R G B WH GR BL Grey Scale #13 C M Y K
DANES-PICTA.COM
A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

Inches Centimetres
Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black
Colour Chart #13
DANES-PICTA.COM

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. gen. broni K. Świerczewskiego

FAKULTET WOJSK LOTNICZYCH
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

[redacted]

Egz. Nr [redacted]

mjr SIEDLECKI

TAKTYCZNE I OPERACYJNE OBLICZENIA BOMBARDIERSKIE

Biblioteka Szkoleniowa Nr 1
Nr C0513
Wydz. Wyd. gen. broni K. Świerczewskiego

[redacted]

REMBERTÓW WRZESIEŃ 1956

ARCHIWUM
BIBLIOTEKI SZKOLENIOWEJ
AKADEMII SZTABU GENERALNEGO
im. gen. broni K. Świerczewskiego
31297

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. gen. broni K. Świerczewskiego

FAKULTET WOJSK LOTNICZYCH
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

[redacted]

Egz. Nr [redacted]

mjr SIEDLECKI

TAKTYCZNE I OPERACYJNE OBLICZENIA BOMBARDIERSKIE

Biblioteka Szkoleniowa Nr 1
Nr C6513
AWL im. gen. broni K. Świerczewskiego

[redacted]

REMBERTÓW WRZESIEŃ 1956

ARCHIWUM
BIBLIOTEKI SZKOLENIOWEJ
AKADEMII SZTABU GENERALNEGO
31297

A K A D E M I A S Z T A B U G E N E R A L N E G O
Im. Gen. broni K. Świerczewskiego

FAKULTET WOJSK LOTNICZYCH
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPEC.

Przekł. prot. 12357. [redacted] Egz. Nr. 29

"ZATWIERDZAM"
KOMENDANT
FAKULTETU WOJSK LOTNICZYCH
[illegible]
WICEDYREKTOR ds. pol.

Dnia [illegible] sierpnia 1956 r.

ZARYS SZKOLENIA

TAKTYCZNE I OPERACYJNE OBLICZENIA BOMBARDIERSKIE

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. Gen. broni K. Świerczewskiego
BIBLIOTEKA GŁÓWNA
II 012498

ARCHIWUM
BIBLIOTEKI SZKOLNIOWEJ
AKADEMII SZTABU GENERALNEGO
im. gen. broni K. Świerczewskiego
31297

S P I S T R E S C I

strona

W S T E P. 4

Rozdział I. CEL I TREŚĆ OBLICZEŃ BOMBARDIERSKICH..... 7

Rozdział II. TAKTYCZNE OBLICZENIA BOMBARDIERSKIE..... 9

1. STUDIOWANIE OBIEKTU DZIAŁAŃ..... 12

a/ Charakter, odporność i żywotność celu..... 14

b/ Wymiary i kształt celów bombardierskich... 17

c/ Wrażliwe miejsca celu 23

d/ Sposób i maskowania i położenie celu..... 24

e/ Kontrastowość radiolokacyjna celu..... 25

f/ Siły i środki OPLot celu..... 26

g/ Charakterystyka typowych celów bombardierskich 28

2. WYBÓR ŚRODKÓW RAŻENIA..... 44

a/ Czynniki warunkujące wybór środków rażenia 44

b/ Określenie taktycznej normy rażenia..... 48

c/ Określenie koniecznej ilości trafień..... 52

3. ROZRZUT I PRAWDOPODOBIEŃSTWO TRAFIENIA..... 58

a/ Istota, rodzaje i prawa rozrzutu..... 58

b/ Teoria prawdopodobieństwa i jej zastosowania w obliczeniach bombardierskich..... 67

c/ Uchylenie prawdopodobne..... 69

d/ Twierdzenie sumy i iloczynu prawdopodobieństw..... 73

e/ Określenie prawdopodobieństwa trafienia... 75

f/ Tabele bombardierskie 81

4. OBLICZENIE KONIECZNEJ ILOŚCI SAMOLOTÓW I OCZEKIWANEGO REZULTATU DZIAŁAŃ..... 88

5. WYBÓR WARUNKÓW, SPOSOBÓW I METOD BOMBARDOWANIA 92

a/ Czynniki wpływające na wybór warunków bombardowania 92

b/ Czynniki wpływające na wybór sposobów i metod bombardowania..... 94

Strona

a/ Czynniki warunkujące wybór kierunku nalotu..... 95

6. WYBÓR POCZĄTKU DROGI BOJOWEJ PDB I OKREŚLENIE UGRUPOWANIA BOJOWEGO NAD CELEM..... 99

7. CECHY SZCZEGÓLNE TAKTYCZNYCH OBLICZEŃ BOMBARDIERSKICH PRZY UŻYCIU BOMB MAŁEGO WAGOMIARU Z KASET LUB KOMÓR BOMBOWYCH 101

a/ Charakter rozrzutu bomb z kaset lub komór bombowych..... 102

b/ Współczynnik wykorzystania kasety /komory/ bombowej..... 105

c/ Określanie koniecznej ilości trafień przy stosowaniu bomb z kaset /komór/ bombowych..... 109

d/ Określenie obliczeniowych wymiarów celu przy stosowaniu bomb z kaset /komór/bombowych i koniecznej ilości samolotów..... 114

8. OBLICZENIA BOMBARDIERSKIE NA MINOWANIE OBIEKTU BOMBAMI Z ZAPALNIKAMI DŁUGOTRWAŁEGO OPÓŹNIENIA..... 121

9. CECHY SZCZEGÓLNE OBLICZEŃ BOMBARDIERSKICH PRZY DZIAŁANIU NA OKRĘTY..... 126

Rozdział III. OPERACYJNE OBLICZENIA BOMBARDIERSKIE..... 130

1. Pojęcie o operacyjnej gęstości rażenia 132

2. Metodyka wykonania obliczeń wg. operacyjnej gęstości rażenia..... 138

3. Metodyka wykonania obliczeń wg. operacyjnych norm rażenia..... 142

Rozdział IV. TECZKA CELÓW..... 144

W S T E P.

Współczesny rozwój lotnictwa stwarza coraz lepsze i wygodniejsze warunki użycia jego do działań bojowych. Wyposażenie nowoczesnych samolotów bombowych i ich możliwości taktyczno-techniczne zapewniają wykonywanie silnych, skutecznych uderzeń bombowych na różne obiekty, bez względu na ich odległość od lotniska lotnictwa bombowego, w różnych warunkach i w różnych porach roku i doby.

Wraz z rozwojem lotnictwa nieprzerwanie doskonalą się środki obrony przeciwlotniczej, jak lotnictwo myśliwskie, artyleria przeciwlotnicza, pociski rakietowe itp. Współczesne środki obrony przeciwlotniczej mogą znacznie utrudnić działania bojowe lotnictwa bombowego i szturmowego.
W tych warunkach nabiera szczególną rolę i znaczenie zagadnienie prawidłowego wykorzystania lotnictwa bombowego, racjonalnego planowania i prawidłowej organizacji jego działań bojowych. Zagadnienia te można rozwiązać przy pomocy obliczeń bombardierskich.
Obliczeniami bombardierskimi nazywają się te obliczenia, przy pomocy których określa się ilość sił i środków, koniecznych dla wykonania zadania bojowego przez uderzenia bombowe.

Obliczenia bombardierskie są podstawą dla planowania działań bojowych lotnictwa bombowego i szturmowego. Pozwalają one z jednej strony zabezpieczać prawidłowe postawienie zadania bojowego oddziałom i związkom taktycznym lotnictwa bombowego i szturmowego, z drugiej strony wskazują, przy jakich warunkach, jakimi sposobami i metodami bombardowania można wykonać postawione zadanie, przy użyciu minimalnej ilości sił i środków z największym skutkiem.

W związku z tym, każdy dowódca lotniczy, oficer sztabu winien znać metodykę wykonywania obliczeń bombardierskich.

Bezpośrednimi wykonawcami obliczeń bombardierskich jest kierowniczy personel nawigatorski oddziałów i związków taktycznych lotnictwa bombowego i szturmowego i na nich spoczywa obowiązek dokładnej znajomości wykonywania obliczeń bombardierskich.

Nawigator oddziału lub lotniczego związku taktycznego jest pomocnikiem dowódcy w sprawach nawigatorskich, a więc z prowadzenia samolotu bombardowania i meteorologii.

W jakim stopniu będzie on spełniał swoją rolę, jak będzie pomagał dowódcy w dowodzeniu i w przyjmowaniu jedynie słusznej decyzji, decydują następujące czynniki:

1. Wyszkolenie fachowe i taktyczne nawigatora, jego wysoki poziom moralny i ideologiczny.
2. Znajomość swoich obowiązków, ścisłe ich przestrzeganie przez nawigatora.
3. Znajomość roli i miejsca nawigatora przez jego dowódcę.
4. Pełne zaufanie dowódcy w słuszność i pewność danych, składanych przez nawigatora - co może być osiągnięte przez szybkie i nieomylne wykonywanie wszelkich obliczeń nawigatorskich, znajomość sytuacji taktycznej i nawigacyjnej, oraz wysoki poziom wyszkolenia fachowego i taktycznego.

W warunkach bojowych nawigator będzie musiał na żądanie dowódcy przedstawić mu wszelkie wyniki obliczeń, wnioski, propozycje w celu jak najlepszego wykonania zadania bojowego. Wyniki obliczeń nawigatorskich, wnioski wypływające z analizy sytuacji taktycznej i nawigacyjnej będzie nawigator przedstawiał dowódcy w swoim t.zw. referacie-meldunku.

Referat-meldunek nawigatora oddziału lub lotniczego związku taktycznego składa się z dwóch zasadniczych części:
1. Nawigacyjnej.
2. Bombardierskiej.

Każdy referat-meldunek jest przywiązany do pewnej, ściśle określonej sytuacji taktycznej i nawigacyjnej, opiera się na zadaniu bojowym, jakie dostała jednostka lotnicza od swojego przełożonego, oraz pomaga dowódcy przyjąć właściwą decyzję. Dlatego, podobnie jak decyzja jest niepowtarzalna, referat-meldunek nawigatora też nie może stanowić żadnego szablonu. Prócz tego dowódca, lub szef sztabu po otrzymaniu rozkazu i po analizie zadania daje nawigatorowi wytyczne do opracowania

referatu-meldunku, w którym wyszczególnia jakie zagadnienia najbardziej go interesują.
Nie zwalnia to jednak od opracowania wszystkich elementów referatu-meldunku przez nawigatora.

Część bombardierska referatu-meldunku opiera się na obliczeniach bombardierskich.

ROZDZIAŁ I.

CEL I TREŚĆ OBLICZEŃ BOMBARDIERSKICH.

Zasadniczym celem obliczeń bombardierskich jest określenie koniecznej ilości sił i środków, potrzebnych dla wykonania zadania bojowego. Właściwie przeprowadzone obliczenia bombardierskie zabezpieczają wykonanie zadania bojowego przy minimalnym, lecz dostatecznym użyciu sił i środków.

Obliczenia bombardierskie działą się na dwa rodzaje:
1. Taktyczne obliczenia bombardierskie.
2. Operacyjne obliczenia bombardierskie.

Operacyjne obliczenia bombardierskie są wykonywane w sztabach lotniczych związków operacyjnych i wyższych związków taktycznych, kiedy plan działań bojowych lotnictwa jeszcze nie został zestawiony, związki taktyczne i oddziały lotnicze nie otrzymały zadań bojowych i warunki bombardowania nie są jeszcze znane.

Dlatego operacyjne obliczenia bombardierskie wykonuje się w celu określenia średniej ilości sił i środków, potrzebnych na całą operację.
Wyniki operacyjnych obliczeń bombardierskich są jednym z dokumentów, na podstawie których zestawia się plan działań bojowych lotnictwa, stawia się zadania lotniczym związkom taktycznym i oddziałom, oraz zestawia się plan materiałowo-technicznego zabezpieczenia operacji.

Taktyczne obliczenia bombardierskie wykonuje się w sztabach lotniczych związków taktycznych i oddziałów, kiedy na podstawie planu działań bojowych lotnictwa zostały postawione tym związkom taktycznym i oddziałom zadania bojowe, podane obiekty bombardowania, znane są lub można konkretnie ustalić warunki bombardowania.
Zasadniczym celem taktycznych obliczeń bombardierskich jest:
1. Określenie środków rażenia: bomb, zapalników i ich charakteru działania, najbardziej odpowiednich dla wykonania zadania bojowego;

2. Określenie koniecznej ilości trafień w cel, gwarantujące wykonanie zadania wybranymi środkami rażenia.
3. Określenie najodpowiedniejszego kierunku nalotu na cel, wysokości, sposobu i metody bombardowania.
4. Określenie prawdopodobieństwa trafienia w cel przy przyjętych warunkach bombardowania i określenie na tej podstawie niezbędnej ilości samolotów dla wykonania zadania.

W wypadku, kiedy ilość samolotów wykonujących uderzenie bombowe oraz ładunek bombowy są z góry założone / w rozkazie bojowym/, celem taktycznych obliczeń bombardierskich jest określenie przewidywanego rezultatu działań.

Taktyczne obliczenia bombardierskie stanowią również podstawę do oceny działań bojowych oddziału lub pododdziału lotniczego przez porównanie rzeczywistego rezultatu działań bojowych z wynikami obliczeń.
Z tego też powodu każde działanie bombowe lotnictwa, zarówno w działaniach bojowych jak i w warunkach szkoleniowych /LTC/, musi posiadać swoje obliczenia bombardierskie.

ROZDZIAŁ II.

II. TAKTYCZNE OBLICZENIA BOMBARDIERSKIE.

Taktyczne obliczenia bombardierskie wykonuje się w następującej kolejności:

1. Studiowanie celu, jego charakteru, odporności, wymiarów, położenia, żywotności, zdolności regeneracyjnej itd, oraz środków obrony przeciwlotniczej npla w rejonie celu.
2. Wybranie najbardziej odpowiedniego typu i wagomiaru bomb, oraz zapalników i charakteru ich działania.
3. Określenie koniecznej ilości trafień w cel bombami wybranego typu wagomiaru dla osiągnięcia nakazanego w zadaniu bojowym wyniku bombardowania.
4. Określenie możliwego ładunku bombowego na samolot, ilości bomb w serii i odpowiedniego kierunku nalotu na cel.
5. Ustalenie warunków, sposobu i metody bombardowania.
6. Obliczenie oczekiwanego procentu lub ilości trafień w nakazany cel z jednego samolotu lub grupy samolotów przy danych warunkach bombardowania.
7. Obliczenie koniecznej ilości samolotów, potrzebnych dla wykonania zadania bojowego.

Wszystkie zagadnienia taktycznych obliczeń bombardierskich wchodzą w skład referatu-meldunku nawigatora i na ich podstawie nawigator może w postaci wniosków proponować dowódcy najwygodniejsze z punktu widzenia bombardowania warunki, sposoby i metody bombardowania, ładunek bojowy i wielkość grupy samolotów, ugrupowania bojowe nad celem, oraz manewr nad celem.

Taktyczne obliczenia bombardierskie bazują się na:
- wnikliwej ocenie charakteru, odporności, żywotności obiektu działań, co ustala się w czasie studiowania celu;
- wszechstronnej znajomości lotniczych środków rażenia;
- znajomości cech dodatnich i ujemnych różnych sposobów i metod bombardowania, stosowanych przez poszczególne rodzaje lotnictwa i typy samolotów;

- jakości wyszkolenia załóg, wyposażenia i możliwości sprzętu bombardierskiego samolotów.

W żadnym wypadku nie można w trakcie wykonywania obliczeń bombardierskich wyciągnąć zbyt pochopnych wniosków, lub określać konieczną ilość sił i środków " na oko ", ponieważ doprowadza to zazwyczaj albo do nie wykonania zadania bojowego, albo też do niepotrzebnego zużycia sił i środków.

Podstawą dla wykonania obliczeń bombardierskich jest zadanie - rozkaz bojowy. Zadanie bojowe musi być postawione konkretnie.

Olbrzymie znaczenie ma odpowiednie sformułowanie zadania bojowego, ponieważ stanowi ono wyjściowy element do obliczeń, a więc i w decydującej mierze wpływa na końcowe wyniki obliczeń i wnioski. Naprzykład takie sformułowanie zadania bojowego: " Zbombardować cel "N" lub " Wykonać uderzenie bombowe na obiekt "N" nic nie mówi o tym, jaki powinien być skutek działań i wykonanie uderzenia bombowego dowolnymi siłami i środkami na dany obiekt może być uważane za wykonanie zadania bojowego.

Dlatego też sformułowanie zadania bojowego winno spełniać następujące wymagania:
- Wskazać końcowy skutek działania;
- wskazać czas względnie okres działania;
- określić dokładnie miejsce działania.

Końcowy skutek działania - określa się przez: zniszczenie, /zburzenie, zatopienie/, obezwładnienie /uszkodzenie/, zdezorganizowanie, nękanie.

Przez wskazanie czasu, względnie okresu działania, należy określić czas zniszczenia lub uszkodzenia obiektu, lub też okres, na jaki ma nastąpić obezwładnienie lub dezorganizacja celu, przez jaki okres czasu należy nękać cel;

Miejsce działania musi być dokładnie określone za pomocą współrzędnych siatki kilometrowej na mapach dużej skali, aby nie zaistniał wypadek uderzenia na inny obiekt niż jest to podane w zadaniu.

Pod określeniem " zniszczenie / zburzenie, zatopienie/" obiektu należy rozumieć spowodowanie takich strat, zniszczeń celu, w rezultacie czego siła żywa traci swoją zdolność bojową, a sprzęt techniczny lub urządzenia nie są zdatne dla dalszego wykorzystywania, lub wymagają kapitalnych prac naprawczych.

Wykonanie zadania " zniszczenia" celu osiąga się przez zniszczenie 60-70 % siły żywej i sprzętu technicznego, zburzenia 60-70 % urządzeń obiektu lub całkowite zatopienie środków pływających.

" Obezwładnienie " celu przewiduje okresowa przerwanie działalności bojowej danego celu.i realizuje się w tych wypadkach, kiedy dla zniszczenia tego celu nie ma odpowiednich sił, lub gdy ogólne zadanie bojowe nie wymaga jego zniszczenia. Obezwładnienie celu może być krótkotrwałe i długotrwałe. Obezwładnienie krótkotrwałe i długotrwałe charakteryzuje się zniszczeniem 20-30 % sprzętu technicznego i 10-20 % siły żywej. Długotrwałe obezwładnienie celu osiąga się przez nieprzerwane oddziaływanie na cel w ciągu całego okresu czasu, na jaki należy dany cel obezwładnić. Uszkodzenie obiektu charakteryzuje się zniszczeniem 20-30 % jego urządzeń i unieruchomieniem na pewien okres czasu.

"Dezorganizacja" przewiduje spowodowanie takich zniszczeń obiektu, w rezultacie których obniża się w dużym stopniu wydajność, zdolność przelotowa tego obiektu, albo zakłóca normalną działalność danej gałęzi przemysłu, administracji lub linii komunikacyjnych.

Dezorganizację osiąga się przez zburzenie / zniszczenie/ poszczególnych celów obiektu /np.zburzenie stacji kolejowej dla zdezorganizowania ruchu na pewnym odcinku drogi, zburzenie niektórych oddzielnych obiektów przemysłowych dla dezorganizowania pewnej gałęzi przemysłu; zburzenie linii i węzłów łączności dla zdezorganizowania dowodzenia wojskami itd/, albo przez uszkodzenie poszczególnych celów, powodując rozprzężenie, zamęt w działalności całego obiektu.

W pierwszym wypadku obliczenia bombardierskie wykonuje się na " zburzenie / zniszczenie/" poszczególnych celów, w drugim wypadku na " obezwładnienie " poszczególnych celów, biorąc pod uwagę w obu wypadkach końcowy rezultat - dezorganizację całego obiektu / całej grupy celów /.

Uderzenia bombowe przy wykonaniu zadania dezorganizacji powtarza się co pewien konieczny czas w ciągu całego okresu, na jaki ma być dany obiekt zdezorganizowany.

Nękanie celu /np. wojsk npla / osiąga się przez działania /przeważnie nocne / pojedyńczych samolotów lub niedużych grup samolotów, ze stosowaniem stosunkowo nie dużej gęstości rażenia. Nękanie ma na celu zburzenie i uniemożliwienie normalnej pracy i odpoczynku siły żywej npla. Rezultaty tego rodzaju działań na npla zależą nie tylko od skuteczności następujących po sobie uderzeń, lecz także od długotrwałości działań. Konieczne siły dla wykonania zadania nękania określa się okresem czasu, w którym należy wykonywać zadania i najwygodniejszą częstotliwością wykonywanych uderzeń.

1. STUDIOWANIE OBIEKTU DZIAŁAŃ

Po zapoznaniu się z zadaniem bojowym i otrzymaniu wytycznych od dowódcy lub szefa sztabu, nawigator powinien przystąpić do analizy zadania i oceny sytuacji nawigacyjnej, wyciągając odpowiednie wnioski, które będzie referował dowódcy. Z analizy zadenia musi jasno zdać sobie sprawę jakie zadanie stoi przed oddziałem lub związkiem taktycznym.

Czasami, szczególnie przy bezpośrednim współdziałaniu z wojskami lądowymi będzie on musiał sam określić i proponować dowódcy przypuszczalne cele i w ten sposób określać możliwości oddziału czy lotniczego związku taktycznego przy działaniu na poszczególne obiekty pola walki.

Ocena sytuacji w rejonie działań polega na studiowaniu obiektu działań, względnie na studiowaniu wyodrębnionego z niego celu bombardierskiego.

Celem bombardierskim nazywać będziemy obiekt lub pewną część obiektu, której zniszczenie przez uderzenie bombowe zapewni wykonanie zadania bojowego, odnoszącego się do całego obiektu.

Studiowanie obiektu działań powinno dać wyczerpujące odpowiedzi na następujące zagadnienia:

1. Charakter, odporność i żywotność celu.
2. Kształt i wymiary celu.
3. Wrażliwe miejsca celu.
4. Ukształtowanie terenu wokół obiektu.
5. Położenie celu względem innych obiektów orientacyjnych w terenie.
6. Sposoby maskowania celu.
7. Kontrastowość radiolokacyjna celu.
8. Siły i środki obrony przeciwlotniczej nieprzyjaciela w rejonie celu.

W wyniku studiowania, analizowania danych o celu nawigator wyciąga wnioski:

z punktu 1. - typ i wagomiar bomb, typ i charakter działania zapalników, najbardziej skuteczne dla osiągnięcia skutku nakazanego w zadaniu bojowym;

z punktu 2. - ile należy uzyskać trafień wybranymi bombami w powierzchnię celu, ażeby osiągnąć nakazany skutek; kierunek nalotu;

z punktu 3. - gdzie należy wybrać punkt celowania;

z punktu 4. - jaki wybrać kierunek nalotu, wysokość i sposób bombardowania, zapewniające dobrą obserwację celu w czasie celowania oraz bezpieczeństwo samolotów przed zderzeniem się z ziemią - ma to szczególne znaczenie przy działaniach w górach oraz dla Lotnictwa Szturmowego działającego z małych wysokości i z lotu koszącego.

z punktu 5. - jak odszukać cel /nawet zamaskowany/ i wyprowadzić grupy samolotów na PDB; który obiekt orientacyjny wybrać jako PDB.

z punktu 6. - jak zidentyfikować właściwy cel.

z punktu 7. - możliwość wykorzystania celowników radiolokacyjnych.

z punktu 8. - jaki obrać kierunek nalotu, warunki lotu, oraz czy istnieje konieczność wydzielenia grupy zabezpieczenia bojowego dla obezwładnienia obrony przeciwlotniczej celu, w jakim składzie i sposób jej działania.

Dla studiowania celów nawigator wykorzystuje mapy o dużej podziałce, szkice, fotoschematy, dane z rozpoznania lotniczego i agenturalnego. Im dokładniej, wnikliwiej nawigator przeanalizuje cel, im więcej będzie miał o nim danych, tym słuszniejsze wyciąganie wniosków i słuszniejsza będzie decyzja dowódcy.

2. CHARAKTER, ODPORNOŚĆ I ŻYWOTNOŚĆ CELU

Pierwszą, zasadniczą czynnością nawigatora przy ocenie sytuacji jest ustalenie charakteru i odporności celu, na jaki będzie wykonywane uderzenie bombowe. Od właściwego przeprowadzenia analizy tego czynnika zależy właściwy wybór środków rażenia: bomb, zapalników i charakteru ich działania. Obiekty występujące jako cele bombardierskie mogą być różne i znajdować się w różnej sytuacji: mogą być to obiekty pola walki jak np. artyleria, przy czym raz wystąpi ona na SO, w warunkach obrony przeciwatomowej będzie głęboko okopana, inny raz w kolumnach marszowych, kiedy indziej w rejonach ześrodkowania; czołgi podobnie mogą występować jako pojedyncze punkty oporu, głęboko okopane, nieruchome, bądź też w kolumnach marszowych lub w ugrupowaniu bojowym. Celem bombardierskim mogą być lotniska, węzły i stacje kolejowe, transport kolejowy i samochodowy, zakłady przemysłowe, bazy morskie, tamy, groble, elektrownie, linie wysokiego napięcia, wieże ciśnień itd.

Naturalnie, że w zależności od charakteru celu i sytuacji, w jakiej się on znajduje, należy stosować różne środki rażenia.

W zależności od charakteru obiektu, cele bombardierskie dzielą się na następujące grupy:

- wojska nieprzyjaciela / siła żywa /;
- bojowy sprzęt techniczny;
- umocnienia fortyfikacyjne;
- cele morskie;
- obiekty transportu kolejowego i drogowego;
- składy, magazyny;
- inne obiekty.

Odporność celu zależy od jego charakteru, struktury budowy i wzmocnienia.

Każdy obiekt, stanowiący cel bombardierski będzie posiadał różną strukturę budowy. Np. zabudowania zakładów przemysłowych mogą być wykonane z cegły, betonu, żelbetonu, mogą posiadać konstrukcję stalową itd. Jasne jest, że dla każdego rodzaju budynku odporność jego na działanie bomb lotniczych będzie różna. Prócz tego spotkać można te same cele w różnych rodzajach umocnień np. czołg okopany przykryty głęboko, zakłady przemysłowe pod ziemią itd. Umocnienie takie zwiększają odporność celów.

Odporność celu wpływa na wybór odpowiedniego typu, wagomiaru bomb lotniczych i charakteru działania zapalników. Ze względu na odporność można wszystkie cele podzielić na 3 zasadnicze grupy:

1. Obiekty dużej odporności; zakłady przemysłowe z budynkami o konstrukcji stalowej i żelbetonowej / podziemne/, bazy morskie, umocnione punkty oporu obrony nieprzyjaciela, podziemne schrony paten, dla sprzętu i siły żywej itd.
2. Obiekty średniej odporności: obrona polowa doraźnie zorganizowana / bez umocnień patem/, stacje kolejowe, lotniska, sprzęt techniczny niekopany, mosty itd.
3. Obiekty małej odporności; siła żywa poza okopami, zakłady i zabudowania drewniane.

Każda grupa celów posiada t.zw. współczynnik odporności obiektu, który jest potrzebny dla określenia promienia działania bomb i określenia skuteczności działania bomby na dany cel.

Współczynnik odporności K_1 dla poszczególnych grup celów wynosi:

- dla I grupy K_1 - do 1,6
- dla II grupy K_1 - do 2,5
- dla III grupy K_1 - do 5

Ważnym zagadnieniem, szczególnie przy zadaniu obezwładnienia lub zneutralizowania celu na pewien określony czas, jest określenie żywotności i zdolności regeneracyjnej. Odnosi się to szczególnie przy działaniach na siłę żywą, oraz takie obiekty jak stacje kolejowe, lotniska, szosy itd.

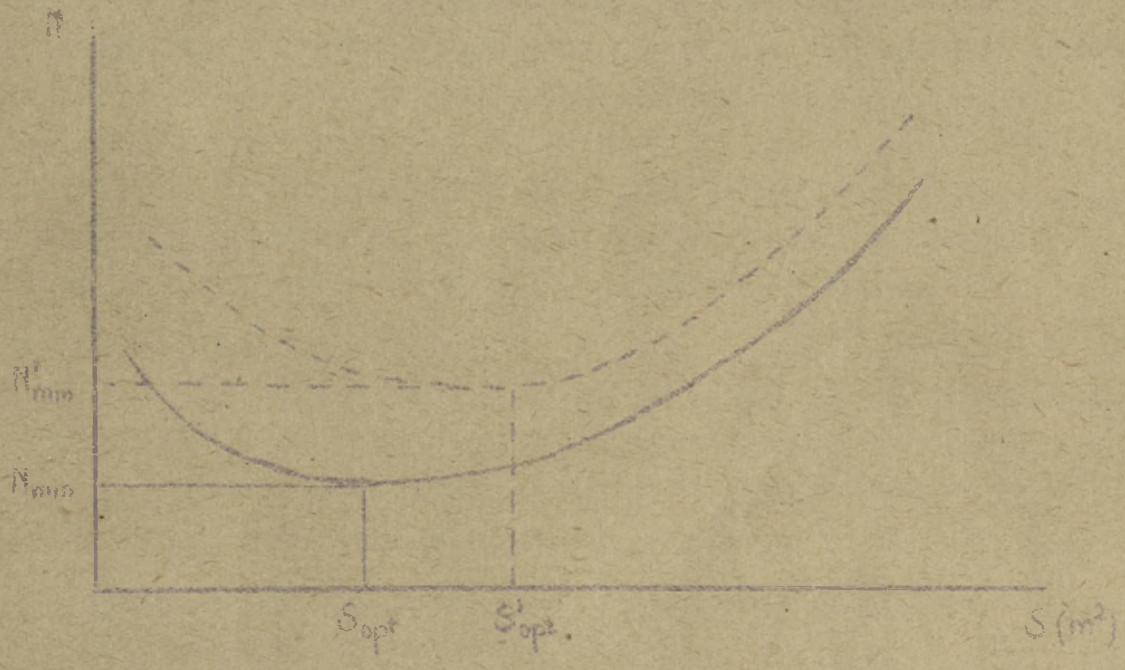
Przy rozpatrywaniu siły żywej jako celu należy brać pod uwagę możliwość ukrycia się na okres uderzenia bombowego, ześrodkowanie siły żywej i stan moralno-polityczny nieprzyjaciela. Doświadczenie wojenne wykazują, że siła żywa jest celem najtrudniejszym do zniszczenia.
Dla obezwładnienia siły żywej należy zadać pewne straty, przy czym obezwładnienie to będzie trwało tylko na przeciąg przebywania samolotów nad celem, zmuszających ludzi do przebywania w schronach i ukryciach, oraz przez czas potrzebny na odtworzenie gotowości bojowej / wyciągnięcie ze schronów sprzętu bojowego, dział, czołgów /, ustawienie tego sprzętu i załadowania.

Przy działaniach na stacje kolejowe, lotniska, należy brać pod uwagę możliwości nieprzyjaciela do naprawienia uszkodzeń, spowodowanych uderzeniem bombowym i przywrócenia zdolności normalnej pracy zbombardowanego obiektu.
W tym wypadku należy rozpatrzyć jakim sprzętem i jakimi siłami rozporządza nieprzyjaciel w rejonie celu dla usuwania zniszczeń, oraz jakie zniszczenia powstają przez uderzenie bombowe.
Np. przy działaniach na stacje kolejowe należy obliczyć ile powstaje lejów, ile zostanie wyrzuconej ziemi, ile zostanie zerwanych torów, a z drugiej strony jak długo musi nieprzyjaciel przy swoich możliwościach / sprzęcie i sile roboczej / naprawiać uszkodzony obiekt dla uzyskania jego zdolności użytkowej.

Czas ten uważa się za czas zdezorganizowania działania celu i od tego będzie zależała konieczność powtórnych nalotów na cel oraz ich częstotliwość.

b/ WYMIARY I KSZTAŁT CELÓW BOMBARDIERSKICH

Znajomość dokładnych wymiarów celów bombardierskich jest niezbędna dla określenia koniecznej ilości samolotów z wybranym ładunkiem bombowym. Zależność ilości samolotów od wielkości celu przedstawia wykres na rys. 1.



Rys. Nr. 1.

Na cele małe, które wymagają np. dla uzyskania zniszczenia 1-2 trafień, lecz dla uzyskania tej ilości trafień należy wysłać dużą ilość samolotów, gdyż prawdopodobieństwo trafienia jest bardzo małe. Na duże powierzchnie celu, dla uzyskania odpowiedniego skutku działania, również należy wysyłać duże ilości samolotów, bo chociaż prawdopodobieństwo trafienia jest duże, to jednak ograniczona nośność samolotów nie

pozwala na zebranie odpowiedniej ilości bomb, koniecznych dla rażenia celu.

W środku znajdują się t.zw. optymalne wymiary celu Sopt dla rażenia którego należy wysłać minimalną ilość samolotów N_{min}. Optymalna powierzchnia celu, dla której otrzymujemy miuimalną ilość samolotów, zależy przede wszystkim od warunków bombardowania / H_b,V / oraz wyszkolenia załóg.

Dla utrudnionych warunków bombardowania jak: zwiększenie prędkości i wysokości bombardowania, wymiary optymalne celu przesuwają się w stronę większych wielkości jak również minimalna ilość samolotów też wzrasta, jednak kształt krzywej, wskazującej tą zależność na ogół jest stały. Dlatego, gdy pozwala na to taktyczna sytuacja w powietrzu i na ziemi, można określić najwygodniejsze warunki bombardowania, zapewniające wykonanie zadania przy minimalnej ilości samolotów.

Stąd wniosek, że przy stałej koniecznej ilości samolotów, istnieje ścisła zależność między wielkością celu a warunkami bombardowania. I dlatego, w zależności od warunków bombardowania, określonych uchyleniem prawdopodobnym[x]/ /UP/ wszystkie cele bombardierskie dzielą się na 3 grupy:

- cele duże, których najmniejsze wymiary są równe lub większe od 7 uchyleń prawdopodobnych;
- cele średnie, których wymiary zawarte są w granicach 3-7 uchyleń prawdopodobnych;
- cele małe, których wymiary są mniejsze od 3 uchyleń prawdopodobnych.

Wraz ze zmianą warunków bombardowania może się więc zmieniać klasyfikacja celu pod względem jego wielkości. I tak np. przy bombardowaniu z małych wysokości, kiedy uchylenie prawdopodobne jest małe, niektóre obiekty zaliczane będą do grupy celów średnich; przy bombardowaniu z większych wysokości, na skutek zwiększenia się wielkości uchylenia prawdopodobnego, ten sam obiekt może być zaliczony do celów małych.

---

x/ O istocie, wielkościach i zależności uchyleń prawdopodobnych będzie mowa w punkcie 3 rozdziału II.

