB} = M_{bFAB} = 0,0798;$$

$$M_{nZB} = M_{bZB} = 0,068;$$

9. Średnia wartość rażonej powierzchni celu uzyskana przez poszczególne klucze samolotów stosujące jeden środek rażenia.

$$M_{NI} = 1 - /1 - M_{n_{pr}}/ / N = 1 - /1 - 0,003/ / 4 = 1 - 0,988 = 0,012;$$

$$M_{NII} = 1 - /1 - M_{bFAB}/ / 4 = 1 - /1 - 0,0798/ / 4 = 1 - 0,717 = 0,283;$$

$$M_{NIII} = 1 - /1 - M_{bZB}/ / 4 = 1 - /1 - 0,068/ / 4 = 1 - 0,755 = 0,245;$$

10. Średnią wartość rażonej powierzchni celu /na której zostaną samoloty obezwładnione - uszkodzone w 20-30 %/ w wyniku uderzenia ogniowego eskadry samolotów z uwzględnieniem przeciwdziałania przeciwnika $P_{OPL} = 0,9$ obliczamy ze wzoru:

$$\begin{aligned}M_N &= P_{OPL} \left[1 - \frac{1 - M_{NI}}{1 - M_{NII}} \frac{1 - M_{NIII}}{1 - M_{NIII}} \right] = \\&= 0,9 \left[1 - \frac{1 - 0,012}{1 - 0,283} \frac{1 - 0,245}{1 - 0,245} \right] = \\&= 0,9 \left[1 - \frac{0,988 \cdot 0,717 \cdot 0,755}{1 - 0,245} \right] = \\&= 0,9 \cdot \frac{1 - 0,535}{1 - 0,245} = 0,9 \cdot 9,465 = 0,418 \quad 0,42\end{aligned}$$

Odpowiedź:

Dla przyjętych w zadaniu warunków można oczekiwać, że będzie rażonych /obezwładnionych/ nie mniej niż 42 % samolotów znajdujących się na stoisku.

x

x

x

Przedstawiona w rozdziale kompleksowa ocena możliwości ogniowych samolotów obejmuje trzy oddzielne metody wynikające przede wszystkim z:

- charakterystyki i podziału obiektów działań współczesnego pola walki na cele pojedyncze małowymiarowe, grupowe i powierzchniowe;

- sposobu wykonania ataku /zrzutu bomb, odpalenia rakiet czy strzelania z działek/ ściśle uzależnionego od charakteru, kształtu, składu i wymiarów obiektu.

Ocena skuteczności uderzeń ogniowych lotnictwa na cele pojedyncze małowymiarowe w końcowym efekcie daje nam wartość prawdopodobieństwa rażenia celu, czyli oczekiwany rezultat działań ogniowych, oraz przy założonym prawdopodobieństwie gwarancyjnym potrzebną liczbę samolotów do rażenia celu w nakazanym stopniu.

Podstawowymi wskaźnikami zaś oceny skuteczności uderzeń ogniowych lotnictwa na cele grupowe są: średnia liczba rażonych obiektów celu grupowego, jako oczekiwany rezultat

działań, oraz potrzebna liczba samolotów do rażenia celu w nakazanym stopniu. Dodatkowo można obliczyć prawdopodobieństwo, z jakim będzie rażona określona lub nakazana wcześniej liczba obiektów z celu grupowego.

Wskaźnikiem oceny skuteczności oddziaływania ogniowego lotnictwa na cele powierzchniowe są: średnie wartości rażenia powierzchni celu oraz potrzebna liczba samolotów do rażenia celu w nakazanym stopniu.

Podstawową zaletą przedstawionej metody jest to, że przedstawia ona algorytmy do określania skuteczności łącznego użycia wszystkich samolotowych środków rażenia. Takiej metody do tej pory nie było.

Z konieczności dla ułatwienia obliczeń autor przyjął określone założenia i uproszczenia, które nie powodują zbyt znacznych błędów w proponowanych metodach. Dla uzasadnienia tej tezy autor sporządził tabelę 3.9 w której przedstawił wyniki obliczone za pomocą różnych metod dla jednokowych środków rażenia na trzy różne obiekty działań.

Tabela 3.9.

Potrzebne liczby samolotów do rażenia typowych obiektów pola walki określone różnymi metodami obliczeń

Metoda obliczeń	Obiekt działań środek rażenia	Rakieta taktyczno-operacyjna "Lance" na SS	PRK "HAWK" na SS	Bateria artylerii polowej na SS
1	2	3	4	5
Dotychczas stosowana metoda oceny skuteczności uzbrojenia bombardierskiego	4xOFAB-250	48,4	49,9	5

1	2	3	4	5
Opracowana przez J.G.Milgrama	4xOFAB-250	52	55	6
Opracowana przez oficerów A.L. Monino	4xOFAB-250	49	53,4	4
Dotychczas stosowana metoda oceny skuteczności uzbrojenia rakietowo-artyleryjskiego	64xS-5K	16,3	14,5	10
	45 pocisków NR-30	10	12,9	17
Proponowane przez autora metody oceny skuteczności uzbrojenia rakietowo-artyleryjskiego /bombardierskiego/	4xOFAB-250	50	53	4
	64xS-5K	17,3	13,6	8
	45 pocisków NR-30	10	13	18

Występujące różnice w liczbie samolotów rzędu 1-3 przy ogólnej potrzebnej liczbie 15-50 są niewielkie i powstały w zasadzie na skutek niedokładności wykorzystywanych do obliczeń wykresów i tabel. Podobne różnice w liczbie samolotów występują w wypadku przyjęcia do obliczeń możliwości ogniowych prawdopodobieństwa pokonania systemu OPL przeciwnika z błędem około 5 %.

Prostota obliczeń, dość duża dokładność oraz możliwości wykorzystania wspólnych wykresów i tabel bez względu na rodzaj stosowanych środków rażenia pozwalają na bardzo szybkie dokonanie oceny możliwości ogniowych samolotów wykonujących uderzenie ogniowe na różne obiekty współczesnego pola walki.

ZAKOŃCZENIE

Racjonalne wykorzystanie lotnictwa myśliwsko-bombowego /m-sz/ stanowi podstawowy problem, który starają się rozwiązać dowódcy i oficerowie sztabów wszystkich szczebli dowodzenia lotnictwem. Na jego złożoność wpływają przede wszystkim:

- współczesne pole walki, charakteryzujące się dużą zmiennością sytuacji operacyjno-taktycznej, a także bardzo dużą liczbą ważnych różnorodnych obiektów;
- bardzo duże możliwości wykorzystania zvariantowanego uzbrojenia współczesnych samolotów myśliwsko-bombowych.

Dokładna analiza tych czynników, poparta kompleksową oceną możliwości ogniowych samolotów, pozwala na najefektywniejsze wykorzystanie ich uzbrojenia.

Przedstawiona rozprawa doktorska stanowi próbę dokonania kompleksowej oceny możliwości ogniowych samolotów myśliwsko-bombowych /m-sz/ działających na obiekty pola walki. Ideą przewodnią przyjętych w rozprawie poszczególnych łącznych metod oceny jest znalezienie jednoznacznej odpowiedzi na pytanie dotyczące liczby samolotów z określonym ładunkiem potrzebnych do wykonania postawionego zadania, lub określenie rezultatów działań wyznaczonej grupy samolotów.

Zaproponowana w rozprawie kompleksowa ocena możliwości ogniowych samolotów rozwiązuje w zasadzie wszystkie problemy związane z zastosowaniem na jeden cel bombardierskich i artyleryjsko-rakietowych środków rażenia z jednego samolotu lub grupy samolotów.

Stosunkowo duża dokładność, mała ilość operacji obliczeniowych, a jednocześnie szeroki zakres możliwych wariantów zastosowania bojowego samolotowych środków rażenia pozwala sądzić, że metoda ta może być wykorzystana zarówno na szczeblu pułku jak i DWL.

Przedstawione w rozprawie przykłady obliczeń dotyczyły tylko lotnictwa myśliwsko-bombowego /m-sz/ i wybranych obiektów pola walki, można jednak według podanych algorytmów i charakterystyk działania środków rażenia dokonać oceny możliwości ogniowych innych rodzajów statków powietrznych działających na różne obiekty.

Należy sądzić, że ciągły rozwój i doskonalenie samolotowych urządzeń celowniczych jak i środków rażenia wymagał będzie także i pewnej modernizacji proponowanych metod, zmiany te jednak nie wpłyną w istotny sposób na podstawowe ich założenia jak i kolejność obliczeń.

Załącznik 1

CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH OBIEKTÓW POLA WALKI

1. Operacyjno-taktyczne pociski raketowe "Lance"

Operacyjno-taktyczne pociski raketowe Lance przeznaczone są do ogniowego wsparcia korpusów armijnych i dywizji przeciwnika.

Pocisk raketowy "Lance" z silnikiem na paliwo płynne posiada zasięg 5-130 km z głowicą jądrową i 5-80 km z głowicą konwencjonalną. System kierowania jest autonomiczny - inercyjny. Część bojowa może być konwencjonalna, chemiczna lub jądrowa o mocy 0,4; 5; 55 kt.zł

Podstawową jednostką organizacyjną jest dywizjon. W skład dywizjonu wchodzi trzy baterie ogniowe, baterie dowodzenia i obsługi. Każda bateria ogniowa posiada dwie wyrzutnie startowe. Ogółem w dywizjonie jest 6 wyrzutni startowych, około 80 pojazdów i 350 ludzi.

Rejon stacjonowania dywizjonu zajmuje płaszczyznę o średnich rozmiarach 1,5 - 3 x 4,5 km w odległości 10-15 km od linii styczności bojowej wojsk. W rejonie rozwinięcia dywizjonu znajdują się baterie, bateria dowodzenia i obsługi, punkt dowodzenia dywizjonu i parking dla samochodów.

Rejony stacjonowania baterii ogniowych są rozmieszczone w odległości 1-2 km jeden od drugiego o rozmiarach 1 - 1,5 x 2,5 - 3 km. W skład rejonu wchodzi stanowiska startowe /podstawowe i zapasowe/ ogniowych sekcji, rejony rozśrodkowania środków transportowych, punkty dowodzenia baterii i stanowiska obsługi technicznej.

Każda sekcja ogniowa składa się z jednego zestawu startowego, posiadającego w swym składzie raketę wraz z kompletem wyposażenia, rozmieszczonymi na dwóch pływających pancernych pojazdach transportowych. Na jednym transporterze rozmieszczona jest wyrzutnia startowa z raketą, bloki kontrolno-spustowe, wyposażony pulpit

kierowania odpaleniem rakiety. Drugi transporter, wyposażony w dźwig, jest przystosowany do przewozu dwóch rakiet. Startowy zestaw jednego raketowego systemu jest rozmieszczony na płaszczyźnie 300 x 300 m /stanowi podstawowy cel powierzchniowy/. Podstawowym pojedynczym małowymiarowym celem w zestawie startowym jest wyrzutnia startowa z rakieta.

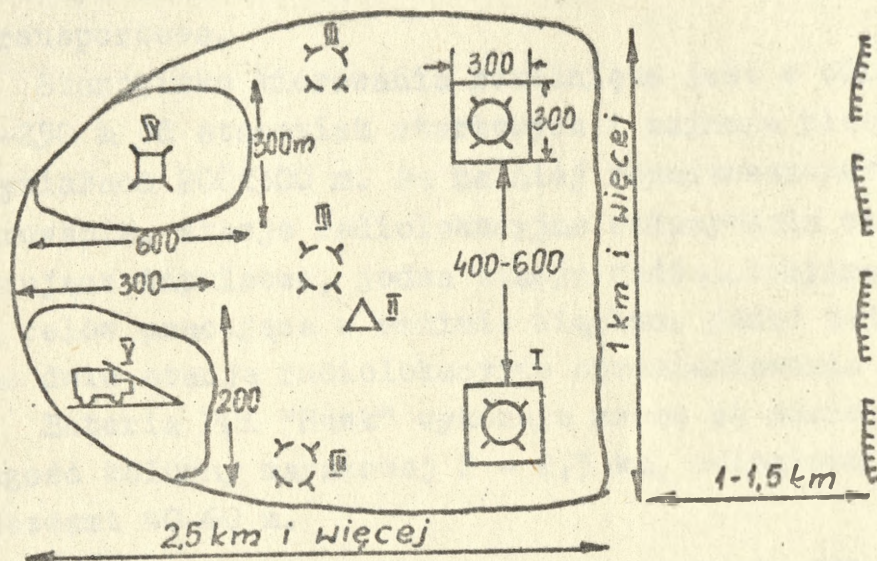
Przemieszczenie z jednego rejonu stacjonowania do drugiego dywizjonu rakiet "Lance" następuje w wyniku marszu po jednej drodze. Długość kolumny dywizjonu wynosi 7-8 km, baterii 1-1,5 km, przerwy między bateriami 1 - 1,5 km.

Czas przejścia startowego zestawu z położenia marszowego w bojowe i odpalenia rakiet wynosi około 15 min. Czas przebywania na jednym miejscu wynosi 20-30 min. Częstotliwość zmiany stacjonowania dywizjonu /baterii/ do 3-4 razy na dobę.

Obliczeniowe wymiary i stopień rażenia baterii
ogniowej "Lance"

Obiekt	Wymiary	Stopień rażenia celu		
		zniszczenie	obezwładnienie	dezorganiz.
Rejon stacjonowania baterii ogniowej	dwa cele	50	50	40
Bateria ogniowa w marszu	dwa cele 10x200	50	50	40
Startowe stanowiska sekcji ogniowej	300x300	50	50	40
Wyrzutnia startowa z rakieta i kontrolno-spustowa aparatura	6,5x 2,5x 3,5			

Schemat rozmieszczenia baterii ogniowej Lance



- I - wyrzutnie startowe;
- II - punkt dowodzenia baterii;
- III - zapasowe i pozorne stanowiska startowe;
- IV - stanowisko obsługi technicznej;
- V - skład rakiet na transporcie kołowym.

2. Przeciwlotnicze rakiety kierowane "Hawk"

Podstawową jednostką organizacyjną PRK "Hawk" jest dywizjon składający się z czterech baterii po sześć wyrzutni startowych w każdej. /może również występować dywizjon w składzie trzech baterii po dziewięć wyrzutni w każdej/.

Bateria składająca się z sześciu wyrzutni rozmieszczona jest na płaskoziemiu o wymiarach 300x500 m, na której

rozwinęte są stanowiska startowe, stanowisko techniczne i stanowisko kierowania.

Na stanowisku startowym rozmieszczonych jest sześć wyrzutni, zajmujących płaszczyznę o wymiarach 300x100m.

Stanowisko techniczne znajduje się za stanowiskiem startowym i na nim są rozłokowane samochody specjalne i transportowe.

Stanowisko kierowania rozwinęte jest w odległości 200-250 m od stanowisk startowych i zajmuje płaszczyznę o wymiarach 200x300 m. Są na niej rozmieszczone: kabina kierowania, stacje radiolokacyjne wskazywania celów pracujące impulsowo, jedna stacja radiolokacyjna wskazywania celów pracująca w reżymie ciągłym, jeden radiodalmierz oraz dwie stacje radiolokacyjne opromieniowania celów.

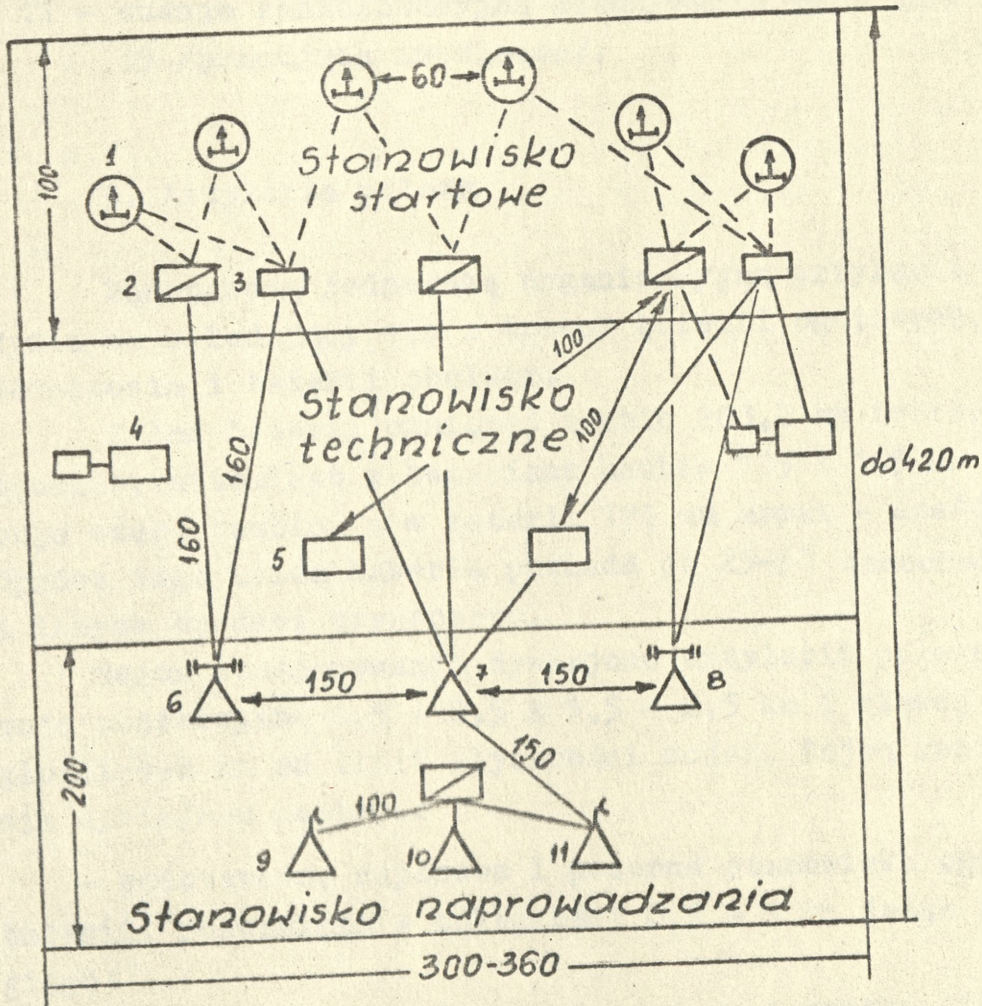
Bateria PRK "Hawk" wykonuje marsz po jednej drodze: długość kolumny marszowej 2 - 2,5 km, odległości między pojazdami 40-60 m.

Wymiary obliczeniowe i stopień rażenia PRK "Hawk"

Obiekt	Wymiary /m/	Stopień rażenia celu		
		zniś- czenie	obezwład- nienie	dezorga- niz.
1	2	3	4	5
PRK "Hawk" /6 wyrzutni/	4 cele			
Stanowisko ogniowe baterii	300x500	50	35	15
Stanowisko kierowania baterii	200x300	50	35	15
Stanowisko startowe baterii	100x300	50	-	-
RLS opromieniowania celu				
Wyrzutnie startowe PRK "Hawk" /9 wyrzutni/	4,8x4,3	-	-	-
Stanowisko ogniowe baterii				

1	2	3	4	5
Stanowisko plutonu ogniowego	300x300m	40	20	10
Stanowisko kierowania plutonu ogniem	150x300m	40	20	10
Startowe stanowisko plutonu ogniowego	120x150	50	-	-

Schemat rozmieszczenia baterii ogniowej HAWK
/6 wyrzutni/



- 1 - wyrzutnie startowe;
- 2 - generator;
- 3 - punkt kierowania ogniem sekcji;
- 4 - transporter z przyczepą do transportu rakiet;
- 5 - pomiarowa aparatura kontrolna;
- 6 - stacja radiolokacyjna opromieniowania celu typu AN/MPQ-33;
- 7 - punkt kierowania ogniem baterii;
- 8 - stacja radiolokacyjna opromieniowania celu typu AN/MPQ-33 lub AN/MPQ-39;
- 9 - stacja radiolokacyjna wskazywania celu typu AN/MPQ-34 /pracująca w reżymie ciągłym/
- 10 - radiodalmierz typu AN/MPQ-37;
- 11 - stacja radiolokacyjna wskazywania celu typu AN/MPQ-35 /pracująca impulsowo/.

