



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 WP

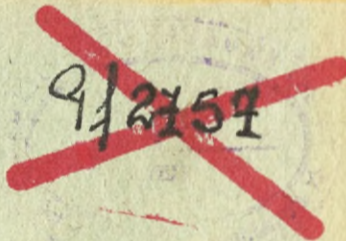
WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH



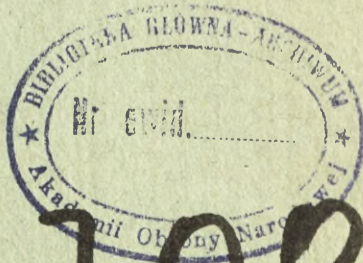
JAWNE

~~POUFA~~

Egz. pojedyn.



METODYKA OCENY SKUTECZNOŚCI LOTNICZYCH ŚRODKÓW RAŻENIA „ZASOBNIK”



55708

WARSZAWA

1988



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

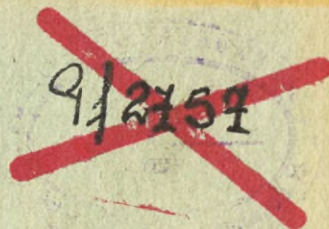
WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH



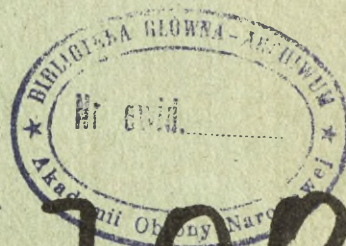
JAWNE

POUFNE

Egz. pojedyn.



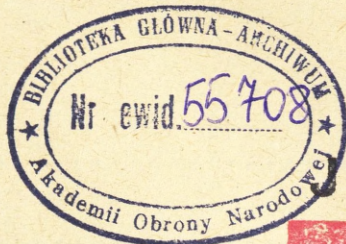
METODYKA OCENY SKUTECZNOŚCI LOTNICZYCH ŚRODKÓW RAŻENIA „ZASOBNIK”



55708

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

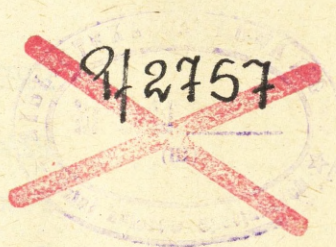
PF 776



AWNE

POUFNE

Egz. poj.



METODYKA OCENY SKUTECZNOŚCI
LOTNICZYCH ŚRODKÓW RAŻENIA
"ZASOBNIK"

Andri...

*Przebieg pilnowania
na... "AWNE"*

27.01.2003

ppłk. K. Stortouls

Opracował zespół w składzie:

Płk prof.dr hab.Wacław SWIĄTNICKI

Płk nawig.dr Stefan RĘKAS

Kpt.nawig.dypl.inż.Piotr MAKOWSKI

Kpt.mgr inż.Andrzej GRZELKA

Kpt.dr inż.Zbigniew SWIĄTNICKI

SPIS TREŚCI

	Str.
WSTĘP	5
WYKAZ SYMBOLI I OZNACZEŃ	6
1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OCENY SKUTECZNOŚCI ZASTOSOWANIA BOJOWEGO LOTNICZYCH ŚRODKÓW RAŻENIA	11
● Założenia ogólne	11
● Klasyfikacja obiektów	12
● Stopień rażenia obiektu	15
● Wskaźniki skuteczności zastosowania bojowego LŚR	18
● Podstawowe właściwości rozwiązywania zadań	19
● Podstawowe dane niezbędne do oceny skuteczności zastosowania bojowego LŚR	20
2. DANE WYJŚCIOWE I OGÓLNE ZAŁOŻENIA NIEZBĘDNE PODCZAS ROZWIĄZYWANIA ZADAŃ TAKTYCZNYCH	25
● Założenia ogólne	25
● Określanie wymiarów strefy rażenia celu elementarnego	27
● Określenie względnych wymiarów strefy rozlotu lotniczych środków rażenia	28
3. ORGANIZACJA STRZELANIA, BOMBARDOWANIA I ODPALANIA RAKIET DO CELÓW POJEDYŃCZYCH, GRUPOWYCH (POWIERZCHNIOWYCH) LUB OBIEKTÓW ZŁOŻONYCH	32
● Założenia ogólne	32
● Wybór lotniczych środków rażenia	32
● Określanie racjonalnej długości rozrzutu LŚR w kierunku lotu samolotu	34

- Wybór punktów celowania podczas uderzeń lotnictwa na o-
biekty grupowe (powierzchniowe) 37
- Wybór kierunku strzelania lub nalotu na obiekt 42
- Przykłady rozwiązywania zadań o zastosowaniu bojowym lotni-
czych środków rażenia 43
 - ♥Przykłady ilustrujące wybór racjonalnej długości serii.. 43
 - ♥Przykłady ilustrujące warunki podziału obiektów grupo-
wych (powierzchniowych) na cele elementarne i wybór pun-
któw celowania 52
- 4. METODYKA OPERACYJNEJ OCENY SKUTECZNOŚCI BOJOWEJ LŚR POD-
CZAS STRZELANIA, BOMBARDOWANIA I ODPALANIA RAKIET NA OBIEK-
TY NAZIEMNE (MORSKIE) 57
 - Teoretyczne zasady metodyki operacyjnej 57
 - Podstawowe wzory wykorzystywane w metodyce operacyjnej o-
ceny 60
 - Ocena możliwości bojowych pojedynczych samolotów wykonują-
cych uderzenie (atak) na obiekty pojedyncze 62
 - Ocena możliwości bojowych pojedynczych samolotów wykonują-
cych uderzenie (atak) na obiekty grupowe (powierzchniowe)... 64
 - Obliczenie średniego prawdopodobieństwa rażenia jednego
celu elementarnego wchodzącego w skład celu zwartego obiek-
tu grupowego 65
 - Kolejność obliczeń podczas określania uszkodzeń zadawanych
obiektom lub przy określaniu sił i środków niezbędnych do
wykonania postawionego zadania bojowego 66
 - Przykłady obliczeń do wykonania typowych zadań 70
 - ♥Niszczenie pojedynczych obiektów naziemnych 70
 - ♥Niszczenie okrętów 78
 - ♥Niszczenie mostów i przepraw 81

• Określanie ilości ataków (samolotów), jeśli nakazane jest prawdopodobieństwo rażenia pojedynczego obiektu....	84
• Określanie prawdopodobieństwa rażenia pojedynczego obiektu w zmiennych warunkach działań ogniowych (uderzeń lotnictwa)	84
• Niszczenie naziemnych obiektów grupowych	85
5. SZCZEGÓLNE PRZYPADKI ZADAŃ OCENY SKUTECZNOŚCI ZASTOSOWANIA BOJOWEGO LOTNICZYCH ŚRODKÓW RAŻENIA	119
• Określanie ilości sił i środków koniecznych do rażenia nie w pełni rozpoznanych obiektów	119
• Ocena skuteczności zastosowania bomb dużego wagomiaru na płaszczyznowe obiekty obliczeniowe	123
• Ocena skuteczności stosowania bomb dużego wagomiaru na małowymiarowe obiekty (cele) pojedyncze	130
• Ocena skuteczności działań lotnictwa przy pełnej informacji o obiekcie grupowym i punktach celowania	131
• Organizacja działań lotnictwa (ataków) z uwzględnieniem pełnej informacji o obiekcie grupowym	139
• Ocena skuteczności różnych lotniczych środków rażenia w jednym lub w dwóch atakach na ten sam obiekt naziemny (morski)	144
• Ocena skuteczności uderzeń lotnictwa stosującego dwa różne rodzaje LSR na obiekty grupowe (powierzchniowe)	149
• Ocena skuteczności działań lotnictwa na obiekty liniowe liczona według liczby trafień	155
• Załączniki	164
• Literatura	189

WSTĘP

Opracowanie niniejsze dotyczy złożonej dziedziny wiedzy o lotnictwie wojskowym, zawiera bowiem opis metodyki oceny prognozowanych działań ogniowych lotnictwa. Prognozy mają zwykle charakter przewidywań ogólnych. W tym opracowaniu mamy zgromadzoną wiedzę empiryczną o prawidłowościach determinujących stosowanie lotniczych środków rażenia. Wiedza ta została skumulowana przede wszystkim w wykresach, a ponadto w ogólnym aparacie matematycznym stanowiącym narzędzie umożliwiające dokonywanie szczegółowych obliczeń, warunkujących prognozowanie efektów działań ogniowych lotnictwa. Kolejny stopień złożoności tematu wyraża się w konieczności łączenia doświadczeń i reguł logiczno-matematycznych z wnioskowaniem taktycznym o obiektach będących przedmiotem rażenia. Okazuje się, że na przykład pojęcie "zniszczenie" może być różnie interpretowane w znaczeniu taktycznym i fizycznym. Prezentowany materiał przedstawia drogę postępowania do uzyskania racjonalnych wskazań jakie obiekty, jakimi siłami lotnictwa zwalczać, kiedy, gdzie, jakimi środkami rażenia i w jaki sposób atakować.

Nie jest możliwe stosowanie sztywnych formuł i schematów działania do rozwiązywania złożonych zadań taktycznych. Przedmiotem uderzeń lotnictwa mogą być obszerne zbiory obiektów, różniące się pod względem jakościowym i ilościowym. Obok obliczeń konieczne jest wnioskowanie taktyczne. Ten aspekt również opisano w opracowaniu, a liczne przykłady obliczeń mają uczynić całość bardziej komunikatywną.

Prezentowana metodyka oceny skuteczności lotniczych środków rażenia, w powiązaniu z warunkami atakowania obiektów, może służyć do opracowywania programów na EMC, co stanowi warunek postępu w sferze komputerowego modelowania działań bojowych lotnictwa.

WYKAZ SYMBOLI I OZNACZEŃ

- C_x, C_y - wymiary boków prostokąta, będącego obiektem grupowym (powierzchniowym lub złożonym), na którym elementarne cele rozłożone są równomiernie [m];
- N_c - ilość elementarnych celów wchodzących w skład jednorodnego obiektu grupowego;
- X - wielkość zdarzenia - liczby^a rażonych elementarnych celów z obiektu grupowego;
- m - wartość wielkości zdarzenia X ;
- V - wielkość zdarzenia - część rażonych elementarnych celów obiektu grupowego ($V = \frac{X}{N_c}$) lub część rażonej płaszczyzny obiektu powierzchniowego;
- ν { - wartość wielkości zdarzenia V ;
- nakazana (potrzebna) część rażenia elementarnych celów jednorodnego obiektu grupowego ($\nu = \frac{m}{N_c}$) lub część rażonej płaszczyzny powierzchniowego (złożonego) obiektu, wynikająca z postawionego zadania;
- V_s, V_b, V_r - prędkość samolotu podczas strzelania, bombardowania lub odpalania rakiet [km/h];
- λ - kąt nurkowania samolotu [$^\circ$];
- D_s, D_r - średnia odległość strzelania lub odpalania rakiet [m];
- n_s - szybkostrzelność działek [wystrzeżeń/min];
- t_s - długość strzelania (czas prowadzenia ognia) [s];
- E_{xg}, E_{yg} - uchylenie prawdopodobne rozrzutu grupowego wzdłuż osi "x" i "y" [m];

- E_{xi}, E_{yi} - uchylenie prawdopodobne rozrzutu indywidualnego wzdłuż osi "x" i "y" [m];
- n - ilość bomb, pocisków, rakiet, kaset zastosowanych w jednym ataku (przycelowaniu);
- n_k - ilość bomb w kasecie (w wiązce, kontenerze) lub ilość części w rozdzielających się bombach lotniczych;
- l_x, l_y - wymiary określonej strefy rażenia pojedynczego (elementarnego) celu [m];
- L_x, L_y - wymiary boków prostokąta określonej strefy rozlotu lotniczych środków rażenia wzdłuż głównych osi rozrzutu [m];
- L_{xs} - długość serii - rozlot pocisków wzdłuż osi "x" uzyskany na ziemi zgodnie z rachunkiem teoretycznego rozrzutu [m];
- $i_x = \frac{L_{xs}}{(n-1)}$ - średnia liniowa odległość między środkami rażenia w serii [m];
- L_{xk}, L_{yk} - średnie wymiary strefy rozlotów środków rażenia jednej kasety wzdłuż osi "x" i "y" (salwy przy bombardowaniu serijno-salwowym) [m];
- L_{xi}, L_{yi} - odpowiednio zestawione wymiary określonej strefy rozlotu środków rażenia w zależności od ich indywidualnego rozrzutu [m];
- n_{xr}, n_{yr} - racjonalna ilość środków rażenia przedstawiająca sobą wartość odpowiednią L_{xi}, L_{yi} ;
- N - ilość powtórnych niezależnych ataków (liczba ataków);
ilość samolotów w wypadku wykonania z każdego samolotu

tylko jednego ataku;

W_1 - prawdopodobieństwo rażenia pojedynczego obiektu (celu) podczas jednego ataku;

W_N - prawdopodobieństwo rażenia pojedynczego obiektu (celu) przy N atakach;

$M[X]; M[V]$ - oczekiwana matematyczna wielkość zdarzenia X lub odpowiednio V;

$M = M_x M_y$ - oczekiwane matematyczne części elementarnych celów obiektu grupowego, które przy jednym ataku wykonywanym w środek obiektu przykrywają odpowiednią strefę rozlotu pocisków (M_x - oczekiwana matematyczna część przykrycia odcinka C_x odcinkiem $l_x + L_{xi}$; analogicznie M_y);

G - uśredniona według warunków pokrycia wartość prawdopodobieństwa rażenia jednego celu elementarnego, powstałej w określonej strefie rozlotu pocisków;

$M_1[V] = MG$ - oczekiwana matematyczna część rażonych celów elementarnych ze składu obiektu grupowego (część rażonej płaszczyzny obiektu powierzchniowego) podczas jednego ataku;

$r = r_x r_y$ - wskaźnik rozśrodkowania obiektu (liczba "niezależnych od rażenia" elementarnych celów w składzie obiektu);

r_x, r_y - wskaźnik rozśrodkowania obiektu wzdłuż osi "x" i "y";

$M_{1r}[V] = MG_r$ - średnie prawdopodobieństwo rażenia każdego elementarnego celu, wchodzącego w skład zwartego obiektu grupowego / część rażonej płaszczyzny zwartego obiektu powierzchniowego /;

$c = \frac{N}{r}$ - średnia liczba ataków przypadająca na jeden elementarny cel obiektu grupowego (powierzchniowego);

- $p = p_x p_y$ - prawdopodobieństwo trafienia jednego z n_{yr} lotniczych środków rażenia w przyjętą strefę rażenia, uzależnioną od warunków pokrycia jej strefą rozlotu lotniczych środków rażenia; p_x i p_y - uśrednione prawdopodobieństwo trafienia jednego z n_{yr} lotniczych środków rażenia w określoną (przyjętą) strefę rażenia, odpowiednio według donośności i kierunku (x, y) ;
- P_g - prawdopodobieństwo gwarancyjne (prawdopodobieństwo tego, że faktyczny rezultat działań będzie nie mniejszy od nakazanego);
- S_E - względna całkowita płaszczyzna rażenia wszystkimi środkami rażenia przyjętymi w danym wariantcie uzbrojenia samolotu i określonych warunkach ich zastosowania;
- S_x^* - wyjściowy parametr dla określenia racjonalnej długości serii;
- $f(S_x^*)$ - wyjściowy parametr konieczny dla określenia racjonalnej długości serii;
- L_{xs}, p - racjonalna (bliska optymalnej) długość serii podczas bombardowania;
- C_{x1} - szerokość obiektu liniowego;
- C_{y1} - długość obiektu liniowego;
- E_{x1} - uchylenie prawdopodobne całkowitego rozrzutu według kierunku x_1 (prostopadłego do obiektu liniowego);
- α - kąt nalołu na obiekt liniowy;
- $i_{x1} = i_x \sin \alpha$ - rzut serii bomb według kierunku;
- m_p - konieczna (potrzebna) liczba trafień lotniczych środków rażenia w obiekt liniowy dla jego rażenia w odpowiednim

stopniu (B, C);

$m_1 = \frac{C_{x1}}{i_{x1}}$ - maksymalnie możliwa liczba trafień bomb z serii w obiekt liniowy;

$m_n = \frac{m_p}{m_1}$ - potrzebna liczba serii lotniczych bomb dla rażenia obiektu liniowego.

Uwaga:

Określając współrzędne przyjęto następujące zasady:

- płaszczyzna osi "x", "y" pokrywa się z płaszczyzną rozmieszczenia obiektu działań (celu) na ziemi;
- oś "x" przebiega zgodnie z kierunkiem strzelania, bombardowania lub odpalania rakiet;
- oś "y" jest prostopadła do osi "x" (kierunku strzelania, bombardowania lub odpalania rakiet);
- początek układu współrzędnych pokrywa się ze środkiem przyjętej strefy rażenia pojedynczych obiektów lub geometrycznym środkiem prostokąta obiektu grupowego (powierzchniowego), na którym rozmieszczone są równomiernie cele elementarne.

PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA METODYKI OCENY SKUTECZNOŚCI
1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OCENY SKUTECZNOŚCI ZASTOSOWANIA BOJO-
LOTNICZYCH ŚRODKÓW RAŻENIA
WEGO LOTNICZYCH ŚRODKÓW RAŻENIA

Założenia ogólne

Pod pojęciem skuteczności zastosowania bojowego (oddziaływania ogniowego) lotniczych środków rażenia (ISR) należy rozumieć skutki strzelania, bombardowania i odpalania rakiet podczas rażenia obiektów.

Wysoką skuteczność zastosowania bojowego ISR osiąga się przez:

- wysoki poziom taktycznego, technicznego, organizacyjnego i moralno-psychologicznego przygotowania;
- racjonalny wybór metod i sposobów zastosowania bojowego ISR;
- dokładne planowanie i organizację zastosowania bojowego ISR.

Podczas planowania i organizowania działań lotnictwa na naziemne (morskie) obiekty rozwiązuje się zadania zastosowania bojowego ISR - zadania obejmujące nie tylko obliczenia ilościowych charakterystyk oczekiwanej skuteczności działań lotnictwa, ale także określające potrzebny skład grup uderzeniowych.

1.1 klasyfikacja obiektów

Pod pojęciem obiektu działań (uderzenia) lotnictwa należy rozumieć siłę żywą, całość techniki bojowej, organizacyjnych i funkcjonalnych związków między nimi, mających znaczenie wojskowe, rozlokowanych na określonej płaszczyźnie, na którą może być wykonywane uderzenie lotnictwa.

Pod pojęciem obliczeniowego obiektu działań (uderzeń) lotnictwa należy rozumieć najmniejsze pododdziały wojsk lub grupy techniki bojowej, wyróżniające się związkami organizacyjno-funkcyj-

nalnymi, mające znaczenie taktyczne (bojowe), do rażenia których dobiera się odpowiednie warianty LŚR, sposoby i warunki ich zastosowania, określa potrzebną liczbę samolotów i LŚR lub określa oczekiwane rezultaty uderzeń lotnictwa.

Na przykład, lotniska jako obiekt uderzenia składa się z następujących oddzielnych obiektów obliczeniowych:

- samoloty na stoiskach,
- droga startowa,
- składy uzbrojenia,
- składy paliwa, oleju itp.

Klasyfikacja obiektów

Wszystkie obiekty obliczeniowe uderzeń lotnictwa można sklasyfikować następująco:

- według ważności taktycznej - na szczególnie ważne, ważne i mało ważne;
- według przeznaczenia i właściwości wykonywanych przez nie zadań - na środki rakietowo-jądrowe, obiekty lotnicze i morskie, wojsko i technikę wojsk lądowych, obiekty obrony przeciwlotniczej, SD, przeprawy, obiekty komunikacyjne itp.;
- według składu, struktury organizacyjnej i współdziałania między elementami - na obiekty pojedyncze, grupowe jednorodne i niejednorodne oraz złożone;
- według stopnia mobilności - na stacjonarne, ruchome na postoju lub w ruchu (mobilne);
- według rozmiarów - na małe, liniowe i powierzchniowe;
- według stopnia rozpoznania obiektu i jego elementów - na rozpoznane i nie w pełni rozpoznane.

Obiektem pojedynczym nazywamy oddzielnie rozmieszczone, pojedyncze obiekty techniki bojowej lub pojedyncze budowle wojskowe, które mogą samodzielnie wykonywać zadania bojowe lub służyć celom wojskowym, na przykład - wyrzutnia rakiet, okręt, most itp.

Obiektem grupowym nazywamy obiekt składający się z wielu elementów rozmieszczonych w ograniczonym rejonie (akwenie) i wykonujących wspólnie zadanie, funkcjonujących wspólnie. Najmniejsze składowe obiektu grupowego nazywamy celami elementarnymi.

Jednorodny obiekt grupowy składa się z jednakowych elementarnych celów (np. jednego typu samoloty na stoisku, kolumna jednego typu czołgów lub bojowych wozów piechoty).

Jednorodne obiekty grupowe o niewiadomej lub bardzo dużej liczbie celów elementarnych lotnictwo zwalcza wykonując uderzenie na całą powierzchnię obiektu. Taki obiekt nazywamy obiektem powierzchniowym.

Miarą oceny rezultatów działań lotnictwa na jednorodne obiekty grupowe jest rażenie, w określonym stopniu (A, B, C) części celów elementarnych wchodzących w jego skład.

Niejednorodny obiekt grupowy składa się z różnych pod względem właściwości celów elementarnych. Zwykle nie można wydzielić spośród nich jednego celu elementarnego, decydującego o funkcjonowaniu całego obiektu (np. plutonowy punkt oporu).

Miarą rażenia grupowego obiektu niejednorodnego (czołgi, sprzęt samochodowy itd.), kiedy elementarne obiekty różnych typów rozmieszczone są na płaszczyźnie statystycznie równomiernie, jest część płaszczyzny obiektu porażona w określonym stopniu. Obiekt taki jest także powierzchniowym.

Rażoną płaszczyzną obiektu nazywamy tę jego część, na której uzyskano odpowiedni stopień zniszczenia celów elementarnych lub tę

część, na której byłyby zniszczone cele elementarne, gdyby się tam znajdowały.

Obiekt złożony składa się kilku celów elementarnych związanych między sobą więzami funkcjonalno-technologicznymi (np. pluton ogniowy raket przeciwlotniczych) oraz posiada przynajmniej 1-2 cele elementarne, które wzajemnie wpływają na funkcjonowanie całego obiektu (np. RLS opromieniowania celów ze składu plutonu ogniowego raket przeciwlotniczych).

Za nie w pełni rozpoznany uważa się obiekt grupowy, którego rozmiary i rozmieszczenie są ogólnie wiadome, ale oddzielne jego elementy nie zostały wykryte i zidentyfikowane (np. kiedy cele elementarne są zamaskowane):

Podczas działań lotnictwa na obiekty nie w pełni rozpoznane, grupowe lub złożone, konieczne jest rażenie nie mniej niż określonej (nakazanej) części celów elementarnych ze składu obiektu lub nie mniejszej od nakazanej części powierzchni obiektu, jednak uzyskane rażenie obiektu nie musi dotyczyć koniecznie podanych wcześniej części płaszczyzny.

Celem nazywamy obiekt lub jego część, na który przewiduje się wykonanie ataku pojedynczym samolotem lub grupą samolotów. W związku z tym określa się cele dla grupy samolotów i cele dla pojedynczych samolotów grupy.

Cel pojedynczy to elementarny pojedynczy obiekt wyznaczany do rażenia (ataku).

Cel elementarny to oddzielny obiekt wchodzący w skład obiektu grupowego lub powierzchniowego.

W zależności od możliwości rażenia z jednego samolotu w jednym ataku, naziemny obiekt grupowy (złożony) może być rozpatrywany jako:

- cel pojedynczy (np.: RLS opromieniowania celów ze składu plutonu ogniowego PZR Hawk);
- cel zwarty (samolot podczas jednego ataku może razić wszystkie cele elementarne, celując w jego środek);
- zbiór zwartych obiektów (samolot podczas jednego ataku nie może razić wszystkich celów elementarnych obiektu, przy wielokrotnych atakach wyznacza się oddzielne punkty celowania);
- zbiór pojedynczych obiektów (samolot podczas jednego ataku może razić tylko jeden cel elementarny ze składu obiektu).

4.2 Stopień rażenia obiektu

Stopnie rażenia pojedynczych obiektów naziemnych o znaczeniu operacyjnym lub taktycznym określa się następująco:

- zniszczenie (umownie typ rażenia A) - obiekt przestaje funkcjonować na czas nie krótszy niż siedem dni;
- pozbawienie zdolności bojowej (umownie typ rażenia B) - obiekt przestaje funkcjonować na czas nie krótszy niż jeden dzień;
- uszkodzenie (umownie typ rażenia C) - obiekt przestaje funkcjonować na czas nie krótszy niż jedna godzina.

Przyjęte pojęcia odpowiadają unieszkodliwieniu obiektów na przeciąg czasu trwania operacji wojsk własnych (A), wykonania zadań dnia (B) lub czasu wykonania zadań walki (C).

Zwalczanie pojedynczych obiektów morskich określa się dwoma typami rażenia:

- zniszczenie (typ A) - obiekt morski zostaje zatopiony lub traci zdolność bojową na długi czas;
- utrata zdolności bojowej (typ B) - obiekt morski traci zdolność bojową na czas nie krótszy niż 30 h.

Rażenie grupowych i złożonych naziemnych obiektów o znaczeniu operacyjnym lub taktycznym określa się trzema typami rażenia: rozbicie (zniszczenie), obezwładnienie, dezorganizacja. Aby uzyskać rażenie w nakazanym stopniu, należy odpowiedni obiekt zniszczyć, pozabawić zdolności do walki lub uszkodzić część elementarnych celów jednorodnego obiektu grupowego, ewentualnie uszkodzić część powierzchni niejednorodnego powierzchniowego (złożonego) obiektu grupowego.

Potrzebny typ rażenia i procentowa wartość uszkodzenia obiektu zależą od sytuacji bojowej, celu wykonywanego zadania, określenia potrzebnych oraz posiadanych sił i środków, a decyduje o tym dowódca organizujący działania lotnictwa (uderzenia) i stawiający zadania bojowe.

Podczas działań lotnictwa na jednorodne naziemne obiekty grupowe (wojska, obiekty lotnicze itp.), zalecane jest uzyskiwanie następujących stopni rażenia:

- zniszczenie - unicestwienie nie mniej niż 50 % wszystkich celów elementarnych obiektu grupowego (rażenie typu A), przy czym pozostałe cele elementarne są w zasadzie także rażone;

- obezwładnienie - rażenie nie mniej niż 50 % celów elementarnych obiektu grupowego w myśl kryteriów rażenia typu "B". W tym wypadku nie mniej niż 70 % celów elementarnych obiektu grupowego będzie rażonych według typu "C";

- dezorganizacja - nie mniej niż 50 % wszystkich celów elementarnych obiektu grupowego będzie rażonych według typu "C".

Podczas działań lotnictwa na jednorodne morskie obiekty grupowe przyjmuje się następujące stopnie rażenia:

- zniszczenie - rażenie według typu "A" pojedynczych obiektów morskich i średnio 70 % wszystkich elementarnych celów obiektu gru-

powego;

- obezwładnienie - rażenie według typu "B" pojedynczych obiektów morskich i średnio 50 % elementarnych celów obiektu grupowego;

- dezorganizacja - rażenie według typu "B" pojedynczych obiektów morskich i średnio 30 % elementarnych celów obiektu grupowego.

Podczas działania lotnictwa na obiekty powierzchniowe zaleca się stosować te same typy rażenia co w wypadku obiektów grupowych.

Charakterystyka rażącego działania LSR na obiekty powierzchniowe składające się z jednorodnych celów elementarnych jest taka sama, jak dla jednorodnych obiektów grupowych.

Jeżeli niejednorodny obiekt grupowy składa się z kilku różnych celów elementarnych, to wybieramy jeden z nich jako główny (podstawowy) i według niego przyjmujemy charakterystyki rażącego działania LSR.

W stosunku do typowych obiektów obliczeniowych zaleca się stosować typy rażenia przedstawione w charakterystykach obiektów działania lotnictwa (rozdz. 6).

Do zwalczania obiektów o znaczeniu operacyjnym (strategicznym), takich jak fabryki, centra przemysłowe i administracyjne, porty, węzły kolejowe itp. obliczenia wykonuje się w stosunku do oddzielnych elementów, najważniejszych dla funkcjonowania obiektu.

Normy rażenia obiektów, w myśl przedstawionych wcześniej kryteriów, stosuje się bezpośrednio podczas planowania uderzeń lotnictwa, uwzględniając określenie składu grup uderzeniowych, racjonalnych wariantów LSR i warunków ich zastosowania.

1.3 Wskaźniki skuteczności zastosowania bojowego IŚR

Do ilościowej oceny skuteczności zastosowania bojowego IŚR na naziemne (morskie) obiekty uderzeń (działań) lotnictwa przyjmuje się następujące wskaźniki:

- W_N - prawdopodobieństwo rażenia pojedynczego obiektu przy N oddzielnych atakach (działaniach ogniowych);

- $M_N[V]$ - oczekiwany względny wskaźnik zadanych uszkodzeń obiektu (oczekiwana część rażonych elementarnych celów obiektu grupowego i oczekiwana część rażonej płaszczyzny obiektu powierzchniowego), na który działa lotnictwo przy N oddzielnych atakach.

Przez rażenie dowolnego obiektu obliczeniowego należy rozumieć zadanie mu strat nie mniejszych od nakazanych.

Rodzaj wskaźnika skuteczności wybiera się w zależności od celu precyzowanego zadania bojowego.

Prawdopodobieństwo rażenia obiektu obliczeniowego (w tym: obiektu pojedynczego) wykorzystuje się głównie podczas planowania zastosowania bojowego IŚR.

Oczekiwaną wartość szkód wykorzystuje się jako wskaźnik skuteczności, szczególnie podczas porównawczej oceny rezultatów zastosowania bojowego IŚR.

Działania bojowe lotnictwa winny być organizowane tak, aby była zapewniona praktyczna pewność skutecznego wykonania postawionych zadań bojowych wydzielonymi siłami i środkami, w danych warunkach.

Prawdopodobieństwo tego, że obliczony rezultat zastosowania bojowego IŚR na obiekty działań lotnictwa będzie nie mniejszy od nakazanego, nazywamy prawdopodobieństwem gwarancyjnym (P_g).

Obliczenia do rażenia obiektów wykonujemy dla dwóch poziomów prawdopodobieństwa gwarancyjnego $P_g = 0,8$ i $P_g = 0,95$.

Z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g = 0,8$ dokonujemy obliczeń dotyczących rażenia zwykłych obiektów uderzeń lotnictwa, natomiast z $P_g = 0,95$ podczas działań lotnictwa na szczególnie ważne obiekty.

1.4 Podstawowe właściwości rozwiązywania zadań

Podczas planowania uderzeń lotnictwa i rozwiązywania różnych zagadnień operacyjno-taktycznych związanych ze wstępną oceną efektywności zastosowania bojowego LSR, wykonuje się następujące podstawowe zadania:

- określenie wartości wybranego wskaźnika skuteczności (W_N lub $M_N[V]$);

- określenie potrzebnej ilości sił i środków (liczby ataków N) dla uzyskania nakazanej wartości oczekiwanej szkody w obiekcie ($M_N[V]$);

- określenie potrzebnej ilości sił i środków (liczby ataków N) dla uzyskania względnego uszkodzenia obiektu grupowego (powierzchniowego lub złożonego), nie mniejszego od nakazanego U , z określonym prawdopodobieństwem gwarancyjnym;

- określenie wartości względnego uszkodzenia obiektu w danych warunkach, z określonym prawdopodobieństwem gwarancyjnym, przy nakazanej liczbie ataków N .

Do rozwiązania postawionych powyżej zadań stosuje się złożone (maszynowe) lub uproszczone metody obliczeń (w zależności od potrzebnej dokładności obliczeń i rezerwy czasu. Złożone metodyki maszynowe zapewniają ocenę skuteczności przy pełniejszym uwzględnieniu wszystkich czynników wpływających na tę ocenę, jednak wyma-

gają więcej czasu i wykorzystania elektronicznych maszyn cyfrowych. Wykonywane są one w szczególności podczas prac naukowo-badawczych lub przygotowywania poradników metodycznych, w których konieczne są dużo dokładniejsze obliczenia uwzględniające właściwości konkretnego samolotu.

Metody uproszczone są przybliżonymi. Obliczenia wykonuje się bez użycia środków technicznych lub za pomocą kalkulatorów i mikrokomputerów. Są one wykonywane szybko, z dokładnością dostateczną dla praktycznego wykorzystania ich w oddziałach lotnictwa, sztabach różnych szczebli i w uczelniach wojskowych.

Niniejsze opracowanie przedstawia jedną ^{podstawę} metodykę operacyjną oceny efektywności oddziaływania ogniowego na obiekty obliczeniowe, z uwzględnieniem zaleceń racjonalnej organizacji działań.

1.5. Podstawowe dane niezbędne do oceny skuteczności zastosowania bojowego LSR

Podstawowe dane wyjściowe uwzględniane przy wykonywaniu obliczeń oceny skuteczności bojowego zastosowania LSR obejmują:

- informacje o obliczeniowym obiekcie uderzenia; ●
- potrzebny stopień rażenia obiektu;
- wiadomości o środkach rażenia;
- informacje o warunkach zastosowania LSR;
- wiadomości o rozrzucie podczas zastosowania LSR.

Informacje o obiektach uderzeń lotnictwa zawierają:

- charakter obiektu, skład i rozmieszczenie jego elementów w terenie, właściwości funkcjonowania obiektu;
- możliwości rozpoznania obiektu i jego elementów z samolotu;
- skład obiektu obliczeniowego i jego wymiary;

- przyjęte warunki rażenia obiektu obliczeniowego - zalecane typowe wartości "rażenia" (pojedyncze, grupowe lub powierzchniowe obiekty obliczeniowe i konieczne typy ich rażenia - A, B czy C - dla danego stopnia rażenia całego obiektu).

Podczas rozwiązywania zadań rażenia obiektów wykorzystuje się rzeczywiste ich struktury i wiadomości uzyskane z danych rozpoznania. Przy braku takich wiadomości wykorzystujemy typowe schematy obiektów przedstawione w charakterystykach obiektów działania lotnictwa (rozdz. 6).

Do warunków stosowania LSR należą:

- wysokość bombardowania;
- prędkość samolotu podczas bombardowania (odpalania rakiet, strzelania);
- kąt nurkowania samolotu;
- bezpieczne warunki bombardowania (odpalania rakiet, strzelania).

Podczas określania racjonalnych warunków zastosowania LSR uwzględniamy, przede wszystkim, następujące czynniki:

- możliwość przeciwdziałania obrony przeciwlotniczej przeciwnika;
- organizację elektronicznego obezwładniania przeciwnika;
- warunki atmosferyczne w rejonie obiektu działań;
- możliwości wykrycia, rozpoznania obiektu i jego elementów;
- ukształtowanie terenu w rejonie obiektu działań;
- zależność rażącego działania LSR od warunków ich zastosowania.

Wiadomości o lotniczych środkach rażenia zawierają:

- dane o typie i kalibrze stosowanych środków rażenia;
- właściwości zastosowania bojowego danego typu LSR;
- wartości parametrów charakteryzujących skuteczność rażącego działania danych LSR na cel pojedynczy (elementarny), grupowy, po-

wierzchniowy lub obiekt złożony (wymiary boków prostokąta - określonej strefy rażenia; konieczną dla rażenia celu średnią liczbę trafień LSR; promień rażenia LSR);

- parametry charakteryzujące rozmiary strefy rozlotu LSR podczas zrzutu kaset, zasobników, kontenerów lub odpalenia LSR z innych systemów bojowych;

- ilość LSR stosowanych z jednego samolotu w jednym ataku.

Wiadomości o charakterystykach rozrzutu podczas stosowania LSR zawierają:

- uchylenie prawdopodobne grupowego rozrzutu wzdłuż osi "x" i "y";
- uchylenie prawdopodobne indywidualnego rozrzutu wzdłuż osi "x" i "y";

- rozśrodkowanie pocisków (długość serii) wzdłuż kierunku lotu samolotu na ziemi za rzut sztucznego rozrzutu LSR zapewniającego system kierowania uzbrojeniem (SKU) samolotu.

Wielkości te zależą od typu przyjętych LSR, systemu celowniczego, sposobów celowania, warunków lotu podczas celowania, poziomu wyszkolenia personelu latającego, ustalonych wartości parametrów w systemie kierowania uzbrojeniem samolotu.

Wartości uchyżeń prawdopodobnych rozrzutu grupowego mogą się kształtować zgodnie z normatywnymi wzorami. Zadanie rażenia obiektów wykonuje się z uwzględnieniem normatywnych uchyżeń prawdopodobnych, charakteryzujących średnie możliwości rażenia obiektów.

Uwzględnienia jakości przygotowania ogniowego danego związku taktycznego, oddziału, pododdziału lub załogi można w tym wypadku dokonać za pomocą współczynnika poziomu wyszkolenia K_E , przez który mnożymy uchylenie prawdopodobne uzyskane według wzorów normatywnych. Określono następujące średnie wartości współczynnika poziomu wyszkolenia K_E :

- 0,5 dla snajpera (mistrza),
- 0,7 dla bardzo dobrego poziomu wyszkolenia,
- 1,0 dla dobrego poziomu wyszkolenia,
- 1,25 dla dostatecznego poziomu wyszkolenia.

Poziom wyszkolenia związku taktycznego, oddziału, pododdziału lub załogi charakteryzują wielkości uchyień prawdopodobnych, które uzyskiwane są podczas strzelania, bombardowania i odpalania rakiet w procesie szkolenia bojowego.

Zadania rażenia obiektów rozwiązuje się z uwzględnieniem konkretnych wartości uchyień prawdopodobnych grupowego rozrzutu dla związku taktycznego, oddziału, pododdziału lub załogi. Charakteryzują one możliwości wykonywania zadań bojowych.

Uchylenia prawdopodobne indywidualnego rozrzutu LSR podczas bombardowania, odpalania rakiet i strzelania określone są okresowo i weryfikowane podczas prowadzenia specjalnych eksperymentów. Stanowią podstawę do ustalania norm przedstawianych w podręcznikach zastosowania bojowego LSR. Orientacyjne wartości można uzyskać wykorzystując wzory zawarte w załączniku 2.

Rezultaty zastosowania bojowego LSR szczególnie zależą od możliwości pokonania obrony przeciwlotniczej przeciwnika, od możliwości dotarcia statków powietrznych w rejony obiektów uderzenia i wykrycia tych obiektów, a także od niezawodności funkcjonowania techniki bojowej.

Sytemy OP przeciwnika obezwładnia się specjalnie wydzielonymi siłami i środkami tak, aby prawdopodobieństwo pokonania OP samolotami wydzielonymi do wykonania uderzenia na główny obiekt było bliskie jedności.

Dowolne zadanie związane z oceną skuteczności działań ognio-
wych na naziemne (morskie) obiekty wykonuje się każdorazowo ze spr-

wdzeniem zgodności nakazanych lub wybranych warunków zastosowania bojowego IŚR i warunków bezpieczeństwa.

2. DANE WYJŚCIOWE I OGÓLNE ZAŁOŻENIA NIEZBĘDNE PODCZAS ROZWIĄZY-
WANIA ZADAŃ TAKTYCZNYCH OCENY SKUTECZNOŚCI LSR

Założenia ogólne

Informacje wyjściowe potrzebne do rozwiązywania zadań przed-
stawionych w rozdziale 1, winny zawierać:

- dane o obiekcie uderzenia lotnictwa i o rodzaju celów elemen-
tarnych wchodzących w skład tego obiektu;
- ✓ - C_x, C_y - wymiary boków prostokąta obiektu grupowego (powierz-
chniowego), na którym cele elementarne rozłożone są równomiernie
(dla pojedynczych naziemnych obiektów małowymiarowych, których poło-
żenie jest znane, przyjmuje się $C_x = C_y = 0$) [m];
- ✓ - N_c - liczba celów elementarnych w obiekcie grupowym;
- ✓ - ψ - nakazana (potrzebna) część rażonych celów elementarnych
obektu grupowego lub część rażonej płaszczyzny obiektu powierzch-
niowego określona w zadaniu bojowym;
- ✓ - V_s, V_b, V_r - prędkość samolotu podczas strzelania, bombardowa-
nia lub odpalania rakiet [km/h];
- ✓ - $D_{s,r}$ - średnia odległość strzelania lub odpalania rakiet [m];
- ✓ - n_s - szybkostrzelność działek [wystrzałów/min];
- ✓ - t_s - długotrwałość strzelania lub odpalania rakiet niekierowa-
nych (czas prowadzenia ognia) [s];
- ✓ - λ - kąt nurkowania samolotu [$^\circ$];
- ✓ - E_{xi}, E_{yi} - uchylenie prawdopodobne indywidualnego rozrzutu (na
powierzchni ziemi) [m];
- ✓ - E_{xg}, E_{yg} - uchylenia prawdopodobne rozrzutu grupowego podczas
oddziaływania ogniowego lotnictwa (na powierzchni ziemi) [m];
- ✓ - n - liczba bomb, pocisków, rakiet, kontenerów zastosowanych w

nie

jednym ataku (jednym celowaniu) z jednego samolotu;

- n_k - liczba bomb (oddzielnych części bojowych) w kasetach (wiązkach, kontenerach, rozdzielających się bombach lotniczych);

- L_{xs} - długość serii - rozlot pocisków wzdłuż osi "x" uzyskany na ziemi zgodnie z teorią rozrzutu LSR (wybór racjonalnych przerw i długości serii przedstawiają wykresy 3.7, ..., 3.12) [m];

- L_{xk}, L_{yk} - średnie wymiary strefy rozlotu LSR (jednej kasety, wiązki, kontenera lub salwy bomb) wzdłuż osi x i y [m].

2.2 Na podstawie powyższych danych określa się uogólnione charakterystyki wykorzystywane w zadaniach dotyczących wyboru punktów celowania (rozdział 3), a także przy ocenie skuteczności zastosowania bojowego LSR (rozdział 4):

- l_x, l_y - wymiary boków strefy rażenia pojedynczego (elementarnego) obiektu (celu) [m];

- n_{xr}, n_{yr} - ilości LSR, wprowadzane do obliczeń przy ocenie skuteczności, określające wspólnie z innymi parametrami, strony / boki / określonej strefy rozlotu LSR występujące podczas indywidualnego rozrzutu;

- L_x, L_y - wymiary strefy rozlotu LSR [m];

- r - wskaźnik rozśrodkowania obiektu (liczba niezależnych celów w obiekcie) .

określenie ^P Na przygotowanie danych wyjściowych do obliczeń składa się znalezienie odpowiednich wartości niektórych z nich. W uchyleniach prawdopodobnych rozrzutu grupowego, odpowiednio wzdłuż osi "x" i "y", ^{uzywamy} posługujemy się następującymi danymi wyjściowymi:

$$\left. \begin{aligned}
 C_x^* &= \frac{C_x}{E_{xg}} ; & C_y^* &= \frac{C_y}{E_{yg}} ; \\
 l_x^* &= \frac{l_x}{E_{xg}} ; & l_y^* &= \frac{l_y}{E_{yg}} ;
 \end{aligned} \right\} (2.1)$$

$$\begin{array}{ll}
 E_{xi}^* = \frac{E_{xi}}{E_{xg}} ; & E_{yi}^* = \frac{E_{yi}}{E_{xg}} ; \\
 L_{xs}^* = \frac{L_{xs}}{E_{xg}} ; & i_x^* = \frac{L_{xs}^x}{n-1} ; \\
 L_{xk}^* = \frac{L_{xk}}{E_{xg}} ; & L_{yk}^* = \frac{L_{yk}}{E_{yg}} .
 \end{array}
 \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \\ \\ \end{array}} \right\} (2.1)$$

Uwaga: Wszystkie wielkości z gwiazdką odpowiadają wielkościom bez gwiazdki i są równe stosunkowi wartości rzeczywistej (oznaczonej tą samą literą) i odpowiedniego uchylenia prawdopodobnego rozrzutu grupowego .

Podstawą oceny skuteczności zastosowania bojowego LSR na obiekty naziemne (morskie) jest podejście strefowe do ujęcia płaszczyzny rażenia. Oznacza to, że do obliczeń przyjmuje się w charakterze danych uogólnionych:

- l_x, l_y - wymiary boków prostokąta - strefy rażenia pojedynczego (elementarnego) celu;
- L_x, L_y - wymiary boków prostokąta - strefy rozlotu LSR, wewnątrz której zakłada się równomierne rozłożenie środków rażenia.

Określanie wymiarów strefy rażenia celu elementarnego

Każdemu połączeniu znaczeń "pojedynczy (elementarny) cel - środek rażenia" i każdemu znaczeniu pojęcia "rażenia pojedynczego (elementarnego) celu" według typu "A", "B", "C" odpowiada założona strefa rażenia, w którą trafienie nawet jednym LSR powoduje rażenie celu elementarnego z prawdopodobieństwem równym jedności.

Wartości wymiarów boków l_x i l_y przyjętej strefy rażenia przedstawiono w tabelach 1, ..., 4./Zał. 1/. Przedstawione w tabelach

10.1, 10.2 i 10.4 wartości l_x i l_y uwzględniają kąt upadku bomby na ziemię w przedziale $0-45^\circ$.

Dla niekierowanych pocisków raketowych i pocisków artyleryjskich wartości l_x i l_y odpowiadają kątowi upadku równemu 20° . Przy kątach upadku większych niż 45° dla bomb i 20° dla NPR i pocisków artyleryjskich, wartości l_x przedstawione w tabeli 1 należy pomnożyć przez współczynnik K_x , którego wartość odczytujemy z wykresów.

Określenie względnych wymiarów strefy rozlotu lotniczych środków rażenia

Strefą rozlotu LSR nazywamy prostokąt, którego wymiary L_x i L_y są wykorzystywane do obliczania prawdopodobieństwa rażenia celów elementarnych według danej metodyki. W praktyce otrzymuje się taką samą wartość prawdopodobieństwa jak przy wykorzystywaniu metody doświadczeń statystycznych w modelu opartym na schemacie dwóch grup błędów (uwzględniającym tak grupowe jak i indywidualne rozrzuty LSR).

Odpowiednie wielkości L_x^x i L_y^x obliczamy z następujących składowych:

$$\left. \begin{aligned} L_x^x &= L_{xg}^x + L_{xi}^x + L_{xk}^x \\ L_y^x &= L_{yi}^x + L_{yk}^x \end{aligned} \right\} (2.2)$$

gdzie: L_{xg}^x - względna długość serii zastosowanych LSR ;

L_{xi}^x , L_{yi}^x - względne wymiary strefy rażenia LSR, które otrzymujemy jako indywidualny rozrzut LSR wzdłuż osi "x" i "y" ;

L_{xk}^x , L_{yk}^x - średnie względne wymiary strefy rozlotu LSR (jednej kasety, kontenera itp.) wzdłuż osi "x" i "y".

Podczas bombardowania serią salw: L_{xk}^* , L_{yk}^* - względne wymiary strefy rozlotu LŚR w jednej salwie.

Podczas bombardowania serią i serią salw z lotu poziomego: L_{xs} - długość serii na powierzchni ziemi - obliczamy ze wzoru:

$$L_{xs} = t V_b ,$$

gdzie: t - czas zrzutu serii bomb;

V_b - prędkość samolotu podczas bombardowania .

Średnia liniową przerwę między bombami (kasetami) w serii obliczamy ze wzoru:

$$i_x = \frac{L_{xs}}{n-1} , \quad (2.3)$$

gdzie: n - liczba bomb, kaset, kontenerów .

Jeżeli podczas bombardowania stosujemy kasety RBK lub inne LŚR rozdzielające się na torze swego lotu, to wartości L_{xk} i L_{yk} określamy według danych odczytanych z wykresów:

- H - wysokość bombardowania [m];
- V_b - prędkość samolotu podczas bombardowania [km/h];
- T_T - czas pracy opóźniacza kasety (wiązki) [s].

Uwaga: Podczas bombardowania serią salw wartości L_{xk}^* (lub L_{yk}^*) można odczytać z wykresu (rys.4.8, ..., 4.14) według wyjściowych danych l_x^* , E_{xi}^* , n_k (lub l_y^* , E_{yi}^* , n_k). W tym wypadku $L_{xk}^* = L_{xi}^*$, $L_{yk}^* = L_{yi}^*$, n_k - liczba LŚR w salwie .

Długość rozrzutu pocisków podczas strzelania z działek lub odpalania rakiet z samolotów określamy za pomocą wykresów na rys. 4.2, ..., 4.7 obliczonych dla minimalnej bezpiecznej odległości zakończenia strzelania. Danymi wyjściowymi do odczytu z wykresów będą

dą: v , λ , t_s .

Uwaga: Jeżeli warunki strzelania lub odpalania rakiet wychodzą poza zakres wykresów 4.2, ..., 4.7, to dla określania L_{xs} należy stosować wzór przedstawiony w załączniku 3. Tak samo należy postępować podczas bombardowania z lotu nurkowego.

Określenie wartości L_{xi}^* i L_{yi}^* wykonujemy w następującej kolejności:

1. Obliczamy wartość n_{xr} - liczbę pocisków, wpływającą na zwiększenie długości serii na skutek indywidualnego rozrzutu:

$$n_{xr} = \min \left(n; \frac{3 E_{xi}^*}{l_x^*} \right) . \quad (2.4)$$

2. Obliczamy wartość n_{yr} - liczbę pocisków określającą rozlot IŚR w kierunku bocznym, na skutek indywidualnego rozrzutu:

$$n_{yr} = \min \left(n; \frac{l_x^* + 3 \cdot E_{xi}^*}{l_x^*} \right) . \quad (2.5)$$

Uwaga: Przy $n_{xr} < 2$ (lub $n_{yr} < 2$) rezultat zaokrąglamy do pełnych jednostek (w górę). Przy $n_{xr} \geq 2$ (lub $n_{yr} \geq 2$), rezultatu nie zaokrąglamy.

Wielkość n_{yr} określa także liczbę IŚR, które mogą trafić w założoną strefę rażenia celu elementarnego (l_x , l_y) pokrytą strefą rozlotu IŚR (L_x , L_y).

3. Według wielkości E_{xi}^* (lub odpowiednio E_{yi}^*) wybieramy jeden z wykresów (rys. 4.8, ..., 4.14). Jeżeli wartość E_{xi}^* (E_{yi}^*) nie zgadza się z wartościami E_{xi}^* (E_{yi}^*) określonymi z wykresów, to do obliczeń operacyjnych należy wykorzystywać wykres ze zbliżoną wartością

cią E_{xi}^* (E_{yi}^*) . Z wybranego wykresu, według danych l_x , n_{xr} , określamy wielkość L_{xi}^* .

Analogicznie dla wartości E_{yi}^* , l_y , n_{yr} określamy L_{yi}^* .