Przykład: Celem bombardierskim jest bateria artylerii na SO o wymiarach 150 x 100 m. Przy bombardowaniu z lotu nurkowego z samolotu Il-10, H_z = 450 m, wielkość uchylenia prawdopodobnego UP = 25 m. czyli wymiary celu są odpowiednio równe: $\frac{150}{25}$ = 6 UP i $\frac{100}{25}$ = 4 UP; tak więc obiekt zaliczymy do grupy celów średnich.

Przy bombardowaniu z lotu poziomego z samolotu Il-28 H = 3000 m, wielkość uchylenia prawdopodobnego UP = 75 m, czyli wymiary celu posiadają wymiary $\frac{150}{75}$ = 2 UP i $\frac{100}{75}$ = 1,33UP a więc obiekt ten stanowić będzie cel mały.

W wypadku, gdy obiekt ma duże wymiary, wygodniej jest podzielić go na kilka odcinków, stanowiących cele samodzielne z osobnymi punktami celowania. Zapewnia nam to uzyskanie równomiernego pokrycia punktami upadków bomb całej powierzchni celu, przy użyciu minimalnej ilości samolotów. Wymiary tych odcinków zależą od warunków bombardowania. Teoretycznie obliczone i praktycznie potwierdzono, że wielkość odcinków stanowiących odrębne cele powinna być równa 6-8 uchyleń prawdopodobnych i z zasady szerokość odcinka celu nie powinna być mniejsza od szerokości ugrupowania bojowego, natomiast długość / głębokość/ odcinka - nie mniejsza od głębokości ugrupowania bojowego plus długość serii bomb. Ogólnie, przy podziale dużego celu na odcinki można kierować się również następującą zależności maksymalnych wymiarów odcinka celu od wysokości bombardowania:

Wysokość bombardowania w m.	400-1000	1000-3000	3000-8000
Maksym. wymiary celu w m.	100-200	300-500	600-1000

Określenie wymiarów celów jest dwukrotnie potrzebne podczas wykonywania obliczeń bombardierskich:

1. W celu określenia koniecznej ilości trafień wybranymi środkami rażenia dla uzyskania skutku nakazanego w zadaniu bojowym.
2. Dla określenia prawdopodobieństwa trafienia w cel.

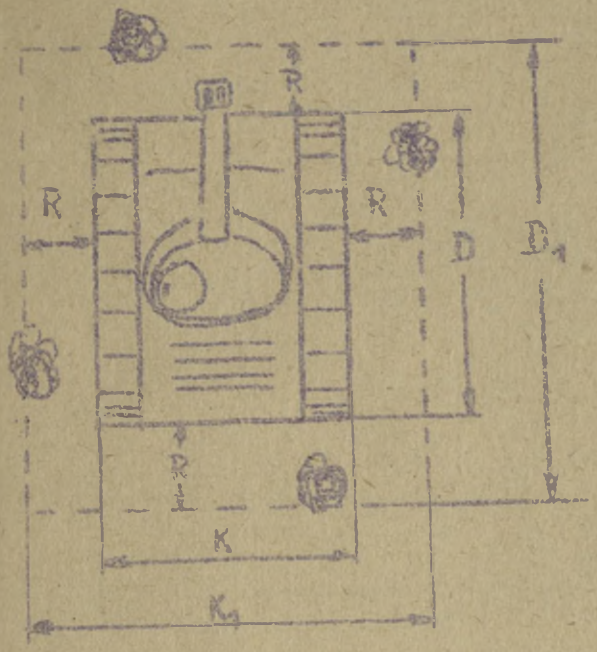
Dla wykonania obliczeń koniecznej ilości trafień wybranymi środkami rażenia należy ustalić nie całą powierzchnię obiektu, lecz tylko tę powierzchnię, której zniszczenie zapewni wykonanie zadania bojowego. Powierzchnia celu może być równą, większą lub mniejszą od rzeczywistej powierzchni obiektu. Np. rozpatrując stację kolejową jako obiekt uderzenia bombowego nie będziemy brali wszystkich elementów tej stacji i całej powierzchni zajętej przez te elementy. W zależności od charakteru zadania będziemy brali w jednym wypadku tylko rozjazdy i tory, w innym wypadku tory, rampy i składy itd.

Jako powierzchnię lotniska nieprzyjaciela można w jednym wypadku brać pasy startowe, w innym zaś - stoiska samolotów itd. Widzimy więc, że często i to przeważnie w obiektach o dużych wymiarach, powierzchnia celu jest mniejsza od rzeczywistej powierzchni obiektu.

Dla określenia prawdopodobieństwa trafienia w cel należy przede wszystkim określić kształt celu i wybrać najbardziej odpowiedni kierunek nalotu.
Dla ułatwienia obliczeń bombardierskich wszystkie cele przyjmuje się w postaci prostokątów, kwadratów lub równoległoboków, których środek jest punktem celowania. Wymiar prostokąta zgodny z kierunkiem nalotu nazywać będziemy głębokością celu i oznaczać D_1, wymiar prostopadły do kierunku nalotu - szerokością celu i oznaczać K_1.

Przy rozpatrywaniu takich celów jak pojedyńczy czołg nieokopany / lub transporter pancerny / można stwierdzić, że wymiary tych celów jakie należy brać dla określenia prawdopodobieństwa trafienia, znacznie się różnią od rzeczywistych wymiarów celu.

Aby uszkodzić taki cel, wystarczy żeby bomba upadła w pewnej odległości od celu np. przy działaniu na pojedyńczy czołg, bomba OFAB-100 razi go w promieniu R = 1,5 m. Tym samym powierzchnia celu znacznie wzrasta. / rys. 2. /



Rys. Nr. 2.

Ogólnie mówiąc, jeżeli cel może zostać skutecznie porażony przez bombę, która wybucha w pewnym promieniu R od celu, to wymiary obliczeniowe celu należy zwiększać o 2R.

R - promień działania bomby w m;

$D_1 = D + 2R$ /1/

$K_1 = K + 2R$ /2/

Przykład: wymiary czołgu średniego M-24 wynoszą D=5,5 m

K = 2,6 m. Bomba uszkadza czołg w promieniu R = 1,5 m. Obliczyć powierzchnię celu.

$D_1 = 5,5 + 3 = 8,5$ m. $K_1 = 2,6 + 3 = 5,6$ m.

Powierzchnia rzeczywista $S = D \times K = 5,5 \times 2,6 = 14,3\ m^2$

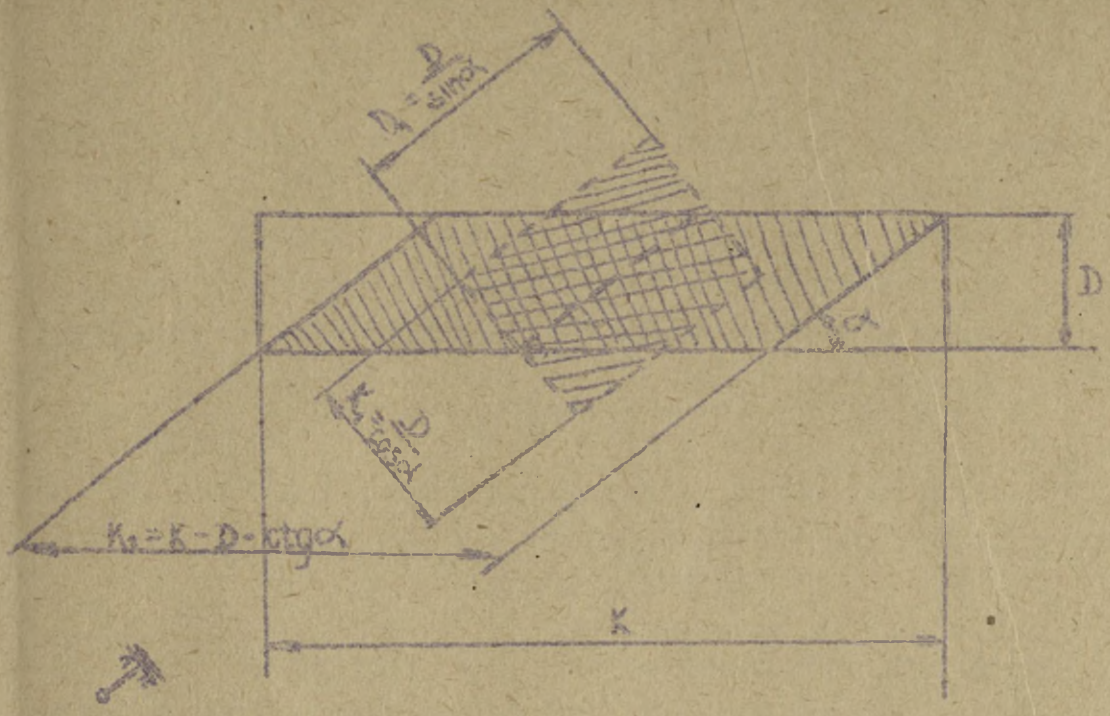
Powierzchnia obliczeniowa $S_1 = D_1 \times K_1 = 8,5 \times 5,6 = 47,6\ m^2$

Podobnie rozpatruje się takie obiekty jak: poszczególne działa, artyleria na stanowiskach ogniowych, pojedyńcze samoloty na stanowiskach, okręty w morzu. W wypadku wykonywania obliczeń bombardierskich na kolumnę wojsk / czołgów, samochodów/ określa się całą kolumnę jako cel bombardierski. Należy wówczas określić długość kolumny i szerokość, przy czym szerokość kolumny należy zwiększyć o 2R.

W związku z tym, że wymiary celu w tych wypadkach wzrastają, zwiększa się również prawdopodobieństwo trafienia w cel.

Wymiary celu uzależnione od kierunku nalotu nazywają się obliczeniowymi wymiarami celu. W zależności od kierunku nalotu w stosunku do celu mogą się one zmieniać i znacznie różnić od rzeczywistych wymiarów celu.

Różnica wymiarów obliczeniowych od wymiarów rzeczywistych celu charakteryzowana jest wielkością kąta nalotu α, kąta ostrego, zawartego między linią kierunku nalotu a dłuższym bokiem celu. / rys. Nr. 3/.



Rys. Nr. 3.

W wypadku kiedy kąt nalotu α równy jest 0^0 lub 90^0, czyli przy nalocie wzdłuż lub w poprzek celu, to wymiary obliczeniowe celu równe są wymiarom rzeczywistym. Przy innych kątach nalotu wymiary obliczeniowe celu zmieniają się.

Ma to szczególne zastosowanie przy bombardowaniu celów długich i wąskich /most, kolumna czołgów, samochodów /. Wówczas dla zwiększenia prawdopodobieństwa trafienia stosuje się kąt nalotu w granicach $15^0 - 30^0$. Powoduje to dosyć znaczne względne zwiększenie głębokości celu a nieznaczne zmniejszenie szerokości celu. Obliczeniową głębokość celu oblicza się wówczas wg wzoru:

$$D_1 = \frac{D}{\sin\alpha} \qquad /3/$$

Obliczeniową szerokość celu przy indywidualnym bombardowaniu określa się wg. wzoru:

$$K_1 = \frac{D}{\sin(90 - \alpha)} = \frac{D}{\cos\alpha} \qquad /4/$$

Przy bombardowaniu grupowym, kiedy kształt ugrupowania bojowego samolotów zgodny jest z kształtem celu, obliczeniową szerokość celu oblicza się wg wzoru:

$$K_1 = K - D_1 \times \cos\alpha, \text{ lub} \qquad /5/$$

$$K_1 = K - D \times \operatorname{ctg}\alpha. \qquad /6/$$

Przykład: Cel: stacja kolejowa o wymiarach rzeczywistych D = 70 km. K = 400 m. Kąt nalotu $\alpha = 30^0$. Bombardowanie grupowe na sygnał prowadzącego eskadrę. Określić wymiary obliczeniowe celu.

Rozwiązanie: Głębokość obliczeniowa celu w/g wzoru /3/:

$$D_1 = \frac{70}{\sin 30^0} = \frac{70}{0,5} = 140 \text{ m}$$

Szerokość obliczeniowa celu w/g wzoru /5/:

$K_1 = 400 - 140 \times \cos 30^0 = 400 - 140 \times 0,86 =$
$= 400 - 120 = 280$ m.

Jasne jest, że wówczas wymiary obliczeniowe D_1 i K_1 nie dadzą w iloczynie rzeczywistej powierzchni celu. W takim wypadku należy wyraźnie odróżniać wymiary obliczeniowe celu odnoszące się do określenia rzeczywistych celów potrzebnych dla obliczenia koniecznej ilości trafień w cel.

C. WRAŻLIWE MIEJSCA OBIEKTU

Rozpatrując obiekt jako cel bombardierski, należy określić i wybrać najbardziej wrażliwe miejsca obiektu, rażenie których zapewni wykonanie zadania bojowego. Często dla obezwładnienia lub zdezorganizowania pracy obiektu wystarczy zniszczyć jakiś jego element np. w zakładach przemysłowych wystarczy zniszczyć elektrownię lub kotłownię, aby uruchomić całe zakłady; najczulszym miejscem węzłów kolejowych będą w zależności od zadania bojowego rozjazdy, nastawnie, wieże ciśnień, czy parowozownie. Ponieważ bomby ułożą się najczęściej wokół punktu celowania, dlatego właśnie te wrażliwe miejsca obiektu należy wybrać jako punkty celowania. Wpływa to więc na podział celu na poszczególne odcinki z osobnym punktem celowania, przydział poszczególnych odcinków celu dla pododdziałów lub grup samolotów, oraz na wybór odpowiedniego ugrupowania bojowego samolotów nad celem.

W niektórych obiektach nie można wydzielić specjalnie wrażliwych miejsc, lecz cały cel stanowi obiekt o tej samej wrażliwości np. most, okręt, pojedyńczy czołg itd.

Przy takiego rodzaju celach, punkt celowania dla wszystkich grup samolotów należy wybierać w środku celu, lub w środku odcinka celu, aby osiągnąć jak najbardziej równomierne pokrycie powierzchni celu punktami wybuchów bomb.

VII. SPOSOB MASKOWANIA CELU. POŁOŻENIE CELU WZGLĘDEM INNYCH OBIEKTÓW ORIENTACYJNYCH.

Studiując cel należy zwrócić szczególną uwagę na sposoby i charakter maskowania celu. W warunkach bojowych każdy obiekt stanowiący cel lotniczy będzie dokładnie maskowany dla uniemożliwienia załogom wykrycia go i wykonania dokładnego bombardowania. Prócz tego stosowano w czasie ostatniej wojny budowę pozornych celów w pewnej odległości od celu rzeczywistego dla wprowadzenia w błąd załóg, wykonujących uderzenie bombowe. Powodowało to wypadki dużego zużycia sił i środków bez żadnego rezultatu i nie wykonania zadania bojowego. Studiowanie sposobu maskowania celu przeprowadza się przez porównywanie szeregu zdjęć lotniczych celu wykonywanych w różnym czasie. Cechy demaskujące cel /specyficzny układ cieni w różnych porach dnia, kolor maski, elementy kontrastowe z otoczeniem/ powinien nawigator dokładnie przeanalizować i wiadomości te w postaci zarządzenia nawigatorskiego podać do wiadomości załogom wykonującym bombardowanie. Dla dokładnego zorientowania celu w terenie mimo jego zamaskowania, należy dokładnie przestudiować wszystkie obiekty orientacyjne i przedmioty stale leżące wokół celu. Ułatwi to załogom wyjście na cel, odszukanie jego miejsca /nawet w wypadku niewidoczności celu na skutek maskowania/ i wykonanie bombardowania.

Praktyka nie dokładnego - przybliżonego orientowania celu i liczenie na poszukiwanie i wykrycie celu przez załogi wykonujące bombardowanie, prowadzi do niecelowanego bombardowania i nie wykonania zadania bojowego.

Szczególnie dokładnie powinny być oznaczone takie cele jak urządzenia podziemne, zamaskowane cele punktowe i zorientowane względem innych widocznych obiektów orientacyjnych.

Przy wykorzystaniu środków radiotechnicznych do bombardowania /np. naprowadzenie na cel środkami bliskiej nawigacji wg systemu kołowego lub szymutalno-odległościowego/ należy z największą dokładnością określić albo współrzędne geograficzne celu, lub też odległość celu od radiostacji naziemnych systemu bliskiej nawigacji. Od dokładności określenia położenia celu zależy dokładność bombardowania.

Studiowanie położenia i sposobu maskowania celu przeprowadza się z fotoszkiców, schematów, z rozpoznania wzrokowego oraz z map o dużej podziałce.

3. KONTRASTOWOŚĆ RADIOLOKACYJNA CELU

Nowoczesne wyposażenie samolotów bombowych umożliwia wykonanie celowanego bombardowania celu niewidocznego przez wykorzystanie odpowiednich urządzeń radiotechnicznych naziemnych i samolotowych. Istniejące celowniki radiolokacyjne PSBN-1 umożliwiają wykonanie bombardowania celu niewidocznego / z za chmur, z chmur, w nocy, we mgle sztucznej i naturalnej /.

Dla wykorzystania celownika radiolokacyjnego należy, oprócz umiejętności posługiwania się nim, znać kontrastowość radiolokacyjną celu od otaczających go przedmiotów.

Materiały, ciała o różnej strukturze budowy i różnej gęstości w różnym stopniu odbijają fale elektromagnetyczne i powodują powstanie plam o różnym natężeniu światła na ekranie celownika radiolokacyjnego. Oprócz tego różne pochylenie powierzchni, na którą padają fale elektromagnetyczne powodują także różne plamy świetlne. Wybranie z pośród różnych plam właściwego celu nie należy do rzeczy prostych i łatwych.
Dlatego przy studiowaniu celu z założeniem możności korzystania z celowników radiolokacyjnych przy bombardowaniu należy określić w jaki sposób i jak odróżnia się cel od otoczenia na obrazie radiolokacyjnym - czyli kontrastowość radiolokacyjną celu. Na obrazie radiolokacyjnym można wyraźnie odróżnić ziemię od wody, a więc linię brzegową, mosty, okręty na morzu.
Na ziemi można stosunkowo łatwo odróżnić duże węzły kolejowe, duże miasta.

W praktyce specjalne zdjęcia fotograficzne obrazu celu przy studiowaniu obrazu celu stosuje się na ekranie celownika radiolokacyjnego, wykonane podczas specjalnie przeprowadzonych lotów rozpoznawczych.

Szerzej o tym zagadnieniu będzie mowa podczas przerabiania zagadnień bombardowania przy użyciu środków radiotechnicznych / skrypt Nr. 011148/.

Z. SIŁY I ŚRODKI OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ W REJONIE CELU.

Ostatnim, bardzo ważnym elementem oceny sytuacji celu jest określenie rodzaju, ilości, jakości i rozmieszczenia środków obrony przeciwlotniczej nieprzyjaciela w rejonie celu. Skuteczna obrona przeciwlotnicza celu może zmniejszyć skuteczność, a czasami nawet uniemożliwić wykonanie uderzenia bojowego. Obrona przeciwlotnicza celu dzieli się na bierną i czynną.
Obrona bierna - polega na maskowaniu, uodpornieniu celu na działanie bomb oraz organizacji szybkiej likwidacji skutków nalotu.

Obrona czynna - polega na zwalczaniu samolotów bombardujących przez samoloty myśliwskie i artylerię przeciwlotniczą, stosowaniu balonów zaporowych, oraz innych środków.

Aby uzyskać dobre rezultaty bombardowania, należy zapewnić załodze spokojne wykonanie celowania i utrzymywanie zalecanych warunków lotu w rejonie celu, szczególnie przed i w czasie zrzutu bomb. Dla zabezpieczenia się przed myśliwcami/wpla/ nieprzyjaciela, nasze samoloty bombowe mogą być osłaniane przez własne myśliwce, lub będą stosować własne uzbrojenie artyleryjskie. Natomiast zmniejszenie skuteczności artylerii przeciwlotniczej można osiągnąć przez:

1. Wydzielenie grupy samolotów zabezpieczenia bojowego, mającej za zadanie obezwładnienie artylerii przeciwlotniczej w rejonie celu na czas działania bombowego, lub stosowanie zakłóceń radiolokacyjnych;
2. Stosowanie odpowiedniej wysokości i prędkości lotu, kierunku nalotu i dążenia do zaskoczenia.

3. Stosowanie przez samoloty manewru przeciwartyleryjskiego.

Dla zmniejszenia skuteczności artylerii przeciwlotniczej nieprzyjaciela należy znać dokładnie jej rodzaj, a więc kaliber armat przeciwlotniczych, następnie ilość / baterie, dywizjony / i miejsce rozmieszczenia artylerii.

Należy wówczas określić jaki najwygodniejszy będzie kierunek nalotu ze względu na rozmieszczenie artylerii.

Jeżeli kierunek nalotu nie jest zgodny z uprzednio obranym kierunkiem nalotu, wynikającym z kształtu celu i jego położenia, należy ocenić, biorąc pod uwagę charakter zadania, który kierunek zapewni przede wszystkim wykonanie zadania bojowego.

Następnie należy ocenić, która z baterii przeciwlotniczej jest najgroźniejsza i proponować wykonanie przede wszystkim na nią uderzenia przez grupę zabezpieczenia bojowego dla jej obezwładnienia.

W wypadku silnej obrony przeciwlotniczej i braku grupy zabezpieczenia bojowego można stosować większe wysokości i prędkości lotu, na których skuteczność artylerii, na skutek dużego rozrzutu i szybkiego przemieszczenia się samolotów jest nie wielka.

Należy jednak zaznaczyć, że wysokość lotu jest również ograniczona przez osiągalny pułap samolotów, ich urządzenie bombardierskie / czy umożliwia wykonanie bombardowania z za chmur/, oraz wpływa na zwiększenie rozrzutu bomb i zmniejszenie skuteczności bombardowania.

W wypadku lotu samolotów na wysokości skutecznego ognia artylerii przeciwlotniczej nieprzyjaciela należy przewidzieć manewr przeciwartyleryjski.

Manewr przeciwartyleryjski jest to planowa, zorganizowana zmiana warunków lotu samolotu, polegająca na zmianie wysokości, prędkości i kierunku lotu samolotów.

W czasie studiowania celu należy określić strefy manewru przeciwartyleryjskiego, w których należy obowiązkowo wykonywać manewr.
Dla oznaczenia strefy konieczna jest znajomość rozmieszczenia baterii przeciwlotniczych nieprzyjaciela i ich zasięgu.
Jeżeli brak danych o rozmieszczeniu artylerii przeciwlotniczych, to promień strefy manewru należy przyjąć 30-50 km od celu.

Początek strefy manewru przeciwartyleryjskiego powinien leżeć poza zasięgiem artylerii i być oznaczony wyraźnym obiektem orientacyjnym. Manewr należy wykonywać nawet gdy artyleria przeciwlotnicza nieprzyjaciela jeszcze nie rozpoczęła ognia, ponieważ najwięcej trafień bywa przy takich salwach artylerii, kiedy samolot /grupa/ wykonuje lot poziomy prostolinijny ze stałą prędkością.

g. CHARAKTERYSTYKA TYPOWYCH CELÓW BOMBARDIERSKICH

Wojska nieprzyjaciela

Do tej grupy celów zalicza się wojska nieprzyjaciela, znajdujące się:
- na polu walki - w okopach, transzejach, rowach łącznikowych; pewna część składu osobowego może być rozmieszczona w schronach przeciwodłamkowych. Jeżeli przedni skraj przechodzi przez osiedla lub jakieś miejscowości, to siła żywa będzie rozmieszczona w piwnicach, na parterze a często i na piętrach, czyli ogólnie będzie zabezpieczona, a więc i posiadała małą wrażliwość na działanie lotniczych środków rażenia;
- w skupieniu - na przystaniach, przy przeprawach, w wagonach podczas transportu kolejowego itd;
- w kolumnach marszowych.

Cechą specyficzną tej grupy celów jest jej manewrowość, ruchliwość i z tego powodu trudno określić dokładne wymiary, położenie i kształt tych celów. W tym wypadku przyjmuje się dla obliczeń odcinek typowy, zajmowany przez wojska, przy czym nie przyjmuje się całego terenu, na których znajduje się dane zgrupowanie wojsk, lecz pewną część powierzchni tego terenu, na której

będzie zgrupowana największa i najważniejsza część danego zgrupowania. I tak np. batalionowy rejon obrony, zajmuje średnio teren o powierzchni 3 x 1,5 km, jednak największe zgrupowanie wojsk będzie tylko na powierzchni około 1,5 km; podobnie i pułkowy odcinek obrony będzie ogólnie miał dość znaczne wymiary, jednak do obliczeń przyjmować można jako typowy wymiar 2,25x1,75 km. Batalion czołgów w składzie 3 kompanii / 72 czołgi/ może zajmować powierzchnię ogólną do 12 km^2. Jednak same czołgi, rozmieszczone w kompanijnych rejonach ześrodkowania nie będą zajmować w sumie powierzchni większej jak - 06 - 0,6 km^2 i na ogół w obliczeniach przyjmuje się wymiary 1000 x 500 m - 1200 x 600 m. Podobne wymiary przyjmuje się przy obliczeniu wymiarów batalionu czołgów w ugrupowaniu bojowym.

Przy rozpatrywaniu wojsk w rejonach ześrodkowania, przyjmuje się, że wojska stanowiące cel bombardierski zajmują na ogół powierzchnię o średnich wymiarach: batalion piechoty zmotoryzowanej 1000 x 500 m, batalion czołgów 1000 x 500 m, dywizjon dział samobieżnych 500 x 300 m.

Podczas marszu do rejonów ześrodkowania przyjmuje się, że wymiary kolumn wojsk są następujące: batalion czołgów - 3 km, batalion piechoty zmotoryzowanej - do 5 km, dywizjon dział samobieżnych - do 3 km, dywizjon artylerii w składzie 3 baterii sześciodziałowych - do 1,5 - 2 km.

Średnie wymiary stanowisk dowodzenia przyjmuje się następujące:

SD dowódcy batalionu 30 x 50 m;
SD dowódcy pułku piechoty 200 x 300 m;
SD dowódcy dywizji piechoty 300 x 400 m.

Drugą cechą specyficzną tych celów, jest stosunkowo mała ich wrażliwość nawet przy stosowaniu najbardziej racjonalnych typów i wagomiarów bomb lotniczych.

Na siłę żywą nieprzyjaciela najwygodniej stosować jest bomby odłamkowe, zrzucane z kaset lub komór bombowych, ponieważ wówczas, dzięki rozrzutowi, bomby te pokrywają mniej więcej równomiernie znaczną powierzchnię celu, zabezpieczając tym samym odpowiednie rażenie celu.

Piechota nieprzyjaciela ukryta w nierównościach terenu i częściowo okopana, może zostać zniszczona odłamkami bomb lotniczych w granicach promienia określonego wg. przybliżonego wzoru empirycznego:

$$r = 1{,}6\sqrt[3]{G}$$

gdzie: G - ciężar bomby w kg.

Stosowanie bomb burzących na wojska znajdujące się w okopach i transzejach, nie daje odpowiedniego skutku / prócz moralnego/, ponieważ tylko bezpośrednie trafienie bombą w okop, lub wybuch jej w odległości nie większej jak 1 - 1,5 m od okopu może spowodować pewne porażenie siły żywej.

Na wojska znajdujące się w miejscowościach, osiedlach, oraz na umocnione stanowiska dowodzenia najwygodniej stosować bomby burzące-odłamkowe i burzące o wagomiarze 100 - 250 kg.

Bojowy sprzęt techniczny

Do tej grupy celów zalicza się sprzęt techniczny artylerii taktycznych związków piechoty, czołgi i inne. Działa na stanowiskach ogniowych rozmieszczone są zazwyczaj na okopanych stanowiskach, okolonych wałem ziemnym, o wysokości do 1-1,5 m. Powierzchnia takiego stanowiska wynosi średnio 50-70 m^2. Bateria czterodziałowa zajmuje średnio powierzchnię o wymiarach 100 x 50 m, natomiast bateria sześciodziałowa zajmuje powierzchnię o wymiarach 150 x 50 m.

Dla uszkodzenia lub zniszczenia działa znajdującego się na okopanym stanowisku, należy uzyskać bezpośrednie trafienie wewnątrz stanowiska, lub w bezpośredniej bliskości od niego. Przy wykonywaniu uderzeń bombowych na baterię znajdującą się poza ukryciami należy stosować bomby lotnicze z zapalnikiem działania natychmiastowego, a przy uderzeniu bombowym na baterię okopaną - bomby lotnicze z zapalnikiem ustawionym na opóźnienie.

Na stanowiska ogniowe dział i moździerzy należy używać bomby odłamkowe o wagomiarze od 10 kg wzwyż, możliwie bomby o czerepie stalowym.

Orientacyjnie, średnie odległości, na jakie można skutecznie razić ukryty sprzęt artyleryjski bombami odłamkowymi i burzącymi określa się wg wzoru:

$$r = K_1 \times \sqrt[3]{G}$$

gdzie: K_1 = współczynnik odporności = 1,5–2,0
G = ciężar bomby w kg.

Stacjonarne i fortyfikacyjne działa dużego kalibru posiadają ukrycia pancerne i żelbetonowe. Dla rażenia takich celów należy stosować bomby burzące i przeciwpancerno-burzące o wagomiarze do 250 kg wzwyż, a za obliczeniową powierzchnię celu należy brać rzeczywistą powierzchnię, zajmowaną przez działo, ponieważ rażenie jego można uzyskać tylko przez bezpośrednie trafienie.
Samochody dla przewożenia różnych ładunków, transportery opancerzone, autobusy sztabowe itd, niszczy się bombami odłamkowymi i odłamkowo-burzącymi. Jako powierzchnię tych celów przyjmuje się odcinek drogi równy długości kolumny, lub wymiary miejsc ześrodkowania tych celów.

Niszczenie czołgów i dział pancernych związane jest z koniecznością uzyskania bezpośredniego trafienia bombami przeciwodłamkowymi, lub wybuchu bomb burząco-odłamkowych w bezpośredniej bliskości od tych celów. Wszystkie czołgi i działa pancerne, jako oddzielne cele posiadają małe wymiary nie przewyższające 25 m^2 i dlatego najbardziej celowym jest wykonywać na nie uderzenia bombowe w momencie skupienia ich na pozycjach wyjściowych, w punktach załadowania lub wyładowania, przy przeprawach, w kolumnach marszowych.

Na czołgi i działa pancerne najwygodniej jest stosować bomby przeciwczołgowe działania kumulatywnego /PTAB/. Przy bezpośrednim trafieniu bomba przeciwczołgowa PTAB-2,3-1,5 przebija pancerz o grubości 30 mm, bomba PTAB-2,5 przebija pancerz o grubości do 65 mm i razi siłę żywą odłamkami w promieniu do 10 m, a bomba PTAB-10-5 przebija pancerz o grubości 200 mm i oprócz tego razi siłę żywą w promieniu do 10 m.

Bezpośrednie trafienie w czołg bombami burzącymi lub burzące-odłamkowymi /FAB-100 lub OFAB-100/ uszkadza czołg. Wybuch bomby burzącej FAB-100 w odległości do 1 m lub bomby burzące-odłamkowej OFAB-100 w odległości 1,5 m od ciężkiego lub średniego czołgu uszkadza mało odporne i mało chronione jego części jak gąsienice, urządzenia napędowe, silnik. Rażenie czołgów bombami przeciwczołgowymi jest znacznie większe w porównaniu z bombami burzącymi z powodu jednoczesnego zrzucania dużej ilości bomb przeciwczołgowych z kaset lub komór bombowych.

Urządzenia fortyfikacyjne.

Do urządzeń fortyfikacyjnych zalicza się urządzenia polowe jak okopy, transzeje, DSB i silne urządzenia fortyfikacyjne: BSB, schrony itd.

W systemie obrony polowej, drewniane schrony bojowe /DSB/ są na ogół rozmieszczone w szachownicę w odległości jeden od drugiego do 250 m i 50-100 m od przedniego skraju obrony /pierwszej transzei/. DSB posiadają drewniane, z zasady zbudowane z bierwion podwójne ściany, wypełnione ziemią lub kamieniami o ogólnej grubości 0,75 - 1 m. Pokrycie DSB posiada kilka warstw / ziemia, bierwiona, kamień, lub belki żelbetonowe/ o ogólnej grubości 1-2,6 m. Średnie wymiary powierzchni, zajęte przez DSB wynoszą 15-20 m^2 /3 x 5 lub 4 x 5/. Takie umocnienia, a także nasyp ziemny, wymaga stosowania na DSB bomb burzących nie mniejszych jak FAB-250.

Dla uszkodzenia okopów i transzei stosuje się bomby burzące i burzące-odłamkowe.

Średnia odległość wybuchu bomby burzącej od transzei, w jakiej zapewnione jeszcze będzie uszkodzenie transzei, określa się wg. wzoru:

$$r = 1,04\sqrt[3]{\omega}$$

a długość zniszczonego odcinka transzei określić można wg. wzoru:

$$b = 2,04\sqrt[3]{\omega}$$

gdzie: ω - ciężar materiału wybuchowego bomby w kg.

Betonowe schrony bojowe /BSB/ są to żelbetonowe urządzenia zazwyczaj podziemne ze ścianami o grubości 1-1,5 m i pokryciem o grubości 1,5-2,5 m. Poszczególne BSB zajmują powierzchnię 100-200 m^2 i posiadają uzbrojenie od dwóch do czterech dział przeciwpancernych. Załoga jednego BSB może stanowić 10-100 ludzi.
Gęstość rozmieszczenia BSB w rejonie umocnionym może dochodzić do 6-10 na 1 km frontu. BSB rozmieszczone są na ogół w szachownicę w dwa rzędy w odległości 200-300 m jeden od drugiego.

BSB mogą posiadać różnorodną konstrukcję. Dla uszkodzenia BSB należy stosować bomby burzące o wagomiarze od 500 kg wzwyż.

Do współczesnych urządzeń fortyfikacyjnych należy zaliczyć również zespoły urządzeń, składające się z trzech-czterech betonowych schronów bojowych, wzmocnionych kopułami pancernymi i połączonych między sobą rowami łącznikowymi.

Grupy urządzeń fortyfikacyjnych /DSB, BSB, zespoły fortyfikacji itd/, powiązane w jeden system stanowią punkty oporu, których wymiary mogą dochodzić do 1000 x 1000 m. Najczęściej jednak rozpowszechnione są punkty oporu o średnich wymiarach 400 x 400m. Załogę punktu stanowi zazwyczaj kompania lub batalion.

Cele morskie.

Celami morskimi, na które działać może lotnictwo, są okręty wojenne i transportowce w bazach i w morzu, wojenne bazy morskie, porty itp.