3. Artyleria polowa

Podstawową jednostką organizacyjną artylerii jest dywizjon składający się z trzech baterii ogniowych, baterii dowodzenia i baterii obsługi.

Skład baterii ogniowej haubic 203,2 mm tworzą cztery haubice, natomiast w bateriach haubic 155 i 105 mm występuje sześć haubic, a w baterii 175 mm armat - sześć armat. Oprócz tego każda bateria posiada po 25-30 samochodów i innych środków transportu.

Rejon stacjonowania dywizjonu artylerii polowej zajmuje płaszczyznę 1,5 - 2,5 x 1,5 - 2,5 km i więcej w odległości 4-8 km od linii styczności wojsk. Rejon rozwinięcia dywizjonu posiada:

- podstawowe, zapasowe i pozorne stanowiska ogniowe baterii, rozwinięte w odległości 0,5 - 1 km jedno od drugiego;
- stanowisko dowodzenia dywizjonu i punkty kierowania ogniem baterii, rozlokowane w odległości do 1 km od stanowisk ogniowych;

- rejon dyslokacji baterii obsługi i baterii dowodzenia.

Dywizjon może zmieniać pozycję do 10 razy w ciągu doby. Czas przebywania w jednym rejonie wynosi w dzień 1-1,5 godziny, w nocy 2 - 2,5 godziny.

Czas przebywania w gotowości wynosi 7-8 godzin /na każdą zmianę rejonu stacjonowania wytraca się około 40-50 minut/.

Dywizjon w zasadzie przemieszcza się po jednej drodze. Długość kolumny dywizjonu wynosi 7-10 km, odległość między bateriami 0,5 - 1 km.

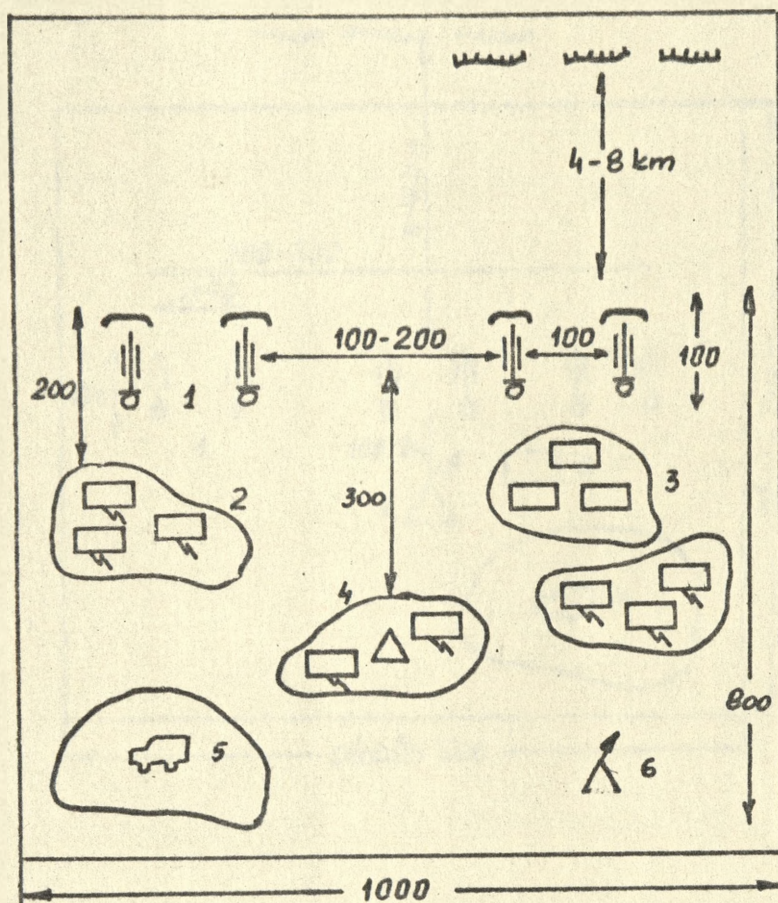
Bateria ogniowa zajmuje pozycje o rozmiarach 600x800 m i więcej. Poszczególne działa rozmieszcza się w linię lub w szachownicę w odległości od 30 - 70 do 100 - 200 m jedno od drugiego w specjalnie do tego przygotowanych okopach. Za działami w odległości 100-200 m znajduje się punkt dowodzenia baterii i środki transportowe.

Bateria wykonuje marsz po jednej drodze. Długość kolumny baterii 203,2 i 155 mm haubic wynosi 1,5 - 2 km, baterii 175 mm dział i 155 mm haubic 2 - 3 km, a długość kolumny plutonu ogniowego - średnio 200 - 400 m.

Wymiary obliczeniowe i stopień rażenia artylerii polowej

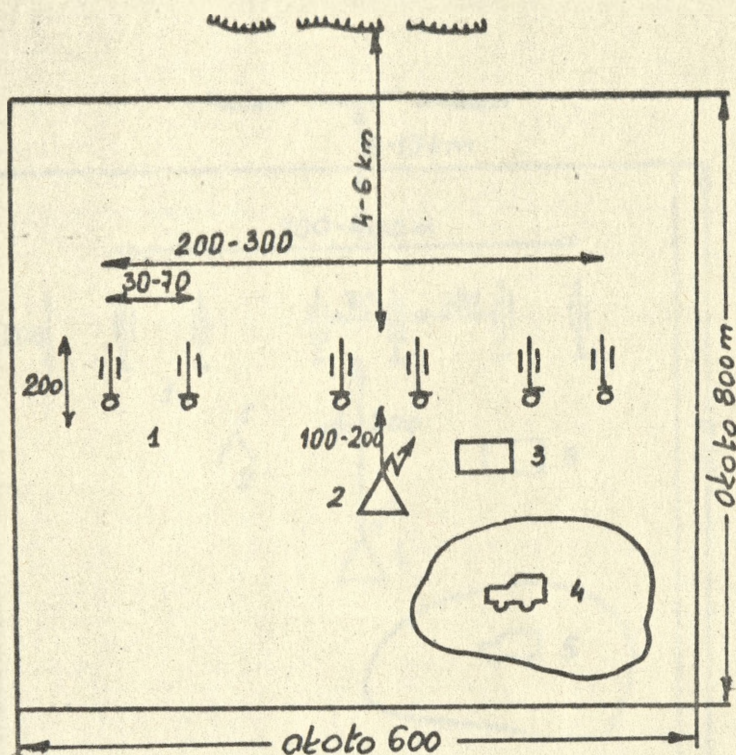
Obiekt	Wymiary	Stopień rażenia celu		
		zniszczenie	obezwładnienie	dezorganiz.
Rejon rozmieszczenia dywizjonu		50	35	
Dywizjon artylerii w marszu		50	35	
Stanowisko ogniowe baterii	200x300m	50	35	20
Bateria artylerii w marszu	10x300m	50	35	20
Haubica 203,2mm na SO	13x3x2,7			
Haubica 155mm na SO	5,4x2,4x2,7			

Schemat rozmieszczenia baterii haubic 203,2 mm



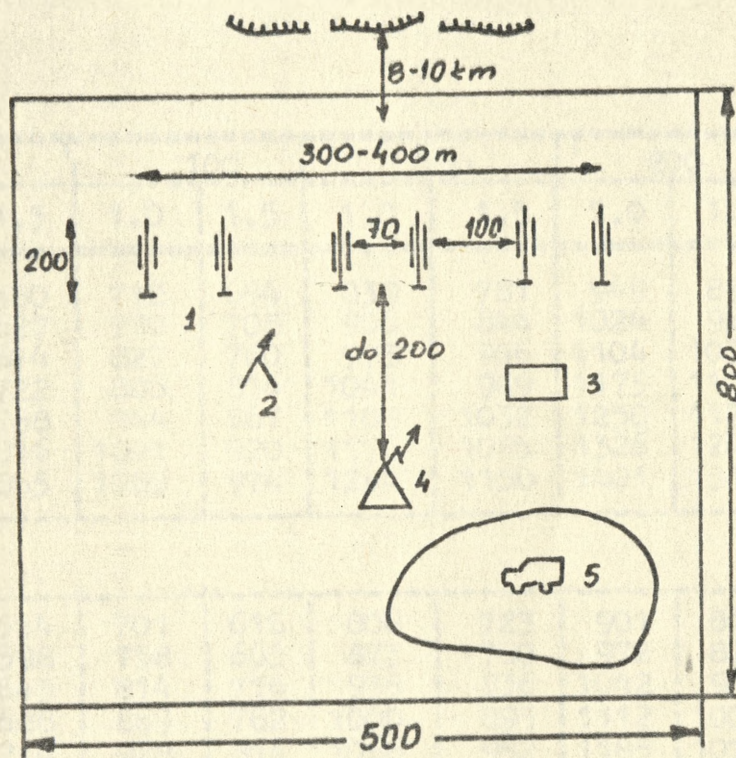
- 1 - haubice 203,2 mm na stanowiskach ogniowych;
- 2 - ukrycia /schrony/ dla obsługi;
- 3 - skład amunicji;
- 4 - punkt kierowania ogniem baterii;
- 5 - środki transportowe /około 25-30 sztuk/;
- 6 - stanowisko ogniowe RED - I.

Schemat rozmieszczenia baterii haubic 155 mm



- 1 - haubice 155 mm na stanowiskach ogniowych;
- 2 - punkt kierowania ogniem baterii;
- 3 - schron;
- 4 - środki transportowe /około 25-30 sztuk/.

Schemat rozmieszczenia baterii armat 175 mm



- 1 - armaty 175 mm na stanowiskach ogniowych;
- 2 - stanowisko ogniowe RED-I;
- 3 - schron;
- 4 - punkt kierowania ogniem baterii;
- 5 - środki transportowe.

Załącznik 2

WYBRANE WARTOŚCI POCZĄTKOWEJ ODLEGŁOŚCI ROZPOCZĘCIA
WYPROWADZANIA SAMOLOTU Z LOTU NURKOWEGO *

/Tabela przykładowa/

$$n_{z_{\max}} = 3$$

$$\lambda_n = 10^\circ$$

r_{odb}	75		100		150		200		350	
	1.0	1.5	1.0	1.5	1.0	1.5	1.0	1.5	1.0	1.5
600	638	580	712	654	839	781	949	891	1225	1167
650	689	627	770	708	906	844	1024	962	1318	1256
700	741	674	827	760	973	906	1104	1037	1410	1343
750	794	722	886	814	1041	969	1175	1103	1505	1433
800	846	768	944	867	1109	1032	1250	1173	1599	1522
850	897	816	1001	920	1176	1095	1326	1245	1693	1612
900	951	865	1060	974	1244	1158	1401	1315	1787	1701
$n_{z_{\max}} = 4$										
600	639	554	701	616	808	723	901	816	1140	1055
650	691	598	758	665	873	780	972	879	1124	1131
700	743	643	814	714	936	836	1042	942	1309	1209
750	795	688	869	762	1000	893	1112	1005	1393	1286
800	828	714	928	814	1066	952	1185	1071	1479	1365
850	900	779	985	864	1130	1009	1254	1133	1573	1452
900	952	824	1042	914	1195	1067	1324	1198	1651	1523
$n_{z_{\max}} = 5$										
600	674	561	729	616	824	711	908	795	1126	1013
650	729	607	788	666	889	767	978	856	1207	1085
700	784	651	847	714	955	822	1049	916	1289	1156
750	839	697	906	764	1020	878	1119	977	1371	1229
800	894	743	964	813	1085	934	1190	1039	1453	1302
850	949	788	1024	863	1152	991	1262	1101	1538	1377
900	1004	834	1083	913	1217	1047	1352	1162	1622	1452

*

WIELKOŚĆ DROGI PRZEBYTEJ PRZEZ SAMOŁOT W CZASIE
PROWADZENIA OGNIA

V ₁ /km/h/	Czas prowadzenia ognia /s/			
	0,5	1,0	1,5	2,0
20	5.6	8.3	11.1	13.9
40	11.1	16.7	22.2	27.8
60	16.7	25.0	33.3	41.7
80	22.2	33.3	44.4	55.6
100	27.8	41.7	55.6	69.5
120	33.3	50.0	66.7	83.3
140	38.9	58.3	77.8	97.2
160	44.4	66.7	88.9	111.1
180	50.0	75.0	100.0	125.0
200	55.6	83.3	111.1	138.9
250	69.4	104.2	138.9	173.6
300	83.3	125.0	166.7	208.3
350	97.2	145.8	194.4	243.1
400	111.1	166.7	222.2	277.8
450	125.0	187.5	250.0	312.5
500	138.9	208.4	277.8	347.3
550	152.8	229.2	305.6	382.0
600	166.7	250.1	333.4	416.8
650	180.6	270.9	361.2	451.5
700	194.4	291.6	388.8	486.0
750	208.3	312.5	416.6	520.8
800	222.2	333.3	444.4	555.5
850	236.1	354.2	472.2	590.3
900	250.0	375.0	500.0	625.0
950	263.9	395.9	527.8	659.8
1000	277.8	416.7	555.6	694.5

WARTOŚCI OBLICZENIOWE POWIERZCHNI CELU I ŚREDNIE KONIECZNE
LICZBY TRAFIEN 23 mm POCISKÓW Z DZIAŁEK DO RAŻENIA CELÓW
NAZIEMNYCH

Nazwa celu	Typ rażenia	Kąt nurkowania /stopnie/							
		5		10		15		20	
		Sc	ω	Sc	ω	Sc	ω	Sc	ω
Rakieta "Honest John"	A	A	4.4		4.4		4.5		4.8
	B	20.0	3.1	21.2	3.1	22.5	3.2	23.7	3.4
	C		1.5		1.5		1.6		1.6
Rakieta "Sergeant"	A		3.3		3.3		3.4		3.4
	B	16.6	2.3	17.9	2.3	19.2	2.4	20.5	2.4
	C		1.6		1.6		1.7		1.7
Rakieta "Pershing"	A		1.0		1.0		1.0		1.0
	B	8.9	1.0	8.7	1.0	8.5	1.0	8.3	1.0
	C		1.0		1.0		1.0		1.0
Wyrzutnia "Hawk"	A		2.9		2.9		2.9		2.9
	B	4.0	1.8	5.2	1.8	6.5	1.8	7.7	1.8
	C		1.1		1.1		1.2		1.2
Stacja RLS	A		2.5		2.5		2.5		2.5
	B	6.4	1.6	6.6	1.6	6.8	1.6	7.0	1.6
	C		1.1		1.1		1.1		1.1
Samolot F-104	A		3.3		3.3		3.3		3.5
	B	10.0	2.0	12.3	2.0	14.6	2.0	16.8	2.0
	C		1.0		1.0		1.0		1.0
Bojowy wóz piechoty	A		-		-		-		-
	B	8.0	4.5	8.9	4.5	9.9	4.5	10.8	4.5
	C		2.5		2.5		2.5		2.5
Stacja radiowa	A		3.5		3.5		3.5		3.5
	B	9.2	2.5	9.8	2.5	11.1	2.5	11.4	2.5
	C		1.3		1.3		1.3		1.3
Średni czołg	A		-		-		-		-
	B		-		-		-		-
	C		-		-		-		-
Haubica 203,2 mm	A		8.5		8.5		8.5		8.5
	B	8.7	5.7	10.0	5.7	10.9	5.7	11.8	5.7
	C		3.5		3.5		3.5		3.5

Tabela 2

WARTOŚCI OBLICZENIOWE POWIERZCHNI CELU I ŚREDNIE KONIECZNE
LICZBY TRAFIEN 30 mm POCISKÓW Z DZIAŁEK DO RAŻENIA CELÓW
NAZIEMNYCH

Nazwa celu	Typ rażenia	Kat nurkowania /stopnie/							
		5		10		15		20	
		Sc	ω	Sc	ω	Sc	ω	Sc	ω
Rakieta "Honest John"	A		3.6		3.6		3.6		4.0
	B	20.0	2.9	21.2	2.9	22.5	3.0	23.7	3.1
	C		1.5		1.5		1.6		1.6
Rakieta "Sergeant"	A		2.5		2.5		2.5		2.6
	B	16.6	2.0	17.9	2.0	19.2	2.1	20.5	2.3
	C		1.7		1.7		1.7		1.7
Rakieta "Pershing"	A		1.0		1.0		1.0		1.0
	B	8.9	1.0	8.7	1.0	8.5	1.0	8.3	1.0
	C		1.0		1.0		1.0		1.0
Wyrzutnia "Hawk"	A		2.4		2.4		2.4		2.4
	B	4.0	1.7	5.2	1.7	6.5	1.7	7.6	1.7
	C		1.2		1.2		1.2		1.2
Stacja RLS	A		2.0		2.0		2.0		2.0
	B	6.4	1.2	6.6	1.2	6.8	1.2	7.0	1.2
	C		1.0		1.0		1.0		1.0
Samolot F-104	A		3.0		3.0		3.1		3.1
	B	10.0	1.3	12.3	1.3	14.7	1.3	16.6	1.3
	C		1.0		1.0		1.0		1.0
Bojowy wóz piechoty	A		-		-		-		-
	B	8.0	3.5	8.9	3.5	9.9	3.5	10.8	3.5
	C		2.0		2.0		2.0		2.0
Stacja radiowa	A		2.5		2.5		2.5		2.5
	B	9.1	1.8	9.9	1.8	10.6	1.8	11.4	1.8
	C		1.3		1.3		1.3		1.3
Średni czołg	A		-		-		-		-
	B		-		-		-		-
	C		-		-		-		-
Haubica 203,2 mm	A		7.0		7.0		7.1		7.3
	B	9.2	4.5	10.0	4.5	10.5	4.6	11.6	4.7
	C		3.5		3.5		3.6		3.7

WARTOŚCI OBLICZENIOWE POWIERZCHNI CELU I ŚREDNIE KONIECZNE
LICZBY POCISKÓW RAKIETOWYCH S-5K DO RAŻENIA CELÓW NAZIEMNYCH

Nazwa celu	Typ rażenia	Kat nurkowania /stopnie/							
		5		10		15		20	
		Sc	ω	Sc	ω	Sc	ω	Sc	ω
Rakieta "Honest John"	A		3.0		3.0		3.0		3.0
	B	20.4	2.3	22.0	2.3	23.0	2.3	24.0	2.3
	C		1.3		1.3		1.3		1.3
Rakieta "Sergeant"	A		2.0		2.0		2.0		2.1
	B	14.6	1.7	19.4	1.7	21.2	1.7	23.0	1.8
	C		1.5		1.5		1.5		1.5
Rakieta "Pershing"	A		1.1		1.1		1.1		1.1
	B	9.3	1.0	9.2	1.0	9.1	1.0	9.0	1.0
	C		1.0		1.0		1.0		1.0
Wyrzutnia "Hawk"	A		2.5		2.5		2.5		2.5
	B	5.3	1.7	7.0	1.7	8.8	1.7	10.5	1.7
	C		1.0		1.0		1.0		1.0
Stacja RLS	A		1.6		1.6		1.6		1.6
	B	6.8	1.1	7.0	1.1	7.3	1.1	7.5	1.1
	C		1.0		1.0		1.0		1.0
Samolot F-104	A		3.8		3.8		3.8		3.8
	B	21.8	2.3	24.6	2.3	27.6	2.3	30.5	2.4
	C		1.0		1.0		1.0		1.0
Bojowy wóz piechoty	A		3.3		3.3		3.3		3.3
	B	8.1	2.5	8.9	2.5	9.7	2.5	10.5	2.5
	C		1.9		1.9		1.9		1.9
Stacja radiowa	A		2.0		2.0		2.0		2.0
	B	10.4	1.4	10.7	1.4	11.0	1.4	11.4	1.4
	C		1.0		1.0		1.0		1.0
Średni czołg	A		7.0		7.0		7.0		7.0
	B	10.4	6.0	11.5	6.0	13.2	4.4	13.6	2.9
	C		5.5		5.5		4.0		2.0
Haubica 203,2 mm	A		2.6		2.6		2.7		2.8
	B	9.1	2.0	10.0	2.0	10.9	2.1	11.7	2.2
	C		1.7		1.7		1.7		1.9