Uwaga: 1. Przy $n_{xr}=1$ lub $n_{yr}=1$ zawsze uwzględniamy $L_{xi}^*=0$ lub $L_{yi}^*=0$.

2. Przy strzelaniu towarzyszącym lub strzelaniu salwą z jednego samolotu zawsze $n_{xr}=n$ i $n_{yr}=n$.

Wskaźnik rozśrodkowania obiektu grupowego (powierzchniowego) charakteryzuje stopień rozśrodkowania celów elementarnych w stosunku do warunków oddziaływania ogniowego, przy którym środek ognia (środek założonej strefy rozlotu ISR) pokrywa się ze środkiem obiektu.

Wartość wskaźnika rozśrodkowania obliczamy ze wzoru:

$$r = \max \left(1; \frac{C_x^*}{l_x^* + L_x^* + 3} \right) \max \left(1; \frac{C_y^*}{l_y^* + L_y^* + 3} \right) . \quad (2.6)$$

Wskaźnik rozśrodkowania obiektu jako uogólniona charakterystyka wyjściowa wykorzystywany jest w rozdziale 3 i 4 .

3. ORGANIZACJA STRZELANIA, BOMBARDOWANIA I ODPALANIA RAKIET DO CELÓW POJEDYNCZYCH, GRUPOWYCH (POWIERZNIOWYCH) LUB OBIEKTÓW ZŁOŻONYCH

Założenia ogólne

Przez organizację bombardowania, strzelania i odpalania rakiet rozumie się między innymi racjonalny wybór:

- środków rażenia (bombowych, artyleryjskich, raketowych);
- typu i kalibru LSR;
- warunków stosowania LSR (wysokość, prędkość lotu oraz manewr samolotu podczas stosowania LSR);
- ✓ - reżimu ognia; *(wyznaczenie strefy rozlewu oraz racjonalny dyspersja)*
- ✓ - punktów celowania podczas działań na obiekty grupowe (powierzchniowe) i podziału nosicieli LSR na poszczególne cele (punkty celowania).

- najdogodniejszego kierunku ataku

Wybór lotniczych środków rażenia

Wybór
Przy wyborze wariantu uzbrojenia, spośród wielu możliwych, dokonuje się *na podstawie* oceny skuteczności *LSR* ich działania na dany obiekt. Konieczne jest uwzględnianie: właściwości obiektu; charakterystyki działania rażącego i ilości stosowanych LSR z samolotu; możliwości systemu kierowania uzbrojeniem; charakterystyki rozrzutu indywidualnego i grupowego.

Dokonany wcześniej wybór warunków zastosowania bojowego odpowiedniego wariantu uzbrojenia samolotu danego typu umożliwia ustalenie orientacyjnej wartości uchyień prawdopodobnych rozrzutu grupowego E_{xg} , E_{yg} .

Wybór rodzaju i kalibru IŚR polega na tym, że pierwszeństwo uzyskuje ten wariant ^{ładunku} IŚR, którego sumaryczna płaszczyzna rażenia jest największa. Sumaryczną płaszczyznę rażenia jednorodnymi IŚR obliczamy za pomocą wzoru:

$$S_E = n n_k l_x^* l_y^* , \quad (3.1)$$

gdzie: S_E - sumaryczna względna płaszczyzna rażenia wszystkimi jednorodnymi IŚR rozpatrywanego warian^atu uzbrojenia samolotu w danych warunkach zastosowania bojowego, obliczana z uwzględnieniem E_{xg} , E_{yg} ;

n - liczba IŚR (bomb, kaset, kontenerów - podwieszanych na samolot);

n_k - liczba IŚR w jednej kasecie (wiąźce, kontenerze) lub liczba części bojowych w rozdzielających się bombach;

l_x^* , l_y^* - względne wymiary strefy rażenia uwzględniające boki l_x i l_y , wyrażane w uchyleniach prawdopodobnych rozrzutu grupowego (l_x i l_y dla naziemnych, jednorodnych obiektów określamy z tabel 1, ..., 4) .

Uwaga: Podana wyżej metoda daje efekty wówczas, kiedy system kierowania uzbrojeniem zapewnia rozśrodkowanie IŚR wykluczające wzajemne pokrywanie się stref rażenia poszczególnych IŚR.

Racjonalny wybór rodzaju IŚR, a także podstawowych warunków ich zastosowania bojowego może być dokonywany drogą porównywania wartości wskaźnika skuteczności lub, gdy wskaźnik skuteczności jest nakazany, drogą porównywania liczby koniecznych ataków N dla rozpatrywanych alternatywnych wariantów ^{wykonania} postawionego zadania.

Oceniane warianty uzbrojenia powinny być rozpatrywane w różnych warunkach ich stosowania, a odpowiednie wnioski przedstawiane dowód-

com.

Jakość alternatywnych wariantów uzbrojenia jednorodnych LSR łączy się z wartością parametru S_E (patrz punkt poprzedni), który powinien być maksymalny lub bliski maksymalnemu.

Ostatecznego wyboru rodzaju i kalibru LSR, a także warunków ich zastosowania bojowego dokonuje dowódca na podstawie przeprowadzonych kalkulacji (obliczeń), konkretnej sytuacji operacyjno-taktycznej, doświadczenia bojowego i innych czynników.

Określanie racjonalnej długości rozrzutu LSR w kierunku lotu samolotu

Określanie racjonalnej długości serii podczas uderzeń lotnictwa na obiekty naziemne związane jest ze stosowaną metodą oceny skuteczności zastosowania bojowego LSR (patrz rozdział 4).

Racjonalna długość rozśrodkowania $L_{xs,r}$ może być określona dla dowolnych niekierowanych LSR. Jednak uzyskać takie wartości $L_{xs,r}$ lub bliskie im długości rozśrodkowania L_{xs} można w praktyce jedynie podczas bombardowania z wykorzystaniem odpowiedniego systemu kierowania uzbrojeniem.

Metoda operacyjna określania racjonalnej długości serii $L_{xg,r}$ podczas uderzeń lotnictwa na jakikolwiek obiekt zakłada, że rodzaj i kaliber LSR jest już wybrany. Znając rodzaj i kaliber LSR oraz podstawowe warunki ich zastosowania bojowego, określamy uchylenie prawdopodobne rozrzutu indywidualnego E_{xi} , E_{yi} (patrz załącznik 2).

Kolejność określania racjonalnej długości serii podczas bombardowania pojedynczego obiektu jest następująca:

1. Obliczenie wartości parametru

$$S_x^* = n n_k l_k^* \min\left(1; \frac{l_y^*}{L_y^*}\right), \quad (3.2)$$

gdzie: wartości n, n_k, l_x^x, l_y^x - zdefiniowane w rozdziale 2;

L_y^x - względny wymiar strefy rozlotu wszystkich n LSR w kierunku, z uwzględnieniem indywidualnego różrzutu; $L_y^x = L_{yi}^x(l_y^x; n; E_{yi}^x) + L_{yk}^x$.

Wartości L_{yi}^x określamy z wykresów - rys.4.8, ..., 4.14. Wyjściowymi wielkościami do odczytu z wykresu będą E_{yi}^x (według tej wielkości wybieramy odpowiedni wykres) l_y^x i $n_{ys}=n$.

2. Z wykresu na rys.3.1., według wartości S_x^x i $C_x^x=0$, określamy pomocniczy parametr $f(S_x^x)$.

3. Wartość parametru $f(S_x^x)$ jest konieczna do obliczenia niewiadomej, którą jest racjonalna długość serii L_{xs} , za pomocą następującego wzoru:

- podczas stosowania bomb, niekierowanych pocisków raketowych i uzbrojenia artyleryjskiego:

$$L_{xs,r}^x = f(S_x^x) - 0,8 l_x^x ; \quad (3.3)$$

$$L_{xs,r}^r = L_{xs,p}^x E_{xg} ; \quad (3.4)$$

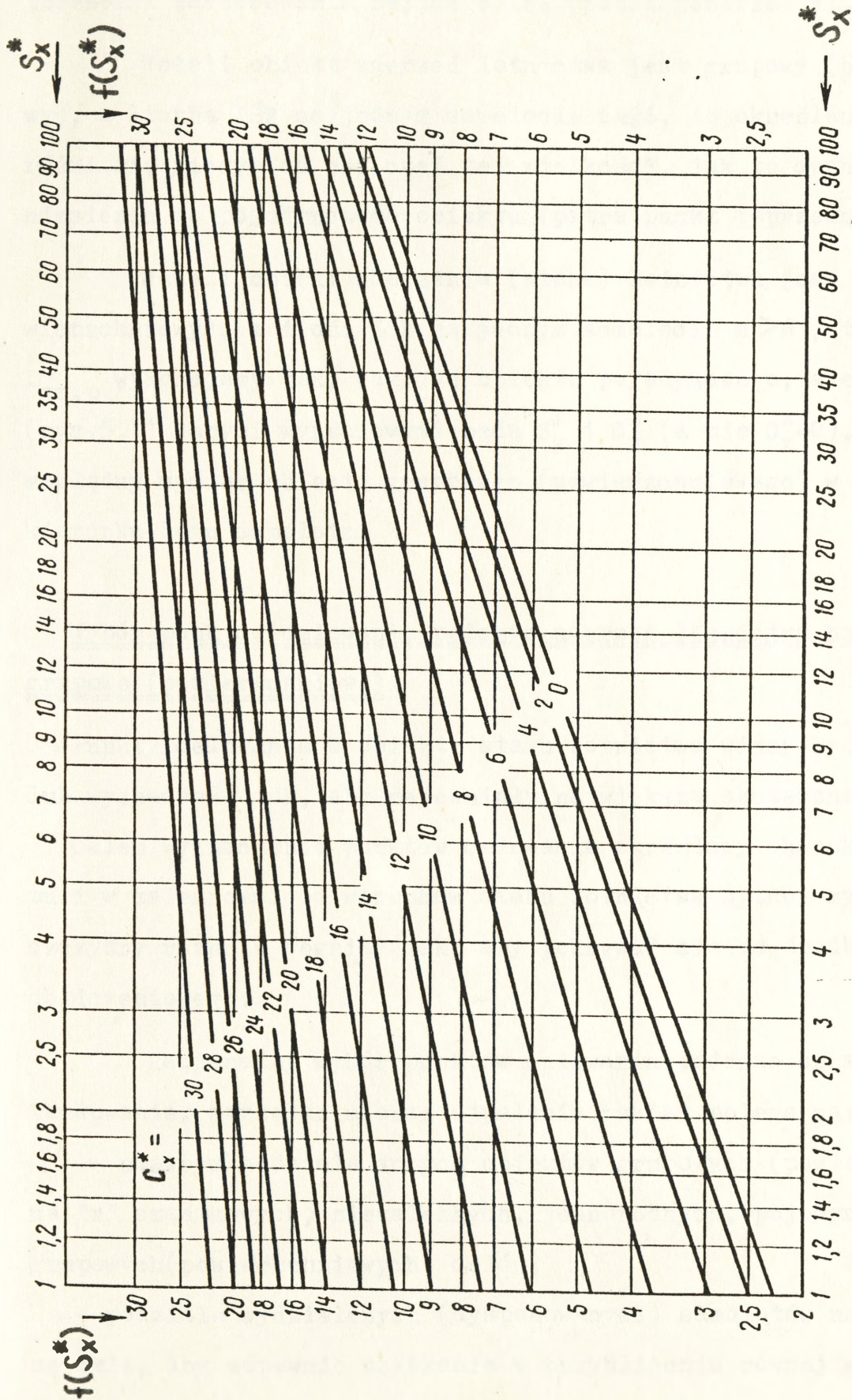
- podczas stosowania kaset, wiązek i kontenerów:

$$L_{xs,r}^x = f(S_x^x) - L_{xk}^x - 0,8 l_x^x ; \quad (3.5)$$

$$L_{xs,r}^x = L_{xs,r}^x E_{xg} . \quad (3.6)$$

Uwaga: Przy wielkości $L_{xs,r}^x < 0$ przyjmujemy $L_{xs,r}^x = 0$.

4. Możliwość uzyskania wartości $L_{xs,r}^x$ sprawdza się za pomocą wykorzystywanego systemu kierowania uzbrojeniem (SKU). Jeżeli SKU może zrealizować wartość $L_{xs} > L_{xs,p}$, to praktycznie wybieramy wartość długości serii bliską największej. Jeżeli SKU realizuje jedynie $L_{xs} < L_{xs,r}$, to praktycznie należy wziąć L_{xs} największe. Wymienio-



Rys. 3.1. Parametr f/S_x^* do określenia racjonalnej długości rozlotu IŚR

ne wyżej wartości L_{xs} występują w zadaniach związanych z oceną skuteczności zastosowania bojowego IŚR (patrz rozdział 4).

Jeżeli obiekt uderzeń lotnictwa jest grupowy (powierzchniowy), a liczba IŚR na jednym samolocie $n \leq 6$, to określenie $L_{xs,r}$ nie różni się niczym od obliczeń tej wielkości, jak to czyni się w odniesieniu do pojedynczego obiektu (patrz punkt poprzedni).

Jeżeli obiekt uderzenia (ataku) lotnictwa jest grupowy (powierzchniowy), a ilość IŚR na jednym samolocie $n > 6$, to określenie $L_{xs,p}$ wykonujemy tak, jak dla obiektu pojedynczego, ale do wykresu (rys.3.1) danymi wyjściowymi będą S_x^x i C_x^x (a nie $C_x^x=0$), gdzie: C_x^x - względny wymiar obiektu grupowego (powierzchniowego) w stosunku do kierunku lotu samolotu.

Wybór punktów celowania podczas uderzeń lotnictwa na obiekty grupowe (powierzchniowe)

Punkty celowania w obiekty ataku lotnictwa winny być wybierane lub wyznaczane tak, aby zapewniały największą skuteczność rażenia.

Celem wyznaczenia punktów celowania określamy charakter obiektu i w zależności od warunków ataku lotnictwa sytuujemy środek płaszczyzny rażenia (ognia) tak, aby pokrywał się ze środkiem obiektu obliczeniowego.

Racjonalny wybór punktów celowania podczas organizacji bombardowania, strzelania oraz odpalania rakiet polega na:

- umownym podziale dużych obiektów grupowych (powierzchniowych) na "r" cząstkowych, niezależnych, jednorodnych, pojedynczych lub grupowych (powierzchniowych) celów;
- podziale wydzielonych (dysponowanych) samolotów na poszczególne cele, aby zapewnić uzyskanie w przybliżeniu równej wartości śred-

nich względnych uszkodzeń rażonych celów. Podział taki powinien umożliwić osiągnięcie największej wartości oczekiwanej części rażonych celów elementarnych (lub części rażonej płaszczyzny) obiektów grupowych (powierzchniowych).

Warunki wykonywania uderzeń ogniowych charakteryzują wszystkie względne wielkości oznaczone: C_x^* , C_y^* , l_x^* , l_y^* , L_x^* , L_y^* ,

gdzie: - C_x^* , C_y^* - względne wymiary odpowiednich boków prostokąta obiektu grupowego (powierzchniowego), na którym środki stref rażenia celów elementarnych są przypuszczalnie rozłożone równomiernie;

- l_x^* , l_y^* - względne wymiary odpowiednich boków prostokąta strefy rażenia jednego celu elementarnego ze składu jednorodnego obiektu grupowego (określenie l_x^* i l_y^* podano w rozdziale 2), a ich wartości odczytujemy z tabel 10.1, ..., 10.4 ;

- L_x^* , L_y^* - względne wymiary odpowiednich boków prostokąta strefy rozlotu LSR (określenie ich podane w rozdziale 2) - wartości L_{xi}^* i L_{yi}^* określamy z wykresów - rys. 4.2., 4.3, 4.4 , a L_x^* i L_y^* - ze wzoru (2.2).

Umowny podział obiektu uderzeń lotnictwa przy danych warunkach wykonania ataku ogniowego wyrażamy wartością parametru "r", co jest wskaźnikiem rozśrodkowania obiektu ($r \geq 1$). Wskaźnik rozśrodkowania obiektu grupowego (powierzchniowego) obliczamy ze wzoru:

$$r = r_x r_y = \max\left(1; \frac{C_x^*}{l_x^* + L_x^* + 3}\right) \max\left(1; \frac{C_y^*}{l_y^* + L_y^* + 3}\right) \quad (3.7)$$

Wielkości r_x i r_y wskaźników rozśrodkowania obiektu grupowego (powierzchniowego) dotyczą odpowiednio osi "x" i "y".

Wielkość $1/r$ charakteryzuje stosunek ilościowy celów elementar-

nych obiektu grupowego (powierzchniowego), które mogą być rażone w jednym ataku samolotu w warunkach, kiedy środek strefy rozlotu IŚR pokrywa się ze środkiem wyznaczonego punktu celowania.

Jeżeli podczas rozwiązywania zadań według wzoru (3.7) okaże się, iż $r=1$, to oznacza to, że wszystkie cele elementarne obiektu grupowego (powierzchniowego) mogą być rażone już przy jednym ataku. Taki obiekt nazywamy zwartym.

Przy wielokrotnych uderzeniach ogniowych na zwarte obiekty grupowe (powierzchniowe) celowanie należy wykonywać do pojedynczych celów elementarnych, zaczynając od położonych bliżej środka obiektu grupowego (powierzchniowego), jeżeli cele elementarne można wykryć z samolotów. Natomiast cele znajdujące się w pewnej odległości od środka obiektu zaleca się atakować, jeżeli bliższe nie są wykrywalne.

Podczas działań na zwarte obiekty grupowe (powierzchniowe) środek ognia strefy rażenia IŚR kierowany powinien być w geometryczny środek obiektu (celowanie w ten sam punkt).

Jeśli wskaźnik rozśrodkowania "r" obiektu grupowego (powierzchniowego) obliczony ze wzoru (3.7) będzie większy od jedności ($r > 1$), to parametr "r" wskazuje ilość zwartych celów znajdujących się na płaszczyźnie tego obiektu.

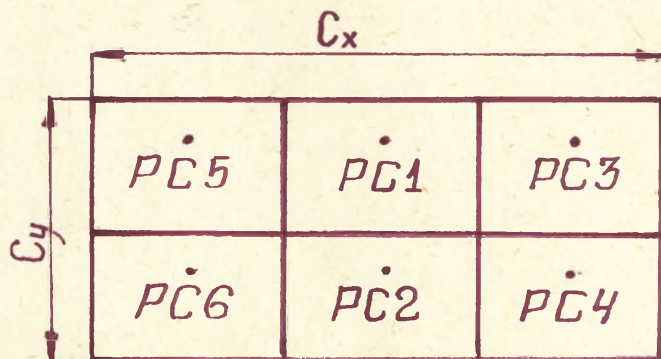
Obiekt grupowy (powierzchniowy), dla którego wartość wskaźnika rozśrodkowania $r > 1$ nazywamy obiektem umiarkowanie rozśrodkowanym (obiekt składa się z kilku zwartych, odległych od siebie celów). Uderzenie ogniowe na taki obiekt jest podobne do uderzenia na umownie wydzielone zwarte cele. Cele elementarne lub środki celów zwartych są punktami celowania podczas uderzeń lotnictwa.

Dla obiektu grupowego (kiedy cele elementarne są widoczne z samolotu) wartości wskaźników rozśrodkowania obiektu mieszczą się w

granicach $1 \leq r \leq N_c$. Dla obiektu powierzchniowego: $r \geq 1$.

Przy faktycznym wyznaczaniu liczby zwartych celów wartości r_x i r_y zaokrąglamy w dół.

Wydzielenie celów zwartych z obiektu ilustruje rys.3.2 - $r_x=3$, a $r_y=2$.



Rys.3.2. Przykład rozśrodkowania punktów celowania w obiekcie

Bok C_x dzieli się na r_x , a bok C_y na r_y równych części. Oprócz wyznaczenia punktów celowania linie równoległe do osi "x" i "y" dzielą obiekt na r celów (6 na rys.3.2).

Jeżeli do rażenia obiektu grupowego (powierzchniowego) wydzielono jeden samolot (grupę), powinien on wykonywać celowanie w środek obiektu grupowego (w cel elementarny w punkcie geometrycznego środka obiektu).

Jeżeli do rażenia obiektu grupowego (powierzchniowego) wydzielono się $N < r$ samolotów, to dzieli się go według ważności równomiernie, zgodnie z ilością punktów celowania, przy czym podział samolotów według punktów celowania rozpoczyna się od punktów leżących bliżej środka obiektu. Na przykład, jeżeli do rażenia obiektu przedstawionego na rys.3.2 wydzielono $N=3$ samoloty, to winny one być rozdzielone na trzy punkty celowania (1, 2 i jeden z pozostałych - 3, 4, 5 i 6).

Jeżeli do rażenia obiektu grupowego (powierzchniowego) wydzielono

się N samolotów i $N > r$, to samoloty rozdziela się na wydzielone punkty celowania w miarę możliwości równomiernie: na jeden cel $\left[\frac{N}{r} \right]$ samolotów, na inne więcej niż jeden. Większą ilość samolotów wyznacza się na cel położony bliżej środka obiektu.

Jeżeli wskaźnik rozśrodkowania obiektu grupowego, obliczony za pomocą wzoru (2.6) jest równy liczbie celów elementarnych $r = N_c$, to znaczy że każdy cel wydzielony z obiektu grupowego jest celem elementarnym. Taki obiekt grupowy nazywamy rozśrodkowanym. Nie występują w nim skupiska celów elementarnych (zagęszczenia).

Wszystkie obiekty ocenia się jako umiarkowanie rozśrodkowane, jeżeli $r \geq 1$. Zwarte ($r=1$) i rozśrodkowane obiekty grupowe ($r=N_c$) stanowią częste przypadki.

Obiekt powierzchniowy może być albo zwarty, albo umiarkowanie rozśrodkowany.

Pojęcia "obiekty zwarte", "obiekty rozśrodkowane umiarkowanie" i "obiekty rozśrodkowane" stosujemy umownie. Ten sam obiekt grupowy może być zwarty lub rozśrodkowany, w zależności od warunków wykonywania uderzenia ogniowego.

Jeżeli cele elementarne ze składu rozśrodkowanego obiektu grupowego możliwe są do wykrycia z samolotów, to uderzenia lotnictwa organizuje się na każdy cel elementarny (jak na obiekt pojedynczy). Wydzielone do rażenia obiektu samoloty rozdziela się na poszczególne cele elementarne w miarę możliwości równomiernie.

Jeżeli obiekt grupowy jest jednorodny lub złożony (obiekty OP itp.) i nakazane są dwa warianty jego rażenia (wymaganie rażenia jednego najbardziej ważnego elementu lub nakazanej części płaszczyzny), to przy warunkach wykrycia celów elementarnych z samolotów i przy wartości $r \geq \psi N_c$, na taki obiekt należy wykonać uderzenie jak na pojedynczy - to znaczy najpierw wykryć najważniejsze cele elemen-

tarne i przy wielokrotnych atakach kolejno je razić, celując indywidualnie.

W pozostałych wypadkach, kiedy celów elementarnych z samolotów nie można wykryć lub gdy $r \geq \sqrt{N_c}$, konieczne jest wykonanie uderzeń (ataków) tak, jak na obiekt powierzchniowy (przy $r=1$ tak, jak na zwarty obiekt powierzchniowy, przy $r > 1$ - tak, jak na obiekt umiarkowanie rozśrodkowany), przy czym wymaga się uzyskania rażenia nakazanej części obiektu powierzchniowego.

Jeżeli obiekt grupowy jest jednorodny (możliwe wykrycie celów elementarnych z samolotu i $r \geq 0,5 \cdot N_c$), to należy na niego wykonać uderzenie lotnicze tak, jak na obiekt rozśrodkowany. Wówczas wykonuje się celowanie w każdy cel elementarny i dysponowane samoloty rozdziela się na cele elementarne w miarę możliwości równomiernie (należy przyjąć $r=N_c$).

W pozostałych wypadkach, kiedy cele elementarne nie są możliwe do wykrycia z samolotów lub przy $r < 0,5 \cdot N_c$, konieczne jest wykonywanie uderzeń tak, jak na obiekty umiarkowanie rozśrodkowane ($r \geq 1$).

Wybór kierunku strzelania lub nalotu na obiekt

Kierunek strzelania lub nalotu na cel wybiera się z uwzględnieniem uzyskania najbardziej skutecznego pokonania obrony powietrznej obiektu przeciwnika, wczesnego wykrycia obiektu na odległości zapewniającej jego identyfikację, celowanie i wykonanie postawionego zadania bojowego z możliwie dużą skutecznością.

Duże prawdopodobieństwo rażenia celu zapewnia się przez spełnienie pewnych warunków. Jeżeli długość celu jest większa co najmniej 1,5 raza od szerokości, a rozrzut jest eliptyczny, to ogólny kierunek nalotu na cel powinien być taki, aby dłuższa oś e-

lipsy rozrzutu LSR była skierowana wzdłuż dłuższego boku celu lub tworzyła kąt nie większy niż $15^{\circ} \dots 20^{\circ}$.

Podczas bombardowania celów wąskich a długich (kolumny wojsk w marszu, drogi startowe itp.), szczególnie podczas bombardowania serią z małych wysokości, kiedy elipsa rozrzutu jest silnie rozciągnięta w kierunku lotu, nalot na cel powinno się wykonywać pod niewielkim kątem (do 10°) - patrz rozdział 5.

Jeżeli szerokość pojedynczego celu wydłużonego C_{x1} jest nie mniejsza od czterech uchyień prawdopodobnych grupowego rozrzutu bomb prostopadłego do kierunku ataku ($C_{x1} \geq 4 E_{yg}$), to niezbędne jest, aby kąt " α " nalotu na cel spełniał następującą nierówność:

$$4 E_{yg} + L_{xg} \sin \alpha \leq C_{x1} \quad ,$$

gdzie: L_{xg} - długość serii podczas bombardowania .

Jeżeli szerokość pojedynczego celu C_{x1} jest mniejsza od czterech uchyień prawdopodobnych grupowego rozrzutu bomb prostopadłego do kierunku ataku ($C_{x1} < 4 E_{yg}$), to kierunek nalotu na cel powinien przecinać dłuższy bok celu pod kątem nie większym niż 15° . Dla załóg dobrze wyszkolonych kąt nalotu na cel powinien być minimalny, co zapewnia większą oczekiwaną liczbę trafień bomb w cel.

Przykłady rozwiązywania zadań o zastosowaniu bojowym lotniczych środków rażenia

Przykłady ilustrujące wybór racjonalnej długości serii

Przykład 3.1. Z samolotu myśliwsko-bombowego ma być zrzucona seria ośmiu bomb FAB-500 na atomowy okręt przeciwnika o wyporności 14 000 t i wymiarach $C_{xk}=20$ m, $C_{yk}=200$ m (kierunek nalotu podczas bombardowania - prostopadły do podłużnej osi okrętu).

Warunki bombardowania: lot poziomy na małej wysokości, z prędkością $V_b=800$ km/h . Rozrzut IŚR podczas bombardowania charakteryzuje uchylenie prawdopodobne: $E_{xg}=30$ m, $E_{yg}=15$ m, $E_{xi}=10$ m, $E_{yi}=5$ m.

System kierowania uzbrojeniem samolotu zapewnia zrzut rozśrodkowany w kierunku w przybliżeniu na długości liniowej serii L_{xs} równej 80, 160, 320 lub 640 m.

Określić racjonalną długość serii do rażenia okrętu według typu "A".

Rozwiązanie

1. Określamy wymiary strefy rażenia (z tabeli 10.4) , które wynoszą: $l_x=9$ m, $l_y=59$ m .

2. Przedstawiamy wielkości obliczeniowe w uchyleniach prawdopodobnych rozrzutu grupowego:

$$C_{xk}^* = \frac{C_{xk}}{E_{xg}} = \frac{20}{30} = 0,67 ; \quad C_{yk}^* = \frac{C_{yk}}{E_{yg}} = \frac{200}{15} = 13,33 ;$$

$$l_x^* = \frac{l_x}{E_{xg}} = \frac{9}{30} = 0,3 ; \quad l_y^* = \frac{l_y}{E_{yg}} = \frac{59}{15} = 3,93 ;$$

$$E_{xi}^* = \frac{E_{xi}}{E_{xg}} = \frac{10}{30} = 0,33 ; \quad E_{yi}^* = \frac{E_{yi}}{E_{yg}} = \frac{5}{15} = 0,33 .$$

3. Określamy wymiary strefy rozlotu IŚR poprzecznie do kierunku ataku. Z wykresu na rys.4.10 , dla $E_{yi}^*=0,33$ i $l_y^*=3,93$ oraz $n_{yr}=n=8$, odczytujemy $L_y^* = L_{yi}^* = 1,2$.

4. Obliczamy wartość parametru S_x^* według wzoru (3.2):

$$S_x^* = 0,8 \cdot \min(1; \frac{3,93}{1,2}) = 2,4 .$$

5. Określamy wartość parametru $f(S_x^*)$ wykorzystując wykres na

rys.3.1 , według danych wyjściowych $C_x^* = 0,67$ i $S_x^* = 2,4$:

$$f(S_x^*) = 3,25 .$$

6. Określamy racjonalną względną długość serii ze wzoru (3.3):

$$L_{xs,r}^* = f(S_x^*) - 0,8 \cdot l_x = 3,25 - 0,8 \cdot 0,3 = 3,01 .$$

7. Obliczamy racjonalną długość serii i przerwę liniową między kolejnymi wybuchami bomb:

$$L_{xs,r} = L_{xs,r}^* \cdot E_{xs} = 3,01 \cdot 30 = 90,3 \text{ m} ,$$

$$i_x = \frac{L_{xs,r}}{n-1} = \frac{90,3}{8-1} = 12,9 \text{ m} .$$

8. Uwzględniając możliwości SKU wybieramy racjonalną długość serii L_{xs} zbliżoną wartością do $L_{xs,r}$ i wynoszącą $L_{xs} = 160 \text{ m}$.

Przykład 3.2. Z samolotu myśliwsko-bombowego zrzuca się serię $n = 10$ kaset RBK-250 PTAB-2,5M na kolumnę składającą się z 5 czołgów w marszu. Wymiary kolumny: $C_x = 200 \text{ m}$, $C_y = 10 \text{ m}$. Warunki bombardowania: lot poziomy na małej wysokości z prędkością $V_p = 800 \text{ km/h}$. Rozrzut LSR podczas bombardowania charakteryzują uchylenia prawdopodobne $E_{xg} = 50 \text{ m}$, $E_{yg} = 25 \text{ m}$, $E_{xi} = 8 \text{ m}$, $E_{yi} = 5,4 \text{ m}$. System kierowania samolotu umożliwia uzyskanie następujących długości serii: 60, 90, 120 m.

Obliczyć racjonalną długość serii do obezwładnienia danego obiektu grupowego (rażenie typu "B").

Rozwiązanie

1. Określamy wymiary strefy rażenia czołgów według typu "B" (tabela 10.1), które wynoszą: $l_x = 5,5 \text{ m}$, $l_y = 1,6 \text{ m}$.

2. Określamy wymiary strefy rozlotu LSR z jednej kasety RBK, któ-

re wynoszą: $L_{xk}=90$ m , $L_{yk}=65$ m . W jednej kasecie RBK-250 znajduje się $n_k=42$.

3. Wyrażamy wielkości obliczeniowe w uchyleniach prawdopodobnych rozrzutu grupowego:

$$C_x^* = \frac{C_{xk}}{E_{xg}} = \frac{200}{50} = 4 ;$$

$$C_y^* = \frac{C_{yk}}{E_{yg}} = \frac{10}{25} = 0,4 ;$$

$$l_x^* = \frac{l_x}{E_{xg}} = \frac{5,5}{50} = 0,11 ;$$

$$l_y^* = \frac{l_y}{E_{yg}} = \frac{1,6}{25} = 0,064 ;$$

$$E_{xi}^* = \frac{E_{xi}}{E_{xg}} = \frac{8}{50} = 0,16 ;$$

$$E_{yi}^* = \frac{E_{yi}}{E_{yg}} = \frac{5,4}{25} = 0,22 ;$$

$$L_{xk}^* = \frac{L_{xk}}{E_{xg}} = \frac{90}{50} = 1,8 ;$$

$$L_{yk}^* = \frac{L_{yk}}{E_{yg}} = \frac{65}{25} = 2,6 .$$

4. Według danych wyjściowych $E_{yi}^*=0,22$, $l_y^*=0,064$, $n_{yr}=n=10$, z wykresu na rys.4.9 , odczytujemy $L_{yi}^*=0,28$. Wobec tego: $L_y^* = L_{yi}^* + L_{yk}^* = 0,28 + 2,6 = 2,88$.

5. Obliczamy wartość parametru S_x^* ze wzoru (3.2):

$$S_x^* = n \cdot n_k \cdot l_k^* \cdot \min \left(1; \frac{l_y^*}{L_y^*} \right) = 10 \cdot 42 \cdot 0,11 \cdot \min \left(1; \frac{0,064}{2,88} \right) = 1,03 .$$

6. Z wykresu na rys.3.1 , według danych $S_x^*=1,03$ i $C_x^*=4$, odczytujemy wartość parametru $f(S_x^*)=3$.

7. Obliczamy racjonalną względną długość serii za pomocą wzoru (3.5):

$$L_{xs,p}^* = f(S_x^*) \cdot L_{xk}^* - 0,8 \cdot l_k^* = 3 \cdot 1,8 - 0,8 \cdot 0,11 = 1,11 .$$

8. Określamy racjonalną długość serii i przerwę liniową między wybuchami kaset RBK (wyrzucenia zawartości kaset):

$$L_{xg,r} = L_{xg,r}^* E_{xg} = 1,11 \cdot 50 = 55,5 \text{ m} ,$$

$$i_x = \frac{L_{xg,r}}{n-1} = \frac{55,5}{10-1} = 6,17 .$$

9. Uwzględniając możliwości SKU i przedstawione poprzednio zalecenia, racjonalna długość serii kaset RBK wyniesie $L_{xs} = 60 \text{ m}$.

Przykład 3.3. Z samolotu maśliwsko-bombowego zrzuca się serię 20 bomb OFAB-100-120 na stoisko samolotów F-16 w obwałowaniach. Wymiary stoiska: $C_x = 800 \text{ m}$, $C_y = 200 \text{ m}$. Ilość celów elementarnych na stoisku: $N_c = 12$. Warunki bombardowania: lot poziomy na małych wysokościach z prędkością $V_b = 800 \text{ km/h}$. Rozrzut bomb charakteryzują uchylenia prawdopodobne: $E_{xg} = 50 \text{ m}$, $E_{yg} = 25 \text{ m}$, $E_{xi} = 16,67 \text{ m}$, $E_{yi} = 8,33 \text{ m}$, System kierowania uzbrojeniem umożliwia uzyskanie długości serii wynoszących 110, 220 i 330 m.

Obliczyć racjonalną długość serii do rażenia obiektu grupowego według typu "B".

Rozwiązanie

1. Określamy wymiary strefy rażenia dla danego IŚR i typu rażenia "B" (z tabeli 10.1): $l_x = 20 \text{ m}$ i $l_y = 55 \text{ m}$.

2. Obliczamy względne wymiary obliczeniowych wielkości:

$$C_x^* = \frac{800}{50} = 16 ;$$

$$C_y^* = \frac{200}{25} = 8 ;$$

$$l_x^* = \frac{20}{50} = 0,4 ;$$

$$l_y^* = \frac{55}{25} = 2,2 ;$$

$$E_{xi}^* = \frac{16,67}{50} = 0,33 ;$$

$$E_{yi}^* = \frac{8,33}{25} = 0,33 .$$

3. Określamy wymiary strefy rozlotu IŚR prostopadłego do kierun-

ku lotu. W tym celu z wykresu na rys.4.11, według danych $E_{yi}^x=0,33$, $l_y^x=2,2$, $n_{yr}=n=20$, odczytujemy $L_{yi}^x=1,2$, a stąd: $L_y^x = L_{yi}^x = 1,2$.

4. Obliczamy wartość parametru S_x^x - ze wzoru (3.2):

$$S_x^x = 20 \cdot 0,4 \cdot \min \left(1; \frac{2,2}{1,2} \right) = 8.$$

5. Z wykresu na rys.3.1, według danych $S_x^x = 8$ i $C_x^x = 16$, odczytujemy wielkość $f(S_x^x)=14,1$.

6. Obliczamy względne wartości racjonalnej długości serii za pomocą wzoru (3.3):

$$L_{xs,p}^x = 14,1 - 0,8 \cdot 0,4 = 13,78.$$

7. Obliczamy racjonalną długość serii i przerwę liniową między wybuchami bomb:

$$L_{xs,r} = 13,78 \cdot 50 = 685 \text{ m},$$

$$i_x = \frac{685}{n-1} = 36,26 \text{ m}.$$

8. Uwzględniając możliwości SKU racjonalna długość serii wynosi $L_{xs}=330 \text{ m}$.

Przykład 3.4. Z samolotu myśliwsko-bombowego zrzuca się 20 bomb OFAB-100-120 na punkt naprowadzania plutonu ogniowego PRK Hawk rozmieszczonego na powierzchni o wymiarach $C_x=300 \text{ m}$, $C_y=150 \text{ m}$. Charakterystyka rozrzutu LSR na ziemi: $E_{xg}=100 \text{ m}$, $E_{yg}=50 \text{ m}$, $E_{xi}=33 \text{ m}$, $E_{yi}=16,5 \text{ m}$. SKU umożliwia zrzucanie bomb serią, której długość może być równa 110, 220, 330 m. Rażące działanie LSR na ten niejednorodny obiekt jest takie samo, jak na RLS.

Określić racjonalną długość serii.

Podczas bombardowania takiego obiektu należy przyjąć typ rażenia "B". Obiekt należy traktować jako pojedynczy, punktowy lub powierzchniowy.

Rozwiązanie

1. Określamy wymiary strefy rażenia RIS, posługując się danymi bomb zamieszczonymi w tabeli 3.1. Wynoszą one: $l_x^* = 20$ m, $l_y^* = 44$ m.

2. Obliczamy względne wymiary obliczeniowych wielkości:

$$C_x^* = \frac{300}{100} = 3 ;$$

$$C_y^* = \frac{150}{50} = 3 ;$$

$$l_x^* = \frac{20}{100} = 0,20 ;$$

$$l_y^* = \frac{44}{50} = 0,88 ;$$

$$E_{xi}^* = \frac{33}{100} = 0,33 ;$$

$$E_{yi}^* = \frac{16,5}{50} = 0,33 .$$

3. Określamy wartość strefy rozlotu ISR w kierunku. Z wykresu na rys.4.10 , według danych: $E_{yi}^* = 0,33$, $l_y^* = 0,88$, $n_y = n = 20$, odczytujemy: $L_y^* = L_{yi}^* = 1,3$.

4. Obliczamy wartość parametru S_x^* ze wzoru (3.2):

$$S_x^* = 20 \cdot 0,20 \cdot \min(1; \frac{0,88}{1,3}) = 2,71 .$$

W wypadku bombardowania tego obiektu jako powierzchniowego. postępujemy następująco:

5. Z wykresu na rys.3.1. , według danych $S_x^* = 2,71$ i $C_x^* = 3$, odczytujemy $f(S_x^*) = 3,9$.

6. Za pomocą wzoru (3.3) obliczamy racjonalną względną długość serii:

$$L_{xs}^* = 3,9 - 0,8 \cdot 0,2 = 3,74 .$$

7. Racjonalna długość serii wynosi:

$$L_{xs,r} = 3,74 \cdot 100 = 374 \text{ m} .$$

8. Uwzględniając możliwości SKU, racjonalną długością serii jest $L_{xs} = 330 \text{ m}$.

W wypadku bombardowania RIS jako obiektu pojedynczego, postępujemy następująco:

5. Z wykresu na rys.3.1, dla danych $S_x^* = 2,71$ i $C_x^* = 0$, odczytujemy $f(S_x^*) = 3,3$.

6. Za pomocą wzoru (3.3) obliczamy racjonalną względną długość serii:

$$L_{xs}^* = 3,3 - 0,8 \cdot 0,2 = 3,14 .$$

7. Racjonalna długość serii podczas bombardowania RIS jako obiektu pojedynczego będzie równa:

$$L_{xs,r} = 3,14 \cdot 100 = 314 \text{ m} .$$

8. Uwzględniając możliwości SKU, racjonalna długość serii podczas bombardowania będzie równa: $L_{xs} = 330 \text{ m}$.

Przykład 3.5. Samolot myśliwsko-bombowy ma wykonać bombardowanie czterema bombami FAB-250 M-62 stoiska samolotów znajdujących się w betonowych schronach przykrytych warstwą ziemi. Stoisko o wymiarach $C_x = 800 \text{ m}$, $C_y = 200 \text{ m}$ ma $N_c = 12$ schronów. Warunki bombardowania: z lotu poziomego na małej wysokości, z prędkością $V_b = 800 \text{ km/h}$. Charakterystyka rozrzutu podczas bombardowania: $E_{xg} = 30 \text{ m}$, $E_{yg} = 15 \text{ m}$, $E_{xi} = 6 \text{ m}$, $E_{yi} = 3 \text{ m}$. SKU umożliwia wykonanie zrzutu bomb serią o długości 65, 120, 195 lub 260 m.

Określić racjonalną długość serii dla rażenia danego obiektu gru-

powego według typu "A".

Rozwiązanie

1. Określamy wymiary strefy rażenia (tabela 10.1), które wynoszą:
 $l_x=22$ m, $l_y=23$ m.

2. Wyrażamy wielkości obliczeniowe w uchyleniach prawdopodobnych rozrzutu grupowego:

$$C_x^* = \frac{800}{30} = 26,67 ;$$

$$C_y^* = \frac{200}{15} = 13,33 ;$$

$$l_x^* = \frac{22}{30} = 0,733 ;$$

$$l_y^* = \frac{23}{15} = 1,53 ;$$

$$E_{xi}^* = \frac{6}{30} = 0,2 ;$$

$$E_{yi}^* = \frac{3}{15} = 0,2 .$$

3. Określamy wymiary strefy rozlotu LSR w kierunku prostopadłym do nalotu. Z wykresu na (rys.4.9), dla $E_{yi}^*=0,2$, $l_y^*=1,53$ i $n_{yr}=n=4$, odczytujemy $L_y^*=L_{yi}^*=0,4$.

4. Według wzoru (3.2) obliczamy wartość parametru S_x^* :

$$S_x^* = 4 \cdot 0,733 \cdot \min(1; \frac{1,53}{0,4}) = 2,93 .$$

5. Z wykresu na (rys.3.1) odczytujemy wartość $f(S_x^*)$, przyjmując że liczba bomb na samolocie $n=4 < 6$, a ponadto $S_x^*=2,93$ i $C_x=0$. Stąd $f(S_x^*)=3,4$.

6. Za pomocą wzoru (3.3) obliczamy racjonalną względną długość serii podczas bombardowania:

$$L_{xs,r}^* = 3,4 - 0,8 \cdot 0,733 = 2,81 .$$

7. Racjonalna długość serii:

$$L_{xs,r} = 2,81 \cdot 30 = 84,3 \text{ m.}$$

8. Uwzględniając możliwości SKU, racjonalna długość serii podczas bombardowania będzie wynosić: $L_{xs}=120$ m.

Przykłady ilustrujące warunki podziału obiektów grupowych (powierzchniowych) na cele elementarne i wybór punktów celowania

Przykład 3.6. Z samolotu ma być wykonywane strzelanie z dwóch autonomicznych działek pociskami OFZ-30 do samolotów typu A-10 usytuowanych na odkrytym stoisku. Wymiary stoiska: $C_{xg}=800$ m, $C_{yg}=200$ m. Liczba samolotów na stoisku $N_c=18$. Warunki strzelania: $V_s=850$ km/h, $\lambda=20^\circ$, $t_s=1,5$ s, $n_s=850$ strzałów/min. Średnia odległość strzelania $D_s=1400$ m. Dokładność strzelania charakteryzują wartości uchylenia prawdopodobnych pocisków: $E_{xg}^k = E_{yg}^k = 0,005 \cdot D_s$, $E_{xi}^k = E_{yi}^k = 0,003 \cdot D_s$.

Określić czy obiekt w danych warunkach działań lotnictwa jest zwarty, umiarkowanie rozśrodkowany czy rozśrodkowany. Wskazać racjonalny wybór punktów celowania i racjonalny podział celów do wykonania postawionego zadania.

Rozwiązanie

1. Określamy wymiary strefy rażenia według typu "A" samolotu A-10 podczas strzelania pociskami OFZ-30 (tabela 10.1): $l_x=7$ m, $l_y=5$ m.

2. Określamy wartości uchylenia prawdopodobnych grupowego i indywidualnego rozrzutu na ziemi:

$$E_{xg} = \frac{E_{xg}^{(k)}}{\sin \lambda} = \frac{0,005 \cdot D_s}{\sin \lambda} = \frac{0,005 \cdot 1400}{\sin 20^\circ} = 20,5 \text{ m};$$

$$E_{yg} = E_{yg}^{(k)} = 0,005 \cdot D_s = 0,005 \cdot 1400 = 7 \text{ m};$$

$$E_{xi} = \frac{E_{xi}^{(k)}}{\sin \lambda} = \frac{0,003 \cdot D_s}{\sin \lambda} = \frac{0,003 \cdot 1400}{\sin 20^\circ} = 12 \text{ m};$$

$$E_{yi} = E_{yi}^{(k)} = 0,003 \cdot D_s = 0,003 \cdot 1400 = 4,2 \text{ m} .$$

3. Obliczamy liczbę pocisków "n" wystrzelonych z dwóch działek o szybkostrzelności 850 wystrzałów/min w czasie $t_s = 1,5 \text{ s}$:

$$n = \left(2 \cdot \frac{n_s}{60} \right) \cdot t_s = \left(2 \cdot \frac{850}{60} \right) \cdot 1,5 = 42 .$$

4. Określenie L_{xs} - wartości teoretycznego rozrzut pocisków na ziemi (długości serii) za pomocą wykresu na rys.4.3, według danych wyjściowych $t_s = 1,5 \text{ s}$, $V_s = 850 \text{ km/h}$, $\alpha = 20^\circ$:

$$L_{xs} = 30 \text{ m} ; \quad L_{xs}^* = \frac{L_{xs}}{E_{xg}} = \frac{30}{20,5} = 1,46 ;$$

$$i_x^* = \frac{L_{xs}}{n-1} = \frac{1,46}{42-1} = 0,036 .$$

5. Określamy względne wymiary głównych wielkości obliczeniowych:

$$C_x^* = \frac{C_x}{E_{xg}} = \frac{800}{20,5} = 39 ; \quad C_y^* = \frac{C_y}{E_{yg}} = \frac{200}{7} = 28,57 ;$$

$$l_x^* = \frac{l_x}{E_{xg}} = \frac{7}{20,5} = 0,35 ; \quad l_y^* = \frac{l_y}{E_{yg}} = \frac{5}{7} = 0,71 ;$$

$$E_{xi}^* = \frac{E_{xi}}{E_{xg}} = \frac{12}{20,5} = 0,59 ; \quad E_{yi}^* = \frac{E_{yi}}{E_{yg}} = \frac{4}{7} = 0,57 .$$

6. Określamy względne wymiary strefy rozlotu pocisków. Za pomocą wzoru (2.4) i (2.5) obliczamy n_{xr} i n_{yr} :

$$n_{xr} = \min \left(42 ; \frac{3 \cdot 0,59}{0,036} \right) = 42 ;$$

$$n_{yr} = \min \left(42 ; \frac{0,35 + 3 \cdot 0,59}{0,036} \right) = 42 .$$

7. Według danych: $E_{xi}^x = 0,59$, $n_{xr} = 42$, $l_x^x = 0,35$, z wykresu na (rys.4.12) , odczytujemy $L_{xi}^x = 1,3$. Według danych $E_{yi}^x = 0,57$, $n_{yr} = 42$, $l_y^x = 0,71$, z wykresu na (rys.4.11) , odczytujemy $L_{yi}^x = 2,1$. Wobec tego:

$$L_x^x = L_{xs}^x + L_{xi}^x = 1,46 + 1,3 = 2,76 ;$$

$$L_y^x = L_{yi}^x = 2,1 .$$

8. Za pomocą wzoru (3.7) obliczamy wartość wskaźnika rozśrodkowania obiektu grupowego:

$$r = r_x r_y = \max\left(1; \frac{3,9}{0,35 + 2,76 + 3}\right) \max\left(1; \frac{28,57}{0,71 + 2,1 + 3}\right) =$$

$$= 6,38 \cdot 4,92 = 31,4 :$$

Wynik obliczeń: Dlatego, że $r > N_c$, to obiekt jest rozśrodkowany. Celowanie powinno być wykonane do celów elementarnych (jeżeli będzie je można wykryć - $r = N_c$). Rozdzielenie koniecznych do wykonania zadań samolotów na cele elementarne powinno być w miarę możliwości równomierne.

Przykład 3.7. Z samolotu będzie bombardowany obiekt grupowy w postaci stoiska 18 samolotów typu A-10 (w obwałowaniach), rozmieszczonych na płaszczyźnie o wymiarach $C_x = 800$ m , $C_y = 200$ m. Bombardowanie odbywa się w celu zniszczenia samolotów przeciwnika (razenie typu A). Warunki bombardowania: mała wysokość, prędkość $V_b = 800$ km/h, zrzut 10 bomb OFAB-250 Szn serią. System kierowania uzbrojeniem ustawiony w położeniu, przy którym punkty upadku bomb na ziemię utworzą serię o długości $L_{xs} = 200$ m, zgodnie z kierunkiem lotu. Rozrzut podczas bombardowania charakteryzują następujące wartości uchyień prawdopodobnych: $E_{xg} = 40$ m, $E_{yg} = 20$ m, $E_{xi} = 8$ m, $E_{yi} = 4$ m. Określić charakter obiektu w kontekście warunków bombardowania.

Rozwiązanie

1. Określamy wymiary strefy rażenia dla warunków podanych w zadaniu (tabela 10.1). Wynoszą one: $l_x=20$ m, $l_y=45$ m.

2. Określamy podstawowe dane wyjściowe do obliczeń:

$$C_x^x = \frac{800}{40} = 20 ;$$

$$C_y^x = \frac{200}{20} = 10 ;$$

$$l_x^x = \frac{20}{40} = 0,5 ;$$

$$l_y^x = \frac{45}{20} = 2,25 ;$$

$$E_{xi}^x = \frac{8}{40} = 0,2 ;$$

$$E_{yi}^x = \frac{4}{20} = 0,2 ;$$

$$L_{xs}^x = \frac{200}{40} = 5 ;$$

$$i_x = \frac{5}{10-1} = 0,55 ;$$

$$n = 10 .$$

3. Określamy wymiary przyjętej strefy rozlotu bomb (patrz pkt.2):

$$n_{xr} = \min (10; \frac{3 \cdot 0,2}{0,55}) = 1,1 \approx 2 ;$$

$$n_{yr} = \min (10; \frac{0,5+3 \cdot 0,2}{0,55}) = 2 .$$

4. Z wykresu na rys.4.9 , według danych: $E_{yi}^x=0,2$, $l_y^x=2,25$ i $n_{yr}=2$, odczytujemy $L_{xi}^x=0,07$, $L_{yi}^x=0,14$:

$$L_x^x = L_{xs}^x + L_{xi}^x = 5 + 0,07 = 5,07 ;$$

$$L_y^x = L_{yi}^x = 0,14 .$$

5. Według wzoru (3.7) obliczamy wskaźnik rozśrodkowania obiektu grupowego:

$$r = r_x r_y = \max(1; \frac{20}{0,5+5,07+3}) \max(1; \frac{10}{2,25+0,14+3}) =$$

$$= 2,34 \cdot 1,86 = 4,35 .$$

Wynik obliczeń: Obiekt obliczeniowy jest umiarkowanie rozśrodkowany. Należy go podzielić na cztery zwarte cele grupowe o wymiarach 400 x 100 m. Punkty celowania wybrać w rejonie geometrycznego środka każdej części obiektu. Samoloty wydzielone do wykonania zadania należy podzielić na cztery grupy, zgodnie z wyznaczonymi punktami celowania.