Okręty wojenne dzielą się na nawodne i podwodne.
Do grupy nawodnych okrętów wojennych zaliczają się okręty następujących klas:
- okręty liniowe / liniowce/;
- lotniskowce / ciężkie, lekkie i pomocnicze/;
- krążowniki / ciężkie, lekkie i pomocnicze/;
- monitory / pancerniki obrony brzegu /;
- torpedowce;
- minowce;
- kutry torpedowe / ścigacze /;

- pomocnicze okręty wojenne /okręty strażnicze, trałowce, krążowniki opłot i inne/.

Do grupy podwodnych okrętów wojennych zalicza się:
- okręty podwodne /duże, średnie i małe /,
- podwodne minowce,

Najtrudniejszymi do zniszczenia, a jednocześnie najbardziej ważnymi celami morskimi są okręty liniowe, lotniskowce i krążowniki. Okręty tych klas posiadają dużą odporność z powodu silnych pancerzy. Charakteryzują się one następującymi właściwościami:
- posiadają małe wymiary; wymiary współczesnych okrętów, nawet okrętów największych klas /liniowe, lotniskowce/ nie są większe od 360 - 270 m długości, 34-28 m szerokości;
- grubość i odporność pancerza; współczesne okręty liniowe posiadają system dwu lub trzy pokładowego opancerzenia o ogólnej grubości pancerza 150-300 m i przy grubości pancerza głównego do 170 mm.

Poziome opancerzenie krążowników i lotniskowców o dwupokładowym opancerzeniu posiada ogólną grubość pancerza 90-127 mm i grubość pancerza głównego pokładu do 102 mm.

Dla zatopienia okrętów liniowych, ciężkich krążowników i lotniskowców wymagane jest użycie bomb przeciwpancerno-burzących i burzących o wagomiarze od 1500 kg wzwyż.

Poziome opancerzenie lekkich krążowników o jednym pokładzie posiada grubość pancerza 25-50 mm. Minowce, okręty strażnicze, a także okręty transportowe i tankowce, charakteryzują się znacznie mniejszą odpornością i są bardziej wrażliwe na działanie bomb lotniczych.

Konstrukcja współczesnych okrętów zapewnia im możliwość pozostawania na powierzchni wody, a nawet prowadzić walkę artyleryjską przy uszkodzeniu lub zniszczeniu znacznej części mechanizmów i komór okrętu. Jest to uzyskane dzięki zastosowaniu dużej ilości wodoszczelnych komór /wodogrodzi/, oraz systemu specjalnego zatapiania różnych nieuszkodzonych komór dla zapewnienia odpowiedniej stateczności okrętu.

Okręty wojenne posiadają silną osłonę ogniem artylerii przeciwlotniczej. W ugrupowaniu składającym się z 2 okrętów liniowych, 2 lotniskowców i 4 ciężkich krążowników, można spodziewać się przeciwdziałania do 600 luf wielko i średnio kalibrowej artylerii przeciwlotniczej.
Używanie lotnictwa myśliwskiego, bazującego i startującego z lotniskowców konwojów znacznie zwiększa obronę przeciwlotniczą okrętów pływających w konwoju lub w ugrupowaniu bojowym.
Okręty transportowe, przeznaczone dla przewożenia wojsk, ładunków lub sprzętu technicznego, charakteryzują się brakiem opancerzenia, nieznaczną odpornością na oddziaływanie wybuchów bomb lotniczych, mniejszymi prędkościami i mniejszymi możliwościami manewrowania, oraz małą ilością lub całkowitym brakiem własnej obrony przeciwlotniczej - artylerii przeciwlotniczej.

Wojenne bazy morskie stanowią system obiektów, przeznaczonych dla bazowania okrętów wojennych i transportowych. Rozróżnia się akwatorium i terytorium bazy.
Akwatorium - przestrzeń wodna, potrzebna dla stacjonowania i manewrowania okrętów, bazujących w bazie. W skład akwatorium wchodzą zewnętrzne i wewnętrzne redy, falochrony, kanały, baseny, nadbrzeża z odpowiednimi urządzeniami.

Terytorium bazy - część pobrzeża, w granicach którego rozmieszczone są obiekty obsługujące i zabezpieczające okręty stojące w bazie. Na terytorium bazy rozmieszczone są składy, magazyny, lotniska, stacje kolejowe, elektrownie, warsztaty, ładownie, doki remontowe itd.

Oprócz tego na terytorium bazy i wokół niej rozmieszczone są środki obrony przeciwlotniczej: artyleria przeciwlotnicza, posterunki obserwacyjne, radiolokacyjne punkty rozpoznania i naprowadzania itd.

Wojenne bazy morskie są z zasady silnie osłaniane wszelkimi środkami obrony przeciwlotniczej - brzegową i okrętową artylerią przeciwlotniczą, oraz znacznymi siłami lotnictwa myśliwskiego.

Minimalnym wagowiarem bomb lotniczych przy działaniach na wojenne bazy morskie są bomby burzące FAB-250.

Cele lotnicze.

Do grupy celów lotniczych zalicza się:
- lotniska;
- samoloty na stoiskach;
- ugrupowania bojowe samolotów nieprzyjaciela w powietrzu.

Lotniska polowe charakteryzują się następującymi właściwościami:
- nie posiadają one sztucznych pasów startowych i dróg kołowania; w niektórych wypadkach lotniska polowe wyposażone są w metalowe pasy startowe, składające się z wymien--nych płyt metalowych;
- nie posiadają zazwyczaj specjalnych urządzeń lotnisk stałych jak hangary, składy, warsztaty, zabudowania sztabowe itp;
- są dobrze maskowane - szczególnie lotniska nie posiadające metalowych pasów startowych.

Wymiary lotnisk polowych wynoszą średnio od 1300 x 1300 m do 1300 x 3000 m. Długość metalowych pasów startowych wynosi średnio 1200 - 2000 m.

Czułymi miejscami lotnisk polowych są przede wszystkim stoiska samolotów oraz magazyny bomb, amunicji i materiałów pędnych.

Lotniska stałe charakteryzują się następującymi właściwościami:
- posiadają sztuczne/betonowe/ pasy startowe: ilość pasów startowych zależy od przeznaczenia lotniska i waha się od 1-2 do 4-6 pasów startowych;
- posiadają stałe urządzenia lotniskowe - hangary, składy sprzętu technicznego, stałe warsztaty lotnicze, zabudowania sztabowe, koszarowe i mieszkalne - znajdujące się średnio na powierzchni 70-80 ha;
- słabe maskowanie lub brak zamaskowania; maskowanie takich lotnisk jest trudne, a często niemożliwe z powodu wyraźnego wyodrębnienia się betonowych pasów startowych od ogólnego tła terenu;
- posiadają bocznice kolejowe, dochodzące do granic lotniska;
- posiadają zazwyczaj urządzenia podziemne /składy materiałów pędnych, amunicji, niekiedy hangary/;

- obrona przeciwlotnicza lotnisk włączona jest w system obrony przeciwlotniczej dużych miast lub innych ważnych obiektów nieprzyjaciela, co powoduje duże jej nasilenie wszystkimi środkami obrony przeciwlotniczej /artylerii przeciwlotniczej, lotnictwa myśliwskiego itd./.

Wymiary lotnisk stałych dochodzą do 3000 x 3000m. Wymiary pasów startowych: szerokość 60-80 m, długość 2500 m i więcej.

Czułymi miejscami lotnisk stałych są nie tylko stoiska samolotów, ale i betonowe pasy startowe, naprawienie których wymaga dużej ilości sił, środków i czasu. Szczególne znaczenie mają pasy startowe lotnisk w terenie górzystym, bagnistym i lesistym. Duże znaczenie dla normalnej pracy lotnisk stałych mają różne urządzenia lotniskowe /hangary, warsztaty lotnicze, urządzenia elektrotechniczne i inne/.

Uszkodzenie pasa startowego osiąga się przez użycie bomb burzących o wagomiarze 250 - 1500 kg. Dla uszkodzenia urządzeń lotniskowych stosuje się bomby burzące o wagomiarze 100-250 kg. Podziemne składy materiałów pędnych i amunicji niszczy się bombami burzącymi o wagomiarze 250-3000 kg.

Dla wykonania obliczeń bombardierskich przy działaniach na lotnisko należy mieć możliwie dużo dokładnych danych o miejscach stoisk samolotów i rozmieszczeniu innych obiektów na lotnisku /szczególnie lotnisku polowym/. W celu określenia najwygodniejszego momentu uderzenia bombowego na lotnisko, należy systematycznie prowadzić rozpoznanie, dla ustalenia miejsc rozmieszczenia poszczególnych celów na lotniskach, charakteru działań lotnictwa bazującego na danym lotnisku.

Samoloty na stoiskach są zasadniczo rozmieszczone:
- na lotniskach polowych - rozśrodkowane za granicami pola startowego, na stoiskach obwałowanych lub w ukryciach drewniano-ziemnych, rzadziej - poza ukryciem. Rozśrodkowaniem samolotów na stoiskach osiąga się przez rozstawienie samolotów lotnictwa strategicznego w odległościach 300 i więcej metrów jeden od drugiego, samolotów bombowych lotnictwa taktycznego w odległości 70-100 m, samolotów myśliwskich w odległości 50-70 m jeden od drugiego.

W szeregu wypadków stoiska samolotów mogą znajdować się w znacznej odległości /3-5 km/ od pola startowego i dobrze zamaskowane.

- na lotniskach stałych - rozśrodkowane wzdłuż sztucznych betonowych dróg kołowania, w pobliżu hangarów i warsztatów remontowych.

Najlepsze rażenie samolotów na stoiskach osiąga się przez użycie bomb odłamkowych i burząco-odłamkowych z równomiernym pokryciem powierzchni, na której znajdują się stoiska samolotów.

Bombardowanie ugrupowań bojowych samolotów nieprzyjaciela w powietrzu wykonuje się w celu zniszczenia samolotów, dla naruszenia współdziałania ogniowego ugrupowania bojowego nieprzyjaciela i stworzenie dogodnych warunków dla ataku przez własne myśliwce.

Obiekty transportu kolejowego i samochodowego.

Działania bojowe lotnictwa na obiekty transportu kolejowego i samochodowego mają na celu przerwanie lub utrudnienie /dezorganizację/ przewozu wojsk, sprzętu technicznego i zaopatrzenia materiałowego wojsk nieprzyjaciela drogami lądowymi. Dezorganizację lub przerwanie przewozów osiąga się przez zburzenie stacji /węzłów/ kolejowych ze znajdującymi na nich transportami kolejowymi, autostrad, szos z transportem samochodowym, mostów, wiaduktów i przelotów. Na stacje kolejowe stosuje się bomby burzące o wagomiarze 100-500 kg w połączeniu z bombami zapalającymi.

Działania bojowe na zelektryfikowane linie kolejowe są bardziej skuteczne niż działania na linie kolejowe o trakcji parowej, ponieważ przy bombardowaniu, wraz z urządzeniami drogowymi zostaną zniszczone przewody elektryczne i urządzenia transformatorowe, których naprawa wymaga dużego zużycia sił i czasu. Stosowanie przy bombardowania stacji kolejowych bomb z zapalnikiem ustawionym na duże opóźnienie /minowanie obiektu/, znacznie utrudnia wykonywanie prac naprawczych.

Największe zniszczenia, które bardzo utrudnią naprawę obiektu, osiąga się przy bombardowaniu stacji kolejowych w momencie skupienia na nich transportów kolejowych.

W tym wypadku celowym jest użyć łącznie z bombami burzącymi, bomby burząco-odłamkowe i zwiększony procent bomb zapalających.

Niszczenie przelotów kolejowych uzyskuje się bombami burzącymi wagomiaru 100-250 kg. Największy skutek bombardowania osiąga się przy działaniu na pociągi będące na przelocie, a szczególnie w wykopach, ponieważ utrudnione jest wówczas oczyszczenie drogi. Przy obliczeniach bombardierskich przyjmuje się szerokość jednotorowej linii kolejowej równą 2 m. Dla dwu i więcej torowych linii kolejowych szerokość celu odpowiednio wzrasta.

Autostrady przeznaczone są tylko dla ruchu samochodowego i u—możliwiają ruch samochodów z dużymi prędkościami do 100-120 km/godz. Mają one znaczenie operacyjno-strategiczne. Autostrady posiadają nawierzchnię asfaltową lub betonową o szerokości 15-20 m i grubości 25 cm.

Drogi takie niszczy się przez uzyskanie dużej ilości lejów na ich nawierzchni bombami o wagomiarze od 250 kg wzwyż.

Inne drogi, przeznaczone dla ruchu transportów samochodowych i konnych mogą mieć różne nawierzchnie: z brukowca /kamienia polnego/, kostki, klinkieru, żwiru. Drogi takie posiadają szerokość do 10 m. Wykonywanie uderzeń bombowych na takie obiekty jest naogół niecelowe, ponieważ zazwyczaj istnieje możliwość objazdu uszkodzonej części drogi.

Drogi przechodzące przez tereny bagniste, lub w terenach górskich, mogą być niekiedy ważnymi celami bombardierskimi: zniszczenie dróg bombami FAB-100 i większymi na znacznej długości może spowodować całkowite przerwanie ruchu na niej za kilka dni.

Mosty i wiadukty są najbardziej czułymi obiektami komunikacji lądowej. Naprawa zniszczonych lub uszkodzonych mostów wymaga dużego zużycia sił i dużej ilości środków technicznych.

Zniszczenie takiego obiektu dezorganizuje ruch na długi okres czasu, wyrażający się w dniach, a nawet i tygodniach. Poniższa tabela pokazuje średnią długotrwałość w dobach prac naprawczych mostów kolejowych konstrukcji metalowej:

Długość mostu w m.	Wysokość mostu od dna rzeki w m.			
	5	12	18	24
50	4	5	6	-
100	8	9	10	25
200	-	14	16	20
300	-	16	18	35

W związku z wrażliwością tych obiektów i ważnością dla komunikacji lądowej są one zazwyczaj osłaniane silną obroną przeciwlotniczą.

Mosty kolejowe, są na ogół konstrukcji metalowej, rzadziej żelbetonowej. Mosty drogowe dla ruchu samochodowego są przeważnie konstrukcji żelbetonowej, czasami drewnianej - rzadko stalowej. Wiadukty zbudowane są zazwyczaj z żelbetonu - rzadko posiadają one konstrukcję stalową. Wszystkie mosty posiadają na ogół kilka przęseł o równej długości, natomiast wiadukty mogą posiadać przęsła o różnej długości.

Typowe wymiary mostów i wiaduktów przedstawia poniższa tabela:

Klasa mostu	Most kolejowy jednotorowy		Most kolejowy dwutorowy		Most drogowy	
	dług. w m.	szer. w m.	dług. w m.	szer. w m.	dług. w m.	szer. w m.
Małe mosty	50-100	6	50-100	10	50	8
Średnie "	100-400	6	100-400	10	100-400	8
Duże "	500-1000	6	500-1000	10	500-800	8

Do zburzenia jednego przęsła mostu dowolnej klasy, o konstrukcji stalowej lub żelbetonowej należy uzyskać bezpośrednie trafienie dwóch bomb FAB-250 lub jednej FAB-500 w przęsło.

Przy bombardowaniu mostów celowym jest wykonywać nalot pod niedużym kątem nalotu, odbierając jako punkt celowania środek mostu.

Urządzenia przemysłowo-wojskowe.

Urządzenia przemysłowo-wojskowe, w zależności od ich odporności i charakteru ich konstrukcji, można podzielić na trzy typy:

1. urządzenia posiadające silną konstrukcję, rozmieszczone w zabudowaniach o dużych wymiarach; do tego typu obiektów zalicza się zakłady metalurgiczne, kopalnie rud i węgla, stocznie, porty, zbrojownie, zakłady budowy maszyn itd. z zabudowaniami, zajmującymi do 20-22 % ogólnej powierzchni obiektu, oraz zakłady przemysłowe budowy kotłów parowych, turbin, silników spalinowych, parowozów, wagonów, samolotów, samochodów, traktorów i czołgów, zakłady metalurgiczne metali kolorowych, zakłady przemysłu chemicznego itd, z zabudowaniami zajmującymi do 30-32 % ogólnej powierzchni obiektu;

2. urządzenia o średniej odporności, rozmieszczone w budynkach kilkupiętrowych o średnich wymiarach; do nich zalicza się rafinerie, prochownie, gazownie, zakłady przemysłowe paliwa syntetycznego, urządzeń optycznych, mierniczych, z zabudowaniami zajmującymi do 40-50 % ogólnej powierzchni obiektu;

3. urządzenia o lekkiej konstrukcji, do nich zalicza się zakłady naftowe, przemysłowe, tartaki, stolarnie, gorzelnie itd.

Przedsiębiorstwa pierwszego typu, wytwarzające duże i ciężkie produkty, posiadają zabudowania parterowe, o dużej powierzchni i dużej wysokości /do 10-20 m/, silnie rozbudowaną sieć linii kolejowych, łączącą główne działy zakładu przemysłowego.

Czułymi miejscami obiektu są odlewnie, oddziały mechaniczne, stacje elektryczne, siłownie, kotłownie. Rażenie takich obiektów uzyskuje się bombami burzącymi o wagomiarze od 500 kg wzwyż w połączeniu z bombami zapalającymi /do 20 %/.

Przedsiębiorstwa drugiego typu są rozmieszczone w bardziej zwartych grupach. Kilkupiętrowe /2-3 piętra/ budynki tych zakładów mają słabszą konstrukcję. Najmniejszymi bombami, zdolnymi uszkodzić lub zburzyć takie obiekty są bomby burzące FAB-250 w połączeniu z bombami zapalającymi typu ZAB-100 / do 30 % /.

Wyjątkiem w tej grupie przedsiębiorstw są rafinerie ropy naftowej, posiadające znaczne powierzchnie zajęte zbiornikami paliwa. Ogólna pojemność zbiorników dochodzić może do 10.000 m^3, nie licząc cystern kolejowych, jakie mogą znajdować się w punktach załadowania.

Przy działaniu na rafinerie ropy naftowej celowym jest stosowanie bomb burzących o wagomiarze 100-250 kg w połączeniu z bombami zapalającymi /do 50 %/. Przy zastosowaniu bomb zapalających małego wagomiaru należy przed tym uzyskać uszkodzenie zbiorników bombami burzącymi.

Przedsiębiorstwa trzeciego typu mogą być skutecznie rażone bombami burzącymi nie dużego wagomiaru a nawet samymi bombami zapalającymi dowolnego wagomiaru.

Przy bombardowaniu ze średnich wysokości, jako punkty celowania należy wyznaczyć środki poszczególnych oddziałów lub hal zakładów. Ze zwiększeniem wysokości bombardowania, za punkt celowania należy brać środek powierzchni całego obiektu.

Dla uszkodzenia lub zniszczenia podziemnych zakładów przemysłowych należy stosować bomby burzące dużego wagomiaru, zapewniające przebicie ziemnego pokrycia i uszkodzenia urządzeń, znajdujących się pod tym pokryciem.

Składy i magazyny

Składy i magazyny mogą być naziemne i podziemne.
Naziemne magazyny amunicji rozkładane są zazwyczaj w lesie, w odległości nie mniejszej jak 3 km od miejscowości i stacji kolejowych. Amunicję układa się w stosy o zawartości równej 1-5 wagonów kolejowych. Odległość między stosami winna zapewniać swobodny przejazd pojazdów mechanicznych; wynosi ona 50-100 m. Uderzenia bombowe na takie obiekty wykonuje się przy użyciu bomb przeciwczołgowych /PTAB/ i burzących /FAB/ z celowaniem w środek powierzchni, zajętej przez magazyn.

Odkryte składy paliwa składają się z grupy zbiorników /cystern/, rozmieszczonych na znacznej powierzchni. Duże zbiorniki są zazwyczaj obwałowane. Dla zniszczenia składów paliwa stosuje się bomby burzące wagomiaru 100-250 kg w połączeniu z bombami zapalającymi.

Magazyny żywnościowe i mundurowe są to urządzenia o małej odporności, które łatwo mogą być zniszczone bombami burzącymi o wagomiarze do 100 kg i bombami zapalającymi. Wyjątek stanowią elewatory, dla zniszczenia których konieczne jest użycie bomb burzących większych wagomiarów.

Dla zniszczenia podziemnych magazynów stosuje się bomby burzące dużego wagomiaru/ 250-500 kg/ ze wzmocnionym czerepem, zapewniającym przebicie pokrycia ziemnego.

Inne obiekty

Do tej grupy obiektów zalicza się pola startowe samolotów-pocisków, stanowiska startowe pocisków rakietowych, naziemne stacje radiolokacyjne wszystkich typów.

Stanowiska startowe mogą być naziemne i okrętowe.
Naziemne pola startowe składają się ze specjalnych urządzeń startowych dla uruchomienia samolotów pocisków / stanowiska, katapulty, prowadnice, ramy, drogi dojazdowe, umocnienia betonowe, na których opiera się dolna część prowadnic / i z pomieszczeń służbowych / żelbetonowe schrony kierowania uruchomienia samolotów-pocisków, magazyny pocisków, pomieszczenia montażowe samolotów-pocisków, pomieszczenia kontroli i ostatecznej regulacji aparatury samolotów-pocisków, pomieszczenia dla obsługi/.

Z powodu małych wymiarów i dużej odporności tych urządzeń, stanowiska startowe można niszczyć tylko przy bombardowaniu z małych i średnich wysokości, stosując bomby burzące o wagomiarze 250-500 kg.

Średnie wymiary pól startowych i stanowisk startowych przedstawione są w poniższej tabeli.

Nazwa celu	Wymiary w m.
Stanowisko startowe / prowadnica dla uruchomienia samolotów-pocisków/	5 x 60
Stałe stanowisko startowe dla uruchomienia pocisków rakietowych	30 x 100
Pole startowe /stacja/ samolotów-pocisków	150 x 200

Nazwa celu	Wymiary w m.
Pole startowe /stacja/ pocisków rakietowych	200 x 200
Okrętowe stanowisko startowe dla uruchomienia pocisków rakietowych i samolotów-pocisków.	wymiary okrętu wojennego.

Niszczenie okrętowych stanowisk startowych uzyskuje się przez zatopienie lub uszkodzenie okrętów wyposażonych w takie urządzenia.
Naziemne stacje radiolokacyjne niszczy się przy użyciu bomb burzących średnich wagomiarów, bomb burząco-odłamkowych i bomb odłamkowych dużego wagomiaru.

2. WYBÓR ŚRODKÓW RAŻENIA.

a/ Czynniki warunkujące wybór środków rażenia

Dla wykonania zadania bojowego należy wybrać odpowiednie środki rażenia, gwarantujące minimalne zużycie sił i środków przy jednoczesnej pewności uzyskania nakazanego rezultatu bombardowania.
Przy wyborze środków rażenia należy uwzględnić następujące czynniki:
- charakter i odporność celu;
- charakter zadania bojowego;
- możliwości bombardierskie samolotów;
- przypuszczalne warunki bombardowania;
- posiadane środki rażenia.

Charakter i odporność celu w decydującej mierze wpływa na wybór środków rażenia. Przy użyciu bomb małych na cele o dużej odporności nie osiągnie się żadnego rezultatu, natomiast zastosowanie bomb dużych na obiekty o małej lub średniej odporności doprowadza do nieracjonalnego zużycia sił i środków. Najwygodniejszymi bombami przy działaniu na dany cel będą te bomby, które będąc zrzucane z jednego samolotu i trafieniu w cel w ilości przewidzianej przez prawdopodobieństwo trafienia, zapewniają

zniszczenie największej, w porównaniu z innymi bombami, powierzchni tego celu w nakazanym stopniu.

Przy określeniu najwygodniejszych bomb konieczna jest więc między innymi dokładna znajomość skuteczności działania bomb lotniczach i odporności celu.

Dla wyboru najwygodniejszych środków rażenia przy działaniach na cele typowe, należy posługiwać się danymi, ujętymi w "Tabeli norm rażenia celów typowych " / załącznik Nr. 1 / i w " Tabeli koniecznej ilości trafień przy działaniach na cele morskie " / załącznik Nr. 2/.

W tabelach tych wymienione są nie tylko najwygodniejsze bomby przy działaniach na ten lub inny cel, ale także te typy i wagomiary bomb, którymi wogóle można dany cel razić; wykazany jest tam także charakter działania zapalnika lotniczego, jaki należy stosować na dany cel przy użyciu poszczególnych bomb.

Przy wyborze bomb, w zależności od charakteru i odporności celu, należy kierować się również następującymi wskazaniami;

- bomby odłamkowe, posiadające czerep wykonany z żeliwa należy stosować tylko na siłę żywą nieprzyjaciela; stosowanie tych bomb na sprzęt techniczny jest mało skuteczne; natomiast mało skuteczne na siłę żywą jest działanie stalowych bomb odłamkowych i bomb burzących.
- przy działaniu na bojowy sprzęt techniczny /artyleria, moździeże, samoloty na stoiskach, transporty kolejowe/ celowym jest stosować bomby odłamkowe i burząco-odłamkowe posiadające czerep stalowy; odłamkowe działanie bomb z czerepem wykonanym z żeliwa, lub stosowanie bomb burzących jest mniej skuteczne.
- przy działaniu na obiekty opancerzone /czołgi, działa pancerze/ należy stosować bomby przeciwczołgowe i odłamkowo-burzące; bomby burzące, na skutek małego działania odłamkowego, można używać tylko w szczególnych wypadkach.
- przy działaniu na obiekty, które ulegają wystarczającemu zniszczeniu lub uszkodzeniu przy trafieniu jedną bombą,

celowym jest używać bomby możliwie najmniejszego wagomiaru /zapewniające jednak odpowiednie zniszczenie celu/, aby dzięki zwiększonej ilości bomb na samolocie, uzyskać zwiększone prawdopodobieństwo trafienia,

- dla rażenia obiektów posiadających odporne pokrycie jak np. fortyfikacje, magazyny podziemne amunicji i paliwa, betonowe pasy startowe, nie należy stosować bomb burzących wzoru 1943 r /$FAB\text{-}250_{M-43}$, $FAB\text{-}500_{M-43}$, $FAB\text{-}1000_{M-43}$/ z powodu zbyt słabej konstrukcji ich czerepu; na takie obiekty należy stosować bomby burzące wzoru 1946 r /$FAB\text{-}250_{M-46}$, $FAB\text{-}500_{M-46}$ itd/, a także bomby burzące, posiadające wzmocnioną konstrukcję czerepu- grubościenne / FAB-250 ts, FAB-500 ts/.

Przy działaniu na obiekty przemysłowe, ośrodki administracyjne, miasta itd najwygodniejszym jest mieszany ładunek bombowy składający się z bomb burzących i zapalających w następującym stosunku:

- na obiekty przemysłowe z lekkimi i średnimi zabudowaniami wielopiętrowymi, lub na składy średnich wymiarów stosuje się do 30 % bomb zapalających w stosunku do całego ładunku bombowego
- na obiekty przemysłowe z odpornymi urządzeniami i zabudowaniami - do 20 % bomb zapalających w stosunku do całego ładunku bombowego;
- na obiekty o konstrukcji łatwopalnej - do 50 % bomb zapalających w stosunku do całego ładunku bombowego.

Bomby zapalające ładuje się na specjalnie do tego wyznaczone samoloty wchodzące w skład grupy, wykonującej zadanie bojowe i lecące w jednym ugrupowaniu bojowym.

Charakter zadania bojowego wpływa w znacznym stopniu na wybór środków rażenia.
Dla uzyskania zniszczenia obiektu należy z zasady wybierać większe wagomiary bomb, a tym samym skuteczniejsze nawet przy ograniczonej ilości trafień w cel. Natomiast dla uzyskania obezwładnienia lub uszkodzenia celu, mogą wystarczyć bomby o mniejszym wagomiarze, przy uzyskaniu jednak większej ilości trafień. Wówczas można, wykonując kilka nalotów na cel, dłużej go obezwładniać i rozłożyć bardziej równomiernie na całej jego powierzchni.

Biorąc pod uwagę możliwości bombardierskie samolotów należy ustalić czy możliwe jest podwieszenie wybranych bomb na dany typ samolotu i jaki jest możliwy ładunek bombowy, składający się z wybranych bomb na samolocie.
Np. przy działaniu na betonowe pasy startowe lotnisk należy stosować bomby burzące wagomiaru od 250 kg wzwyż; jeżeli uderzenie bombowe ma być wykonane przez samoloty typu Il-10, to możliwość uzbrojenia bombardierskiego tych samolotów zadecydują o tym ażeby użyć bomby FAB-250, ponieważ większych bomb samoloty tego typu nie są w stanie zabrać.

Przy działaniu na kolumnę wojsk można między innymi użyć bomb odłamkowych różnych wagomiarów; jednak przy bombardowaniu z samolotów Il-28 nie celowym będzie stosować AO-25, których nie można załadować w kasety RBK-250, ani też nie można podwiesić na zamki bombowe.

W celu ustalenia najwygodniejszego ładunku bombowego, uwarunkowanego możliwościami uzbrojenia bombardierskiego samolotów, najlepiej jest porównać skuteczność, względnie wielkość powierzchni, jaką możnaby było razić salwą bombową składającą się z różnych bomb, zrzuconych z jednego samolotu danego typu.

Np. przy działaniu na stację kolejową stosować można bomby FAB-100, FAB-250, FAB-500 FAB-1500, OFAB-100.
Wówczas salwa bombowa samolotu Il-28, posiadającego podwieszone te bomby, pokryłaby powierzchnię:

Typ i wagomiar bomby	Taktyczna norma rażenia m²	Ilość bomb podwieszonych na samolocie	Powierzchnia rażenia salwą bomb jednego samolotu m².
FAB - 100	1100	12	13.200
FAB - 250	2100	8	16.800
FAB - 500	3200	4	12.800
FAB -1500	5200	1	5.200
OFAB- 100	1100	12	13.200

Z powyższego zestawienia wynika, że najwygodniejszymi bombami będą FAB-250, oraz FAB-100 i OFAB-100, które co prawda dają mniejszą ogólną powierzchnię rażenia, ale z powodu większej

ich ilości na samolocie można uzyskać większe prawdopodobieństwo trafienia, a więc i skuteczność ostateczna może być większa. Należy więc w takim wypadku wykonać obliczenie prawdopodobieństwa trafienia dla 8 bomb FAB-250 i 12 bomb FAB-100/ OFAB-100/ i na tej podstawie określić odpowiedni wniosek dla wyboru najwygodniejszych środków rażenia.

Przy użyciu na ten sam cel samolotów typu Il-10, wygodniejszymi bombami będą FAB-100 /OFAB-100/, ponieważ ich można podwiesić 4 sztuki i ich salwa rażić będzie powierzchnię 4400 m^2 w porównaniu z 2 bombami FAB-250 o powierzchni rażenia 4200 m^2. Prócz tego większa ilość bomb FAB-100 zwiększa prawdopodobieństwo trafienia.

Przypuszczalne warunki bombardowania mogą w pewny sposób wpływać na wybór środków rażenia. Należy jednak podkreślić, że zależność ta jest wspólna t.zn., że wybrane środki rażenia mogą również decydować o wyborze odpowiednich warunków bombardowania. Jedynie w wypadkach, kiedy ważne czynniki taktyczne, lub inne/ np. sytuacja meteorologiczna/, zmuszają do określenia warunków bombardowania bez względu na stosowane środki rażenia, należy wówczas wybrać takie środki rażenia, które zapewnią wykonanie zadania bojowego i bezpieczeństwo własnych samolotów. Ma to szczególne znaczenie przy bombardowaniu z wysokości mniejszych od bezpiecznej. Należy wtedy stosować zapalniki uderzeniowe z odpowiednim opóźnieniem, oraz mieć to na uwadze, że opóźnienie działanie zapalników zmniejsza skuteczność działania bomb odłamkowych i odłamkowo-burzących.

Przy wyborze środków rażenia należy również kierować się posiadanymi zapasami bomb w magazynach bol, BLT oraz możliwościami dostarczenia na czas odpowiednich środków rażenia do oddziałów, wykonujących zadanie bojowe.

b. Określenie taktycznej normy rażenia

Skuteczność działania bomb lotniczych można określić albo promieniem działania danej bomby lotniczej, albo taktyczną normą rażenia tej bomby.

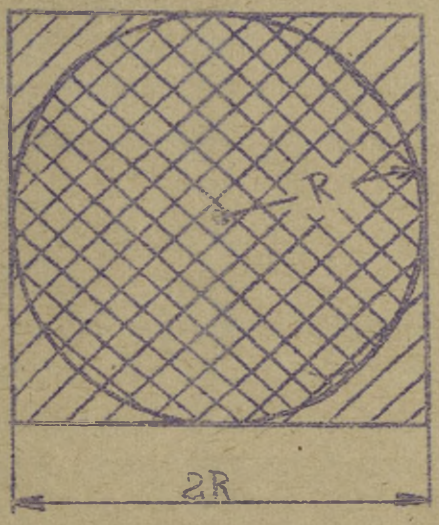
Promień działania bomby lotniczej R jest to największa odległość od punktu wybuchu bomby do celu w metrach, w której uzyskane zostanie odpowiednie zniszczenie tego celu.

Taktyczna norma rażenia bomby f_b jest to powierzchnia celu w m^2, która zostanie zniszczona w odpowiednim stopniu przez wybuch jednej bomby lotniczej.

Między promieniem działania bomby R i jej taktyczną normą rażenia f_b zachodzi ścisła zależność, wyrażona wzorem / powierzchnia koła o promieniu R /:

$$f_b = \pi R^2 \qquad /7/$$

Niekiedy w obliczeniach bombardierskich przyjmuje się, że taktyczna norma rażenia bomby jest powierzchnią kwadratu o boku 2R / rys.4 / czyli:



$$f_b = 4R^2 \qquad /7a/$$

Rys. Nr.4.

Z powyższych wzorów wynika, że taktyczna norma rażenia jest wprostproporcjonalna do kwadratu promienia działania bomby.

Wielkość promienia działania bomby, a więc i wielkość taktycznej normy rażenia zależy od następujących czynników:
- typu i wagomiaru bomby lotniczej;
- charakteru działania zapalnika lotniczego;

- charakteru i odporności celu;
- charakteru zadania bojowego.

W zależności od typu i wagomiaru bomb lotniczych, charakteru działania zapalnika, oraz w zależności od odporności celu zależyć będzie promień działania bomb, a więc i taktyczna norma rażenia bomby. Zależności te zostały omówione w skrypcie: " Lotnicze środki rażenia ".