Tabela 4

WARTOŚCI PROMIENI /POWIERZCHNI/ CELU OBLICZENIOWEGO
DLA POCISKU TYPU S-24 /TYP RAŻENIA C/

Nazwa celu	Rodzaj wybuchu							
	kontaktowy				niekontaktowy			
	Kat nurkowania /stopnie/							
	5	10	15	20	5	10	15	20
Rakieta "Honest John", "Pershing"	12	14	16	17	20	22	24	25
"Sergeant" stacja radiowa	11	13	14	15	17	19	21	22
Wyrzutnia "Hawk"	11	12	13	14	13	15	17	19
Stacja radio- lokacyjna	7	8	10	12	10	12	13	15
Samolot F-104 na stoisku	13	15	17	19	20	22	24	25
Bojowy wóz piechoty	17m ²	23m ²	30m ²	37m ²	-	-	-	-
Średni czołg	12m ²	14m ²	17m ²	19m ²	-	-	-	-
Haubica 203,2 mm	8	10	12	13	13	15	17	19

Załącznik 5

WARTOŚCI PRZELICZENIOWE OBLICZONEJ POWIERZCHNI CELU
NAZIEMNEGO NA PROMIEN KOŁA

Obliczeniowa powierzchnia celu		Promień koła
Sc	Różnica	
3.14	0.66	1.0
3.80	0.72	1.1
4.52	0.79	1.2
5.31	0.84	1.3
6.15	0.92	1.4
7.07	0.97	1.5
8.04	1.03	1.6
9.07	1.10	1.7
10.17	1.17	1.8
11.34	1.22	1.9
12.56	1.29	2.0
13.85	1.35	2.1
15.20	1.41	2.2
16.61	1.48	2.3
18.09	1.54	2.4
19.63	1.60	2.5
21.23	1.66	2.6
22.89	1.73	2.7
24.62	1.79	2.8
26.41	1.85	2.9
28.26	1.92	3.0
30.18	1.97	3.1
32.15	2.04	3.2
34.19	2.11	3.3
36.30	2.17	3.4

Załącznik 6

WARTOŚCI PRAWDOPODOBIEŃSTWA TRAFIENIA W CEL JEDNYM POCISKIEM
/TABELA PRZYKŁADOWA/

D/m/	r					
	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2
700	0.021	0.029	0.037	0.047	0.058	0.069
750	019	026	033	041	050	061
800	017	022	029	036	044	053
850	014	019	026	033	039	047
900	013	018	023	029	035	042
950	012	016	020	027	032	038
1000	011	014	019	023	029	035
1050	0.009	0.013	0.017	0.021	0.027	0.032
1100	008	012	015	019	024	029
1150	008	011	014	018	022	027
1200	007	010	013	017	020	024
1250	007	009	012	015	019	022
1300	006	008	010	014	017	020
1350	006	007	010	013	016	019
1400	005	007	009	012	015	018
1450	005	007	009	011	014	017
1500	004	007	008	010	013	015
1550	0.004	0.006	0.007	0.010	0.012	0.014
1600	004	006	007	009	011	014
1650	004	005	006	008	011	013
1700	004	005	006	008	010	012
1750	003	004	006	007	009	011
1800	003	004	006	007	009	011
1850	003	004	005	007	008	010
1900	003	004	005	007	008	010
1950	003	004	005	006	007	009
2000	003	004	004	006	007	009
2050	0.002	0.003	0.004	0.006	0.007	0.008
2100	002	003	004	005	007	008
2150	002	003	004	005	007	007
2200	002	003	004	005	006	007
2250	002	003	004	004	006	007
2300	002	003	003	004	006	007
2350	002	003	003	004	005	007
2400	002	002	003	004	005	006
2450	002	002	003	004	005	006
2500	002	002	003	004	004	006

WARTOŚCI ARGUMENTU M_1

N = 64

P	ω					
	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0
0.001	0.064	0.043	0.032	0.021	0.016	0.013
0.005	0.320	0.213	0.160	0.107	0.080	0.064
0.010	0.640	0.427	0.320	0.213	0.160	0.128
0.015	1.010	0.640	0.480	0.320	0.240	0.192
0.020	1.280	0.853	0.640	0.427	0.320	0.256
0.025	1.600	1.066	0.800	0.533	0.400	0.320
0.030	1.920	1.280	0.960	0.640	0.480	0.384
0.035	2.240	1.493	1.120	0.746	0.560	0.448
0.040	2.560	1.707	1.280	0.853	0.640	0.512
0.045	2.880	1.920	1.440	0.960	0.720	0.576
0.050	3.200	2.133	1.600	1.067	0.800	0.640
0.055	3.520	2.347	1.760	1.173	0.880	0.704
0.060	3.840	2.560	1.920	1.280	0.960	0.768
0.065	4.160	2.773	2.080	1.387	1.040	0.832
0.070	4.480	2.987	2.240	1.493	1.120	0.896
0.075	4.800	3.200	2.400	1.600	1.200	0.960
0.080	5.120	3.413	2.560	1.707	1.280	1.024
0.085	5.440	3.627	2.720	1.813	1.360	1.088
0.090	5.760	3.840	2.880	1.920	1.440	1.152
0.095	6.080	4.053	3.040	2.027	1.520	1.216
0.100	6.400	4.267	3.200	2.133	1.600	1.280
0.110	7.040	4.693	3.520	2.347	1.760	1.408
0.120	7.680	5.120	3.840	2.560	1.920	1.536
0.130	8.320	5.547	4.160	2.773	2.080	1.664
0.140	8.960	5.973	4.480	2.987	2.240	1.794
0.150	9.600	6.400	4.800	3.200	2.400	1.920
0.160	10.240	6.827	5.120	3.413	2.560	2.048
0.170	10.880	7.253	5.440	3.627	2.720	2.176
0.180	11.520	7.680	5.760	3.840	2.880	2.304
0.190	12.160	8.107	6.080	4.053	3.040	2.432
0.200	12.800	8.533	6.400	4.267	3.200	2.560
0.250	16.000	10.667	8.000	4.333	4.000	3.200
0.300	19.200	12.800	9.600	6.400	4.800	3.840
0.350	22.400	14.933	11.200	7.467	5.600	5.480
0.400	25.600	17.067	12.800	8.533	6.400	5.120
0.450	28.800	19.200	14.400	9.600	7.200	5.760
0.500	32.000	21.333	16.800	10.667	8.000	6.400
0.550	35.200	23.467	17.600	11.733	8.800	7.040
0.600	38.400	25.600	19.200	12.800	9.600	7.680
0.650	41.600	27.773	20.800	13.867	10.400	8.320
0.700	44.800	29.867	22.400	14.933	11.200	8.960

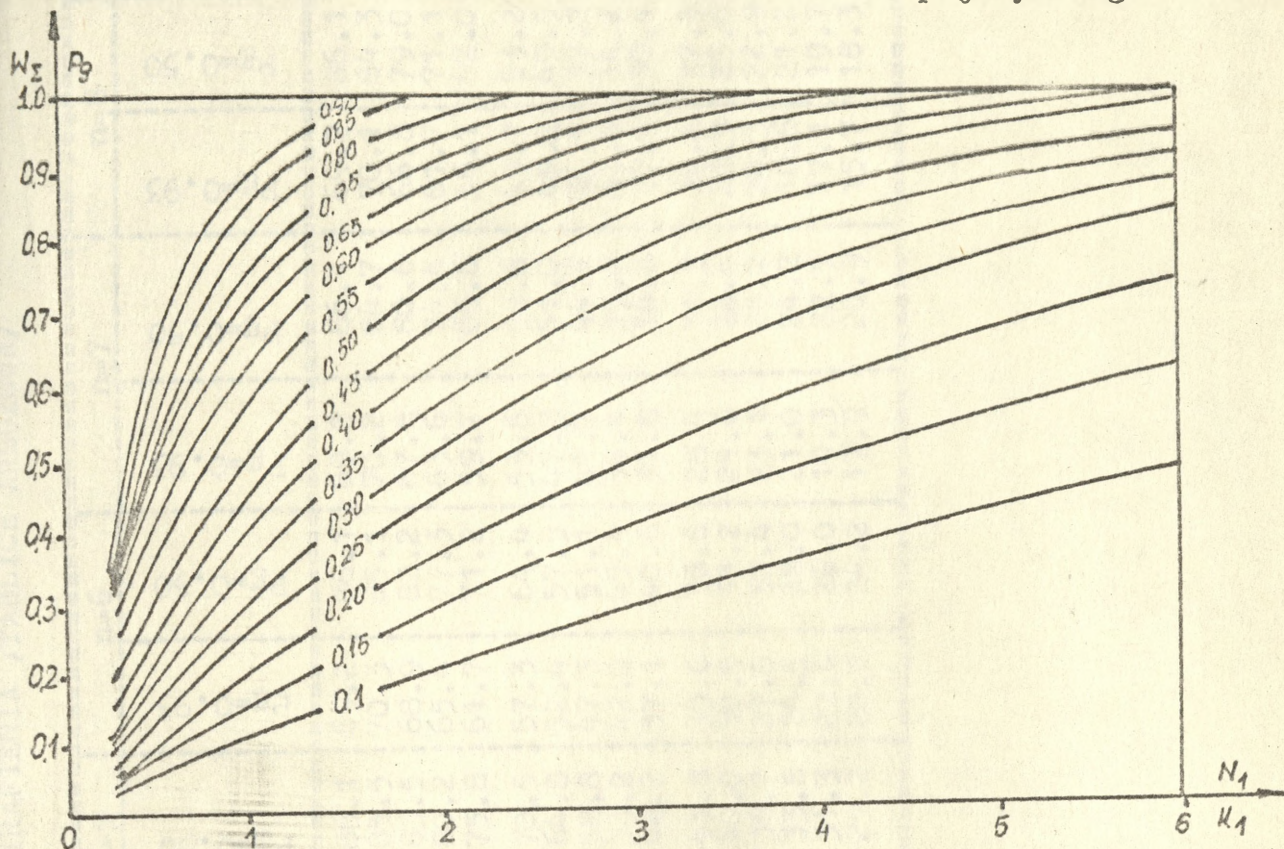
WARTOSCI PRAWDOPODOBIENSTW RAŻENIA CELU

M ₁	M					
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95
0.01	0.010	0.010	0.010	0.010	0.009	0.008
0.05	0.049	0.048	0.047	0.044	0.039	0.038
0.10	0.093	0.091	0.085	0.077	0.070	0.066
0.15	0.136	0.131	0.122	0.109	0.096	0.089
0.20	0.176	0.168	0.157	0.139	0.118	0.105
0.25	0.215	0.206	0.190	0.166	0.138	0.121
0.30	0.249	0.238	0.220	0.191	0.154	0.132
0.35	0.282	0.269	0.247	0.216	0.168	0.139
0.40	0.314	0.297	0.274	0.238	0.179	0.144
0.45	0.343	0.325	0.300	0.257	0.191	0.149
0.50	0.370	0.351	0.320	0.274	0.204	0.154
0.60	0.420	0.397	0.357	0.304	0.224	0.164
0.70	0.468	0.443	0.397	0.333	0.241	0.174
0.80	0.507	0.479	0.430	0.361	0.219	0.184
0.90	0.546	0.510	0.463	0.387	0.271	0.194
1.00	0.576	0.538	0.487	0.411	0.291	0.202
1.10	0.607	0.567	0.509	0.434	0.307	0.213
1.20	0.636	0.594	0.531	0.450	0.322	0.224
1.30	0.656	0.614	0.549	0.466	0.335	0.233
1.40	0.678	0.633	0.564	0.480	0.346	0.241
1.50	0.692	0.645	0.575	0.490	0.357	0.242
1.75	0.735	0.686	0.612	0.521	0.380	0.264
2.00	0.760	0.709	0.631	0.544	0.388	0.276
2.25	0.788	0.734	0.653	0.555	0.403	0.286
2.50	0.808	0.753	0.670	0.569	0.413	0.294
2.75	0.824	0.768	0.692	0.581	0.429	0.308
3.00	0.838	0.780	0.704	0.590	0.438	0.314
3.25	0.852	0.793	0.717	0.599	0.448	0.322
3.50	0.863	0.805	0.728	0.611	0.456	0.330
3.75	0.873	0.814	0.737	0.619	0.459	0.333
4.00	0.886	0.826	0.747	0.631	0.463	0.335
4.50	0.900	0.841	0.762	0.653	0.474	0.346
5.00	0.914	0.854	0.775	0.665	0.487	0.357
6.00	0.933	0.878	0.798	0.689	0.509	0.374
7.00	0.944	0.894	0.819	0.709	0.529	0.385
8.00	0.954	0.904	0.834	0.724	0.544	0.395
9.00	0.961	0.912	0.844	0.739	0.554	0.410
10.00	0.964	0.919	0.859	0.752	0.569	0.422

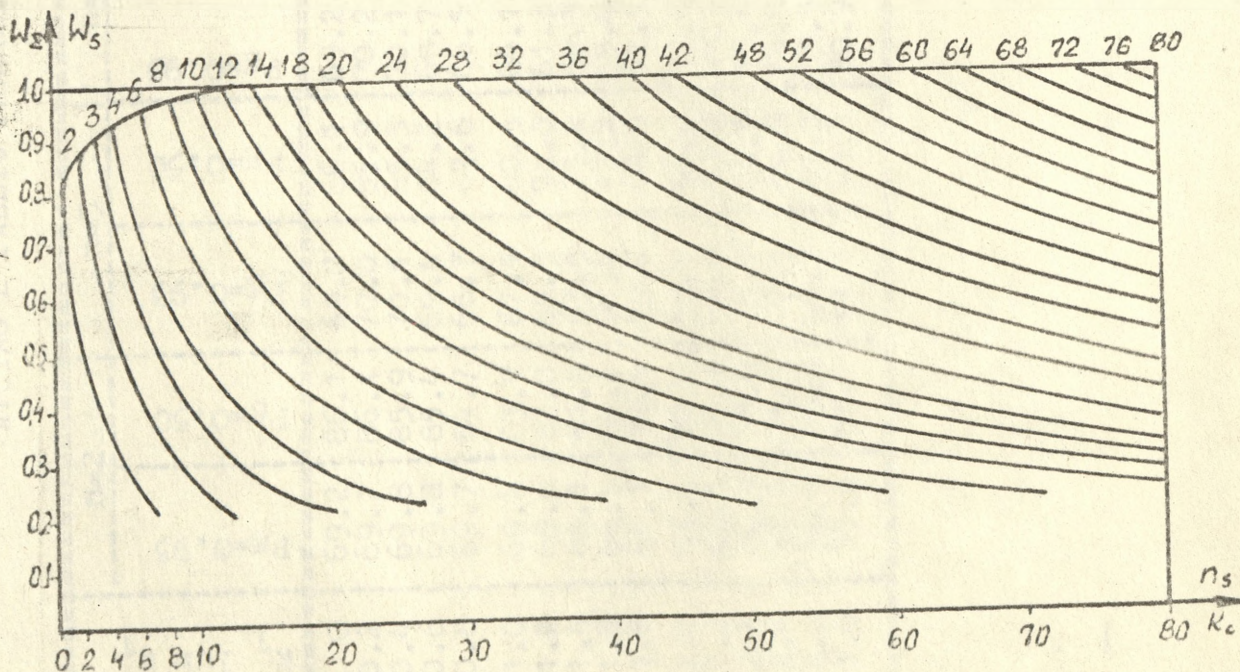
WARTOŚCI PRAWDOPODOBIEŃSTWA RAŻENIA CELU /DWOMA
STRZAŁAMI POJEDYŃCZYMI, SERIAMI, SALWAMI LUB
RÓŻNYMI ŚRODKAMI RAŻENIA/

w_2	w_1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0,01	0,109	0,208	0,307	0,406	0,505	0,604	0,703	0,802	0,901	
0,02	0,108	0,216	0,314	0,412	0,510	0,608	0,706	0,804	0,902	
0,03	0,117	0,224	0,321	0,418	0,515	0,612	0,709	0,806	0,903	
0,04	0,126	0,232	0,328	0,424	0,520	0,616	0,712	0,808	0,904	
0,05	0,136	0,240	0,335	0,430	0,525	0,620	0,715	0,810	0,905	
0,06	0,145	0,248	0,342	0,436	0,530	0,624	0,718	0,812	0,906	
0,07	0,154	0,256	0,349	0,442	0,535	0,628	0,721	0,814	0,907	
0,08	0,163	0,264	0,356	0,448	0,540	0,632	0,724	0,816	0,908	
0,09	0,172	0,272	0,363	0,454	0,545	0,636	0,727	0,818	0,909	
0,10	0,181	0,280	0,370	0,460	0,550	0,640	0,730	0,820	0,910	
0,12	0,199	0,296	0,384	0,472	0,560	0,648	0,736	0,824	0,912	
0,14	0,217	0,312	0,398	0,484	0,570	0,652	0,742	0,828	0,914	
0,16	0,236	0,328	0,412	0,496	0,580	0,660	0,748	0,832	0,916	
0,18	0,254	0,344	0,426	0,508	0,590	0,672	0,754	0,836	0,918	
0,20	0,272	0,360	0,440	0,520	0,600	0,680	0,760	0,840	0,920	
0,25	0,318	0,400	0,475	0,550	0,625	0,700	0,775	0,850	0,925	
0,30	0,363	0,440	0,510	0,580	0,650	0,720	0,790	0,860	0,930	
0,35	0,415	0,480	0,545	0,610	0,675	0,740	0,805	0,870	0,935	
0,40	0,460	0,520	0,580	0,640	0,700	0,760	0,820	0,880	0,940	
0,45	0,505	0,560	0,615	0,670	0,725	0,780	0,835	0,890	0,945	
0,50	0,550	0,600	0,650	0,700	0,750	0,800	0,850	0,900	0,950	
0,55	0,595	0,640	0,685	0,730	0,775	0,820	0,865	0,910	0,955	
0,60	0,640	0,680	0,720	0,760	0,800	0,840	0,880	0,920	0,960	
0,65	0,685	0,720	0,755	0,790	0,825	0,850	0,895	0,930	0,965	
0,70	0,730	0,760	0,790	0,820	0,850	0,880	0,910	0,940	0,970	
0,75	0,775	0,800	0,825	0,850	0,875	0,900	0,925	0,950	0,975	
0,80	0,820	0,840	0,860	0,880	0,900	0,920	0,940	0,960	0,980	
0,85	0,865	0,880	0,895	0,910	0,925	0,940	0,955	0,970	0,985	
0,90	0,910	0,920	0,930	0,940	0,950	0,960	0,970	0,980	0,990	
0,95	0,955	0,960	0,970	0,975	0,980	0,985	0,985	0,990	0,995	