4. METODYKA OPERACYJNEJ OCENY SKUTECZNOŚCI BOJOWEJ LŚR PODCZAS
WYKORZYSTYWANYCH PODCZAS ZWALCZANIA OBIEKTÓW NAZIEMNYCH I MORSKICH
STRZELANIA, BOMBARDOWANIA I ODPALANIA RAKIET NA OBIEKTY NAZIE-
MNE (MORSKIE)

4.1 Teoretyczne zasady metodyki operacyjnej

Ocenę skuteczności bojowej LŚR przeprowadza się w stosunku do naziemnych (morskich) obliczeniowych obiektów uderzeń lotnictwa (patrz rozdział 1).

Spośród obiektów uderzeń lotnictwa wydziela się cele pojedyncze lub grupowe (powierzchniowe), w środek których wykonuje się celowanie podczas strzelania, bombardowania lub odpalania rakiet. W związku z tym pojęcie "cel" związane jest z czynnością "celowania" (patrz rozdział 1).

4.2 Metodyka operacyjnej oceny skuteczności jest przydatna zarówno w zastosowaniu do pojedynczych, grupowych, jak i powierzchniowych obiektów działań lotnictwa, zwalczanych różnymi LŚR. Skonstruowana jest stosownie do ogólnych zadań oceny skuteczności rażenia obiektu grupowego, składającego się z N_c jednorodnych celów elementarnych, których punkty centralne (środki) rozmieszczone są statystycznie równomiernie w granicach prostokąta o bokach C_x i C_y .

W szczególnych wypadkach, kiedy $N_c=1$, rozwiązywane zadanie daje obiektywne wyniki dla pojedynczego obiektu (celu).

Kiedy wartość N_c jest duża, rozwiązywane zadania są także potrzebne do obliczeń dla obiektów powierzchniowych.

Uważa się, że liczba celów elementarnych N_c w granicach płaszczyzny rozmieszczenia obiektu grupowego jest duża, jeżeli względne uszkodzenie obiektu podczas uderzenia lotnictwa można mierzyć częścią rażonej powierzchni obiektu.

Zadania związane z oceną skuteczności stosowania LSR na obiekty grupowe z różnorodnymi celami elementarnymi rozwiązuje się analogicznie jak w stosunku do obiektów grupowych (powierzchniowych) z jednorodnymi celami elementarnymi (patrz rozdział 1).

Jeżeli liczba różnorodnych celów elementarnych w obiekcie grupowym nie jest wiadoma, to taki obiekt grupowy traktuje się jako powierzchniowy.

Założenia metodyki operacyjnej oceny skuteczności LSR przy działaniu na obiekty pojedyncze, grupowe i powierzchniowe obejmuje następujące ustalenia:

- uogólnioną charakterystykę rażącego działania LSR na naziemne cele pojedyncze (elementarne) nazywamy "przyjętą strefą rażenia";
- uogólnioną charakterystykę sztucznego i indywidualnego rozrzutu środków rażenia nazywamy "przyjętą strefą rozlotu LSR";
- uśrednioną według warunków pokrycia przyjętej strefy rażenia celów elementarnych przyjętą strefą rozlotu LSR oraz wartości prawdopodobieństwa warunkowego G przedstawiono w postaci wykresu na rys.4.16;
- liniowo-wykładnicze prawo akumulacji średniego względnego uszkodzenia obiektów $M_N [V]$ przy N atakach (uderzeniach) lotnictwa przedstawiono w postaci wykresu na rys.4.17, z założeniem że podział celów jest w pełni zorganizowany;
- prawo rozdziału przypadkowych rezultatów działania ogniowego - względnej ilości trafień w cel ($\frac{m_p}{n}$); części rażonych celów elementarnych ze składu obiektu grupowego ($\nu = \frac{m}{N_c}$); części rażonej powierzchni (\mathcal{U}) - przedstawiono w postaci wykresu na rys.4.19 (dla $P_g=0,8$) i rys.4.20 (dla $P_g=0,95$), z założeniem że podział celów będzie w pełni zorganizowany.

Zadania polegające na określaniu ilości sił i środków koniecznych do rażenia obiektów lub na określaniu powodowanych strat

(średnich lub z przyjętym prawdopodobieństwem gwarancyjnym), przy odpowiedniej racjonalnej organizacji działań bojowych lotnictwa (racjonalnym wyborze LSR, racjonalnym określeniu długości serii, racjonalnym wyborze punktów celowania) i pełnej organizacji podziału celów) - wykonuje się zgodnie z algorytmem przedstawionym na rys.4.1 .

Metodyka operacyjnej oceny umożliwia rozwiązywanie wszystkich niezbędnych zadań podczas planowania uderzeń lotnictwa. Jednak muszą być wcześniej nakazane lub określone takie wielkości, jak: charakterystyka obliczeniowego obiektu uderzeń lotnictwa; rodzaj i kaliber (wagomiar) zastosowanych LSR i ich ilość; podstawowe warunki ataków lotnictwa; typy samolotów; charakterystyka systemu kierowania uzbrojeniem (SKU); charakterystyka rozrzutu grupowego i indywidualnego; warunki atakowania obiektów (lot poziomy, nurkowy itp.). Winna być sformułowana istota wykonywanego zadania bojowego z określeniem potrzebnego stopnia (typu) rażenia ("A", "B", "C").

Za pomocą metodyki operacyjnej oceny określa się wskaźniki skuteczności zastosowania bojowego LSR:

- W_N - prawdopodobieństwo rażenia pojedynczego obiektu podczas N ataków (uderzeń ogniowych);
- $M_N[V]$ - oczekiwana część rażonych celów elementarnych ze składu obiektu grupowego (część rażonej płaszczyzny obiektu powierzchniowego) przy N niezależnych atakach (uderzeniach ogniowych).

Jeżeli wartość wskaźnika skuteczności W_N lub $M_N[V]$ jest zadana, to metodyka operacyjnej oceny umożliwia określenie:

- ilości niezależnych ataków (uderzeń ogniowych) N niezbędnych do rażenia pojedynczego obiektu z nakazanym prawdopodobieństwem W_N ;
- ilość niezależnych ataków (uderzeń ogniowych) N niezbędnych do

uzyskania zadanej wartości oczekiwanej względnego uszkodzenia obiektu grupowego (powierzchniowego) $M_N[V]$ (oczekiwana część rażonych celów elementarnych w składzie obiektu grupowego lub oczekiwana część rażonej płaszczyzny obiektu powierzchniowego), przy w pełni zorganizowanym podziale celów (patrz rozdział 3).

Jeśli jest zadany poziom prawdopodobieństwa wykonania zadania bojowego podczas uderzeń na grupowy (powierzchniowy) obiekt obliczeniowy ($W_N=P_g=0,8$ lub $W_N=P_g=0,95$), to metodyka oceny operacyjnej umożliwia określenie:

- ilości niezależnych ataków (uderzeń ogniowych) N zapewniających uzyskanie względnego uszkodzenia obiektu nie mniejszego od nakazanej wartości ν z prawdopodobieństwem gwarancyjnym P_g przy pełnej organizacji podziału celów;

- wartości minimalnego względnego uszkodzenia celu ν , które zostanie osiągnięte z prawdopodobieństwem gwarancyjnym P_g przy nakazanej ilości N niezależnych ataków (uderzeń lotnictwa) i pełnej organizacji podziału celów.

4.2 Podstawowe wzory wykorzystywane w metodyce operacyjnej oceny

Podstawowy wzór (4.1) metodyki operacyjnej oceny umożliwia określenie wartości $M_{1r}[V]$ - średniego prawdopodobieństwa rażenia celów elementarnych wchodzących w skład celu zwartego obiektu grupowego (lub średniej części rażonej płaszczyzny celu zwartego obiektu powierzchniowego) podczas jednego ataku (uderzenia ogniowego) i przyjmuje następującą postać:

$$M_{1r}[V] = M G r = M_1[V] r \quad , \quad (4.1)$$

gdzie:

$$M = M_x(C_x^{\bar{x}}; 1_x^{\bar{x}} + L_x^{\bar{x}}) M_y(C_y^{\bar{x}}; 1_y^{\bar{x}} + L_y^{\bar{x}}); \quad (4.2)$$

$$G = 1 - (1-p)^{n_{yr} n_k} ; \quad (4.3)$$

$$p = p_x p_y = \min \left\{ 1; \frac{l_x^*}{L_x \frac{n_{yr}}{n}} \right\} \min \left\{ 1; \frac{l_y^*}{L_y \frac{n_{yr}}{n}} \right\}; \quad (4.4)$$

$$r = r_x r_y = \max \left\{ 1; \frac{C_x^*}{l_x^* + L_x^* + 3} \right\} \max \left\{ 1; \frac{C_y^*}{l_y^* + L_y^* + 3} \right\}. \quad (4.5)$$

Uwaga: We wzorze (4.4) przy $n_{yr} = 1$ i przy $2 \leq n \leq 4$, stosunek $\frac{n_{yr}}{n}$ należy zamienić na stosunek $\frac{n_{yr}}{n-1}$.

Wielkości przedstawione we wzorach 4.1, ..., 4.5 oznaczają:

M - wartość oczekiwana części celów elementarnych w składzie obiektu grupowego (lub wartość oczekiwana części powierzchni obiektu), które przy jednym ataku (uderzeniu lotnictwa) skierowanym w środek obiektu pokrywane są strefą rozlotu pocisków (w warunkach, gdy środki celów elementarnych rozśrodkowane są na powierzchni obiektu statystycznie równomiernie);

- M_x lub M_y - oczekiwana część pokrycia odcinka C_x lub C_y odcinkami $l_x + L_x$ lub $l_y + L_y$;
- G - uśrednione (według warunków pokrycia strefy rażenia celu elementarnego strefą rozlotu LSR) prawdopodobieństwo trafienia przynajmniej jednym LSR w strefę rażenia celu elementarnego;
- p - prawdopodobieństwo trafienia jednym LSR z n_{yr} LSR w strefę rażenia celu elementarnego, uśrednione według warunków pokrycia strefy rażenia $(l_x; l_y)$ celu elementarnego strefą rozlotu LSR $(L_x; L_y)$;
- p_x lub p_y - prawdopodobieństwo trafienia jednym z n_{yr} LSR w odcinek l_x lub l_y , uśrednione według warunków pokry-

cia odcinka l_x lub l_y odcinkami L_x lub L_y ;

- $M_1 [V]$ - oczekiwana część rażonych celów elementarnych ze składu obiektu grupowego (lub część rażonej płaszczyzny obiektu powierzchniowego) przy jednym ataku (uderzeniu lotniczym) skierowanym w środek obiektu;
- r - wskaźnik rozśrodkowania obiektu w stosunku do nakazanych warunków uderzeń lotnictwa, przy których środek ognia (uderzenia ogniowego lotnictwa) skierowany jest w środek obiektu .

Rozwiązanie zadań określonych wzorami (4.2) i (4.3) można wykonać wykorzystując wykresy na rys.4.15 i 4.16.

4.3 Ocena możliwości bojowych pojedynczych samolotów wykonujących uderzenie (atak) na obiekty pojedyncze

Podczas obliczeń prawdopodobieństwa rażenia małowymiarowych pojedynczych obiektów naziemnych (celów) wykrytych z samolotów, we wzorze (4.2) należy podstawić $C_x^x = C_y^x = 0$ ($r=1$). Wówczas wzór przybierze postać:

$$W_1 = M_1 [V] = M G = M_x(0; l_x^x + L_x^x) M_y(0; l_y^x + L_y^x) G . \quad (4.6)$$

Wielkość $M_x(0; l_x^x + L_x^x) = \hat{R}_x$ jest prawdopodobieństwem pokrycia odcinka l_x odcinkiem L_x . Analogicznie wielkość \hat{R}_y dla odcinków l_y i L_y .

Prawdopodobieństwa \hat{R}_x i \hat{R}_y można określić z wykresu na rys.4.17, zarówno podczas obliczeń wyniesienia punktu celowania względem środka celu ($a_x \neq 0$ lub $a_y \neq 0$) jak i bez tego.

Przy braku wyniesienia, wartości \hat{R}_x i \hat{R}_y można określić z wykresu na rys.4.15 przy $C_x^x = C_y^x = 0$.

Uwaga: Jeżeli w zadaniach zakłada się, że prawdopodobieństwo pokonania OP przeciwnika $P_{OP} \neq 1$ ($0 < P_{OP} < 1$), prawdopodobieństwo wykrycia pojedynczego obiektu z samolotu $P_W \neq 1$ ($0 < P_W < 1$), prawdopodobieństwo niezawodności pracy techniki lotniczej zapewniającej sterowanie IŚR $P_N \neq 1$ ($0 < P_N < 1$), to uwzględnienie tych warunków sprowadza się do wymnożenia W_1 przez $P = P_{OP} \cdot P_W \cdot P_N$:

$$W = P \cdot W_1 \quad .$$

Kiedy pojedynczy obiekt jest niemożliwy do wykrycia z samolotu ($P_W=0$), ale znany jest rejon jego możliwego położenia, to taki obiekt jest szczególnym przypadkiem nie w pełni rozpoznanego obiektu grupowego (patrz rozdział 5), kiedy $N_c=1$.

Podczas obliczeń prawdopodobieństwa rażenia okrętu i innych dostatecznie dużych rozmiarami celów pojedynczych ($r=1$), wzór (4.2) przyjmuje postać:

$$W_1 = M_1 [V] = M_x (C_{xk}^x - l_x^x; l_x^x + L_k^x) M_y (C_y^x - l_y^x; l_y^x + L_y^x) G \quad . \quad (4.7)$$

Uwaga: 1. W przypadku kiedy cel może być rażony przy wybuchu IŚR w pewnej odległości od niego (z uwzględnieniem działania odłamkowo-burzącego IŚR) wartości l_x^x (l_y^x) będą większe od C_x^x (C_y^x).

Przy $(C_{xk}^x - l_x^x) < 0$ lub $(C_{yk}^x - l_y^x) < 0$ wielkości w nawiasach przyjmujemy za równe zero.

2. Jeżeli zostaje spełniona nierówność $l_x^x l_y^x < 1$ i jednocześnie z tą nierównością spełnione jest $L_{xs}^x + L_{xk}^x = 0$ bądź $l_x^x < l_y^x$, konieczne jest przejście do nowych wartości $l_x'^x$ i $l_y'^x$, które obliczamy ze wzoru:

$$l_x^{\prime \times} = l_y^{\prime \times} = \sqrt{l_x^{\times} l_y^{\times}} .$$

Do wykresów na rys.4.8, ... , 4.14 (przy określaniu L_{xi}^{\times} i L_{yi}^{\times}) wykorzystujemy wielkość:

$$E_i^{\times} = \sqrt{E_{xi}^{\times} E_{yi}^{\times}} ,$$

przy następnym obliczeniach w miejsce wielkości l_x^{\times} i l_y^{\times} wykorzystujemy $l_x^{\prime \times}$ i $l_y^{\prime \times}$.

3. Przy $n=1$ (jeden LSR) w miejsce E_s w zadaniach wykorzystujemy wielkość pełnego rozrzutu $E = \sqrt{E_s^2 + E_i^2}$.
4. Jeżeli w zadaniach uzyskamy wielkości $M_1 [V]$ mniejsze niż 0,02, to wskazuje to, że wykorzystywanie danych LSR nie jest celowe, ponieważ są one mało efektywne. W tym wypadku należy wybrać inne LSR bądź zmienić warunki wykonania ataku.

4.4 Ocena możliwości bojowych pojedynczych samolotów wykonujących uderzenie (atak) na obiekty grupowe (powierzchniowe)

W jakościowym wskaźniku skuteczności samolotów wykonujących uderzenie (atak) na obiekty grupowe (powierzchniowe) przyjmuje się $M_1 [V]$ - oczekiwane względne uszkodzenie celu spowodowane w jednym ataku przy celowaniu w środek obiektu:

$$M_1 [V] = M_x (C_x^{\times}; l_x^{\times} + L_x^{\times}) M_y (C_y^{\times}; l_y^{\times} + L_y^{\times}) G .$$

Przy $N_c=1$, kiedy $C_x^{\times} = C_y^{\times} = 0$, wartość $M_1 [V]$ jest równa liczbowo prawdopodobieństwu rażenia pojedynczego obiektu w jednym ataku $-W_1$.

Do określenia wartości $M_1 [V]$ należy:

- według danych wyjściowych rozwiązywanego zadania (patrz rozdział 2) z tabel 0.1, ... , 0.4 określić rozmiary l_x i l_y strefy

rażenia;

- określić odpowiednie dane wyjściowe przedstawione w rozdziale 2;

- określić wielkości n_{xr} i n_{yr} , a zatem względne wymiary L_{xi}^* i L_{yi}^* strefy rozlotu LSR (z wykresów na rys. 4.8, ... , 4.14), w zależności od wielkości n_{xr} , l_x^* i l_y^* ; dalej według wzoru (2.2) znaleźć wartość L_x^* i L_y^* ;

- określić wartość M z wykresu na rys. 4.15, według danych C_x^* i $l_x + L_x^*$ otrzymujemy wartość M_x i analogicznie - według C_y^* i $l_y + L_y^*$ otrzymujemy wartość M_y , wówczas $M = M_x M_y$;

- określić wartość G ze wzoru (4.3) lub z wykresu na rys. 4.16. W tym celu ze wzoru (4.4) należy uprzednio wyliczyć wartość p , a następnie z wykresu 4.16 otrzymamy wielkość $G(p; n_{yr} n_k)$;

- obliczyć wartość $M_1 [V] = M G$.

4.5 Obliczenie średniego prawdopodobieństwa rażenia jednego celu elementarnego wchodzącego w skład celu zwartego obiektu grupowego

Wielkość średniego prawdopodobieństwa rażenia celu elementarnego - $M_{1r} [V]$ jest obliczana i jest wielkością wyjściową do wykresów zobrazowanych na rys. 4.18, ... , 4.22 potrzebnych podczas określania koniecznych ilości sił lub oczekiwanych uszkodzeń w wyniku uderzeń lotnictwa na obiekty grupowe (powierzchniowe).

Do określenia wartości $M_{1r} [V]$ należy:

- określić $M_1 [V]$;

- określić wartość wskaźnika rozśrodkowania ze wzoru (4.5);

- określić wartość $M_{1r} [V] = M_1 [V] r$.

4.6 Kolejność obliczeń podczas określania uszkodzeń zadawanych obiektom lub przy określaniu sił i środków niezbędnych do wykonania postawionego zadania bojowego

Podczas określania względnego oczekiwanego uszkodzenia obiektu (celu) nakazaną ilością N ataków (uderzeń lotnictwa) korzystamy z wykresu na rys.4.18 . Wyjściowymi wielkościami będą wartości $M_{1r}[V]$ oraz $c = \frac{N}{r}$, według których otrzymamy szukaną wartość $M_N[V]$.

Podczas określania niezbędnej (koniecznej) ilości ataków (uderzeń ogniowych) N , zapewniających uzyskanie nakazanej wartości $M_N[V]$, należy wykorzystywać te same wykresy. Według wyjściowych danych $M_{1r}[V]$ i $M_N[V]$ otrzymujemy wartość $c = \frac{N}{r}$ oraz szukaną wartość $N = c r$.

Podczas określania oczekiwanej wartości potrzebnych sił i środków N , niezbędnych do wykonania postawionego zadania bojowego - dla uzyskania względnego uszkodzenia celu "V" nie mniejszego od nakazanej wartości ψ z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g = 0,8$ - wykorzystujemy wykres na rys.4.19 . Według wyjściowych danych $M_{1r}[V]$ i ψ , z wykresu określamy wartość $c = \frac{N}{r}$ oraz szukaną wartość $N = c r$.

Dla uzyskania dużej dokładności określania ilości ataków (uderzeń lotnictwa) N koniecznych do rażenia 100 % celów elementarnych ze składu obiektu grupowego z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g = 0,8$, należy korzystać z wykresu na rys.4.21 , na którym przedstawiona jest zależność N od $M_{1r}[V]$ (lub W_1) i N_c - ilość celów elementarnych obiektu grupowego.

Podczas określania wielkości względnego uszkodzenia obiektu z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g = 0,8$ dla nakazanej ilości ataków (uderzeń lotnictwa), wykorzystuje się wykres na rys.4.19 .

Danymi wyjściowymi będą $M_{1r}[V]$ i $C = \frac{N}{r}$, według których określamy szukaną wartość ψ .

Zadania przedstawione powyżej można także rozwiązywać z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g = 0,95$. W tym wypadku należy wykorzystywać wykresy na rys.4.20 lub 4.22.

Podczas uderzeń lotnictwa na pojedynczy obiekt wartość $M_{1r}[V]$ jest prawdopodobieństwem rażenia W_1 dla $N=1$.

Jeżeli konieczne jest określenie W_N przy N niezależnych atakach (uderzeniach lotnictwa) lub ilości ataków N zapewniających uzyskanie nakazanego prawdopodobieństwa rażenia obiektu pojedynczego W_N , to należy wykorzystywać wykres na rys.4.16 opracowany na podstawie wzoru:

$$W_N = 1 - (1 - W_1)^N \quad (4.8)$$

Wyjściowymi wielkościami w tym wypadku będą W_1 i N , a przy określaniu wartości $N - W_1$ i W_N .

Jeżeli konieczne jest rozwiązanie zadania z dużą dokładnością, to należy wykorzystywać bardzo złożone wzory do określenia $M_1[V]$:

$$\begin{aligned} M_1[V] = & M_x(C_x^x; |l_x^x - L_x^x|) M_y(C_y^y; |l_y^y - L_y^y|) \times \\ & \times G(u_{\max}) - G(0,75 u_{\max}) + \\ & + M_x(C_x^x; |l_x^x - L_x^x| + 1,4 \min \{l_x^x; L_x^x\}) \times \\ & \times M_y(C_y^y; |l_y^y - L_y^y| + 1,41 \min \{l_y^y; L_y^y\}) \times \\ & \times G(0,75 u_{\max}) - G(0,25 u_{\max}) + \\ & + M_x(C_x^x; l_x^x + L_x^x) M_y(C_y^y; l_y^y + L_y^y) G(0,25 u_{\max}) \quad (4.9) \end{aligned}$$

Określając

$$\gamma = \min \left\{ 1; \frac{l_x^* n}{L_x^* n_{yr}} \right\} \min \left\{ 1; \frac{l_y^*}{L_y^*} \right\} ,$$

uzyskujemy:

$$G(u) = 1 - \left(1 - \frac{u}{u_{\max}} \gamma \right)^{n_{yr} n_k} ;$$

$$G(u_{\max}) = 1 - (1 - \gamma)^{n_{yr} n_k} ; \quad (4.10)$$

$$G(0,75 u_{\max}) = 1 - (1 - 0,75 \gamma)^{n_{yr} n_k} ; \quad (4.11)$$

$$G(0,25 u_{\max}) = 1 - (1 - 0,25 \gamma)^{n_{yr} n_k} . \quad (4.12)$$

Dokładna wartość:

$$M_{1r}[V] = M_1[V] r . \quad (4.13)$$

Podczas obliczeń $M_1[V]$ według przedstawionego powyżej wzoru można korzystać z wykresu na rys.4.15 do określania wszystkich M_x i M_y dla odpowiednich czynników wykazanych we wzorze (4.9) i wykresie na rys.4.16 , Analogicznie jest przy określaniu wszystkich G .

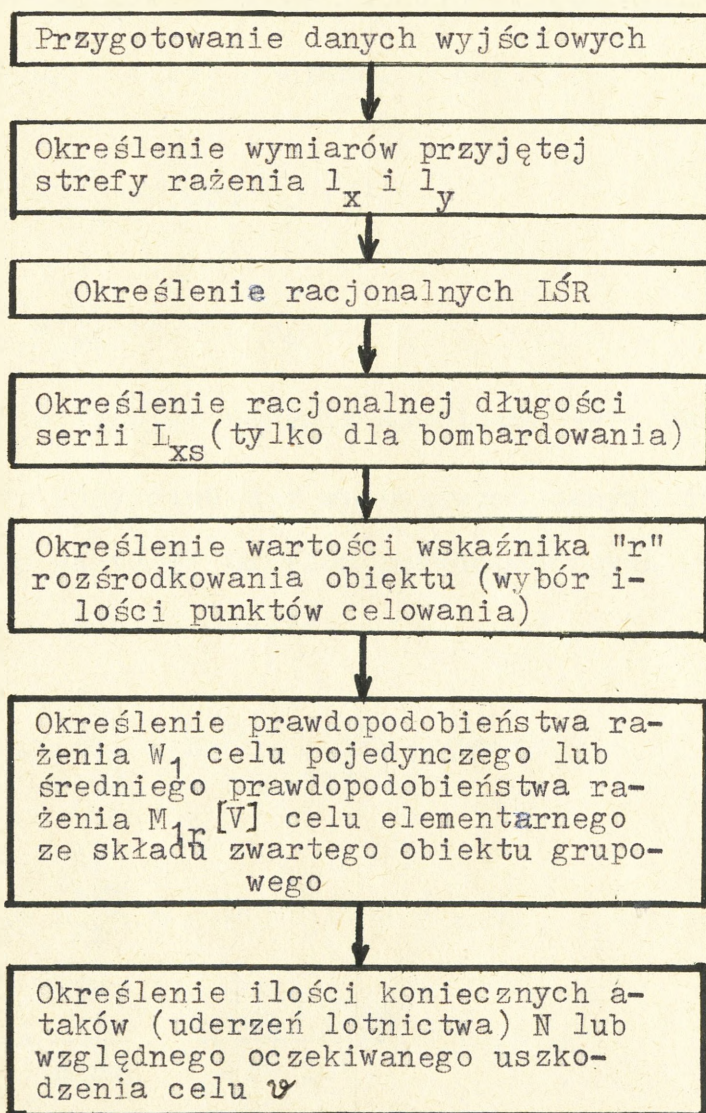
W celu należytego planowania uderzeń lotnictwa należy umieć określać przybliżone wartości ilości potrzebnych samolotów do wykonania zadań bojowych lub wartości względnego uszkodzenia obiektu określoną ilością sił i środków. Ponadto istotne jest szczególnie precyzowanie warunków uderzeń lotnictwa, programowanie pracy systemu kierowania uzbrojeniem oraz dokładne opracowanie organizacji działań lotnictwa.

Wartości uśrednione koniecznej ilości ataków (uderzeń lotnictwa)

N lub wartości względnego uszkodzenia obiektu ψ z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g=0,8$ można ustalać z odpowiednich wykresów bez odnoszenia do konkretnych typów samolotów.

Wykresy te zawierają "gotowe" wartości N lub ψ obliczone na EMC z uwzględnieniem zależności charakteryzujących dokładność strzelania, bombardowania oraz odpalania rakiet na rozśrodkowane cele elementarne typowych obiektów pola walki, przybliżonego wyboru punktów celowania i przerw w serii podczas bombardowania.

Algorytm rozwiązywania zadań oceny skuteczności bojowej IŚR przedstawiono na rys.4.1.



Rys.4.1. Kolejność obliczeń podczas rozwiązywania zadań oceny skuteczności stosowania IŚR na obiekty naziemne (morskie)

Przykłady obliczeń do wykonania typowych zadań

Niszczenie pojedynczych obiektów naziemnych

Przykład 4.1. Z samolotu myśliwsko-bombowego ma być wykonane strzelanie z dwóch autonomicznych działek do pojedynczego obiektu - samoloty A-10 rozmieszczone na stoisku. Średnia odległość strzelania $D_s=1400$ m, kąt nurkowania $\lambda=20^\circ$, czas prowadzenia ognia $t_s=1,5$ s, prędkość podczas strzelania $V_s=800$ km/h. Zastosowane pociski typu OFZ-30-NR. Szybkostrzelność działka - 850 strzałów/min. Rozrzut podczas strzelania charakteryzują następujące wielkości uchyień prawdopodobnych w zobrazonej płaszczyźnie:

$$E_{xg}^{(k)} = E_{yg}^{(k)} = 0,005 D_s ;$$

$$E_{xi}^{(k)} = E_{yi}^{(k)} = 0,003 D_s .$$

Określić prawdopodobieństwo rażenia samolotów A-10 według typu "A".

Rozwiązanie: 1. Przygotowanie wyjściowych danych do obliczeń.

a. Określenie wartości uchyień prawdopodobnych grupowego i indywidualnego rozrzutu na ziemi:

$$E_{xg} = \frac{E_{xg}^{(k)}}{\sin \lambda} = \frac{0,005 \cdot 1400}{\sin 20^\circ} \approx 20,5 \text{ m};$$

$$E_{yg} = \frac{E_{yg}^{(k)}}{\sin \lambda} = 0,005 \cdot 1400 = 7 \text{ m};$$

$$E_{xi} = \frac{E_{xi}^{(k)}}{\sin \lambda} = \frac{0,003 \cdot 1400}{\sin 20^\circ} \approx 12,3 \text{ m};$$

$$E_{yi} = E_{yi}^{(k)} = 0,003 \cdot 1400 = 4,2 \text{ m.}$$

b. Z tabeli 10.1, według warunków zadania, określamy wymiary przyjętej strefy rażenia według typu "A" dla pocisków OFZ-30-NR:

$$l_x = 7 \text{ m}, \quad l_y = 5 \text{ m.}$$

c. Określenie ilości pocisków wystrzelonych w czasie strzelania $t_s = 1,5 \text{ s}$ z dwóch działek:

$$n = 2 \frac{850}{60} \cdot 1,5 = 42.$$

d. Według wyjściowych danych $V_s = 800 \text{ km/h}$, $t_s = 1,5 \text{ s}$, $\lambda = 20^\circ$ z wykresu rys. 4.3 określamy długość śladu serii pocisków na ziemi $L_{xs} = 26 \text{ m}$.

e. Określone powyżej dane wyjściowe wyrażamy w uchyleniach prawdopodobnych rozrzutu grupowego:

$$l_x^* = \frac{7}{20,5} = 0,34;$$

$$l_y^* = \frac{5}{7} = 0,71;$$

$$E_{xi}^* = \frac{12,3}{20,5} = 0,6;$$

$$E_{yi}^* = \frac{4,2}{7} = 0,6;$$

$$L_{xs}^* = \frac{26}{20,5} = 1,27;$$

$$i_x^* = \frac{1,27}{42-1} = 0,031.$$

Dlatego, że $l_x^* l_y^* = 0,34 \cdot 0,71 = 0,24 < 1$ i $l_x^* < l_y^*$, przyjmujemy

$$l_x'^* = l_y'^* = \sqrt{0,24} = 0,49.$$

2. Obliczenie prawdopodobieństwa rażenia celu

a. Określenie wartości

$$n_{xr} = \min \left\{ 42; \frac{3 \cdot 0,6}{0,031} \right\} = 42;$$

$$n_{yr} = \min \left\{ 42; \frac{0,49+3 \cdot 0,6}{0,031} \right\} = 42.$$

Według wielkości $l_x^x = 0,49$, $n_{xr} = 42$ i $E_{xi}^x = 0,6$ (bliższą wartość 0,6) z wykresu 4.12 określamy $L_{xi}^x = 1,8$. Analogicznie odczytujemy $L_{yi}^x = 1,8$, a następnie:

$$L_x^x = L_{xs}^x + L_{xi}^x = 1,27 + 1,8 = 3,07; \quad L_y^x = L_{yi}^x = 1,8.$$

b. Według wzoru (4.6) obliczamy prawdopodobieństwo rażenia samolotu A-10 na stoisku:

$$\begin{aligned} W_1 &= M_x(0; 0,49+3,07) M_y(0; 0,49+1,8) \times \\ &\times \left[1 - (1 - \min \left\{ 1; \frac{0,49}{3,07} \right\} \min \left\{ 1; \frac{0,49}{1,8} \right\})^{42} \right] = \\ &= 0,79 \cdot 0,58 \cdot 0,84 = 0,38. \end{aligned}$$

Wynik obliczeń: Prawdopodobieństwo zniszczenia samolotu A-10 podczas strzelania z dwóch działek samolotu myśliwsko-bombowego w nakazanych warunkach równa się 0,38.

Przykład 4.2. Z samolotu myśliwsko-bombowego wykonuje się odpalenie 192 niekierowanych rakiet typu S-5 KO z sześciu zasobników UB-32 do samolotu F-4 znajdującego się na stoisku w obwałowaniach. Średnia odległość odpalenia rakiet - $D_s = 1400$ m. Czas prowadzenia ognia - $t_s = 1,55$ s. Kąt nurkowania - $\lambda = 20^\circ$. Prędkość samolotu - $V_r = 800$ km/h. Rozrzut LSR - w zobrazonej płaszczyźnie - jest równy:

$$E_{xg}^{(k)} = E_{yg}^{(k)} = 0,006 D_s;$$

$$E_{xi}^{(k)} = E_{yi}^{(k)} = 0,004 D_s.$$

Określić prawdopodobieństwo rażenia obiektu według typu "B".

Rozwiązanie: 1. Przygotowanie wyjściowych danych do obliczeń:

a. Z tabeli 10.1 określamy wymiary przyjętej strefy rażenia obiektu według typu "B" dla NPR typu S-5 KO:

$$l_x = 10 \text{ m} , \quad l_y = 14 \text{ m} .$$

b. Obliczamy charakterystyki rozrzutu LSR na ziemi:

$$E_{xg} = \frac{0,006 \cdot 1400}{\sin 20^\circ} = 24,56 \text{ m}; \quad E_{yg} = 0,006 \cdot 1400 = 8,4 \text{ m};$$

$$E_{xi} = \frac{0,004 \cdot 1400}{\sin 20^\circ} = 16,37 \text{ m}; \quad E_{yi} = 0,004 \cdot 1400 = 5,6 \text{ m} .$$

c. Z wykresu rys. 4.4, według danych wyjściowych $V_r = 800 \text{ km/h}$, $t_s = 1,55 \text{ s}$, $\lambda = 20^\circ$, określamy długość serii LSR na ziemi: $L_{xs} = 45 \text{ m}$.

d. Określone powyżej dane wyjściowe wyrażamy w uchyleniach prawdopodobnych rozrzutu grupowego:

$$l_x^* = \frac{10}{24,56} = 0,41 ;$$

$$l_y^* = \frac{14}{8,4} = 1,67 ;$$

$$E_{xi}^* = \frac{16,37}{24,56} = 0,66 ;$$

$$E_{yi}^* = \frac{5,6}{8,4} = 0,66 ;$$

$$L_{xs}^* = \frac{45}{24,56} = 1,83 ;$$

$$i_x^* = \frac{1,83}{192-1} = 0,0096 ;$$

Dlatego, że $l_x^* l_y^* = 0,41 \cdot 1,67 = 0,685 < 1$ i $l_x^* < l_y^*$, przyjmujemy:

$$l_x'^* = l_y'^* = \sqrt{0,41 \cdot 1,67} = \sqrt{0,685} = 0,83 .$$

2. Obliczenie prawdopodobieństwa rażenia celu.

a. Określenie wartości: n_{xr} , n_{yr} , L_x^* , L_y^* .

$$n_{xr} = \min \left\{ 192; \frac{3 \cdot 0,66}{0,0096} \right\} = 192 ;$$

$$n_{yr} = \min \left\{ 192; \frac{0,83 + 3 \cdot 0,66}{0,0096} \right\} = 192 .$$

Z wykresu rys. 4.12, według danych $n_{xr} = n_{yr} = 192$, $l_x^* = l_y^* = 0,83$, $E_{xi}^* = E_{yi}^* = 0,66$, odczytujemy $L_{xi}^* = L_{yi}^* = 3,5$, a następnie:

$$L_x^* = L_{xs}^* + L_{xi}^* = 1,83 + 3,5 = 5,33 ; \quad L_y^* = L_{yi}^* = 3,5 .$$

b. Ze wzoru (4.6) określamy prawdopodobieństwo rażenia samolotu F-4, będącego na stanowisku w obwałowaniach:

$$\begin{aligned} W_1 &= M_x(0; 0,83 + 5,33) M_y(0; 0,83 + 3,5) x \\ &x \left[1 - (1 - \min \left\{ 1; \frac{0,83}{5,33} \right\}) \min \left\{ 1; \frac{0,83}{3,5} \right\} \right]^{192} = \\ &= 0,97 \cdot 0,87 \cdot 1 = 0,84 . \end{aligned}$$

Wynik obliczeń: Prawdopodobieństwo zniszczenia samolotu F-4 w przyjętych warunkach wynosi 0,84 .

Przykład 4.3. Z samolotu myśliwsko-bombowego ma być zrzuconych osiem bomb typu OFAB-250 Szn na samolot A-10 znajdujący się na oddzielnym stoisku w obwałowaniach. Warunki bombardowania: lot poziomy na małej wysokości z prędkością $V_b = 800$ km/h, długość serii $L_{xs} = 200$ m. Charakterystyka rozrzutu bomb na ziemi:

$$E_{xg} = 30 \text{ m} ; \quad E_{yg} = 15 \text{ m} ;$$

$$E_{xi} = 10 \text{ m} ; \quad E_{yi} = 5 \text{ m} .$$

Określić prawdopodobieństwo zniszczenia celu - rażenie typu "A".

Rozwiązanie: 1. Przygotowanie wyjściowych danych do obliczeń.

a. Z tabeli 1, według warunków zadania, określamy wymiary przyjętej strefy rażenia celu według typu "A": $l_x = 20$ m, $l_y = 45$ m.

b. Obliczeniowe wartości wyrażamy w uchyleniach prawdopodobnych rozrzutu grupowego:

$$l_x^* = \frac{20}{30} = 0,67 ;$$

$$l_y^* = \frac{45}{15} = 3 ;$$

$$E_{xi}^* = \frac{10}{30} = 0,33 ;$$

$$E_{yi}^* = \frac{5}{15} = 0,33 ;$$

$$L_{xs}^* = \frac{200}{30} = 6,67 ;$$

$$i_x^* = 0,952 .$$

Dlatego, że $l_x^* l_y^* = 0,67 \cdot 3 = 2,01 > 1$, do rozwiązania przyjmujemy wartości $l_x^* = 0,67$ i $l_y^* = 3$.

2. Obliczenie prawdopodobieństwa rażenia celu.

a. Określamy wartości n_{xr} , n_{yr} , L_x^* , L_y^* :

$$n_{xr} = \min \left\{ 8; \frac{3 \cdot 0,33}{0,952} \right\} = 1 ; \quad L_{xi}^* = 0 ;$$

$$n_{yr} = \min \left\{ 8; \frac{0,67 + 3 \cdot 0,33}{0,952} \right\} = 1,74 \quad 2 .$$

Z wykresu rys. 4.10, według danych $n_{yr}=2$, $l_y^*=3$ i $E_{yi}^*=0,33$, określamy $L_{yi}^* = 0,1$;

$$L_x^* = L_{xs}^* + L_{xi}^* = 6,67 ;$$

$$L_y^* = L_{yi}^* = 0,1 .$$

b. Według wzoru (4.6) określamy prawdopodobieństwo zniszczenia celu:

$$W_1 = M_x(0; 0,67+6,67) M_y(0; 3+0,1) \times \\ \times \left[1 - (1 - \min \left\{ 1; \frac{0,67 \cdot 8}{6,67 \cdot 2} \right\} \min \left\{ 1; \frac{3}{0,1} \right\})^2 \right] =$$

$$= 0,99 \cdot 0,72 \cdot 0,64 = 0,46 .$$

Wynik obliczeń: Prawdopodobieństwo zniszczenia samolotu A-10, będącego w obwałowaniach, w przyjętych warunkach, wynosi 0,46 .

Przykład 4.4. Z samolotu myśliwsko-bombowego mają być odpalone 192 niekierowane rakiety typu S-5 KO na pojedynczy czołg typu M-60A1. Warunki zastosowania bojowego: kąt nurkowania $\lambda = 20^\circ$, średnia odległość odpalenia rakiet $D_s = 1600$ m, prędkość samolotu $V_r = 800$ km/h, czas prowadzenia ognia $t_s = 1,55$ s. Rozrzut NPR w zobrazowanej płaszczyźnie charakteryzują wartości uchyień prawdopodobnych:

$$E_{xg}^{(k)} = E_{yg}^{(k)} = 0,006 D_r ;$$

$$E_{xi}^{(k)} = E_{yi}^{(k)} = 0,004 D_r .$$

Określić prawdopodobieństwo rażenia czołgu według typu "B".

Rozwiązanie: 1. Przygotowanie danych wyjściowych do obliczeń.

a. Z tabeli 10.1 , zgodnie z warunkami zadania, określamy wymiary strefy rażenia celu według typu "B": $l_x = 5,5$ m , $l_y = 2$ m .

b. Obliczamy charakterystyki rozrzutu na ziemi:

$$E_{xg} = \frac{0,006 \cdot 1600}{\sin 20^\circ} = 28 \text{ m} ;$$

$$E_{yg} = 0,006 \cdot 1600 = 9,6 \text{ m} ;$$

$$E_{xi} = \frac{0,004 \cdot 1600}{\sin 20^\circ} = 18,7 \text{ m} ;$$

$$E_{yi} = 0,004 \cdot 1600 = 6,4 \text{ m} .$$

c. Z wykresu rys.4.4 , według danych wyjściowych: $V_r=800$ km/h, $\lambda=20^\circ$, $t_s=1,55$ s , określamy $L_{xs}=45$ m - długość śladu serii IŚR na ziemi.

d. Obliczeniowe wielkości wyrażamy w uchyleniach prawdopodobnych rozrzutu grupowego:

$$\begin{aligned}l_x^* &= \frac{5,5}{28} ; & l_y^* &= \frac{2}{9,6} = 0,21 ; \\E_{xi}^* &= \frac{18,7}{28} ; & E_{yi}^* &= \frac{6,4}{9,6} = 0,66 ; \\L_{xs}^* &= \frac{45}{28} = 1,61 ; & i_x^* &= \frac{1,61}{192-1} = 0,0084 .\end{aligned}$$

2. Obliczenie prawdopodobieństwa rażenia celu.

a. Obliczenie wielkości n_{xr} , n_{yr} , L_x^* , L_y^* :

$$\begin{aligned}n_{xr} &= \min \left\{ 192; \frac{3 \cdot 0,66}{0,0084} \right\} = 192 ; \\n_{yr} &= \min \left\{ 192; \frac{0,2+3 \cdot 0,66}{0,0084} \right\} = 192 .\end{aligned}$$

Z wykresu rys.4.12 , według danych $n_{xr}=n_{yr}=192$, $l_x^*=0,2$, $l_y^*=0,21$, $E_{xi}^*=0,66$, określamy: $L_{xi}^*=L_{yi}^*=1,9$.

Dlatego: $L_x^*=L_{xs}^*+L_{xi}^*=1,61+1,9=3,51$; $L_y^*=L_{yi}^*=1,9$.

b. Ze wzoru (4.6) obliczamy prawdopodobieństwo rażenia celu według typu "B":

$$\begin{aligned}W_1 &= M_x(0; 0,2+3,51) M_y(0; 0,21+1,9) \times \\&\times \left[1 - (1 - \min \left\{ 1; \frac{0,2}{3,51} \right\}) \min \left\{ 1; \frac{0,21}{1,9} \right\} \right]^{192} = \\&= 0,8 \cdot 0,53 \cdot 0,7 = 0,3 .\end{aligned}$$

Wyniki obliczeń: Prawdopodobieństwo zniszczenia czołgu w przyjętych warunkach wynosi 0,3 .

Niszczenie okrętów

Przykład 4.5. Z samolotu myśliwsko-bombowego zrzucanych jest osiem bomb FAB-500 na okręt atomowy o wyporności 14 000 ton i wymiarach: $C_{xk} = 20$ m , $C_{yk} = 200$ m (atak od burty okrętu). Warunki bombardowania: lot poziomy na małej wysokości, z prędkością $V_b = 800$ km/h, długość serii $L_{xs} = 160$ m. Rozrzut LSR na poziomie morza charakteryzuje uchylenie prawdopodobne: $E_{xg} = 30$ m, $E_{yg} = 15$ m, $E_{xi} = 10$ m, $E_{yi} = 5$ m.

Określić prawdopodobieństwo rażenia okrętu według typu "A".

Rozwiązanie: 1. Przygotowanie danych wyjściowych do obliczeń:

a. Z tabeli .4, dla przyjętych warunków zadania, określamy wymiary przyjętej strefy rażenia okrętu według typu "A": $l_x = 9$ m, $l_y = 59$ m.

b. Obliczeniowe wartości wyrażamy w uchyleniach prawdopodobnych rozrzutu grupowego:

$$C_{xk}^* = \frac{20}{30} = 0,67 ;$$

$$C_{yk}^* = \frac{200}{15} = 13,3 ;$$

$$l_x^* = \frac{9}{30} = 0,3 ;$$

$$l_y^* = \frac{59}{15} = 3,93 ;$$

$$E_{xi}^* = \frac{10}{30} = 0,33 ;$$

$$E_{yi}^* = \frac{5}{15} = 0,33 ;$$

$$L_{xs}^* = \frac{160}{30} = 5,3 ;$$

$$i_x^* = \frac{5,3}{8-1} = 0,76 .$$

Dlatego, że $l_x^* l_y^* = 0,3 \cdot 3,93 = 1,18 > 1$, w następnych oblicze-

niach przyjmujemy wartości: $l_x^* = 0,3$ i $l_y^* = 3,93$.

2. Obliczamy prawdopodobieństwo rażenia okrętu.

a. Obliczamy wielkości n_{xr} , n_{yr} , l_x^* , l_y^* :

$$n_{xr} = \min \left\{ 8; \frac{3 \cdot 0,33}{0,76} \right\} = 1,3 \approx 2;$$

$$n_{yr} = \min \left\{ 8; \frac{0,3 \cdot 3 \cdot 0,33}{0,76} \right\} = 1,71 \approx 2.$$

Z wykresu rys.4.10, według wartości $n_{xr}=2$, $l_x^*=0,3$, $E_{xi}=0,3$, określamy $l_{xi}^*=0,05$, a według $n_{yr}=2$, $l_y^*=3,93$, $E_{yi}=0,33$, określamy $l_{yi}^*=0,1$, a następnie:

$$L_x^* = L_{xs}^* + L_{xi}^* = 5,3 + 0 = 5,3; \quad L_y^* = L_{yi}^* = 0,1.$$

b. Według wzoru (4.7) obliczamy prawdopodobieństwo rażenia okrętu:

$$\begin{aligned} W_1 &= M_x(0,67-0,3; 0,3+5,35) M_y(13,3-3,93; 3,93+0,25) \times \\ &\times \left[1 - (1 - \min \left\{ 1; \frac{0,3 \cdot 8}{5,3 \cdot 2} \right\} \min \left\{ 1; \frac{3,93}{0,1} \right\})^2 \right] = \\ &= 0,92 \cdot 0,42 \cdot 0,41 \approx 0,15. \end{aligned}$$

Wynik obliczeń: Prawdopodobieństwo zniszczenia okrętu w przyjętych warunkach wynosi 0,15.

Przykład 4.6. Warunki takie same jak w przykładzie 4.5. Określić prawdopodobieństwo rażenia okrętu, jeżeli atak wykonano wzdłuż osi podłużnej okrętu ($C_{xk} = 200$ m, $C_{yk} = 20$ m, $L_{xs} = 160$ m, $n = 8$, $E_{xg} = 30$ m, $E_{yg} = 15$ m, $E_{xi} = 10$ m, $E_{yi} = 5$ m).

Rozwiązanie: 1. Przygotowanie danych wyjściowych do obliczeń.

a. Z warunków poprzedniego zadania: $l_x = 9$ m, $l_y = 59$ m.

b. Obliczeniowe wartości wyrażamy w uchyleniach prawdopodobnych rozrzutu grupowego:

$$C_{xk}^{\bar{x}} = \frac{200}{30} = 6,67 ;$$

$$C_{yk}^{\bar{x}} = \frac{20}{15} = 1,33 ;$$

$$l_x^{\bar{x}} = \frac{9}{30} = 0,3 ;$$

$$l_y^{\bar{x}} = \frac{59}{15} = 3,93 ;$$

$$E_{xi}^{\bar{x}} = 0,33 ;$$

$$E_{yi}^{\bar{x}} = 0,33 ;$$

$$L_{xs}^{\bar{x}} = \frac{160}{30} = 5,3 ;$$

$$i_x^{\bar{x}} = 0,76 .$$

Dlatego, że $l_x^{\bar{x}} l_y^{\bar{x}} = 0,3 \cdot 3,9 = 1,17 > 1$, to w następnych obliczeniach przyjmujemy $l_x^{\bar{x}} = 0,3$ i $l_y^{\bar{x}} = 3,93$.

2. Obliczenie prawdopodobieństwa rażenia okrętu.

a. Obliczamy wielkości n_{xr} , n_{yr} , $L_x^{\bar{x}}$, $L_y^{\bar{x}}$:

$$n_{xr} = \min \left\{ 8; \frac{3 \cdot 0,33}{0,76} \right\} = 1,3 \approx 2 ;$$

$$n_{yr} = \min \left\{ 8; \frac{0,3 \cdot 3 \cdot 0,33}{0,76} \right\} = 1,7 \approx 2 .$$

Obliczamy $L_{xi}^{\bar{x}}=0$, $L_{yi}^{\bar{x}}=1$, a następnie $L_x^{\bar{x}}=5,3+0=5,3$; $L_y^{\bar{x}}=1$.

b. Obliczenie prawdopodobieństwa rażenia okrętu:

$$W_1 = M_x (6,67-0,3; 0,3+5,3) M_y (1,33-3,93; 3,93+0,1) \times$$

$$\times \left[1 - \left(1 - \min \left\{ 1; \frac{0,3 \cdot 0,8}{5,3 \cdot 2} \right\} \min \left\{ 1; \frac{3,93}{0,1} \right\} \right)^2 \right] =$$

$$= 0,72 \cdot 0,83 \cdot 0,41 = 0,24 .$$

Wynik obliczeń: Z porównania rezultatów zadań 4.5 i 4.6 wynika, że w danych warunkach większą skuteczność zastosowania bojowego osiągnie się podczas ataku wzdłuż osi podłużnej okrętu.