Charakter celu również decyduje w bardzo dużym stopniu o wielkości taktycznej normy rażenia:

- jeżeli zniszczenie małego celu /np.czołgu/ osiąga się przez bezpośrednie trafienie w ten cel tylko jedną bombą, to taktyczna norma rażenia tej bomby równa jest powierzchni rzeczywistej celu;

$$f_b = D \times K \qquad /8/$$

- jeżeli odpowiednie zniszczenie lub uszkodzenie jakiegokolwiek obiektu można uzyskać jedną bombą, wybuchającą w pełnym promieniu R od tego celu, to taktyczna norma rażenia bomby równa jest powierzchni określonej wymiarami celu, powiększonymi w każdą stronę o promień działania bomby;

$$f_b = / D + 2R / \times / K + 2R / \qquad /8a/$$

Przykłady:

- Przy działaniu na czołgi o wymiarach 4 x 2,5 m w rejonach ześrodkowania bombami PTAB-2,5 - 1,5 zapewniającymi przy jednym bezpośrednim trafieniu zniszczenie czołgu, taktyczna norma rażenia bomby PTAB-2,5-1,5 wynosi / wg. wzoru 8 /

$$f_b = 4 \times 2,5 = 9 \text{ m}^2$$

- Działając natomiast na ten sam cel przy użyciu bomb OFAB-100 zapewniających odpowiednie zniszczenie czołgu przy wybuchu od niego w promień R = 0,9 m, taktyczna norma rażenia bomby OFAB-100 wynosi / wg. wzoru 8a/

$$f_b = / 2 \cdot 0,9 + 4 / \times / 2,09 + 2,5 / = 5,8 \times 4,3 = 6 \times 4,5 = 27 \text{ m}^2$$

W zależności od zadania bojowego nie zawsze jest konieczne zadanie takich samych strat czy uszkodzeń celu.

Dlatego przy zadaniach bojowych " obezwładnienie ", "demoralizacja " , " nękania ", które zakładają uzyskanie mniejszych strat, taktyczne normy rażenia bomb będą większe, ponieważ w większym promieniu od punktu wybuchu bomby możliwe jest uzyskanie takich zniszczeń.

Natomiast zadania " zniszczyć ", "zburzyć" wymagają większych zniszczeń obiektu, które powstaną w mniejszym promieniu od punktu wybuchu bomby, a więc taktyczna norma rażenia bomb będzie wówczas mniejsza.

Wielkość promienia działania dla uzyskania zniszczenia celu, wielkości taktycznych norm rażenia na cele typowe i najwygodniejsze środki rażenia i w zależności od oczekiwanego rezultatu działań podane są w załączniku Nr. 1 " Tabela norm rażenia celów typowych ".

W wypadku, gdy w grupie samolotów stosowany jest mieszany ładunek bombowy, składający się z różnych typów i wagomiarów bomb o różnej taktycznej normie rażenia, to dla wykonania obliczeń bombardierskich należy określić średnią taktyczną normę rażenia $fb_{śr}$ dla tych bomb.

Aby obliczyć średnią taktyczną normę rażenia należy obliczyć ogólną powierzchnię rażenia uzyskaną przez salwę bombową wszystkich bomb grupy samolotów i podzielić przez ogólną ilość bomb w grupie samolotów:

$$fb_{śr} = \frac{x_1 \times f_{b1} + x_2 \times fb_2 + \dots\dots + x_n \times fb_n}{x_1 + x_2 + \dots\dots + x_n} \qquad /9/$$

gdzie: x_1, x_2, x_n - ilość bomb poszczególnych typów i wagomiarów;

fb_1, fb_2, fb_n - taktyczna norma rażenia poszczególnych bomb;

Na przykład, jeżeli na samoloty grupy zostanie podwieszone 40 bomb OFAB-100 o taktycznej normie rażenia f_b = 1100 m^2 i 20 bomb FAB-250 o taktycznej normie rażenia f_b = 2100 m^2, to średnia taktyczna norma rażenia ładunku mieszanego wynosi:

$$fb_{śr} = \frac{40 \times 1100 + 20 \times 2100}{60} = 1433\ m^2$$

Średnią taktyczną normę rażenia ładunku mieszanego można także obliczyć przy znanym procentowym stosunku ilościowym różnych typów i wagomiarów bomb, wchodzących w skład mieszanego ładunku bombowego samolotów.

Aby obliczyć średnią taktyczną normę rażenia ładunku mieszanego znając procentowy skład różnych bomb stanowiących ten ładunek bombowy, należy obliczyć setną część sumy iloczynów poszczególnych procentów przez taktyczne normy rażenia odpowiadających im bomb.

$$fb_{śr} = \frac{p_1\,\% \times fb_1 + p_2\,\% \times fb_2 + \ldots\ldots + p_n\,\% \times fb_n}{100} \qquad /10/$$

gdzie: $p_1\%$, $p_2\%$, $p_n\%$ - procentowy skład poszczególnych typów i wagomiarów bomb,

fb_1, fb_2, fb_n - taktyczna norma rażenia odpowiednich bomb.

Na przykład, jeżeli na samolotach grupy zostanie podwieszone 60 % bomb FAB-100 o taktycznej normie rażenia $f_b = 1100\ m^2$ i 40 % bomb FAB-250 o taktycznej normie rażenia $f_b = 2100\ m^2$ to średnia taktyczna norma rażenia ładunku mieszanego wynosi:

$$fb_{śr} = \frac{60 \times 1100 + 40 \times 2100}{100} = 1500\ m^2$$

C. Określenie koniecznej ilości trafień

Jednym z najważniejszych etapów obliczeń bombardierskich, od którego w znacznej mierze będzie zależał końcowy wynik obliczeń koniecznej ilości sił i środków, zapewniających wykonanie zadania bojowego, jest określenie koniecznej ilości trafień w cel.

Konieczna ilość trafień w cel /M_t / jest to taka ilość wybranych środków rażenia, które wybuchając w granicach powierzchni celu, zapewniają osiągnięcie zniszczenia tego celu w nakazanym stopniu.

Konieczna ilość trafień zależy od następujących czynników:
- charakteru, odporności, wielkości i kształtu celu;
- skuteczności działania wybranych środków rażenia;
- charakteru zadania bojowego.

Konieczną ilość trafień M_t, określić można w zależności od charakteru celu i zadania bojowego, trzema sposobami:
- wg. taktycznej normy rażenia wybranych środków rażenia;
- wg. zdolności naprawczej celu przez nieprzyjaciela;
- wg. danych informacyjnych / z tabel /.

Przy określeniu koniecznej ilości trafień M_t według taktycznej normy rażenia wybranych środków rażenia, zakłada się, że w wyniku bombardowania bomby ułożą się równomiernie na całej powierzchni celu. Aby więc osiągnąć odpowiednie zniszczenie celu należy uzyskać tyle trafień w cel, żeby taktyczne normy rażenia użytych bomb i zapewniające uzyskanie takiego zniszczenia pokryły całkowicie powierzchnię celu. Ponieważ powierzchnia celu wynosi:

$$S = D \times K$$

gdzie: S - powierzchnia celu w m^2
D - długość celu w m;
K - szerokość celu w m;
więc konieczna ilość trafień równa się:

$$M_t = \frac{S}{f_b} = \frac{D \times K}{f_b} \qquad /11/$$

Dla obliczenia koniecznej ilości trafień tym sposobem należy znać możliwie dokładne rzeczywiste wymiary tej powierzchni obiektu działań, której zniszczenie zapewni wykonanie zadania bojowego. Należy tu zaznaczyć, że wymiary celu, jakie przyjmuje się do obliczenia koniecznej ilości trafień, nie zależą w odróżnieniu od wymiarów obliczeniowych od kierunku nalotu, i nie należy tych wymiarów celu mylić.

Z analizy wzoru na konieczną ilość trafień wynika, że wielkość M_t zależy wprost proporcjonalnie od wielkości powierzchni celu i odwrotnie proporcjonalnie od taktycznej normy rażenia bomby. Z tego wniosek, że przy zadaniach bojowych powodujących zmniejszoną taktyczną normę rażenia, konieczna ilość trafień będzie większa.

Przy stosowaniu mieszanego ładunku bombowego, w obliczeniach koniecznej ilości trafień należy stosować średnią taktyczną normę rażenia - $f_{b_{śr}}$.

Powyższy sposób obliczeń stosuje się z zasady do obiektów płaszczyznowych; czasami można stosować ten sposób przy działaniu na cele punktowe, ale rozmieszczone na pewnej powierzchni / np. artyleria na SO, czołgi w ugrupowaniu bojowym itp/.

Przykład 1: Obliczyć konieczną ilość trafień M_t dla obezwładnienia kompanii czołgów skupionych w terenie odkrytym, przy działaniu bombami PTAB-2,5-1,5. Powierzchnia rejonu zgrupowania kompanii czołgów S=0,2 km^2 = 200.000 m^2.

Rozwiązanie Z tabeli norm rażenia celów typowych /Załącznik Nr.1/ wynika, że taktyczna norma rażenia bomb PTAB-2,5-1,5 dla obezwładnienia / zadania do 20-30 % strat / czołgów skupionych w terenie odkrytym wynosi f_b = 90 m^2. Wówczas konieczna ilość trafień wynosi:

$$M_t = \frac{S}{f_b} = \frac{200.000}{90} = 2223 \text{ bomby}$$

Uwaga: ilość bomb należy zawsze zaokrąglić w górę do całości.

Przy stosowaniu na ten sam cel bomb OFAB-100 o taktycznej normie rażenia f_b = 950 m^2 z oczekiwanym skutkiem zadania 5-7 % strat, konieczna ilość trafień wynosi:

$$M_t = \frac{S}{f_b} = \frac{200.000}{950} = 211 \text{ bomb}$$

Przykład 2: Obliczyć M_t dla zdezorganizowania ruchu transportów kolejowych na stacji kolejowej o wymiarach 1100x600 m przy działaniu bombami FAB-250. Wymiary powierzchni, na której znajdują się tory kolejowe tej stacji, wynoszą 1000 x 160 m.
Taktyczna norma rażenia bomb FAB-250, zapewniająca uzyskanie zniszczeń w 25-30 % urządzeń stacyjnych i torów, oraz przerwy w pracy na przeciąg 4-6 godz, wynosi f_b = 2100 m^2.

Rozwiązanie Ponieważ dla przerwania ruchu transportów kolejowych należy zniszczyć przede wszystkim tory kolejowe, dlatego jako cel bombardierski należy brać tory kolejowe znajdujące się na powierzchni 1000 x 160 m

Konieczna ilość trafień wynosi wówczas:

$$M_t = \frac{D \times K}{f_b} = \frac{1000 \times 160}{2100} = 76{,}2 = 77 \text{ bomb;}$$

Dla wykonania tego zadania bojowego przy zastosowaniu mieszanego ładunku bombowego o składzie 60 % FAB-100 i 40 % FAB-250, posiadającego średnią taktyczną normę rażenia 1500 m^2, konieczna ilość trafień wynosi:

$$M_t = \frac{D \times K}{f_b} = \frac{1000 \times 160}{1500} = 107 \text{ bomb;}$$

Przy określeniu koniecznej ilości trafień wg. taktycznej normy rażenia stosowanych środków rażenia należy brać również pod uwagę kształt celu. Odnosi się to szczególnie przy działaniach na cele długie a wąskie, np. kolumny wojsk w marszu.

Jeżeli przyjmiemy cel: kolumna piechoty zmotoryzowanej o długości 1000 m, szerokość 8 m / szerokość szosy / to przy poprzednio omówionej metodyce obliczeń, konieczna ilość trafień bombami OFAB-100 o taktycznej normie rażenia $f_b = 1500\ m^2$ wyniosłaby:

$$M_t = \frac{1000 \times 8}{150} = 5 \text{ bomb;}$$

Analizując jednak ten wynik łatwo dojść do wniosku, że ta ilość bomb nie wystarczy dla pokrycia całej powierzchni celu taktyczną normą rażenia, ponieważ znaczna część powierzchni rażenia każdej bomby wyjdzie znacznie poza rzeczywistą szerokość celu, a nie obejmie całej długości / rys. 5 /.



Rys. Nr. 5.

W takim wypadku należy obliczyć promień działania bomby wychodząc z jej taktycznej normy rażenia:

$$R = \sqrt{\frac{f_b}{\pi}}$$

I o ile szerokość celu jest znacznie mniejsza od obliczonego promienia działania bomby, to konieczną ilość trafień określa się przez podzielenie długości celu przez dwa promienie działania bomby:

$$M_t = \frac{D}{2R} \qquad /12/$$

Dla w/w przykładu konieczną ilość trafień należałoby obliczyć następująco:

- promień działania bomby : $R = \sqrt{\frac{1800}{3,14}} = 24$ m ;
- konieczna ilość trafień: $M_t = \frac{1000}{48} = 21$ bomb;

Określenie koniecznej ilości trafień wg. zdolności naprawczej celu przez nieprzyjaciela, polega na porównaniu strat jakie można zadać nieprzyjacielowi wybranymi środkami rażenia, z intensywnością naprawy uszkodzeń i zniszczeń przez nieprzyjaciela. Aby można było z odpowiednią dokładnością określić zdolność naprawczą obiektu, należy mieć odpowiednie dane o nieprzyjacielu w rejonie obiektu działań, a mianowicie:

- ilość i jakość sprzętu, oraz materiału naprawczego, względnie wymiennego;
- stan mechanizacji robót;
- ilość siły roboczej;
- stan moralno-polityczny.

Na tej podstawie można drogą kalkulacji, analizy doświadczeń, ustalić natężenie prac naprawczych, które może wyrażać się np. w ilości metrów sześciennych zasypywanych lejów i wyrównywania powierzchni / układania szyn/ w ciągu 1 godz. To może być podstawą do obliczenia koniecznej ilości trafień, przy której nieprzyjaciel będzie zmuszony naprawić obiekt conajmniej przez okres przewidywany zadaniem bojowym.

Przykład: Należy zdezorganizować ruch kolejowy na stacji kolejowej na okres 12 godz.
O nieprzyjacielu wiadomo, że w rejonie celu posiada naprawczy park maszynowy, zapasowe pokłady i szyny, oraz odpowiednią ilość siły roboczej, zapewniającej wykonywanie prac naprawczych z natężeniem zasypania lejów około 500 m^3/ godz. i ułożenia szyn.
Obliczyć konieczną ilość trafień bombami FAB-250, wiedząc, że wybuch tej bomby z zapalnikiem działania opóźnionego powoduje powstanie leja o objętości do 60 m^3.

Rozwiązanie: Należy najpierw obliczyć, jakie ogólne szkody może nieprzyjaciel naprawić przy wskazanym natężeniu prac przez nakazany okres dezorganizacji.

$$Z_n = Z_g \times t = 500 \times 12 = 6000 \ m^3$$

gdzie Z_n – zdolność naprawcza w m^3;
Z_g – natężenie prac naprawczych w m^3/ godz.;
t – czas dezorganizacji.

Na tej podstawie obliczyć konieczną ilość trafień

$$M_t = \frac{Z_n}{V} = \frac{6000}{60} = 100 \text{ bomb}$$

gdzie V – objętość ziemi w m^3 wyrzuconej z leja przez jedną bombę.

Przy działaniu na niektóre obiekty jak mosty, wiadukty, okręty, fortyfikacje, które zniszczyć można z zasady tylko przez bezpośrednie trafienie odpowiednimi bombami, konieczną ilość trafień określa się z tabel, które wykazują ile należy uzyskać trafień odpowiednimi środkami rażenia, aby osiągnąć skutek postawiony w zadaniu bojowym.
Tabela taka " Koniecznej ilości trafień przy działaniach na cele morskie" podana jest w załączniku Nr. 2.

3. Rozrzut i prawdopodobieństwo trafienia

a/ Istota rodzaje i prawa rozrzutu

W praktycznym bombardowaniu trudno jest uzyskać trafienie bombą dokładnie w punkt celowania. Stwierdzono, że punkty upadku bomb zrzuconych pojedyńcze przy indywidualnym celowaniu w jednakowych warunkach i przez dobrze wyszkoloną załogę rozłożą się na pewnej powierzchni z różnym co do kierunku i wielkości odchyleniem od punktu celowania. To zjawisko odchylenia się punktów upadków bomb od punktu celowania nazywa się rozrzutem bomb, a powierzchnia, na której ułożą się /zostaną rozrzucone/ bomby, powierzchnią albo polem rozrzutu.

Ponieważ odchylenie punktów upadków bomb względem punktu celowania jest różne co do kierunku i wielkości, dla ocenienia błędu spowodowanego rozrzutem, najwygodniej jest określić go za pomocą współrzędnych prostokątnych, z których jedna oś np. X-X jest zgodna z kierunkiem nalotu, druga Y-Y - prostopadła do kierunku nalotu, a początek układu współrzędnych pokrywa się z punktem celowania. Wówczas odchylenie bomby na donośność / zgodnie z kierunkiem nalotu/ równe będzie odległości x mierzonej od początku układu współrzędnych do rzutu punktu upadku bomby na oś X-X. Odchylenie boczne bomby /błąd kierunkowy / równy będzie odległości y od początku układu / punktu celowania / do rzutu punktu upadku bomby na oś Y-Y. W zależności od tego, po której stronie każdej osi znajduje się punkt upadku bomby oznacza się wartość jego odchylenia znakiem + lub - zgodnie z ogólnymi zasadami przyjętymi w matematyce.

Przy odpowiednio dużej ilości zrzuconych bomb z celowaniem do jednego i tego samego punktu, można będzie łatwo zauważyć, że w granicach pola rozrzutu utworzy się pewien punkt, wokół którego znajdować się będzie największe zgęszczenie punktów upadków bomb. Punkt taki nazywa się środkiem pola rozrzutu, albo krócej środkiem rozrzutu. Środek rozrzutu jest średnim geometrycznym punktem dla wszystkich punktów upadku.

Środek pola rozrzutu występuje przy każdym bombardowaniu, lecz jego dokładne określenie możliwe jest przy dużej ilości zrzuconych bomb. Opracowane są zasadnicze dwa sposoby znalezienia środka rozrzutu:

- sposób graficzny - artyleryjski;
- sposób matematyczny.

Graficzny sposób określenia środka rozrzutu stosowany jest przy małych ilościach zrzuconych bomb. Polega on na tym, że punkty upadków bomb zaznacza się w odpowiedniej, dowolnej skali i kolejno numeruje.



Rys. Nr. 6.

Pierwszy punkt łączy się z drugim, a odcinek 1-2 dzieli się na 2 równe części /rys. 6 / Punkt "a" podziału odcinka łączy się z punktem 3, a odcinek a-3 dzieli się na 3 równe części. Z podziału tego odcinka punkt "b", położony najbliżej poprzedniego odcinka a-3 łączy się z punktem 4 i odcinek b-4 dzieli się na 4 równe części. Punkt "c" położony najbliżej punktu "b" jest środkiem rozrzutu. Przy większej ilości punktów upadków bomb czynność tą należy w dalszym ciągu powtarzać, pamiętając o tym, że każdy następny odcinek dzieli się na coraz

większą ilość równych części i że uwzględnia się punkty podziału, leżące najbliżej poprzednich odcinków. Naturalnie, że przy dużych ilościach zrzuconych bomb sposób tej jest bardzo niewygodny.

Sposób matematyczny określenia środka rozrzutu stosuje się przy dowolnej ilości zrzuconych bomb. Dla umiejscowienia środka rozrzutu sposobem matematycznym stosuje się określenie odchyleń punktów upadków bomb względem punktu celowania na układzie współrzędnych prostokątnych o czym była już mowa. Mając określone odchylenia bomb względem jednej osi współrzędnych np. X-X, oblicza się średnie algebraiczne odchylenia x_0 środka rozrzutu względem tej osi wg. wzoru:

$$x_0 = \frac{\sum x}{n}$$

Podobnie obliczyć należy średnie algebraiczne odchylenia y_0 środka rozrzutu względem drugiej osi współrzędnych Y-Y

$$y_0 = \frac{\sum y}{n}$$

gdzie: $\sum_x$, $\sum_y$ - algebraiczna suma wartości odchyleń poszczególnych punktów upadków bomb od odpowiednich osi współrzędnych,

n - ilość punktów upadków bomb.

Współrzędne środka rozrzutu / x_0, y_0 / dają obraz obraz przesunięcia środka rozrzutu względem punktu celowania. Wielkość przesunięcia środka rozrzutu charakteryzuje celność bombardowania.

Zjawisko rozrzutu i przesunięcia środka rozrzutu spowodowane jest błędami zaistniałymi podczas bombardowania. Analizując błędy, które wpływają na rozrzut, można je podzielić na dwie grupy:

- błędy stałe albo systematyczne,
- błędy przypadkowe.

Błędy stałe są to błędy, które w jednakowych warunkach bombardowania powodują zawsze równe co do kierunku jak i wielkości odchylenia punktów upadków bomb od punktu celowania.

Błędy te nazywają się stałe lub systematyczne, ponieważ w każdym nalocie w danych, stałych warunkach będą się one stale, systematycznie powtarzać. Błędy systematyczne nie powodują powstawania rozrzutu, lecz decydująco wpływają na przesunięcie się środka rozrzutu od punktu celowania. Gdyby występowały tylko błędy stałe, a nie byłoby błędów przypadkowych, nie byłoby rozrzutu bomb, lecz bomby zrzucone w niezmiennych warunkach bombardowania upadłyby w jednym punkcie, przesuniętym względem punktu celowania, a mianowicie w środku rozrzutu. Błędy stałe wynikają z następujących przyczyn:

- niedokładne określenie rzeczywistych warunków lotu - /prędkość lotu samolotu, wysokości bombardowania/spowodowane błędami instrumentalnymi przyrządów;
- błędy instrumentalne urządzeń celowniczych i uzbrojenia bombardierskiego samolotów;
- niedokładne, przybliżone uwzględnienie właściwości balistycznych bomb lotniczych;
- nieuwzględnienie niektórych zjawisk fizycznych: siły Coriolisa, refrakcji, kulistości ziemi, zmiany przyśpieszenia ziemskiego, wiatrów warstwowych.

Błędy przypadkowe są to błędy, które w jednakowych warunkach bombardowania powodują różne co do kierunku i wielkości odchylenia punktów upadków bomb od punktu celowania. Błędy przypadkowe powodują powstanie rozrzutu i opływają na jego wielkość. Wielkość błędów przypadkowych określa odchylenie punktów upadków bomb od środka rozrzutu. Błędy przypadkowe charakteryzują skupienie bombardowania. Im błędy przypadkowe będą mniejsze, tym punkty upadków bomb będą bardziej skupione wokół środka rozrzutu.

Błędy przypadkowe powstają z następujących przyczyn:
- nieutrzymanie stałych, nakazanych warunków lotu podczas bombardowania;
- niedokładne uwzględnienie błędów metodycznych przyrządów nawigacyjnych;
- niedokładne obliczenie i uwzględnienie rzeczywistych warunków lotu i elementów celowania;

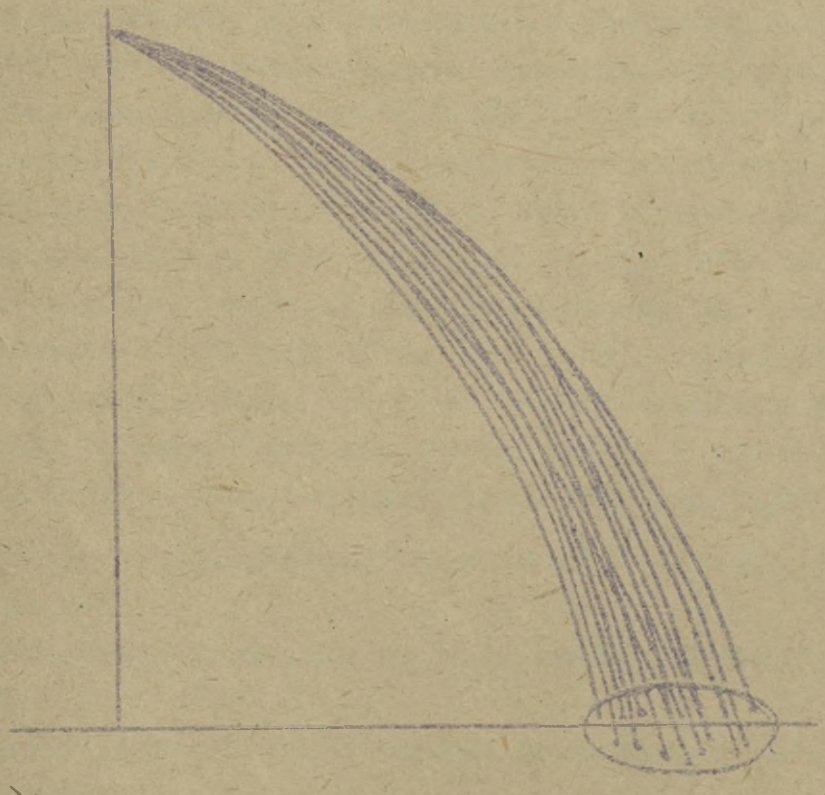
- różnice balistyczne między bombami tego samego typu i wagomiaru;
- stan fizyczny i psychiczny załogi.

W zależności od typu błędu, powodującego powstanie rozrzutu, rozróżnia się następujące rodzaje rozrzutu;

- rozrzut balistyczny,
- rozrzut techniczny,
- rozrzut praktyczny,
- rozrzut całkowity.

Rozrzut balistyczny powstaje w wyniku różnic właściwości balistycznych zrzuconych bomb i powoduje, że bomby zrzucone z jednego punktu przy tych samych warunkach bombardowania nie upadną w jednym punkcie, lecz ich punkty upadku ułożą się na pewnej płaszczyźnie / rys. 7 /.

Im bomby są wykonane dokładniej, im ostrożniej obchodzi się z nimi w czasie transportu, magazynowania, podwieszenia na samolot, tym rozrzut balistyczny będzie mniejszy.



Rys. Nr. 7.

Głównymi przedsięwzięciami dla zmniejszenia rozrzutu balistycznego jest:

- dokładne sprawdzenie właściwości balistycznych bomb w wytwórniach /ciężar, wymiary, kształt/;
- dokładne wyważenie bomb i wycentrowanie stateczników;
- usunięcie wszelkich zanieczyszczeń z powierzchni czerepa i stateczników.

Nie należy używać bomb z pogiętym, uszkodzonym lub słabo umocowanym stateczniekiem, uszkodzonym i zabrudzonym czerepem. Uszkodzone w ten sposób bomby powodują powstanie nieprawidłowego toru bomby i bardzo duży rozrzut dochodzący wymiarami setek metrów.

Rozrzut techniczny powstaje na skutek wad uzbrojenia bombardierskiego samolotów. Rozrzut techniczny bada się przez zrzut bomb salwą z jednego samolotu. Wówczas na skutek niejednoczesnego otwierania się zamków bombowych, nierównomiernego spracowania zrzutników bombowych, oraz z powodu tego, że bomby nie są podwieszone w jednym punkcie, lecz w różnych miejscach samolotu, punkty ich upadku ułożą się na pewnej powierzchni.

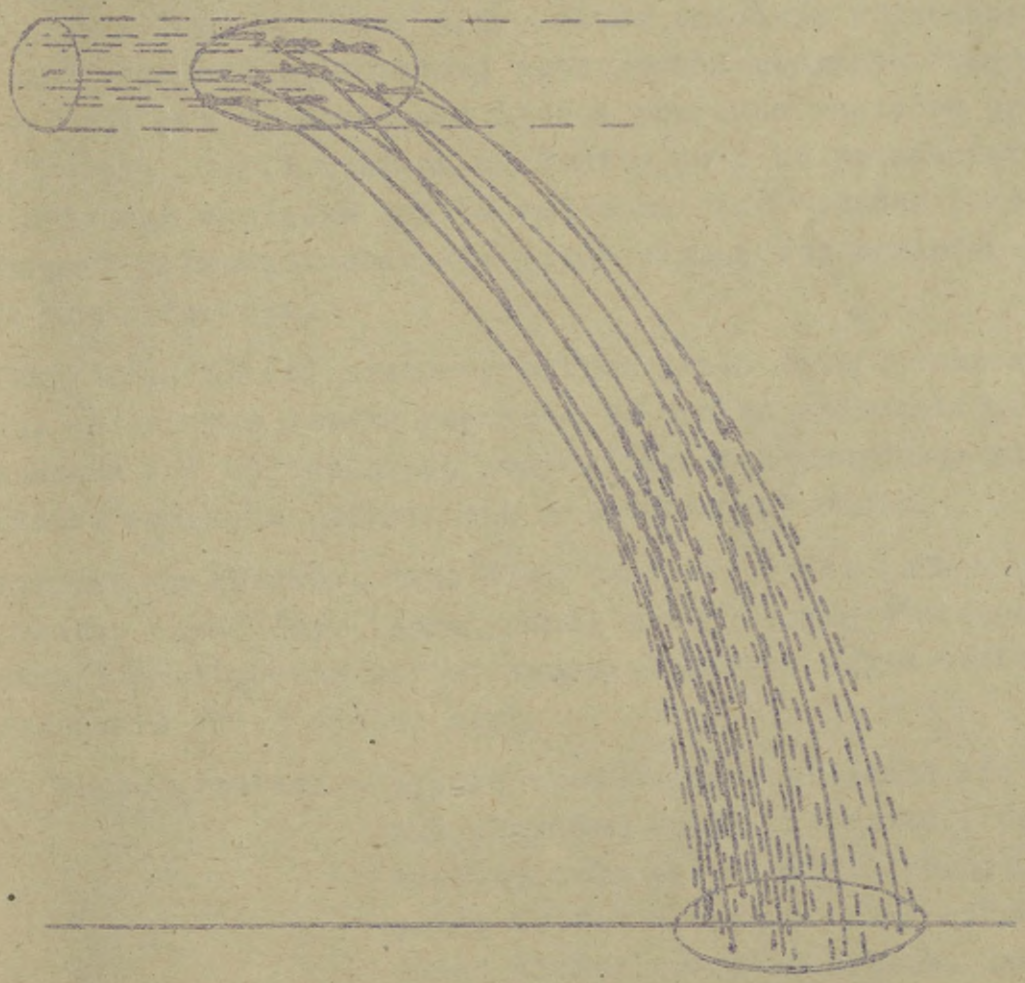
Rozrzut techniczny jest większy od rozrzutu balistycznego, ponieważ oprócz rozrzutu spowodowanego sprzętem bombardierskim samolotu, zawiera on też wartość rozrzutu balistycznego. Duże znaczenie na wielkość rozrzutu technicznego ma charakter podwieszenia bomb na samolocie. Przy podwieszaniu pionowym, rozrzut techniczny jest znacznie większy niż przy poziomym podwieszaniu bomb. Praktycznie stwierdzono, że wielkość rozrzutu technicznego w metrach równa się mniej więcej ilości sekund czasu spadania bomby. Np. przy bombardowaniu z wysokości H_B = 2000 m, czas spadania bomby wynosi w przybliżeniu T=20 sek - wielkość rozrzutu technicznego można przyjąć 20 m.

Głównymi przedsięwzięciami w celu zmniejszenia rozrzutu technicznego są:

- przedsięwzięcia mające na celu zmniejszenie rozrzutu balistycznego;
- dokładne wyregulowanie zamków bombowych w jednoczesności ich działania;

- wyregulowanie pracy zrzutników bombowych,
- rozwiązanie konstrukcyjne uzbrojenia bombardierskiego samolotów w ten sposób, aby zamki bombowe były umieszczone jeden możliwie blisko drugiego i wszystkie możliwie blisko środka ciężkości samolotu.

Rozrzut praktyczny powstaje w wyniku błędów przypadkowych, popełnionych przez załogę w utrzymaniu, określaniu i uwzględnianiu warunków lotu samolotu podczas bombardowania, oraz w określaniu i uwzględnianiu elementów celowania. Przy powtórnych nalotach na cel z tego samego kierunku i przy tych samych warunkach lotu, zrzut bomb nie będzie następował w tym samym punkcie, co w uprzednich nalotach. Punkty zrzutu bomb ułożą się wówczas w pewnej przestrzeni, czyli powstanie pewna przestrzeń rozrzutu punktów zrzutu, co naturalnie spowoduje odchylenie upadków bomb na płaszczyźnie wybuchów / rys. 8 /.



Rys. Nr. 8.

Oprócz tego na wielkość rozrzutu praktycznego wpływa rozrzut techniczny.
Głównymi przedsięwzięciami w celu zmniejszenia rozrzutu praktycznego jest:
- stały trening załogi w zgraniu w lotach na bombardowanie;
- stały trening nawigatorów na ziemi i w powietrzu w wykonywaniu celowania;
- dokładne utrzymywanie nakazanych warunków lotu przez pilota;
- dokładne sprawdzenie przyrządów pokładowych i celowników, uwzględnienie poprawek na błędy metodyczne przyrządów,
- przedsięwzięcia mające na celu zmniejszenie rozrzutu technicznego.

Rozrzut praktyczny wpływa na skupienie bombardowania i charakteryzuje załogę pod względem techniki i umiejętności celowania. Rozrzut całkowity powstaje na skutek wszystkich błędów stałych i przypadkowych. Błędy przypadkowe powodują powstanie rozrzutu praktycznego, czyli pewnej powierzchni rozrzutu. Błędy stałe powodują zaś przesunięcie środka rozrzutu względem punktu celowania. Czyli rozrzut całkowity jest to przesunięty rozrzut praktyczny względem punktu celowania pod wpływem błędów stałych. Rozrzut całkowity charakteryzuje załogę pod względem dokładności bombardowania.

Przy dużej ilości zrzuconych bomb przez załogi dobrze wyszkolone, odchylenie środka rozrzutu od punktu celowania jest nieznaczne i w obliczeniach bombardierskich przyjmuje się, że środek rozrzutu pokrywa się z punktem celowania.

Rozrzut praktyczny, mimo swej przypadkowości podlega pewnym prawom, określonym teoretycznie przez teorię prawdopodobieństwa i praktycznie stwierdzonym. Prawa te można stwierdzić przy zrzuceniu dużej ilości bomb.