1. Potrzebna liczba samolotów do zwalczania celu pojedynczego



2. Potrzebna liczba samolotów podczas działań na cel grupowy z $P_g = 0,8$

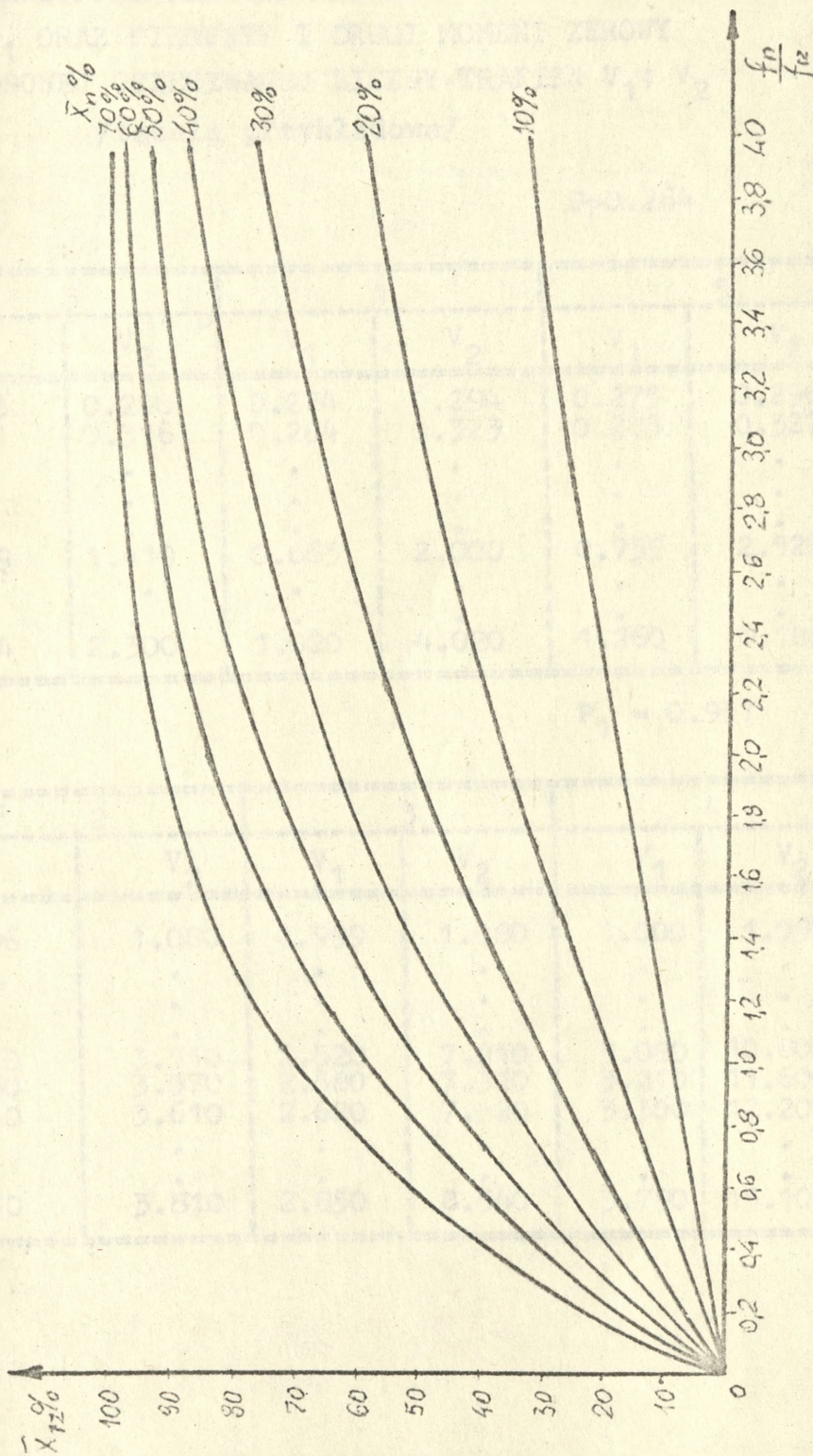


WYCIĄG Z TABLIC PRAWDOPODOBIEŃSTWA TRAFIENIA /TABLICE ARBUZOWA/

K_D lub K_K	K_1 lub K_1	$n=2$		$n=3$		$n=4$		$n=5$		$n=6$		$n=7$		$n=8$	
		$P_{gr}=0.93$	$P_{gr}=0.50$	$P_{gr}=0.93$	$P_{gr}=0.50$	$P_{gr}=0.93$	$P_{gr}=0.50$	$P_{gr}=0.93$	$P_{gr}=0.50$	$P_{gr}=0.93$	$P_{gr}=0.50$	$P_{gr}=0.93$	$P_{gr}=0.50$	$P_{gr}=0.93$	$P_{gr}=0.50$
	0	69.2	86.1	69.2	86.1	69.2	86.1	69.2	86.1	69.2	86.1	69.2	86.1	69.2	86.1
	0.2	69.7	86.1	70.0	85.9	70.2	85.7	70.3	85.5	70.3	85.1	70.2	84.7	70.1	84.3
	0.4	69.8	85.9	70.1	85.3	70.1	84.5	69.6	83.5	68.9	82.2	67.8	80.6	66.8	79.0
	0.6	69.8	85.4	69.4	84.2	68.7	82.4	67.2	80.2	65.4	77.3	63.6	74.4	61.7	71.1
	0.8	69.7	84.7	68.7	82.6	66.5	79.5	64.2	75.8	61.7	71.2	59.7	66.6	56.1	62.0
	1.0	69.4	83.9	67.1	80.5	64.1	75.8	60.8	70.5	57.3	64.4	53.6	58.6	49.7	53.2
	1.2	68.6	83.0	65.3	78.0	61.3	71.7	57.0	64.8	52.4	57.5	47.8	51.0	48.2	45.5
	1.4	66.1	81.9	63.5	75.2	58.3	67.2	53.1	58.8	47.3	51.1	41.7	44.6	36.5	39.2
	1.6	66.5	80.6	61.4	72.2	55.0	62.6	48.6	53.2	42.0	45.4	36.4	39.2	31.6	34.2
	1.8	65.1	79.1	59.2	69.0	51.5	58.0	44.0	48.2	37.1	40.6	31.8	34.8	27.6	30.4
	2.0	63.6	77.5	56.7	65.6	47.4	53.6	38.8	43.8	33.6	36.6	28.4	31.3	24.6	27.5
	2.2	62.1	75.8	54.0	62.0	43.1	49.4	35.7	40.0	30.5	33.2	25.6	28.5	22.3	25.0
	2.4	60.4	73.9	50.7	58.3	39.6	45.6	32.2	36.7	27.5	30.4	23.1	26.2	20.3	22.9
	2.6	58.6	71.9	47.5	54.8	36.5	42.2	29.2	33.8	24.5	28.0	21.0	24.2	18.6	21.2
	2.8	56.8	69.8	44.3	51.5	33.5	39.3	26.8	31.3	22.4	26.0	19.3	22.5	17.1	19.7
	3.0	55.0	67.5	41.2	48.4	30.9	36.8	24.5	29.2	20.8	24.2	17.9	20.9	15.7	18.3

Załącznik 12

ZALEŻNOŚĆ RZECZYWISTEGO PROCENTU ZNISZCZEN CELU OD RZECZYWISTEJ POWIERZCHNI
RAŻENIA BOMBY



Załącznik 13

WARTOŚCI PRAWDOPODOBIEŃSTWA NIE MNIEJ NIŻ JEDNEGO TRAFIENIA P_1 ORAZ PIERWSZY I DRUGI MOMENT ZEROWY ZMIENNEJ LOSOWEJ OCZEKIWANEJ LICZBY TRAFIEŃ $V_1; V_2$
/tabela przykładowa/

$K=1$

$P_1=0.264$

s \ n	1		4		5	
	V_1	V_2	V_1	V_2	V_1	V_2
1.05	0.273	0.290	0.274	0.294	0.275	0.296
1.10	0.281	0.316	0.284	0.323	0.285	0.327
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
5.00	0.569	1.410	0.665	2.000	0.739	2.520
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
80.00	0.774	2.300	1.020	4.020	1.260	6.180

$K=6$

$P_1 = 0.957$

s \ n	2		3		4	
	V_1	V_2	V_1	V_2	V_1	V_2
1.05	0.996	1.080	0.999	1.080	1.000	1.090
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
6.00	1.810	3.510	2.520	7.010	3.080	10.800
7.00	1.830	3.570	2.580	7.310	3.210	11.600
8.00	1.840	3.610	2.620	7.520	3.300	12.200
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
80.00	1.910	3.810	2.850	8.540	3.790	15.100

PRAWDOPODOBIENSTWO RAŻENIA CELU - $P_N = 1 - 1/N - P/N$

P	N							
	2	3	4	5	6	7	8	9
0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
002	004	006	008	010	012	014	016	018
003	006	009	012	015	018	021	024	027
004	008	012	016	020	024	028	032	036
005	010	015	020	025	030	034	039	044
006	012	018	024	030	036	041	047	053
007	014	021	028	034	041	048	055	061
008	016	024	032	039	0,47	055	062	070
009	018	027	036	044	053	061	070	078
0,01	0,020	0,030	0,039	0,049	0,058	0,068	0,077	0,086
02	040	059	078	096	114	132	149	166
03	059	087	115	141	167	192	216	240
04	078	115	151	185	217	249	279	307
05	097	143	185	226	265	302	337	370
06	116	169	219	266	310	352	390	427
07	135	196	252	304	353	398	440	480
08	154	221	284	341	394	442	486	528
09	172	246	314	376	432	483	530	572
10	190	271	344	410	469	522	570	613
0,11	0,208	0,295	0,375	0,442	0,503	0,558	0,606	0,650
12	226	319	400	472	536	591	640	684
13	243	342	427	502	566	623	672	714
14	260	364	453	530	595	652	701	743
15	278	386	478	556	623	679	728	769
16	295	407	502	582	649	705	752	792
17	311	428	525	606	673	729	775	813
18	328	449	548	629	696	751	796	832
19	344	465	570	651	718	771	815	850
20	360	488	590	672	738	790	832	866
0,21	0,376	0,507	0,610	0,692	0,757	0,808	0,848	0,880
22	392	525	630	711	775	824	863	893
23	407	543	648	729	792	840	876	906
24	422	561	666	746	807	854	889	915
25	438	578	684	763	822	867	900	925
26	453	595	700	778	836	878	910	933
27	467	611	716	793	849	890	919	941
28	482	627	731	807	861	900	928	948
29	496	642	746	820	872	909	935	954
30	510	657	760	832	882	918	942	960

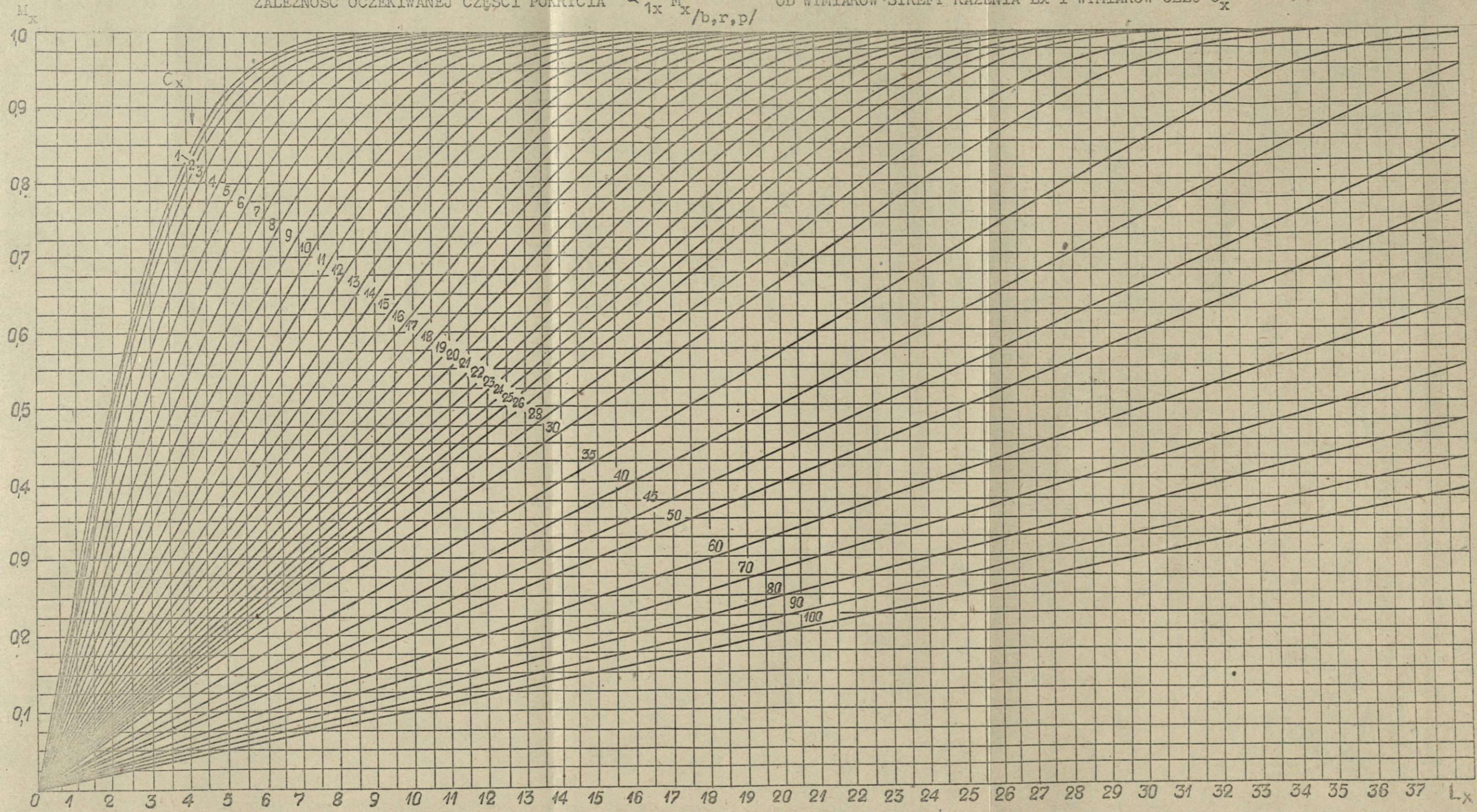
P	N							
	10	12	14	16	18	20	25	30
0,001	0,010	0,012	0,014	0,016	0,018	0,020	0,025	0,030
002	020	024	028	032	036	040	049	059
003	030	035	041	047	053	058	072	086
004	039	047	055	062	070	077	096	114
005	049	058	068	077	086	095	118	140
006	058	070	081	092	103	114	140	166
007	068	081	094	106	119	131	161	190
008	077	092	106	120	134	148	182	214
009	086	103	119	134	150	165	202	238
0,01	0,096	0,114	0,131	0,148	0,165	0,182	0,222	0,260
02	183	215	246	276	305	332	397	455
03	263	306	347	386	422	456	533	599
04	335	387	435	480	520	558	640	706
05	401	460	512	560	603	642	723	785
06	461	524	579	628	672	710	787	844
07	516	581	638	687	729	766	837	887
08	566	632	689	737	777	811	876	918
09	611	678	733	779	817	848	905	941
10	651	718	771	815	850	878	928	958
0,11	0,688	0,753	0,804	0,845	0,877	0,903	0,946	0,970
12	722	784	833	871	900	922	959	978
13	752	812	858	891	918	938	966	985
14	779	836	879	910	934	951	977	989
15	803	858	897	926	946	961	983	992
16	825	877	913	935	957	969	987	995
17	845	893	926	949	966	976	991	996
18	863	908	938	958	972	981	993	997
19	879	920	948	966	977	985	995	998
20	893	931	956	972	982	988	996	999
0,21	0,905	0,941	0,963	0,977	0,986	0,991	0,997	0,999
22	917	949	969	982	989	993	998	999
23	927	957	974	985	991	995	999	1,000
24	936	963	979	988	993	996	999	
25	944	968	982	990	994	997	999	
26	951	973	985	992	996	998	999	
27	957	977	988	994	997	998	999	
28	963	981	990	995	997	999		
29	968	984	992	996	998	999		

P	N							
	2	3	4	5	6	7	8	9
0,31	0,524	0,671	0,773	0,844	0,892	0,926	0,949	0,965
32	538	686	786	855	901	933	954	969
33	551	699	798	865	910	939	959	973
34	564	712	810	875	917	945	964	976
35	578	725	821	884	925	951	968	979
36	591	738	832	893	931	956	972	982
37	603	750	842	901	937	961	975	985
38	616	762	852	908	943	965	978	986
39	628	773	862	916	948	969	981	988
49	640	784	870	922	953	972	983	990
0,42	0,684	0,805	0,887	0,934	0,962	0,978	0,987	0,993
44	686	824	902	945	969	983	990	995
46	708	843	915	954	975	987	993	996
48	730	859	927	962	980	990	995	997
50	750	875	938	969	984	992	996	998
52	770	889	947	975	988	994	997	999
54	788	903	955	979	991	996	998	999
56	806	915	963	984	993	997	999	1000
58	824	926	969	987	995	998	999	
60	840	936	974	990	996	998	999	
0,62	0,856	0,945	0,979	0,992	0,997	0,999	1000	
64	870	953	983	994	998	999		
66	884	961	987	995	998	1000		
68	898	967	990	997	999			
70	910	973	992	998	999			
72	922	978	994	998	1000			
74	932	982	995	999				
76	942	986	997	999				
78	952	989	998	999				
80	960	992	998	1000				
0,82	0,968	0,994	0,999					
84	974	996	999					
86	980	997	1000					
88	986	998						
90	991	999						
92	994	999						
94	996	1000						
96	998							
98	1000							

WARTOŚCI FUNKCJI f_{p_1} ; f_{v_1} ; f_{v_2}
/tabela przykładowa/

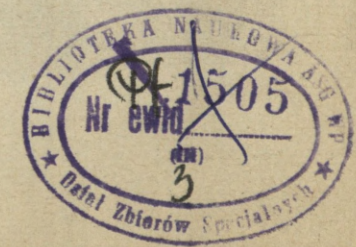
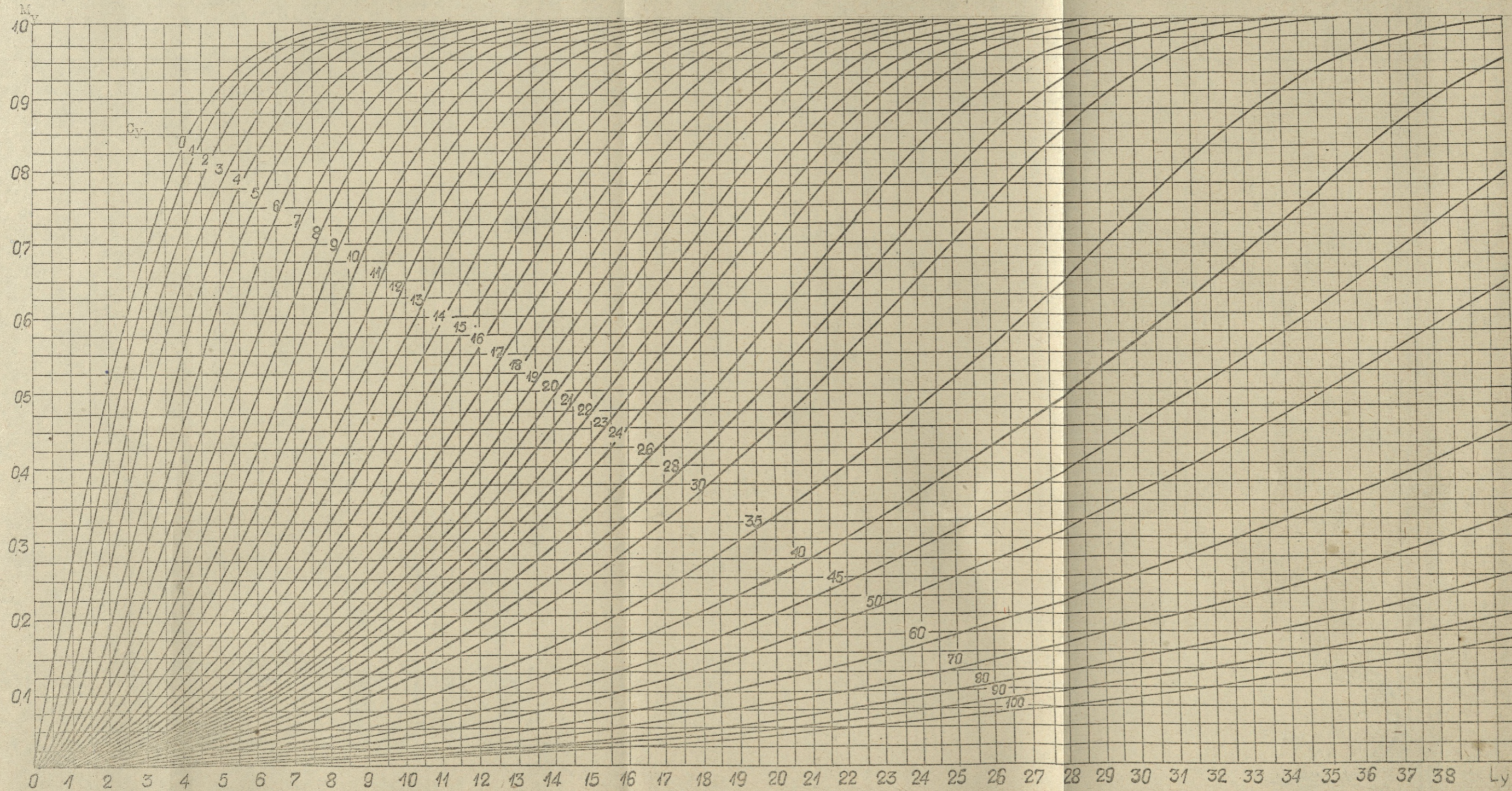
lp.	1	2	3	4	5	6	7
2	f_{p_1}	- 1.00					
	f_{v_1}	1.00					
	f_{v_2}	0.00					
3	f_{p_1}	- 2.00	1.00				
	f_{v_1}	2.50	- 1.50				
	f_{v_2}	- 0.20	0.50				
4	f_{p_1}	- 1.00	- 1.00	1.00			
	f_{v_1}	1.30	0.90	- 1.20			
	f_{v_2}	- 0.20	0.10	0.30			
5	f_{p_1}	- 0.50	- 1.00	- 0.50	1.00		
	f_{v_1}	- 0.80	0.90	0.30	- 1.00		
	f_{v_2}	- 0.10	- 0.10	0.00	0.20		
6	f_{p_1}	- 0.20	- 0.80	0.80	- 0.20	1.00	
	f_{v_1}	0.54	0.729	0.557	0.029	0.857	
	f_{v_2}	- 0.057	- 0.072	- 0.043	0.029	0.143	
7	f_{p_1}	0.00	- 0.60	- 0.80	- 0.60	0.00	1.00
	f_{v_1}	0.393	0.579	0.557	0.329	0.107	- 0.75
	f_{v_2}	- 0.036	- 0.05	- 0.043	- 0.014	0.036	0.107
48	f_{p_1}						
	f_{v_1}						
	f_{v_2}						
48	f_{p_1}	0.872	0.750	0.634	0.523	0.417	0.317
	f_{v_1}	0.008	0.015	0.022	0.029	0.035	0.04
	f_{v_2}	- 0.0001	0.0002	0.003	0.0004	0.0005	0.0006