Niszczenie mostów i przepraw

Przykład 4.7. Z samolotu myśliwsko-bombowego ma być zrzuconych 8 bomb FAB-500 z lotu poziomego, z małej wysokości, na most o wymiarach $C_x=12$ m, $C_y = 300$ m (nalot w poprzek mostu). Do uszkodzenia mostu wystarcza jedno bezpośrednie trafienie. Rozrzut bomb charakteryzują następujące wartości uchyień prawdopodobnych: $E_{xg} = 50$ m, $E_{yg} = 25$ m, $E_{xi} = E_{yi} = 18$ m .

Określić prawdopodobieństwo rażenia mostu, jeżeli długość serii jest równa $L_{xs} = 150$ m.

Rozwiązanie: 1. Przygotowanie danych wyjściowych do obliczeń.

a. Dlatego, że wystarcza jedno trafienie w most, to $l_x = C_x = 12$ m, $l_y = C_y = 300$ m .

b. Obliczeniowe wartości wyrażamy w uchyleniach prawdopodobnych rozrzutu grupowego:

$$l_x^* = \frac{12}{50} = 0,24 ;$$

$$l_y = \frac{300}{25} = 12 ;$$

$$E_{xi}^* = \frac{18}{50} = 0,36 ;$$

$$E_{yi}^* = \frac{18}{25} = 0,72 ;$$

$$L_{xs}^* = \frac{150}{50} = 3 ;$$

$$i_x^* = \frac{3}{8-1} = 0,43 .$$

Dlatego, że $l_x^* l_y^* = 0,24 \cdot 12 = 2,88 > 1$, to w następnych obliczeniach przyjmujemy $l_x^* = 0,24$ i $l_y^* = 12$.

2. Obliczamy prawdopodobieństwo rażenia mostu!

a. Obliczenie wielkości n_{xr} , n_{yr} , L_x^* , L_y^* :

$$n_{xr} = \min \left\{ 8; \frac{3 \cdot 0,36}{0,43} \right\} = 2,5 ;$$

$$n_{yr} = \min \left\{ 8; \frac{0,24+3 \cdot 0,36}{0,43} \right\} = 3,1 .$$

Z wykresu rys.4.10, według danych $n_{xr} = 2,5$, $l_x^* = 0,24$, $E_{xi}^* = 0,36$, określamy $L_{xi}^* = 0,05$.

Z wykresu rys.4.12, według danych $n_{yr} = 3,1$, $l_y^* = 12$, $E_{yi}^* = 0,72$, określamy $L_{yi}^* = 1,4$, a następnie:

$$L_x^* = L_{xs}^* + L_{xi}^* = 3 + 0,05 = 3,05 ; \quad L_y^* = L_{yi}^* = 1,4 .$$

b. Obliczamy szukane prawdopodobieństwo uszkodzenia mostu:

$$\begin{aligned} W_1 &= M_x(0; 0,24+3,05) M_y(0; 12+1,4) \times \\ &\times \left[1 - (1 - \min \left\{ 1; \frac{0,24 \cdot 8}{3,05 \cdot 3,1} \right\} \min \left\{ 1; \frac{12}{1,4} \right\})^3 \right] = \\ &= 0,75 \cdot 1 \cdot 0,5 = 0,375 . \end{aligned}$$

Wynik obliczeń: Prawdopodobieństwo uszkodzenia mostu w przyjętych warunkach wynosi 0,375 .

Przykład 4.8. W warunkach przykładu 4.7 określić prawdopodobieństwo uszkodzenia mostu, jeżeli atak wykonano wzdłuż mostu ($C_x = 300$ m , $C_y = 12$ m , $n = 8$, $L_{xs} = 150$ m , $E_{xg} = 50$ m , $E_{yg} = 25$ m , $E_{xi} = E_{yi} = 18$ m).

Rozwiązanie: 1. Przygotowanie danych wyjściowych do obliczeń.

a. Określamy odpowiednie wymiary przyjętej strefy uszkodzenia mostu. Tak jak w przykładzie 4.7 : $l_x = C_{xi} = 300$ m , $l_y = C_{yi} = 12$ m .

b. Obliczeniowe wartości wyrażamy w uchyleniach prawdopodobnych rozrzutu grupowego:

$$l_x^* = \frac{300}{50} = 6 ; \quad l_y^* = \frac{12}{25} = 0,48 ;$$

$$E_{xi}^* = \frac{18}{50} = 0,36 ;$$

$$E_{yi}^* = \frac{18}{25} = 0,72 ;$$

$$L_{xs}^* = \frac{150}{50} = 3 ;$$

$$l_x^* = 0,43 .$$

Dlatego, że $l_x^* l_y^* = 6 \cdot 0,48 = 2,88 > 1$, to w następnych obliczeniach przyjmujemy $l_x^* = 6$, $l_y^* = 0,48$.

2. Obliczamy wartość prawdopodobieństwa uszkodzenia mostu.

a. Obliczamy wielkości n_{xr} , n_{yr} , l_x^* , l_y^* :

$$n_{xr} = \min \left\{ 8; \frac{3 \cdot 0,36}{0,43} \right\} = 2,5 ;$$

$$n_{yr} = \min \left\{ 8; \frac{6+3 \cdot 0,36}{0,43} \right\} = 8 .$$

Z wykresu rys.4.10, według danych $n_{xr}=2,5$, $l_x^*=6$ i $E_{xi}=0,36$, odczytujemy $L_{xi}^* = 0,4$. Analogicznie dla danych: $n_{yr}=8$, $l_y^*=0,48$, $E_{yi}=0,72$, z wykresu rys.4.12 odczytujemy $L_{yi}^* = 0,65$, a następnie:

$$L_x^* = L_{xs}^* + L_{xi}^* = 3 + 0,4 = 3,4 ; \quad L_y^* = L_{yi}^* = 0,65 .$$

b. Obliczamy szukane prawdopodobieństwo uszkodzenia mostu:

$$\begin{aligned} W_1 &= M_x(0; 6+3,4) M_y(0; 0,48+0,65) x \\ &x \left[1 - (1 - \min \left\{ 1; \frac{6}{3,4} \right\} \min \left\{ 1; \frac{0,48}{0,65} \right\})^8 \right] = \\ &= 1 \cdot 0,3 \cdot 1 = 0,3 . \end{aligned}$$

Wynik obliczeń: Z porównania rezultatów zadań 4.7 i 4.8 wynika, że w danych warunkach większą skuteczność uzyskamy wykonując bombardowanie prostopadle do mostu.

Określanie ilości ataków (samolotów), jeśli nakazane jest prawdopodobieństwo rażenia pojedynczego obiektu

Zadania określania potrzebnej ilości ataków (samolotów) N potrzebnych do wykonania zadania bojowego z nakazanym prawdopodobieństwem W_N wykonuje się według wzoru (4.8) z wykorzystaniem wykresów-rys.

4.16 . Otrzymane wartości N zaokrągla się do pełnej jednostki (w górę).

Przykład 4.10. Dla warunków z przykładu 4.4. prawdopodobieństwo rażenia czołgu wynosi 0,3. Określić konieczną ilość ataków (samolotów) N , zapewniającą wykonanie postawionego zadania bojowego z nakazanym prawdopodobieństwem: 1. $W_N = 0,8$; 2. $W_N = 0,95$.

Rozwiązanie: Z wykresu rys. 4,16, według wyjściowych danych $W_1 = 0,3$ i $W_N = 0,8$, odczytujemy $N = 4,5 \approx 5$ i według danych $W_1 = 0,3$ oraz $W_N = 0,95$ odczytujemy $N = 9$.

Wynik obliczeń: Dla $W_N = 0,8$ należy wykonać 5 ataków, a dla $W_N = 0,95$ - 9 ataków.

Określanie prawdopodobieństwa rażenia pojedynczego obiektu w zmiennych warunkach działań ogniowych (uderzeń lotnictwa)

Jeżeli N ataków (uderzeń lotnictwa) ma być wykonane w zmiennych warunkach lub przyjmuje się różne środki rażenia, wówczas należy określać wartości W_j dla "j" warunków rażenia lotnictwa (ataków). Prawdopodobieństwo rażenia pojedynczego obiektu przy wszystkich "N" niezależnych atakach (uderzeniach lotnictwa) obliczamy ze wzoru:

$$W_N = 1 - \prod_{j=1}^N (1 - W_j) \quad (4.14)$$

Przykład 4.11. Dwa samoloty mogą atakować samolot przeciwnika A-10 znajdujący się na stoisku w obwałowaniach. Pierwszy wykona strzelanie z działek w warunkach przykładu 4.1., drugi - bombardowanie w warunkach przykładu 4.3. Określić prawdopodobieństwo rażenia celu.

Rozwiązanie: W rezultacie obliczeń w przykładach 4.1. i 4.3. uzyskano następujące prawdopodobieństwa rażenia celu: $W=0,38$ i $W_1=0,46$. Według wzoru (4.14) szukane prawdopodobieństwo rażenia celu dwoma środkami rażenia będzie równe

$$W_2=1-(1-W)(1-W_1)=1-(1-0,38)(1-0,46) = 0,66 .$$

Wynik obliczeń: Przy zastosowaniu dwóch różnych ISR z dwóch samolotów prawdopodobieństwo rażenia samolotu A-10 wyniesie 0,66.

Niszczenie naziemnych obiektów grupowych

Przykład 4.12. Z samolotu ma być wykonane strzelanie z działek kalibru 23 mm do samolotów przeciwnika typu A-10 rozmieszczonych na odkrytym stoisku o wymiarach $C_x=800$ m , $C_y=200$ m . Na stoisku znajduje się $N=12$ samolotów (celów elementarnych). Strzelanie ma się odbywać z lotu nurkowego $\lambda=20^\circ$ przy prędkości $V_s=800$ km/h. Średnia odległość strzelania - $D_s=1700$ m. W czasie $t_s=1,5$ s wystrzelone zostanie $n=225$ pocisków OFZ-23 NR. Rozrzut podczas strzelania charakteryzują uchylenia prawdopodobne w zobrazonej płaszczyźnie:

$$E_{xg}^{(k)} = E_{yg}^{(k)} = 0,004 D_s ;$$

$$E_{xi}^{(k)} = E_{yi}^{(k)} = 0,003 D_s .$$

Określić matematycznie oczekiwaną ilość rażonych celów elementar-

nych (według typu "A"), jeżeli do wykonania zadań bojowych wydzielono: 1. N = 12 samolotów; 2. N = 16 samolotów .

Rozwiązanie: Przygotowanie wyjściowych danych do obliczeń.

a.a. Z tabeli 10.1 określamy wymiary strefy rażenia celu według typu "A" dla pocisków OFZ-23-NR, które wynoszą $l_x = 5$ m, $l_y = 4,4$ m.

b. Obliczamy charakterystyki rozrzutu LSR na ziemi:

$$E_{xg} = \frac{0,004 \cdot 1700}{\sin 20^\circ} = 19,9 \text{ m ;}$$

$$E_{yg} = 0,004 \cdot 1700 = 6,8 \text{ m ;}$$

$$E_{xi} = \frac{0,003 \cdot 1700}{\sin 20^\circ} = 14,9 \text{ m ;}$$

$$E_{yi} = 0,003 \cdot 1700 = 5,1 \text{ m .}$$

c. Określamy długość serii LSR na ziemi. Z wykresu-rys. 4.2 - według danych $V_s = 800$ km/h, $t_s = 1,5$ s, $\lambda = 20^\circ$, odczytujemy $L_{xs} = 40$ m.

d. Wartości obliczeniowe wyrażamy w uchyleniach prawdopodobnych rozrzutu grupowego:

$$C_x^* = \frac{800}{19,9} = 40,2 ; \quad C_y^* = \frac{200}{6,8} = 29,4 ;$$

$$l_x^* = \frac{5}{19,9} = 0,25 ; \quad l_y^* = \frac{4,4}{6,8} = 0,65 ;$$

$$E_{xi}^* = \frac{14,9}{19,9} = 0,75 ; \quad E_{yi}^* = \frac{5,1}{6,8} = 0,75 ;$$

$$L_{xs}^* = \frac{40}{19,9} = 2 ; \quad i_x^* = \frac{2}{225-1} = 0,009 .$$

Ponieważ $l_x^* l_y^* = 0,25 \cdot 0,65 = 0,163 < 1$ i $l_x^* < l_y^*$, to w następnych o-

bliczeniach przyjmujemy $l_x^x = l_y^x = \sqrt{0,163} = 0,4$.

2. Obliczenie prawdopodobieństwa rażenia celu

a. Obliczenie wielkości n_{xr} , n_{yr} , L_x^x , L_y^x :

$$n_{xr} = \min \left\{ 225; \frac{3 \cdot 0,75}{0,0089} \right\} = 225;$$

$$n_{yr} = \min \left\{ 225; \frac{0,4 + 3 + 0,75}{0,0089} \right\} = 225 .$$

Z wykresu-rys.4.12 - według danych $n_{xr} = n_{yr} = 225$, $l_x^x = l_y^x = 0,4$ i $E_{xi}^x = E_{yi}^x = 0,75$, odczytujemy $L^x = L_{yi}^x = 2,9$.

b. Obliczamy wskaźnik rozśrodkowania obiektu:

$$r = \max \left\{ 1; \frac{40,2}{0,4 + 4,9 + 3} \right\} \max \left\{ 1; \frac{29,4}{0,4 + 2,9 + 3} \right\} = 4,84 \cdot 4,67 = 22,6;$$

$$r = 22,6 > 0,5 N_c = 0,5 \cdot 12 = 6 .$$

Dlatego, że $r > 0,5 N_c$, to obiekt jest rozśrodkowany i należy przyjąć $r = N_c = 12$:

Określamy W_1 - prawdopodobieństwo rażenia celu elementarnego ze składu obiektu (przyjmując, że obiekt będzie wykryty i atakowany w jednym nalocie).

c. Obliczenie prawdopodobieństwa rażenia samolotu A-10 na stoisku:

$$\begin{aligned} W_1 &= M_x(0; 0,4 + 4,9) M_y(0; 0,4 + 2,9) \times \\ &\times \left[1 - (1 - \min \left\{ 1; \frac{0,4}{4,9} \right\} \min \left\{ 1; \frac{0,4}{4,9} \right\})^{225} \right] = \\ &= 0,92 \cdot 0,75 \cdot 0,92 = 0,63 . \end{aligned}$$

d. Obliczenie oczekiwanej liczby rażonych celów elementarnych dla wariantów gdy: $N = 12$ i $N = 16$.

- Z wykresu-rys. 4.18 - według danych $W_1=0,63$, $c=\frac{12}{12}=1$, odczytujemy $M_{12}[V]=0,63$, a następnie:

$$M_{12}[X]=M_{12}[V]=0,63 \cdot 12 = 7,6 .$$

- Z wykresu-rys. 4.18 - według danych $W_1=0,63$, $c=\frac{16}{12}=1,33$, odczytujemy $M_{16}[V]=0,7$, a następnie:

$$M_{16}[X]=M_{16}[V]=0,7 \cdot 12 = 8,4 .$$

Wynik obliczeń: Działając 12 samolotami atakującymi równomiernie cele elementarne należy oczekiwać rażenia 7,6 samolotów A-10. Natomiast przy ataku 16 samolotami - 8,4 samolotów A-10.

Przykład 4.13. Dla warunków przyjętych w przykładzie 4.12 określić ilość N ataków (samolotów) niezbędnych do wykonania uderzenia w celu:

1. uszkodzenia średnio 50 % samolotów ($M_N[V] = 0,5$);
2. uszkodzenia 50 % ($\psi = 0,5$) z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g=0,8$.

Rozwiązanie

1. Z wykresu-rys.4.18 - według danych $W_1=0,63$, $M_N[V]=0,5$, $r=N_c=12$, określamy $c=\frac{N}{r} = 0,8$, a następnie $N= c r = 0,8 \cdot 12 = 9,6 \approx 10$.

2. Z wykresu-rys.4.19 - według danych $W_1=0,63$, $\psi=0,5$, $r=N_c=12$, określamy $c=\frac{N}{r} = 0,87$, a następnie $N=0,87 \cdot 12 = 10,55 \approx 11$.

Wynik obliczeń: W celu uzyskania 50 % uszkodzeń obiektu grupowego (rażenie 50 % samolotów) koniecznym jest wydzielenie 10 samolotów. Dla rażenia 50 % celów z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g=0,8$ koniecznym jest wydzielenie 11 samolotów.

Przykład 4.14. Na grupowy obiekt składający się z 18 samolotów przeciwnika umieszczonych w żelbetonowych ukryciach pokrytych ziemią i rozśrodkowanych na płaszczyźnie o wymiarach $C_x=800$ m i $C_y=200$ m, planuje się wykonać bombardowanie z lotu poziomego ($H=1000$ m) 12 samolotami myśliwsko-bombowymi uzbrojonymi w 40 bomb typu FAB-250M-62. Długość serii bombardowania - $L_{xs}=800$ m. Rozrzut LSR charakteryzują wartości uchyień prawdopodobnych $E_{xg}=100$ m, $E_{yg}=100$ m, $E_{xi}=20$ m, $E_{yi}=20$ m.

Określić oczekiwaną ilość zniszczonych samolotów przeciwnika.

Rozwiązanie: 1. Przygotowanie danych wyjściowych do obliczeń

a. Z tabeli 10.1 określamy wymiary przyjętej sterfy rażenia celu według typu "A", które wynoszą $l_x=22$ m, $l_y=23$ m.

b. Wielkości obliczeniowe wyrażamy w uchyleniach prawdopodobnych rozrzutu grupowego:

$$C_x^* = \frac{800}{100} = 8 ;$$

$$C_y^* = \frac{200}{100} = 2 ;$$

$$l_x^* = \frac{22}{100} = 0,22 ;$$

$$l_y^* = \frac{23}{100} = 0,23 ;$$

$$L_{xs}^* = \frac{800}{100} = 8 ;$$

$$i_x^* = \frac{8}{40-1} = 0,2 ;$$

$$E_{xi}^* = \frac{20}{100} = 0,2 ;$$

$$E_{yi}^* = \frac{20}{100} = 0,2.$$

Dlatego, że $l_x^* l_y^* = 0,22 \cdot 0,23 = 0,0506 < 1$ i $l_x^* < l_y^*$, to w następnych obliczeniach przyjmujemy $l_x'^* = l_x^* = \sqrt{0,0506} = 0,2$.

2. Obliczenie oczekiwanej części rażonych celów podczas jednego ataku $M_1 [V]$.

a. Określamy wielkości n_{xr} , n_{yr} , L_x^* , L_y^* :

$$n_{xr} = \min \left\{ 40; \frac{3 \cdot 0,2}{0,2} \right\} = 3 ;$$

$$n_{yr} = \min \left\{ 40; \frac{0,22+3 \cdot 0,2}{0,2} \right\} = 4,1 .$$

Z wykresu-rys.4.9 - według danych $n_{xr}=3$, $l_x^x=0,22$, $E_{xi}^x=0,2$, odczytujemy $L_{xi}^x=0,1$, a następnie $L_x^x = L_{xs}^x + L_{xi}^x = 8 + 0,1 = 8,1$.

Z wykresu-rys.4.9 - według danych $n_{yr}=4,1$, $l_y^x=0,23$, $E_{yi}^x=0,2$, odczytujemy $L_{yi}^x=0,18$, a następnie $L_y^x = L_{yi}^x = 0,18$.

b. Obliczamy wartość wskaźnika rozśrodkowania obiektu:

$$r = \max \left\{ 1; \frac{8}{0,22+8,1+3} \right\} \max \left\{ 1; \frac{2}{0,22+0,18+3} \right\} = 1 .$$

Dlatego, że $r=1$ obiekt jest zwarty.

c. Określamy wielkość $M_1[V]$:

$$M_1[V] = M_x(8; 0,22+8,1) M_y(2; 0,22+0,18) \times$$

$$\times \left[1 - (1 - \min \left\{ 1; \frac{0,22 \cdot 40}{8,1 \cdot 4,1} \right\} \min \left\{ 1; \frac{0,22}{0,18} \right\})^{4,1} \right] =$$

$$= 0,87 \cdot 0,1 \cdot 0,72 = 0,062 .$$

Z wykresu-rys.4.18 - według wielkości $M_1[V] = 0,062$ i $c = \frac{N}{r} = \frac{12}{1} = 12$ określamy średnią część zniszczonych samolotów w ukryciach $M_{12}[V] = 0,53$. Wówczas:

$$M_{12}[X] = N_c M_n[V] = 18 \cdot 0,53 = 9,5 .$$

Wynik obliczeń: 12 samolotów myśliwsko-bombowych w danych warunkach zniszczy 9 samolotów przeciwnika ukrytych w schronach.

Przykład 4.15. Na kolumnę składającą się z pięciu czołgów M-60A1 w marszu (o wymiarach $C_x=200$ m, $C_y=10$ m) będzie rzucona seria 10 kaset RBK-250 PTAB-2,5 z jednego samolotu. Warunki bombardowania: lot poziomy na małej wysokości, $V_D=800$ km/h, długość serii $L_{xs}=90$ m. Rozrzut RBK podczas bombardowania $E_{xg}=50$ m, $E_{yg}=25$ m, $E_{xi}=12$ m, $E_{yi}=6$ m .

Określić ilość samolotów niezbędnych do pozbawienia zdolności bojowej 50 % czołgów z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g=0,8$.

Rozwiązanie: 1. Przygotowanie danych wyjściowych do obliczeń.

a. Określamy wymiary strefy rozlotu jednej kasety RBK-250 PTAB-2,5 : $L_{xk}=90$ m, $L_{yk}=65$ m . Ilość bomb w jednej kasecie- $n_r=42$.

b. Z tabeli 10.1 określamy wymiary strefy rażenia czołgu według typu "B": $l_x=5,5$ m , $l_y=1,6$ m.

c. Wielkości obliczeniowe wyrażamy w uchyleniach prawdopodobnych rozrzutu grupowego:

$$C_x^x = \frac{200}{50} = 4 ;$$

$$C_y^x = \frac{10}{25} = 0,4 ;$$

$$l_x^x = \frac{5,5}{50} = 0,11 ;$$

$$l_y^x = \frac{1,6}{25} = 0,064 ;$$

$$L_{xk}^x = \frac{90}{50} = 1,8 ;$$

$$L_{yk}^x = \frac{65}{25} = 2,6 ;$$

$$L_{xs}^x = \frac{90}{50} = 1,8 ;$$

$$i_x^x = \frac{1,8}{10-1} = 0,2 ;$$

$$E_{xi}^x = \frac{12}{50} = 0,24 ;$$

$$E_{yi}^x = \frac{6}{25} = 0,24 .$$

Dlatego, że $l_x^x l_y^x = 0,11 \cdot 0,064 = 0,007 < 1$ i $l_x^x < l_y^x$, to do dalszych obliczeń przyjmujemy wartości $l_x^x = 0,11$ i $l_y^x = 0,064$.

2. Określenie oczekiwanej części rażonych celów podczas jednego ataku (uderzenia lotnictwa):

a. Określamy wielkości n_{xr} , n_{yr} , L_x^x , L_y^x :

$$n_{xr} = \min \left\{ 10; \frac{3 \cdot 0,24}{0,2} \right\} = 3,6 ;$$

$$n_{yr} = \min \left\{ 10; \frac{0,11 + 3 \cdot 0,24}{0,2} \right\} = 4,15 .$$

Z wykresu-rys. 4.9 - według danych $n_{xr}=3,6$, $E_{xi}^x=0,24$, $L_x^x=0,11$, odczytujemy $L_{xi}^x=0,12$, a następnie :

$$L_x^x = L_{xs}^x + L_{xi}^x + L_{xk}^x = 1,8 + 0,12 + 1,8 = 3,72 .$$

Z wykresu-rys. 4.9 - według danych $n_{yr}=4,15$, $E_{yi}^x=0,24$, $L_y^x=0,064$, odczytujemy $L_{yi}^x=0,13$, a następnie:

$$L_y^x = L_{ys}^x + L_{yi}^x + L_{yk}^x = 0 + 0,13 + 2,6 = 2,73 .$$

b. Określamy wartość wskaźnika rozśrodkowania obiektu:

$$r = \max \left\{ 1; \frac{4}{0,11 + 3,72 + 3} \right\} \max \left\{ 1; \frac{0,4}{0,064 + 2,73 + 3} \right\} = 1 .$$

Dlatego, że $r=1$, to obiekt jest zwarty.

c. Określamy wielkość $M_1[V]$:

$$M_1[V] = M_x(4; 0,11 + 3,72) M_y(0,4; 0,064 + 2,73) \times$$

$$\times \left[1 - (1 - \min \left\{ 1; \frac{0,11 \cdot 10}{3,72 \cdot 4,15} \right\} \min \left\{ 1; \frac{0,064}{2,73} \right\})^{4,15 \cdot 42} \right] =$$

$$= 0,69 \cdot 0,65 \cdot 0,25 = 0,11 .$$

3. Określamy konieczną liczbę samolotów do wykonania postawionego zadania, to znaczy pozbawienia zdolności do walki 50 % czołgów

z $P_g=0,8$, biorąc ją z wykresu na rys.4.19 (według danych $M_1[V]=0,11$ i $\psi=0,5$. Wynosi ona $N=8$.

Wynik obliczeń: Do wykonania zadania (z $P_g=0,8$) potrzeba osiem samolotów z ładunkiem 10 kaset RBK-250 PTAB-2,5 na każdym samolocie.

Przykład 4.16. Na stanowisko naprowadzania plutonu ogniowego ZPR rozmieszczonego na płaszczyźnie $C_x=300$ m, $C_y=150$ m planuje się wykonać uderzenie lotnicze z ładunkiem 20 bomb OFAB-100-120 na jeden samolot. Warunki ataku: bombardowanie z lotu poziomego na małych wysokościach z prędkością $V_b=800$ km/h, długość serii $L_{xs}=470$ m. Rozrzut LSR charakteryzują uchylenia prawdopodobne: $E_{xg}=100$ m, $E_{yg}=50$ m, $E_{xi}=32$ m, $E_{yi}=16$ m . Określić ilość samolotów koniecznych do obezwładnienia nakazanego obiektu z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g=0,8$, jeżeli należy razić 30 % jego płaszczyzny lub pozabawić zdolności działania RLS opromieniowania celu.

Rozwiązanie: 1. Przygotowanie danych wyjściowych do obliczeń.

a. Określamy wymiary strefy rażenia celu według typu "B" z tabeli 10.1 . Wynoszą one: $l_x=20$ m, $l_y=44$ m.

b. Wielkości obliczeniowe wyrażamy w uchyleniach prawdopodobnych rozrzutu grupowego:

$$C_x^* = \frac{300}{100} = 3 ;$$

$$C_y^* = \frac{150}{50} = 3 ;$$

$$l_x^* = \frac{20}{100} = 0,2 ;$$

$$l_y^* = \frac{44}{50} = 0,88 ;$$

$$L_{xs}^* = \frac{470}{100} = 4,7 ;$$

$$i_x^* = \frac{4,7}{20-1} = 0,25 ;$$

$$E_{xi}^* = \frac{32}{100} = 0,32 ;$$

$$E_{yi}^* = \frac{16}{50} = 0,32 .$$

Dlatego, że $l_x^x l_y^x = 0,2 \cdot 0,88 = 0,176 < 1$ i $l_x^x < l_y^x$, to przyjmujemy $l_x^x = l_y^x = \sqrt{0,176} = 0,42$ i $E_u^x = 0,32$.

2. Określamy oczekiwaną część rażonego celu (rażonej płaszczyzny obiektu) podczas jednego ataku.

a. Określamy wielkości n_{xr} , n_{yr} , L_x^x , L_y^x :

$$n_{xr} = \min \left\{ 20; \frac{3 \cdot 0,32}{0,25} \right\} = 3,8 ;$$

$$n_{yr} = \min \left\{ 20; \frac{0,42 + 3 \cdot 0,32}{0,25} \right\} = 5,5 .$$

Z wykresu - rys.4.10 - według danych $n_{xr}=3,8$, $l_x^x=0,42$, $E_{xi}^x=0,32$, odczytujemy $L_{xi}^x=0,25$ i dalej, dla $n_{yr}=5,5$, $l_y^x=0,42$, odczytujemy $L_{yi}^x=0,45$, a następnie:

$$L_x^x = L_{xs}^x + L_{xi}^x = 4,7 + 0,25 = 4,95 ; \quad L_y^x = L_{yi}^x = 0,45 .$$

b. Określamy wartość wskaźnika rozśrodkowania obiektu:

$$r = \max \left\{ 1; \frac{3}{0,42 + 4,95 + 3} \right\} \max \left\{ 1; \frac{3}{0,42 + 0,45 + 3} \right\} = 1 .$$

Dlatego, że $r=1$, to obiekt jest zwarty.

c. Określamy wielkość $M_1[V]$:

$$M_1[V] = M_x(3; 0,42 + 4,95) M_y(3; 0,42 + 0,45) \times$$

$$\times \left[1 - (1 - \min \left\{ 1; \frac{0,42 \cdot 20}{4,95 \cdot 5,5} \right\} \min \left\{ 1; \frac{0,42}{0,45} \right\})^{5,5} \right] =$$

$$= 0,87 \cdot 0,19 \cdot 0,85 = 0,14 .$$

Określamy ilość samolotów koniecznych do obezwładnienia obiektu z $P_g=0,8$. Z wykresu - rys.4.19 - według danych $M_1[V]=0,14$ i $\psi=0,3$ ($r=1$), odczytujemy $N=4$.

Wynik obliczeń: Do obezwładnienia obiektu (z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g = 0,8$) konieczne jest wydzielenie 4 samolotów z ładunkiem 20 bomb OFAB-100-120 każdy.

Przykład 4.17. Na obiekt przedstawiony w przykładzie 4.16., składający się z pięciu celów (3 punkty dowodzenia i 2 RLS) planuje się wykonanie uderzenia samolotami uzbrojonymi 6 x UB-32 (192 niekierowane rakiety typu S-5 KO). Warunki wykonania ataku: kąt nurkowania $\lambda = 20^\circ$, prędkość samolotu $V_s = 800$ km/h, średnia odległość odpalenia rakiet $D_r = 1600$ m, czas prowadzenia ognia $t_s = 1,55$ s. Rozrzut podczas odpalenia NPR charakteryzują wartości uchyień prawdopodobnych w zobrazowanej płaszczyźnie: $E_{xg}^{(k)} = E_{yg}^{(k)} = 0,005 D_r$; $E_{xi}^* = E_{yi}^* = 0,6$. Szczególnie ważnymi celami są RLS opromieniowania celu.

Określić ilość samolotów koniecznych do obezwładnienia obiektu z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g = 0,8$.

Rozwiązanie: 1. Przygotowanie danych wyjściowych do obliczeń.

a. Określamy wymiary przyjętej strefy rażenia RLS, według typu "B", dla danych środków rażenia (tabela 10.1): $l_x = 7$ m, $l_y = 6$ m.

b. Określamy charakterystyki rozrzutu IŚR na ziemi:

$$E_{xg} = \frac{0,005 \cdot 1600}{\sin 20^\circ} = 25 \text{ m}; \quad E_{yg} = 0,005 \cdot 1600 = 8 \text{ m};$$

$$E_{xi}^* = 0,6 \quad (E_{xi} = 0,6 \cdot 23 = 13,8 \text{ m});$$

$$E_{yi}^* = 0,6 \quad (E_{yi} = 0,6 \cdot 8 = 4,8 \text{ m}).$$

c. Z wykresu - rys.4.4. - według danych: $t_s = 1,55$ s, $\lambda = 20^\circ$, $V_r = 800$ km/h, odczytujemy długość serii IŚR na ziemi: $L_{xs} = 45$ m.

d. Wielkości obliczeniowe wyrażamy w uchyleniach prawdopodob-

nych rozrzutu grupowego:

$$c_x^{\bar{x}} = \frac{300}{23} = 13 ;$$

$$c_y^{\bar{x}} = \frac{150}{8} = 18,7 ;$$

$$l_x^{\bar{x}} = \frac{7}{23} = 0,3 ;$$

$$l_y^{\bar{x}} = \frac{6}{8} = 0,75 ;$$

$$L_{xs}^{\bar{x}} = \frac{45}{23} = 1,96 ;$$

$$i_x^{\bar{x}} = \frac{1,96}{192-1} = 0,01 ;$$

$$E_{xi}^{\bar{x}} = 0,6 ;$$

$$E_{yi}^{\bar{x}} = 0,6 .$$

Dlatego, że $l_x^{\bar{x}} l_y^{\bar{x}} = 0,3 \cdot 0,75 = 0,225 < 1$ i $l_x^{\bar{x}} < l_y^{\bar{x}}$, przyjmujemy $l_x^{\bar{x}} = l_y^{\bar{x}} = \sqrt{0,225} = 0,47$; $E_i^{\bar{x}} = 0,6$.

2. Określamy oczekiwaną część rażonych celów podczas jednego ataku.

a. Określamy wielkości n_{xr} , n_{yr} , $L_x^{\bar{x}}$, $L_y^{\bar{x}}$:

$$n_{xr} = \min \left\{ 192; \frac{3 \cdot 0,6}{0,01} \right\} = 192 ;$$

$$n_{yr} = \min \left\{ 192; \frac{0,47 + 3 \cdot 0,6}{0,01} \right\} = 192 .$$

Z wykresu - rys.4.12 - według danych: $n_{xr}=192$, $l_x^{\bar{x}}=0,47$, $E_{xi}^{\bar{x}}=0,6$, odczytujemy: $L_{xi}^{\bar{x}}=2,9$. Z tego samego wykresu, według danych $n_{yr}=192$, $l_y^{\bar{x}}=0,47$, odczytujemy $L_{yi}^{\bar{x}}=3$, a następnie:

$$L_x^{\bar{x}} = L_{xs}^{\bar{x}} + L_{xi}^{\bar{x}} = 1,96 + 2,9 = 4,86 ; \quad L_y^{\bar{x}} = L_{yi}^{\bar{x}} = 3 .$$

b. Określamy wartość wskaźnika rozśrodkowania obiektu:

$$r = \max \left\{ 1; \frac{13}{0,47 + 4,86 + 3} \right\} \max \left\{ 1; \frac{18,7}{0,47 + 3 + 3} \right\} = 1,56 \cdot 2,89 = 4,5 .$$

Dlatego, że $r = 4,5 > 1$, $\psi N_c = 0,3 \cdot 5 = 1,5$, to obiekt jest roz-

środkowany. Konieczne jest rażenie RIS w warunkach, kiedy jest ona wykryta z samolotu.

Do określenia ilości potrzebnych samolotów niezbędne jest najpierw obliczenie prawdopodobieństwa rażenia RIS opromieniowania:

$$\begin{aligned} W_1 &= M_x(0; 0,47+4,86) M_y(0; 0,47+3) \times \\ &\times \left[1 - (1 - \min\left\{1; \frac{0,47}{4,86}\right\}) \min\left\{1; \frac{0,47}{3}\right\} \right]^{192} = \\ &= 0,92 \cdot 0,77 \cdot 0,95 = 0,67 . \end{aligned}$$

Dlatego, że obiekt jest celem pojedynczym, z wykresu - rys.4.16 - według danych: $W_1=0,67$ i $W_N=P_g=0,8$, określamy wielkość $c=\frac{N}{r} = 1,6$, a następnie: $N = c r = 1,6 \cdot 1 \approx 2$.

Wynik obliczeń: Dla obezwładnienia obiektu w przyjętych warunkach konieczne jest wydzielenie dwóch samolotów celujących do RIS.

Przykład 4.18. W warunkach przykładu 4.17. określić ilość samolotów koniecznych do obezwładnienia obiektu, jeśli RIS nie można wykryć, ale położenie całego obiektu jest znane ($\psi=0,3$).

Rozwiązanie: Tak jak w poprzednim przykładzie, określamy kolejno wielkości aż do momentu ustalenia wartości W_1 . W związku z tym, że RIS opromieniowania nie jest możliwa do wykrycia z samolotu, zadanie należy wykonać uderzeniem na obiekt powierzchniowy (konieczne jest obliczenie wartości $M_{1r}[V]$):

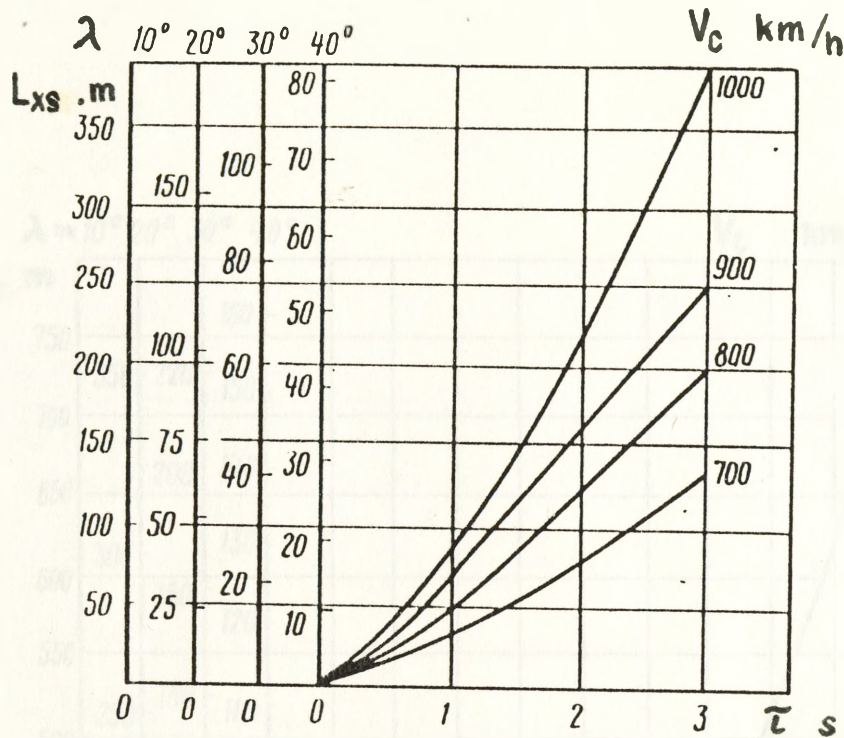
$$\begin{aligned} M_1[V] &= M_x(13; 0,47+4,86) M_y(18,7; 0,47+3) \cdot 0,95 = \\ &= 0,4 \cdot 0,18 \cdot 0,95 = 0,068 ; \end{aligned}$$

$$M_{1r}[V] = M_1[V] r = 0,068 \cdot 4,5 = 0,31 .$$

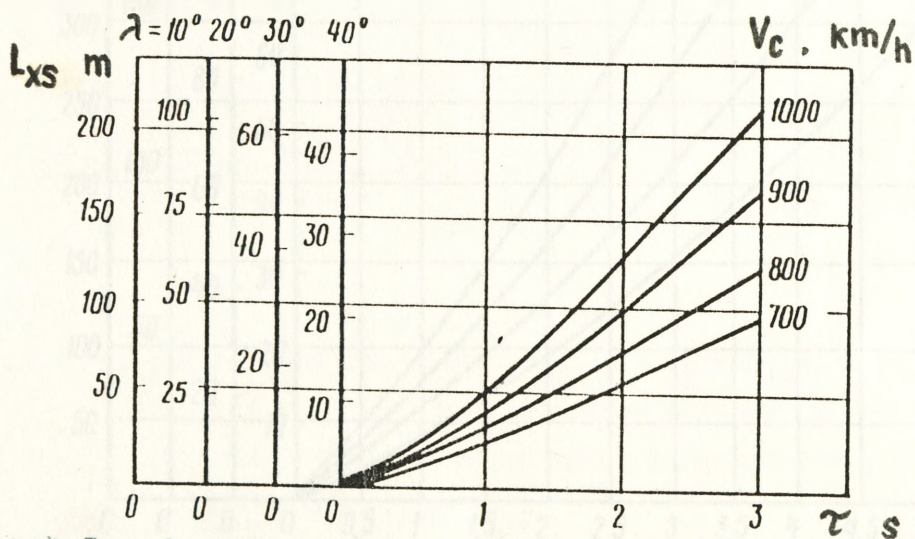
Ilość koniecznych samolotów N określamy za pomocą wykresu - rys.4.19-

(z $P_g=0,8$) według danych: $M_{1r}[V] = 0,31$, $r = 4,5$, $v = 0,3$, odczytujemy wartość $c = \frac{N}{r} = 1,3$. Następnie $N = c r = 1,3 \cdot 4,5 = 5,8 \approx 6$ samolotów.

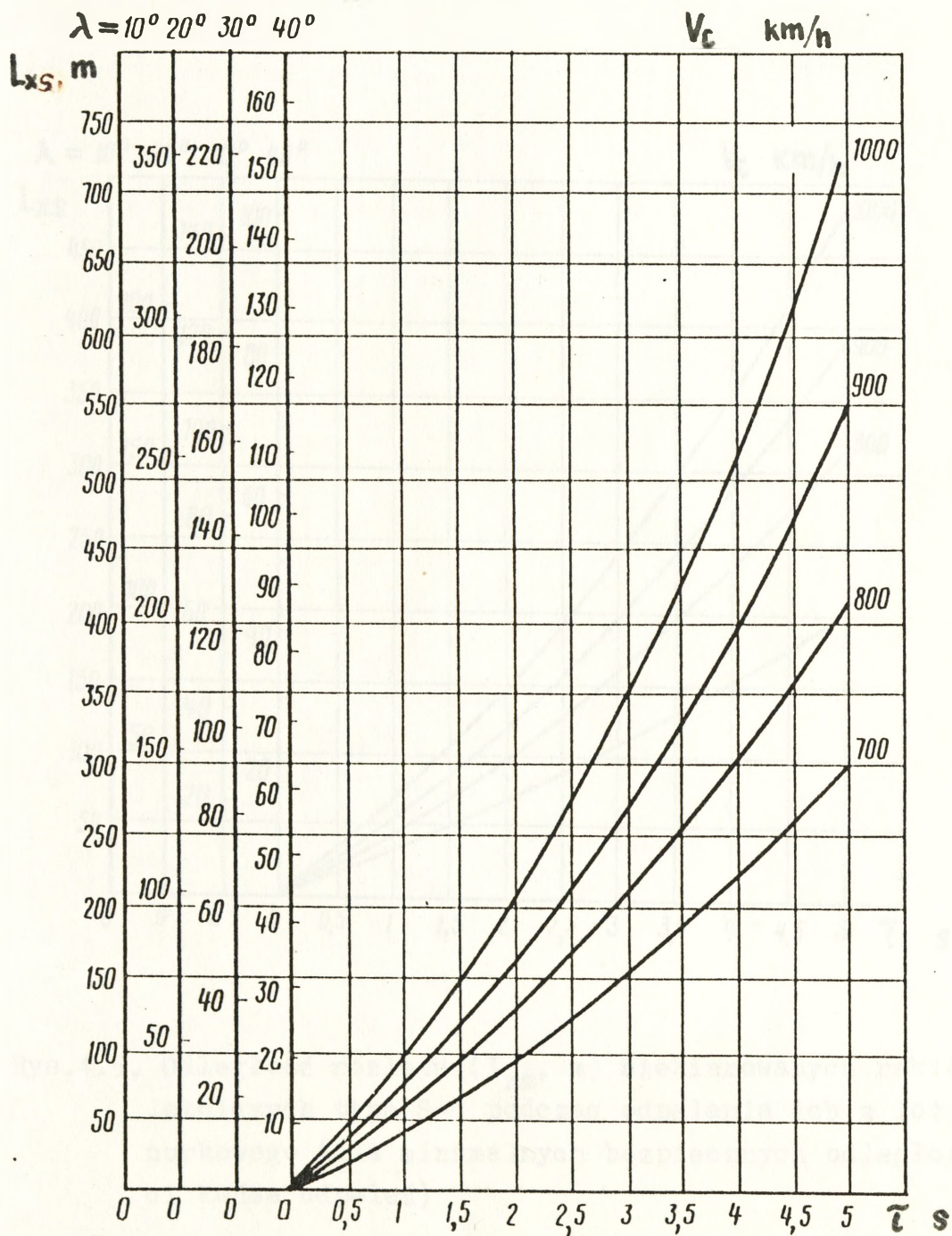
Wynik obliczeń: Do wykonania postawionego zadania, w danych warunkach, potrzebne jest sześć samolotów z założonym wariantem uzbrojenia (6 x UB-32) .



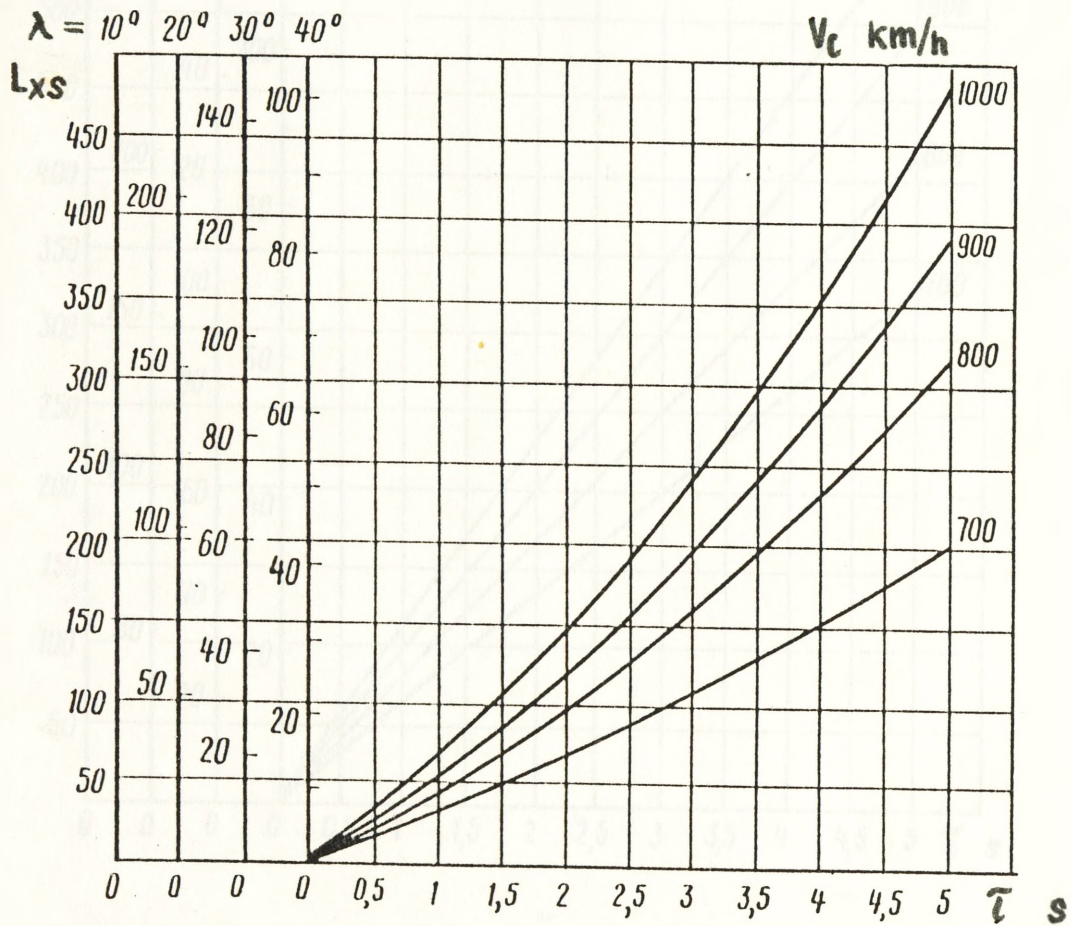
Rys.4.2. Odległość rozlotu/ L_{xs} , m/ pocisków artyleryjskich kalibru 23 mm podczas strzelania z lotu nurkowego /dla minimalnych bezpiecznych odległości zakończenia strzelania/



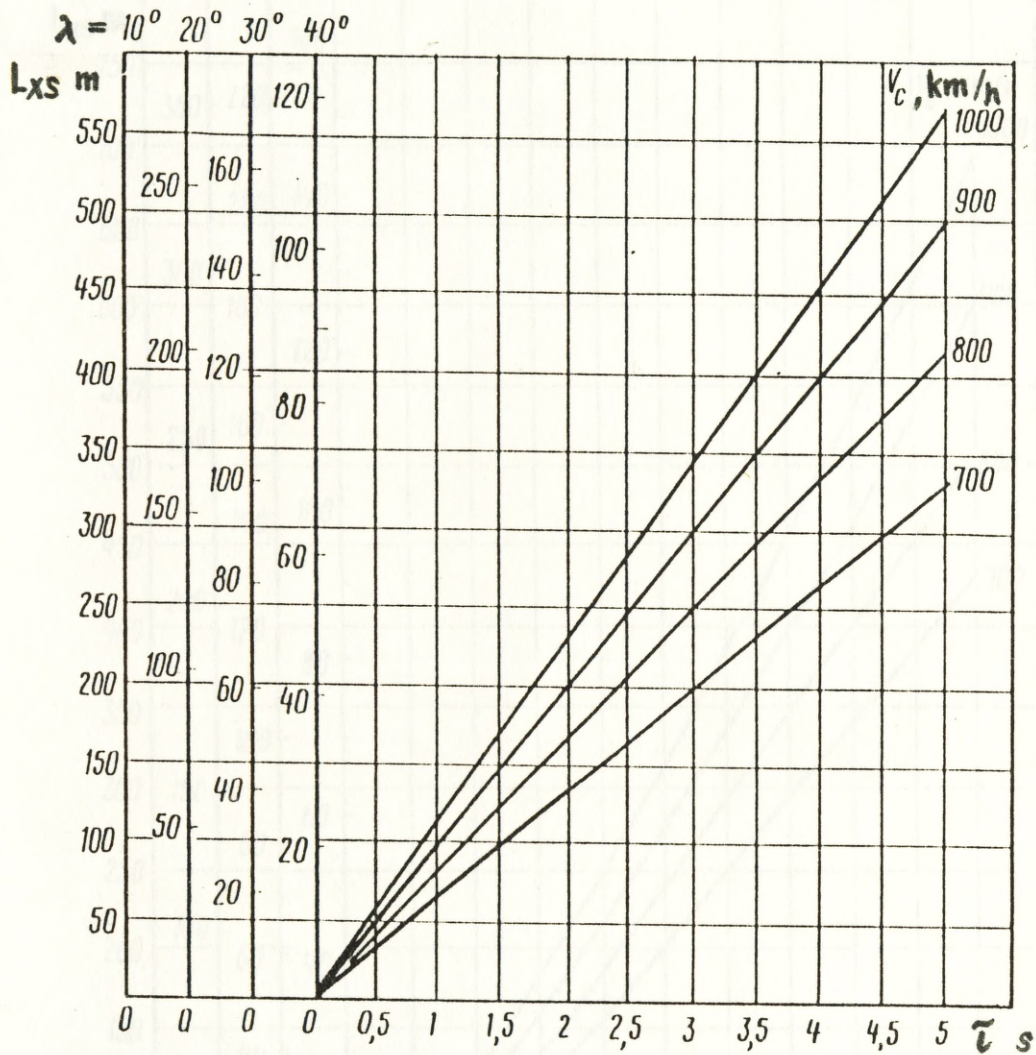
Rys.4.3. Odległość rozlotu / L_{xs} , m/ pocisków artyleryjskich kalibru 30 mm podczas strzelania z działek NR-30 z lotu nurkowego dla minimalnych bezpiecznych odległości zakończenia strzelania.