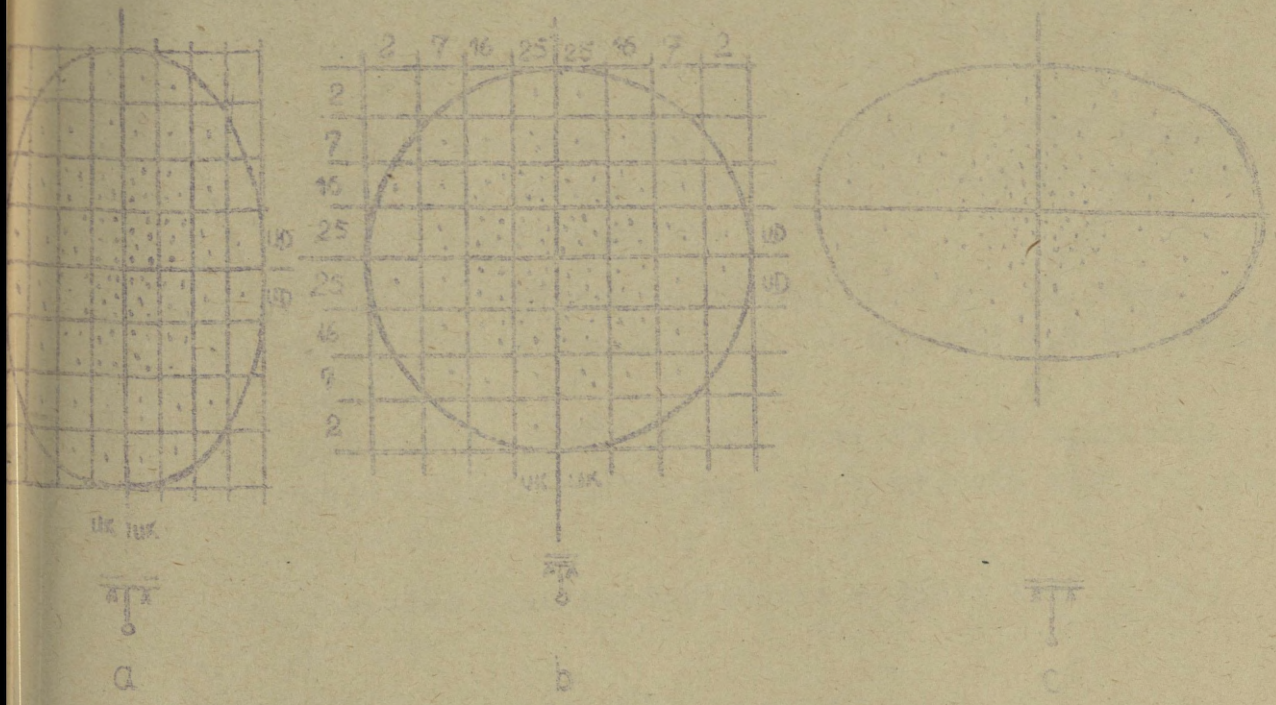
1. Prawo symetrii - punkty upadków bomb układają się symetrycznie względem środka rozrzutu i pewnej prostej tzw. osi symetrii, przechodzącej przez środek rozrzutu. Przy odpowiednio dużej ilości zrzuconych bomb, każdemu punktowi upadku bomby, leżącemu w pewnej

odległości od środka rozrzutu po jednej stronie osi symetrii, odpowiada drugi punkt upadku bomby, leżący w takiej samej odległości od środka rozrzutu po drugiej stronie osi symetrii.

2. Prawo nierównomierności - punkty upadków bomb układają się nierównomiernie na płaszczyźnie pola rozrzutu; im bliżej środka rozrzutu tym punktów będzie więcej, będą one bardziej skupione, a im dalej środka rozrzutu, tym punktów upadków bomb będzie mniej.

3. Prawo ograniczenia - pole rozrzutu jest wielkością skończoną, posiada swoją granicę, poza którą nie będzie punktów upadków bomb; powierzchnię pola rozrzutu można więc ograniczyć pewną krzywą, która nada polu określony kształt pola rozrzutu.

Połączenie prawa symetrii z prawem ograniczenia pozwala wysunąć wniosek, że pole rozrzutu ma kształt symetryczny.
I rzeczywiście w ogólnym wypadku pole rozrzutu ma kształt elipsy. Położenie elipsy względem kierunku nalotu i wzajemny stosunek wielkości jej promieni zależy od warunków bombardowania a przede wszystkim od wysokości. Praktycznie stwierdzono, że przy bombardowaniu z wysokości małych, poniżej 1000 m pole rozrzutu ma kształt elipsy, wydłużonej zgodnie z kierunkiem nalotu/ rys. 9a/ Przy bombardowaniu z wysokości średnich i dużych pole rozrzutu ma kształt zbliżony do koła, /rys. 9b/ a przy bombardowaniu z wysokości ponad 8000-10.000 m pole rozrzutu zaczyna przybierać kształt elipsy wydłużonej w poprzek kierunku nalotu. /rys. 9c /.



Rys. Nr. 9.

b/ Teoria prawdopodobieństwa i jej zastosowanie w obliczeniach bombardierskich.

Rozrzut występujący przy bombardowaniu, jako zjawisko przypadkowe, jest badane i określane matematycznie przez teorię prawdopodobieństwa.

Teoria prawdopodobieństwa jest do dział matematyki wyższej. Teoria ta powstała w XIX stuleciu na skutek rozwoju różnych gier hazardowych. Później została ona przystosowana do bardziej praktycznych celów i między innymi znalazła szerokie zastosowanie w teorii strzelania i bombardowania.

Teoria prawdopodobieństwa bada zależność zaistnienia zdarzeń przypadkowych. Matematyczne określenie prawdopodobieństwa mówi: " Prawdopodobieństwem zaistnienia zdarzenia nazywa się stosunek zjawisk sprzyjających do wszystkich możliwych zjawisk / względnie wykonywanych doświadczeń / " Prawdopodobieństwo zaistnienia zdarzenia E wyraża się wzorem:

$$P(E) = \frac{m}{n} \qquad /1/$$

gdzie: m - ilość zjawisk sprzyjających zdarzeniu

n - ilość zdarzeń możliwych.

Przykład: W urnie znajdują się 4 kule białe i 6 kul czarnych. Jakie jest prawdopodobieństwo wyjęcia z urny kuli białej i kuli czarnej.

Rozwiązanie: Ponieważ wszystkich kul jest 4 + 6 = 10, więc ilość zdarzeń możliwych, lub krócej ilość doświadczeń n = 10.

Natomiast ilość zjawisk sprzyjających zdarzeniu wyjęcia kuli białej $m_1 = 4$, a wyjścia kuli czarnej $m_2 = 6$.

Tak więc prawdopodobieństwo wyjęcia kuli białej wynosi:

$$P_1 = \frac{n_1}{m} = \frac{4}{10};$$

a wyjęcia kuli czarnej:

$$P_2 = \frac{n_2}{m} = \frac{6}{10}.$$

Z tego wynika, że prawdopodobieństwo jest zawsze ułamkiem / lub procentem/, może ono mieć najwyżej wartość jedności przy pewności zdarzenia, lub wartości zera przy niemożliwości zdarzenia.

Przykład: Jeżeli w urnie jest 10 kul czarnych, to prawdopodobieństwo wyjęcia kuli czarnej równa się 1 lub 100 % ponieważ ilość zjawisk sprzyjających zdarzenia n = 10 i ilość zdarzeń możliwych m = 10; a więc:

$$P = \frac{n}{m} = \frac{10}{10} = 1$$

Jeżeli w urnie jest 10 kul czarnych i ani jednej białej, to prawdopodobieństwo wyjęcia kuli białej równa się 0 /niemożliwość zdarzenia/, ponieważ ilość zjawisk sprzyjających zdarzeniu n = 0 przy ilości zdarzeń możliwych m = 10; czyli

$$P = \frac{n}{m} = \frac{0}{10} = 0;$$

Znając z góry ilość zdarzeń sprzyjających i możliwych, oblicza się prawdopodobieństwo matematyczne albo rzeczywiste. Jeżeli danych tych jest brak, to oblicza się prawdopodobieństwo danego zdarzenia ze stosunku zdarzeń sprzyjających do ogólnej ilości wykonywanych doświadczeń. Jest to wówczas prawdopodobieństwo doświadczalne. Wielkość prawdopodobieństwa doświadczalnego jest zbliżona do prawdopodobieństwa rzeczywistego.

Im więcej będzie wykonywanych doświadczeń, tym prawdopodobieństwo doświadczalne będzie bardziej zbliżone do prawdopodobieństwa rzeczywistego.

W obliczeniach bombardierskich stosuje się zasadniczo prawdopodobieństwo matematyczne, lecz w praktycznym bombardowaniu uzyskuje się prawdopodobieństwo doświadczalne. Dlatego wyniki praktycznego bombardowania mogą różnić się od wyników obliczonych, lecz przy dużej ilości bombardowań będą one bardzo zbliżone do wyników matematycznych.

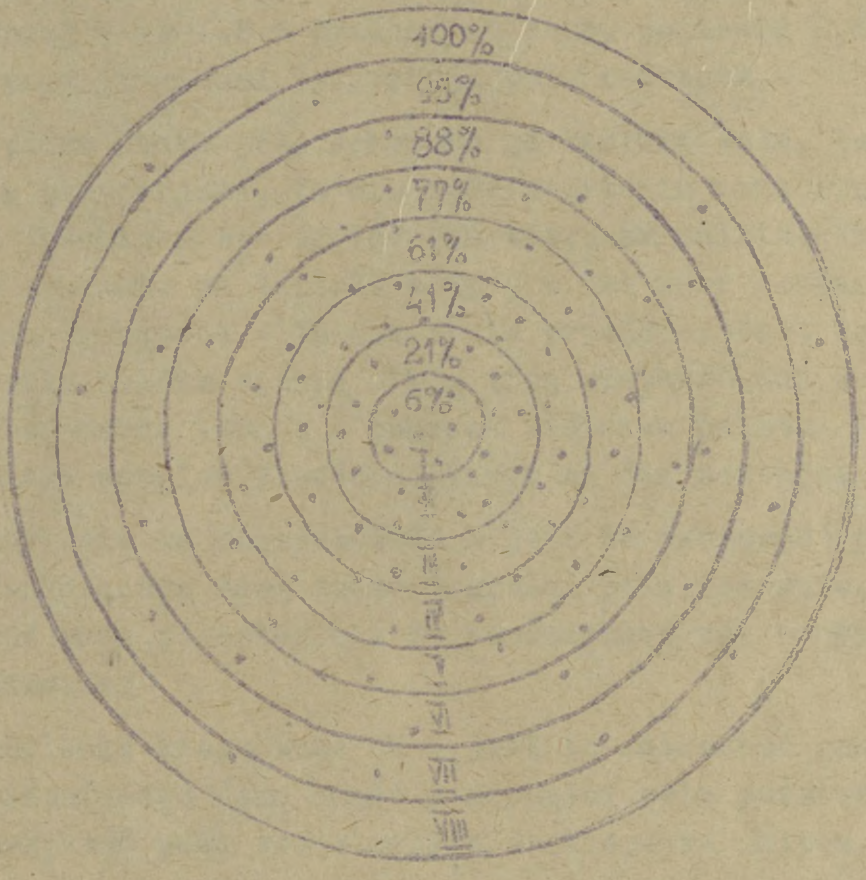
Teoria prawdopodobieństwa badając zjawisko rozrzutu praktycznego ustala jego prawa i w oparciu o te prawa umożliwia obliczenie matematycznej ilości trafień w pewną określoną powierzchnię przy znanej wielkości pola rozrzutu.

c/ Ustalenia prawdopodobne

Dla określenia prawdopodobieństwa trafienia podzielono pole rozrzutu na pewne powierzchnie i na podstawie obliczeń / prawa liczb wielkich Gaussa/ i praktycznie, ustalono średnie procentowe prawdopodobieństwo trafienia w każdą część pola rozrzutu. Np. pole rozrzutu podzielono na 8 kręgów współśrodkowych o różnej różnicy promieni / rys. 10/ Stwierdzono wówczas, że w poszczególnych kręgach znajdować się będzie następująca ilość punktów wybuchów bomb:

w kręgu I - 6 % zrzuconych bomb
w kręgu II - 21 % " "
w kręgu III - 41 % " "
w kręgu IV - 61 % " "

w kręgu V - 77 % zrzuconych bomb
w kręgu VI - 88 % " "
w kręgu VII - 95 % " "
w kręgu VIII - 100 % " "



Rys. Nr. 10.

Jeżeli więc cel zajmuje powierzchnię równą jednemu z tych kręgów łatwo jest więc określić matematycznie średnie prawdopodobieństwo trafienia.

W obliczeniach bombardierskich przyjmuje się jednak inny podział pola rozrzutu, a więc i inną zależność procentową prawdopodobieństwa trafienia. Pole rozrzutu dzieli się mianowicie na

6 równych pasów zgodnych z kierunkiem nalotu i w poprzek kierunku nalotu. Szerokość takiego pasa wyrażona w metrach nazywa się uchyleniem prawdopodobnym UP / rys. 9/

Obliczono i stwierdzono, że w uchyleniach prawdopodobnych przylegających do osi symetrii pola rozrzutu znajduje się po 25 % zrzuconych bomb, w odpowiednio dwóch następnych - po 16 %, w przedostatnich - po 7 %, a w zewnętrznych uchyleniach prawdopodobnych - po 2 % zrzuconych bomb / matematycznie dokładniej - po 1,6 % zrzuconych bomb, ponieważ 0,8 % bomb upadnie poza granicami przyjętego pola rozrzutu/.

W wypadku kiedy pole rozrzutu ma kształt koła, lub je za takie przyjmujemy, to wielkość uchylenia prawdopodobnego UP jest jednakowa bez względu na kierunek nalotu. Kiedy jednak pole rozrzutu ma kształt elipsy - jak przy bombardowaniu z małych wysokości - to uchylenie prawdopodobne, leżące wzdłuż kierunku nalotu będzie miało inną wielkość niż uchylenie prawdopodobne leżące w poprzek kierunku nalotu. Zmusza to do podziału uchyleń prawdopodobnych na dwa rodzaje:

- uchylenie na donośność UD - jest to szerokość pasa w metrach stanowiącego ósmą część długości pola rozrzutu, czyli szerokość pasa równoległego do poprzecznej osi symetrii pola rozrzutu;
- uchylenie kierunkowe UK - jest to szerokość pasa w metrach, stanowiącego ósmą część szerokości pola rozrzutu, czyli szerokość pasa równoległego do kierunku nalotu.

Wielkość uchyleń prawdopodobnych, a więc i wielkość pola rozrzutu zależy od błędów przypadkowych przy bombardowaniu, a te w decydującej mierze zależą od:
- stopnia wyszkolenia załogi;
- warunków bombardowania /wysokości i prędkości lotu samolotu w momencie zrzutu bomby /;
- sposobu bombardowania / z lotu poziomego, z lotu nurkowego/;
- stosowanych urządzeń celowniczych.

Praktycznie ustalono wzory empiryczne dla określenia wielkości uchylenia prawdopodobnego:
przy bombardowaniu z wykorzystaniem celowników nieautomatycznych z wysokości bombardowania 20-400 m:

$$UD = \left[10H+0,1V\ /1-\sin\lambda\ /\right] /0,78+0,55H/ \qquad /14/$$

$$UK = \left[10H+0,1V\ /1-\sin\lambda\ /\right] /0,45+0,55H/ \qquad /15/$$

z wysokości bombardowania 400–1000 m

$$UD = 10H+0,1V\ /1-\sin\lambda\ / \qquad /16/$$

$$UK = \left[10H+0,1V\ /1-\sin\lambda\ /\right] /0,45+0,55H/ \qquad /17/$$

z wysokości bombardowania powyżej 1000 m

$$UD = UK = 10H+0,1V\ /1-\sin\lambda/ \qquad /18/$$

Przy bombardowaniu z wykorzystaniem automatycznych celowników optycznych typu OPB-5a /OPB-6sx/:

$$UD = UK = 9H+09V \qquad /19/$$

Przy bombardowaniu z wykorzystaniem radiolokacyjnego celownika typu "SBN-m"

$$UD = UK = 13H+0,13V \qquad /20/$$

Przy bombardowaniu z wykorzystaniem systemu kątowego typu "HYM"

$$UD = UK = 8H+0,08V \qquad /21/$$

Powyższe wzory stosowane są dla załóg dobrze wyszkolonych. Dla określenia wielkości uchylenia prawdopodobnego załóg z bardzo dobrym lub dostatecznym wyszkoleniem bombardierskim, należy obliczoną wielkość uchylenia prawdopodobnego, obliczonego dla załóg dobrze wyszkolonych, pomnożyć przez odpowiedni współczynnik, a mianowicie:

$UD_{b.dob.} = 0,67\ UD_{dob.}$ $\qquad$ $UK_{b.dob.} = 0,67\ UK_{dob.}$

$UD_{dost.} = 1,67\ UD_{dob.}$ $\qquad$ $UK_{dost.} = 1,67\ UK_{dost.}$

W powyższych wzorach oznacza się następująco:

UD, UK – uchylenia prawdopodobne na donośność lub kierunkowe w metrach;

H – wysokość zrzutu bomby w km.

V – prędkość lotu samolotu w momencie zrzutu bomby w km/godz.

λ – kąt nurkowania w stopniach.

Przykład: Obliczyć UD i UK przy bombardowaniu z lotu poziomego z V=560 km/godz., H = 3500 m z wykorzystaniem celownika OPB-3e przez załogę bardzo dobrze wyszkoloną:

Rozwiązanie: Uchylenie prawdopodobne dla załogi dobrze wyszkolonej:

$$UD=UK = 9H+0,9V= 9x3,5+0,09x560 = 31,5+50,4=81,9 = 82 \text{ m.}$$

Uchylenia prawdopodobne dla załóg bardzo dobrze wyszkolonych.

$$UD_{b.dob.} = 0,67\ UD_{dob.} = 0,67 \times 82 = 54,94 = 55 \text{ m.}$$

6/ Twierdzenie sumy i iloczynu prawdopodobieństw

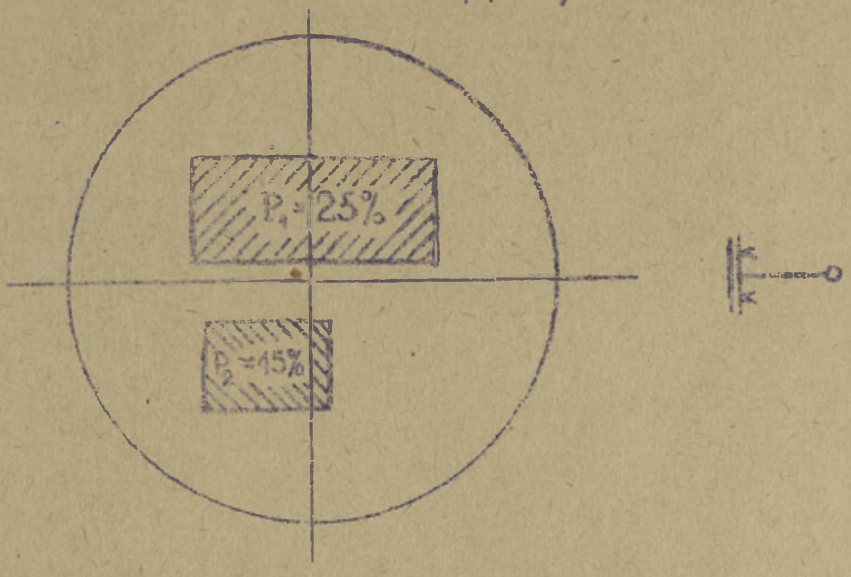
Dla określenia prawdopodobieństwa trafienia przy bombardowaniu mają zastosowanie dwa twierdzenia z teorii prawdopodobieństwa, a mianowicie twierdzenie sumy i iloczynu prawdopodobieństw.

Twierdzenie sumy prawdopodobieństw mówi, że jeżeli z kilku jednakowo możliwych, ale wzajemnie wykluczających się zdarzeń nastąpi jedno z nich, to prawdopodobieństwo zaistnienia tego zdarzenia równa się sumie prawdopodobieństw zaistnienia każdego z nich z osobna.

Przenosząc to twierdzenie na zagadnienia bombardierskie, możemy powiedzieć, że jeżeli istnieją dwa cele / rys.11/ położone jeden obok drugiego i znajdujące się w granicach pola rozrzutu, a punkt celowania / środek rozrzutu / znajduje się w dowolnym miejscu między celami, to prawdopodobieństwo trafienia albo w jeden, albo w drugi cel równe jest sumie prawdopodobieństw trafienia każdy z tych celów z osobna.

Przypuśćmy, że prawdopodobieństwo trafienia w cel pierwszy wynosi P_1 = 15 %, a w cel drugi - P_2 = 25 %. Wówczas prawdopodobieństwo trafienia albo w jeden albo w drugi cel wynosi

$$P = P_1 + P_2 = 15 + 25 = 40\ \%$$

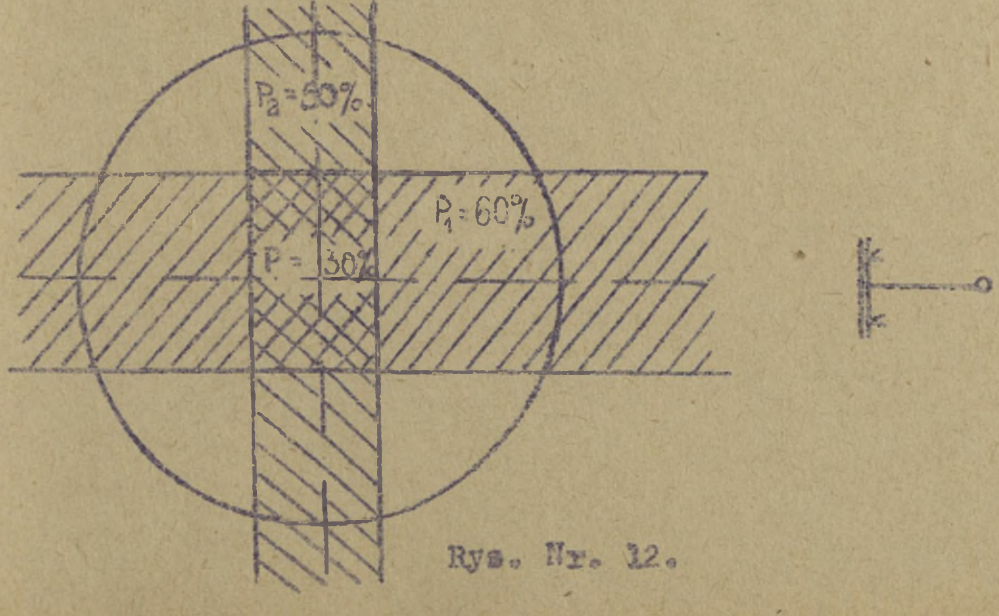


Rys. Nr. 11.

Twierdzenie iloczynu prawdopodobieństw głosi, że przy zaistnieniu zdarzeń złożonych niezależnych, prawdopodobieństwo ich jednoczesnego zaistnienie równa się iloczynowi prawdopodobieństw poszczególnych zdarzeń.

Przypuśćmy, że istnieją dwa cele: tor kolejowy i szosa, przecinająca się w pewnym miejscu. /rys.12/ Prawdopodobieństwo trafienia w tory wynosi P_1 = 60 %, a prawdopodobieństwo trafienia w szosę P_2 = 50 %. Należy jednak określić prawdopodobieństwo trafienia i w jeden i w drugi cel jednocześnie, a więc w miejsce przecięcia tych celów. Wówczas stosując twierdzenie iloczynu prawdopodobieństw oblicza się, że prawdopodobieństwo trafienia wynosi:

$$P = P_1 \times P_2 = \frac{60 \times 50}{100} = 30\ \%$$

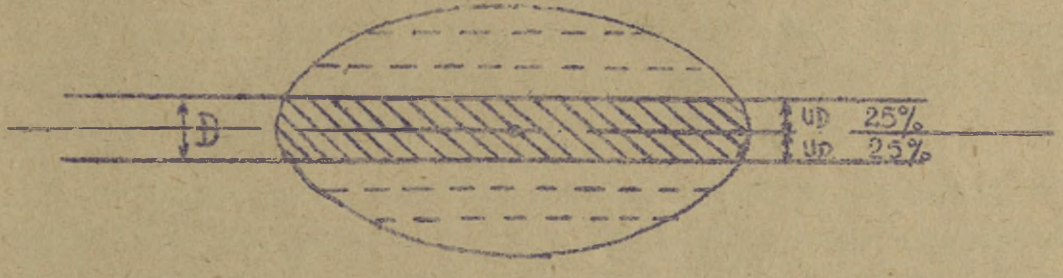


Rys. Nr. 12.

Należy więc zapamiętać, że jeżeli z zadania wynika, że należy obliczyć prawdopodobieństwo trafienia " albo " w jeden, " albo " w drugi cel, stosuje się twierdzenie sumy prawdopodobieństw. Natomiast przy konieczności obliczenia "i" w jeden, "i" w drugi cel jednocześnie, należy stosować twierdzenie iloczynu prawdopodobieństw.

a/ Określenie prawdopodobieństwa trafienia.

Najprostszym z punktu widzenia obliczeń bombardierskich jest wypadek bombardowania indywidualnego pojedyńczymi bombami celu w kształcie prostokąta, którego jeden bok jest równoległy, a drugi prostopadły do kierunku nalotu.
Aby zrozumieć zasadę określenia prawdopodobieństwa trafienia w takim wypadku, załóżmy, że celem bombardierskim jest pas o ograniczonej i ściśle oznaczonej głębokości D / wymiar celu zgodny z kierunkiem nalotu/, a o nieograniczonej szerokości przy czym punkt celowania, a więc i środek rozrzutu znajduje się na połowie głębokości celu. Wówczas określając ile uchyleń prawdopodobnych na donośność pokryje się z głębokością celu, można będzie określić średnie prawdopodobieństwo trafienia.



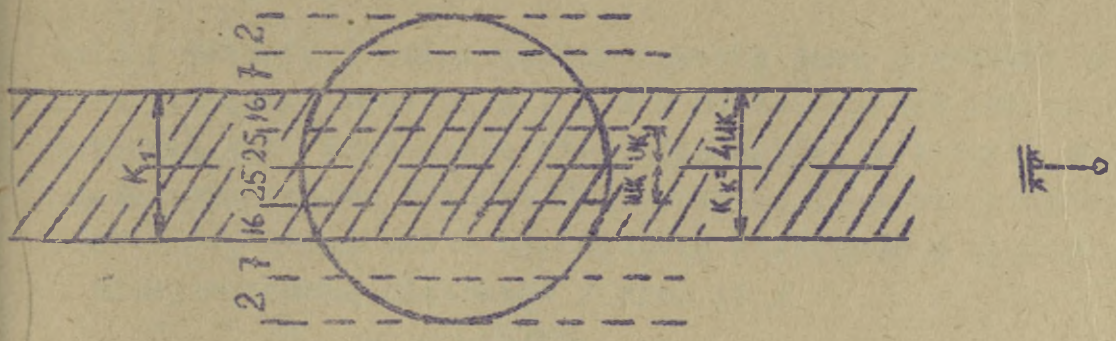
Rys. Nr. 13.

Np. głębokość celu D = 120 m, a wielkość uchylenia na donośność UD = 60 m. Wówczas można głębokość celu wyrazić w jednostkach uchyleń prawdopodobnych na donośność.

$$K_d = \frac{D}{UD} ;$$

gdzie K_d – głębokość celu w UP

W naszym przykładzie $K_d = \frac{120}{60} = 2.$



Rys. Nr. 134.

Jeżeli więc głębokość celu obejmuje 2 uchylenia prawdopodobne, a poprzeczna oś symetrii pola rozrzutu przechodzi przez środek celu, to zgodnie z procentowym rozkładem prawdopodobieństwa trafienia w pasie tym ułoży się 50 % wszystkich zrzuconych bomb. Gdy głębokość celu obejmuje więcej np. 4.... uchylenia prawdopodobne, prawdopodobieństwo trafienia równe będzie sumie procentowego rozkładu w 4 środkowych uchyleniach prawdopodobnych: 25+25+16+16 = 82 %.

Stąd wniosek, że prawdopodobieństwo trafienia jest wprostproporcjonalne do wielkości celu i odwrotnie proporcjonalne do wielkości uchylenia prawdopodobnego. Im większy będzie cel i im mniejsze uchylenie prawdopodobne tym więcej uchyleń prawdopodobnych zmieści się na powierzchni celu i tym większe będzie prawdopodobieństwo trafienia.

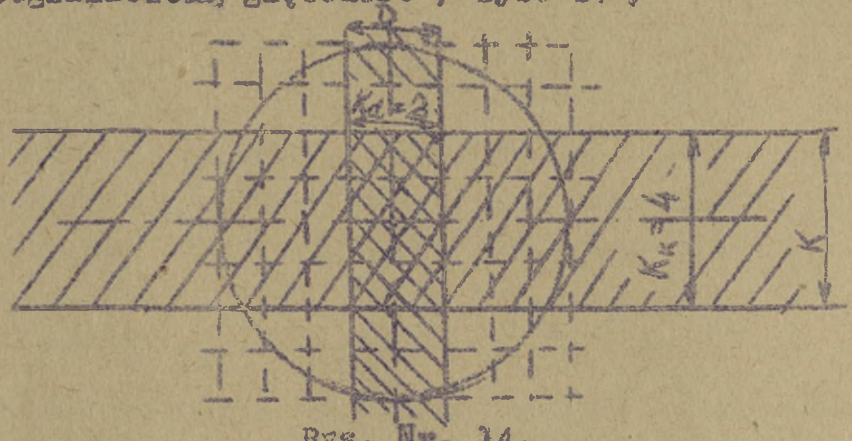
Jeżeli celem jest powierzchnia o ograniczonej szerokości, a o nieograniczonej głębokości, to dla określenia prawdopodobieństwa trafienia w taki cel, należy określić ile uchyleń kierunkowych pokryje się z szerokością celu, czyli poprostu należy określić szerokość celu w uchyleniach kierunkowych:

$$K_k = \frac{K}{UK}$$

gdzie K_k - szerokość celu w UP.

Postępując w podobny sposób jak poprzednio, można przy zastosowaniu procentowego rozkładu prawdopodobieństwa w poszczególnych uchyleniach prawdopodobnych pola rozrzutu określić prawdopodobieństwo trafienia w dany cel.

Jeżeli natomiast celem bombardierskim jest prostokąt o określonych wymiarach wymiarach D i K w m, to wypadek ten możemy rozpatrywać jako przecięcie się dwóch celów, z których jeden posiada ograniczoną głębokość o wymiarze D, a nieograniczoną szerokość, drugi cel - ograniczoną szerokość o wymiarze K, a nieograniczoną głębokość / rys. 14 /



Rys. Nr. 14.

Określenie prawdopodobieństwa trafienia w każdy z tych celów nie przedstawia teraz trudności. Natomiast dla określenia prawdopodobieństwa trafienia w prostokąt w wymiarach D x K można uważać jako zadanie obliczenia prawdopodobieństwa trafienia i w jeden i w drugi cel jednocześnie. Należy więc zastosować w tym wypadku twierdzenie iloczynu prawdopodobieństw.

Przykład: Cel posiada wymiary D = 100 m, K = 200 m. Uchylenie prawdopodobne UD = UK = 50. Dla określenia prawdopodobieństwa trafienia w dany cel należy obliczyć osobno prawdopodobieństwo trafienia na donośność D% i prawdopodobieństwo trafienia na kierunek K%.
Wymiar głębokości celu w UP:

$$K_d = \frac{D}{UD} = \frac{100}{50} = 2$$

W 2 uchyleniach prawdopodobnych znajduje się 50 % wszystkich zrzuconych bomb, a więc prawdopodobieństwo trafienia na donośność

$$D\% = 50\%$$

Wymiar szerokości w UP:

$$K_k = \frac{K}{UK} = \frac{200}{50} = 4$$

W 4 uchyleniach prawdopodobnych znajduje się 82 % wszystkich zrzuconych bomb, a więc prawdopodobieństwo trafienia na kierunek.

$$K\% = 82\%$$

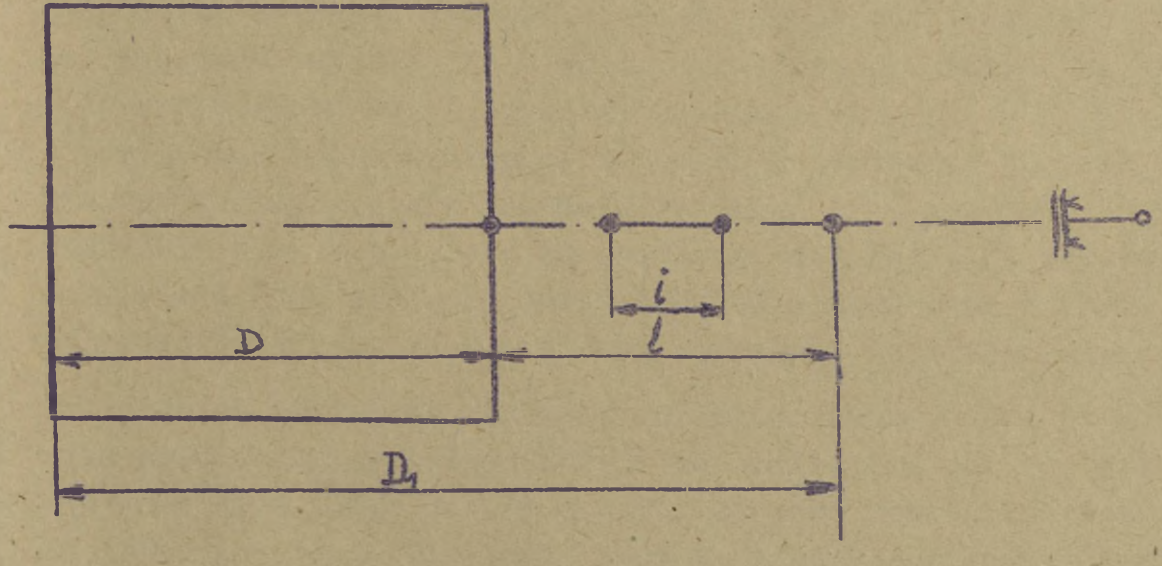
Prawdopodobieństwo trafienia P% w dany cel będzie iloczynem prawdopodobieństw trafienia na donośność i w kierunku:

$$P\% = \frac{D\% \times K\%}{100} = \frac{50 \times 82}{100} = 41\ \%$$

Dla określenia prawdopodobieństwa trafienia w cel o określonych wymiarach, należy określić osobno prawdopodobieństwo trafienia na donośność D%, osbbne prawdopodobieństwo trafienia na kierunek K% i przez pomnożenie tych dwóch wielkości otrzyma się prawdopodobieństwo trafienia P% w dany cel.

Przy bombardowaniu serią bomb z pojedyńczego samolotu, zwiększa się prawdopodobieństwo trafienia na donośność, w porównaniu z bombardowaniem pojedyńczymi bombami przy niezmiennym prawdopodobieństwie trafienia na kierunek.

Łatwo to udowodnić po prostym przykładzie: określić prawdopodobieństwo trafienia w cel o wymiarach DxK = 60x140 m przy bombardowaniu serią 4 bomb z odstępem serii 30 metrów. Dla uzyskania obciążby jednego trafienia wystarczy, żeby jedna bomba z serii np. pierwsza lub ostatnia trafiła w cel /rys.15/.