ZALEŻNOŚĆ OCZEKIWANEJ CZĘŚCI POKRYCIA $\alpha_{1x} M_x / b, r, p /$ OD WYMIARÓW STREFY RAŻENIA L_x I WYMIARÓW CELU C_x



ZALEŻNOŚĆ KWADRATU OCZEKIWANEJ CZĘŚCI POKRYCIA $\alpha_{2x}^2 \frac{M_y}{b_r p}$ OD WYMIARÓW STREFY RAŻENIA L_y
I WYMIARÓW CEŁU C_y

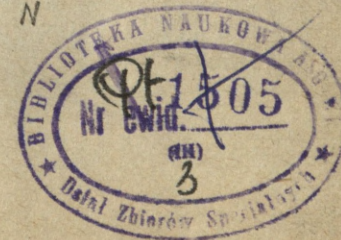
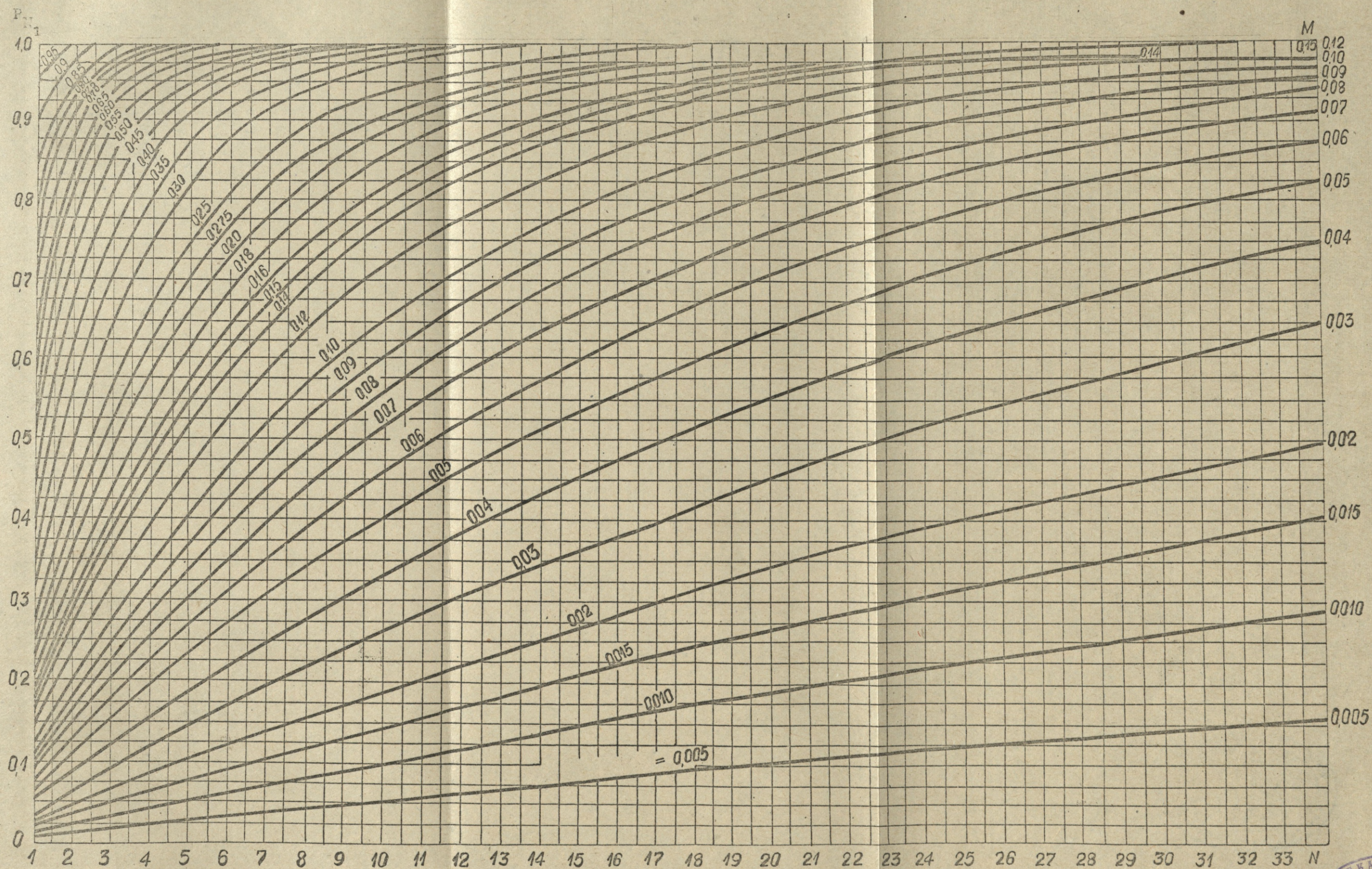
Załącznik 16
Wykres 2



WYCIĄG Z TABELI NORM I GĘSTOŚCI RAŻENIA CELÓW TYPOWYCH AMUNICJĄ BOMBARDIERSKĄ

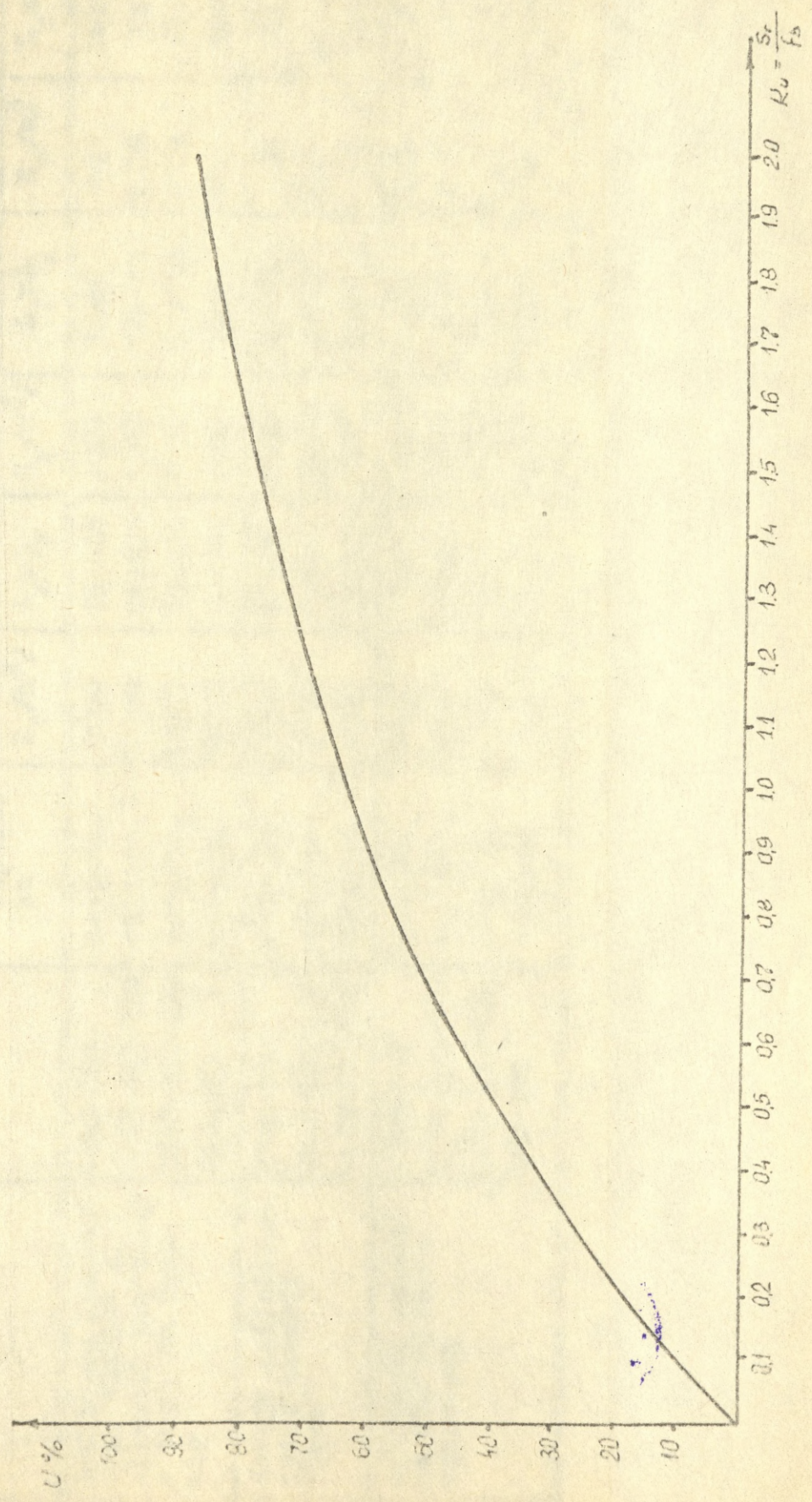
lp.	Nazwa i charakter celu	Typ i wagomiar bomb	Charakter celowania	Wzrost celownika	Taktyczna norma raż. bomb/m ²	Gęstość rażenia /ton/km ²	Oczekiwany rezultat działań
1.	Stanowisko rakiet	OFAB-100 m OFAB-100-120-tu OFAB-250-270 FAB-250 FAB-500	natychn. natychn. zbliżen. natychn. natychn.	6.0 7.00 15.00 9.5 12.0	300 400 900 700 800	1200 1600 3600 2800 3200	niszczy do 20-30% rakiet i środków i obsługi niszczy do 60-70% rakiet, środków i obsługi
2.	Stacje radio- lokacyjne wykrywania i naprowa- dzania Stancwiska plot rakiet	AO-10 AO-25-33 OFAB-100m OFAB-100-120 OFAB-100-120-tu OFAB-250-270 FAB-250	natychn. natychn. natychn. natychn. natychn. zbliżen. natychn.	3.5 6.00 9.5 9.5 10.6 15.0 12.5	80 200 440 500 600 850 730	360 900 2000 2250 2700 3800 3300	Uszkodza do 20-30% RIS obsługi i środki transp. Uszkodza do 60-70% RIS, obsługi i środki transp.
3.	Artyleria ciężka na stanowiskach	OFAB-100m OFAB-250-270 FAB-250 FAB-500	natychn. zbliżen. natychn. natychn.	3.5 5.2 5.0 7.0	80 210 195 380	360 950 870 1700	Uszkodza 20-30% sprzętu i obsługi Uszkodza do 60-70% sprzętu i obsługi

WARTOŚCI PRAWDOPODOBIENSTWA RAŻENIA



Załącznik 12

WYKRES WSPÓŁCZYNNIKA CHARAKTERYZUJĄCEGO WIELKOŚĆ USZKODZENIA CELU



Załącznik 21
WARTOŚCI WSPÓŁCZYNNIKA GESTOŚCI TRAFIENIA SALWY W PRZYPADKU UŻYCIA BOMBARDIERSKICH ŚRODKÓW RAŻENIA

m	n		30					40				
	m ₀	n	2	4	10	20	30	2	4	10	20	30
0,2	5,00		0,85	0,75	0,70	0,67	0,65	0,82	0,72	0,66	0,63	0,61
0,4	2,50		0,82	0,66	0,61	0,58	0,56	0,78	0,63	0,57	0,55	0,53
0,6	1,67		0,79	0,62	0,57	0,53	0,51	0,75	0,60	0,53	0,50	0,48
0,8	1,25		0,77	0,59	0,53	0,49	0,47	0,73	0,57	0,49	0,46	0,44
1,0	1,00		0,76	0,57	0,50	0,46	0,43	0,71	0,54	0,46	0,42	0,41
2,0	0,50		0,74	0,53	0,46	0,42	0,40	0,69	0,50	0,42	0,38	0,37
4,0	0,26		0,71	0,48	0,40	0,36	0,33	0,65	0,45	0,38	0,34	0,29
6,0	0,167		0,68	0,45	0,36	0,32	0,29	0,63	0,42	0,32	0,28	0,26
8,0	0,125		0,66	0,42	0,32	0,29	0,26	0,61	0,40	0,29	0,25	0,23
10,0	0,10		0,64	0,39	0,26	0,26	0,23	0,60	0,38	0,27	0,23	0,21
15,0	0,067		0,62	0,38	0,28	0,23	0,21	0,58	0,36	0,25	0,20	0,18
20,0	0,05		0,61	0,36	0,25	0,20	0,17	0,57	0,34	0,22	0,17	0,15
25,0	0,04		0,60	0,35	0,22	0,18	0,14	0,56	0,33	0,20	0,15	0,13
30,0	0,033		0,59	0,34	0,20	0,16	0,12	0,55	0,32	0,18	0,14	0,11
35,0	0,028		0,59	0,33	0,19	0,15	0,11	0,55	0,31	0,17	0,13	0,10
40,0	0,025		0,58	0,32	0,18	0,14	0,11	0,55	0,31	0,17	0,12	0,10
45,0	0,022		0,58	0,32	0,18	0,14	0,11	0,54	0,30	0,16	0,12	0,10
50,0	0,02		0,57	0,31	0,17	0,13	0,10	0,54	0,30	0,16	0,11	0,09
60,0	0,0167		0,57	0,31	0,17	0,13	0,10	0,54	0,30	0,15	0,11	0,09
70,0	0,0148		0,56	0,30	0,16	0,12	0,09	0,54	0,29	0,15	0,11	0,08
80,0	0,0125		0,56	0,30	0,16	0,12	0,09	0,53	0,29	0,15	0,10	0,08
90,0	0,011		0,55	0,30	0,16	0,11	0,09	0,53	0,29	0,15	0,10	0,08
100,0	0,01		0,55	0,29	0,15	0,11	0,08	0,53	0,28	0,14	0,09	0,07

n	m ₀	50					60					
		n	2	4	10	20	30	2	4	10	20	30
0.2	5.00		0.73	0.69	0.62	0.60	0.59	0.75	0.65	0.57	0.54	0.53
0.4	2.50		0.74	0.61	0.53	0.51	0.50	0.71	0.58	0.49	0.46	0.45
0.6	1.67		0.72	0.57	0.49	0.46	0.45	0.69	0.54	0.45	0.42	0.41
0.8	1.25		0.70	0.54	0.45	0.42	0.41	0.68	0.51	0.41	0.38	0.37
1.0	1.0		0.68	0.52	0.42	0.39	0.38	0.66	0.49	0.38	0.35	0.34
2.0	0.50		0.65	0.48	0.38	0.35	0.35	0.63	0.45	0.35	0.31	0.30
4.0	0.26		0.62	0.42	0.31	0.27	0.26	0.60	0.40	0.28	0.24	0.23
6.0	0.167		0.60	0.40	0.28	0.24	0.23	0.59	0.38	0.26	0.22	0.20
8.0	0.125		0.59	0.38	0.26	0.22	0.21	0.58	0.36	0.24	0.20	0.19
10.0	0.10		0.58	0.37	0.24	0.20	0.18	0.57	0.35	0.22	0.18	0.17
15.0	0.067		0.56	0.35	0.22	0.18	0.16	0.55	0.33	0.20	0.16	0.14
20.0	0.05		0.55	0.33	0.19	0.14	0.12	0.54	0.32	0.18	0.14	0.12
25.0	0.04		0.55	0.32	0.18	0.13	0.11	0.54	0.31	0.17	0.13	0.11
30.0	0.033		0.54	0.31	0.17	0.12	0.10	0.53	0.30	0.16	0.12	0.10
35.0	0.028		0.54	0.30	0.16	0.11	0.09	0.53	0.29	0.15	0.11	0.09
40.0	0.025		0.54	0.30	0.16	0.11	0.09	0.53	0.29	0.15	0.11	0.09
45.0	0.022		0.53	0.30	0.16	0.11	0.09	0.52	0.29	0.15	0.11	0.09
50.0	0.02		0.53	0.30	0.15	0.10	0.09	0.52	0.29	0.14	0.10	0.09
60.0	0.0167		0.53	0.29	0.15	0.10	0.08	0.52	0.28	0.14	0.10	0.08
70.0	0.0148		0.53	0.29	0.14	0.09	0.08	0.52	0.28	0.14	0.10	0.08
80.0	0.0125		0.52	0.28	0.14	0.09	0.07	0.52	0.28	0.14	0.09	0.07
90.0	0.011		0.52	0.28	0.14	0.09	0.07	0.51	0.28	0.14	0.09	0.07
100.0	0.01		0.52	0.28	0.14	0.09	0.07	0.51	0.27	0.14	0.08	0.07