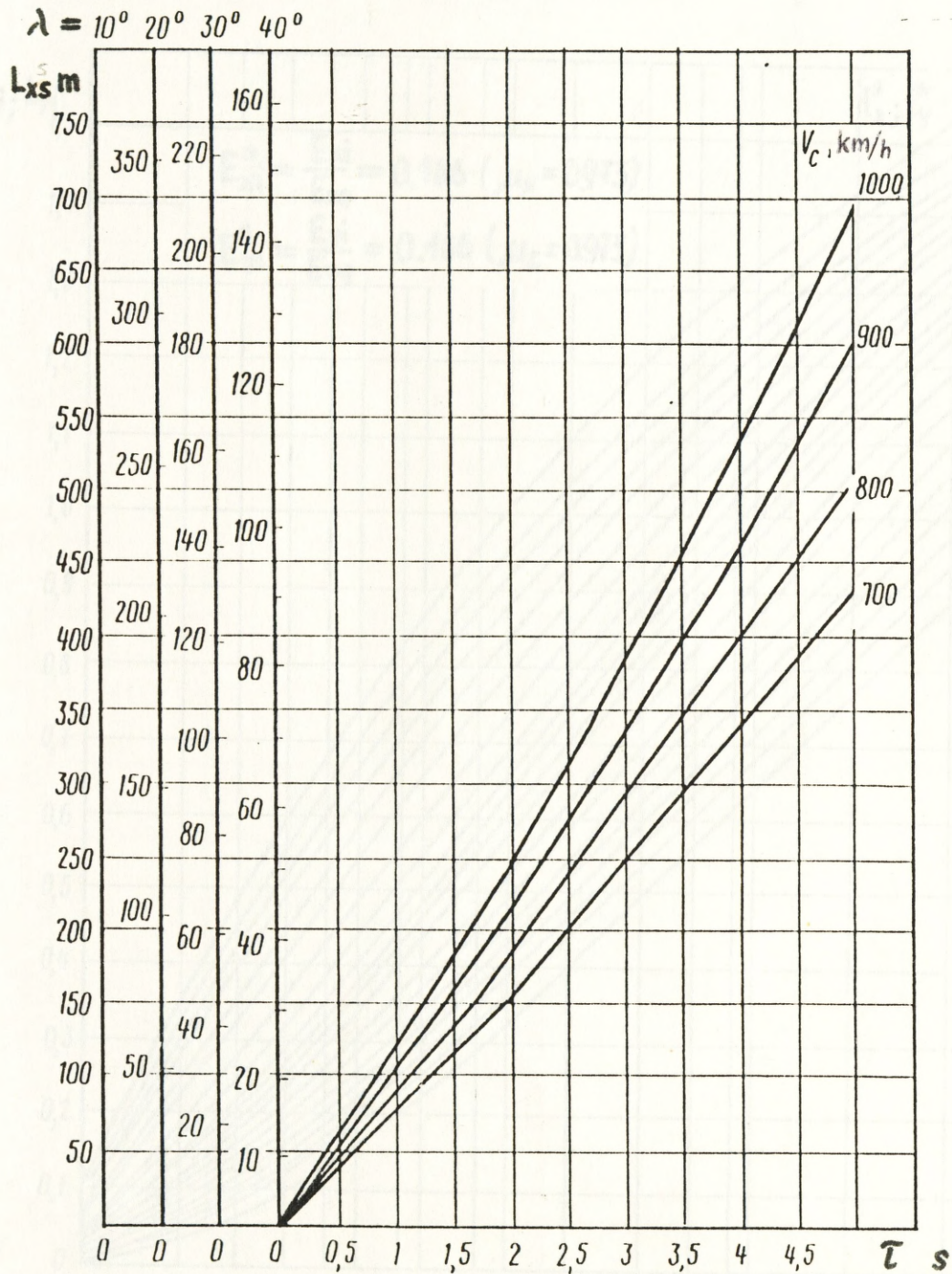
Rys.4.4. Odległości rozlotu/ $L_{xs}, \text{ m}$ / niekierowanych rakiet lotniczych typu S-5 przy odpaleniach z lotu nurkowego /dla minimalnych bezpiecznych odległości końca odpaleń /.



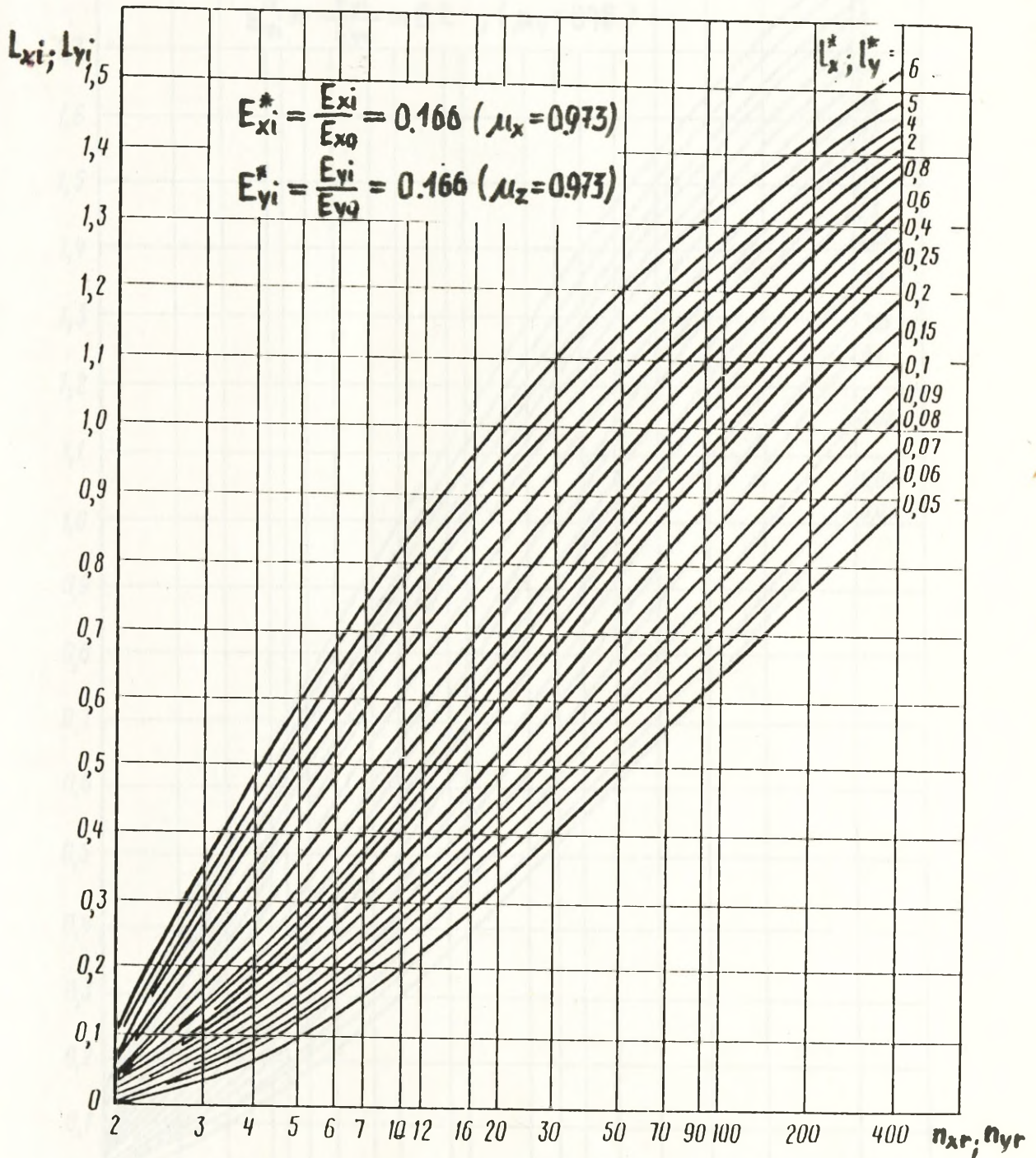
Rys.4.5. Odległość rozlotu (L_{xs} , m) niekierowanych rakiet lotniczych typu S-8 podczas odpalania ich z lotu nurkowego (dla minimalnych bezpiecznych odległości końca odpaleń)



Rys.4.6. Odległość rozlotu (L_{xs} , m) niekierowanych rakiet lotniczych typu S-24 podczas odpalania ich z lotu nurkowego (dla minimalnych bezpiecznych odległości końca odpaleń)

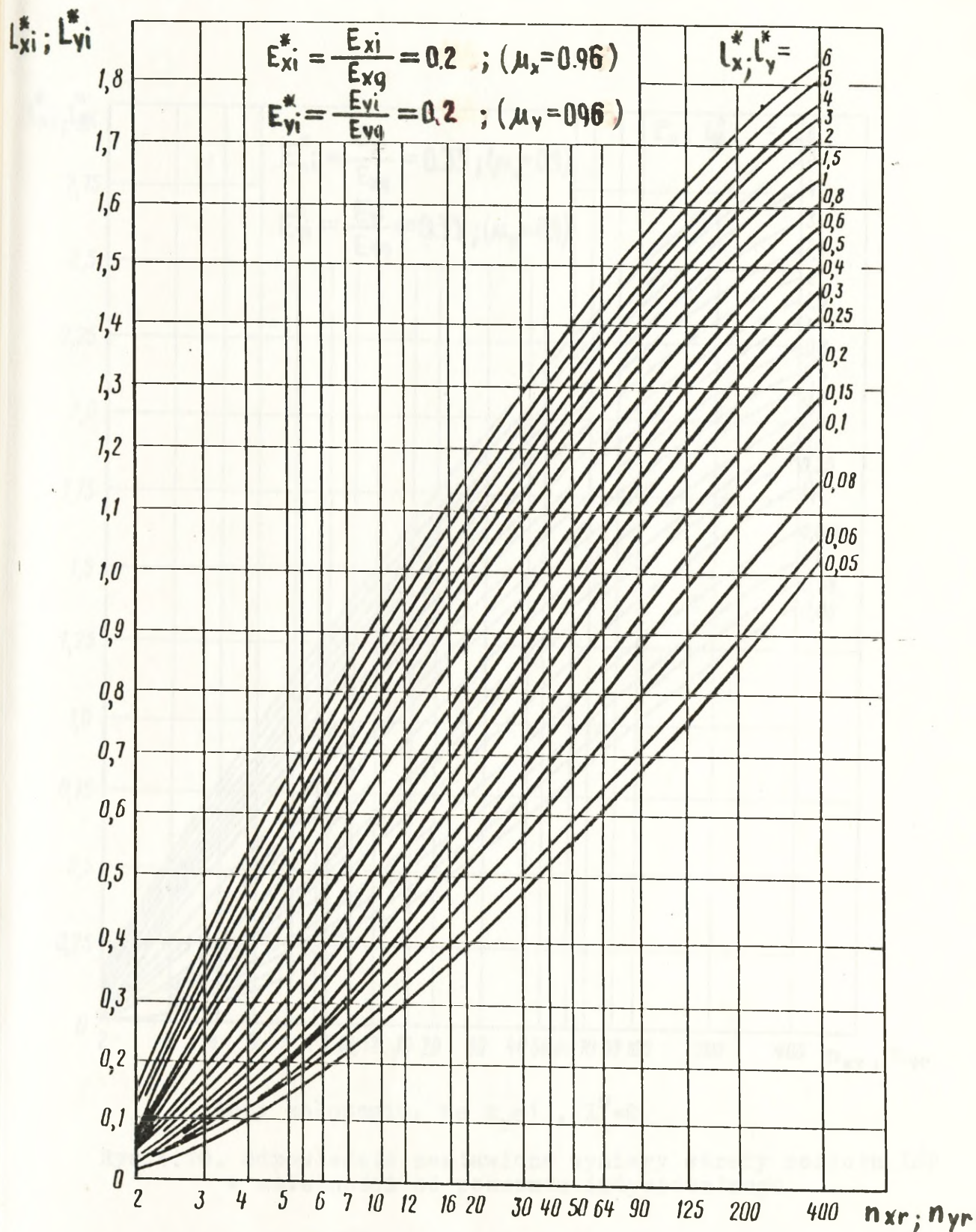


Rys.4.7. Odległość rozlotu (L_{xs} , m) niekierowanych rakiet lotniczych typu S-25 podczas odpalania ich z lotu nurkowego (dla minimalnych bezpiecznych odległości końca odpaleń)



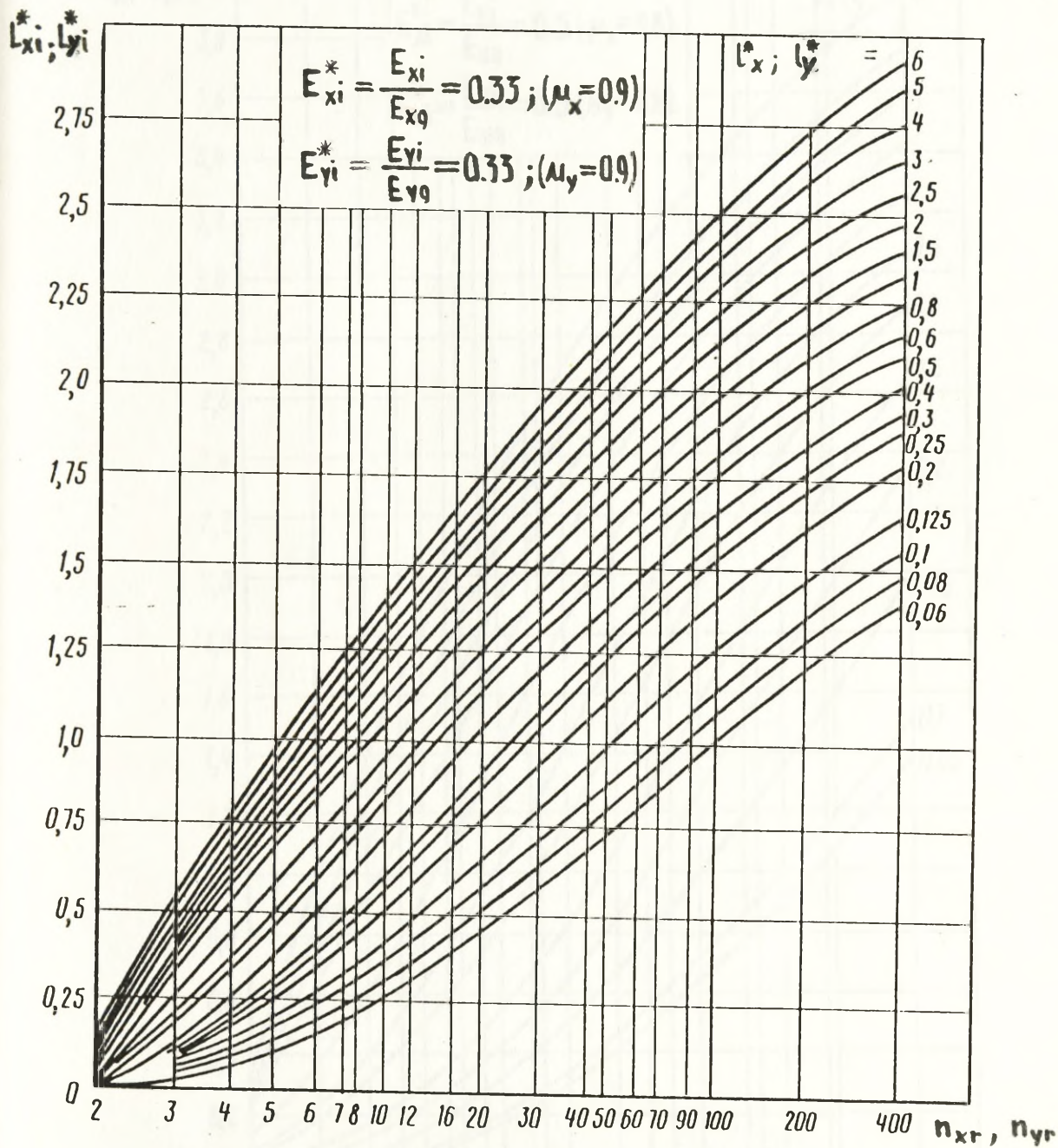
Przy założeniu, że $n_r = 1$, $L_i^* = 0$

Rys.4.8. Odpowiednio zestawione wymiary strefy rozlotu ISR w zależności od indywidualnego rozrzutu



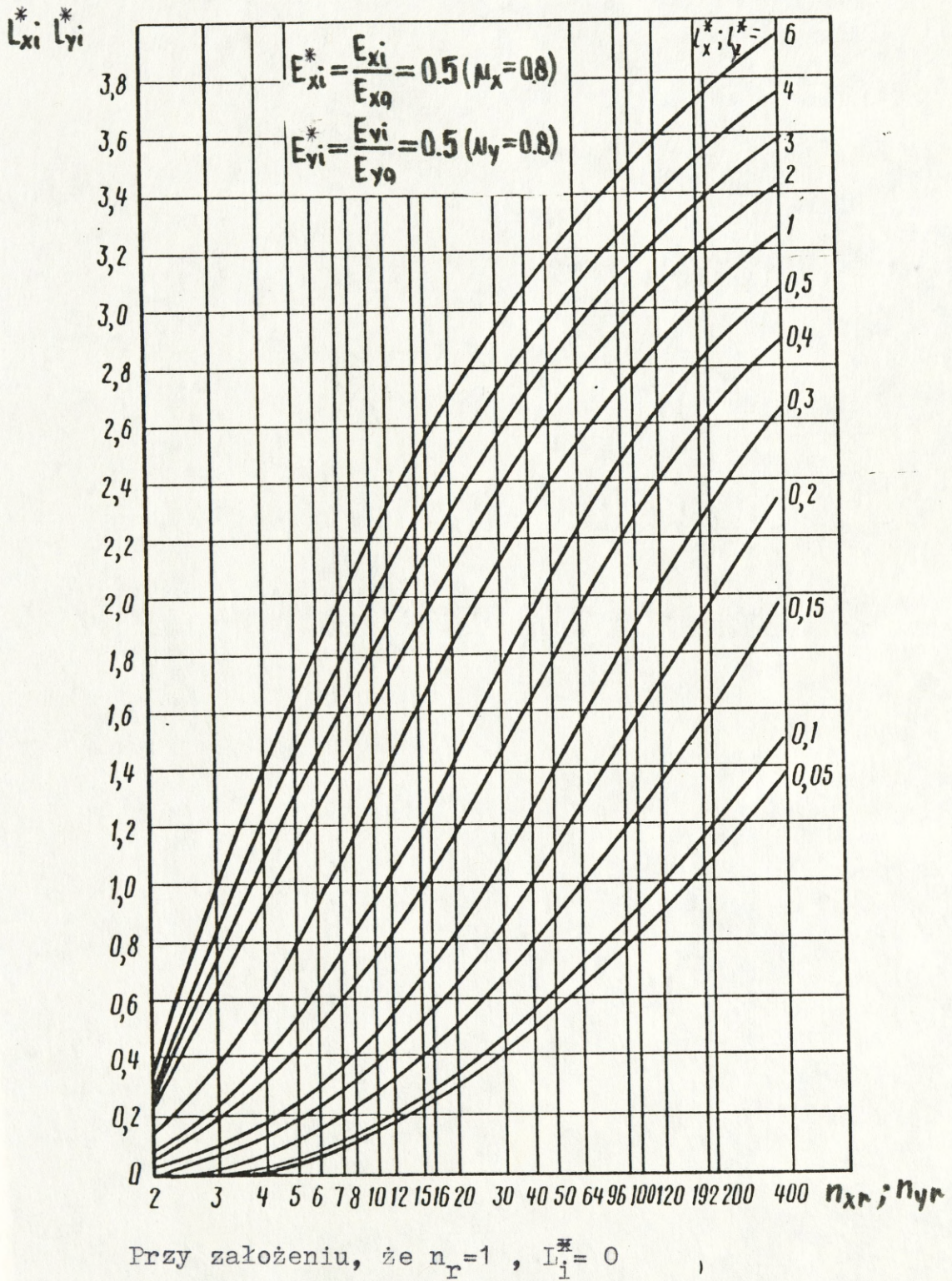
Przy założeniu, że $n_r = 1$, $L_i^* = 0$

Rys.4.9. Odpowiednio zestawione wymiary strefy rozlotu IŚR w zależności od indywidualnego rozrzutu

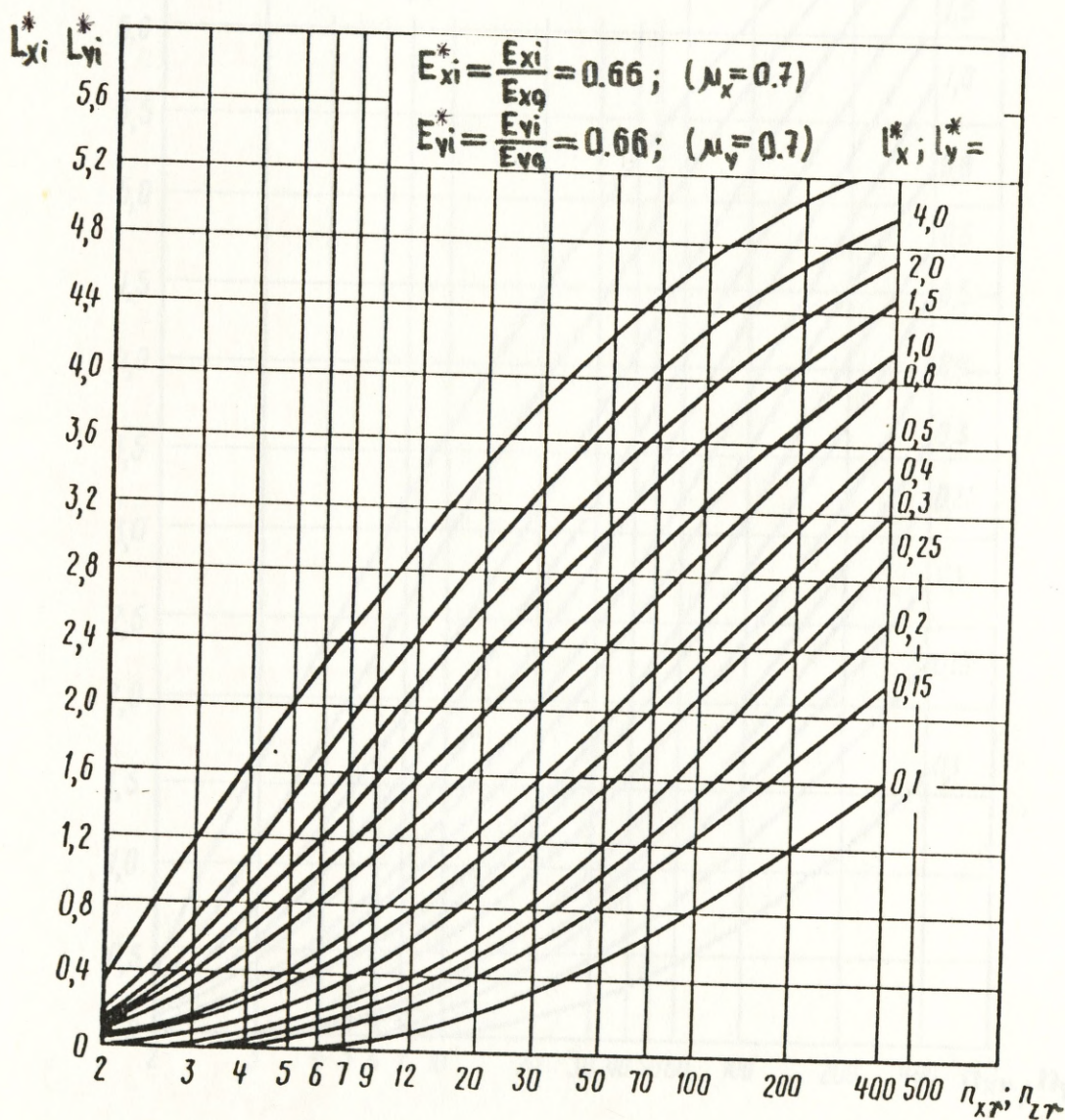


Przy założeniu, że $n_r = 1$, $L_i^* = 0$

Rys.4.10. Odpowiednio zestawione wymiary strefy rozlotu LSR w zależności od rozrzutu indywidualnego

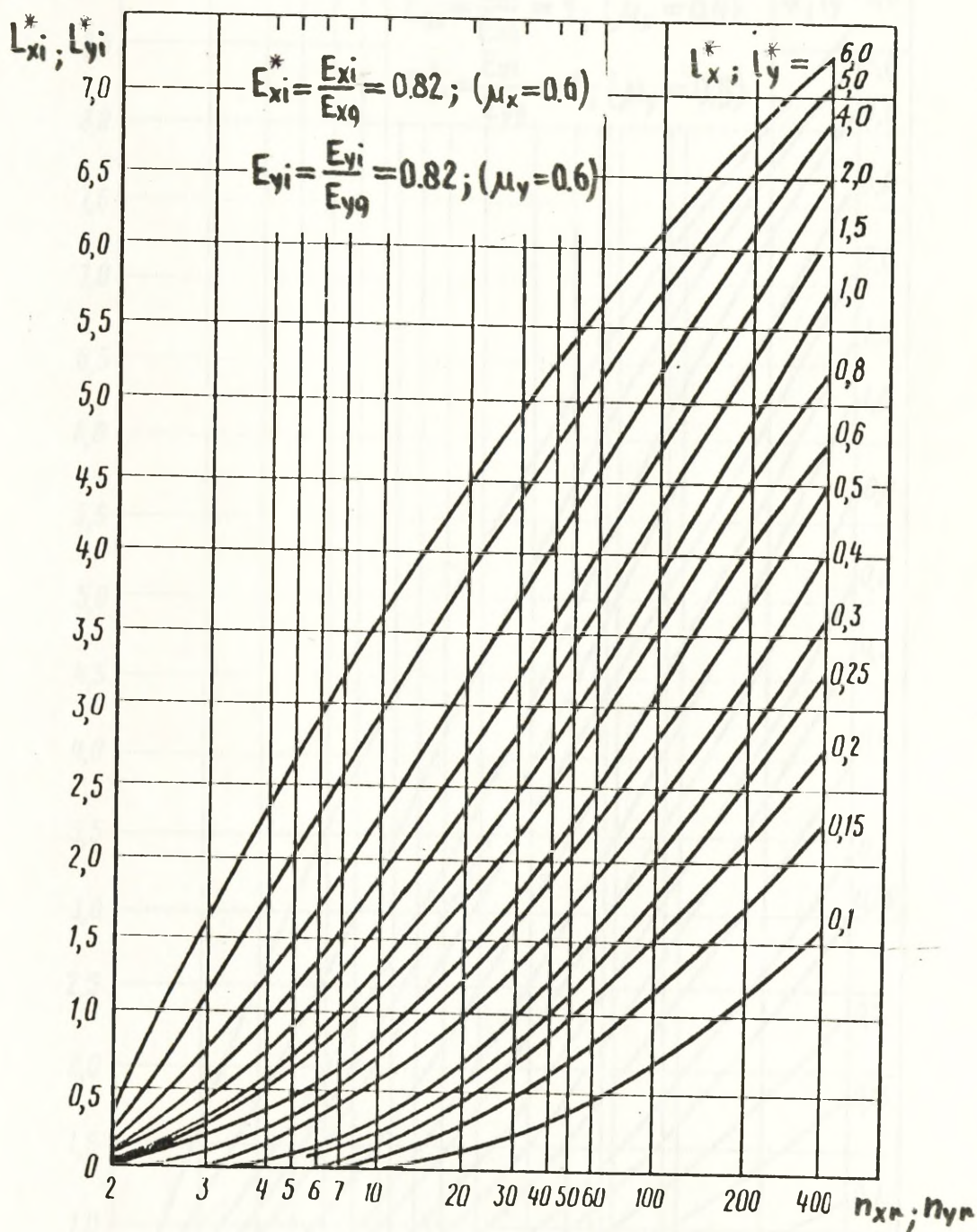


Rys.4.11. Odpowiednio zestawione wymiary strefy rozlotu LSR w zależności od rozrzutu indywidualnego



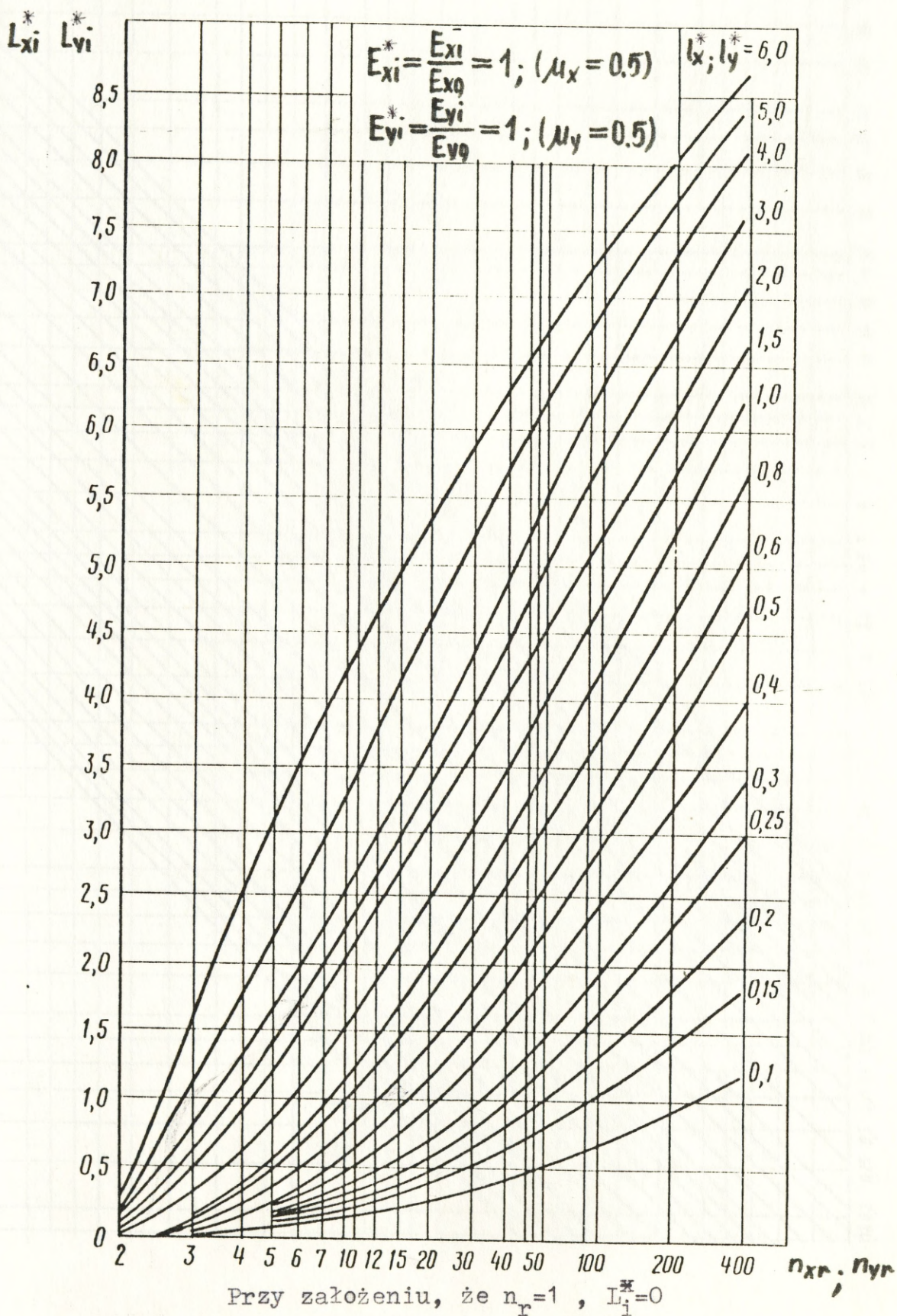
Przy założeniu, że $n_r = 1$, $L_i^* = 0$

Rys.4.12. Odpowiednio zestawione wymiary strefy rozlotu IŚR w zależności od indywidualnego rozrzutu

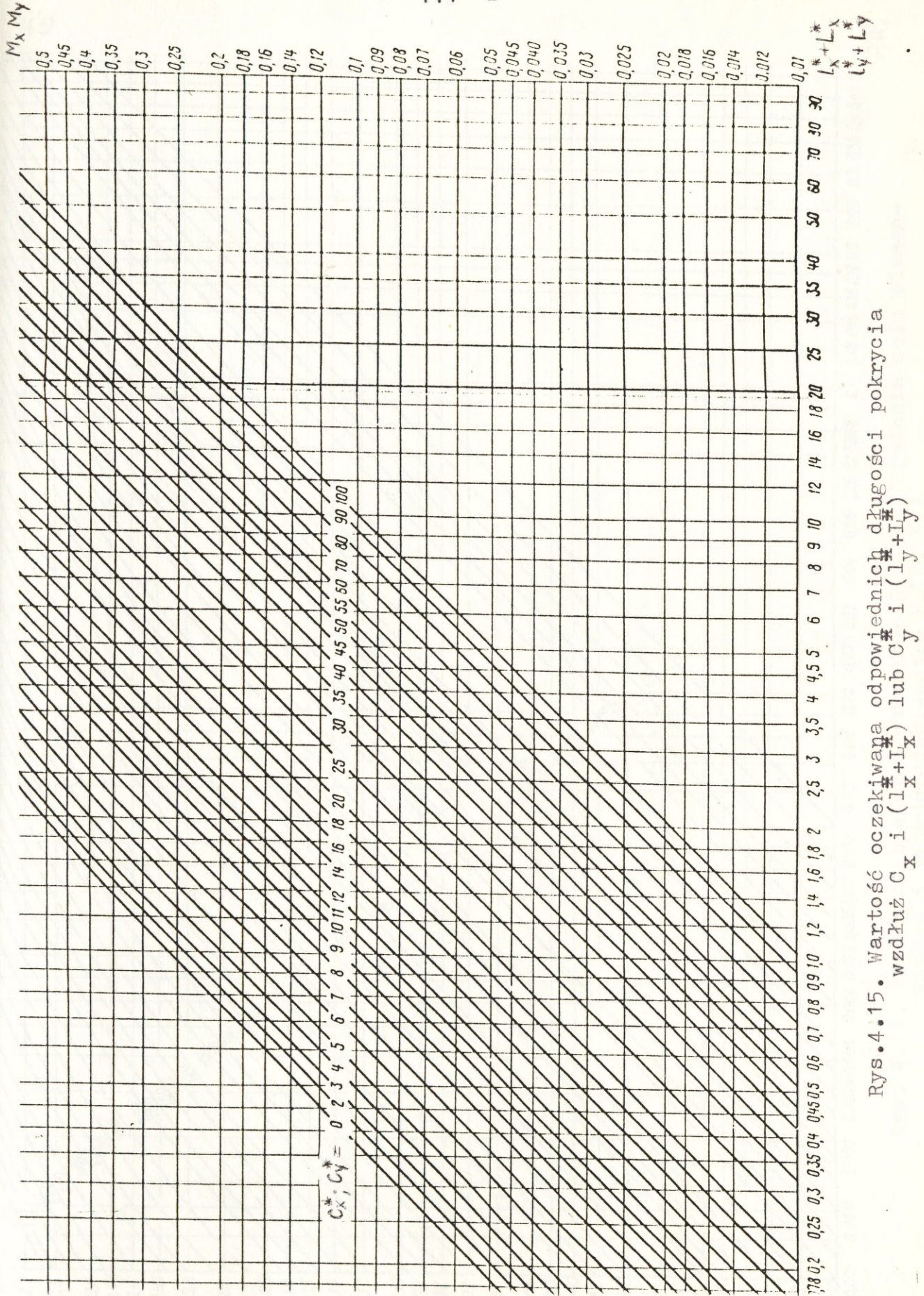


Przy założeniu, że $n_r = 1$, $L_i^* = 0$

Rys.4.13. Odpowiednio zestawione wymiary strefy rozlotu IŚR w zależności od indywidualnego rozrzutu

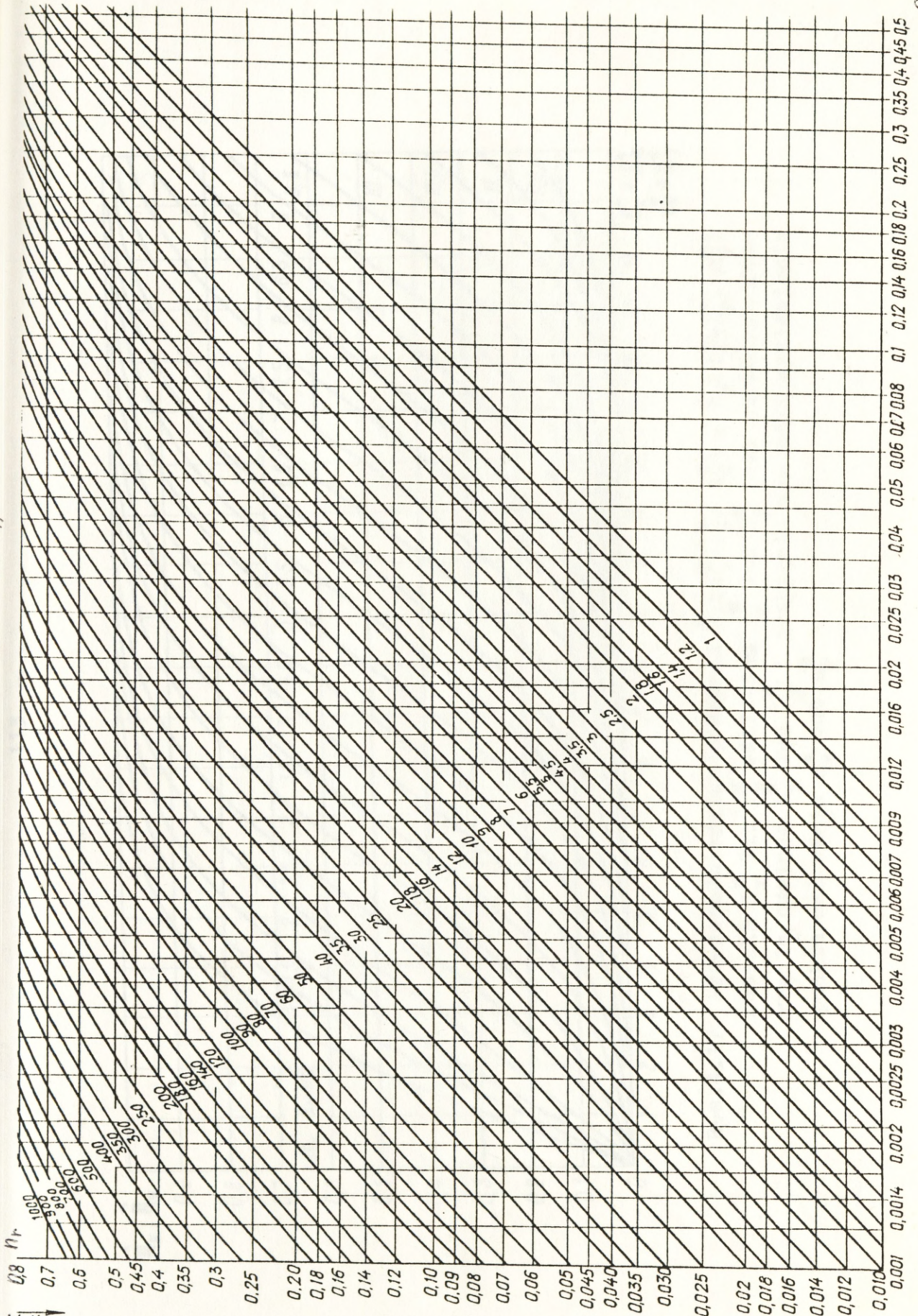


Rys.4.14. Odpowiednio zestawione wymiary strefy rozlotu LSR w zależności od indywidualnego rozrzutu



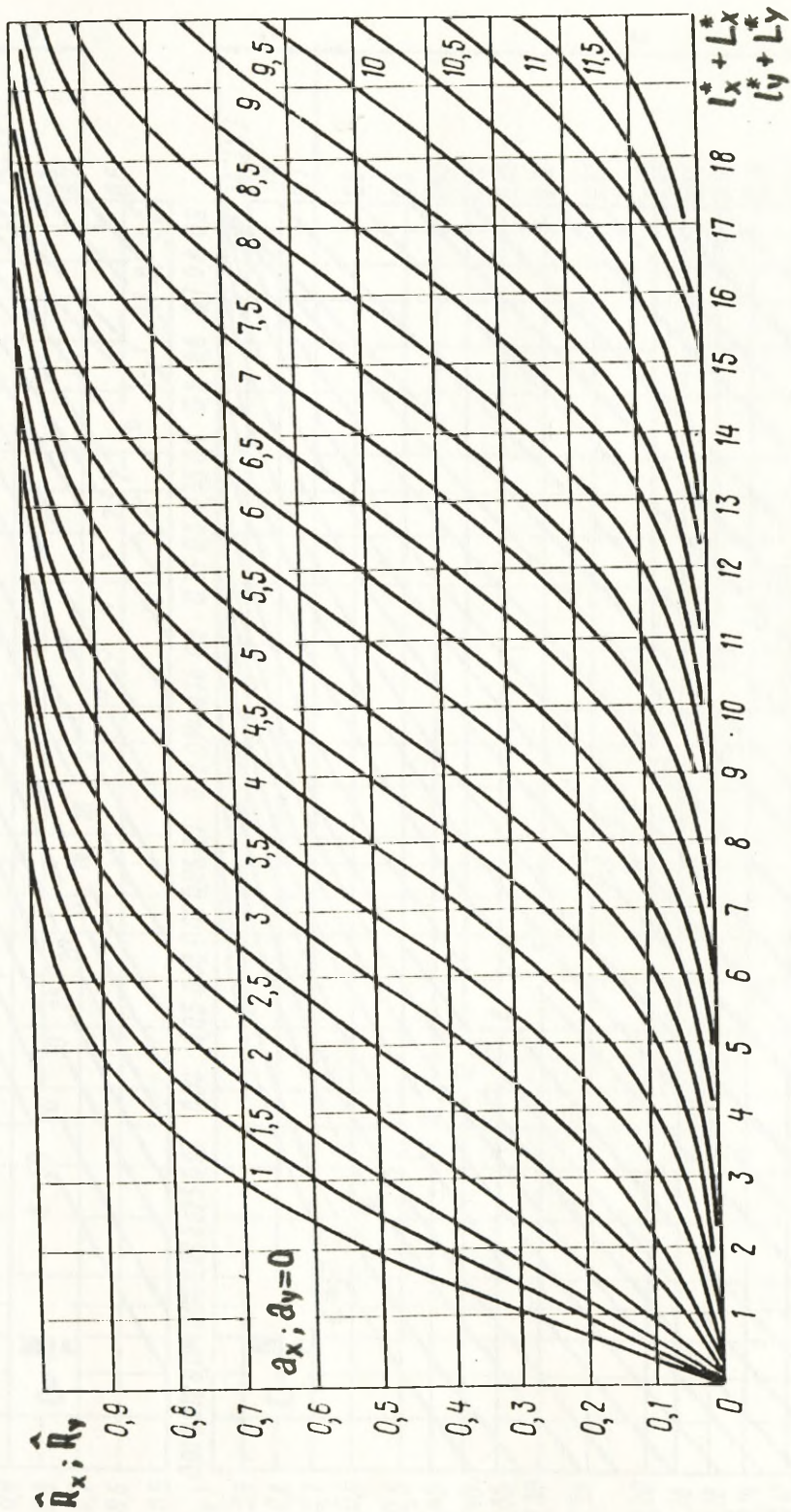
Rys.4.15. Wartość oczekiwana odpowiednich długości pokrycia wzdłuż C_x i $(L_x^* + L_x^*)$ lub C_y i $(L_y^* + L_y^*)$

G_{WN}

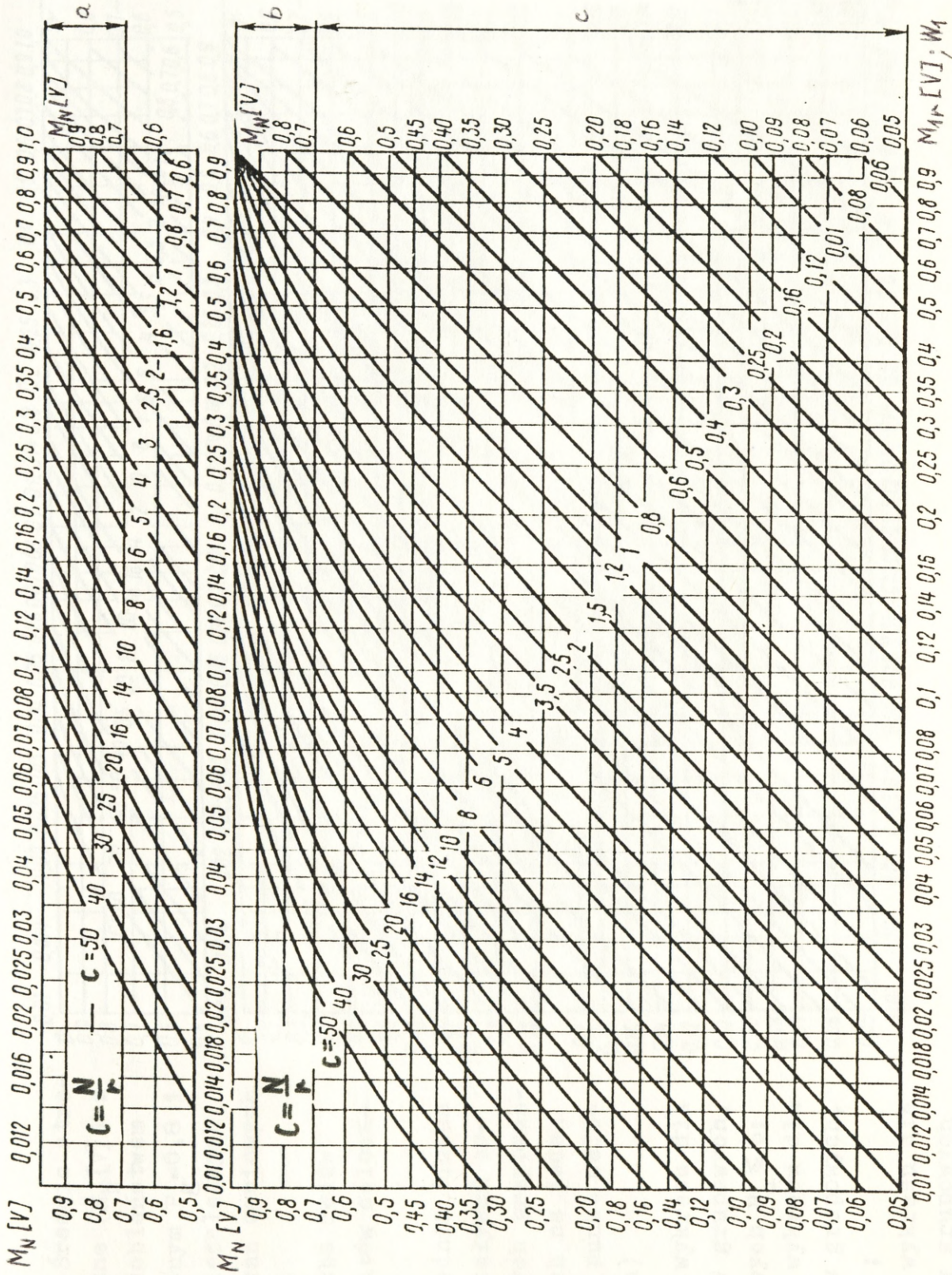


P_{W1}

Rys. 4.16. Prawdopodobieństwo warunkowe $G(n_r; P)$ rażenia celu elementarnego i prawdopodobieństwo $W_N(N; W_1)$



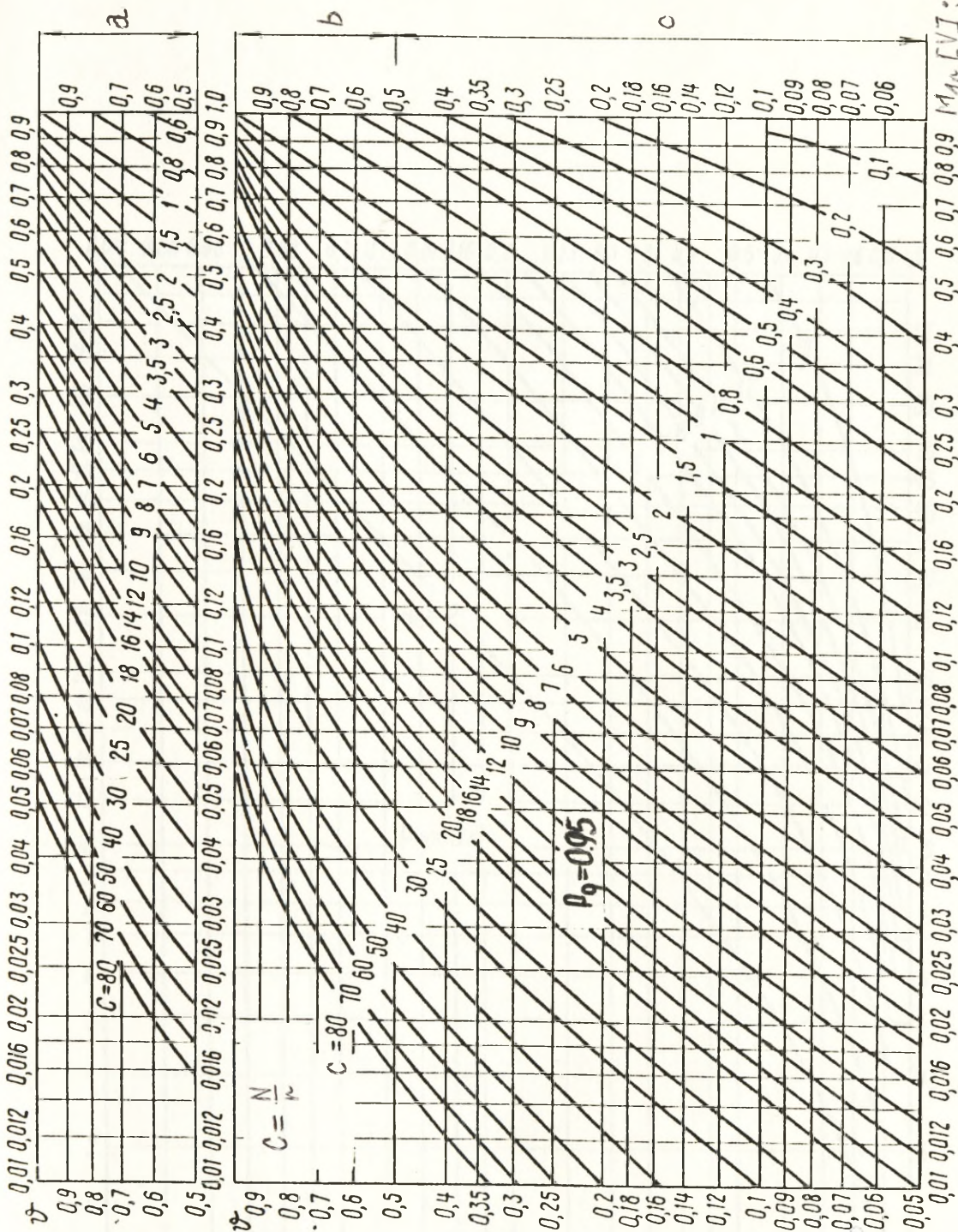
Rys.4.17. Prawdopodobieństwo pokrycia $\hat{R}_x(l_x^* + l_y^*, a_x^*), \hat{R}_y(l_y^* + l_x^*, a_y^*)$ odcinka l_x^* lub l_y^* odcinkiem l_x^* lub l_y^* przy normalnym rozrzućie odcinka l_x^* lub l_y^* i przyjęćiu wartości wyniesienia punktu celowania a_x^* lub a_y^*