Czyli należy uzyskać rozłożenie bomb nie koniecznie w granicach głębokości celu, lecz na pewnej powierzchni o głębokości D_1 równej sumie głębokości celu i długości serii l.
Ponieważ długość serii:

$$l = i\ /n - 1/;$$

gdzie: l = długość serii w m;
i = odstęp między bombami serii w m;
n = ilość bomb serii.

to względna głębokość celu:

$$D_1 = D + l = D + i\ /\ n - 1/$$

a w naszym wapadku

$$D_1 = 60 + 30\ /\ 4 - 1\ /\ = 150\ m$$

Jasnym jest, że prawdopodobieństwo trafienia w cel o większych wymiarach jest większe / przy niezmiennych warunkach lotu / niż w cel o wymiarach mniejszych. I na przykład przy uchyleniu prawdopodobnym UD = 30 m prawdopodobieństwo trafienia na donośność pojedyńczą bombą wynosiłoby 50 % /ponieważ $K_d = \frac{60}{30} = 2$ /, to przy bombardowaniu serią prawdopodobieństwo trafienia do donośność chociażby jedną bombą wynosiłaby ponad 82 %/$K_d = \frac{150}{30} = 5$/.

Prawdopodobieństwo trafienia na kierunku, ze względu na stałą szerokość celu i stałą wielkość kierunkowego uchylenia prawdopodobnego UK zostaje niezmienne, jak przy bombardowaniu pojedyńczymi bombami. Ponieważ jednak prawdopodobieństwo trafienia na donośność wzrosło, to i ogólne prawdopodobieństwo trafienia P % przy bombardowaniu serią również wzrasta.
Z powyższego można wyciągnąć wniosek - nie zawsze słuszny - że dla uzyskania możliwie jak największego prawdopodobieństwa trafienia przy bombardowaniu serią, należy dążyć do uzyskania możliwie dużych odstępów serii i dużej ilości bomb w serii, ponieważ wówczas uzyska się dużą względną głębokość celu.

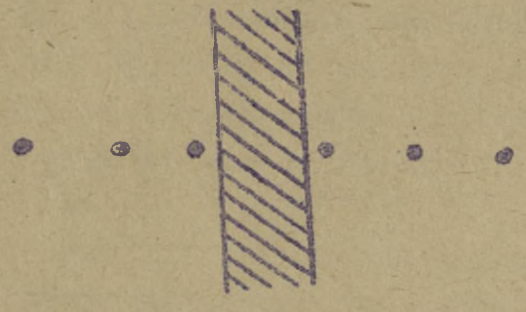
Przy dużych odstępach serii może zaistnieć wypadek, że mimo uzyskania dużego prawdopodobieństwa trafienia, cel nie zostanie trafiony /rys. 16/. Należy w takim wypadku rozróżnić prawdopodobieństwo pokrycia celu serią bomb i prawdopodobieństwo trafienia

w cel. Duże odstępy serii i duża ilość bomb zabezpieczają uzyskanie maksymalnego prawdopodobieństwa pokrycia celu na głębokość, to znaczy, że zarówno przed jak i za celem ułoży się pewna ilość punktów upadków bomb. Ale może zaistnieć wypadek, że cel znajduje się między sąsiednimi punktami upadków bomb i nie zostanie trafiony. Aby się przed tym zabezpieczyć, odstęp serii musi być mniejszy od głębokości celu, nawet kosztem zmniejszenia prawdopodobieństwa pokrycia celu.

Zasada ta jest szczególnie ważna przy bombardowaniu celów wąskich i przy nalocie w poprzek celu.

Przy określaniu ilości bomb w serii i odstępu serii należy brać pod uwagę ilość bomb na samolocie i możliwości sprzętu bombardierskiego - typ i charakter pracy zrzutników bombowych, oraz charakter zadania bojowego, ilość nalotów itd.

Przy bombardowaniu grupowym na sygnał prowadzącego grupę samolotów zwiększa się prawdopodobieństwo trafienia na kierunek w porównaniu z bombardowaniem indywidualnym.

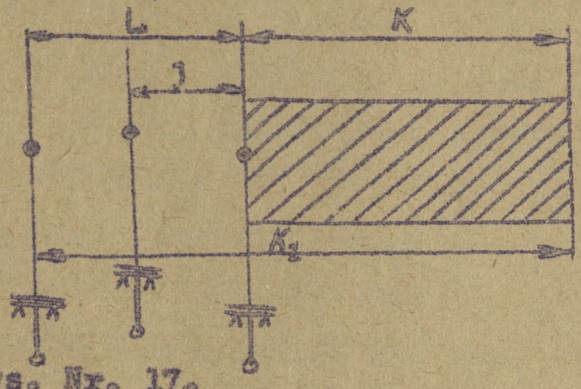


Rys. Nr. 16.

Jeżeli założymy, że zrzut bomb nastąpił na sygnał prowadzącego z samolotów lecących w ugrupowaniu bojowym klin na zmniejszonych odległościach, to punkty upadków bomb ułożą się prawie w jednej linii, poprzecznej do kierunku nalotu.
Powstanie w ten sposób jakby poprzeczna seria bomb z odstępem równym odstępowi między osiami symetrii samolotów "J" i ilości bomb równej ilości rzędów samolotów w ugrupowaniu bojowym $N_{ugr.}$

Analizując w podobny sposób jak przy określeniu prawdopodobieństwa trafienia przy bombardowaniu serią, uzyska się wówczas względną szerokość celu K_1, większą od rzeczywistej szerokości celu K i zapewniającą zwiększone prawdopodobieństwo trafienia chociażby jedną bombą na kierunek / rys.17/:

$$K_1 = K + J / N_{ugr} - 1/$$



Rys. Nr. 17.

W tym wypadku też występuje zagadnienie prawdopodobieństwa pokrycia celu na szerokość i prawdopodobieństwo trafienia. Stosując dużą ilość rzędów samolotów N_{ugr} i duże odstępy J między nimi uzyskuje się zwiększone prawdopodobieństwo pokrycia celu, ale przy celach wąskich i przy nalocie wzdłuż celu może zaistnieć wypadek nie trafienia w cel - bomby ułożą się z boku celu.

Przy określaniu ilości rzędów samolotów jesteśmy ograniczeni ogólną ilością samolotów, biorących udział w uderzeniu bombowym, kształtem, szerokością celu, charakterem zadania bojowego, ilością nalotów. Przy określaniu odstępu między samolotami w ugrupowaniu bojowym należy brać pod uwagę szerokość samolotu, względy bezpieczeństwa oraz względy taktyczne, nie pozwalające na zbyt duże odstępy.

f/ Tabele bombardierskie.

Dla określenia konkretnej wartości prawdopodobieństwa trafienia używa się skrócone tabele bombardierskie Arbusowa, umieszczone w załączniku Nr. 11, Instrukcji Bombardowania / nr. ewid. Biblioteki Tajnej 02874/.

Według tabel bombardierskich możliwe jest określenie prawdopodobieństwa trafienia osobno na donośność, osobno na kierunek.
Dla określenia prawdopodobieństwa trafienia na donośność należy znać obliczeniową głębokość celu wyrażoną w uchyleniach prawdopodobnych na donośność:

$$K_d = \frac{D_o}{UD} \qquad /22/$$

gdzie: D_1 - obliczeniowa głębokość celu w m, zgodnie z kierunkiem nalotu, z uwzględnieniem kąta nalotu i promienia działania bomby.

UD - uchylenie prawdopodobne na donośność w m, obliczone dla danych warunków bombardowania.

Prócz tego należy znać ilość bomb w serii "n", oraz odstęp między bombami w serii "i" wyrażony również w uchyleniach prawdopodobnych na donośność.

$$K_i = \frac{i}{UD} \qquad /23/$$

Gdzie i - odstęp między bombami serii w m.

W wypadku, kiedy odstęp serii nie jest dany, możliwe jest określenie według tabeli bombardierskich racjonalnego odstępu serii, zapewniającego największe prawdopodobieństwo pokrycia celu na donośność.

Dla określenia prawdopodobieństwa trafienia na kierunek należy znać obliczeniową szerokość celu, wyrażoną w uchyleniach prawdopodobnych na kierunek:

$$K_k = \frac{K_1}{UK} \qquad /24/$$

gdzie K_1 - obliczeniowa szerokość celu w m, z uwzględnieniem kąta nalotu i promienia działania bomby,

UK - uchylenie prawdopodobne na kierunek w m, obliczone dla danych warunków bombardowania.

Prócz tego należy znać ilość rzędów samolotów N_{ugr} w podstawowej grupie, wykonującej zrzut bomb na sygnał prowadzącego tej grupy, oraz średni odstęp między osiami symetrii samolotów w ugrupowaniu bojowym, wyrażony w uchyleniach prawdopodobnych na kierunek:

$$K_L = \frac{J}{U_K} \qquad /25/$$

gdzie J - średni odstęp między samolotami w ugrupowaniu bojowym w m.

Skrócone tabele bombardierskie Arbuzowa posiadają 13 rubryk pionowych. Pierwsza rubryka wskazuje wielkość głębokości celu w uchyleniach prawdopodobnych K_g - przy określaniu prawdopodobieństwa trafienia na doneśność, lub wielkość szerokości celu w uchyleniach prawdopodobnych K_x - przy określaniu prawdopodobieństwa trafienia na kierunek.
Skrócone tabele bombardierskie obejmują zakres wielkości celu od 0,05 do 10 uchyleń prawdopodobnych.
W drugiej rubryce oznaczone są wielkości odstępu serii między bombami w uchyleniach prawdopodobnych K_i dla określenia prawdopodobieństwa trafienia na doneśność, lub wielkość odstępu między samolotami w ugrupowania bojowym w uchyleniach prawdopodobnych K_L - dla określenia prawdopodobieństwa trafienia na kierunek.
Dla każdej wielkości celu oznaczone są wielkości K_i lub K_L w granicach od 0 do 2,0 co 0,2 uchylenia prawdopodobnego.
Następne 11 rubryk oznaczone n = 2, n = 3, n = 4, itd do n = 20 oznacza ilość bomb w serii dla określenia prawdopodobieństwa trafienia na doneśność, lub ilość rzędów samolotów N_{ugr} w podstawowym ugrupowania bojowym - dla określenia prawdopodobieństwa trafienia na kierunek.
Każda rubryka ilości bomb w serii /n/ lub ilości rzędów samolotów w ugrupowaniu bojowym podzielona jest z kolei na dwie pionowe rubryki, z których w pierwszej podany jest minimalny procent trafień na doneśność D min% lub na kierunek K_{min}%, w drugiej - średni procent trafień na doneśność $D_{śr}$% lub na kierunek $K_{śr}$%.

Minimalny procent trafień /$D_{min}\%$ lub $K_{min}\%$ / jest to wielkość prawdopodobieństwa trafienia uzyskiwana w 93 % wypadków i stosuje się dla obliczenia prawdopodobieństwa trafienia przy bombardowaniach bojowych. Sredni procent trafień /$D_{śr}\%$ lub $K_{śr}\%$/ jest to wielkość prawdopodobieństwa trafienia, uzyskiwana w 50 % wypadków i stosuje się dla obliczenia prawdopodobieństwa trafienia przy bombardowaniach ćwiczebnych /LTC/.

Dla obliczenia prawdopodobieństwa trafienia należy obliczyć wielkość uchylenia prawdopodobnego na donośność UD i na kierunek UK, a następnie wymiary celu w uchyleniach prawdopodobnych K_d i K_k, oraz odstęp między bombami serii w uchyleniach prawdopodobnych K_i i odstęp między samolotami w uchyleniach prawdopodobnych K_z.

Dla określenia prawdopodobieństwa trafienia na donośność należy odszukać tabelę o K_d równej obliczonej i w niej na przecięciu odpowiedniej ilości bomb w serii "n" z obliczonym odstępem między bombami w serii K_i odczytać minimalny /lub średni/ procent trafień na donośność $D_{min}\%$ /$D_{śr}\%$/.

Dla określenia prawdopodobieństwa trafienia na kierunek, należy odszukać tabelę o K_k równej obliczonej i w niej, na przecięciu odpowiedniej ilości rzędów samolotów w podstawowym ugrupowaniu bojowym N_{ugr}/ w rubryce oznaczonej n/ z obliczonym odstępem między samolotami w ugrupowaniu bojowym K_z, odczytać minimalny /lub średni/procent trafień na kierunek $K_{min}\%$ /$K_{śr}\%$/.

Stosując następnie twierdzenie iloczynu prawdopodobieństw oblicza się ogólne prawdopodobieństwo trafienia, przez pomnożenie prawdopodobieństwa trafienia na donośność $D_{min}\%$ /$D_{śr}\%$/ przez prawdopodobieństwo trafienia na kierunek $K_{min}\%$ /$K_{śr}\%$/

Ogólne minimalne prawdopodobieństwo trafienia

$$P_{min\%} = \frac{D_{min\%} \times K_{min\%}}{100} \qquad /25/$$

Przykład: Dla pewnych warunków bombardowania z samolotu Il-10 wielkość uchylenia prawdopodobnego UD = 31 m, UK = 24m. Wymiary obliczeniowe celu D_1 = 150 m K_1 = 30 m. Bombardowanie serią 4 bomb z odstępem i = 30 m, na sygnał prowadzącego parę /2 samoloty/ z odstępem J=40m między samolotami. Określić ogólny minimalny procent prawdopodobieństwa trafienia $P_{min}\%$.

Rozwiązanie:

1. Obliczyć wymiary celu w uchyleniach prawdopodobnych:
   - głębokość celu $K_d = \frac{D_1}{UD} = \frac{150}{31} = 5,0$;
   - szerokość celu $K_s = \frac{K_1}{UK} = \frac{50}{24} = 2,0$;
2. Obliczyć odstęp serii i odstęp między samolotami w uchyleniach prawdopodobnych:
   - odstęp serii $K_i = \frac{i}{UD} = \frac{30}{31} = 1,0$
   - odstęp między samolotami $K_L = \frac{J}{UK} = \frac{40}{24} = 1,6$
3. Określić z tabeli bombardierskiej minimalny procent trafień na donośność D_{min}%. W tym celu: odszukać tabelę dla $K_d = 5,0$

K_i lub K_L	n = 2		n = 3		n = 4		n = 6	
	min	średn.	min.	średn.	min.	średn.	min.	średn.
0	76,5	90,8	76,5	90,8	76,5	90,8	76,8	90,8
0,2	76,9	90,7	77,2	90,6	77,4	90,5	77,5	90,0
0,4	77,1	90,5	77,4	90,0	77,0	89,3	75,8	87,4
0,6	77,2	90,2	76,7	89,1	75,8	87,5	72,6	83,2
0,8	76,8	89,7	75,6	87,7	73,7	85,0	68,2	77,7
1,0	70,4	89,0	74,0	85,9	170,8	81,9	63,9	71,1
1,2	75,7	88,2	72,0	83,9	67,9	78,1	59,0	64,3
1,4	74,7	87,2	70,1	81,4	64,9	73,9	52,8	57,5
1,6	73,4	86,1	67,8	78,5	61,9	69,4	48,4	51,4
1,8	72,3	84,8	75,4	75,6	58,2	64,8	42,7	46,2
2,0	71,2	33,8	62,9	72,4	53,7	60,2	37,5	41,6

   - w rubryce drugiej odnaleźć wielkość $K_i = 1,0$ i w tym rzędzie odczytać w rubryce dla ilości bomb w serii n = 4 i minimalnego procentu trafień, wielkość minimalnego prawdopodobieństwa trafienia na donośność:

$$D_{min} = 70,8\ \%$$

4. Określić z tabeli bombardierskiej minimalny procent trafień na kierunek K_{min}% W tym celu:

- odszukać tabelę dla K_r = 2,0

K_1 lub K_L	n = 2		n = 3		n = 4	
	min	śred.	min.	śred.	min.	śred.
0	25,3	50,0	25,3	50,0	25,3	50,0
0,2	26,2	49,9	26,9	26,9	49,7	49,5
0,4	27,1	49,6	28,3	48,9	29,3	48,2
0,6	27,7	49,1	29,5	47,8	30,8	45,9
0,8	28,2	48,4	30,5	46,1	31,4	43,1
1,0	28,8	47,6	31,6	44,1	31,8	39,9
1,2	29,3	46,6	30,5	41,8	29,1	36,6
1,4	29,7	45,4	29,4	39,4	26,6	33,2
1,6	30,1	44,1	28,4	36,9	24,5	30,1
1,8	30,8	42,7	28,1	34,4	23,2	27,3
2,0	31,6	41,2	22,8	32,0	23,9	24,8

- w rubryce drugiej odszukać wielkości K_L = 1,6 i w tym rzędzie odczytać w rubryce dla ilości rzędów samolotów. N_{ugr} = 2 / n = 2/ i minimalnego procentu trafień, wielkość minimalnego prawdopodobieństwa trafienia na kierunek $K_{min\%}$

$$K_{min} = 30,1\%$$

5. Obliczyć ogólne minimalne prawdopodobieństwo trafienia $P_{min\%}$

$$P_{min} = \frac{D_{min} \times K_{min}}{100} = \frac{70,8 \times 30,1}{100} = 21,3\ \%$$

Według tabel bombardierskich można określić racjonalny odstęp między między bombami w serii K_1, przy którym uzyskuje się największe prawdopodobieństwo pokrycia celu. Należy wówczas przy określaniu prawdopodobieństwa trafienia na donośność odszukać odpowiednią tabelę dla K_d równej obliczonej i w rubryce ilości

bomb w serii "n" znaleźć największą wartość prawdopodobieństwa trafienia i w tym rzędzie odczytać w rubryce drugiej wielkość odstępu serii K_1.

Przykład: $K_d = 2,0$; $n = 4$. Określić racjonalny odstęp serii oraz minimalny procent prawdopodobieństwa trafienia na donośność $D_{min\%}$.

Rozwiązanie: W tabeli dla $K_d = 2,0$ i w rubryce $n = 4$ min. odnaleźć największą wartość $D_{min\%}$

$$D_{min} = 31,8\%$$

w tym samym rzędzie, odczytać w drugiej rubryce wielkość racjonalnego odstępu serii K_1.

$$K_1 = 1,0$$

Przy określaniu racjonalnego odstępu serii należy obliczyć ten odstęp w metrach i przeanalizować, czy będzie on możliwy do zastosowania ze względu na sprzęt bombardierski / zakres pracy zrzutników bombowych/, wymiary głębokości celu i charakter zadania bojowego:

$$i = K_1 \times UD \qquad /27/$$

Podobnie można analizować odstęp między samolotami w ugrupowaniu bojowym i jeżeli tylko względy taktyczne, wielkość / rozpiętość/ samolotów i wyszkolenie załóg pozwolą, można określić najwygodniejszy odstęp między samolotami, przy którym uzyska się największe prawdopodobieństwo trafienia na kierunek.

W wypadku bombardowania bombami pojedyńczymi lub salwą bomb, prawdopodobieństwo trafienia na donośność określa się z tablicy dla danej K_d w rzędzie $K_1 = 0$ i w dowolnej rubryce ilości bomb "n" /dla $K_1 = 0$, D_{min} i $D_{śr}$ mają jednakowe wielkości we wszystkich rubrykach n/.

Przy bombardowaniu indywidualnym, prawdopodobieństwo trafienia na kierunek określa się z tablicy dla danej K_d w rzędzie $K_1 = 0$ i w dowolnej rubryce "n".

4. Obliczenia koniecznej ilości samolotów i oczekiwanego rezultatu działań.

Mając obliczone ogólne prawdopodobieństwo trafienia w powierzchnię celu $P_{min\%}$ /$P_{śr\%}$/, można łatwo określić konieczną ilość samolotów, potrzebną dla wykonania zadania bojowego. Należy najpierw obliczyć oczekiwaną ilość trafień z jednego samolotu lub z grupy samolotów.

Przy danych:

- ogólne prawdopodobieństwo trafienia w powierzchnię celu $P_{min\%}$ /$P_{śr\%}$/;
- ilość bomb na samolocie /lub w grupie samolotów/ n_1,

oczekiwana ilość trafień z jednego samolotu / z grupy samolotów/

$$M = \frac{n_1 \times P_{min\%}}{100} \qquad /28/$$

Porównując następnie konieczną ilość trafień M_t wybranymi środkami rażenia i zapewniającymi zniszczenie celu w nakazanym stopniu z oczekiwaną ilością trafień z jednego samolotu /grupy samolotów określa się konieczną, minimalną ilość samolotów / grup samolotó

$$N = \frac{M_t}{M} \qquad /29/$$

Przykład: Obliczyć konieczną ilość samolotów Il-28 dla dezorganizacji pracy przemysłu ciężkiego przez uszkodzenie w 20-30% urządzeń elektrowni, rozmieszczonej na powierzchni D = 200 m, K = 600 m. Bombardowanie wykonać serią 8 bomb FAB-250 z zapalnikami APUW-1 z opóźnieniem 0,2 sek na sygnał prowadzącego eskadrę w klinie kluczy ze średnim odstępem między samolotami J = 60 m. Celownik OPB-5a; załogi wyszkolone dobrze. Wysokość bombardowania 4200 m, prędkość lotu samolotu V = 580 km/godz. Nalot w poprzek celu / kąt nalotu 90°/.

Taktyczna norma rażenia celu bombami FAB-250 $S_b = 2350\ m^2$.

Rozwiązanie:

1. Obliczyć konieczną ilość trafień w cel:

$$M_c = \frac{D \times K}{T_b} = \frac{200 \times 600}{2350} = 51,1 = 52 \text{ FAB-250}$$

2. Obliczyć wielkość uchylenia prawdopodobnego wg wzoru:

UD = UK = 9H+0,09V = 9x4,2+0,09x380=37,8+52,2=90 m

3. Obliczyć wymiary celu w uchyleniach prawdopodobnych
głębokość celu: $K_d = \frac{D}{UD} = \frac{200}{90} = 2,2$
szerokość celu: $K_k = \frac{K}{UK} = \frac{600}{90} = 6,8$

4. Obliczyć odstęp między samolotami w uchyleniach prawdopodobnych:

$$K_L = \frac{60}{90} = 0,6$$

5. Określić z tabel minimalny procent trafień na doności $D_{min\%}$ i racjonalny odstęp serii "$i_{racj.}$"
- według $K_d = 2,2$ oraz n = 8

$D_{min} = 35,4\%$
$K_i = 0,4$
$i = K_i \times UD = 0,4 \times 90 = 36$ m

6. Określić z tabel minimalny procent trafień na kierunek Kmin%
- według $K_k = 6,8$
$K_L = 0,6$
n = 9

Ponieważ w tabelach jest tylko n = 8 i n = 10 należy przeprowadzić interpolację:

dla n = 8 $K_{min_1} = 83,8\%$

dla n =10 $K_{min_2} = 79,2\%$

to dla n=9 $K_{min} = \frac{K_{min1}+K_{min2}}{2} = \frac{83,8+79,2}{2} = \frac{1630}{2} = 81,5\%$

7. Obliczyć ogólne minimalne prawdopodobieństwo trafienia w powierzchnię celu $P_{min\%}$

$$P_{min} = \frac{P_{min} \times K_{min}}{100} = \frac{35,4 \times 81,2}{100} = \frac{2883}{100} = 28,9\ \%$$

8. Obliczyć oczekiwaną ilość trafień z jednego samolotu /ilość bomb na samolocie $n_1 = 8$ /

$$M = \frac{n_1 \times P_{min\%}}{100} = \frac{8 \times 28,9}{100} = \frac{231,2}{100} = 2,3 \text{ bomby}$$

9. Obliczyć konieczną ilość samolotów

$$N = \frac{M_t}{M} = \frac{22}{2,3} = 22,6 = 23 \text{ Il-28}$$

Otrzymany wynik z obliczeń należy zawsze zaokrąglić wzwyż do ilości samolotów, umożliwiającej utworzenie określonego ugrupowania bojowego.

W tym wypadku celowym będzie wysłanie pułku w składzie 27 Il-28
W wypadku otrzymania zadania bojowego z określoną ilością samolotów, obliczenia bombardierskie winny określić oczekiwany rezultat działań.
Przy wykonywaniu obliczeń na oczekiwany rezultat działań, metodyka obliczeń nie różni się od poprzednio opisanej, za wyjątkiem ostatniego obliczenia. I tak należy określić konieczną ilość trafień w cel M_t dla uzyskania pewnego rezultatu działań, obliczyć ogólne prawdopodobieństwo trafienia w powierzchnię celu, oraz oczekiwaną ilość trafień z jednego samolotu M. Wówczas można, przez porównanie ilości trafień z nakazanej /rzeczywistej/ ilości samolotów N_{rz} z konieczną ilością trafień M_t, określić w jakim stopniu zostanie pokryty cel taktycznymi normami rażenia stosowanych bomb. Dla wyrażenia tego stosunku w procentach, należy wynik pomnożyć przez 100 czyli oczekiwany rezultat działań w procentach:

$$M_{\%} = \frac{M \cdot N_{rz}}{M_t} \times 100 \qquad /30/$$

Jeżeli więc przy pewnej koniecznej ilości trafień M_t wybranymi środkami rażenia cel zostaje w pewnym stopniu zniszczony, to

zniszczenie zostanie osiągnięte przy pewnej ilości trafień /M x N_{rz}/ bomb, zrzuconych z N_{rz} samolotów.

Przykład: Dla zniszczenia 25-30 % czyli 15-18 z 60 samolotów na stoiskach na lotnisku nieprzyjaciela, należy uzyskać 72 trafienia FBK-250 z 11 AO-10-6,5 w każde RBK-250.

Zadanie zniszczenia samolotów na tym lotnisku otrzymał plb w składzie 27 Il-28. Dla przyjętych warunków bombardowania, ogólne prawdopodbieństwo trafienia w cel/ w jedno stoisko/ wynosi:

P_{min} = 25%. Określić oczekiwany rezultat działań.

Rozwiązanie: 1/ Ponieważ na samolocie Il-28, można podwiesić n_1 = 8 RBK-250, to oczekiwana ilość trafień z jednego samolotu wynosi.

$$M = \frac{n_1 \times P_{min}}{100} = \frac{8 \times 25}{100} = 2 \text{ RBK}$$

2/ Oczekiwany rezultat działań w procentach wynosi:

$$M_s\% = \frac{M \times N_{rz}}{N_s} \times 100 = \frac{2 \times 27}{72} \times 100 = 75 \%$$

to znaczy, że przy działania pułku można spodziewać się zniszczenia

$$\frac{25 \times 75}{100} = 18,75\% \text{ lub } \frac{30 \times 75}{100} = 22,5 \%$$

18-22% samolotów, średnio 22% samolotów, czyli w tym wypadku do 12 samolotów nieprzyjaciela.

Obliczenia bombardierskie dla ustalenia koniecznej ilości samolotów, potrzebnych dla wykonania zadania bojowego, lub dla ustalenia oczekiwanego rezultatu działań przy z góry określonej ilości samolotów, wygodnie jest wykonać na zawczas przygotowanym "Blankiecie obliczeń bombardierskich"/załącznik Nr. 3/, który jest nawigatorskim dokumentem bojowym.

3. Wybór warunków, sposobów i metod bombardowania oraz kierunku nalotu na cel.

Warunki, sposoby i metody bombardowania jak również kierunek nalotu na cel mogą być przekazane wraz z zadaniem bojowym ze sztabu nadrzędnego, bądź określone zawczasu przez dowódcę, przed przygotowaniem danych i obliczeń przez nawigatora, bądź też zostanie wydane polecenie nawigatorowi przygotowania uzasadnionych propozycji odnośnie warunków, sposobów i metod bombardowania, oraz kierunku nalotu na cel.
Elementy te są niezbędne dla wykonania obliczeń bombardierskich a rezultaty obliczeń bombardierskich znacznie od nich zależą.
W wypadku, kiedy nawigator ma zadanie określić i zaproponować warunki, sposoby i metody bombardowania oraz kierunek nalotu na cel, powinien on rozpatrzyć kilka wariantów swoich propozycji, wykonać dla każdego wariantu odpowiednie obliczenia bombardierskie i wybrać z pośród nich takie warunki, które zabezpieczą pełne wykonanie zadania bojowego przy użyciu minimalnej ilości sił i środków.
Określenie warunków, sposobów i metod bombardowania wykonuje się już w czasie oceny sytuacji nawigacyjnej i studiowania obiektu działań, a uzupełnia się i koryguje nawet w trakcie wykonywania taktycznych obliczeń bombardierskich.

a. Czynniki wpływające na wybór warunków bombardowania

Przy wyborze warunków bombardowania, a przede wszystkim wysokości bombardowania należy uwzględnić:
- charakter i wymiary celu;
- obronę przeciwlotniczą celu;
- wybrane środki rażenia /bomb, zapalniki i charakter ich działania/;
- dane taktyczno-techniczne samolotów, ich możliwości;
- wyszkolenie załóg;
- stosowane celowniki lub urządzenia celownicze;
- warunki meteorologiczne.

Charakter celu wpływa w ten sposób na wybór wysokości, że np. przy konieczności uzyskania przebicia celu bombą burzącą lub przeciwpancerno-burzącą należy stosować odpowiednio duże

wysokości, zapewniające uzyskanie przez bomby odpowiedniej energii kinetycznej.x/

Wielkość celu w znacznej mierze wpływa na jego widoczność. I dlatego cele małe należy bombardować ze stosunkowo mniejszych wysokości, zapewniających ich widoczność już na początku celowania.
Należy również uwzględnić fakt, że wraz ze wzrostem wysokości zmniejsza się prawdopodobieństwo trafienia, co powoduje, że przy działaniach na cele małe należy stosować możliwie małe wysokości bombardowania.

Jednym z ważniejszych czynników wpływających na wybór warunków bombardowania jest obrona przeciwlotnicza celu, szczególnie artyleria przeciwlotnicza w rejonie celu, co należy uwzględnić przy wyborze warunków bombardowania. Zagadnienie to omówione zostało w rozdziale III/1 " Studiowanie obiektu działań " punkt f = " siły i środki obrony celu ".. Określając wysokość bombardowania, należy przy planowym działaniu z małych wysokości brać pod uwagę wysokość bezpieczną, zależną od stosowanych środków rażenia. Wysokość ta winna zapewnić bezpieczeństwo własnych samolotów, oraz odpowiednie działanie środków rażenia / odbezpieczenie się zapalników, działanie kaset RBK lub bomb z zapalnikami czasowymi na nakazanej wysokości nad celem/.

Ponieważ każdy typ samolotów i ustawione na nim urządzenia celownicze mają pewien ustalony zakres warunków bombardowania, wybrane warunki bombardowania w żadnym wypadku nie mogą wychodzić poza ten zakres. Prócz tego technika wykonania bombardowania przy różnych warunkach /z różnych wysokości lub z różnymi prędkościami lotu samolotu / ma swoje cechy specyficzne, wymagające specjalnego wyszkolenia załóg. Tak więc wyszkolenie załóg będzie też czynnikiem decydującym o wyborze warunków bombardowania.
Warunki meteorologiczne jak zachmurzenie, pułap i wypiętrzenie chmur oraz widzialność wpływają na wysokość lotu i wysokość bombardowania.

---

x/ patrz " Cechy szczególne obliczeń bombardierskich przy działaniu na okręty ".

Co prawda współczesne radiolokacyjne urządzenia celownicze / radiolokacyjne celowniki panoramiczne, system kołowy, system azymutalno-odległościowy/ w znacznym stopniu uniezależniają wykonanie bombardowania od wzrokowej widoczności celu, lecz pozostają takie czynniki jak: trudność lotu grupy samolotów w chmurach, zakres możliwych wysokości wykorzystania radiolokacyjnych urządzeń celowniczych, zakłócenia radiolokacyjne, stosowane przez nieprzyjaciela itd, co należy zawsze brać pod uwagę przy wyborze warunków bombardowania.

b/ Czynniki warunkujące wybór sposobów i metod bombardowania.

Przy wyborze sposobów i metod bombardowania należy uwzględnić:
- wymiary celu;
- charakter zadania bojowego;
- przybliżoną ilość samolotów wykonujących uderzenie bombowe;
- możliwości samolotu i jego uzbrojenia bombardierskiego;
- wyszkolenie załóg;
- warunki meteorologiczne.

Wymiary celu decydują o wyborze sposobu i metody bombardowania. Analizując bowiem wzory na uchylenie prawdopodobne, np.

$$UD = UX = 10H+0,1W/1 - \sin \lambda /$$

Łatwo można dojść do wniosku, że przy bombardowaniu z lotu nurkowego, celność jest większa, niż przy bombardowaniu, przy analogicznych warunkach, z lotu poziomego. Dlatego przy działaniu na cele małe, ruchome, celowym jest stosowanie bombardowania z lotu nurkowego. Jak poprzednio udowodniono bombardowanie serią i grupowe również zwiększa prawdopodobieństwo trafienia, oraz powoduje rażenie dużej powierzchni w czasie jednego nalotu.

Od zadania bojowego zależy czy ma być wykonane jedno silne uderzenie bombowe w krótkim czasie, czy też należy przez pewien okres czasu oddziaływywać na cel np. w celu obezwładnienia. W pierwszym wypadku stosowane będzie bombardowanie grupowe serią, salwą lub serią salw z dużej ilości samolotów na sygnał prowadzącego i z jednego nalotu, w drugim wypadku

celowym będzie bombardowanie indywidualne lub małymi grupami samolotów wykonujących kilka nalotów i zrzut bomb pojedyńczo albo małych serii lub salw w czasie każdego nalotu.

W takim wypadku, orientując się z grubsza co do przybliżonej ilości samolotów można odrazu ustalić czy należy stosować bombardowanie indywidualne czy grupowe, a jeżeli grupowe to w jaki składzie.

Decydującymi czynnikami warunkującymi wybór sposobu bombardowania są możliwości samolotu i jego uzbrojenia bombardierskiego oraz wyszkolenie załóg. Wiadomym jest, że np. samolot Ił-28 nie jest przystosowany do bombardowania z lotu nurkowego i dlatego zasadniczym i jedynym sposobem bombardowania z tego samolotu jest bombardowanie z lotu poziomego. Natomiast z samolotu Lim-2 czy Ił-10 można wykonywać bombardowanie z lotu nurkowego, a z lotu poziomego tylko z małych i koszących wysokości.
Z samolotu Lim-2 bomby można zrzucać tylko salwą i innej metody zrzutu nie można uzyskać.
Natomiast z samolotu Ił-28 bomb salwą zrzucać nie można, a jedynie pojedyńczo i serią. W ten sposób możliwości samolotów i ich sprzętu bombardierskiego w znacznym stopniu ograniczają wybór sposobów i metod bombardowania.

Ponieważ przy różnych sposobach i metodach bombardowania występują różne cechy specyficzne w technice celowania, dlatego należy zawsze brać pod uwagę wyszkolenie załóg.