St EV	70					80						
	m_0	n	2	4	10	20	30	2	4	10	20	30
0,2	5,00		0,72	0,61	0,52	0,49	0,48	0,69	0,56	0,47	0,44	0,43
0,4	2,50		0,69	0,55	0,45	0,42	0,41	0,67	0,52	0,41	0,38	0,37
0,6	1,67		0,67	0,51	0,41	0,38	0,37	0,65	0,48	0,37	0,34	0,33
0,8	1,25		0,66	0,48	0,38	0,34	0,33	0,64	0,45	0,34	0,31	0,29
1,0	1,00		0,64	0,46	0,35	0,31	0,30	0,62	0,43	0,32	0,28	0,27
2,0	0,50		0,61	0,42	0,32	0,28	0,27	0,60	0,40	0,29	0,25	0,24
4,0	0,26		0,59	0,38	0,26	0,21	0,20	0,58	0,36	0,24	0,19	0,18
6,0	0,167		0,58	0,36	0,24	0,29	0,18	0,57	0,34	0,22	0,18	0,16
8,0	0,125		0,57	0,34	0,22	0,18	0,17	0,56	0,33	0,20	0,16	0,15
10,0	0,09		0,56	0,33	0,20	0,16	0,15	0,55	0,32	0,19	0,14	0,13
15,0	0,067		0,54	0,32	0,19	0,14	0,13	0,53	0,31	0,18	0,13	0,12
20,0	0,05		0,53	0,31	0,17	0,13	0,11	0,53	0,30	0,17	0,12	0,10
25,0	0,04		0,53	0,30	0,16	0,12	0,10	0,52	0,29	0,16	0,11	0,09
30,0	0,0333		0,52	0,29	0,15	0,11	0,09	0,52	0,28	0,15	0,10	0,08
35,0	0,283		0,52	0,28	0,14	0,10	0,09	0,52	0,27	0,14	0,10	0,08
40,0	0,025		0,52	0,28	0,14	0,10	0,09	0,52	0,27	0,14	0,10	0,08
45,0	0,022		0,51	0,28	0,14	0,10	0,09	0,51	0,27	0,14	0,09	0,08
50,0	0,02		0,51	0,28	0,13	0,10	0,08	0,51	0,27	0,13	0,09	0,08
60,0	0,0167		0,51	0,27	0,13	0,09	0,07	0,51	0,27	0,13	0,09	0,07
70,0	0,0148		0,51	0,27	0,13	0,09	0,07	0,51	0,27	0,13	0,08	0,07
80,0	0,0125		0,51	0,27	0,13	0,09	0,07	0,51	0,26	0,12	0,08	0,06
90,0	0,11		0,51	0,27	0,13	0,08	0,07	0,51	0,26	0,12	0,08	0,06
100,0	0,01		0,51	0,27	0,13	0,08	0,07	0,51	0,26	0,12	0,08	0,06

n · S _r Σ · Y	90					100						
	m	0	2	4	10	20	30	2	4	10	20	30
0,2	5,00	0,67	0,52	0,42	0,39	0,38	0,65	0,48	0,38	0,34	0,33	0,33
0,4	2,50	0,65	0,49	0,37	0,34	0,33	0,63	0,45	0,33	0,30	0,26	0,29
0,6	1,67	0,63	0,45	0,33	0,30	0,29	0,61	0,42	0,30	0,28	0,24	0,25
0,8	1,25	0,62	0,42	0,31	0,28	0,26	0,60	0,40	0,28	0,26	0,22	0,23
1,0	1,00	0,60	0,41	0,29	0,25	0,24	0,59	0,39	0,26	0,22	0,19	0,21
2,0	0,50	0,59	0,38	0,26	0,22	0,21	0,58	0,36	0,24	0,20	0,15	0,18
3,0	0,26	0,57	0,34	0,22	0,17	0,16	0,56	0,33	0,20	0,18	0,14	0,14
4,0	0,167	0,56	0,33	0,20	0,16	0,14	0,55	0,32	0,18	0,17	0,13	0,11
5,0	0,125	0,55	0,32	0,18	0,15	0,12	0,54	0,31	0,17	0,17	0,12	0,10
10,0	0,10	0,54	0,31	0,18	0,14	0,11	0,54	0,30	0,17	0,16	0,12	0,09
15,0	0,067	0,54	0,30	0,17	0,12	0,09	0,53	0,29	0,16	0,15	0,11	0,08
20,0	0,05	0,53	0,29	0,16	0,11	0,08	0,53	0,28	0,15	0,14	0,10	0,07
25,0	0,04	0,53	0,28	0,15	0,10	0,07	0,52	0,28	0,14	0,14	0,09	0,07
30,0	0,033	0,52	0,27	0,14	0,09	0,07	0,52	0,27	0,14	0,13	0,09	0,07
35,0	0,028	0,52	0,27	0,13	0,09	0,07	0,52	0,27	0,13	0,13	0,09	0,06
40,0	0,025	0,52	0,27	0,13	0,09	0,07	0,52	0,27	0,13	0,13	0,09	0,06
45,0	0,022	0,52	0,27	0,13	0,08	0,06	0,51	0,27	0,13	0,13	0,08	0,06
50,0	0,02	0,52	0,27	0,13	0,08	0,06	0,51	0,27	0,13	0,13	0,08	0,06
60,0	0,0167	0,51	0,27	0,13	0,07	0,06	0,51	0,26	0,12	0,12	0,07	0,05
70,0	0,0148	0,51	0,27	0,12	0,07	0,06	0,51	0,26	0,12	0,12	0,07	0,05
80,0	0,0125	0,51	0,26	0,12	0,07	0,05	0,51	0,26	0,12	0,12	0,07	0,05
100,0	0,01	0,51	0,26	0,12	0,07	0,05	0,51	0,25	0,12	0,12	0,07	0,05

POTRZEBNA LICZBA SAMOLOTÓW "N" Z $P_q = 0,5$

$$R_{CE} = 0,1 - 1,5$$

m_0	$R_{CE} (R_{CUP})$														
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
0,05	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0,10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0,15	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
0,20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
0,25	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
0,30	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
0,35	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3
0,40	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
0,45	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4
0,50	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0,55	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5
0,60	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
0,65	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
0,70	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6
0,75	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
0,80	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7
0,85	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7
0,90	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8
0,95	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8
1,00	10	10	10	10	10	10	9	9	9	8	8	8	8	8	8
1,05	10	10	10	10	10	10	10	9	9	9	9	8	8	8	8
1,10	11	11	11	11	11	11	10	10	10	9	9	9	9	9	9
1,15	12	12	12	12	12	12	11	11	10	10	10	10	10	10	10
1,20	12	12	12	12	12	12	12	11	11	10	10	10	10	10	10
1,25	13	13	13	13	13	12	12	11	11	11	10	10	10	10	10
1,30	13	13	13	13	13	13	12	12	11	11	11	10	10	10	10
1,35	14	14	14	14	14	13	13	12	12	11	11	11	11	11	11
1,40	14	14	14	14	14	14	13	13	12	12	12	11	11	11	11
1,45	14	14	14	14	14	14	14	13	13	12	12	12	12	12	12
1,50	15	15	15	15	15	14	14	13	13	13	12	12	12	12	12

$$R_{C_E} = 1,6 - 3,0$$

m ₀	R _{C_E}														
	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0
0,05	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0,10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
0,15	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
0,20	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
0,25	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
0,30	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
0,35	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	5	5
0,40	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	6
0,45	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	6
0,50	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	7
0,55	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	7	8
0,60	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	8	8
0,65	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	8	9
0,70	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	8	8	9	9
0,75	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8	9	9	10
0,80	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	10	10	11
0,85	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	10	10	11	12
0,90	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	10	10	11	12
0,95	8	8	8	8	8	8	8	9	9	10	10	11	11	12	13
1,00	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	11	11	12	12	14
1,05	8	8	9	9	9	9	10	10	11	11	12	12	13	14	14
1,10	9	9	9	9	10	10	10	11	11	12	12	13	14	14	15
1,15	9	9	10	10	10	10	11	11	12	12	13	14	14	15	15
1,20	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	13	14	14	15	16
1,25	10	10	10	11	11	11	12	12	13	13	14	15	15	16	17
1,30	11	11	11	11	11	12	12	13	13	14	14	15	16	16	17
1,35	11	11	11	12	12	12	13	13	14	14	15	16	16	17	18
1,40	11	12	12	12	12	13	13	14	14	15	15	16	17	18	19
1,45	12	12	12	12	13	13	14	14	15	15	16	16	17	18	19
1,50	12	12	13	13	13	14	14	14	15	16	16	17	18	19	20

$$R_{CE} = 3,1 + 4,5$$

m ₀	R _{CE}														
	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5
0,05	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
0,10	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
0,15	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4
0,20	3	3	3	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0,25	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7
0,30	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	8	8	8	8
0,35	5	6	5	6	6	6	7	7	8	8	8	9	9	9	10
0,40	6	6	6	7	7	7	8	8	9	9	9	10	10	11	11
0,45	6	7	7	8	8	8	8	9	10	10	11	11	12	12	13
0,50	7	8	8	8	8	9	10	10	11	11	12	13	13	14	14
0,55	8	8	8	9	9	10	11	11	12	13	13	14	14	15	16
0,60	8	9	9	10	10	11	12	12	13	14	14	15	16	16	17
0,65	9	10	10	11	11	12	13	14	14	15	16	16	17	17	18
0,70	10	10	11	12	12	13	14	14	15	16	16	17	18	18	20
0,75	11	11	12	13	13	14	14	15	16	17	17	18	20	21	21
0,80	11	12	13	14	14	15	16	16	17	18	19	20	21	22	23
0,85	12	13	14	14	15	16	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,90	13	14	14	15	16	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0,95	14	14	15	16	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1,00	14	15	16	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	27	28
1,05	15	16	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	27	28	29
1,10	16	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	27	28	29	31
1,15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	27	28	29	31	32
1,20	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	31	32	34
1,25	18	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	32	33	35
1,30	18	19	20	21	23	23	25	26	27	29	30	32	33	35	36
1,35	19	20	21	22	23	24	25	27	28	30	31	33	34	36	38
1,40	20	21	22	23	24	25	26	28	29	31	32	34	36	37	39
1,45	21	21	23	24	25	26	28	29	30	32	33	35	37	39	41
1,50	21	22	23	24	25	27	29	30	32	33	35	36	38	40	42

Tabela 2

POTRZEBNA LICZBA SAMOLOTÓW "N" z $P_q = 0,8$ - DLA
 $R_{CE} = 0,1 \div 1,5$

m_0	R_{CE}														
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
0,05	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0,10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
0,15	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
0,20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
0,25	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5
0,30	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6
0,35	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7
0,40	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8
0,45	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9	9	9	9
0,50	11	11	11	11	11	11	11	11	11	10	10	10	10	10	10
0,55	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	11	11	11	11	11
0,60	13	13	13	13	13	13	13	13	13	12	12	12	12	11	11
0,65	14	14	14	14	14	14	14	14	14	13	13	13	12	12	12
0,70	15	15	15	15	15	15	15	15	14	14	14	13	13	13	13
0,75	16	16	16	16	16	16	16	16	15	15	15	14	14	14	14
0,80	18	18	18	18	18	18	17	17	16	16	15	15	15	15	15
0,85	19	19	19	19	19	19	18	18	17	17	16	16	16	16	16
0,90	20	20	20	20	20	20	19	19	18	18	17	17	17	17	17
0,95	21	21	21	21	21	21	20	20	18	18	18	18	18	17	17
1,00	22	22	22	22	22	22	21	20	20	19	19	19	18	18	18
1,05	23	23	23	23	23	23	22	21	21	20	20	19	19	19	19
1,10	25	25	25	25	25	24	23	22	22	21	21	20	20	20	20
1,15	26	26	26	26	26	25	24	23	22	22	21	21	21	21	21
1,20	27	27	27	27	27	26	25	24	23	23	22	22	22	22	22
1,25	28	28	28	28	28	27	26	25	24	24	23	23	23	23	23
1,30	29	29	29	29	29	28	27	26	25	25	24	24	23	23	23
1,35	30	30	30	30	30	29	28	27	26	25	25	25	24	24	24
1,40	31	31	31	31	31	30	29	28	27	26	26	25	25	25	25
1,45	32	32	32	32	32	31	30	29	28	27	27	26	26	26	26
1,50	33	33	33	33	33	32	30	29	29	28	27	27	27	27	27

$$R_{CE} = 1,6 \div 3,0$$

m _o	R _{CE}														
	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0
0,05	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0,10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
0,15	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
0,20	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6
0,25	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	8
0,30	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	9	9
0,35	7	7	7	7	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	11
0,40	8	8	8	8	8	8	9	9	9	10	10	11	11	12	12
0,45	9	9	9	9	9	9	10	10	10	11	11	12	12	13	14
0,50	10	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	15
0,55	11	11	11	11	11	11	12	12	13	13	14	14	15	16	17
0,60	11	12	12	12	12	12	13	13	14	14	15	16	16	17	18
0,65	12	12	13	13	13	13	14	14	15	16	16	17	18	19	20
0,70	13	13	13	14	14	14	15	15	16	17	17	18	19	20	21
0,75	14	14	14	15	15	15	16	16	17	18	19	20	20	21	23
0,80	15	15	15	16	16	16	17	18	18	19	20	21	22	23	24
0,85	16	16	16	17	17	17	18	19	19	20	21	22	23	24	26
0,90	17	17	17	17	18	18	19	20	20	21	22	23	25	26	27
0,95	18	18	18	18	19	19	20	21	22	23	24	25	26	27	29
1,00	18	19	19	19	20	20	21	22	23	24	25	26	27	29	30
1,05	19	19	20	20	21	21	22	23	24	25	26	27	29	30	32
1,10	20	20	21	21	22	22	23	24	25	26	27	28	30	31	33
1,15	21	21	22	22	23	23	24	25	26	27	28	30	31	33	34
1,20	22	22	22	23	24	24	25	26	27	28	30	31	33	34	36
1,25	23	23	23	24	24	25	26	27	28	29	31	32	34	36	38
1,30	24	24	24	25	25	26	27	28	29	31	32	34	35	37	39
1,35	24	25	25	26	26	27	28	29	30	32	33	35	37	38	40
1,40	25	26	26	27	27	28	29	30	32	33	34	36	38	40	42
1,45	26	26	27	27	28	29	30	31	33	34	36	37	39	41	43
1,50	27	27	28	28	29	30	31	32	34	35	37	39	41	43	45

$$R_{CE} = 3,1 \cdot 4,5$$

m_0	R_{CE}														
	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5
0,05	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
0,10	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6
0,15	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	8	8	9	9	10
0,20	6	7	7	7	8	8	8	9	9	10	10	10	11	12	13
0,25	8	8	9	9	10	10	11	11	12	13	13	14	15	15	16
0,30	10	10	11	11	12	12	13	14	14	15	16	17	17	18	19
0,35	11	12	12	13	14	14	15	16	17	18	18	19	20	21	22
0,40	13	13	14	15	16	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0,45	14	15	16	17	18	18	19	20	22	23	24	25	26	27	29
0,50	16	17	18	18	19	20	22	23	24	25	27	28	29	30	32
0,55	17	18	19	20	21	23	24	25	26	28	29	30	32	33	35
0,60	19	20	21	22	23	25	26	27	29	30	32	33	35	36	38
0,65	21	22	23	24	25	27	28	30	31	33	35	36	38	39	41
0,70	22	23	25	26	27	29	30	32	33	35	37	39	41	42	44
0,75	24	25	26	28	29	31	32	34	36	38	39	41	44	46	48
0,80	25	27	28	30	31	33	35	36	38	40	42	44	47	49	51
0,85	27	28	30	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	52	54
0,90	28	30	32	33	35	37	39	41	43	45	47	50	52	55	57
0,95	30	32	33	35	37	39	41	43	45	48	50	52	55	58	60
1,00	32	33	35	37	39	41	43	45	48	50	53	55	58	61	64
1,05	33	35	37	39	41	43	45	48	50	53	55	58	61	64	67
1,10	35	37	39	41	43	45	47	50	53	55	58	61	64	67	70
1,15	36	38	40	42	45	47	50	52	55	58	61	63	67	70	73
1,20	38	40	42	44	47	49	52	54	57	60	63	66	70	73	77
1,25	40	42	44	46	49	51	54	57	60	63	66	69	72	76	80
1,30	41	43	44	48	51	53	56	59	62	65	68	72	75	79	83
1,35	43	45	47	50	53	55	58	61	64	68	71	74	78	82	86
1,40	44	47	49	52	54	57	60	64	67	70	74	77	81	85	89
1,45	46	48	51	54	56	59	63	66	69	73	76	80	84	88	93
1,50	47	50	53	55	58	61	65	68	72	75	79	83	87	91	96

Tabela 3

POTRZEBNA LICZBA SAMOLOTÓW "N" Z $P_q = 0,95$

DLA $R_{CE} = 0,1 + 1,5$

o	R_{CE}														
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
0,05	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
0,10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
0,15	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
0,20	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7
0,25	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9
0,30	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	12	12	11	11	10
0,35	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	13	12	12	12
0,40	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	15	14	14	13	13
0,45	19	19	19	19	19	19	19	19	18	17	17	16	15	15	14
0,50	21	21	21	21	21	21	21	21	20	19	18	17	17	16	16
0,55	23	23	23	23	23	23	23	22	21	20	20	19	18	17	17
0,60	25	25	25	25	25	25	25	24	23	22	21	20	19	19	18
0,65	27	27	27	27	27	27	27	26	25	23	22	22	21	20	19
0,70	29	29	29	29	29	29	29	27	26	25	24	23	22	21	21
0,75	31	31	31	31	31	31	30	29	28	26	25	24	24	23	22
0,80	33	33	33	33	33	33	32	31	29	28	27	26	25	24	23
0,85	35	35	35	35	35	35	34	32	31	29	28	27	26	25	25
0,90	37	37	37	37	37	37	35	34	32	31	30	29	28	27	26
0,95	39	39	39	39	39	39	37	35	34	32	31	30	29	28	27
1,00	41	41	41	41	41	41	39	37	35	34	33	31	30	29	28
1,05	43	43	43	43	43	42	40	39	37	35	34	33	32	31	30
1,10	46	46	46	46	46	44	42	40	38	37	35	34	33	32	31
1,15	48	48	48	48	48	46	44	42	40	38	37	35	34	33	32
1,20	50	50	50	50	50	48	45	43	42	40	38	37	36	35	34
1,25	52	52	52	52	52	49	47	45	43	41	40	38	37	36	35
1,30	54	54	54	54	54	51	49	47	45	43	41	40	38	37	36
1,35	55	55	55	45	55	53	50	48	46	44	42	41	40	38	37
1,40	57	57	57	57	57	55	52	50	48	46	44	42	41	40	39
1,45	59	59	59	59	59	56	54	51	49	47	45	44	42	41	40
1,50	61	61	61	61	61	58	55	53	51	49	47	45	43	42	41

$$R_{CE} = 1,6 + 3,0$$

M ₀	R _{CE}														
	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0
0,05	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
0,10	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3
0,15	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0,20	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7
0,25	9	8	8	8	8	8	7	7	7	7	8	8	8	8	8
0,30	10	10	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10
0,35	11	11	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
0,40	12	12	12	12	11	11	11	11	11	11	12	12	12	13	13
0,45	14	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	14	14	14
0,50	15	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	16	16
0,55	16	16	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	17	17	18
0,60	18	17	17	17	16	16	16	16	17	17	17	17	18	19	19
0,65	19	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	19	19	20	21
0,70	20	20	19	19	19	19	19	19	19	19	20	20	21	22	22
0,75	21	21	21	20	20	20	20	20	20	21	21	22	22	23	24
0,80	23	22	22	22	21	21	21	21	22	22	23	23	24	25	25
0,85	24	23	23	23	23	23	23	23	23	23	24	24	25	26	27
0,90	25	25	24	24	24	24	24	24	24	25	25	26	27	28	29
0,95	26	26	26	25	25	25	25	25	26	26	27	27	28	29	30
1,00	28	27	27	26	26	26	26	26	27	27	28	29	30	31	32
1,05	29	28	28	28	27	27	28	28	28	29	29	30	31	32	33
1,10	30	30	29	29	29	29	29	29	29	30	31	31	32	34	35
1,15	31	31	30	30	30	30	30	30	31	31	32	33	34	35	36
1,20	33	32	32	31	31	31	31	32	32	33	33	34	35	37	38
1,25	34	33	33	32	32	32	33	33	33	34	35	36	37	38	39
1,30	35	35	34	34	34	34	34	34	35	35	36	37	38	40	41
1,35	36	36	35	35	35	35	35	35	36	36	37	47	40	41	43
1,40	38	37	36	36	36	36	36	37	37	38	39	40	41	43	44
1,45	39	39	38	37	37	37	37	38	38	39	40	41	42	44	46
1,50	40	39	39	38	38	38	39	39	40	40	41	43	44	46	47

$$R_{CE} = 3,1 \div 4,6$$

m ₀	R _{CE}														
	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5
0,05	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
0,10	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6
0,15	5	5	6	6	6	6	7	7	7	8	8	9	9	9	10
0,20	7	7	7	8	8	8	9	9	10	10	10	11	12	12	13
0,25	8	9	9	9	10	10	11	11	12	13	13	14	15	15	16
0,30	10	10	11	11	12	12	13	14	14	15	16	17	17	18	19
0,35	12	12	13	13	14	14	15	16	17	18	18	19	20	21	22
0,40	13	14	14	15	16	17	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0,45	15	16	16	17	18	19	19	20	21	23	24	25	26	27	29
0,50	17	17	18	19	20	21	22	23	24	25	27	28	29	30	32
0,55	18	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	32	33	35
0,60	20	21	22	23	24	25	26	27	29	30	32	33	35	37	38
0,65	22	22	23	24	25	27	28	30	31	33	35	36	38	39	41
0,70	23	24	25	26	28	29	30	32	33	35	37	39	41	42	44
0,75	25	26	27	28	30	31	32	34	36	38	39	41	44	46	48
0,80	26	28	29	30	31	33	35	36	38	40	42	44	47	49	51
0,85	28	29	31	32	33	35	37	39	41	43	45	47	49	52	54
0,90	30	31	32	34	35	37	39	41	43	45	47	50	52	55	57
0,95	31	33	34	36	37	39	41	43	45	48	50	52	55	58	60
1,00	33	34	36	38	39	41	43	45	48	50	53	55	58	61	64
1,05	35	36	38	39	41	43	45	48	50	53	55	58	61	64	67
1,10	36	38	39	41	43	45	48	50	53	55	58	61	64	67	70
1,15	38	39	41	43	45	47	50	52	55	58	61	63	67	70	73
1,20	39	41	43	45	47	49	52	55	57	60	63	66	70	73	77
1,25	41	43	45	47	49	52	54	57	60	63	66	69	72	76	80
1,30	43	45	47	49	51	54	56	59	62	65	68	72	75	79	83
1,35	44	46	48	51	53	56	58	61	65	68	71	74	78	82	86
1,40	46	48	50	52	55	58	61	64	67	70	74	77	81	85	89
1,45	48	50	52	54	57	60	63	66	69	73	76	80	84	88	98
1,50	49	51	54	56	59	62	65	68	72	75	79	83	87	91	96