Rys.4.18. Średnie strefy względne (M_N [V]) i liczba niezależnych oddziaływań og-

niowych ($N = s \cdot r$)
 r - liczba celów (punktów celowania)
 s - średnia liczba oddziaływań ogniowych przypadających na jeden cel (punkt celowania)

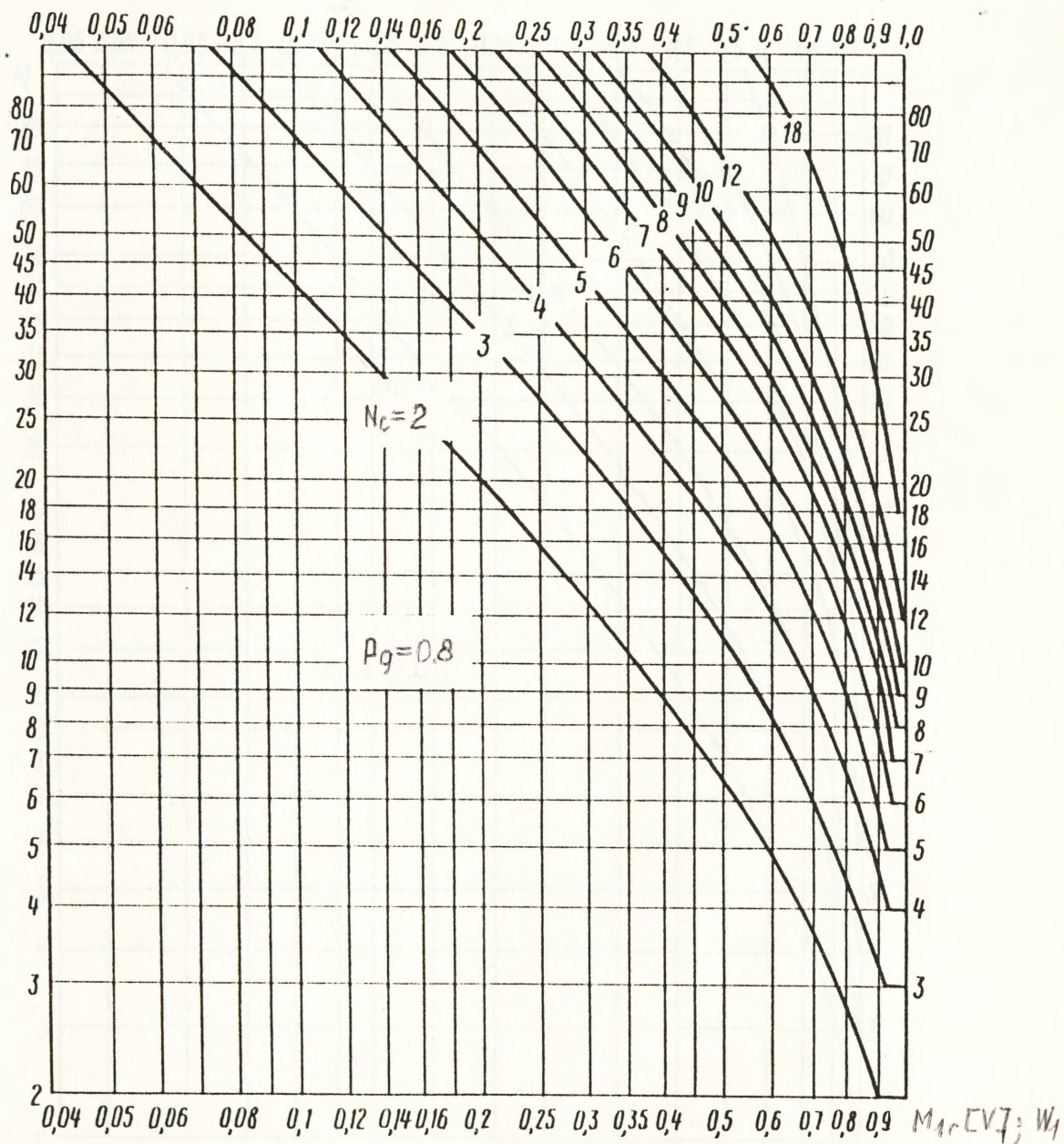
- a) część wykresu dla obiektów grupowych o $N_c \leq 6$;
- b) część wykresu dla obiektów grupowych o $N_c > 6$
- c) część wykresu dla dowolnych obiektów grupowych



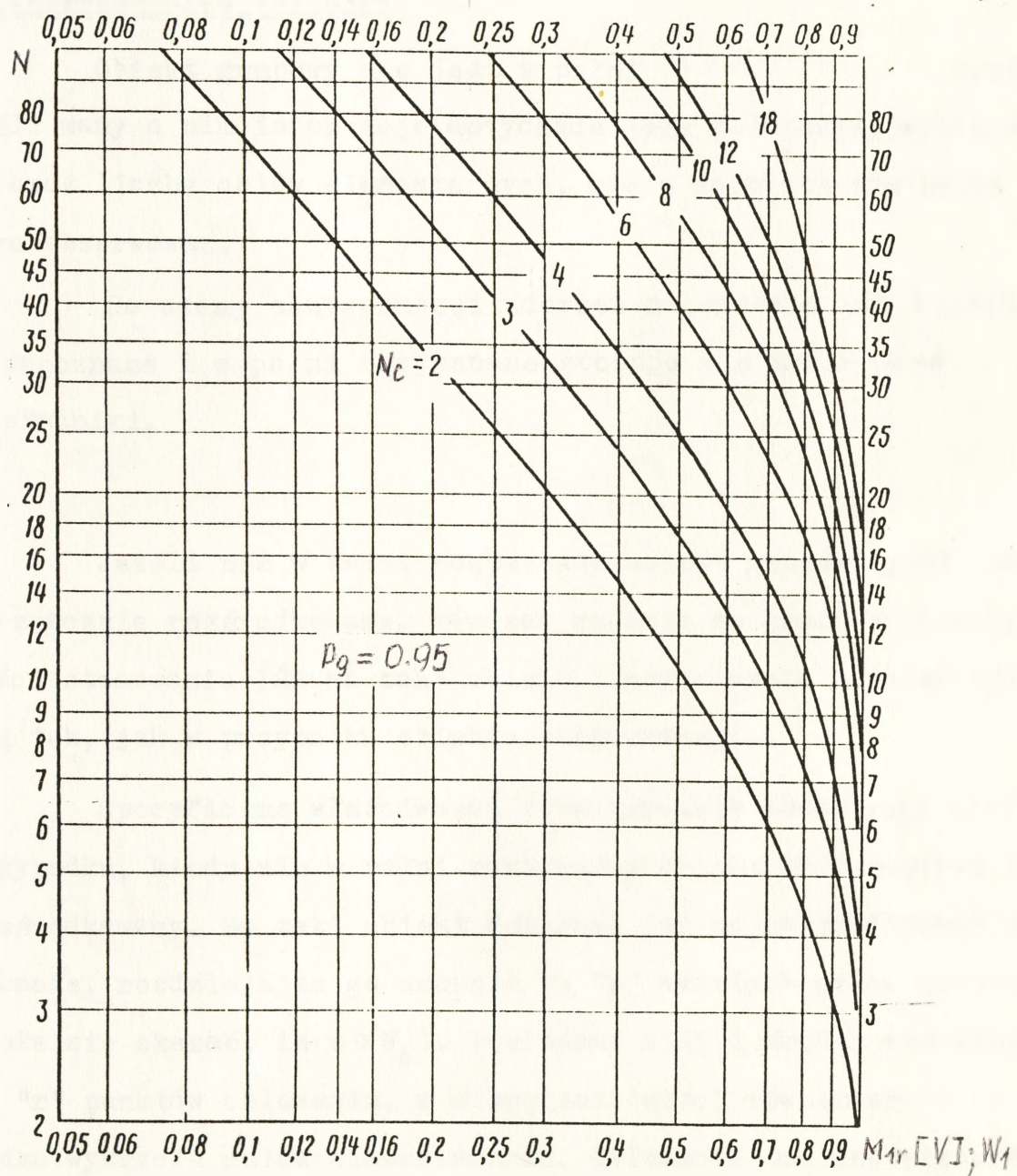
Rys.4.20. Średnie strefy względne ($M_N [V]$) z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g=0,95$ i liczba niezależnych oddziaływań ogniowych ($N = s \cdot r$)
 r- liczba celów (punktów celowania)
 s- średnia liczba oddziaływań ogniowych przypadających na jeden cel (punkt celowania)

- a) część wykresu dla obiektów grupowych, dla których $N_C \leq 6$;
- b) część wykresu dla obiektów grupowych o $N_C > 6$;
- c) część wykresu dla obiektów grupowych o dowolnej N_C

$M_N [V]; W_1$



Rys.4.21. Liczba ogniowych oddziaływań (N) niezbędnych do rażenia 100 % celów elementarnych (N_c) ze składu obiektu grupowego z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g=0,8$



Rys.4.22. Liczba ogniowych oddziaływań (N) niezbędnych do rażenia 100 % celów elementarnych (N_c) ze składu obiektu grupowego z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g = 0,95$

5. SZCZEGÓLNE PRZYPADKI ZADAŃ OCENY SKUTECZNOŚCI ZASTOSOWANIA BOJOWEGO LOTNICZYCH ŚRODKÓW RAŻENIA

Określanie ilości sił i środków koniecznych do rażenia nie w pełni rozpoznanych obiektów

Obiekt grupowy nie jest w pełni rozpoznany, jeśli mamy o nim informacje dotyczące jego położenia, wymiarów C_x i C_y oraz liczby celów elementarnych, ale z samolotu nie można go całego obserwować.

Do oceny skuteczności uderzeń na obiekty nie w pełni rozpoznane i w pełni rozpoznane stosuje się takie same wskaźniki.

Jeżeli nie w pełni rozpoznany obiekt grupowy jest zwarty lub nieznacznie rozśrodkowany, wówczas zadania związane z oceną skuteczności stosowania LSR na taki obiekt i organizację działań wykonuje się tak, jak w przypadku obiektu rozpoznanego.

Specyficzne właściwości rozwiązywania zadań mają miejsce w tym przypadku, kiedy nie w pełni rozpoznany obiekt obliczeniowy jest rozśrodkowany. Na taki obiekt działamy jak na rozśrodkowany umiarkowanie, rozdzielając go umownie na "r" zwartych celów grupowych (może się okazać, że $r > N_c$). Posiadane siły i środki rozdzielamy na "r" punktów celowania, w miarę możliwości równomiernie (w przypadku wykrycia celów elementarnych, celowanie powinno się wykonywać w każdy z nich, przyjmując wówczas, że $r = N_c$).

Kolejność rozwiązywania zadań podczas oceny skuteczności działań ogniowych (uderzeń lotnictwa) na nie w pełni rozpoznane, rozśrodkowane, obliczeniowe obiekty grupowe, jest następująca:

- obliczamy średnie prawdopodobieństwo rażenia każdego celu elementarnego:

$$M_{1r} V = M_x(C_x; l_x^* + L_x^*) M_y(C_y; l_y^* + L_y^*) G r \quad (5.1)$$

(w wypadku wykrycia celów elementarnych obliczamy wielkość

$$W = M_x(0; l_x^* + L_x^*) M_y(0; l_y^* + L_y^*) G \quad ;$$

- podczas obliczania ilości koniecznych ataków (uderzeń lotnictwa) z prawdopodobieństwem średnim lub gwarancyjnym $P_g = 0,8$ lub $P_g = 0,95$ korzystamy z odpowiednich wykresów (rys. 4.18, 4.19 lub 4.20), wychodząc z wielkości $M_{1r}[V]$ (w warunkach wykrycia celów elementarnych wyjściową daną będzie W) oraz $M_N[V]$ - podczas rozwiązywania zadań określania oczekiwanej liczby uszkodzeń lub ψ - przy zadaniach z $P_g = 0,8$ lub $P_g = 0,95$.

Przykład 5.1. Z samolotu zrzucono 16 bomb OFAB-250 Szn na pluton ogniowy RK "Pershing-1A" znajdujący się na stanowisku startowym. Wymiary celu: $C_x = 400$ m, $C_y = 350$ m. Cele elementarne (trzy wyrzutnie) są zamaskowane, ale położenie samego obiektu grupowego jest znane ($\psi = 1$). Warunki zastosowania bojowego: bombardowanie z lotu poziomego z małych wysokości, z prędkością $V_b = 800$ km/h. Długość serii- $L_{xs} = 200$ m. Rozrzut LSR charakteryzują wartości uchyień prawdopodobnych: $E_{xg} = 40$ m, $E_{yg} = 20$ m, $E_{xi} = 13$ m, $E_{yi} = 7$ m. Określić ilość samolotów potrzebnych do rażenia 100 % celów elementarnych z $P_g = 0,8$ według typu "A".

Rozwiązanie: 1. Przygotowanie wyjściowych danych do obliczeń.

a. Z tabeli 10.1 określamy według warunków zadania wymiary przyjętej strefy rażenia celów elementarnych (wyrzutni rakiet), według typu "A": $l_x = 28$ m, $l_y = 52$ m.

b. Wielkości obliczeniowe wyrażamy w uchyleniach prawdopodobnych rozrzutu grupowego:

$$C_x^x = \frac{400}{40} = 10 ;$$

$$C_y^x = \frac{350}{20} = 17,5 ;$$

$$l_x^x = \frac{28}{40} = 0,7 ;$$

$$l_y^x = \frac{52}{20} = 2,6 ;$$

$$L_{xg}^x = \frac{200}{40} = 5 ;$$

$$i_x^x = \frac{5}{16-1} = 0,33 ;$$

$$E_{xi}^x = \frac{13}{40} = 0,33 ;$$

$$E_{yi}^x = \frac{7}{20} = 0,35 .$$

Dlatego, że $l_x^x \cdot l_y^x = 0,7 \cdot 2,6 = 1,82 > 1$, to przyjmujemy $l_x^x = 0,7$, $l_y^x = 2,6$.

2. Określamy ilość potrzebnych samolotów.

a. Określenie wielkości n_{xr} , n_{yr} , L_x^x , L_y^x :

$$n_{xr} = \min \left\{ 16; \frac{3 \cdot 0,33}{0,33} \right\} = 3 ;$$

$$n_{yr} = \min \left\{ 16; \frac{0,7 + 3 \cdot 0,33}{0,33} \right\} = 5,1 .$$

Według danych $n_{xr} = 3$, $l_x^x = 1,35$, $E_{xi}^x = 0,33$ z wykresu (rys.4.10) odczytujemy $L_{xi}^x = 0,25$. Według danych: $n_{yr} = 5,1$ i $l_y^x = 1,35$, z tych samych wykresów odczytujemy $L_{yi}^x = 0,8$, a następnie:

$$L_x^x = L_{xs}^x + L_{xi}^x = 5 + 0,25 = 5,25 \quad L_y^x = L_{yi}^x = 0,8 .$$

b. Określamy wskaźnik rozśrodkowania obiektu:

$$r = \max \left\{ 1; \frac{10}{0,7 + 5,25 + 3} \right\} \max \left\{ 1; \frac{17,5}{2,6 + 0,8 + 3} \right\} = 1,1 \cdot 2,7 = 3 ;$$

$$r = 3 > 0,5 N_c = 0,5 \cdot 3 = 1,5 \quad .$$

Obiekt jest wykryty, ale że nie jest w pełni rozpoznany (cele elementarne nie są wykryte), należy wykonać uderzenie na całą powierzchnię obiektu.

c. Obliczamy średnie prawdopodobieństwo rażenia każdego celu elementarnego:

$$\begin{aligned} M_{1r}[V] &= M_1[V] G r = M_x(10; 0,7+5,25) M_y(17,5; 2,6+0,8) \times \\ &\times \left[1 - (1 - \min\left\{1; \frac{0,7 \cdot 16}{5,25 \cdot 5,1}\right\}) \min\left\{1; \frac{2,6}{0,8}\right\} \right]^{5,1} \cdot 3 = \\ &= 0,58 \cdot 0,19 \cdot 0,94 \cdot 3 = 0,31 \quad . \end{aligned}$$

Z wykresu - rys.4.19 - według danych: $M_{1r}[V]=0,31$, $r=3$, $\psi=1$, $N_c=3$, odczytujemy ilość samolotów:

$$c = \frac{N}{r} = 8; \quad N = c r = 8 \cdot 3 = 24 \quad .$$

Wynik obliczeń: Dla rażenia 100 % celów elementarnych w warunkach danych w zadaniu, potrzebne są 24 samoloty.

W wypadku, kiedy cele elementarne będą wykryte z samolotu, prawdopodobieństwo rażenia jednej wyrzutni podczas jednego ataku wynosi:

$$W_1 = M_x(0; 5,95) M_y(0; 3,4) G = 0,95 \cdot 0,78 \cdot 0,94 = 0,7 \quad .$$

Z wykresu - rys.4.21 - według danych: $W_1=0,7$ i $N_c=3$, otrzymamy $N=7$. Dla wykonania postawionego zadania potrzebne jest 7 samolotów.

mie

Ocena skuteczności zastosowania bomb dużego wagomiaru na płaszczyznowe obiekty obliczeniowe

Zadania poniżej rozwiązywane polegają na określaniu wartości oczekiwanej części rażonej płaszczyzny z założeniem, że bomby dużego wagomiaru zrzuca się na cel powierzchniowy - prostokąt o wymiarach boków C_x i C_y .

Przyjęta strefa rażenia dla danej bomby i celu to prostokąt o wymiarach l_x i l_y . Wszystkie cele elementarne znajdujące się wewnątrz strefy $l_x l_y$ będą rażone ($G=1$). Rozrzut podczas bombardowania charakteryzują wartości uchyień prawdopodobnych rozrzutu sumarycznego E_x i E_y ($E = \sqrt{E_g^2 + E_i^2}$). Środek rozrzutu pokrywa się ze środkiem celu. Na dany cel wykonujemy N niezależnych ataków, w jednakowych warunkach.

Właściwości rozwiązywanych zadań:

1. W miejsce dwóch grup błędów, występujących w rozrzucie grupowym i indywidualnym, rozpatruje się tylko jedną grupę błędów.
2. Bomby zrzucane są pojedynczo $L_x=L_y=0$.

Zadania rozwiązujemy w następującej kolejności:

1. W czasie przygotowania danych wyjściowych niektóre z nich wyrażamy we względnych wielkościach rozrzutu sumarycznego:

$$\begin{aligned}
C_x^* &= \frac{C_x}{E_x} ; & C_y^* &= \frac{C_y}{E_y} ; \\
l_x^* &= \frac{l_x}{E_x} ; & l_y^* &= \frac{l_y}{E_y} .
\end{aligned}
\tag{5.2}$$

Uwaga: Jeżeli nie ma danych l_x i l_y , a promień rażenia bomby wynosi R_r , to l_x i l_y określamy ze wzoru:

$$l_x = l_y = 1,77 R_r ; \tag{5.3}$$

2. Określamy oczekiwaną część rażonej płaszczyzny podczas jednego bombardowania $M_1[V]$. Według danych C_x^x i l_x^x , z wykresu - rys.4.15- określamy M_x - oczekiwaną względną długość pokrycia boku celu C_x i strefy rażenia l_x . Według danych C_y^x i l_y^x , z tego samego wykresu, określamy M_y - oczekiwaną względną długość pokrycia boku C_y i l_y .

Oczekiwana część rażonej płaszczyzny celu przy $N=1$ i $G=1$ będzie równa:

$$M_1[V] = M_x M_y \quad . \quad (5.4)$$

3. Określamy wartość wskaźnika rozśrodkowania obiektu :

$$r = \max \left\{ 1; \frac{C_x^x}{l_x^x+3} \right\} \max \left\{ 1; \frac{C_y^x}{l_y^x+3} \right\} \quad . \quad (5.5)$$

4. Obliczamy wartość $M_{1r} V$ - część rażonej płaszczyzny zwartego celu wydzielonego z obiektu:

$$M_{1r}[V] = M_1[V] r \quad . \quad (5.6)$$

5. Oczekiwaną część rażonej płaszczyzny celu przy N powtórnych bombardowaniach w przyjętym schemacie organizacji uderzeń ogniowych (ataków) określamy z wykresu - rys.4.18.

Przykład 5.2: Na obiekt powierzchniowy o rozmiarach $C_x=200$ m, $C_y=200$ m wykonuje się dwa niezależne bombardowania ($N=2$). W każdym z nich zrzucona zostaje jedna bomba, której promień rażenia $R_r=60$ m. Rozrzut podczas bombardowania charakteryzuje uchylenie prawdopodobne $E_x=E_y=50$ m.

Określić oczekiwaną część rażonej płaszczyzny obiektu.

Rozwiązanie: 1. Przygotowanie wyjściowych danych do obliczeń.

$$C_x^* = \frac{200}{50} = 4 ;$$

$$C_y^* = \frac{200}{50} = 4 ;$$

$$l_x = l_y = 1,77 R_r = 1,77 \cdot 60 = 106 \text{ m} ;$$

$$l_x^* = l_y^* = \frac{106}{50} = 2,12 .$$

2. Określamy oczekiwaną część rażonej płaszczyzny obiektu przy dwóch uderzeniach ogniowych (zrzutach bomb) $M_2[V]$.

a. Określamy wskaźnik rozśrodkowania obiektu:

$$r = \max\left\{1; \frac{4}{2,12+3}\right\} \max\left\{1; \frac{4}{2,12+3}\right\} = 1 .$$

Obiekt jest zwarty.

b. Określamy wielkość $M_{1r}[V]$:

$$M_{1r}[V] = M_1[V]r = M_x(4; 2,12) M_y(4; 2,12) 1 = 0,4^2 = 0,16 .$$

c. Określamy wielkość $M_2[V]$ (z wykresu - rys.4.18 - według danych: $M_{1r}[V] = 0,16$, $c = \frac{N}{r} = \frac{2}{1} = 2$):

$$M_2[V] = 0,3 .$$

Wynik obliczeń: Przy niezależnych zrzutach dwóch bomb, w warunkach przyjętych w zadaniu, będzie rażone 30 % płaszczyzny obiektu.

Wartość ψ - część rażonej płaszczyzny obiektu, nie mniejsza od faktycznej części rażonej płaszczyzny przy jednym bombardowaniu bombą dużego wagomiaru z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g = 0,8$, $P_g = 0,9$ lub $P_g = 0,95$, można określić z wykresów - rys. 5.1, 5.2 , 5.3 .

Wykresy opracowano przy założeniu, że obiekt jest kwadratem o bokach $C_x = C_y = C$ lub kołem o promieniu R_c . Rozrzut podczas bombardowania

jest kołowy ($E_x = E_y = E$), środek rozrzutu pokrywa się ze środkiem obiektu.

Płaszczyzna rażenia bomby według długości celu to koło o promieniu R_r lub kwadrat o bokach $l_x = l_y = 1,77 R_r$.

Kolejność obliczania wartości ψ :

1. Określamy wartość $C^* = \frac{C}{E}$ (lub $R_c^* = \frac{R_c}{E}$);

2. Według nakazanej wartości $P_g = 0,8$, $0,9$ lub $0,95$, wybieramy odpowiedni wykres (rys. rys. 5.1, 5.2, 5.3).

3. Z wybranego wykresu według danych wyjściowych C^* i L^* (lub R_c^* i R_r) określamy wartość ψ .

Przykład 5.3. Na skład broni jądrowej przeciwnika, położony w granicach płaszczyzny koła o promieniu $R_c = 300$ m, zrzuca się jedną bombę dużego wagomiaru, której promień rażenia jest równy $R_r = 150$ m. Celowanie - w środek obiektu. Uchylenie prawdopodobne rozrzutu sumarycznego: $E_x = E_y = 100$ m.

Określić część rażonej płaszczyzny ψ , która nie powinna być mniejsza od faktycznej części rażonej płaszczyzny obiektu z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g = 0,8$.

Rozwiązanie: 1. Przygotowanie ^{wa} danych wyjściowych do obliczeń:

$$R_c^* = \frac{300}{100} = 3 ;$$

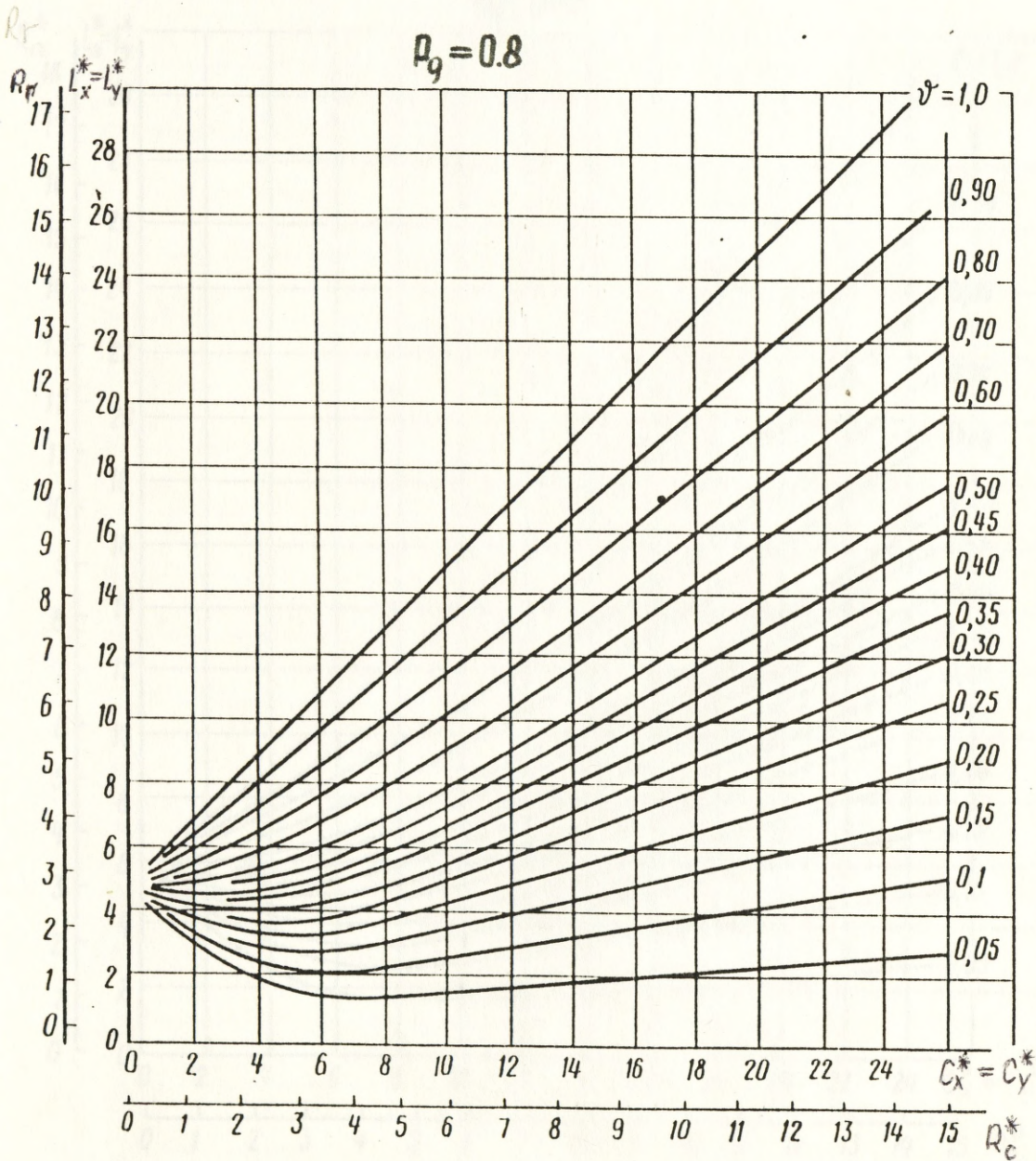
$$R_r^* = \frac{150}{100} = 1,5 .$$

2. Z wykresu - rys. 5.1 - (dla $P_g = 0,8$), według danych: $R_c^* = 3$ i $R_r^* = 1,5$, odczytujemy wartość $\psi = 0,15$.

Uwaga: Zadanie to może być rozwiązane także ogólną metodą przedstawioną w rozdziale 4.

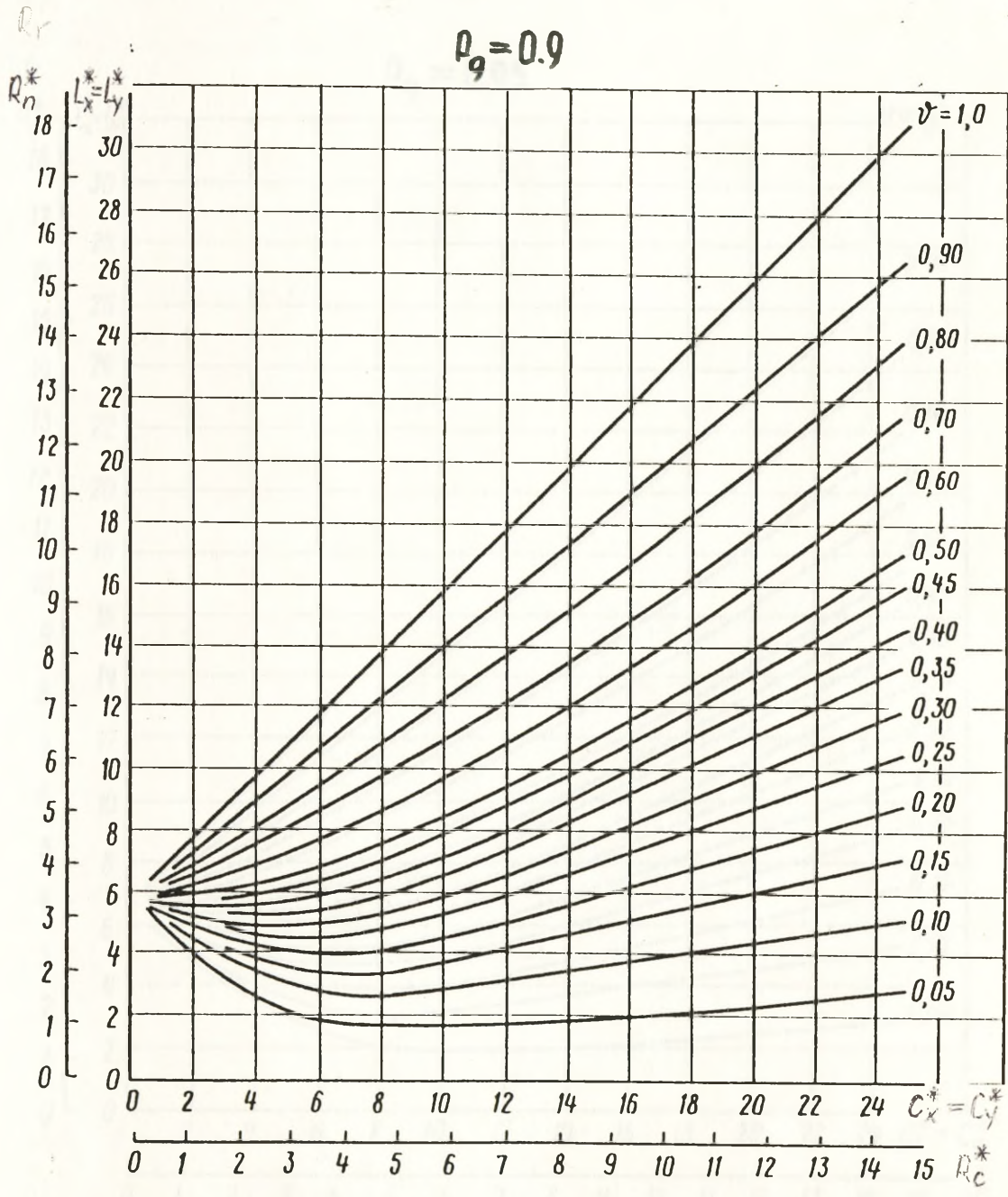
Określamy wielkości: r , $M_{1r}[V] = M_x(C_x^*; L_x^*) M_y(C_y^*; L_y^*) r$, $c = \frac{N}{r}$.

Dalej z wykresu - rys. 4.19 - (dla $P_g = 0,8$) określamy wartość ψ .

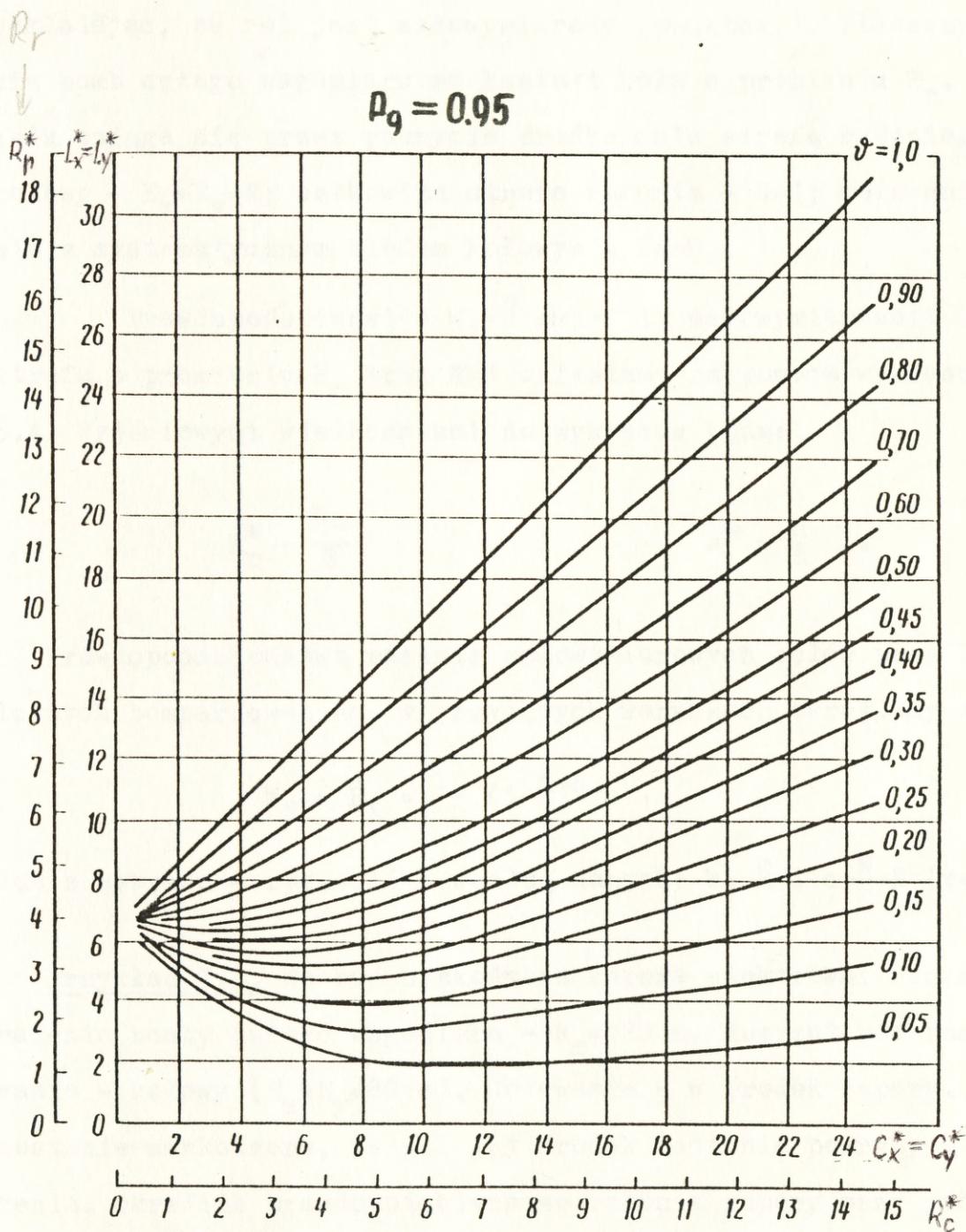


Rys.5.1. Część rażonej płaszczyzny (ψ), nie mniejsza od faktycznie rażonej, przy użyciu bomby dużego kalibru z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g = 0,8$

78



Rys.5.2. Część rażonej płaszczyzny (ν), nie mniejsza od faktycznie rażonej, przy użyciu bomby dużego kalibru z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g = 0,9$



Rys.5.3. Część rażonej płaszczyzny (ψ), nie mniejsza od faktycznie rażonej, przy użyciu bomby dużego kalibru z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g = 0,95$

Ocena skuteczności stosowania bomb dużego wagomiaru na małowymiarowe obiekty (cele) pojedyncze

Zadania oceny skuteczności rozwiązujemy w tych wypadkach zakładając, że cel jest małowymiarowy (punktowy). Płaszczyzna rażenia bomb dużego wagomiaru ma kształt koła o promieniu R_r . Rażenie celu osiąga się przez pokrycie środka celu strefą rażenia. Rozrzut kołowy - $E_x = E_y = E$; całkowita strefa rażenia - $G=1$; celowanie odpowiednio z systematycznym błędem kołowym a ($a=0$).

Prawdopodobieństwo $W_1 = \hat{R}$ pokrycia małowymiarowego obiektu strefą o promieniu R_r przy $N=1$ określamy za pomocą wykresu - rys.

5.4. Wyjściowymi wielkościami do wykresów będą:

$$R_r^* = \frac{R_r}{E} \quad \text{i} \quad a^* = \frac{a}{E} \quad . \quad (5.7)$$

Prawdopodobieństwo rażenia małowymiarowych celów przy N niezależnych bombardowaniach w przyjętych warunkach określamy ze wzoru:

$$W_N = \hat{R}_N = 1 - (1 - \hat{R})^N \quad (5.8)$$

lub z wykresu - rys.4.16 - według danych: $W_1 = \hat{R}$ i $c = \frac{N}{r} = N$ ($r=1$).

Przykład 5.4. Ma być uszkodzona zapora elektrowni wodnej. Promień rażenia bomby dużego wagomiaru - $R_r = 120$ m. Rozrzut podczas bombardowania - kołowy ($E_x = E_y = 80$ m). Celowanie - w środek zapory. Zapora zostanie uszkodzona, jeżeli jej środek zostanie pokryty strefą rażenia. Określić prawdopodobieństwo rażenia zapory przy jednym bombardowaniu i ilość niezbędnych niezależnych bombardowań N dla uszkodzenia zapory z $P_g = 0,8$.

78

Rozwiązanie: 1. Przygotowanie danych wyjściowych do obliczeń:

$$R_r^x = \frac{R_r}{E} = \frac{120}{80} = 1,5 ; \quad a^x = 0 .$$

2. Określenie wielkości W. Z wykresu - rys.5.4. - według $R_r^x=1,5$ i $a^x=0$, odczytujemy $\hat{R}=W_1=0,4$.

3. Z wykresu - rys.4.16 - według danych: $W_1=0,4$ i $W_N=P_g=0,8$, odczytujemy $N=3,2 \approx 4$.

Wynik obliczeń: W celu uszkodzenia zapory w założonych warunkach (z $P_g=0,8$) konieczne są cztery niezależne bombardowania.

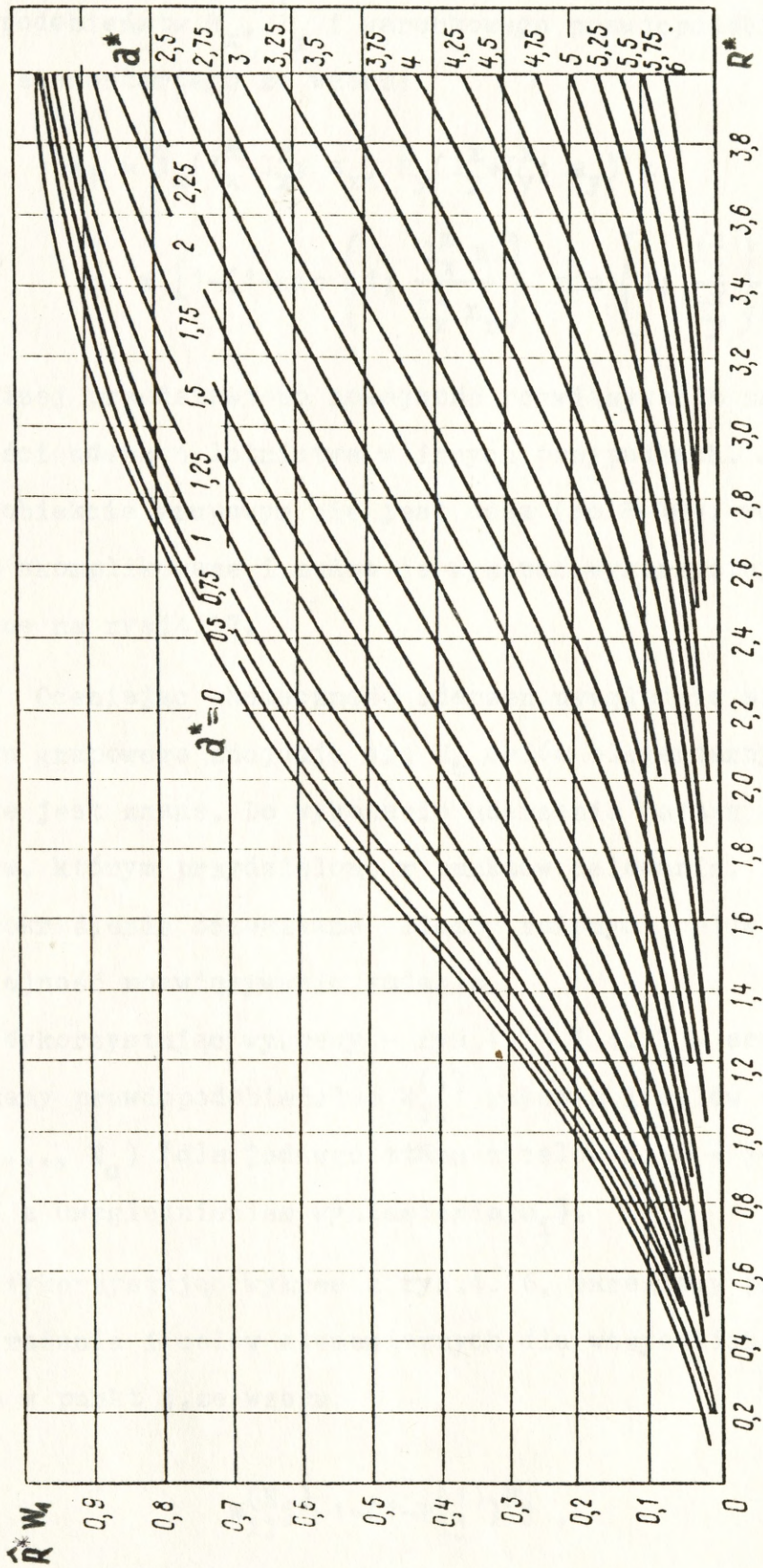
Ocena skuteczności działań lotnictwa przy pełnej informacji o obiekcie grupowym i punktach celowania

Ocena skuteczności stosowania LSR przy określonej ilości N ataków (uderzeń lotnictwa) i posiadaniu pełnej informacji o rozróżnieniu celów elementarnych w składzie obiektu grupowego, określeniu r punktów celowania ($r \leq N_c$) i liczby planowanych ataków na każdy z nich, może być dokonana metodą bezpośredniego obliczenia prawdopodobieństwa rażenia każdego j-tego celu elementarnego z celowaniem do i-tego punktu ($i=1, 2, 3, \dots, r$).

W tym wypadku oceny skuteczności dokonujemy według wzoru (5.9), pozwalającego obliczyć prawdopodobieństwo rażenia celu elementarnego (pojedynczego) z uwzględnieniem wyniesienia środka salwy ogniowej w stosunku do środka celu elementarnego (a_x, a_y):

$$W_1 = M_x(0; l_x^x + L_x^x; a_x^x) M_y(0; l_y^x + L_y^x; a_y^x) \times$$

$$x \left[1 - \left(1 - \min \left\{ 1; \frac{l_x^x n}{L_x^x n_{yr}} \right\} \min \left\{ 1; \frac{L_y^x}{L_x^x} \right\} \right)^{n_{yr} n_k} \right]. \quad (5.9)$$



Rys.5.4. Prawdopodobieństwo (W_1) trafienia punktem w koło o promieniu R^* przy wyniesieniu a^* i kołowym rozrzucie $E_x = E_y = E$; \hat{R} prawdopodobieństwo pokrycia punktu kołem o promieniu R^* ($R = \frac{R^*}{E}$)

Prawdopodobieństwo W_1 może być obliczane także z wykorzystaniem prawdopodobieństw \hat{R}_x , \hat{R}_y i warunkowego prawdopodobieństwa rażenia G celu elementarnego ze wzoru:

$$W_1 = \hat{R}_x(l_x^x + L_x^x; a_x) \hat{R}_y(l_y^x + L_y^x; a_y) \times \quad 5.10$$

$$\times \left[1 - (1 - \min \left\{ 1; \frac{l_x^x n}{L_x^x n_r} \right\} \min \left\{ 1; \frac{l_y^x}{L_y^x} \right\})^{n_y r^{n_k}} \right] .$$

Poniżej przedstawiono kolejność rozwiązywania zadań oceny skuteczności uderzeń lotnictwa w innych przypadkach. Jeżeli liczba celów w obiekcie grupowym nie jest duża (do 8-10), wówczas obliczenia nie są skomplikowane i można je wykonać wykorzystując wykresy przedstawione na rys.4.17.

Oceniając skuteczność uderzeń uwzględnia się, że w składzie obiektu grupowego znajduje się N_c celów elementarnych, których położenie jest znane. Do wykonania uderzenia (ataku) wydzielono N samolotów, którym przydzielono r punktów celowania. Konieczne jest zatem określenie oczekiwanej liczby rażonych celów elementarnych.

Kolejność rozwiązywania zadania.

1. Wykorzystując wykresy - rys.4.16 i 4.17 - oraz wzór (5.10), obliczamy prawdopodobieństwo $W_{ij}^{(1)}$ rażenia i celów elementarnych ($i=1, 2, \dots, N_c$) (dla jednego ataku z celowaniem w j -ty punkt ($j=1, 2, \dots, r$) z uwzględnieniem wyniesienia a_i).

2. Wykorzystując wykres z rys.4.16, określamy prawdopodobieństwo $W_{ij}^{(N_j)}$ rażenia i celów elementarnych dla wszystkich N_j ataków celowanych w punkt j , ze wzoru:

$$W_{ij}^{(N_j)} = 1 - (1 - W_{ij}^{(1)})^{N_j} , \quad (5.11)$$

gdzie:

$W_{ij}^{(N_j)}$ - prawdopodobieństwo rażenia i celów elementarnych podczas jednego uderzenia lotnictwa składającego się z N_j ataków celowanych w j -te punkty.

3. Określamy prawdopodobieństwo W_i rażenia i celów elementarnych wszystkich r uderzeń lotnictwa:

$$W_i = 1 - \prod_{j=1}^r (1 - W_{ij}^{(N_j)}) \quad (5.12)$$

4. Obliczamy oczekiwaną część ($M_N[V]$) i ilość ($M_N[X]$) rażonych celów elementarnych dla wszystkich uderzeń lotnictwa:

$$M_N[V] = N_N \left[\frac{X}{N_c} \right] = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} W_i = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \left[1 - \prod_{j=1}^r (1 - W_{ij}^{(N_j)})^{N_j} \right] \quad (5.13)$$

$$M_N[X] = N_c M_N[V] = \sum_{i=1}^{N_c} \left[1 - \prod_{j=1}^r (1 - W_{ij}^{(N_j)})^{N_j} \right] \quad (5.14)$$

Przykład 5.5. Z samolotu zrzucono serię 22 bomb OFAB-100 na rozśrodkowany pluton ogniowy rakiet Pershing będący na stanowisku oczekiwania. Cztery cele elementarne (trzy wyrzutnie rakiet i stanowisko kontrolno-pomiarowe) rozśrodkowane są na płaszczyźnie o wymiarach $C_x = 250$ m, $C_y = 250$ m. Współrzędne środków celów elementarnych, w stosunku do środka obiektu, są następujące:

cel nr 1: $x_1 = 75$ m , $y_1 = 75$ m ;

cel nr 2: $x_2 = 75$ m , $y_2 = -75$ m ;

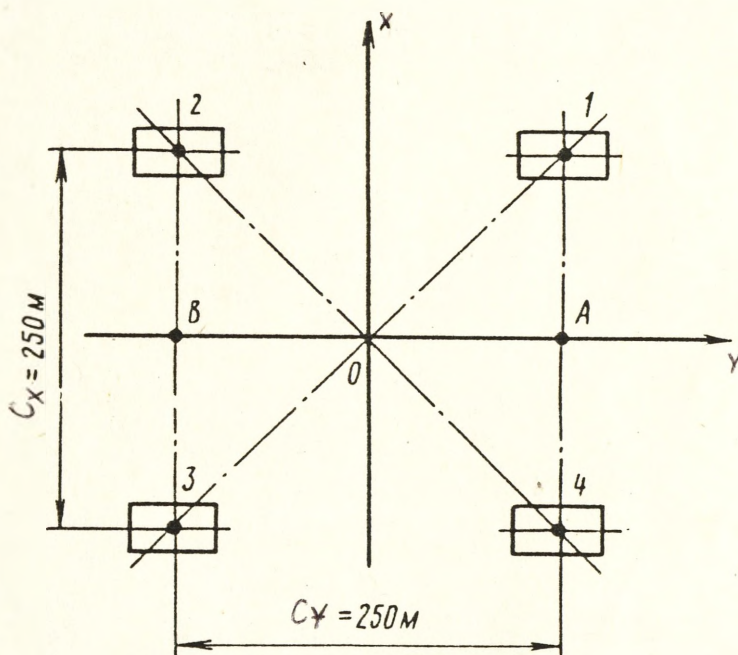
cel nr 3: $x_3 = -75$ m , $y_3 = -75$ m ;

cel nr 4: $x_4 = -75$ m , $y_4 = 75$ m .

Odległość od środka obiektu do każdego celu elementarnego (po przekątnej) jest równa 106 m.