Warunki meteorologiczne mają decydujący wpływ na wybór sposobu bombardowania. Ponieważ na współczesnych samolotach nie ma urządzeń celowniczych, umożliwiających wykonanie bombardowania z lotu nurkowego bez widoczności wzrokowej celu, dlatego bombardowanie tym sposobem można wykonywać tylko z pod chmur przy odpowiedniej widoczności.

c/ Czynniki warunkujące wybór kierunku nalotu

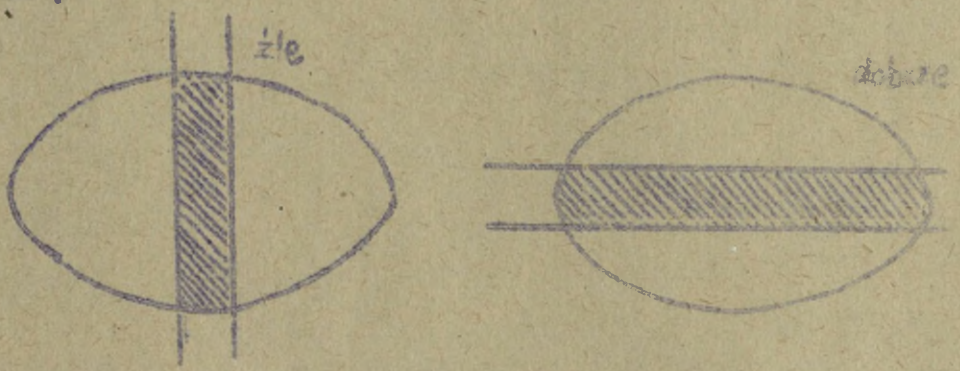
Kierunek nalotu na cel wybiera się biorąc pod uwagę:
- charakter, kształt i wymiary celu;
- najwygodniejszy kąt nalotu, zapewniający największe prawdopodobieństwo trafienia celu;

- jakość, ilość i rozmieszczenie środków oplot celu;
- warunki, sposoby i metody bombardowania;
- ukształtowanie terenu i rozmieszczenie obiektów orientacyjnych wokół celu;
- przebieg linii frontu, położenie własnego lotniska startu;
- porę doby, warunki meteorologiczne;
- stosowane urządzenia celownicze.

Przy wyborze kierunku nalotu należy kierować się kardynalną zasadą uzyskania zaskoczenia nieprzyjaciela w rejonie celu i celne jego porażenie. Jednocześnie w wypadku przewidywania silnego przeciwdziałania ze strony nieprzyjaciela należy wybrać nie jeden, lecz dwa-trzy kierunki nalotu, z których jeden jest tylko główny a jeden-dwa jako zapasowe.
Zarówno główny jak i zapasowe kierunki nalotu powinny zapewniać dużą celność bombardowania i zabezpieczać własne samoloty przed oddziaływaniem obrony przeciwlotniczej nieprzyjaciela.

Uwzględniając charakter celu należy wybierać taki kierunek nalotu przy którym cel będzie radiony od strony odsłoniętej, nieosłoniętej. Naprzykład: przy działaniu na artylerię należy atakować ją z boku lub z tyłu, przy działaniu na siłę żywą w transzejach, najwygodniejszy kierunek nalotu będzie wzdłuż transzei. Przy działaniu na cele ruchome /np. okręty/kierunek nalotu winien w maksymalnym stopniu zmniejszyć wpływ manewru celu na celność bombardowania.
Kierunek nalotu winien zapewnić możliwie spokojny lot samolotów i dokładną pracę załogi podczas celowania. Jest to możliwe, jeżeli lot samolotów będzie odbywał się poza zasięgiem skutecznego ognia artylerii przeciwlotniczej. Nie jest to zawsze możliwe i w takim wypadku należy wybierać odpowiedni kierunek nalotu, przy którym oddziaływanie artylerii przeciwlotniczej nieprzyjaciela w rejonie celu będzie możliwie jak najsłabsze. W zależności od wielkości i kształtu celu należy wybierać odpowiedni kierunek nalotu, zapewniający powstanie takiego kąta nalotu, przy którym uzyskuje się największe prawdopodobieństwo trafienia, na skutek zwiększenia wymiarów obliczeniowych celu.

Jak wiadomo kształt i wielkość pola rozrzutu zależy od warunków, sposobu i metod bombardowania. Kierunek nalotu należy wybierać taki, aby pole rozrzutu pokrywało się w jak największym stopniu z powierzchnią celu. Ma to szczególne znaczenie w wypadkach, kiedy pole rozrzutu ma kształt różny od koła /bombardowanie indywidualne z małych wysokości, bombardowanie indywidualne serią, bombardowanie grupowe pojedyńcze lub salwą ze średnich i dużych wysokości./ Wówczas kierunek nalotu powinien zapewnić to, aby dłuższa oś elipsy pola rozrzutu pokryła się z dłuższym bokiem powierzchni celu. /rys. 18 /.



Rys. Nr. 18

Przy bombardowaniu w terenie górzystym, należy koniecznie przy wyborze kierunku nalotu na cel uwzględniać właściwości tego terenu. Kierunek nalotu musi w danym wypadku zapewnić dobrą obserwację celu z odległości, na jakich rozpoczyna się wykonywanie celowania. Gdy cel jest położony w wąskiej dolinie lub wąwozie należy wybierać kierunek nalotu wzdłuż doliny lub wąwozu. W wypadku położenia celu na stoku góry, należy nalatywać na cel od strony tego stoku, ponieważ w przeciwnym wypadku cel może być niewidoczny w czasie celowania. /rys.19/



Rys. Nr. 19.

Przy bombardowaniu z dużych wysokości, z dużymi prędkościami lotu samolotu, lub przy ograniczonej widoczności wzrokowej celu, cel może być niewidoczny z odległości, z jakich wykonuje się celowanie. W takim wypadku należy wybrać pewne obiekty orientacyjne na kierunek nalotu, które będą służyły jako pomocnicze punkty celowania, ułatwią one wyprowadzenie samolotu na cel i dokładne określenie momentu zrzutu bomb.
Przy działaniu na cele pola walki, położone blisko wojsk własnych, istnieje niebezpieczeństwo rażenia wojsk własnych. Dla uniknięcia tych ewentualności należy w takich wypadkach wybierać kierunek nalotu możliwie prostopadle do linii frontu.

Nie celowe jest również zbyteczne wydłużanie trasy i przedłużanie czasu przebywania samolotów własnych nad terenem nieprzyjaciela. Przy obecnym rozwoju sprzętu istnieje możliwość zaskoczenia nieprzyjaciela tylko przez odpowiednio szybkie przybycie nad cel i celne zrzucenie bomb. W związku z tym zasadniczo kierunki nalotu będą uzależnione od położenia własnego lotniska startu względem celu.
Przy wyborze kierunku nalotu należy brać również pod uwagę porę doby i warunki meteorologiczne, ponieważ czynniki te mogą ułatwić pracę załóg wykonujących uderzenie bombowe, a utrudnić przeciwdziałanie nieprzyjacielowi lub odwrotnie. Przy działaniach dziennych, pogodzie słonecznej należy wybierać kierunek nalotu od słońca: wówczas słońce dobrze oświetla teren i nie oślepia załóg, oślepiając natomiast nieprzyjaciela. W wypadku bombardowania w noc księżycową, o świcie lub o zmroku, kierunek nalotu należy wybierać od ciemnej strony nieba.
Współczesne radiolokacyjne urządzenia celownicze w znacznej mierze ograniczają wybór kierunku nalotu. Przy stosowaniu radiolokacyjnych celowników panoramicznych /PSBN-m/, kierunek nalotu będzie uwarunkowany stopniem widoczności celu na ekranie radiolokatora. System kołowy zabezpiecza bombardowanie tylko z czterech kierunków, z pośród których należy wybrać jeden główny, a system azymutalno-odległościowy umożliwia wykonanie bombardowanie tylko z dwóch kierunków.

6. Wybór początku drogi bojowej PDB i określenie ugrupowania bojowego nad celem.

Po określeniu kierunku nalotu należy wybrać w pewnej odległości od celu obiekt orientacyjny na tym kierunku. Ten obiekt orientacyjny noszący nazwę początku drogi bojowej "PDB" winien być dobrze widoczny z wysokości bombardowania i wskazywać załogom, że należy od momentu jego przejścia rozpocząć celowanie. Od PDB należy wykonywać lot z nakazanymi warunkami bombardowania /H_b, V/ z obliczonym kursem. Zapewni to rzeczywisty kierunek nalotu równy nakazanemu.

Odległość PDB od celu winna zabezpieczać wykonanie celowania i określenie momentu zrzutu bomby, tak aby trafiła ona w cel. Odległość tę zwaną promieniem strefy celownika [x]/ oblicza się według wzoru:

$$R = V\,/T + t_b/ \qquad /37/$$

gdzie: R – promień strefy celowania w m.
V – prędkość lotu samolotu w m/sek.
T – czas spadania bomby w sek.
t_b – czas bojowy, potrzebny załogom na wykonanie celowania w sek.

Prędkość lotu samolotu V m/sek określa się z przyjętych warunków bombardowania, czas spadania bomby T – z tabel balistycznych / załącznik Nr. 1 Instrukcji Bombardowania/.
Czas bojowy t_b potrzebny załogom na wykonanie celowania zależy od warunków bombardowania, stosowanych urządzeń celowniczych, oraz od wyszkolenia załogi. Z zasady wielkość czasu bojowego t_b określa się na podstawie doświadczeń i praktyki. Orientacyjnie można również określić wielkość t_b dla samolotu Il-28 wyposażonego w celownik OPB-5s lub OPB-6sr dla załóg dobrze wyszkolonych z wykresu – załącznik Nr.4.
Dla wykonania taktycznych obliczeń bombardierskich należy ustalić ugrupowanie bojowe nad celem. Ponieważ nie znana jest dokładnie konieczna ilość samolotów, potrzebnych dla wykonania zadania bojowego, nawigator nie jest w stanie określić od razu niezmienne ugrupowanie bojowe, ale może i powinien przyjąć pewną obliczeniową grupę samolotów, dla której będzie wykonywał

---

[x] szerszej będzie o tym mowa w temacie: "Schemat lotu na bombardowanie".

obliczenia bombardierskie i dla niej ustalić kształt i wymiary ugrupowania bojowego.

Przy określaniu wielkości grupy, kształtu i wymiarów ugrupowania bojowego, należy brać pod uwagę:

- kształt i wymiary obliczeniowe celu - odnośnie kierunku nalotu;
- charakter zadania bojowego;
- przypuszczalna ilość samolotów, potrzebnych dla wykonania zadania bojowego;
- przyjęte sposoby i metody bombardowania;
- właściwości sprzętu i wyszkolenie załóg.

Przyjęte ugrupowanie bojowe musi oprócz względów bombardierskich odpowiadać względom taktycznym jak: współdziałanie ogniowe, podział stref operacji, łatwość dowodzenia itd.

Ugrupowanie bojowe nad celem winne swoim kształtem i wielkością odpowiadać zasadniczo kształtowi i wymiarom obliczeniowym celu z uwzględnieniem kierunku nalotu.

Przy bombardowaniu grupowym serią powstaje pewna" powierzchnia ognia" - powierzchnia, na której ułożą się bomby danej grupy samolotów. Wymiary powierzchni ognia określa się:

- zgodnie z kierunkiem nalotu, - głębokością ugrupowania bojowego plus długość serii;
- w poprzek kierunku nalotu - szerokością ugrupowania bojowego.

Kształt powierzchni ognia jest na ogół zgodny z kształtem ugrupowania bojowego. Należy dążyć do tego, aby powierzchnia ognia pokryła powierzchnię celu. Przy powierzchni ognia większej w pewnych granicach od powierzchni celu, uzyskuje się zwiększone prawdopodobieństwo trafienia i w równomierne rażenie całej powierzchni celu. Jednak wymiary powierzchni ognia nie powinny przewyższać wymiarów celu w każdym kierunku więcej jak 4-5 uchyleń prawdopodobnych; w przeciwnym wypadku będzie dopuszczone niczym nie usprawiedliwione, nadmierne zużycie sił i środków.

W wyniku analizy wielkości celu, charakteru zadania, oraz biorąc pod uwagę przyjęte sposoby i metody bombardowania oraz możliwości sprzętu i wyszkolenie załóg, można przyjąć pewną grupę samolotów, jako grupę obliczeniową /np. para, klucz, eskadra/ i dla niej ustalić ugrupowanie bojowe.

W tym wypadku ważnym elementem jest ustalenie średniego odstępu między samolotami w ugrupowaniu bojowym.
W bombardowaniu średnim odstępem między samolotami w ugrupowaniu bojowym nazywa się odległość między osiami symetrii dwóch sąsiednich samolotów lecących w ugrupowaniu bojowym. Tak więc bombardierski odstęp między samolotami w ugrupowaniu bojowym jest zawsze większy o rozpiętość samolotu od taktycznego odstępu między samolotami w ugrupowaniu bojowym.
Średni odstęp między samolotami w ugrupowaniu bojowym jest to taki odstęp, który zabezpiecza, że szerokość ugrupowania bojowego, a więc i szerokość powierzchni ognia równa będzie w zasadzie obliczeniowej szerokości celu.

gdzie $$J_{śr} = \frac{K_1}{N_{ugr} - 1} \qquad /32/$$

gdzie: $J_{śr}$ – średni odstęp między samolotami w ugrupowaniu bojowym w m.
K_1 – obliczeniowa szerokość celu w m.
N_{ugr} – ilość rzędów samolotów w ugrupowaniu bojowym.

Przykład: Szerokość obliczeniowa celu K_1 = 500 m. Nawigator postanowił wykonać obliczenia bombardierskie na bombardowanie grupowe serią na sygnał prowadzącego eskadrę / 9 samolotów/ w klinie kluczy, w klinach klin samolotów. Obliczyć średni odstęp między samolotami w ugrupowaniu bojowym $J_{śr}$

$$J_{śr} = \frac{K_1}{N_{ugr} - 1} = \frac{500}{9 - 1} = \frac{500}{8} = 60 \text{ m}.$$

7. Cechy szczególne taktycznych obliczeń bombardierskich przy użyciu bomb małego wagomiaru z kaset lub komór bombowych.

Do bomb małego wagomiaru zaliczają się bomby o wagomiarze od 1 do 25 kg. Będą to przede wszystkim bomby odłamkowe, przeciwczołgowe i zapalające. Obiekty, na które będą stosowane bomby małego wagomiaru /artyleria na SO, czołgi, siła żywa itd/

posiadają małe wymiary, są naogół celami ruchomymi, przez co prawdopodobieństwo trafienia w taki obiekt przy użyciu bomb większego wagomiaru jest bardzo małe. Dla zwiększenia prawdopodobieństwa trafienia stosuje się bomby małego wagomiaru /wystarczającego dla skutecznego rażenia tego obiektu/, które zrzuca się z kaset lub komór bombowych.

a. Charakter rozrzutu bomb z kaset lub komór bombowych.

Przy zrzucaniu bomb z kasety lub komory bombowej, wszystkie bomby, stanowiące ładunek danej kasety lub komory bombowej zrzucone są lub poprostu wysypują się prawie jednocześnie i na skutek rozrzutu balistycznego i technicznego /pewne opóźnienie zrzutu między np. pierwszą i ostatnią bombą kasety/ upadają one na ziemię na pewnej powierzchni, zwanej powierzchnią pokrycia kasety /komory/ $S_k m^2$.

Wymiary i kształt powierzchni pokrycia kasety /komory/ zależy od typu kasety /komory/, wysokości zrzutu lub wysokości działania kasety bombowej, warunków i sposobu bombardowania, oraz od typu i wagomiaru załadowanych bomb.

Kształt powierzchni pokrycia w większości stosowanych kaset jest zbliżony do prostokąta, wydłużonego zgodnie z kierunkiem nalotu. Przy oznaczeniach:

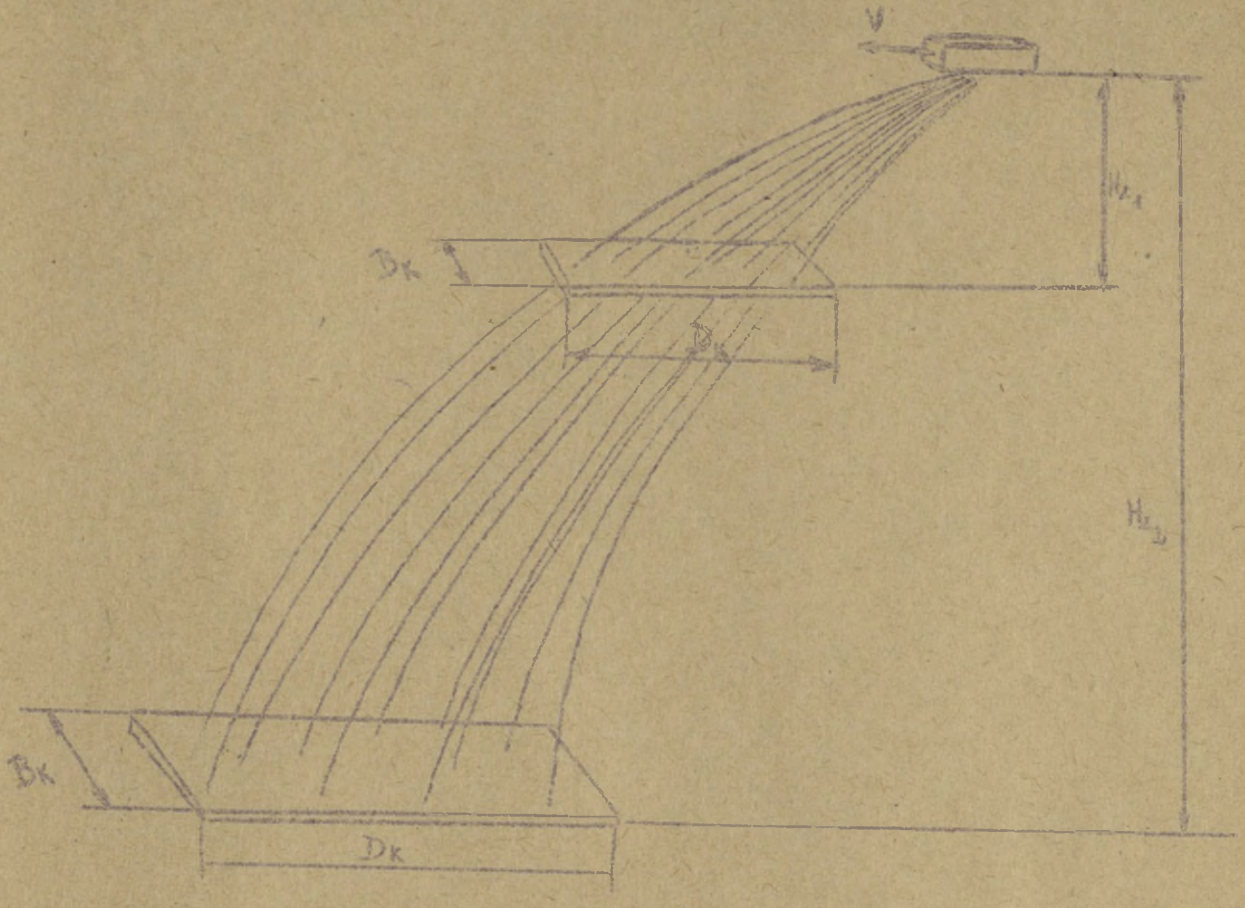
D_k - głębokość powierzchni pokrycia w m;
B_k - szerokość powierzchni pokrycia w m:

Cała powierzchnia pokrycia kasety wynosi:

$$S_k = D_k \times B_k \qquad /33/$$

Przyjmuje się, że w granicach tej powierzchni wszystkie bomby danej kasety /komory bombowej/ ułożą się równomiernie.

Ustalono, że wraz ze wzrostem wysokości bombardowania lub wysokości działania kasety bombowej wzrasta również powierzchnia pokrycia S_k / rys.20/



Rys. Nr. 20

Wielkość wymiarów powierzchni pokrycia w zależności od wysokości dla różnych bomb i komór bombowych samolotów Ił-10 oraz kaset RBK-250 określić można z wykresów podanych w załącznikach Nr. Nr. 5, 6, 7, 8, 9, 10,

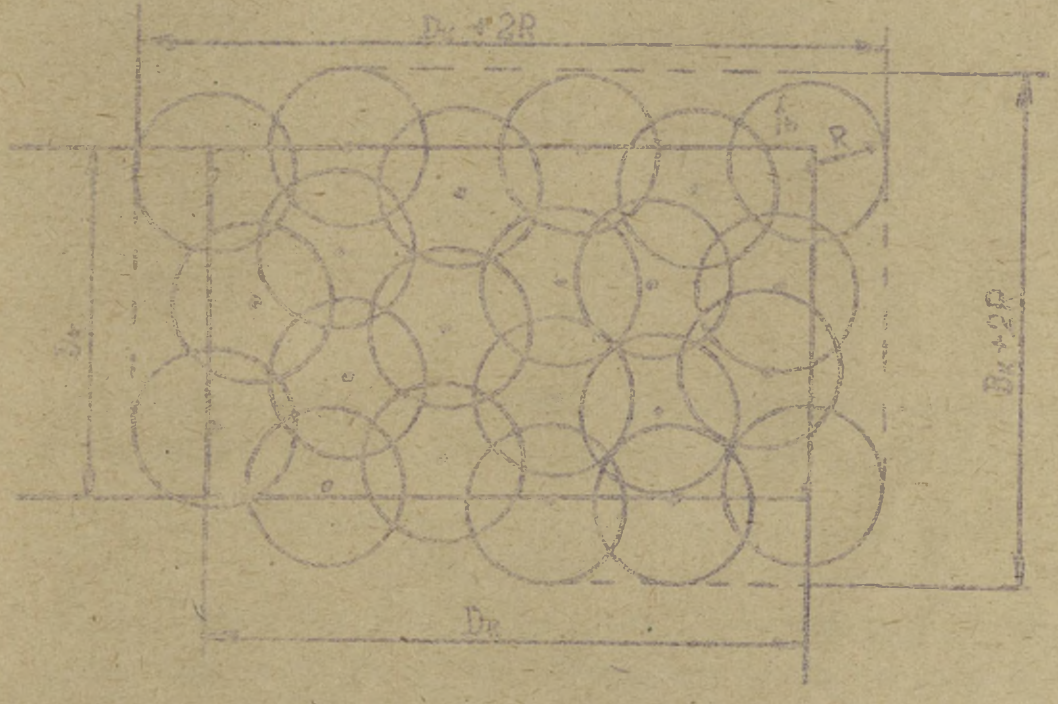
Orientacyjne wymiary powierzchni pokrycia przy bombardowaniu z samolotu Ił-10 w zależności od typu i wagomiaru bomb, oraz od sposobu bombardowania przedstawione są poniżej.

Tabela wymiarów powierzchni pokrycia przy bombardowaniu z samolotu Ił-10.

Typ i wagomiar bomby	Ilość bomb w jednej komorze	Wymiary powierzchni pokrycia $D_K \times B_K$ /m/	
		z lotu poziomego H = 100 m	z lotu nurkowego $\lambda = 30^0$ H_z = 500-700
AO-2,5	75-96	90 x 20	- -
AO-10	20-21	60 x 30	40 x 30
AO-25	6	30 x 20	-
PTAB-2,5-1,5	72	80 x 30	40 x 30

Jak widać z powyższej tabelki, wymiary powierzchni pokrycia są dość duże.
Jednak ważnym zagadnieniem jest ustalenie, w jakim stopniu zostanie rażony, lub czy zostanie trafiony cel, jeśli znajdzie się on w granicach powierzchni pokrycia.

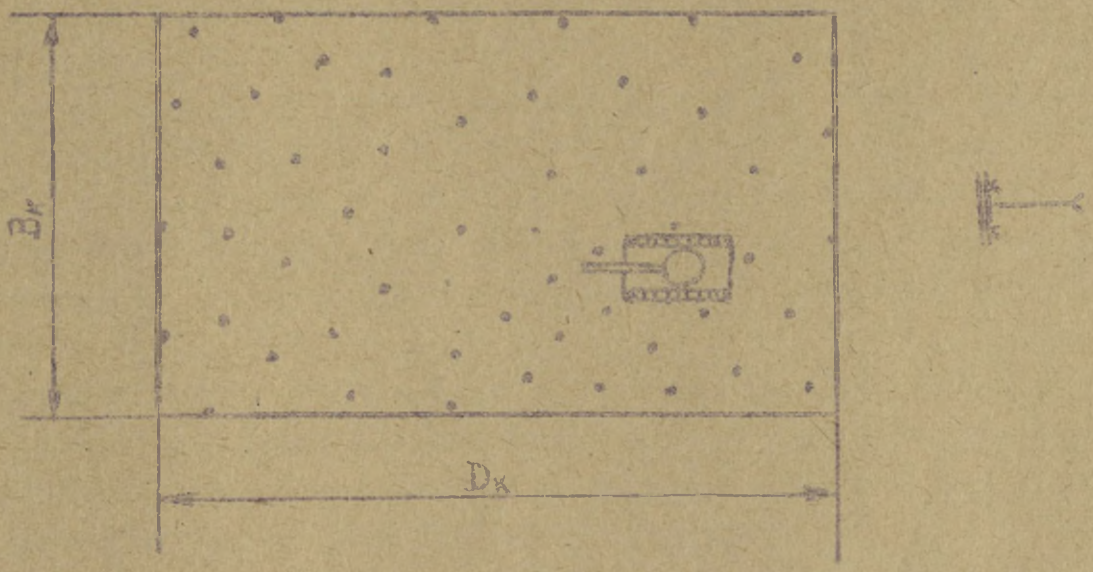
Jeżeli powierzchnie rażenia poszczególnych bomb, rozłożonych równomiernie na całej powierzchni pokrycia stykają się lub pokrywają się w pewnym stopniu / rys.21/, to gdzieby cel się nie znajdował - naturalnie w granicach powierzchni pokrycia /$B_K + 2R$ / x /$B_K + 2R$/, zawsze znajdzie się on na powierzchni rażenia chociażby jednej bomby. Obiekt ten zostanie ważony w wypadku, gdy znajdzie się między punktami wybuchów bomb.



Rys. Nr. 21.

Może zaistnieć jednak i inny wypadek, kiedy powierzchnie rażenia bomb nie będą się ze sobą stykały i na powierzchni pokrycia powstaną miejsca nie objęte niszczącym rażeniem bomb, co bywa często przy zrzucaniu bomb z małym promieniem rażenia. Często też promień rażenia bomby może być równy zero - np. dla PTAB, wymagających bezpośredniego trafienia.

W takich wypadkach obiekt może zostać nieuszkodzony, mimo, że będzie znajdował się na powierzchni pokrycia, między punktami wybuchów bomb / rys. 22/



Rys. Nr. 22.

Wynika więc zagadnienie scharakteryzowania rozkładania się powierzchni rażenia bomb w granicach powierzchni pokrycia.

b. Współczynnik wykorzystania kasety /komory/ bombowej.

Współczynnik wykorzystania kasety φ wskazuje jaka część powierzchni pokrycia z uwzględnieniem wymiarów celu zostaje rażona bombami jednej kasety /komory/ bombowej.

Jedna bomba z uwzględnieniem wymiarów celu może razić powierzchnię równą / D + 2R/ x /K + 2R/
gdzie: D, K - wymiary celu w m.
R - promień działania bomby w m.
a pewna ilość n_b bomb kasety zapewnia rażenie powierzchni n_b razy większą, czyli

$$n_b \times / D + 2R/ \times / K \times 2R/$$

Stosunek tej powierzchni rażenia do powierzchni pokrycia kasety określa tę część powierzchni pokrycia, która zostanie rażona bombami jednej kasety, lub innymi słowami, w jakim stopniu wykorzystana zostanie powierzchnia pokrycia. Jest to właśnie współczynnik wykorzystania kasety /komory/ bombowej.

$$\varphi = \frac{n_b \times (D+2R) \times (K+2R)}{D_k \times B_k} \qquad /33/$$

Współczynnik wykorzystania kasety może być większy, mniejszy lub równy jedności.

Jeżeli współczynnik wykorzystania kasety jest większy lub równy jedności ($\varphi \geq 1$), to obiekt znajdujący się w granicach powierzchni pokrycia będzie zawsze rażony nie mniej jak jedną bombą.

Z równania /33/ wynika, że wielkość współczynnika wykorzystania kasety φ będzie tym większa, im więcej jest bomb w kasecie, im większe są wymiary celu i promień rażenia bomby, oraz im mniejsze są wymiary powierzchni pokrycia.

Istnieje kilka wypadków szczególnych dla określenia wielkości współczynnika wykorzystania kasety φ.

1/ Promień rażenia bomby R = 0 /np. PTAB na czołgi/

$$\varphi = \frac{n_b \times D \times K}{D_k \times B_k} \qquad /34/$$

2/ Wymiary celu są tak małe, że ich wymiary przyjmuje się równe 0, lecz podlegają rażeniu przez bomby w pewnym promieniu R /np. siła żywa/:

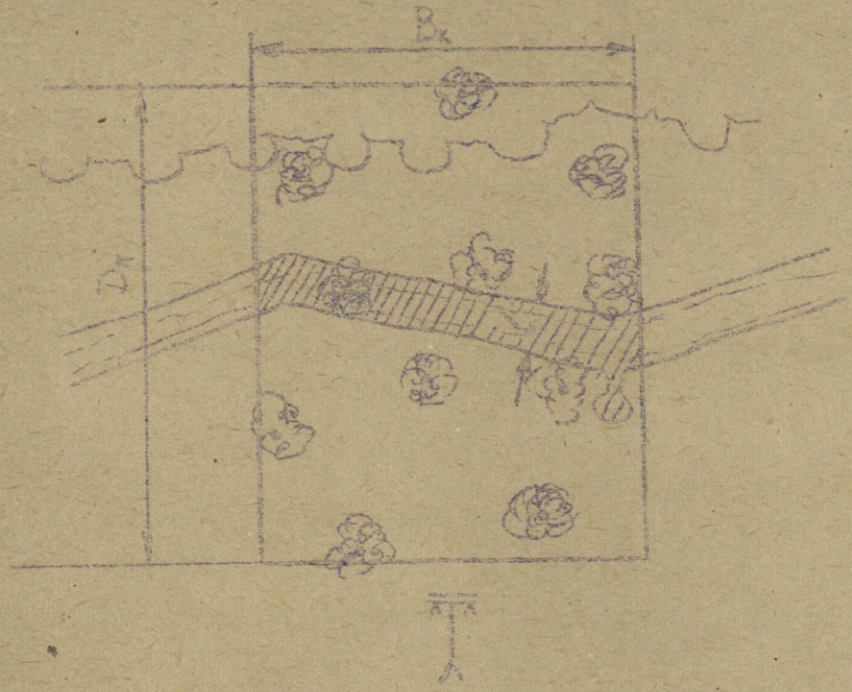
$$\varphi = \frac{n_b \times 2R \times 2R}{D_k \times B_k}$$

a ponieważ $2R \times 2R = f_b$ /taktyczna norma rażenia bomby w m^2/ więc:

$$\varphi = \frac{n_b \times f_b}{D_k \times B_k} \qquad /35/$$

3/ Bombardowanie celów długich a wąskich /np. siła żywa w transzejach, kolumny wojsk w marszu itp/.

W tym wypadku / rys.23/ jeden z wymiarów obiektu w zależności od kierunku nalotu należy przyjąć równy głębokości lub szerokości powierzchni pokrycia kasety /D_k lub B_k/.



Rys. Nr. 23.

Przy działaniu na transzeje promień rażenia bomby należy przyjąć R = 0 / wymagane jest bezpośrednie trafienie w transzeję/. Wówczas oznaczając przez l szerokość transzei /kolumny/, wzór na współczynnik wykorzystania kasety ma postać następującą:

- przy nalocie w poprzek celu

$$\varphi = \frac{n_b \times l \times B_k}{D_k \times B_k} = \frac{n_b \times l}{D_k} \qquad /36/$$

- przy nalocie wzdłuż celu:

$$\varphi = \frac{n_b \times l \times D_k}{D_k \times B_k} = \frac{n_b \times l}{B_k} \qquad /37/$$

Analizując powyższe wzory łatwo można dojść do wniosku, że w drugim wypadku uzyska się większą wielkość współczynnika wykorzystania kasety /$B_k < D_k$/ i dlatego kierunek nalotu winien być wzdłuż celu lub pod ostrym kątem nalotu.

Ponieważ wielkość współczynnika wykorzystania kasety maleje w znacznej mierze od ilości bomb w kasecie, można współczynnik φ zwiększyć przez jednoczesne otwarcie dwóch lub więcej komór /kaset/ bombowych, czyli przez zrzut salwą kilku kaset bombowych.

Przykład: Określić współczynnik wykorzystania komory bombowej przy bombardowaniu pojedyńczego czołgu o wymiarach D x K = 3,5 x 4 m z samolotu Il-10 z lotu poziomego H = 100 m. Ładunek bombowy 144 PTAB-2,5-1,5 w dwóch komorach bombowych. Wymiary powierzchni pokrycia jednej komory bombowej $D_k \times B_k$ = 60 x 30 m.

Rozwiązanie:

Obliczyć współczynnik wykorzystania komory wg wzoru /34/ dla jednej komory bombowej.

$$\varphi = \frac{72 \times 3,5 \times 4}{60 \times 30} = 0,56$$

Przy jednoczesnym otwarciu dwóch komór ilość bomb n_0 zwiększy się dwukrotnie, a więc przy założeniu, że powierzchnia pokrycia się nie zmieni, współczynnik wykorzystania komory bombowej zaroźnie dwukrotnie

$$\varphi = 2 \times 0,56 = 1,12$$

Współczynnik wykorzystania komór bombowych samolotu Il-10

...rakter celu	Typ i wagomiar bomb	Promień działania bomby R w m.	Bombardowanie z lotu poziomego H = 100 m		Bombardowanie z lotu nurkowego H_2=700-700 m	
			Ilość jednocześnie otwieranych komór bombowych.			
			1	2	1	2
...żywa w transzejach;	AO-2,5	-	1,25 5,6	2,50 11,2	-	-
...kość transzei 1,5 m.	AO-10		1,85 3,75	2,7 7,50	2,8 3,75	5,6 7,5
...żywa w terenu, skupienie ...na przeprawach, załadowych wyładowaniach itd.	AO-10	10	4,3	8,6	6,6	13,2
	AO-2,5	20	16	32	-	-
...ie artylerii na SO ...iała/. Powierzchnia ...go stanowiska 15 m² ...wzdłuż baterii D x K = ...50 m.	AO-25	-	0,3	0,6	-	-
	AO-10	-	0,33	0,66	1,0	2,0
	AO-2,5	-	1,25	2,5	-	-
	PTAB-2,5-1,5	-	1,65	3,3	0,87	1,7
...w ugrupowaniu bojowym	PTAB-2,5-1,5	-	0,56	1,12	0,87	1,7

Uwaga: w liczniku podana wielkość φ przy nalocie w poprzek celu
w mianowniku podana wielkość φ przy nalocie wzdłuż celu.

c. Określenie koniecznej ilości trafień przy stosowaniu bomb z kaset / komór / bombowych.