WARTOŚCI PROMIENI RAŻENIA CELU SALWĄ

$\frac{s}{a}$ [m ²]	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0
10	0,80	1,13	1,28	1,60	1,78	2,52	3,57	4,37	5,05
15	0,98	1,38	1,69	1,95	2,18	3,09	4,37	5,35	6,18
20	1,13	1,60	1,95	2,25	2,52	3,57	5,05	6,18	7,14
25	1,26	1,78	2,18	2,52	2,82	3,99	5,64	6,91	7,93
30	1,38	1,95	2,39	2,76	3,09	4,37	6,18	7,57	8,74
35	1,49	2,11	2,59	2,99	3,34	4,72	6,68	8,18	9,44
40	1,60	2,26	2,76	3,19	3,57	5,05	7,14	8,74	10,09
45	1,69	2,39	2,93	3,38	3,78	5,35	7,57	9,27	10,70
50	1,78	2,52	3,09	3,57	3,99	5,64	7,98	9,77	11,28
60	1,95	2,76	3,38	3,90	4,37	6,18	8,74	10,70	12,36
70	2,11	2,98	3,66	4,22	4,72	6,67	9,44	11,56	13,36
80	2,26	3,19	3,90	4,51	5,05	7,14	10,09	12,36	14,27
90	2,39	3,38	4,14	4,79	5,35	7,57	10,70	13,11	15,13
100	2,52	3,57	4,37	5,05	5,64	7,98	11,28	13,82	15,95
150	3,09	4,37	5,35	6,18	6,91	9,77	13,83	16,92	19,54
200	3,57	5,05	6,18	7,14	7,98	11,28	15,96	19,54	22,57
250	3,99	5,64	6,91	7,98	8,92	12,61	17,84	21,85	25,23
300	4,37	6,18	7,57	8,74	9,77	13,82	19,54	23,94	27,64
350	4,72	6,67	8,17	9,44	10,55	14,93	21,11	25,85	29,85
400	5,05	7,14	8,74	10,09	11,28	15,96	22,57	27,64	31,91
450	5,35	7,57	9,27	10,70	11,96	16,92	23,94	29,32	33,85
500	5,64	7,98	9,77	11,28	12,61	17,84	25,23	30,90	35,68
600	6,18	8,74	10,70	12,36	13,81	19,54	27,64	33,85	39,09
700	6,67	9,44	11,56	13,35	14,92	21,11	29,85	36,56	42,22
800	7,14	10,09	12,36	14,27	15,96	22,57	31,91	39,09	45,13
900	7,57	10,70	13,11	15,14	16,92	23,94	33,85	41,46	47,87
1000	7,98	11,28	13,82	15,96	17,84	25,23	35,68	43,70	50,46
1500	9,77	13,82	16,92	19,54	21,85	30,90	43,70	53,52	61,80
2000	11,28	15,96	19,54	22,57	25,23	35,68	50,46	61,80	71,36
2500	12,61	17,84	21,85	25,23	28,20	39,89	56,42	69,10	79,79
3000	13,82	19,54	23,94	27,64	30,90	43,70	61,80	75,69	87,40
3500	14,93	21,11	25,85	29,85	33,38	47,20	66,76	81,76	94,41
4000	15,96	22,57	27,64	31,91	35,68	50,46	71,36	87,40	100,92
4500	16,92	23,94	29,32	33,85	37,85	53,52	75,69	92,70	107,05
5000	17,84	25,23	30,90	35,68	39,89	56,42	79,79	97,72	112,84
6000	19,54	27,63	33,85	39,09	43,70	61,80	87,40	107,05	123,61
7000	21,11	29,85	36,56	42,22	47,20	66,75	94,40	115,62	133,51
8000	22,57	31,91	39,09	45,14	50,46	71,36	100,92	123,60	142,73
9000	23,94	33,85	41,46	47,87	53,52	75,69	107,05	131,10	151,39
10000	25,23	35,68	43,70	50,46	56,42	79,79	112,84	138,20	159,58

β [m]	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0
10.	5.64	6.91	7.98	8.92	9.77	10.55	11.28	11.97	12.61
15	6.91	8.46	9.77	10.92	11.97	12.93	13.82	14.66	15.45
20	7.98	9.77	11.28	12.61	13.82	14.92	15.96	16.92	17.84
25	8.92	10.92	12.62	14.10	15.45	16.69	17.84	18.92	19.84
30	9.77	11.97	13.83	15.45	16.92	18.28	19.54	20.73	21.85
35	10.55	12.53	14.92	16.69	18.28	19.75	21.11	22.39	23.60
40	11.28	13.82	15.96	17.84	19.75	21.11	22.57	23.94	25.23
45	11.97	14.66	16.92	18.92	20.73	22.39	23.94	25.39	26.76
50	12.61	15.45	17.84	19.95	21.85	23.60	25.23	26.76	28.21
60	13.82	16.92	19.54	21.85	23.94	25.85	27.64	29.32	30.90
70	14.93	18.28	21.11	23.60	25.85	27.92	29.85	31.66	33.38
80	15.96	19.54	22.57	25.23	27.64	29.85	31.91	33.85	35.68
90	16.92	20.73	23.94	26.76	29.32	31.66	33.85	35.90	37.85
100	17.84	21.85	25.23	28.21	30.90	33.38	35.68	37.85	39.89
150	21.85	26.76	30.90	34.55	37.85	40.88	43.70	46.35	48.86
200	25.23	30.90	35.68	39.89	43.70	47.20	50.46	53.52	56.42
250	28.21	34.55	39.89	44.60	48.86	52.77	56.42	59.84	63.03
300	30.90	37.85	43.70	48.86	53.52	57.81	61.80	65.55	69.10
350	33.38	40.88	47.20	52.77	57.81	62.44	66.75	70.90	74.63
400	35.68	43.70	50.46	56.42	61.80	66.75	71.36	75.69	79.79
450	37.85	46.35	53.52	59.84	65.55	70.80	75.69	80.28	84.63
500	38.89	48.86	56.42	63.07	69.10	74.63	79.79	84.63	89.21
600	43.70	53.52	61.80	69.10	75.69	81.76	87.40	92.70	97.72
700	47.20	57.81	66.75	74.63	81.76	88.31	94.41	100.13	105.53
800	50.46	61.80	71.36	79.79	87.40	94.40	100.92	107.05	112.84
900	53.52	65.55	75.69	84.63	92.70	100.13	107.05	113.54	119.68
1000	56.42	69.10	79.79	89.20	97.72	105.55	112.84	119.68	126.16
1500	69.10	84.63	97.72	109.25	119.68	129.27	138.20	146.58	154.50
2000	79.79	97.72	112.84	126.16	138.20	149.27	159.58	169.26	178.41
2500	89.20	109.25	126.16	141.05	154.50	166.89	178.41	189.23	199.47
3000	97.72	119.68	138.20	154.50	169.26	182.82	195.44	207.30	218.51
3500	105.55	129.27	149.27	166.89	182.82	197.47	211.10	223.90	236.02
4000	112.84	138.20	159.58	178.41	195.44	211.10	225.67	239.36	252.31
4500	119.68	146.58	169.26	189.23	207.30	223.90	239.36	253.88	267.62
5000	126.16	154.51	178.41	199.47	218.51	236.02	252.31	267.62	282.09
6000	138.20	169.26	195.44	218.51	239.36	258.54	276.39	293.16	309.02
7000	149.27	182.82	211.10	236.02	258.54	279.26	298.54	316.65	333.78
8000	159.58	195.44	225.67	252.67	276.39	298.54	319.15	338.51	356.82
9000	169.26	207.30	239.36	267.62	293.16	316.65	338.51	359.05	378.47
10000	178.41	218.51	252.31	282.09	309.02	333.78	356.82	378.47	398.94

PRAWDOPODOBIEŃSTWO RAŻENIA MAŁOWYMIAROWYCH CEŁÓW
/wartości prawdopodobieństwa trafienia w krąg/

R_{CE}	Prawdopodobieństwo rażenia celu przy R_{CE}										
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
0,1	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000			
0,2	009	007	006	005	004	002	001	001	0,000		
0,3	02	019	016	012	008	005	003	001	001		
0,4	036	034	028	022	015	009	005	002	001	0,000	
0,5	056	052	044	034	023	014	008	004	002	001	
0,6	079	074	063	048	033	020	011	005	002	001	0,000
0,7	105	100	085	065	045	027	015	007	003	001	001
0,8	136	128	110	084	058	036	020	010	005	002	001
0,9	168	160	137	106	073	046	026	013	006	003	001
1,0	204	193	166	129	090	057	033	017	008	003	001
1,1	241	229	197	154	109	070	040	021	010	004	002
1,2	279	266	230	181	129	083	049	026	012	005	002
1,3	319	304	265	209	141	098	058	031	015	007	003
1,4	360	344	300	239	174	115	069	038	019	008	003
1,5	401	383	336	270	198	133	081	045	023	010	004
1,6	441	423	373	302	224	152	094	053	027	013	005
1,7	482	463	410	335	251	172	108	062	032	015	006
1,8	521	502	447	367	279	194	124	072	038	018	008
1,9	560	540	483	401	307	217	140	083	045	022	010
2,0	597	577	519	434	337	241	158	095	052	026	012
2,1	633	612	554	468	367	266	178	109	061	031	014
2,2	667	647	588	501	397	292	198	123	070	036	017
2,3	700	679	621	533	428	319	220	139	081	043	021
2,4	730	710	653	565	459	346	242	156	092	050	024
2,5	759	739	683	596	489	374	266	174	105	057	029
2,6	786	766	712	627	520	403	291	194	118	066	034
2,7	809	792	739	656	550	432	317	214	133	076	040
2,8	832	815	764	684	580	462	343	236	149	087	046
2,9	852	836	788	711	609	491	370	259	167	099	053
3,0	871	845	811	737	637	520	398	283	185	111	061
3,1	888	873	831	761	665	549	426	307	205	126	070
3,2	903	889	850	784	691	578	454	333	225	141	080
3,3	916	904	867	815	717	606	483	359	247	157	091
3,4	928	917	883	825	741	633	511	386	270	175	103
3,5	938	928	898	843	764	660	540	414	294	193	117
3,6	947	938	911	861	786	686	568	441	319	213	131
3,7	955	947	922	876	806	711	596	469	344	234	146
3,8	962	955	933	891	826	736	623	497	370	256	163
3,9	968	962	942	904	844	758	649	526	389	279	181
4,0	974	968	952	916	860	779	675	553	424	303	199

CHARAKTERYSTYKA RAŻĄCEGO DZIAŁANIA LOTNICZYCH ŚRODKÓW RAŻENIA NA TYPOWE
OBIEKTY POLA WALKI

Lp.	Nazwa obiektu	Typ /kaliber wagomiar/ środka raże- nia	Rodzaj pracy zapal- nika	Stoień rażenia celu					S m ²	R m	S m ²	R m	S m ²	R m
				zniszczenie	obezwładnienie	dezorganizacja								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
	Rakieta taktyczno-ope- racyjna na wyrzutni startowej w terenie odkrytym	AO-10 AO-25-33 OFAB-100m OFAB-100-120 OFAB-250-270 OFAB-250-270 FAB-250 FAB-500	Natychm. "-" "-" "-" Zbliżeń Natychm. "-" "-"	45 200 300 300 900 700 700 800	3,8 8,0 9,8 9,8 17,0 14,9 14,9 16,0	150 550 750 750 2260 1750 1750 2000	6,9 13,2 15,5 15,5 26,8 23,5 23,5 25,2	240 1000 2400 2400 7200 5800 5800 6400	8,7 17,8 27,7 27,7 48,0 43,0 43,0 45,0					
		S-24 S-24 S-5K NR-30 NR-23	Niekont Natychm. "-" "-" "-"	390 160 7,5 5,9 4,9	11,0 7,1 1,6 1,4 1,3	1015 425 10 7,3 7,0	18,0 11,6 1,8 1,5 1,5	1625 680 17,2 14,5 14,3	22,8 14,8 2,4 2,2 2,1					
2.	Samoloty myśliwsko- bombowe na stoisku odkrytym	AO-10 AO-25-33 OFAB-100 m OFAB-100-120 OFAB-250-270 OFAB-250-270 FAB-250	Natychm. "-" "-" "-" Zbliżeń Natychm. "-"	110 300 525 600 2000 850 850	5,9 9,8 13,0 13,8 25,2 16,4 16,4	320 1130 2100 2400 5300 3400 3400	10,1 19,0 25,9 27,6 41,0 32,9 32,9	700 2000 6700 7700 17000 10800 10800	14,9 25,2 46,2 49,5 73,6 58,6 58,6					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		FAB-500	Natychm	1200	19,5	4800	39,0	15400	70,0
		ZAB-250-200	"	500	12,6	1650	23,0	2650	29,0
		ZAB-500-400	"	1230	19,8	3250	32,2	6350	45,0
		ZAB-360	"	1410	21,2	3750	34,5	11300	60,0
		S-24	Niekont	390	11,0	1015	18,0	1625	22,8
		S-24	Natychm	190	7,8	500	12,6	800	16,0
		S-5K	"	7,0	1,5	10,9	1,9	26	2,9
		NR-30	"	4,4	1,2	10,3	1,8	13,5	2,1
		NR-23	"	4,0	1,1	6,8	1,5	13,3	2,0
3.	Samoloty myśliwsko-bombowe w obwałowaniach	AO-10	Natychm	110	5,9	215	8,3	330	10,6
		AO-25-33	"	240	8,7	350	10,6	500	12,8
		OFAB-100 m	"	350	10,6	500	12,6	1000	17,8
		OFAB-100-120	"	400	11,3	550	13,2	1100	18,7
		OFAB-250-270	Zbliżeń	1600	22,6	2600	28,8	5000	39,9
		OFAB-250-270	Natychm	420	11,6	600	13,8	1700	23,3
		OFAB-250	"	450	12,0	700	14,9	1600	22,6
		ZAB-250-200	"	500	12,6	1650	23,0	2650	29,0
		ZAB-500-400	"	1100	18,7	2900	30,0	6350	45,0
		ZB-360	"	960	17,5	2500	28,0	8750	53,0
		S-24	Niekont	390	11,0	1015	18,0	1625	22,8
		S-24	Natychm	190	7,8	500	12,6	800	16,0
		S-5K	"	7,0	1,5	10,9	1,9	26	2,9
		NR-30	"	4,4	1,2	10,3	1,8	13,5	2,1
		NR-23	"	4,0	1,1	6,8	1,5	13,3	2,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.	Artyleria polowa i moździerzę poza ukrycia- mi i na SO Artyleria przeciw- lotnicza na stano- wisku ogniowym	AO-10	Natych	80	5,0	360	10,7	580	13,6
		AO-25-33	"	210	8,2	930	17,2	1500	21,6
		OFAB-100 m	"	440	11,8	1250	19,8	4000	35,7
		OFAB-100-120	"	500	12,7	1400	21,1	4500	37,8
		OFAB-250-270	Zbliż	1020	18,0	2870	30,0	9200	54,2
		OFAB-250-270	Natych	730	15,3	2060	25,7	6600	45,8
		FAB-250	"	730	15,6	2060	25,7	6600	45,8
		FAB-500	"	1080	18,5	2860	30,2	9150	54,0
		S-24	Niekomp	390	11,0	1015	18,0	1625	22,8
		S-24	Natych	53	4,1	140	6,7	270	9,3
		S-5K	"	3,9	1,1	4,9	1,3	6,2	1,4
		NR-30	"	1,5	0,7	2,3	0,9	2,9	1,0
		NR-23	"	1,3	0,6	2,0	0,8	2,9	1,0
		5.	Kolumny piechoty zmechanizowanej Kolumny samochodów	AO-1	Natych	25	2,8	110	5,9
AO-2,5	"			30	3,1	150	6,9	525	12,9
AO-10	"			72	4,8	324	10,2	1130	19,0
AO-25-33	"			150	6,9	600	13,8	2100	25,9
OFAB-100 m	"			400,	11,3	1250	20,0	3600	33,8
OFAB-100-120	"			450	12,0	1300	20,4	4060	36,0
OFAB-250-270	Zbliż			1600	22,5	4500	37,8	14400	67,8
OFAB-250-270	Natych			990	17,7	2800	29,8	9000	43,5
FAB-250	"			660	14,5	1850	24,2	6000	33,6
ZAB-250-200	"			500	12,6	1660	23,0	2650	29,0
ZAB-500-400	"			1700	23	4500	37,8	6350	45,0
S-24	Niekomp			6,3	1,4	16,7	2,3	26,8	9,9
S-24	Natych			2,9	0,9	3,7	1,1	4,9	1,3
S-5K	"			-	-	2,7	0,9	4,7	1,2
NR-30	"	-	-	2,1	0,8	3,8	1,1		
NR-23	"	-	-	-	-	-	-	-	