Warunki wykonania uderzenia: bombardowanie z lotu poziomego, z małych wysokości, długość serii - $L_{xs}=200$ m, charakterystyka rozrzutu LSR: $E_{xg}=30$ m, $E_{yg}=15$ m, $E_{xi}=6$ m, $E_{yi}=3$ m.

Do wykonania zadania wydzielono cztery samoloty. Punkty celowania wyznaczono w środku obiektu (rys.5.5). Kierunek nalotu dla pierwszej pary samolotów - wzdłuż jednej przekątnej (łączącej środki celów nr 1 i 3), a dla drugiej pary - wzdłuż drugiej przekątnej (łączącej cele nr 2 i 4). Należy określić oczekiwaną ilość rażonych według typu "A" celów elementarnych.



Rys.5.5. Wariant wykonania ataku lotnictwa na pluton ogniowy rakiet typu Pershing

Rozwiązanie: 1. Przygotowanie danych wyjściowych do obliczeń.

a. Dla warunków przyjętych w zadaniu (z tabeli 10) określamy wymiary strefy rażenia wyrzutni startowej Pershing dla danych bomb: $l_x=28$ m, $l_y=39$ m. Dla ułatwienia obliczeń zakładamy, że stanowisko kontrolno-pomiarowe ma taką samą powierzchnię strefy rażenia ($l_x=28$ m, $l_y=39$ m).

b. Wielkości obliczeniowe wyrażamy w uchyleniach prawdopodob-

ných rozrzutu grupowego:

$$l_x^* = \frac{28}{30} = 0,93 ;$$

$$l_y^* = \frac{39}{15} = 2,6 ;$$

$$E_{xi}^* = \frac{6}{30} = 0,2 ;$$

$$E_{yi}^* = \frac{3}{15} = 0,2 ;$$

$$a_x^* = \frac{106}{30} = 3,53 ;$$

$$a_y = 0 ;$$

$$L_{xs}^* = \frac{200}{30} = 6,67 ;$$

$$i_x^* = \frac{6,67}{22-1} = 0,32 .$$

2. Określanie oczekiwanej ilości rażonych celów elementarnych.

a. Określamy wielkości n_{xr} , n_{yr} , L_x^* , L_y^* :

$$n_{xr} = \min \left\{ 22; \frac{3 \cdot 0,2}{0,32} \right\} = 1,9 \approx 2 ;$$

$$n_{yr} = \min \left\{ 22; \frac{0,93 + 3 \cdot 0,2}{0,32} \right\} = 4,8 .$$

Według wielkości $n_{xr}=2$, $l_x^*=0,93$, $E_{xi}^*=0,2$, z wykresu - rys.4.9. - odczytujemy $L_{xi}^*=0,08$. Według danych $n_{yr}=4,8$, $l_y^*=2,6$, $E_{yi}^*=0,2$, z tego samego wykresu odczytujemy $L_{yi}^*=0,54$, a następnie:

$$L_x^* = L_{xs}^* + L_{xi}^* = 6,67 + 0,08 = 6,75 ; \quad L_y^* = L_{yi}^* = 0,54 .$$

b. Określamy prawdopodobieństwo rażenia celu elementarnego.

Wyniesienie punktu celowania w stosunku do celów nr 1 i 3 będzie równe wielkością, ale różne znakiem ($a_x^*=3,53$, $a_y^*=0$). Analogicznie dla celów nr 2 i r ($a_x^*=0$, $a_y^*=3,53$). Obliczamy prawdopodobieństwo rażenia celu przy jednym ataku - według wzoru (5.10), wykorzystując rys.5.5:

$$W_{1;1} = W_{3;1} = \hat{R}_x(0,93 + 6,75; 3,53) \hat{R}_y(2,6 + 0,54; 0) \times$$

$$\begin{aligned}
 & x \left[1 - \left(1 - \min \left\{ 1; \frac{0,93 \cdot 22}{6,75 \cdot 4,8} \right\} \min \left\{ 1; \frac{2,6}{0,54} \right\} \right)^{4,8} \right] = \\
 & = 0,56 \cdot 0,72 \cdot 0,99 = 0,4 \quad ; \\
 & W_{2;1} = W_{4;1} = \hat{R}_x(0,93+6,75; 0) \hat{R}_y(2,6+5,4; 3,53) 0,99 = \\
 & = 0,99 \cdot 0,08 \cdot 0,99 = 0,08 \quad .
 \end{aligned}$$

Przy dwóch atakach (N=2):

$$\begin{aligned}
 W_{1;2} = W_{3;2} &= 1 - (1 - W_{1;1})^2 = 0,64 \quad ; \\
 W_{2;2} = W_{4;2} &= 1 - (1 - 0,88)^2 = 0,15 \quad .
 \end{aligned}$$

Przy czterech atakach (N=4) - symetrycznie $W_{1;4} = W_{2;4} = W_{3;4} = W_{4;4}$:

$$W_{i;4} = M_4[V] = 1 - (1 - 0,4)^2 (1 - 0,08)^2 = 0,69 \quad (i=1,2,3,4) \quad .$$

Następnie obliczamy oczekiwaną ilość rażonych celów:

$$M_4[X] = \sum_{i=1}^{N_c} W_i = 4 \cdot 0,69 = 2,76 \quad .$$

Wynik obliczeń: W danych warunkach rażone będą trzy cele. Wynik ten powinien potwierdzić się jako średni przy wykonywaniu wielu ataków.

Jeżeli konieczne jest określenie względnego uszkodzenia obiektu grupowego w danych warunkach, to zadanie rozwiązujemy zgodnie z przedstawionym wyżej sposobem (przy nakazanej ilości punktów celowania i ilości ataków N).

Prawdopodobieństwo rażenia chociaż jednego celu elementarnego przy N atakach obliczamy ze wzoru:

$$R_{1;N} = 1 - \prod_{i=1}^{N_c} \prod_{j=1}^r (1 - W_{ij})^{N_j} \quad . \quad (5.15)$$

Do określania ilości "m₀" rażonych celów elementarnych ze składu obiektu grupowego z prawdopodobieństwem gwarancyjnym P_g=0,8 wykorzystujemy równanie:

$$m_0 = 1 - \frac{b_N + 1,25}{|b_N|} (M_N[X] - 0,5) \quad , \quad (5.16)$$

gdzie b_N określamy ze wzoru:

$$\hat{F}(b_N) = 1 - 2 R_{1;N} \quad ; \quad b_N = \arg \hat{F} (1 - 2 R_{1;N}) \quad . \quad (5.17)$$

W celu określenia b_N obliczamy wartość (1 - 2 R_{1;N}) i z tabel wartość funkcji $\hat{F}(x)$ (patrz załącznik 5), otrzymujemy argument b_N, przy którym $\hat{F}(b_N) = 1 - 2 R_{1;N}$.

Ilość m₀ z prawdopodobieństwem gwarancyjnym P_g=0,95 określamy za pomocą równania:

$$m_0 = 1 - \frac{b_N + 2,44}{|b_N|} (M_N[X] - 0,5) \quad ,$$

gdzie:

$$\hat{F}(b_N) = 1 - 2 R_{1;N} \quad , \quad b_N = \arg \hat{F} (1 - 2 R_{1;N}) \quad .$$

Dla określenia względnego uszkodzenia obiektu konieczne jest obliczenie $\psi = \frac{m_0}{N_c}$.

Przykład 5.6. Dla warunków określonych w podpunkcie 2 b. poprzedniego przykładu, określamy ilość m₀ rażonych celów elementarnych ze składu obiektu grupowego z P_g=0,8.

Rozwiązanie: Z obliczeń wariantu "b" poprzedniego przykładu wiadomo, że:

$$M_4[X] = 2,76 \quad ; \quad 1 - W_{i;4} = 1 - 0,69 = 0,31 \quad (i=1,2,3,4).$$

Według wzoru (5.15) obliczamy:

$$R_{1;N} = 1 - (1 - W_{1;4})^4 = 1 - 0,31^4 = 0,99 ;$$

$$b_N = \arg \hat{F} (1 - 2 \cdot 0,99) = \arg \hat{F} (-0,982) ; b_N = -3,5 ,$$

a według wzoru (5.16):

$$m_0 = 1 - \frac{-3,5 + 1,25}{3,5} (2,76 - 0,5) = 2,45 .$$

Względne uszkodzenie obiektu:

$$\psi = \frac{2,45}{4} = 0,61 .$$

Wynik obliczeń: W rezultacie czterech ataków z celowaniem w środek obiektu przy nalocie wzdłuż dwóch przekątnych będzie rażone nie mniej niż 60 % celów elementarnych obiektu grupowego z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g = 0,8$.

Organizacja działań lotnictwa (ataków) z uwzględnieniem pełnej informacji o obiekcie grupowym

Jeżeli mamy informacje o obiekcie zwartym i położeniu celów elementarnych w obiekcie grupowym, konieczne jest określenie ilości ataków N dla uzyskania względnego uszkodzenia nie mniejszego od nakazanego ψ , to postępujemy w myśl poniższych wskazówek.

Kiedy cele elementarne rozłożone są równomiernie wewnątrz płaszczyzny obiektu grupowego, to wybiera się punkty celowania tak jak zalecano w rozdziale 3.

Jeśli cele elementarne rozmieszczone są nierównomiernie, wówczas należy połączyć niektóre z nich w podgrupy. Celowe jest wyodrębnienie grup położonych blisko siebie celów elementarnych i zespolenie

ich w jeden cel. Inne punkty celowania należy wyznaczyć w stosunku do celów elementarnych daleko położonych jeden od drugiego. Powinno się rozpatrywać kilka wariantów organizacji uderzeń ogniowych (ataków) i dać pierwszeństwo temu, dla którego wartość N zapewnia wykonanie postawionego zadania najmniejszym wysiłkiem.

Uzyskane informacje o położeniu celów elementarnych w obiekcie umożliwiają bardziej efektywne zorganizowanie uderzeń lotnictwa.

Przykład 5.7. W warunkach podanych w przykładzie 5.5., przy wymiarach celu $C_x = C_y = 250$ m, określić ilość koniecznych ataków lotnictwa N z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g = 0,8$, dla rażenia 100 % celów elementarnych (według typu "A"). Kalkulacje należy przeprowadzić biorąc pod uwagę następujące alternatywne warianty organizacji ataków lotnictwa:

1. Kiedy obiekt będzie nie w pełni rozpoznany, to znaczy cele elementarne nie będą wykryte z samolotów i nie przewiduje się że są one położone w granicach płaszczyzny $(C_x C_y)$ statystycznie równomiernie.

2. Cele elementarne są możliwe do wykrycia z samolotów i punkty celowania pokrywają się ze środkami grup celów elementarnych.

3. Uzyskano informacje o położeniu celów elementarnych i wybrane są dwa punkty celowania leżące pośrodku sąsiadujących ze sobą celów elementarnych nr 1 i 4 oraz 2 i 3 (patrz rys.5.5).

Rozwiązanie w myśl pierwszego wariantu ataku: Z przykładu 5.5. wiadomo, że $l_x^* = 0,93$, $l_y^* = 2,6$, $L_x^* = 6,75$, $L_y^* = 0,54$, $G = 0,99$. Określamy wskaźnik rozśrodkowania obiektu:

$$C_x^* = \frac{250}{30} = 8,3 ;$$

$$C_y^* = \frac{250}{15} = 16,7 ;$$

$$r = r_x r_y = \max\left\{1; \frac{8,3}{0,93+6,75+3}\right\} \max\left\{1; \frac{16,7}{2,6+0,54+3}\right\} = 1,0 \cdot 2,7 = 2,7 .$$

Następnie obiekt umownie dzielimy na trzy pasy (wzdłuż osi y). Punkty celowania wybieramy w środku każdego z pasów.

Określamy wielkość $M_{1r}[V]$:

$$\begin{aligned} M_{1r}[V] &= M_x(8,3; 0,93+6,75) M_y(16,7; 2,6+0,54) \cdot 0,99 \cdot 2,7 = \\ &= 0,8 \cdot 0,19 \cdot 0,99 \cdot 2,7 = 0,41 . \end{aligned}$$

Z wykresu na rys.4.19, według danych wyjściowych $M_{1r}[V]=0,41$, $\mathcal{V}=1$, $r=2,7$, odczytujemy $c = \frac{N}{r} = 5$ (wykorzystując górny wykres tak, jak $N_c=4$). Wtedy $N = c r = 5 \cdot 2,7 = 13,5 \approx 14$.

Wynik obliczeń: Przy pierwszym sposobie organizacji ataków, kiedy cele elementarne są widoczne z samolotów, konieczne jest wydzielenie 14 samolotów z ładunkiem 22 bomb OFAB-100 dla zniszczenia obiektu.

Rozwiązanie w myśl drugiego wariantu ataku: Określamy prawdopodobieństwo rażenia każdego z celów elementarnych podczas celowania w jeden z nich ($N=1$):

$$a_{1x}^{\times} = 0; \quad a_{1y}^{\times} = 0;$$

$$a_{2x}^{\times} = 0; \quad a_{2y}^{\times} = \frac{150}{15} = 10;$$

$$a_{3x}^{\times} = \frac{150}{30} = 5; \quad a_{3y}^{\times} = \frac{150}{15} = 10;$$

$$a_{4x}^{\times} = \frac{150}{30} = 5; \quad a_{4y}^{\times} = 0;$$

$$W_1 = \hat{R}_x(0,93+6,75; 0) \hat{R}_y(2,6+0,54; 0) \cdot 0,99 = 0,99 \cdot 0,72 \cdot 0,99 = 0,7;$$

$$W_2 = \hat{R}_x(0,93+6,75; 0) \hat{R}_y(2,6+0,54; 10) 0,99 = 0,99 \cdot 0 \cdot 0,99 = 0 ;$$

$$W_3 = \hat{R}_x(0,93+6,75; 5) \hat{R}_y(2,6+0,54; 10) 0,99 = 0,22 \cdot 0 \cdot 0,99 = 0 ;$$

$$W_4 = \hat{R}_x(0,93+6,75; 5) \hat{R}_y(2,6+0,54; 0) 0,99 = 0,22 \cdot 0,72 \cdot 0,99 = 0,16 .$$

Tak jak przy jednym ataku i celowaniu w pierwszy cel elementarny, praktycznie rażone będą dwa cele (nr 1 i 4); $r = \frac{N_c}{2} = \frac{4}{2} = 2$.

Określamy wielkość $M_{1r}[V] = M_1[V] r$:

$$M_1[V] = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} W_i = \frac{1}{4} (0,7+0,16) = 0,22 ;$$

$$M_{1r}[V] = 0,22 \cdot 2 = 0,44 .$$

Z wykresu na rys.4.19 , według danych $M_{1r}[V] = 0,44$, $r=2$, $\vartheta = 1,0$, odczytujemy wielkość $c = \frac{N}{r} = 4,5$; $N = 4,5 \cdot 2 = 9$.

Wynik obliczeń: W drugim wypadku organizacji ataku (punkty celowania położone równomiernie między celami nr 1 i 4) konieczne jest wydzielenie dziewięciu samolotów z ładunkiem 22 bomb OFAB-100 do rażenia obiektu z $P_g = 0,8$.

Uwaga: Jeżeli przewiduje się, że w danych warunkach przy jednym ataku razimy tylko jeden cel (z prawdopodobieństwem $W_1 = 0,7$), wtedy $r = \frac{N_c}{1} = N_c$, to konieczną ilość N samolotów odczytujemy z wykresu na rys.4.21. N będzie równe 10.

Rozwiązanie w myśl trzeciego wariantu ataku: Określamy prawdopodobieństwo rażenia każdego z celów elementarnych podczas celowania w punkty A lub B (patrz rys.5.5). Określamy wyniesienie środków celów punktu celowania A:

$$a_{1x}^* = \frac{75}{30} = 2,5 ; \quad a_{1y}^* = 0 ;$$

$$a_{2x}^* = 2,5 ; \quad a_{2y}^* = \frac{150}{15} = 10 ;$$

$$a_{3x}^* = \frac{75}{30} = 2,5 ; \quad a_{3y}^* = \frac{150}{15} = 10 ;$$

$$a_{4x}^* = \frac{75}{30} = 2,5 ; \quad a_{4y}^* = 0 ;$$

$$W_1 = \hat{R}_x(0,93+6,75; 2,5) \hat{R}_y(2,6+0,54; 0) 0,99 = 0,82 \cdot 0,72 \cdot 0,99 = 0,58 ;$$

$$W_2 = \hat{R}_x(0,93+6,75; 2,5) \hat{R}_y(3,14; 10) 0,99 = 0 ;$$

$$W_3 = \hat{R}_x(7,68; 2,5) \hat{R}_y(3,14; 10) 0,99 = 0 ;$$

$$W_4 = \hat{R}_x(7,68; 2,5) \hat{R}_y(3,14; 0) = 0,58 .$$

A następnie - przy jednym ataku i celowaniu w punkt A razimy dwa cele(nr 1 i 4) z prawdopodobieństwem $W_1=W_4=0,58$ i $r=\frac{N_c}{2}=2$.

Określamy wielkość $M_{1r}[V]$:

$$M_{1r}[V] = M_1[V] r = \left[\frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} W_i \right] r = \frac{0,58+0,58}{4} \cdot 2 = 0,58 .$$

Z wykresu na rys.4.19 , według danych: $M_{1r}[V] = 0,58$; $r=2$; $\psi=1$; odczytujemy wartość $c=\frac{N}{r} = 2,9$, a stąd $N = cr = 2,9 \cdot 2 = 5,8 \approx 6$.

Wynik obliczeń: W trzecim wypadku organizacji ataku w przyjętych warunkach (punkty celowania A i B) konieczne jest wydzielenie sześciu samolotów z ładunkiem 22 bomb OFAB-100 .

Wniosek ogólny: Najwygodniejszym wariantem ataku (uderzeń lotnictwa) jest rozwiązanie trzecie. Posiadane informacje o położeniu ce-

łów elementarnych w składzie obiektu grupowego i uwzględnienie ich przy wyborze punktów celowania umożliwia zmniejszenie ilości ataków przy tym samym wskaźniku skuteczności zastosowania bojowego IŚR.

Ocena skuteczności różnych lotniczych środków rażenia w jednym lub w dwóch atakach na ten sam obiekt naziemny (morski)

Systemy kierowania uzbrojeniem zarówno na samolotach myśliwsko-bombowych, jak i myśliwskich umożliwia stosowanie różnych rodzajów IŚR na ten sam cel (na przykład niekierowane rakiety odpalane podczas nurkowania i bomby zrzucone podczas wyprowadzania z lotu nurkowego).

Zadania związane z określaniem skuteczności zastosowania bojowego różnych IŚR podczas jednego lub dwóch ataków przy niezależnym celowaniu w jeden cel można, z punktu widzenia oceny skuteczności, rozwiązać w zasadzie dla odpowiednich działań ogniowych.

Jakościowy wskaźnik skuteczności podczas łącznego stosowania różnych typowych IŚR przy oddzielnym celowaniu w jeden cel wyrażają te same parametry, co i przy stosowaniu jednorodnych IŚR (patrz rozdział 4).

Podstawowymi zadaniami, które rozwiązuje się przy ocenie skuteczności zastosowania bojowego dwóch rodzajów IŚR w jednym lub w dwóch atakach na ten sam cel, są takie same jak podczas stosowania jednorodnych IŚR.

U podstaw rozwiązywania zadań oceny skuteczności działań ogniowych, w których przyjęto dwa różne rodzaje IŚR (przy niezależnym celowaniu) jest wzór (4.6) dla obliczenia W_1 - prawdopodobieństwa rażenia jednego celu jakimkolwiek jednym środkiem rażenia (ze wzoru 4.1).

Dla obliczenia $M_{1r}[V]$ - średniego prawdopodobieństwa rażenia elementarnych celów przy jednym uderzeniu lotniczym jednorodnymi LŚR.

Określanie wartości wskaźnika rozśrodkowania obiektu grupowego (powierzchniowego) "r" ze względu na warunki zastosowania LŚR, przy których środek ognia (rozrzutu) pokrywa się ze środkiem obiektu, wykonywane powinno być dla tych rodzajów LŚR, które w nakazanych warunkach dadzą największy efekt rażenia (dla których względne oczekiwane uszkodzenie obiektu atakowanego będzie największe).

Prawdopodobieństwo rażenia pojedynczego celu elementarnego podczas stosowania dwóch różnych środków rażenia w jednym ataku (przy niezależnym celowaniu), obliczamy według następującego wzoru:

$$W_1 = 1 - (1 - W_1^{(1)}) (1 - W_1^{(2)}) ,$$

gdzie:

$W_1^{(1)}$ - prawdopodobieństwo rażenia pojedynczego celu jednym środkiem rażenia;

$W_1^{(2)}$ - prawdopodobieństwo rażenia pojedynczego celu drugim środkiem rażenia .

Prawdopodobieństwo rażenia pojedynczego celu przy powtórnych niezależnych atakach (w jednakowych warunkach), w których stosowano dwa rodzaje LŚR, obliczamy ze wzoru:

$$W_N = 1 - (1 - W_1)^N . \quad (5.18)$$

Również z tego wzoru można obliczyć potrzebną ilość ataków N, jeżeli nakazane jest prawdopodobieństwo rażenia W_N .

Uwaga: Wartość W_N z uwzględnieniem prawdopodobieństwa wykrycia celu $P_w \neq 1$ obliczamy ze wzoru:

$$W_N = 1 - (1 - P_w W_1)^N . \quad (5.19)$$

Przykład 5.8. Z samolotu odpala się 64 niekierowane rakiety typu S-5 KO z dwóch zasobników UB-32, z lotu nurkowego pod kątem $\lambda_N = 20^\circ$ na RLS śledzenia celów ZPR Hawk, a następnie wykonywane ma być bombardowanie podczas wyprowadzania z lotu nurkowego pięcioma bombami OFAB-250 Szn. Warunki wykonywania ataku: średnia odległość odpalenia rakiet $D_r = 1700$ m, prędkość samolotu $V_r = 800$ km/h, czas odpalenia $t_{po} = 0,15$ s. Długość serii podczas bombardowania - $L_{xs} = 100$ m. Charakterystyka rozrzutu niekierowanych pocisków raketowych w zobrazonej płaszczyźnie: $E_{xg}^{(k)} = E_{yg}^{(k)} = 0,005 D_r$, $E_{xi}^{(k)} = E_{yi}^{(k)} = 0,003 D_r$; rozrzut bomb: $E_{xg} = 30$ m, $E_{yg} = 15$ m, $E_{xi} = 10$ m, $E_{yi} = 5$ m.

Określić ilość samolotów niezbędnych do rażenia RLS według typu "B" z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g = 0,8$.

Rozwiązanie

1. Przygotowanie danych wyjściowych dla pierwszego rodzaju lotniczych środków rażenia.

a. Określamy wymiary strefy rażenia celu według typu "B" z tabeli 10.1 dla NPR: $l_x = 7$ m, $l_y = 6$ m.

b. Obliczamy charakterystykę rozrzutu na ziemi przyjętych IŚR:

$$E_{xg} = \frac{0,005 \cdot 1700}{\sin 20^\circ} = 24,9 \text{ m}; \quad E_{xi} = \frac{0,003 \cdot 1700}{\sin 20^\circ} = 14,9 \text{ m};$$

$$E_{yg} = 0,005 \cdot 1700 = 8,5 \text{ m}; \quad E_{yi} = 0,003 \cdot 1700 = 5,1 \text{ m}.$$

c. Określamy długość serii IŚR - L_{xs} z wykresu na rys.4.4, według danych wyjściowych $t_{po} = 1,5$ s, $\lambda = 20^\circ$, $V_r = 800$ km/h:

$$L_{xs} = 45.$$

d. Obliczone poprzednio wielkości wyrażamy w uchyleniach praw-

dopodobnych rozrzutu grupowego:

$$l_x^* = \frac{7}{24,9} = 0,28 ;$$

$$l_y^* = \frac{6}{8,5} = 0,7 ;$$

$$L_{xs}^* = \frac{45}{24,9} = 1,8 ;$$

$$i_x^* = \frac{1,8}{63} = 0,03 ;$$

$$E_{xi}^* = \frac{14,9}{24,9} = 0,6 ;$$

$$E_{yi}^* = \frac{5,1}{8,5} = 0,6 .$$

Dlatego, że $l_x^* l_y^* = 0,28 \cdot 0,7 = 0,2 < 1$ i $l_x^* < l_y^*$, to w dalszych obliczeniach przyjmujemy wartości $l_x^* = l_y^* = \sqrt{0,28 \cdot 0,7} = \sqrt{0,2} = 0,44$.

2. Określamy prawdopodobieństwo rażenia celu.

a. Określamy wartości n_{xr} , n_{yr} , l_x^* , l_y^* :

$$n_{xr} = \min \left\{ 64; \frac{3 \cdot 0,6}{0,03} \right\} = 62 ;$$

$$n_{yr} = \min \left\{ 64; \frac{0,44 + 3 \cdot 0,6}{0,03} \right\} = 64 .$$

Według danych $n_{xr} = 62$, $l_x^* = 0,44$, $E_{xi} = 0,6$, z wykresu na rys.4.12, odczytujemy $L_{xi}^* = 2$ i analogicznie - $L_{yi}^* = 2$, a następnie :

$$L_x^* = L_{xs}^* + L_{xi}^* = 1,8 + 2 = 3,8 ; \quad L_y^* = 2 .$$

b. Określamy prawdopodobieństwo rażenia celu:

$$\begin{aligned} W_1^{(1)} &= M_x(0; 0,44 + 3,8) M_y(0; 0,44 + 2) \times \\ &\times \left[1 - (1 - \min \left\{ 1; \frac{0,44}{3,8} \right\}) \min \left\{ 1; \frac{0,44}{2} \right\} \right]^{64} = \\ &= 0,86 \cdot 0,6 \cdot 0,81 = 0,42 . \end{aligned}$$

3. Przygotowanie danych wyjściowych dla drugiego LSRA

a. Określamy wymiary strefy rażenia celu według typu "B" z ta-

beli 10.1 dla bomb OFAB-250 Szñ:

$$l_x = 28 \text{ m ;}$$

$$l_y = 61 \text{ m ;}$$

$$l_x^* = \frac{28}{30} = 0,93 \text{ ;}$$

$$l_y^* = \frac{61}{15} = 4 \text{ ;}$$

$$E_{xi}^* = \frac{10}{30} = 0,33 \text{ ;}$$

$$E_{yi}^* = \frac{5}{15} = 0,33 \text{ ;}$$

$$L_{xs}^* = \frac{100}{30} = 3,3 \text{ ;}$$

$$i_x^* = \frac{3,3}{5-1} = 0,83 \text{ .}$$

Dlatego, że $l_x^* l_y^* = 0,93 \cdot 4 = 3,7 > 1$, to w dalszych obliczeniach przyjmujemy wartości l_x^* i l_y^* .

4. Określamy prawdopodobieństwo rażenia celu.

a. Określamy wartości n_{xr} , n_{yr} , L_x^* , L_y^* :

$$n_{xr} = \min \left\{ 5; \frac{3 \cdot 0,33}{0,83} \right\} = 1,2 \approx 2 \text{ ;}$$

$$n_{yr} = \min \left\{ 5; \frac{0,93 + 3 \cdot 0,33}{0,83} \right\} = 2,3 \text{ .}$$

Z wykresu na rys.4.10, według danych wyjściowych: $n_{xr}=2$, $l_x^*=0,93$, odczytujemy $L_{xi}^*=0,05$. Analogicznie dla $n_{yr}=2,3$ i $l_y^*=4$ odczytujemy $L_{yi}^*=0,2$. Następnie: $L_x^*=3,3+0,05 = 3,35$ i $L_y^*=0,2$.

b. Obliczenie prawdopodobieństwa rażenia celu:

$$W_1^{(2)} = M_x(0; 0,93+3,35) M_y(0; 4+0,2) \times$$

$$x \left[1 - \left(1 - \min \left\{ 1; \frac{0,93}{3,35} \right\} \right)^2 \right] \min \left\{ 1; \frac{4}{0,2} \right\}^{2,3} =$$

$$= 0,86 \cdot 0,86 \cdot 0,88 = 0,65 \text{ .}$$

5. Określenie prawdopodobieństwa rażenia celu i potrzebnej ilo-

ści samolotów (przy zastosowaniu dwóch środków rażenia):

$$W_1 = 1 - (1 - W_1^{(1)}) (1 - W_1^{(2)}) = 1 - (1 - 0,41) (1 - 0,65) = 0,79 .$$

Z wykresu na rys.4.18 , według danych: $W_1=0,79$, $r=N_c=1$, $M_N=P_g=0,8$, określamy $N=s=1,05$, to jest $N \approx 1$.

Wynik obliczeń: Do wykonania postawionego zadania w danych warunkach konieczny jest jeden samolot z uzbrojeniem: 2 x UB-32 z 64 rakietami S-5 KO i pięć bomb OFAB-250 Szn .

Ocena skuteczności uderzeń lotnictwa stosującego dwa różne rodzaje LSR na obiekty grupowe (powierzchniowe)

Właściwością i celem rozwiązywania zadań oceny skuteczności łącznego stosowania dwóch różnych LSR w każdym z N ataków na obiekty grupowe (powierzchniowe) jest uzyskanie informacji, który z możliwych wariantów środków rażenia będzie skuteczniejszy. Informacje takie są konieczne do podejmowania racjonalnych decyzji i organizowania uderzeń lotnictwa .

Jeżeli wcześniej nie jest wiadomo, który z dwóch LSR w danych warunkach będzie bardziej skuteczny, konieczne jest określenie tego przez obliczenie wartości względnego oczekiwanego uszkodzenia obiektu $M_1^{(1)} [V]$ i $M_1^{(2)} [V]$ dla każdego z ocenianych LSR. Bardziej skuteczny będzie ten LSR, przy stosowaniu którego jest większa wartość $M_1 [V]$. Jeżeli oba oceniane środki rażenia okażą się praktycznie jednakowo skuteczne, to przyjmuje^{my} ten, którego użycie jest korzystniejsze ze względów taktycznych.

W zadaniach operacyjnych za podstawowy przyjmuje się ten LSR, dla którego wartość $S_E = n n_k l_x^* l_y^*$ (patrz rozdział 3) jest największa przy założeniu, że ich rozrzut będzie równomierny, a strefy rażenia poszczególnych LSR nie będą się wzajemnie pokrywać.

Po wyborze podstawowego środka rażenia, z uwzględnieniem jego wykonujemy wszystkie etapy oceny skuteczności włącznie z określeniem wskaźnika rozśrodkowania obiektu "r" i wyborem punktu celowania. Następnie obliczamy średnie prawdopodobieństwo rażenia jednego celu elementarnego ze składu obiektu zwartego $M_{1r}^{(1)}[V]$ i $M_{1r}^{(2)}[V]$ w jednym ataku, oddzielnie dla pierwszego i drugiego IŚR:

$$M_{1r}^{(1)}[V] = M_1^{(1)}[V]r \quad , \quad (5.20)$$

$$M_{1r}^{(2)}[V] = M_1^{(2)}[V]r \quad . \quad (5.21)$$

Średnie prawdopodobieństwo rażenia celu elementarnego lub średnią część rażonej płaszczyzny przy jednym ataku obliczamy za pomocą wzoru:

$$M_{1r}[V] = 1 - (1 - M_{1r}^{(1)}[V]) (1 - M_{1r}^{(2)}[V]) \quad . \quad (5.22)$$

Wartość $M_{1r}[V]$ jest daną wyjściową do odpowiednich wykresów, podczas rozwiązywania zadań związanych z oceną skuteczności uderzeń ogniowych lotnictwa na obiekty grupowe (powierzchniowe).

Przykład 5.9. Z samolotów nurkujących na cel pod kątem $\lambda = 20^\circ$ mają być odpalone 64 NPR S-5 KO z dwóch zasobników UB-32, a następnie podczas wyprowadzenia z lotu nurkowego zrzucone bomby w ilości 5 OFAB-250 Szn. Obiektem uderzenia będą samoloty A-10 na stoisku o wymiarach $C_x = 800$ m , $C_y = 200$ m ; ilość celów elementarnych - $N_c = 18$. Rozrzut NPR w zobrazonej płaszczyźnie charakteryzuje uchylenie prawdopodobne:

$$E_{xg}^{(k)} = E_{yg}^{(k)} = 0,005 \cdot D_r \quad ;$$

$$E_{xi}^{(k)} = E_{yi}^{(k)} = 0,003 \cdot D_r \quad .$$

Średnia odległość odpalania rakiet $D_r = 1700$ m, czas prowadzenia og-

nia $t_{po}=1,5$ s . Charakterystyka rozrzutu bomb na ziemi: $E_{xg}=30$ m, $E_{yg}=15$ m, $E_{xi}=10$ m, $E_{yi}=5$ m . Długość serii - $L_{xs}=100$ m . Prędkość samolotu - $V_r=800$ km/h .

Określić ilość samolotów koniecznych do zniszczenia celu (razenie według typu "A" 50 % celów elementarnych).

Rozwiązanie

1. Przygotowanie danych wyjściowych dla pierwszego rodzaju IŚR (64 NPR S-5 KO).

a. Określamy rozmiary strefy rażenia celu według typu "A" z tabeli 10.1 : $l_x=5$ m , $l_y=4$ m .

b. Obliczamy charakterystyki rozrzutu IŚR na ziemi:

$$E_{xg} = \frac{0,005 \cdot 1700}{\sin 20^\circ} = 24,9 \text{ m} ; \quad E_{yg} = 0,005 \cdot 1700 = 8,5 \text{ m} ;$$

$$E_{xi} = \frac{0,003 \cdot 1700}{\sin 20^\circ} = 15 \text{ m} ; \quad E_{yi} = 0,003 \cdot 1700 = 5,1 \text{ m} .$$

c. Określamy długość serii L_{xs} z wykresu na rys.4.4. , według danych wyjściowych $t_{po}=1,5$ s , $\lambda=20^\circ$, $v=800$ km/h - odczytujemy $L_{xs}=45$ m.

d. Obliczeniowe wielkości wyrażamy w uchyleniach prawdopodobnych rozrzutu grupowego:

$$c_x^* = \frac{800}{24,9} = 32,1 ;$$

$$c_y^* = \frac{200}{8,5} = 23,5 ;$$

$$l_x^* = \frac{5}{24,9} = 0,2 ;$$

$$l_y^* = \frac{4}{8,5} = 0,47 ;$$

$$E_{xi}^* = \frac{15}{24,9} = 0,6 ;$$

$$E_{yi}^* = \frac{5,1}{8,5} = 0,6 ;$$

$$L_{xs}^* = \frac{45}{24,9} = 1,8 ;$$

$$i_x^* = \frac{1,8}{64-1} = 0,03 .$$

Dlatego, że $l_x^* l_y^* = 0,2 \cdot 0,47 = 0,094 < 1$ i $l_x^* < l_y^*$, to w dalszych obliczeniach przyjmujemy $l_x^* = l_y^* = \sqrt{0,094} = 0,31$:

$$S_E^{(1)} = n \cdot l_x^* \cdot l_y^* = 64 \cdot 0,31^2 = 6,1 .$$

2. Przygotowanie danych wyjściowych dla drugiego LSR (pięć bomb OFAB-250 Szn).

a. Określamy wymiary strefy rażenia celu według typu "A" z tabeli 10.1 i otrzymujemy: $l_x = 20$ m, $l_y = 45$ m.

b. Obliczeniowe wielkości wyrażamy w uchyleniach prawdopodobnych rozrzutu grupowego:

$$C_x^* = \frac{800}{30} = 26,7 ;$$

$$C_y^* = \frac{200}{15} = 13,3 ;$$

$$l_x^* = \frac{20}{30} = 0,67 ;$$

$$l_y^* = \frac{45}{15} = 3 ;$$

$$E_{xi}^* = \frac{10}{30} = 0,33 ;$$

$$E_{yi}^* = \frac{5}{15} = 0,33 ;$$

$$L_{xs} = \frac{100}{30} = 3,3 ;$$

$$i_x^* = \frac{3,3}{5-1} = 0,83 .$$

Dlatego, że $l_x^* l_y^* = 0,67 \cdot 3 = 2,01 > 1$, to w dalszych obliczeniach wykorzystujemy wartości l_x^* i l_y^* .

$$S_E^{(2)} = n l_x^* l_y^* = 5 \cdot 0,67 \cdot 3 = 10,05 .$$

Dlatego, że $S_E^{(2)} > S_E^{(1)}$ ($10,05 > 6,1$), to za podstawowe środki rażenia uważamy bomby.

3. Określamy wskaźnik rozśrodkowania obiektu dla podstawowego rodzaju LSR.

a. Określamy wielkości n_{xr} , n_{yr} , L_x^* , L_y^* dla bomb:

$$n_{xr} = \min \left\{ 5; \frac{3 \cdot 0,33}{0,83} \right\} = 1,2 \approx 2 ;$$

$$n_{yr} = \min \left\{ 5; \frac{0,67 + 3 \cdot 0,33}{0,83} \right\} = 2 .$$

Z wykresu na rys. 4.10 , według danych wyjściowych n_{xr} , l_x^* , E_{xi}^* , odczytujemy: $L_{xi}^* = 0,1$. Analogicznie dla n_{yr} , l_y^* , E_{yi}^* odczytujemy $L_{yi}^* = 0,15$, a następnie $L_x^* = 3,3 + 0,1 = 3,4$; $L_y^* = 0,15$.

b. Określamy wartość "r":

$$r = \max \left\{ 1; \frac{2,67}{0,67 + 3,4 + 3} \right\} \max \left\{ 1; \frac{13,3}{3 + 0,15 + 3} \right\} = 3,8 \cdot 2,2 = 8,4 \approx 9 .$$

Dlatego, że $r = 9 > 0,5$, $N_c = 0,5 \cdot 18$, to na obiekty należy koniecznie działać tak, jak na obiekt rozśrodkowany, to znaczy dla pierwszego i drugiego rodzaju LSR należy wykonać celowanie i atak przy N uderzeniach lotnictwa, rozśrodkowując je równomiernie na każdy cel elementarny.

W tym wypadku w następnych obliczeniach należy przyjąć: $r = N_c = 18$.

Do oceny skuteczności łącznego stosowania dwóch rodzajów LSR konieczne jest obliczenie prawdopodobieństwa rażenia celu elementarnego oddzielnie dla pierwszego i oddzielnie dla drugiego rodzaju LSR.

4. Określamy $W_1^{(1)}$ - prawdopodobieństwo rażenia celu elementarnego niekierowanymi pociskami raketowymi.

a. Określamy wartości n_{xr} , n_{yr} , l_x^* , l_y^* :

$$n_{xr} = \min \left\{ 64; \frac{3 \cdot 0,6}{0,03} \right\} = 63 ;$$

$$n_{yr} = \min \left\{ 64; \frac{0,31 + 3 \cdot 0,6}{0,03} \right\} = 64 .$$

Według obliczonych $n_{xr} = 63$, $l_x^* = 0,31$, $E_{xi}^* = 0,6$, z wykresu na rys.

4.12 odczytujemy $L_{xi}^x = 1,7$. Analogicznie określamy $L_{yi}^y = 1,7$, a następnie:

$$L_x^x = L_{xs}^x + L_{xi}^x = 1,8 + 1,7 = 3,5 ;$$

$$L_y^y = L_{yi}^y = 1,7 .$$

b. Obliczamy wartość $W_1^{(1)}$:

$$\begin{aligned} W_1^{(1)} &= M_x(0; 0,31+3,5) M_y(0; 0,31+1,7) \times \\ &\times \left[1 - \left(1 - \min \left\{ 1; \frac{0,31}{3,5} \right\} \min \left\{ 1; \frac{0,31}{1,7} \right\} \right)^{64} \right] = \\ &= 0,68 \cdot 0,51 \cdot 0,77 = 0,26 . \end{aligned}$$

5. Obliczamy $W_1^{(2)}$ - prawdopodobieństwo rażenia celu elementarnego bombami OFAB-250 Szn:

$$\begin{aligned} W_1^{(2)} &= M_x(0; 0,67+3,4) M_y(0; 3+0,15) \times \\ &\times \left[1 - \left(1 - \min \left\{ 1; \frac{0,67 \cdot 5}{3,4 \cdot 2} \right\} \min \left\{ 1; \frac{3}{0,15} \right\} \right)^2 \right] = 0,45 . \end{aligned}$$

6. Obliczamy potrzebną ilość samolotów. Rozpoczynamy od prawdopodobieństwa rażenia celu elementarnego podczas stosowania różnych rodzajów LSR:

$$W_1 = 1 - (1 - W_1^{(1)}) (1 - W_1^{(2)}) = 1 - (1 - 0,27) (1 - 0,45) = 0,60 .$$

Z wykresu na rys.4.19 , według danych wyjściowych $W_1 = 0,60$, $v = 0,5$, $r = 18$, odczytujemy $S = \frac{N}{r} = 0,95$. Wówczas: $N = 0,95 \cdot 18 = 17,1 \approx 18$.

Wynik obliczeń: Do wykonania postawionego zadania w danych warunkach konieczne jest wydzielenie 18 samolotów z uzbrojeniem: 2 x UB-32 z 64 raketami S-5 KO i 5 bombami OFAB-250 Szn . Każdy samolot

powinien wykonać atak na swój cel elementarny.

Ocena skuteczności działań lotnictwa na obiekty liniowe liczona
według liczby trafień

Zadania polegające na określaniu koniecznej ilości sił i środków do rażenia obiektu liniowego (wąskiego a długiego) według typu "B" lub "C", sprowadzają się do określania ilości N niezależnych seryjnych bombardowań z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g = 0,8$, zapewniającym trafienie w obiekt nie mniej niż m_t bomb (m_t - potrzebna liczba trafień w płaszczyznę celu przedstawiona w tabelach 10.2 i 10.3 lub na wykresach - rys.6.14 i 6.15).

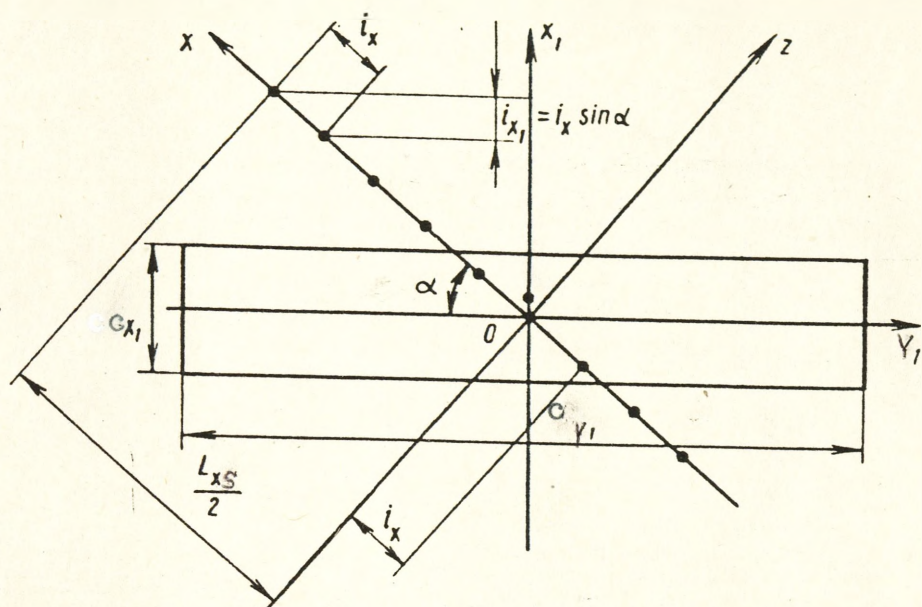
Rozwiązywanie zadań prowadzi się w poniższej kolejności.

Przede wszystkim trzeba obliczyć ilość samolotów N konieczną do zapewnienia nie mniej niż m_t trafień bomb w obiekt liniowy z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g = 0,8$, jeżeli jest wiadome:

- C_{y1} - długość obiektu liniowego [m] - rys.5.6 ,
- C_{x1} - szerokość obiektu liniowego [m],
- n - liczba bomb w serii ,
- i_x - odległość liniowa między bombami w serii ,
- L_{xs} - długość serii [m],
- α - kąt obrazujący kierunek nalotu samolotu na obiekt liniowy [$^\circ$] ,
- E_x, E_y - uchylenie prawdopodobne rozrzutu bomb podczas bombardowania (według donośności - "x" i kierunku - "y") .

Rozwiązywanie zadań wykonujemy zakładając że:

1. Nie uwzględniamy indywidualnego rozrzutu bomb.
2. Projekcja przerw liniowych w serii zrzuconych bomb jest zgodna z kierunkiem nalotu wzdłuż osi x , C_{x1} ($i_{x1} = i_x \cdot \sin \alpha < C_{x1}$) .



Rys.5.6. Schemat elementów ataku lotniczego na obiekt liniowy

Kolejność rozwiązywania zadań:

1. Z tabel 10.2 lub 10.3 odczytujemy wartość m_t - liczbę trafień w obiekt liniowy konieczną do wykonania zadania bojowego.

2. Następnie obliczamy wartości:

a. E_{x_1} - uchylenie prawdopodobne pełnego rozrzutu wzdłuż osi

" x_1 ":

$$E_{x_1} = \sqrt{E_x^2 \sin^2 \alpha + E_y^2 \cos^2 \alpha} ;$$

b. i_{x_1} - rzut (projekcję) liniowej przerwy między bombami w serii wzdłuż osi " x_1 " ;

c. m_n - konieczna ilość pokryć obiektu liniowego seri-ami bomb dla jego rażenia: $m_n = \frac{m_t}{m_1}$ (zawsze ≥ 1) .

3. Obliczamy W_1 - prawdopodobieństwo pokrycia obiektu liniowego serią bomb zrzuconych w jednym ataku :

$$t = \left| \frac{i_x(n+1) - C_{x1}}{2 E_{xi}} \right| ;$$

$$W_1 = \hat{F}(t) .$$

Wartość $W_1 = \hat{F}(t)$ odczytujemy z tabeli funkcji Laplace'a (patrz załącznik 5).

4. Z tabeli 5.1, według danych wyjściowych m_n i W_1 odczytujemy przybliżoną wartość N z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g = 0,8$.

Tabela 5.1

Tabela wartości N

W_1	m_n				
	1	2	3	4	5
0,2	7,2	13,0	19,0	27,0	32,5
0,4	3,2	6,3	9,5	12,5	15,5
0,6	1,7	4,0	6,0	8,0	9,5
0,8	1,0	2,8	4,0	5,5	6,8

Uwaga: Dane w tabeli 5.1 zestawiono obliczając je zgodnie ze wzorem:

$$W_N = P_g = 0,8 = \sum_{m=m_n}^N C_N^m W^m (1-W)^{N-m} .$$

Zaleca się, aby podczas wykonywania N ataków lotnictwa stosować warunki podane w poprzednim punkcie, przestrzegając następujących zasad:

1. Jeżeli $N=1$, to celowanie należy wykonywać w środek obiektu liniowego.

2. Jeżeli $N > 1$ i wielkość $l_{pc} = (6E_y + C_{x1} \cos \alpha) \sin \alpha < C_{y1}/N = C_{y1}^{(N)}$ (l_{pc} - wartość nie mniejsza , którą zaleca się przyjmować jako odstęp między punktami przycelowania), to dla każdego samolotu należy wydzielać odcinek celu o rozmiarach $C_{x1} \cdot C_{y1}^{(N)}$.

3. Jeżeli $N > 1$ i wielkość $l_{pc} > C_{y1}/N = C_{y1}^{(N)}$, to dwa punkty celowania wybieramy od skraju obiektu w odstępnie $\frac{l_{pc}}{2}$ (na kierunku przechodzącym przez środek celu), oddalone równo od siebie.

Jeżeli wartość kąta nalołu na obiekt liniowy i odstęp liniowy między bombami w serii nie są nakazane, to zadanie rozwiązujemy w następującej kolejności:

1. Określamy wartości m_t (z tabeli 10.2 lub 10.3).

2. Wielkości C_{x1} i C_{y1} wyrażamy w uchyleniach prawdopodobnych (wzdłuż osi y - patrz rys.56)

$$C_{x1}^* = C_x/E_y ; \quad C_{y1}^* = C_{y1}/E_y .$$

3. Z tabeli 5.2, według danych wyjściowych C_{x1}^* i C_{y1}^* , odczytujemy wartość α_{min} - minimalny kąt nalołu na obiekt liniowy .

Tabela 5.2

Wartości α_{min} °

C_{y1}^*	C_{x1}				
	2	1,5	1,0	0,5	0
10 ... 20	20	19	18	17	16
21 ... 34	15	14	13	12	11
35 ... 50	10	9	8	7	6
51 ... 90	5	5	5	5	5

Uwaga: Wartości α_{\min} przedstawione w tabeli 5.2 określono za pomocą wzoru:

$$n_{y1}^x = \frac{6 + C_{x1}^x \cos \alpha}{\sin \alpha} \quad .$$

Wartość kąta nalotu na zamek będzie równa $\alpha = \alpha_{\min} + 5^\circ$ (uwzględniając maksymalny możliwy błąd w utrzymaniu kierunku nalotu, który przyjmuje wartość 5°).

4. Obliczamy uchylenie prawdopodobne E_{x1} :

$$E_{x1} = \sqrt{E_x^2 \sin^2 \alpha + E_y^2 \cos^2 \alpha} \quad .$$

5. Określamy i_x - racjonalną liniową przerwę między punktami upadku bomb w serii w warunkach maksymalnie możliwej ilości trafień bomb w obiekt liniowy (przy $N=1$):

$$i_x = \frac{2 \cdot t \cdot E_{x1} + C_{x1}}{(n+1) \sin \alpha}$$

i rzut (projekcję) i_x na oś x_1 :

$$i_{x1} = i_x \sin \alpha \quad .$$

6. Określamy wartości:

a. m_1 - maksymalnie możliwa ilość trafień bomb w cel;

$$m_1 = \frac{C_{x1}}{i_{x1}} \quad ;$$

b. m_n - ilość niezbędnych pokryć obiektu liniowego seriami bomb:

$$m_n = \frac{m_t}{m_1} \quad .$$

7. Z tabeli 5.1 , według danych wyjściowych $W=0,8$ i m_n , odczytujemy przybliżoną wartość N z prawdopodobieństwem $P_g=0,8$.

Przykład 5.10. Określić z prawdopodobieństwem gwarancyjnym $P_g=0,8$ konieczną ilość N samolotów do uszkodzenia drogi startowej lotniska przeciwnika.

Warunki seryjnego bombardowania: szerokość drogi startowej $C_{x1}=45$ m , długość $C_{y1}=2500$ m , liczba bomb FAB-250 podwieszonych na jeden samolot $n=18$, charakterystyka rozrzutu: $E_x=80$ m , $E_y=60$ m.

Rozwiązanie

1. Potrzebna ilość trafień w drogę startową dla wykonania zadania $m_t=8$.

2. Obliczamy wartości C_{x1}^* i C_{y1}^* :

$$C_{x1}^* = \frac{C_{x1}}{E_x} = \frac{45}{80} = 0,56 ;$$

$$C_{y1}^* = \frac{C_{y1}}{E_y} = \frac{2500}{60} = 42 .$$

3. Z tabeli 5.2 , według danych $C_{x1}^*=0,56$, $C_{y1}^*=42$, odczytujemy $\alpha_{\min}=8^\circ$. Przyjmujemy $\alpha = \alpha_{\min} + 5^\circ = 13^\circ$.

4. Obliczamy wartość E_{x1} :

$$E_{x1} = \sqrt{E_x^2 \sin^2 \alpha + E_y^2 \cos^2 \alpha} = \sqrt{80^2 \cdot 0,259^2 + 60^2 \cdot 0,966^2} = 61,5 \text{ m.}$$

5. Określamy wartości i_x i i_{x1} , przyjmując $W=\hat{F}(t)=0,8$ ($t=1,9$) :

$$i_x = \frac{2 \cdot t \cdot E_{x1} + C_{x1}}{(n+1) \sin \alpha} = \frac{2 \cdot 1,9 \cdot 61,5 + 45}{(18+1) \cdot 0,259} = 56,6 \text{ m ;}$$

$$i_{x1} = i_x \sin \alpha = 56,6 \cdot 0,259 = 14,7 .$$

6. Określamy wartości:

$$m_1 = \frac{C_{x1}}{i_{x1}} = \frac{45}{14,7} = 3,1 ;$$

$$m_n = \frac{m_t}{m_1} = \frac{8}{3,1} = 2,6 .$$

7. Z tabeli 5.1 , według danych $W_1=0,8$ i $m_n=2,6$, odczytujemy $N= 3,5 \approx 4$.

Wynik obliczeń: Do wykonania zadania bojowego w warunkach podanych w przykładzie należy wydzielić cztery samoloty.

Oceny skuteczności działań lotnictwa na obiekty liniowe (drogi startowe) można dokonywać według kryterium "oczekiwanej liczby trafień bomb w cel liniowy". Rozwiązywanie zadań tą metodą umożliwia określenie czasu, w którym nie będzie możliwy start i lądowanie samolotów na uszkodzonej drodze startowej albo też liczby samolotów do zablokowania, potrzebnych drogi startowej na określony czas. Obliczeń tych można dokonać z wykresów przedstawionych na rys.6.13 , 6.14 i 5.28 . Danymi wyjściowymi do obliczeń z wykresów będą:

- ogólna ilość i wagomiar bomb zrzucanych z samolotu (grupy);
- szerokość drogi startowej [m];
- uchylenie prawdopodobne pełnego rozrzutu w kierunku E_y (w przybliżeniu można przyjąć uchylenie prawdopodobne rozrzutu grupowego) [m].

Wykresy sporządzone dla przypadku wykonania jednego ataku na drogę startową. Jeżeli droga startowa ma być rażona w dwóch atakach, wówczas obliczenia należy wykonać dwa razy.

Przykład 5.11. Betonowa droga startowa o szerokości 40 m ma być bombaradowana przez dwa samoloty z ładunkiem 10 bomb FAB-250 na każdym z nich. Nalot odbywa się wzdłuż drogi startowej. Uchylenie praw-

dopodobne rozrzutu grupowego w kierunku: $E_{yg}=20$ m. Określić czas zablokowania drogi startowej.

Rozwiązanie: Kolejność określania czasu blokowania przedstawiono na wykresie - rys.6.13 . Według wielkości uchylenia prawdopodobnego $E_{yg}=20$ m i szerokość drogi startowej (DS) - 40 m - określamy pierwszy punkt, po czym zmieniamy kierunek do krzywych określających ogólną ilość bomb zrzuconych na DS (20), a następnie prowadzimy prostą do linii typu i wagomiaru bomb przyjętych w przykładzie i odczytujemy czas zablokowania DS - 13 godzin.

Wynik obliczeń: Dwa samoloty z ładunkiem po 10 bomb FAB-250 na każdym z nich zablokują w przyjętych warunkach DS na 13 godzin. Celowanie powinno być wykonywane w środek drogi startowej.

Podczas określania ilości samolotów niezbędnych do zablokowania DS, danymi wyjściowymi będą:

- czas, na przeciąg którego należy zablokować DS [h] ;
- szerokość DS [m];
- uchylenie prawdopodobne E_y [m];
- liczba bomb zrzuconych z jednego samolotu.

Przykład 5.12. Drogę gruntową o szerokości 40 m mają bombardować samoloty. Na każdym z nich podwieszono sześć bomb FAB-250. Uchylenie prawdopodobne $E_{yg}=20$ m . Kierunek nalotu - wzdłuż DS.

Określić niezbędną ilość samolotów do zablokowania DS na 6 h.

Rozwiązanie: Kolejność określania ilości samolotów przedstawia wykres na rys.6.14. Według uchylenia prawdopodobnego $E_{yg}=20$ m i szerokości DS (40 m) określamy punkt, z którego prowadzimy prostą do przecięcia się z linią określającą ilość bomb potrzebnych do zablokowania DS na 6 h. Według nakazanego czasu zablokowania DS przeprowadzamy linię do określonego typu i wagomiaru bomb, a następnie

prorowadzimy prostą do przecięcia się z linią określającą potrzebną ilość bomb. Punkt przecięcia określi potrzebną ilość bomb, a tym samym i samolotów. W podanym przykładzie sześć bomb zablokuje DS na 6 h.

Wynik obliczeń: Do zablokowania gruntowej DS o szerokości 40 m na 6 h, w warunkach przyjętych w zadaniu, niezbędny jest jeden samolot z ładunkiem sześciu bomb FAB-250. Punktem celowania jest środek drogi startowej.

Z A Ł Ą C Z N I K I

Załącznik 1

CHARAKTERYSTYKA RAŻĄCEGO DZIAŁANIA LŚR TYPOWYCH OBIEKTÓW POLA WALKI

Tabela 1

Obiekt działań	Rodzaj środka rażenia	Zniszczenie			Obezwładnienie			Dezorganizacja		
		S _r (m ²)	l _x l _y (m)	K _o	S _r (m ²)	l _x l _y (m)	K _o	S _r (m ²)	l _x l _y (m)	K _o
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Pluton ogniowy rakiet kierowanych Pershing-1A na stanowisku startowym	FAB-500Szn	2500	40x62	1,4	8000	70x114	1,4	12300	80x153	1,4
	FAB-500M-62	2300	35x66	1,9	6700	50x134	1,9	9500	60x158	1,9
	FAB-500M-54	2000	34x59	1,6	5800	55x106	1,5	9100	70x130	1,5
	OFAB-250-270	1450	28x52	1,8	4700	47x100	1,8	8000	58x138	1,8
	FAB-250M-62	1250	25x50	1,8	4000	45x89	1,8	6300	53x119	1,8
	OFAB-100-120	850	28x39	1,8	3700	41x90	1,9	5800	50x116	1,9
	AO-25-33	260	13x20	1,3	1500	34x44	1,3	2700	44x61	1,3
	AO-10	40	6x8,3	0,8	72	8x9	0,8	90	9x10	0,8
	AO-2,5	25	5x5	1,0	72	8x9	1,0	195	13x15	1,0
	S-24	440	22x20	0,9	2700	41x66	0,9	4500	50x90	0,9
	S-8	80	20x4	0,8	460	20x23	1,0	820	24x34	1,2
	S-5KO, S-5KP	46	20x2,3	0,6	140	20x7	1,0	200	20x10	1,1
	OFZ-23	24	22x1,1	0,5	31	22x1,4	0,6	37	23x1,6	0,6
	BZ-23	20	20x1,0	0,5	26	20x1,3	0,6	30	20x1,5	0,6
	OFZ-30	30	25x1,2	0,5	35	25x1,4	0,6	42	25x1,7	0,6
BR-30	26	22x1,3	0,5	33	22x1,5	0,6	39	23x1,7	0,6	

c.d. Tabela 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Punkt naprowadzania (RLS) plutonu ogniowego PRK Hawk.	FAB-500Szn	1300	28x46	1,5	2600	40x65	1,5	4800	55x88	1,4
	FAB-500M-62	940	27x35	1,1	1900	34x56	1,6	3600	41x88	1,6
	FAB-500M-54	840	19x44	2,0	1700	28x61	1,9	3400	43x79	1,6
	OFAB-250-270	450	14x32	2,0	1250	25x50	1,8	2700	38x71	1,7
	FAB-250M-62	520	18x29	1,5	1080	24x45	1,7	2100	33x64	1,8
	OFAB-100-120	330	12x28	2,1	880	20x44	2,0	1950	32x61	1,8
	AO-25-33	82	11x7,5	1,2	220	12x18	1,2	660	20x33	1,2
	AO-10	12	4x3	0,9	30	6x5	0,9	70	7x10	1,3
	AO-2,5	15	5x3	1,0	30	6x5	1,0	66	6x11	1,0
	AO-1Scz	4	2x2	0,8	7	4x2	0,9	10	5x2	1,0
	S-24	176	11x16	0,9	700	24x29	0,9	1370	29x47	0,9
	S-8	36	7x5	0,8	80	10x8	0,9	220	10x21	1,0
	S-5KO, S-5KP	18	6x3	0,7	42	7x6	0,7	80	7x12	0,8
	OFZ-23	7	3x2,5	0,6	12	4x3	0,7	17	6x3	0,7
	BZ-23	4	2x2	0,6	9	5x2	0,7	12	5x2,5	0,7
OFZ-30	10	5x2	0,6	15	5x3	0,7	25	6x4,2	0,7	
BR-30	12	6x2	0,6	18	6x3	0,7	22	6x3,7	0,7	
Składy broni jądrowej w żelbetonowych podziem- nych schronach.	FAB-500	500	20x25	1,0	-	-	-	-	-	-
	FAB-250	500	20x25	1,0	-	-	-	-	-	-
	S-25-OF	350	16x22	1,0	-	-	-	-	-	-

6830
168
4,2
4,5
10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Samoloty typu: A-10, F-16 w obwałowaniach.	FAB-500Szn	1000	22x45	1,2	1500	25x60	1,2	2000	27x74	1,2
	FAB-500M62	1000	22x45	1,3	1400	25x56	1,3	2100	28x75	1,3
	FAB-500M-54	900	20x45	1,2	1300	23x56	1,2	1800	26x69	1,2
	OFAB-250Szn	900	20x45	1,2	1300	23x56	1,2	1800	26x69	1,2
	OFAB-250-270	900	20x45	1,3	1200	22x55	1,3	1800	25x72	1,3
	FAB-250M-62	800	20x40	1,2	1200	22x55	1,2	1800	25x72	1,2
	OFAB-100-120	600	16x37	1,3	950	18x53	1,3	1500	23x65	1,3
	AO-25-33	280	12x23	1,2	490	14x35	1,2	560	15x37	1,2
	AO-10	42	7x6	0,8	70	10x7	0,8	180	15x12	0,8
	AO-2,5	68	9x7,5	0,9	100	11x9	0,9	220	16x14	0,9
	AO-1Scz	15	5x3	0,8	33	7x4,7	0,8	70	9x8	0,8
	ZAB-500Sz	400	20x20	1,0	600	30x20	1,0	1400	47x30	1,0
	S-24	450	18x25	0,9	700	20x35	0,9	1200	25x48	0,9
	S-8	120	10x12	1,2	240	12x20	1,2	350	14x25	1,2
	S-5K0	63	9x7	1,0	110	10x11	1,1	220	13x17	1,1
	OFZ-23	22	5x4,4	0,8	35	7x5	0,8	63	9x7	0,8
	BZ-23	12	4x3	0,8	16	4x4,5	0,8	40	8x5	0,8
OFZ-30	35	7x5	0,8	56	8x7	0,8	85	10x8,5	0,8	
BR-30	30	6x5	0,8	48	8x6	0,8	75	10x7,5	0,8	
Samoloty typu: A-10, F-16 w żelbetonowych schronach	FAB-500M-62	350	19x19	0,9	-	-	-	-	-	-
	BETAB-500	300	15x20	-	-	-	-	-	-	-
	S-25-OF	360	24x15	0,7	-	-	-	-	-	-
	S-24	300	20x15	0,7	-	-	-	-	-	-

c.d. Tabela 1

		c.d. Tabela 1										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Samoloty typu: F-4, F-15 w obwałowaniach.	FAB-500Szn	1400	25x56	1, 2	1800	25x72	1, 2	2700	33x82	1, 2		
	FAB-500M-62	1400	25x56	1, 3	1650	25x66	1, 3	2900	34x85	1, 3		
	FAB-500M-54	1300	22x57	1, 2	1500	23x65	1, 2	2600	31x85	1, 2		
	OFAB-250-270	1200	22x54	1, 3	1400	22x64	1, 3	2500	31x81	1, 3		
	FAB-250M-62	1100	21x52	1, 2	1300	21x62	1, 2	2400	30x79	1, 2		
	OFAB-100-120	1000	20x50	1, 3	1100	20x50	1, 3	2100	28x74	1, 3		
	AO-25-33	450	16x28	1, 2	650	17x38	1, 2	1160	24x49	1, 2		
	AO-10	50	7x7, 1	0, 8	108	12x9	0, 8	250	18x14	0, 8		
	AO-2, 5	85	10x8, 5	0, 9	120	12x10	0, 9	350	17x21	0, 9		
	AO-1Scz	18	4x4, 5	0, 8	40	8x5	0, 8	80	10x8	0, 8		
	ZAB-500Sz	600	30x20	1, 0	800	33x24	1, 0	1800	50x36	1, 0		
	S-24	750	23x32	0, 8	900	26x35	0, 8	1600	33x49	0, 8		
	S-8	150	10x15	1, 3	400	16x25	1, 3	650	22x29	1, 2		
	S-5KO, S-5KP	80	10x8	1, 0	140	10x14	1, 1	280	14x20	1, 1		
	OFZ-23	30	6x5	0, 8	48	8x6	0, 8	80	10x8	0, 8		
BZ-23	15	5x3	0, 8	20	5x4	0, 8	54	9x6	0, 8			
OFZ-30	54	9x6	0, 8	76	9x8	0, 8	117	14x9	0, 8			
BR-30	45	9x5	0, 8	72	9x8	0, 8	104	13x8	0, 8			
Samoloty typu: F-4, F-15 w żelbetonowych schronach	FAB-500M-62	600	24x25	0, 9	-	-	-	-	-	-		
	OFAB-250-270	450	21x21	1, 0	-	-	-	-	-	-		
	FAB-250M-62	500	22x23	1, 0	-	-	-	-	-	-		
	S-25-OF	400	18x22	1, 0	-	-	-	-	-	-		
	S-24	240	16x16	1, 0	-	-	-	-	-	-		

c.d. Tabela 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Samoloty typu: A-10, F-16 na odkrytym stoisku.	FAB-500Szn	3100	46x67	1,3	4700	57x83	1,3	9500	83x115	1,3
	FAB-500M-62	3000	43x70	1,5	4800	54x89	1,5	9900	83x128	1,4
	FAB-500M-54	2400	38x63	1,5	3700	48x77	1,4	7800	72x108	1,3
	OFAB-250-270	2000	33x60	1,6	3100	42x74	1,6	6900	64x110	1,6
	FAB-250M-62	1550	31x50	1,4	2700	41x66	1,4	5500	59x93	1,4
	OFAB-100-120	1400	29x48	1,3	2500	39x64	1,5	5300	56x95	1,5
	AO-25-33	420	17x25	1,3	730	22x33	1,3	1900	34x56	1,4
	AO-10	42	7x6	1,0	70	10x7	1,0	220	17x13	0,8
	AO-2,5	68	9x6,5	0,9	100	11x9	0,9	360	15x24	0,9
	AO-1Scz	15	5x3	0,9	33	7x5	0,8	70	10x7	0,8
	ZAB-500Sz	730	30x24	1,0	1800	46x39	1,0	5600	85x66	1,0
	S-24	1000	29x35	0,8	1600	36x44	0,8	3300	51x65	0,8
	S-8	120	10x12	1,3	320	14x23	1,4	900	24x37	1,4
	S-5KO, S-5KP	63	9x7	1,0	110	9x12	1,2	220	13x17	1,2
	OFZ-23	22	5x4,4	0,8	35	7x5	0,8	63	9x7	0,8
	BZ-23	12	4x3	0,8	18	4x4,5	0,8	40	8x5	0,8
	OFZ-30	35	7x5	0,8	56	8x7	0,8	85	10x8,5	0,8
BR-30	30	6x5	0,8	48	8x6	0,8	75	10x7,5	0,8	
Czołgi w rejonie ześrodkowania.	PTAB-2,5M	4,5	3x1,5	0,6	6,1	4x2	0,6	9	5x2	0,6
	S-8	8	4x2	0,8	10	5x2	0,8	15	6x2,5	0,8
	S-5KO, S-5KP	5	4x1	0,8	6x4	4x1,6	0,8	10	5x2	0,8
Czołgi w marszu.	PTAB-2,5M	5,7	4x1,5	0,8	8,8	5x2	0,8	10,8	6x1,8	0,8
	S-8	9	4x2,5	0,8	12	6x2	0,8	17,5	7x2,5	0,8
	S-5KO, S-5KP	8,2	5x2	0,8	11	5x2,5	0,8	15	6x2,5	0,8
	BR-30	-	-	-	-	-	-	2,5	2x1,5	0,6

CHARAKTERYSTYKA RAŻĄCEGO DZIAŁANIA IŚR OBIEKTÓW KOMUNIKACYJNYCH

Tabela 2

Nazwa obiektu	Rodzaj środka rażenia	Płaszczyzna rażenia (m ²)	Oczekiwane rezultaty działań
Tory kolejowe, rozjazdy, bocznice, nastawnie, górki rozrządowe.	FAB - 500 FAB - 250 OFAB - 100 S - 25 - OF S - 24	100 70 30 20 10	2 - 3 trafienia w torowisko lub rozjazd dezorganizują przejazd transportów na kilka godzin.
Składy pociągów towarowych.	FAB - 500 FAB - 250 OFAB - 100	330 120 60	Uszkodzenie wagonów, pożary.
Mosty o konstrukcji drewnianej.	FAB - 500 FAB - 250 OFAB - 100 S - 25 - OF S - 24	48 20 16 16 8	1 trafienie uszkodza most. 2 trafienia bombami (rakietami) uszkodzają most.
Przeprawy pontonowe.	FAB - 250 OFAB - 100 S - 25 - OF S - 24	14 10	1 trafienie uszkodza przeprawę. 2 trafienia uszkodzają przeprawę.

ILOŚĆ TRAFIENÍ LŚR POTRZEBNA DO USZKODZENIA DROGI STARTOWEJ

Tabela 3

Rodzaj środka rażenia	Koneczna ilość trafień do uszkodzenia drogi startowej			
	Gruntowa droga startowa	Metalowa droga startowa	Betonowa droga startowa	Autostrada
FAB - 500 M -54, FAB - 500 - 62	3	2	2	-
OFAB - 250 - 270	5	4	-	-
FAB - 250 M -54, FAB - 250 - 62	4	3	-	-
OFAB - 100 - 120	8	5	3	3
BETAB - 500	-	-	3	-
FAB - 250 M -62	-	-	3	-
S - 25 - OF	6	3	-	-
S - 24	8	4	-	-

CHARAKTERYSTYKA RAŻĄCEGO DZIAŁANIA LŚR OBIEKTÓW MORSKICH

Tabela 4

Nazwa obiektu	Rodzaj środka rażenia	Zniszczenie		Obezwładnienie		
		$S_{(M^2)}$	l_x, l_y (m)	$S_{(M^2)}$	l_x, l_y (m)	
		K_o	K_o			
Lotniskowiec atomowy o wyporności 85000-95000	FAB-500	2280	26x88	0,9	34x117	0,9
	FAB-250	-	-	-	27x91	0,9
Lotniskowiec o wyporności 65000-85000	FAB-500	2800	29x96	0,9	39x128	0,9
	FAB-250	-	-	-	28x96	0,9
Okręt desantowy o wyporności 40000	FAB-500	2400	22x109	1,0	34x179	1,0
	FAB-250	1270	15x85	0,9	20x114	0,9
	S-25-OF	1500	18x83	0,7	24x112	0,7
	S-24	1240	16x78	0,7	22x103	0,7
Smigłowcowiec o wyporności 18000-20000	FAB-500	1900	21x90	1,0	29x131	1,0
	FAB-250	1010	15x67	0,8	22x107	0,8
	S-25-OF	1090	17x64	0,7	27x107	0,7
	S-24	870	15x57	0,7	24x90	0,7
Fregata o wyporności 3500-4500	FAB-500	620	11x56	0,8	17x82	0,8
	FAB-250	384	8x48	0,8	12x75	0,8
	S-25-OF	1050	16x66	0,6	23x91	0,6

Załącznik 2

PRZYBLIŻONE WZORY DO OKREŚLANIA PRAWDOPODOBNYCH UCHYLEŃ
INDYWIDUALNEGO ROZLOTU LOTNICZYCH ŚRODKÓW RAŻENIA

Uchylenie prawdopodobne E_{xi} , E_{yi} indywidualnego rozlotu bomb bez urządzeń opóźniających, podczas zrzucania z małych wysokości (do 1000 m), oblicza się za pomocą przybliżonego wzoru:

$$E_{xi} = \frac{E_{xg}}{5} \quad ; \quad E_{yi} = \frac{E_{yg}}{5} ,$$

gdzie: E_{xg} , E_{yg} - normatywne uchylenia prawdopodobne grupowego rozlotu bomb dla danego typu samolotu i celownika.

Dla bomb lotniczych w analogicznych warunkach ($H < 1000$ m) zachodzi:

$$E_{xi} = \frac{E_{xg}}{4} \quad ; \quad E_{yi} = \frac{E_{yg}}{3} .$$

Dla nieuskrzydlnych zasobników zapalających uchylenie prawdopodobne indywidualnego rozlotu wynosi:

$$E_{xi} = \frac{E_{xg}}{2} \quad ; \quad E_{yi} = \frac{E_{yg}}{2} .$$

Dla pocisków artyleryjskich i rakiet niekierowanych uchylenie prawdopodobne E_{xi} , E_{yi} indywidualnego rozlotu oblicza się za pomocą wzoru:

$$E_{xi} = \frac{a_E \cdot D_{sr}}{\sin \lambda} \quad ; \quad E_{yi} = a_E \cdot D_{sr} ,$$

gdzie: D_{sr} - średnia odległość strzelania (odpalania) [m];
 λ - kąt nurkowania [$^{\circ}$].

Dla rakiet typu S-5, S-8 i im podobnych oraz pocisków artyleryjskich wielkość $a_E=0,003$ (3 miliradiany). Dla rakiet typu S-24 i S-25 wielkość $a_E=0,004$ (4 miliradiany). Podczas strzelania ze śmigłowców lecących z prędkością 200 km/h, uchylenia prawdopodobne E_{xi} , E_{yi} indywidualnego rozlotu rakiet typu S-5 na ziemi określa się za pomocą wzorów:

$$E_{xi} = 0,008 \frac{D_{sr}}{\sin \lambda} ; \quad E_{yi} = 0,008 \cdot D_{sr} ,$$

a dla strzelania w reżimie zawisu - według wzorów:

$$E_{xi} = \frac{0,018 \cdot D}{\sin \lambda} ; \quad E_{yi} = 0,018 \cdot D_{sr} .$$

Załącznik 3

METODYKA OBLICZEŃ DŁUGOŚCI ROZŚRODKOWANIA LŚR W KIERUNKU
LOTU SAMOŁOTU PODCZAS STOSOWANIA ICH W LOCIE NURKOWYM

Podczas odpalania rakiet niekierowanych z lotu nurkowego, wielkość L_{xs} można obliczyć za pomocą wzoru:

$$L_{xs} = \frac{g \cdot \text{ctg } |\lambda|}{(K \cdot C_H \cdot V_k)^2} e^{K \cdot C_H \cdot (D - D_k)} (e^{K \cdot C_H \cdot V_c \cdot t_s} - 1) + \\ - \left(\frac{g}{K \cdot C_H \cdot V_k} - P_k \right) V_c \cdot t_s \cdot \text{ctg } |\lambda| ;$$

Natomiast do strzelania w locie nurkowym z nieruchomych działek artyleryjskich - za pomocą wzoru:

$$L_{xs} = \frac{g \cdot \text{ctg } |\lambda|}{(K \cdot C_H \cdot V_{01})^2} e^{K \cdot C_H \cdot D} (e^{K \cdot C_H \cdot V_c \cdot t_s} - 1) - K \cdot C_H \cdot V_c \cdot t_s ,$$

gdzie:

g - przyspieszenie ziemskie ($g = 8,91 \text{ m/s}^2$);

λ - kąt nurkowania samolotu [$^\circ$];

$K = 0,6 \cdot 10^{-3}$;

$C_H = C_1 \cdot H(H_{\acute{s}r})$ - współczynnik balistyczny rakiety lub pocisku
w stosunku do prawa oporu;

$$H(H_{\acute{s}r}) = \frac{20\,000 - H_{\acute{s}r}}{20\,000 + H_{\acute{s}r}} \quad [\text{m}];$$

$$V_k = V_s + V_{\text{dop}};$$

- V_s - prędkość samolotu podczas odpalania lub strzelania [m/s];
- V_{dop} - prędkość rakiety lub pocisku na końcu aktywnego odcinka przy zerowej prędkości początkowej [m/s];
- $V_{01} = V_0 + V_c$ - początkowa prędkość pocisku [m/s];
- D_k - odległość końca aktywnego odcinka [m] :

$$D_k = (V_c + \frac{V_{dop}}{2}) t_k ;$$

- D - odległość początkowa strzelania [m];
- t_k - czas pracy silnika rakiety [s];
- t_s - długotrwałość strzelania lub startu rakiety [s];

$$P_k = \frac{g \cdot t_k}{V_{dop}} \ln (1 + \frac{V_{dop}}{V_c}) .$$

Podczas strzelania z lotu poziomego z nieruchomych działek artyleryjskich, wielkość L_{xs} określa się za pomocą wzoru:

$$L_{xs} = V_c \cdot t_s .$$

Podczas bombardowania z nurkowania wielkość L_{xs} wyliczana jest za pomocą wzoru:

$$L_{xs} = \Delta \eta_B \operatorname{ctg} |\lambda| ,$$

gdzie: $\Delta \eta_B$ - różnica wysokości między pierwszą i ostatnią bombą,
 λ - kąt nurkowania [°],

$$\Delta \eta_B = \Delta \eta_n (1 + \frac{4}{3} K \cdot C_H \cdot D_{sr}^* \cdot \sin |\lambda|) ,$$

gdzie:

- D_{sr}^* - umowna średnia długość nachylona serii:

$$D_{sr}^* = \frac{D_{sr}}{1 + 0,6 K \cdot C_H \cos \lambda} ; K = 0,2886 \cdot 10^{-3};$$

- $\Delta \eta_n$ - różnica wysokości między pierwszą i ostatnią bombą w próżni:

$$\Delta \eta_n = v_o \cdot t_s \cdot \sin |\lambda| - (T_{1n} - T_{2n}) v_o \sin |\lambda|;$$

- $v_o = v_c$ - prędkość początkowa bomby (prędkość samolotu w momencie zrzutu) [m/s];

- t_s - czas trwania serii podczas bombardowania [s];

- C_H - współczynnik balistyczny:

$$C_H = c H (H) ; H(H) = 1 - 9,6 \cdot 10^{-5} H ,$$

gdzie: H - wysokość zrzucania pierwszej bomby [m];

- c - współczynnik balistyczny (określa się na podstawie czasu charakterystycznego Θ [s]). Jeśli $\Theta < 23$ s, to $c = (\Theta - 20,202) / 1,68$;

- D_{sr} - średnia nachylona odległość w próżni [m];

$$D_{sr} = \frac{D_{1n} + D_{2n}}{2} ;$$

- D_{1n}, D_{2n} - odległość nachylona, odpowiednio pierwszej i ostatniej bomby, w próżni [m]:

$$D_{1n} = \sqrt{A_{1n}^2 + H^2} ; \quad D_{2n} = \sqrt{A_{2n}^2 + H_2^2} ;$$

- H_2 - wysokość końca serii (zrzucenia ostatniej bomby w serii) [m] :

$$H_2 = H - v_o \cdot t_s \cdot \sin |\lambda|;$$

- A_{1n} , A_{2n} - donośność, odpowiednio pierwszej i ostatniej bomby, w próżni [m]:

$$A_{1n} = v_0 T_{1n} \cos \lambda \quad ; \quad A_{2n} = v_0 T_{2n} \cos \lambda \quad ;$$

- T_{1n} , T_{2n} - czas przemieszczania się, odpowiednio pierwszej i ostatniej bomby, w próżni [s]:

$$T_{1n} = \frac{\sqrt{(v_0 \sin |\lambda|)^2 + 2 H g} - v_0 \sin |\lambda|}{g} ,$$

$$T_{2n} = \frac{\sqrt{(v_0 \sin |\lambda|)^2 + 2 H_2 g} - v_0 \sin |\lambda|}{g} .$$

wartości funkcji $W_N = 1 - \sqrt[1-W_1]{N}$; $M_N = 1 - \sqrt[1-M_1]{N}$

W ₁	N								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010
0,002	4	6	8	0,010	0,012	0,014	0,016	0,018	0,020
0,003	6	9	0,012	15	18	21	24	27	30
0,004	8	0,012	16	20	24	28	32	36	39
0,005	0,010	15	20	25	30	34	39	44	49
0,006	12	18	24	30	34	41	47	53	58
0,007	14	21	28	34	41	48	55	61	68
0,008	16	24	32	39	47	55	62	70	77
0,009	18	27	36	44	53	61	70	78	86
0,01	20	30	39	49	58	68	77	86	96
0,02	40	59	78	96	0,114	0,132	0,149	0,166	0,183
0,03	59	87	0,115	0,141	167	192	216	240	263
0,04	78	0,115	151	185	217	249	279	307	335
0,05	97	143	185	226	265	302	337	370	401
0,06	0,116	169	219	266	310	352	390	427	461
0,07	135	196	252	304	353	398	440	480	516
0,08	154	221	284	341	394	442	486	528	566
0,09	172	246	314	376	432	483	530	572	611
0,10	190	271	344	410	469	522	570	613	651
0,11	208	295	373	442	503	558	606	650	688
0,12	226	319	400	472	536	591	640	684	722
0,13	243	342	427	502	566	623	672	714	752
0,14	260	364	453	530	596	652	701	743	779
0,15	278	386	478	556	623	679	728	769	803
0,16	295	407	502	582	649	705	752	792	825
0,17	311	428	525	606	673	729	775	813	845
0,18	328	449	548	629	696	751	796	832	863
0,19	344	469	570	651	718	771	815	850	879
0,20	360	488	590	672	738	790	832	866	893
0,21	376	507	610	692	757	808	848	880	905
0,22	392	525	630	711	775	824	863	893	917
0,23	407	543	648	729	792	840	876	905	927
0,24	422	561	666	746	807	854	889	915	936

W ₁	N								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,25	438	578	684	763	822	867	900	925	944
0,26	453	595	700	778	836	878	910	933	951
0,27	467	611	716	793	849	890	919	941	957
0,28	482	627	731	807	861	900	928	948	963
0,29	496	642	746	820	872	909	935	954	968
0,30	510	657	760	832	882	918	942	960	972
0,31	524	671	773	844	893	926	949	965	976
0,32	538	686	786	855	901	933	954	969	979
0,33	551	699	798	865	910	939	959	973	982
0,34	564	712	810	875	917	945	964	976	984
0,35	578	725	821	884	925	951	968	979	986
0,36	591	738	832	893	931	956	972	982	988
0,37	603	750	842	901	937	961	975	985	990
0,38	616	762	852	908	943	965	978	986	992
0,39	628	773	862	916	948	969	981	988	993
0,40	0,640	0,784	0,870	0,922	0,953	0,972	0,982	0,990	0,994
0,41	652	795	879	929	958	975	985	991	995
0,42	664	805	887	934	962	978	987	993	996
0,43	675	815	894	940	966	980	989	994	997
0,44	686	824	902	945	969	983	990	995	998
0,45	697	834	908	950	972	985	992	995	997
0,46	708	843	915	954	975	987	993	996	998
0,47	719	851	921	958	978	988	994	997	998
0,48	730	859	927	962	980	990	995	997	999
0,49	740	867	932	966	982	991	995	998	999
0,50	750	875	938	969	984	992	996	998	0,999
0,52	770	889	947	975	988	994	997	999	1,000
0,54	788	903	955	979	991	996	998	999	
0,56	806	915	963	984	993	997	999	0,999	
0,58	824	926	969	987	995	998	999	1,000	
0,60	840	936	974	990	996	998	0,999		
0,62	856	945	979	992	997	999	1,000		
0,64	870	953	983	994	998	999			
0,66	884	961	987	995	998	0,999			
0,68	898	967	990	997	999	1,000			
0,70	910	973	992	998	0,999				
0,72	922	978	994	998	1,000				

W ₁	N								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,74	932	982	995	999					
0,76	942	986	997	999					
0,78	952	989	998	0,999					
0,80	960	992	998	1,000					
0,82	968	994	999						
0,84	974	996	0,999						
0,86	980	997	1,000						
0,90	990	0,999	1,000						
0,95	0,998	1,000							
1,00	1,000								

W ₁	N									
	12	14	16	18	20	25	30	35	40	45
0,001	0,012	0,014	0,016	0,018	0,020	0,025	0,030	0,034	0,039	0,044
0,002	024	028	032	036	040	049	059	068	077	086
0,003	35	41	47	53	58	72	86	0,100	0,113	0,127
0,004	47	55	62	70	77	96	0,114	131	148	165
0,005	58	68	77	86	95	0,118	140	161	182	202
0,006	70	81	92	0,103	0,114	140	166	190	214	238
0,007	81	94	0,106	119	131	161	190	218	245	271
0,008	92	0,106	120	134	148	182	214	245	274	303
0,009	0,103	119	134	150	165	202	238	271	304	334
0,01	0,114	0,131	0,148	0,165	0,182	0,222	0,260	0,296	0,331	0,364
0,02	215	246	276	305	332	397	455	507	554	597
0,03	306	347	386	422	456	533	599	656	704	746
0,04	387	435	480	520	558	640	706	760	804	841
0,05	460	512	560	603	642	723	785	834	871	901
0,06	524	579	628	672	710	787	844	885	916	938
0,07	581	638	687	729	766	837	887	921	945	962
0,08	632	689	737	777	811	876	918	946	964	977
0,09	678	733	779	817	848	905	941	963	977	986
0,10	718	771	815	850	878	928	958	975	985	991
0,11	753	804	845	877	903	946	970	983	991	995
0,12	784	833	871	900	922	959	978	989	994	997
0,13	812	858	892	918	938	969	985	992	996	998

W ₁	N									
	12	14	16	18	20	25	30	35	40	45
0,14	0,836	0,879	0,910	0,934	0,951	0,977	0,989	0,995	0,998	0,999
0,15	858	897	926	946	961	983	992	997	998	0,999
0,16	877	913	939	957	969	987	995	998	999	1,000
0,17	893	926	949	966	976	991	996	999	0,999	
0,18	908	938	958	972	981	993	997	999	1,000	
0,19	920	948	966	977	985	995	998	0,999		
0,20	931	956	972	982	988	996	999	1,000		
0,21	941	963	977	986	991	997	999			
0,22	949	969	982	989	993	998	0,999			
0,23	957	974	985	991	995	999	1,000			
0,24	963	979	988	993	996	999				
0,25	968	982	990	994	997	999				
0,26	973	985	992	996	998	0,999				
0,27	977	988	994	997	998	1,000				
0,28	981	990	995	997	999					
0,29	984	992	996	998	999					
0,30	986	993	997	998	999					
0,31	988	994	997	999	0,999					
0,32	990	995	998	999	1,000					
0,33	992	996	998	999						
0,34	993	997	999	999						
0,35	994	998	999	1,000						
0,36	995	998	999							
0,37	996	998	999							
0,38	997	999	1,000							
0,39	997	999								
0,40	998	999								
0,41	998	999								
0,42	999	1,000								
0,43	999									
0,44	999									
0,45	999									
0,46	999									
0,47	1,000									

W ₁	N								
	50	55	60	65	70	75	80	85	90
0,001	0,0488	0,535	0,0583	0,0630	0,0676	0,0723	0,0769	0,0815	0,0861
0,002	953	0,104	0,113	0,122	0,131	0,139	0,148	0,156	0,165
0,003	1,139	152	165	177	190	202	214	225	237
0,004	182	198	214	229	245	260	274	289	303
0,005	222	241	260	278	296	313	330	347	363
0,006	260	282	303	324	344	363	382	400	418
0,007	296	320	344	367	388	410	430	450	469
0,008	331	357	382	407	430	453	474	495	515
0,009	364	392	419	444	469	492	515	536	557
0,01	395	425	453	480	505	529	552	574	595
0,02	636	671	702	731	557	780	801	820	838
0,03	782	813	839	862	881	898	913	925	936
0,04	870	894	914	930	943	953	962	969	975
0,05	923	940	954	964	972	979	983	987	990
0,06	955	967	976	982	987	990	993	995	996
0,07	973	982	987	991	994	996	997	998	999
0,08	985	990	993	996	997	998	999	0,999	0,999
0,09	991	994	997	998	999	0,999	0,999	1,0	
0,10	995	997	998	999	0,999	1,0			
0,11	997	998	0,999	0,999	1,0				
0,12	998	0,999	1,0						
0,13	999	1,0							
0,14	0,999	1,0							
0,15	1,0								

W ₁	N								
	95	100	105	110	115	120	125	130	135
0,001	0,0907	0,0952	0,0997	0,104	0,109	0,113	0,118	0,122	0,126
0,002	0,173	0,181	0,190	198	206	214	221	229	237
0,003	248	260	271	281	292	303	313	323	333
0,004	317	330	344	357	369	382	394	406	418
0,005	379	394	409	424	438	452	466	479	492
0,006	435	452	468	484	499	514	529	543	556
0,007	487	505	522	538	554	570	584	599	613
0,008	534	552	570	587	603	619	634	648	662

W ₁	N								
	95	100	105	110	115	120	125	130	135
0,009	0,576	0,595	0,613	0,630	0,646	0,662	0,677	0,691	0,705
0,01	615	634	652	669	685	701	715	729	743
0,02	853	867	880	892	902	911	920	928	935
0,03	945	952	959	965	970	974	978	981	984
0,04	979	983	986	989	991	993	994	995	996
0,05	992	994	995	996	997	998	0,998	0,999	0,999
0,06	997	998	0,998	0,999	0,999	0,999	1,0		
0,07	0,999	0,999	1,0						
0,08	1,0								

W ₁	N							
	140	145	150	160	170	180	190	200
0,001	0,131	0,135	0,139	0,148	0,156	0,165	0,173	0,181
0,002	244	252	259	274	288	303	316	330
0,003	343	353	363	382	400	418	435	452
0,004	429	441	452	473	494	514	533	551
0,005	504	517	529	552	573	594	614	633
0,006	569	582	595	618	641	662	681	700
0,007	626	639	651	675	697	718	737	755
0,008	675	686	700	723	745	764	783	799
0,009	718	730	742	765	785	804	821	836
0,01	755	767	779	800	819	836	852	866
0,02	941	947	952	961	968	974	987	982
0,03	986	988	990	992	994	996	0,997	0,998
0,04	997	997	0,998	0,999	0,999	0,999	1,0	
0,05	0,999	0,999	1,0					

wartości funkcji Laplace'a

$$\hat{F}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{px} e^{-t^2} dt$$

x	$\hat{F}(x)$	Δ	x	$\hat{F}(x)$	Δ	x	$\hat{F}(x)$	Δ
0,00	0,0000	54	0,33	0,1761	53	0,66	0,3438	49
0,01	0,0054	54	0,34	0,1814	52	0,67	0,3487	48
0,02	0,0108	53	0,35	0,1866	52	0,68	0,3535	49
0,03	0,0161	54	0,36	0,1918	53	0,69	0,3584	48
0,04	0,0215	54	0,37	0,1971	52	0,70	0,3632	48
0,05	0,0269	54	0,38	0,1971	52	0,71	0,3680	48
0,06	0,0323	54	0,39	0,2075	52	0,72	0,3728	48
0,07	0,0377	53	0,40	0,2127	52	0,73	0,3776	47
0,08	0,0430	54	0,41	0,2179	51	0,74	0,3823	47
0,09	0,0484	54	0,42	0,2230	52	0,75	0,3870	48
0,10	0,0538	53	0,43	0,2282	52	0,76	0,3918	47
0,11	0,0591	54	0,44	0,2334	51	0,77	0,3965	47
0,12	0,0645	54	0,45	0,2385	51	0,78	0,4012	47
0,13	0,0699	53	0,46	0,2436	52	0,79	0,4059	46
0,14	0,0752	54	0,47	0,2488	51	0,80	0,4105	47
0,15	0,0806	53	0,48	0,2539	51	0,81	0,4152	46
0,16	0,0859	54	0,49	0,2590	51	0,82	0,4198	46
0,17	0,0913	53	0,50	0,2641	51	0,83	0,4244	46
0,18	0,0966	54	0,51	0,2692	50	0,84	0,4290	46
0,19	0,1020	53	0,52	0,2742	51	0,85	0,4336	45
0,20	0,1073	53	0,53	0,2793	50	0,86	0,4381	46
0,21	0,1126	54	0,54	0,2843	50	0,87	0,4427	45
0,22	0,1180	53	0,55	0,2893	51	0,88	0,4472	45
0,23	0,1233	53	0,56	0,2944	50	0,89	0,4517	45
0,24	0,1286	53	0,57	0,2994	50	0,90	0,4562	44
0,25	0,1339	53	0,58	0,3044	49	0,91	0,4606	45
0,26	0,1392	53	0,59	0,3093	50	0,92	0,4651	44
0,27	0,1445	53	0,60	0,3143	49	0,93	0,4695	44
0,28	0,1498	53	0,61	0,3192	50	0,94	0,4739	44
0,29	0,1551	53	0,62	0,3242	49	0,95	0,4783	44
0,30	0,1604	52	0,63	0,3291	49	0,96	0,4827	43
0,31	0,1656	53	0,64	0,3340	49	0,97	0,4870	44
0,32	0,1709	52	0,65	0,3389	49	0,98	0,4914	43

x	$\hat{F}(x)$	Δ	x	$\hat{F}(x)$	Δ	x	$\hat{F}(x)$	Δ
0,99	0,4957	43	1,37	0,6445	35	1,75	0,7621	27
1,00	0,5000	43	1,38	0,6480	35	1,76	0,7648	27
1,01	0,5043	42	1,39	0,6515	35	1,77	0,7675	26
1,02	0,5085	43	1,40	0,6550	34	1,78	0,7701	26
1,03	0,5128	42	1,41	0,6584	34	1,79	0,7727	26
1,04	0,5170	42	1,42	0,6618	34	1,80	0,7753	26
1,05	0,5212	42	1,43	0,6652	34	1,81	0,7779	25
1,06	0,5254	41	1,44	0,6686	34	1,82	0,7804	25
1,07	0,5295	42	1,45	0,6712	34	1,83	0,7829	25
1,08	0,5337	41	1,46	0,6753	33	1,84	0,7854	25
1,09	0,5378	41	1,47	0,6786	33	1,85	0,7879	25
1,10	0,5419	41	1,48	0,6819	32	1,86	0,7904	24
1,11	0,5460	40	1,49	0,6851	32	1,87	0,7928	24
1,12	0,5500	40	1,50	0,6883	32	1,88	0,7952	24
1,13	0,5540	40	1,51	0,6915	32	1,89	0,7976	24
1,14	0,5580	40	1,52	0,6947	32	1,90	0,8000	24
1,15	0,5620	40	1,53	0,6979	32	1,91	0,8024	23
1,16	0,5660	40	1,54	0,7011	31	1,92	0,8047	23
1,17	0,5700	39	1,55	0,7042	31	1,93	0,8070	23
1,18	0,5739	39	1,56	0,7073	31	1,94	0,8093	23
1,19	0,5778	39	1,57	0,7104	30	1,95	0,8116	22
1,20	0,5817	39	1,58	0,7134	31	1,96	0,8138	23
1,21	0,5856	38	1,59	0,7165	30	1,97	0,8161	22
1,22	0,5894	38	1,60	0,7195	30	1,98	0,8183	22
1,23	0,5932	38	1,61	0,7225	30	1,99	0,8205	22
1,24	0,5970	38	1,62	0,7255	29	2,00	0,8227	21
1,25	0,6008	38	1,63	0,7284	29	2,01	0,8248	21
1,26	0,6046	37	1,64	0,7313	29	2,02	0,8269	22
1,27	0,6083	37	1,65	0,7342	29	2,03	0,8291	21
1,28	0,6120	37	1,66	0,7371	29	2,04	0,8312	20
1,29	0,6157	37	1,67	0,7400	29	2,05	0,8332	21
1,30	0,6194	37	1,68	0,7429	28	2,06	0,8353	20
1,31	0,6231	36	1,69	0,7457	28	2,07	0,8373	21
1,32	0,6267	36	1,70	0,7485	27	2,08	0,8394	20
1,33	0,6303	36	1,71	0,7512	28	2,09	0,8414	20
1,34	0,6339	36	1,72	0,7540	27	2,10	0,8434	20
1,35	0,6375	36	1,73	0,7567	27	2,11	0,8453	20
1,36	0,6410	35	1,74	0,7594	27	2,12	0,8473	19

x	$\hat{F}(x)$	Δ	x	$\hat{F}(x)$	Δ	x	$\hat{F}(x)$	Δ
2,13	0,8492	19	2,52	0,9108	13	2,91	0,9503	8
2,14	0,8511	19	2,53	0,9121	12	2,92	0,9511	8
2,15	0,8530	19	2,54	0,9133	13	2,93	0,9519	7
2,16	0,8549	18	2,55	0,9146	12	2,94	0,9526	8
2,17	0,8567	18	2,56	0,9158	12	2,95	0,9534	7
2,18	0,8585	19	2,57	0,9170	12	2,96	0,9541	7
2,19	0,8604	18	2,58	0,9182	11	2,97	0,9548	8
2,20	0,8622	17	2,59	0,9193	12	2,98	0,9556	7
2,21	0,8639	18	2,60	0,9105	12	2,99	0,9563	7
2,22	0,8657	18	2,61	0,9217	11	3,00	0,9570	7
2,23	0,8675	17	2,62	0,9228	11	3,01	0,9577	7
2,24	0,8692	17	2,63	0,9239	11	3,02	0,9584	6
2,25	0,8709	16	2,64	0,9250	11	3,03	0,9590	7
2,26	0,8725	17	2,65	0,9261	11	3,04	0,9597	6
2,27	0,8742	17	2,66	0,9272	11	3,05	0,9603	7
2,28	0,8759	17	2,67	0,9283	10	3,06	0,9610	6
2,29	0,8776	16	2,68	0,9293	11	2,07	0,9616	6
2,30	0,8792	16	2,69	0,9304	10	3,08	0,9622	7
2,31	0,8808	16	2,70	0,9314	10	3,09	0,9629	6
2,32	0,8824	16	2,71	0,9324	10	3,10	0,9635	6
2,33	0,8840	15	2,72	0,9334	10	3,11	0,9641	6
2,34	0,8855	16	2,73	0,9344	10	3,12	0,9647	5
2,35	0,8871	15	2,74	0,9354	10	3,13	0,9652	6
2,36	0,8886	15	2,75	0,9364	9	3,14	0,9658	6
2,37	0,8901	15	2,76	0,9373	10	3,15	0,9664	5
2,38	0,8916	14	2,77	0,9383	9	3,16	0,9669	6
2,39	0,8930	15	2,78	0,9392	9	3,17	0,9675	5
2,40	0,8945	15	2,79	0,9401	9	3,18	0,9680	6
2,41	0,8960	14	2,80	0,9410	9	3,19	0,9686	5
2,42	0,8974	14	2,81	0,9419	9	3,20	0,9691	5
2,43	0,8988	14	2,82	0,9428	9	3,21	0,9696	5
2,45	0,9016	13	2,83	0,9437	9	3,22	0,9701	5
2,46	0,9029	14	2,85	0,9454	9	3,23	0,9706	5
2,47	0,9043	13	2,86	0,9463	8	3,25	0,9716	5
2,48	0,9056	13	2,87	0,9471	8	3,26	0,9721	5
2,49	0,9069	13	2,88	0,9479	8	3,27	0,9726	5
2,50	0,9082	13	2,89	0,9487	8	3,28	0,9731	4
2,51	0,9095	13	2,90	0,9495	8	3,29	0,9735	5

x	$\hat{F}(x)$	Δ	x	$\hat{F}(x)$	Δ	x	$\hat{F}(x)$	Δ
3,30	0,9740	4	3,40	0,9782	36	4,40	0,9970	6
3,31	0,9744	5	3,50	0,9818	30	4,50	0,9976	5
3,32	0,9749	4	3,60	0,9848	26	4,60	0,9981	4
3,33	0,9753	4	3,70	0,9874	22	4,70	0,9985	3
3,34	0,9757	4	3,80	0,9896	19	4,80	0,9988	3
3,35	0,9761	5	3,90	0,9915	15	4,90	0,9991	2
3,36	0,9766	4	4,00	0,9930	13	5,00	0,9993	1
3,37	0,9770	4	4,10	0,9943	11	5,10	0,9994	2
3,38	0,9774	4	4,20	0,9954	9	5,20	0,9996	1
3,39	0,9778	4	4,30	0,9963	7	5,30	0,9997	0
						5,40	0,9997	0

L I T E R A T U R A

=====

1. Rukowódstwo po bojowomu primienieniju awiacjonnych sriedstw porażenia naziemnych / morskih / obiektów.
 - Czast I - Awiacjonnyje nieuprawljajemyje sriedstwa porażenija. Izd.N11/025505r-R85"A".
 - Czast II- Awiacjonnyje uprawljajemyje sriedstwa porażenija. Izd.N11/0025688r-R85"A".
 - Czast III- Rasczjoty effjektivnosti bojowego primjenjenija awiacjonnych srjedstw porażenija. Izd.N11/026255r-T86.
2. Rjekomjendacjii po primienieniju awiacionnych bomb i zażigatielnyh bakow. Izd.N 11/013289r-R8
3. Bombardowanie- Podręcznik.DWL LOT.2208/82 Poznań 1985
4. Normy ocen i metodyka oceniania lotów trasowych , bombardowan i desantowań.
DWL Lot.2090/81 Poznań 1981
5. Zastosowanie bojowe raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów .
 - Podręcznik Część I DWL Lot. 1172/68
 - Podręcznik Część II DWL Lot. 1173/68
6. Strzelanie do celów naziemnych i bombardowanie z samolotów MiG-21 pl , miG-21 r-13 , MiG -19
Podręcznik DWL Lot 901/66
7. Wozdusznaja strielba -Ministierstwo Oborony SSSR.
Izd.Nr7/4815 DSP
8. Instrukcja służby strzelania powietrznego lotnictwa sił zbrojnych PRL MON Lot.1791/77

Wydrukowano w 1 egz.

Egz.nr 1 Biblioteka Tajna

Wyk.kpt. Andrzej GRZELKA

Druk A.G.dnia 7.12.1988

Nr.ks.masz.PF277/WL

407

33

74