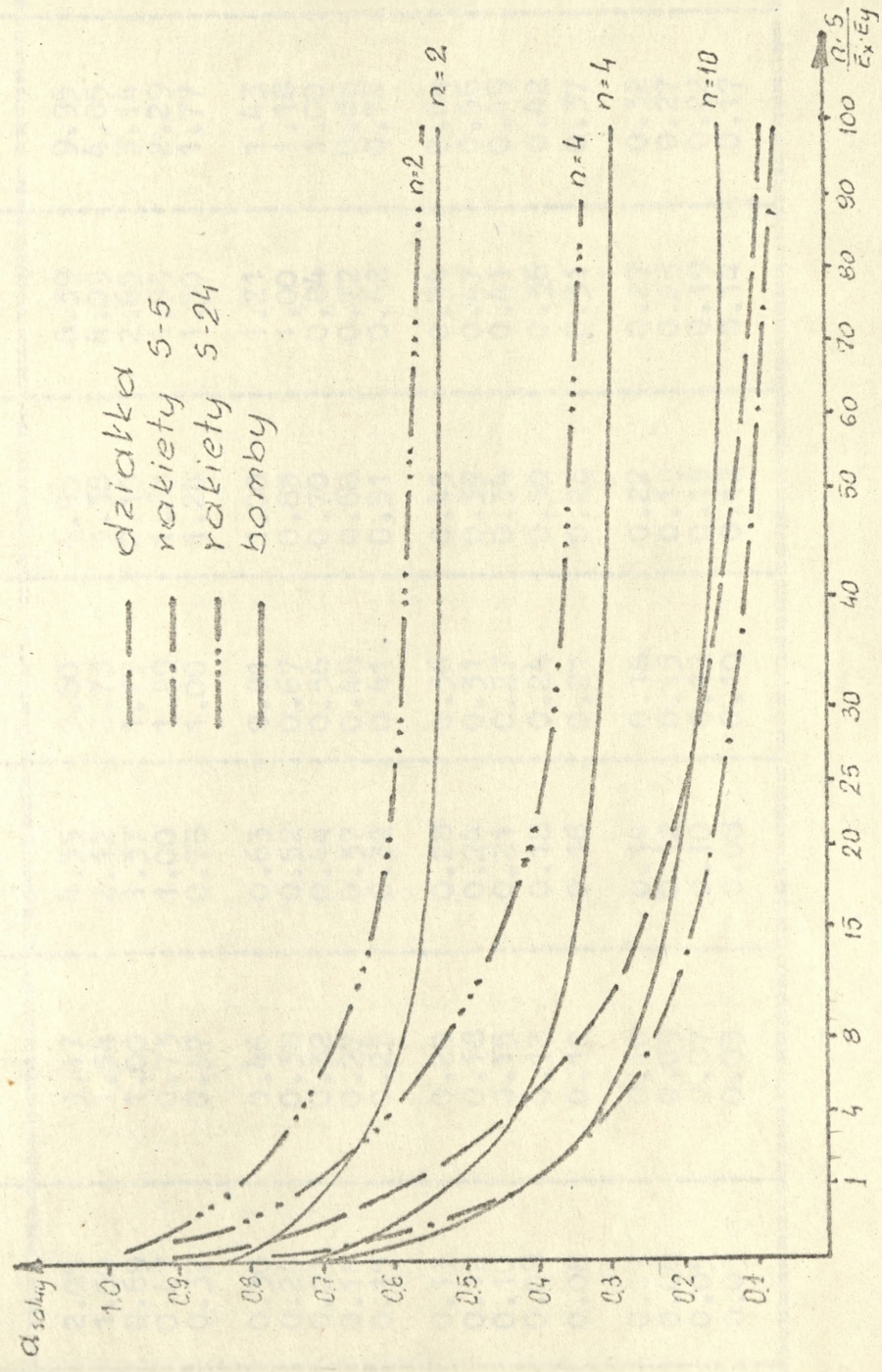
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
6.	Piechota zmechanizowana, artyleria skupiona w lesie	AO-1 AO-2,5 AO-25,33 OFAB-100 OFAB-100-120 OFAB-250-270 OFAB-250-270 FAB-250 PZAB-500 ZAB-250-200 ZB-360	Natychm "- "- "- "- Zbliżeń Natychm "- "- "- "-	21 27 150 300 320 1200 730 730 730 500 1500	2,6 2,9 6,9 9,8 10,0 19,5 15,3 15,3 15,3 12,6 22	95 120 675 845 900 3380 2060 2060 2060 1660 5250	5,5 6,2 14,7 16,4 17,0 32,8 25,7 25,7 25,7 23,0 40,0	300 420 2350 2700 2880 10800 6600 6600 6600 2650 11300	9,8 11,6 27,4 29,3 30,3 59,0 45,8 45,8 45,8 29,0 60,0
		S - 24 S - 24 S-5K NR-30 NR-23	Niekont Natychm "- "- "-	6,3 2,9 - - -	1,4 0,9 - - -	16,7 3,7 2,7 2,1	2,3 1,1 0,9 0,8	26,8 4,9 4,7 3,8	2,9 1,2 1,2 1,1
7.	Wojska przeciwnika w natarciu, obrona doraźnie zorganizowana	AO-1 AO-2,5 AO-10 OFAB-100 AO-25-33 OFAB-100-120 OFAB-250-270 OFAB-250-270 FAB-250	Natychm "- "- "- "- Zbliżeń Natychm "- "-	5 10 18 120 58 140 647 305 205	1,3 1,8 2,4 6,2 4,3 6,7 14,4 9,8 8,1	14 26 47 315 155 370 1715 815 540	2,1 2,9 3,9 10,0 7,0 11,8 23,4 16,3 13,2	50 90 165 1100 540 1300 6000 2850 1880	4,0 5,4 7,2 18,7 13,1 20,3 43,7 30,1 24,5
		S - 24 S - 5K	"- "- "-	6,3 2,9	1,4 0,9	16,7 3,7	2,3 1,1	26,8 4,9	2,9 1,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8.	Rejony obrony, punkty oporu, węzły oporu	OFAB-100 OFAB-100-120 FAB-250 FAB-500 FAB-500 ts	Natychm "- "- "- "-	60 72 125 250 370	4,4 4,8 6,3 8,9 10,8	154 190 330 670 980	7,1 7,8 10,3 14,7 17,7	550 670 1150 2350 3400	13,3 14,7 19,2 27,4 32,9
9.	Czołgi i działa samobieżne w ugru- powaniu bojowym. Czołgi i działa samobieżne skupione w terenie odkrytym przy przeprawach itp. Kolumna czołgów i dział samobieżnych w marszu	PTAB-2,5 PTAB-10-3 OFAB-100 OFAB-100-120 OFAB-250-270 OFAB-250-270 FAB-250 FZAB-500 ZAB-250-200 ZAB-500-400 ZB -- 360	Natych "- "- "- Zbliżeń Natychm "- "- "- "-	18 18 40 43 55 52 50 50 - - -	2,4 2,4 1,4 1,5 2,2 2,0 1,9 1,9 - - -	26 26 270 285 740 630 457 457 - - -	2,9 2,9 9,3 9,5 15,4 14,2 12,1 12,1 - - -	90 90 950 1000 2600 2200 1600 1600 - - -	5,4 5,4 13,5 14,0 23,0 21,0 17,5 17,5 - - -
		S - 24 S - 24 S-5K NR - 30 NR - 23	Miekont Natychm - - -	- 3,7 2,2 - -	1,1 0,8 - -	9,7 2,5 - -	1,8 0,9 - -	15,5 2,8 - -	2,2 1,0 - -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	Stacje radiolokacyjne Stanowiska przeciwo- lotniczych kierowa- nych pocisków rakie- towych	AO-10 AO-25-33 OFAB-100 m OFAB-100-120 OFAB-250-270 OFAB-250-270 FAB-250 S-24 S-24 S-5K NR-30 NR-23	Natych "- "- "- Zbliżeń Natychm "- Wiekont Natychm "- "- "-	80 200 440 500 850 730 730 450 400 30 42 2,4	5,7 8,0 11,8 12,7 16,5 15,3 15,3 12,0 11,3 3,1 1,2 0,9	225 560 1250 1400 2380 2060 2060 1400 1100 40 58 3,2	8,5 13,3 19,8 21,1 27,5 25,7 25,7 21,1 18,7 3,6 1,4 1,0	720 1800 4000 4500 7600 6600 6600 3000 2400 60 92 5,9	15,1 23,9 35,7 37,8 49,0 45,8 45,8 30,9 27,6 4,4 1,7 1,4
11	Stanowiska dowodze- nia, węzły łączno- ści w schronach drewnianych i zie- mnych	OFAB-100 OFAB-100-120 FAB-250 - FAB-500 S - 24 S - 24	Natychm "- "- "- Wiekont Natychm	480 500 570 800 90 60	12,3 12,7 13,5 16,0 5,4 1,4	1020 1280 1400 2060 240 150	18,0 20,2 21,1 25,6 8,8 7,1	2320 3800 4280 7200 760 560	27,2 34,8 37,0 48,0 15,6 13,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12.	Podziemne składy amunicji i materiałów pędnych w metalowych odkrytych zbiornikach	AO-10 AO-25-33 OFAB-100 OFAB-250-270 CFAB-250-270 FAB-250 FAB-500 S-24 S-24	Natych "- "- Zbliżeń Natych "- "- Niekon Natych	90 300 950 1450 1300 1300 1900 760 660	5,4 9,8 17,4 21,5 20,3 20,3 24,6 15,6 14,5	150 650 1750 2900 2400 2500 3000 1320 1100	6,9 14,4 23,6 30,4 27,6 28,2 30,9 20,5 18,7	300 1200 3300 5600 4500 4600 5800 2700 2100	9,8 19,5 32,4 42,2 37,9 38,3 43,0 29,3 25,9

WYKRES WSPÓLCZYNNIKÓW GESTOŚCI TRAFIENIA SALWĄ



Załącznik 27

TABELA WARTOŚCI N = $\frac{Lg}{1} - \frac{U}{L}$ LUB N = $\frac{Lg}{1} - \frac{Pg}{L}$
 N = $\frac{Lg}{1} - \frac{Mn}{L}$ Pr/

U	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45.	0.50
0.05	2.05	3.17	4.35	5.60	6.95	8.39	9.95	11.69	13.50
0.10	1.00	1.54	2.12	2.73	3.38	4.09	4.85	5.65	6.58
0.15	0.69	1.00	1.37	1.77	2.19	2.65	3.14	3.66	4.26
0.20	0.47	0.73	1.00	1.29	1.60	1.93	2.29	2.67	3.11
0.25	0.37	0.57	0.78	1.00	1.24	1.50	1.77	2.07	2.41
0.30	0.30	0.46	0.63	0.81	1.00	1.21	1.43	1.67	1.94
0.35	0.24	0.38	0.52	0.67	0.83	1.00	1.18	1.38	1.61
0.40	0.21	0.32	0.44	0.56	0.70	0.84	1.00	1.17	1.36
0.45	0.18	0.27	0.37	0.48	0.60	0.72	0.86	1.00	1.16
0.50	0.15	0.23	0.32	0.41	0.51	0.62	0.74	0.86	1.00
0.55	0.13	0.20	0.28	0.36	0.45	0.54	0.64	0.75	0.87
0.60	0.12	0.18	0.24	0.31	0.39	0.47	0.56	0.65	0.76
0.65	0.10	0.15	0.21	0.27	0.34	0.41	0.49	0.57	0.66
0.70	0.09	0.13	0.18	0.24	0.30	0.36	0.42	0.49	0.57
0.75	0.08	0.12	0.16	0.21	0.26	0.31	0.37	0.43	0.50
0.80	0.07	0.10	0.14	0.18	0.22	0.27	0.32	0.37	0.43
0.85	0.06	0.09	0.12	0.15	0.19	0.23	0.27	0.31	0.36
0.90	0.05	0.07	0.10	0.12	0.15	0.19	0.22	0.26	0.30
0.95	0.03	0.05	0.08	0.10	0.12	0.14	0.17	0.20	0.23

TABELA WARTOŚCI N = $\frac{Lg}{lg} / \frac{U}{U} - \frac{Mn}{Mn} - \frac{Lg}{Lg} / \frac{Pr}{Pr}$

U	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95
Mn									
0.15	15.55	17.84	20.44	23.44	27.00	31.34	36.95	44.84	58.29
0.20	7.58	8.69	10.00	11.42	13.16	15.27	18.00	21.85	28.40
0.25	5.63	6.46	7.40	8.53	9.90	11.67	14.16	18.41	21.36
0.30	3.58	4.11	4.70	5.39	6.21	7.21	8.50	10.32	13.41
0.35	2.78	3.18	3.65	4.18	4.82	5.60	6.60	8.00	10.41
0.40	2.24	2.57	2.94	3.37	3.89	4.51	5.32	6.46	8.39
0.45	1.85	2.13	2.44	2.79	3.22	3.74	4.40	5.34	6.95
0.50	1.56	1.79	2.06	2.36	2.71	3.15	3.71	4.50	5.86
0.55	1.34	1.54	1.76	2.00	2.33	2.70	3.19	3.87	5.03
0.60	1.15	1.32	1.51	1.74	2.00	2.32	2.74	3.32	4.32
0.65	1.00	1.15	1.31	1.51	1.74	2.01	2.38	2.88	3.75
0.70	0.87	1.00	1.15	1.31	1.51	1.76	2.07	2.51	3.27
0.75	0.76	0.87	1.00	1.15	1.31	1.53	1.81	2.19	2.85
0.80	0.66	0.76	0.87	1.00	1.15	1.34	1.58	1.91	2.49
0.85	0.58	0.66	0.76	0.87	1.00	1.16	1.37	1.66	2.16
0.90	0.50	0.57	0.65	0.75	0.86	1.00	1.18	1.43	1.86
0.95	0.42	0.48	0.55	0.63	0.73	0.85	1.00	1.21	1.58
1.00	0.35	0.40	0.46	0.52	0.60	0.70	0.82	1.00	1.30
1.05	0.27	0.31	0.35	0.40	0.54	0.63	0.73	0.83	1.00

BIBLIOGRAFIA

1. Atakowanie celów naziemnych z zastosowaniem skomplikowanego manewru. Wyd. DWL, 1969.
2. Bombardowanie i fotobombardowanie z samolotów myśliwskich i myśliwsko-szturmowych. Wyd. DWL i OPE , 1962.
3. Charakterystyka obiektów jako przedmiotów rozpoznawczych. Podręcznik. Wyd. Sztab Gen. Zarząd II, 1972.
4. Charakterystyka i zasady zastosowania bombowych klasycznych środków rażenia. Instrukcja. Wyd. DLO, 1966.
5. CENJEW J. - Badania operacji w wojsku. Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, 1972.
6. Działania bojowe lotnictwa Stanów Zjednoczonych w wojnie wietnamskiej w latach 1964 - 1968 . Wyd. DWL, 1977.
7. Działania szturmowe w nocy na samolotach poddźwiękowych. Wyd. Insp. Lotn., 1968.
8. Eksploatacja uzbrojenia samolotu Su-7BKŁ. Wyd. Insp. Lotn., 1968 r.
9. Eksploatacja i obsługa uzbrojenia samolotów grupy Lim. Wyd. DWL, 1970
10. Katalog - informator środków bojowych i sprzętu uzbrojenia lotniczego. Wyd. MON - Zarząd Zaopatrzenia Lotniczego, 1973 r
11. K. KUBICA - Analiza warunków i sposobów bombardowania obiektów pola walki przez samoloty lotnictwa myśliwsko-szturmowego. Wyd. ASG WP, 1966.
12. J.G.MILGRAM - Issledowanija operacyi i algorytmizacyi wojennych diejstw. Wyd. WWJA, 1968.
13. J.G.MILGRAM - J.S. POPOW - Bojewaja effiektiwnost Y awiacyonnoj tiechniki i issledowanije operacyi. Wyd. WWJA, 1970

14. Omówienie ćwiczenia "Lato-74". Wyd. Sztab Gen. - MON, Warszawa. 1974.
15. Omówienie ćwiczenia "Lato-76". Wyd. Sztab Gen. - MON, Warszawa 1976 .
16. Opis i eksploatacja bomb lotniczych. Wyd. DWL, 1971.
17. Osnovy teorii strielby i bombomietanija. Wyd. KWVA - Monino, 1960.
18. S. PAWŁOWSKI - Ocena możliwości zastosowania systemów raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów podczas zwalczania celów naziemnych. Wyd. ASG WP, 1973.
19. S. PAWŁOWSKI - Wybór i uzasadnienie racjonalnych środków rażenia, warunków i sposobów ich zastosowania podczas zwalczania celów powietrznych i naziemnych. Wyd. ASG WP, 1973.
20. S. PAWŁOWSKI - Praca szefa strzelania powietrznego pułku i dywizji lotniczej podczas organizacji i prowadzenia działań bojowych. Wyd. ASG WP, 1974.
21. S. PAWŁOWSKI - Zbiór tabel i wykresów z bojowego zastosowania raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów. Część I. Użycie uzbrojenia samolotów i skuteczności strzelania. Wyd. ASG WP, 1974 .
22. S. PAWŁOWSKI - Zastosowanie bojowe raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów i śmigłowców. Wyd. ASG WP, 1976.
23. S. PAWŁOWSKI - Bezpieczeństwo lotu podczas zastosowania bojowego raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów. Wyd. ASG WP, 1976.
24. S. PAWŁOWSKI - Parametry wyjściowe do obliczeń skuteczności strzelania z samolotów i śmigłowców. Wyd. ASG WP, 1979.
25. T. PAWLAK - Wybrane problemy zastosowania konwencjonalnych bombardierskich środków rażenia przez samoloty LMSz i LMB na obiekty pola walki. Wyd. ASG WP, 1977.

26. Podstawy taktyki lotnictwa myśliwsko-szturmowego i lotnictwa myśliwsko-bombowego. Wyd. ASG WP, 1976.
27. Rasczoty na bojowe primienienije bombardirowocznych sriedstw porażenija. Wyd. KWKA - Monino, 1960.
28. Riekomiendacyi po primienieniju awiacyonnych bomb i zażigatielnych bakow. Wyd. KKWA - Monino, 1980. Zastosowanie samolotu MiG-21M do zwalczania celów naziemnych. Podręcznik. Wyd. DWL, 1973.
29. Regulamin Służby Nawigatorskiej Lotnictwa Wojskowego /RSN-76/. Wyd. DWL, 1977.
30. Rukawodstwo po primienieniju awiacyonnych bombardirowocznych sredstw porażenija. Wyd. Ministerstwo Obrony ZSRR, 1962.
31. Samolot Su -20. Uzbrojenie. Wyd. DWL, 1977.
32. Samolot Su-20. Metodyka szkolenia. Część I. Technika pilotowania. Wyd. DWL, 1977.
33. Samolot Su-20. Metodyka szkolenia. Część II. Zastosowanie bojowe. Wyd. DWL, 1978 .
34. R. SIEDLECKI - Zbiór danych taktyczno-technicznych tabel i wykresów z zastosowania bojowego uzbrojenia bombardierskiego samolotów. Wyd. ASG WP, 1971.
35. R. SIEDLECKI - Taktyczne i operacyjne obliczenia bombardierskie. Wyd. ASG WP, 1956.
36. Taktyka lotnictwa myśliwskiego. Wyd. DLO, 1961.
37. Taktyka lotnictwa myśliwsko-bombowego /m-sz/. Część I. Wyd. ASG WP, 1979.
38. Wstęp do badań operacyjnych. Wyd. MON, 1968.
39. Wybór i obosnowanije racjonalnych sriedstw porażenija, usławij i sposobow ich primienienija pri unicztóżenij wozdusznych i naziemnych celej. Wyd. KWKA --Monino, 1970.

40. Zastosowanie badań operacyjnych w lotnictwie. Podręcznik.
Wyd. DLO, 1967.
41. Zastosowanie bojowe samolotu Su-7B. Podręcznik Wyd. Insp.
Lotn., 1966.
42. Normy ocen i metodyka oceniania lotów trasowych
bombardowań i desantowań. Wyd. DWL, 1981.

Wydrukowano w 5 egz.

Egz. nr 1-5 - Bibl. Nauk. OZS

Wyk. ppłk Rękas

Druk MB dn. 26.7.83 r.

Druk ASG WP nr pf-1148/WW