Przy określeniu koniecznej ilości trafień dla bomb większych wagomiarów, np. bomb burzących porównywało się powierzchnię celu z taktyczną normą rażenia bomby. Przyjmując powierzchnię pokrycia kasety jako taktyczną normę rażenia wszystkich bomb danej kasety można w analogiczny sposób określić konieczną ilość trafień przy stosowaniu bomb z kaset:

$$M_t = \frac{D \times K}{S_k} \qquad /38/$$

Przy użyciu bomb działających na cel w pewnym promieniu R rzeczywista powierzchnia rażenia bomb kasety będzie większa o 2R w każdym kierunku. Dlatego wygodniej będzie stosować określenie " taktycznej normy rażenia kasety /komory/ bombowej - f_k " - powierzchnia, jaką rażą dany cel bomby zrzucone z jednej kasety / komory/ bombowej.

Taktyczna norma rażenia kasety /komory/ bombowej przy ładunku bomb działających w promieniu R:

$$f_k = /D_k + 2R/ \times / B_k + 2R / \qquad /39/$$

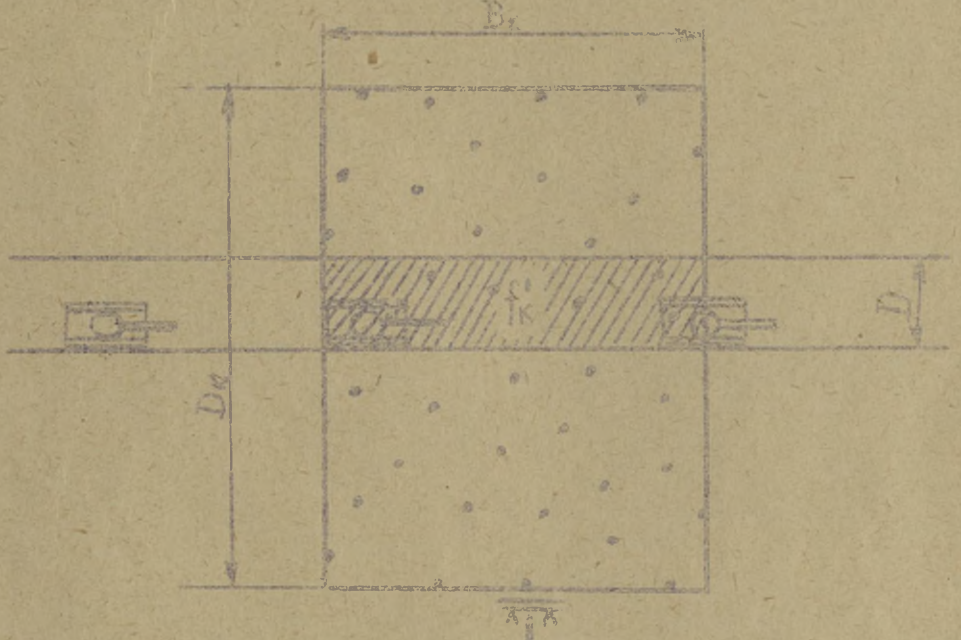
Taktyczna norma rażenia kasety /komory/ bombowej przy ładunku bomb działających przy bezpośrednim trafieniu.

$$f_k = D_k \times B_k = S_k$$

W wypadku współczynnika wykorzystania kasety mniejszego od jedności, nie wystarczy pokryć powierzchnię celu taktycznymi normami rażenia kasety, aby uzyskać pewność uszkodzenia celu w nakazanym stopniu, ponieważ może wogóle nie zaistnieć trafienie celu. Należy wówczas odpowiednio zwiększyć konieczną ilość trafień w stopniu wskazanym przez współczynnik wykorzystania kasety φ. Konieczną ilość trafień oblicza się wówczas według wzoru:-

$$M_t = \frac{D \times K}{f_k \times \varphi} \qquad /40/$$

W odróżnieniu od taktycznej normy rażenia bomb dużego wagomiaru f_b, powierzchnia pokrycia kasety ma kształt prostokąta wydłużonego zgodnie z kierunkiem nalotu.
Przy działaniu na cel, posiadający jeden z wymiarów /głębokość lub szerokość / mniejszy od odpowiedniego wymiaru powierzchni pokrycia, rażące działanie na obiekt spowodują tylko te bomby z kasety, które ułożą się w granicach względnej powierzchni rażenia f_k' / rys. 24/.



Rys. Nr. 24.

Ta właściwość zmusza do określenia wzajemnego położenia powierzchni pokrycia i powierzchni celu i na tej podstawie określenia względnej powierzchni rażenia f_k i koniecznej ilości trafień.
Istnieją cztery zasadnicze wypadki wzajemnego położenia powierzchni pokrycia i powierzchni celu. W każdym z tych wypadków konieczna ilość trafień będzie w różny sposób określana.

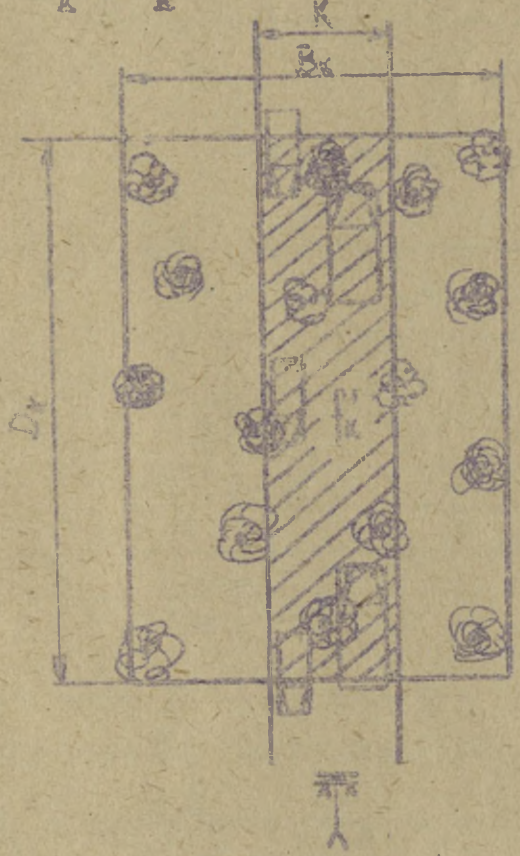
1 wypadek - Głębokość celu jest mniejsza od głębokości powierzchni pokrycia, a szerokość celu większa od szerokości powierzchni pokrycia / rys. 24/.
W tym wypadku względna powierzchnia rażenia

$$f_k' = \frac{l}{D} \times B_k \qquad /41/$$

2 wypadek - Głębokość celu jest większa od głębokości pokrycia a szerokość celu mniejsza od szerokości powierzchni pokrycia / rys. 25/

W tym wypadku

$$f'_k = D_k \times K \qquad /42/$$



Rys. Nr. 25.

3-wypadek - Głębokość i szerokość celu są mniejsze od głębokości i szerokości powierzchni pokrycia /np. pojedyńczy czołg / /rys. 26 /

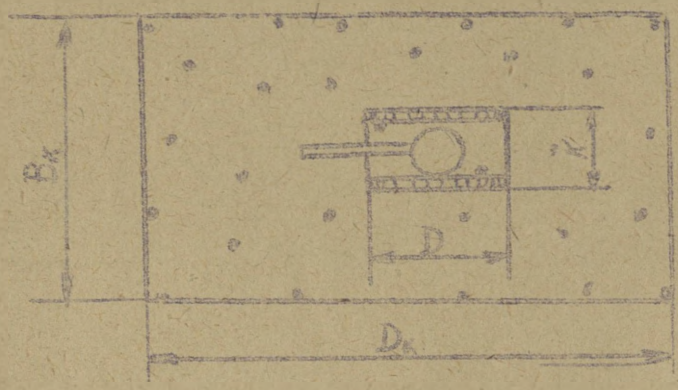
W tym wypadku:

$$f'_k = D \times K \qquad /43/$$

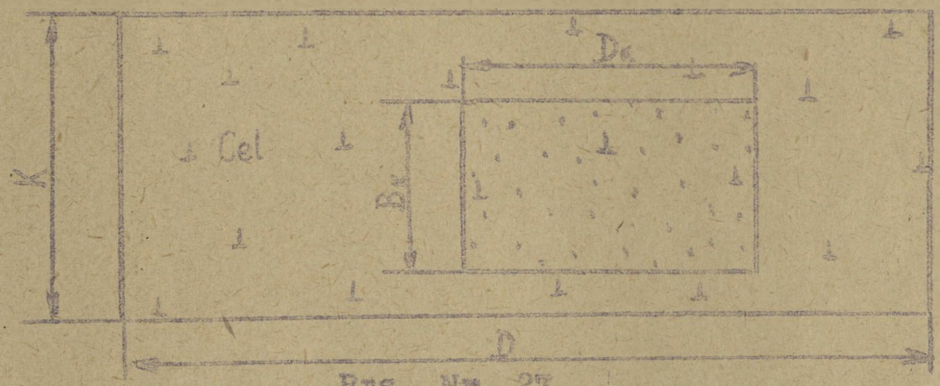
4 wypadek - Głębokość i szerokość celu są większe od głębokości i szerokości powierzchni pokrycia / rys. 27 /

W tym wypadku

$$f'_k = f_k = D_k \times B_k \qquad /44/$$



Rys. Nr. 26.



Rys. Nr. 27.

Podstawiając do wzoru /40/ odpowiednią wielkość ξ_k' można obliczyć dla każdego wypadku konieczną ilość trafień. I tak:

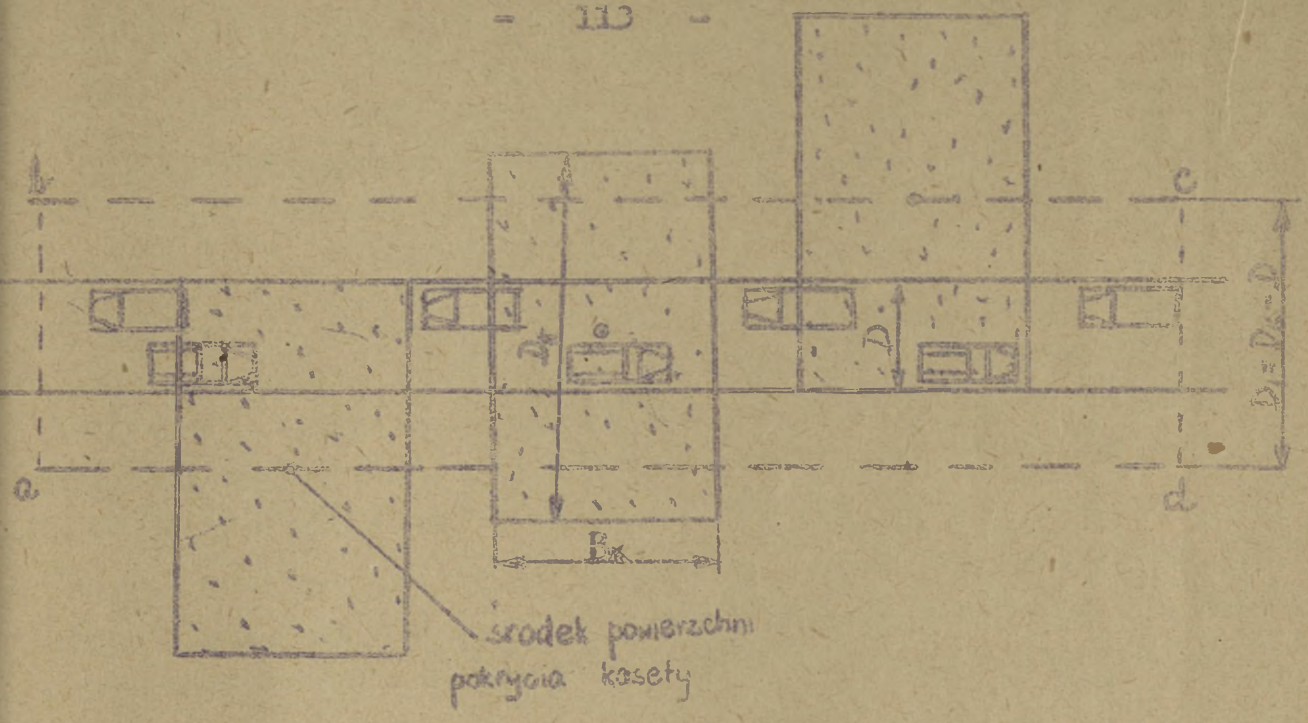
przy $D < D_k$, $K > B_k$ $\quad M_t = \frac{D \times K}{D_k \times B_k \times \varphi} = \frac{K}{B_k \times \varphi}$, o ile $\varphi \geq 1$, to $M_t = \frac{K}{B_k}$ /45/

przy $D > D_k$, $K < B_k$ $\quad M_t = \frac{D \times K}{D_k \times K \times \varphi} = \frac{D}{D_k \times \varphi}$; o ile $\varphi \geq 1$, to $M_t = \frac{D}{D_k}$ /46/

przy $D < D_k$, $K < B_k$ $\quad M_t = \frac{D \times K}{D_k \times K \times \varphi} = \frac{1}{\varphi}$; o ile $\varphi \geq 1$, to $M_t = 1$; /47/

przy $D > D_k$, $K > B_k$ $\quad M_t = \frac{D \times K}{F_k \times \varphi}$; o ile $\varphi \geq 1$, to $M_t = \frac{D \times K}{F_k}$ /48/

W ten sposób obliczona zostaje konieczna ilość trafień komór lub kaset bombowych.



Rys. Nr. 29.

Przykład: Określić konieczną ilość trafień N_t przy bombardowaniu z samolotu Il-10 z lotu poziomego H = 100 kolumny czołgów o długości 600 m. Nalot wzdłuż kolumny. Ładunek bombowy 144 FTAB-2,5-1,5. Wymiary powierzchni pokrycia jednej komory bombowej D_k x B_k = 60 x 30, współczynnik wykorzystania komory bombowej 0,52.

Rozwiązanie: Ponieważ szerokość kolumny czołgów jest mniejsza od szerokości powierzchni pokrycia, a głębokość celu większa od głębokości powierzchni pokrycia dlatego względna powierzchnia pokrycia

$$f_k' = D_k \times K;$$

nie znając jednak dokładnej szerokości celu można zastosować wzór /46/

$$N_t = \frac{D}{D_k \times \varphi} = \frac{600}{60 \times 0,52} = 19,2 \text{ komory} = 20 \text{ komór bombowych}$$

6. Określenie obliczeniowych wymiarów celu przy stosowaniu bomb z kaset /komór/ bombowych i koniecznej ilości samolotów.

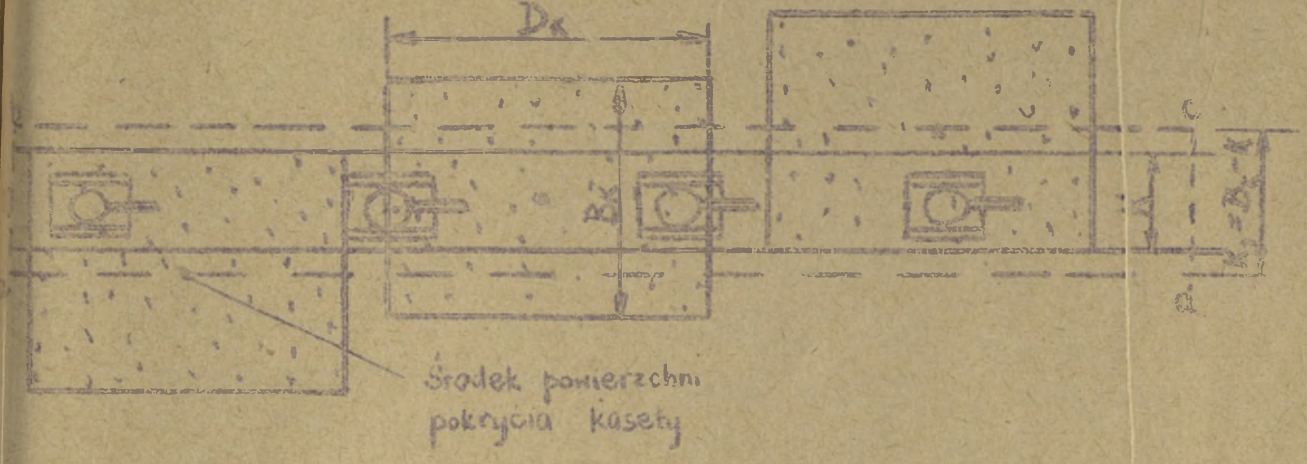
Jak wiadomo, określenia koniecznej ilości samolotów możliwe jest porównanie koniecznej ilości trafień z oczekiwaną ilością trafień z jednego samolotu lub z grupy samolotów. Oczekiwaną ilość trafień oblicza się według prawdopodobieństwa trafienia, do czego potrzebne są obliczeniowe wymiary celu.

Określenie obliczeniowych wymiarów celu przy stosowaniu bomb małego wagomiaru z kaset lub komór bombowych ma również czasami swoje specyficzne zasady, w związku z wydłużoną powierzchnią pokrycia.
Specyfika ta polega na tym, że dla pokrycia rzeczywistej powierzchni małych, czy też długich lecz wąskich celów, nie wymaga się jest koniecznie uzyskanie trafienia środkiem powierzchni pokrycia kasety w środek celu. Stosunkowo duże wymiary powierzchni pokrycia umożliwiają rażenie powierzchni celu nawet w wypadku, kiedy środek powierzchni pokrycia znajdzie się w pewnej odległości za celem.

Na rys. 28 przedstawiono trzy możliwe wypadki położenia środka powierzchni pokrycia względem celu, przy których powierzchnia celu zawsze jest pokryta bombami na dokładność przy nalocie w poprzek celu.
W wypadku trafienia środkiem powierzchni pokrycia w środek celu /wypadek B/, jak również w razie trafienia środkiem powierzchni pokrycia w powierzchnię prostokąta abcd / wypadek A i C/, rzeczywista powierzchnia celu zostanie pokryta na dokładność bombami kasety /komory/. Łatwo udowodnić, że głębokość D_1 prostokąta abcd równa jest różnicy głębokości powierzchni pokrycia D_K i rzeczywistej głębokości celu D

$$D_1 = D_K - D \qquad /49/$$

Na rys. 29 rozpatrzony jest drugi wypadek - nalot wzdłuż celu. Wypadki A, B, C, są to możliwe położenia środka powierzchni pokrycia względem celu, przy których cel zostanie pokryty na szerokość bombami kasety /komory/ bombowej.



Rys. Nr. 29.

Wszystkie możliwe położenia środka powierzchni pokrycia układają się w granicach prostokąta abcd, którego szerokość równa jest

$$K_1 = B_k - K \qquad /50/$$

Można zauważyć że w obu wypadkach wymiar obliczeniowy wąskiego boku celu wzrasta, a mianowicie:
- w pierwszym wypadku /nalot w poprzek celu/ - zwiększenie głębokości celu;
- w drugim wypadku / nalot wzdłuż celu/- zwiększenie szerokości celu.

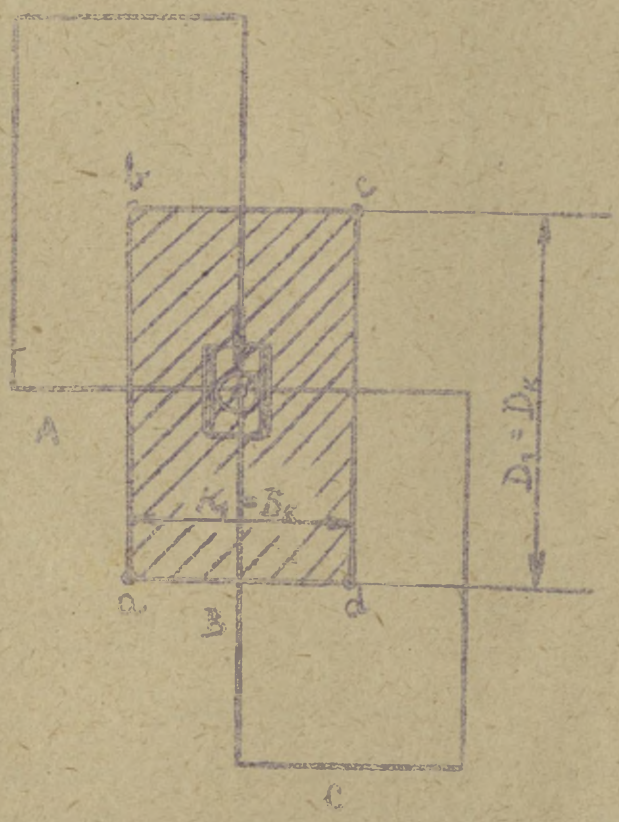
Wiadomym jest, że prawdopodobieństwo trafienia w cele długie a wąskie jest małe szczególnie na donośność przy nalocie w poprzek celu, lub w kierunku - przy nalocie wzdłuż celu.
Natomiast przy zastosowaniu bomb małego wagomiaru, zrzuconych z kaset /komór/ bombowych, prawdopodobieństwo trafienia wzrośnie na skutek zwiększenia wymiarów obliczeniowych celu.

Przy bombardowaniu celów małych /np. pojedyńczy czołg, działo pancerne, samochód itd/ możliwe jest uzyskanie trafienia w cel przy trzech różnych położeniach środka powierzchni pokrycia celu /rys 30 / Wszystkie możliwe położenia środka powierzchni pokrycia, przy których uzyska się trafienie celu, ułożone są w granicach prostokąta abcd.

Ponieważ wymiary rzeczywiste takich celów jak czołg, samochód, są małe w porównaniu z powierzchnią pokrycia, dlatego wymiary prostokąta abcd można przyjąć równe wymiarom powierzchni pokrycia, czyli:

$$D_1 = D_k; \quad K_1 = B_k \qquad /51/$$

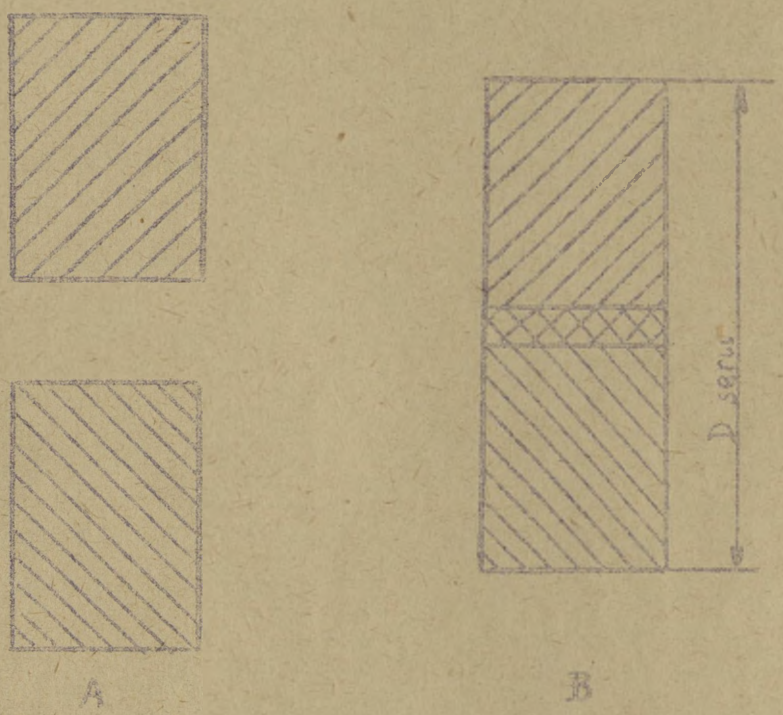
Powyższe wzory dla określenia obliczeniowych wymiarów celu odnoszą się do wypadku zrzucania bomb z jednej kasety lub z kilku kaset salwą.



Rys. Nr. 30.

Przy seryjnym otwieraniu kaset /komór/ bombowych, w zależności od wielkości odstępu serii, bomby z poszczególnych kaset mogą się ułożyć jak na rys. 31... Jasnym jest, że wypadek A jest niewygodny, ponieważ istnieje przerwa między powierzchniami pokrycia. Dlatego przy otwieraniu kaset serią, należy dążyć do tego aby odstęp serii nie był większy od głębokości powierzchni pokrycia.

Przy określaniu wymiarów celu w wypadku otwierania kaset serią, poprzednie wzory /49-51/ zachowują swoją postać, lecz zamiast głębokości powierzchni pokrycia D_k należy podstawić wielkość głębokości powierzchni pokrycia serią D_{serii}.



Rys. Nr. 31...

Dla wykonania obliczeń koniecznej ilości samolotów przy użyciu bomb małego wagomiaru z kaset lub komór bombowych, stosuje się taką samą metodykę, jak przy użyciu bomb dużego wagomiaru. Należy tylko uwzględnić cechy szczególne określania koniecznej ilości trafień, oraz cechy szczególne określenia wymiarów obliczeniowych celu, według których oblicza się prawdopodobieństwo trafienia. Przy obliczaniu oczekiwanej ilości trafień z jednego samolotu lub z grupy samolotów, należy pamiętać o tym, że rezultat obliczeń daje ilość kaset /komór/ bombowych.

Przykład 1. Obliczyć konieczną ilość samolotów Il-10 dla rażenia kolumny czołgów / rażenia strat 60-70 % czołgów/ przy bombardowaniu z lotu poziomego z H = 100 m V = 380 km/godz. Ładunek bombowy: 140 PTAB-2,5-1,5 na samolot w dwóch komorach bombowych. Kierunek nalotu wzdłuż kolumny. Głębokość kolumny D = 500 m, szerokość kolumny K = 10 m. Bombardowanie serią grupowe parami na sygnał prowadzącego. Odstęp między samolotami J = 30 m. Wyszkolenie załóg bardzo dobrze k = 5.
Powierzchnia pokrycia jednej komory bombowej $D_k \times B_k$ = = 60 x 30 = 1800 m^2.
Wymiary jednego czołgu 3,5 x 4,5 m = 15,75 m^2.

Rozwiązanie:

1. Obliczyć współczynnik wykorzystania kasety.

$$\varphi = \frac{a_b \times f_b}{D_k \times B_k}$$

Ponieważ taktyczna norma rażenia bomby PTAB przy działaniu na czołgi równa jest powierzchni czołga, więc

$$f_b = 3,5 \times 4,5 = 16 \ m^2$$

A więc $$\varphi = \frac{70 \times 16}{60 \times 30} = 0,6$$

2. Ponieważ bombardowanie wykonywane jest na cel długi a wąski, taktyczna norma rażenia komory bomby wynosi

$$f_b = D_k \times K = 60 \times 10 = 600 \ m^2$$

3. Konieczna ilość trafień bombami z komór bombowych.

$$M_t = \frac{D \times K}{f_k \times \varphi} = \frac{500 \times 10}{500 \times 0,6} = 14 \text{ komór bombowych}$$

4. Określić wymiary obliczeniowe celu:

$D_1 = D = 500$ m; $K_1 = B_k - K = 30 - 10 = 20$ m.

5. Obliczyć wielkość uchylenia prawdopodobnego na donośność i na kierunek dla salwy bardzo dobrze wyszkolonych:

$$UD = 0,67 \left[10H+0,1V\ /1-\sin\lambda/\right] /0,78+055H/=0,67\ /10\ H+0,1x380/$$
$$/0,78 + 0,55 \times 0,1\ / = 23\ m.$$

$$UK = 0,67 \left[10H+0,1V\ /1-\sin\lambda/\right] /0,45+0,55H/ =$$
$$= 0,67/10x0,1+0,1x380/ = /0,45+0,55x0,1/ = 13,2\ m = 14\ m.$$

6. Obliczyć minimalny procent prawdopodobieństwa trafienia na donośność:

ponieważ głębokość celu w UP wynosi :

$$K_d = \frac{D}{UD} = \frac{500}{25} = 20$$

można przyjąć, że $D_{min} = 100\ \%$

7. Obliczyć minimalny procent prawdopodobieństwa trafienia na kierunek.

Szerokość celu w UP: $K_k = \frac{K_1}{UK} = \frac{20}{14} = 1,4$

Odstęp między samolotami w UP: $K_L = \frac{J}{UK} = \frac{30}{14} = 2,14 = 2,0$

Minimalny procent trafień na kierunek / z tablic przy $N_{ugr}=2$/

$$K_{min} = 18,1\ \%$$

8. Obliczyć minimalny procent prawdopodobieństwa trafienia w powierzchnię celu:

$$P_{min} = \frac{D_{min} \times K_{min}}{100} = \frac{100 \times 18,1}{100} = 18,1\ \%$$

9. Oczekiwana ilość trafień bombami z jednego samolotu /2 komory bombowe/

$$M = \frac{n_1 \times P_{min}}{100} = \frac{2 \times 18,1}{100} = 0,36 \text{ komory bombowej ;}$$

10. Obliczyć konieczną ilość samolotów.

$$N = \frac{M_1}{M} = \frac{14}{0,36} = 39 \text{ s-tów} = 40 \text{ s-tów /20 par / Il-10.}$$

Przykład 2. Obliczyć konieczną ilość samolotów Il-28 dla zniszczenia 60-70 % samolotów na odkrytym stoisku o wymiarach D x K = 800 x 200 m przy bombardowaniu z H=3000m, V = 600 km/godz.

Ładunek bombowy - 8 RBK - 250 z bombami AO-10-6,5; w jednej RBK-250 11 AO-10-6,5.
Bombardowanie serią, grupowe na sygnał prowadzącego klucze.
Odstęp między samolotami w ugrupowaniu bojowym $J = 50$ m.
Załogi wyszkolone dobrze K = 4. Nalot wzdłuż stoiska.
Celownik OPB-5s.

Rozwiązanie

1. Z tabeli "Taktyczne normy rażenia celów typowych"/Załącznik Nr. 1/ określić taktyczną normę rażenia bomby AO-10-6,5, przy działaniu na samoloty na odkrytych stoiskach z oczekiwanych skutkiem zniszczenia 60-70 % samolotów .

$$f_b = 130 \text{ m}^2$$

2. Obliczyć konieczną powierzchnię pokrycia bombami kasety /S_k/ zapewniającą uzyskanie najwygodniejszego współczynnika wykorzystania kasety $\varphi = 1$.

$$S_k = f_k = n_k \times f_b = 11 \times 130 = 1430 \text{ m}^2$$

3. Według "Wykresu średnich wielkości powierzchni pokrycia kasety RBK-250 w zależności od wysokości działania kasety" - załącznik Nr.10 - Określić wysokość działania kasety H_k, zapewniającą uzyskanie obliczonej powierzchni pokrycia.

$$H_k = 600 \text{ m}$$

4. Według tabel balistycznych /specjalnych dla kasety RBK-250/ określić czas opóźnienia zapalnika czasowego dla uzyskania działania kasety na określonej wysokości H_k. W tym wypadku

$$t_{op} = 15,32 \text{ sek.}$$

5. Obliczyć konieczną ilość trafień kasetami w cel, biorąc pod uwagę, że wymiary celu są większe od wymiarów powierzchni pokrycia przez bomby kasety.

$$M_k = \frac{D \times K}{f_k \times \varphi} = \frac{800 \times 200}{1430 \times 1} = \frac{160000}{1430} = 112 \text{ kaset;}$$

6. Obliczyć wielkość uchylenia prawdopodobnego:

$UD = UK = 9H + 0,09V = 9x3 + 0,09 \times 600 = 27 + 54 = 81$ m.

7. Obliczyć minimalny procent prawdopodobieństwa trafienia na donośność:

- głębokość celu w UP: $K_d = \frac{D}{UD} = \frac{800}{81} = 10$;
- teoretyczny odstęp serii /z tablic dla n = 8/ $K_1 = 0,2$;
  odstęp serii $l = K_1 \times UD = 0,2 \times 81 = 16$ m.
- minimalny procent trafień na donośność $D_{min} = 98,8$ %

8. Określić minimalny procent prawdopodobieństwa trafienia na kierunek:

- szerokość celu w UP: $K_K = \frac{K}{UK} = \frac{200}{81} = 2,5$
- odstęp między samolotami w UP: $K_L = \frac{J}{UK} = \frac{50}{81} = 0,6$
- minimalny procent trafień na kierunek / z tablic przy

$$K_{ugr} = 3 / K_{min} = 38,9 \text{ \%} .$$

9. Obliczyć minimalny procent prawdopodobieństwa trafienia w powierzchnię celu:

$$P_{min} = \frac{D_{min} \times K_{min}}{100} = \frac{98,8 \times 38,9}{100} = 38,4 \text{ \%}$$

10. Obliczyć oczekiwaną ilość trafień kasetami z jednego samolotu

$$M = \frac{n_1 \times P_{min}}{100} = \frac{8 \times 38,4}{100} = 3,07 \text{ kasety}$$

11. Obliczyć konieczną ilość samolotów:

$$N = \frac{M_t}{M} = \frac{112}{3,07} = 36,1 = 36 \text{ s-tów Il-28.}$$

5. Obliczenia bombardierskie na minowanie obiektu bombami z zapalnikami długotrwałego opóźnienia.

Minowanie obiektu bombami z zapalnikami długotrwałego opóźnienia przerywa normalną pracę obiektu i utrudnia wykonanie prac naprawczych na pewien okres, zależny od charakteru obiektu, ilości bomb, jakie upadły w granicach tego obiektu i ustawienia opóźnienia zapalników.

Dla minowania obiektu stosuje się zasadniczo bomby burzące. Dla minowania dużych ośrodków administracyjnych i przemysłowych celowym jest stosowanie bomb burzących dużych wagomiarów.

Minowanie obiektów bombami z zapalnikami długotrwałego opóźnienia przeprowadza się podczas uderzenia bombowego na dany obiekt - najlepiej na końcu uderzenia bombowego.

Minimalną konieczną ilość trafień w obiekt bombami z zapalnikami opóźnionego działania oblicza się według wzoru:

$$M_t = K \frac{T_m - 0{,}5\, t_{dez}}{t_{wyb.}} + 1 \qquad /52/$$

gdzie: K - pożądana ilość jednocześnie wybuchających bomb w granicach obiektu;

T_m - nakazany czas minowania w godz.

t_{dez} - czas dezorganizacji obiektu w godz. uzyskany przez zasadnicze uderzenie bombowe;

t_{wyb} - pożądana przerwa czasowa w godz. między kolejnymi wybuchami bomb z zapalnikami długotrwałego opóźnienia.

Ilość jednocześnie wybuchających bomb z zapalnikami długotrwałego opóźnienia oraz przerwę czasową między kolejnymi wybuchami określa się w zależności od charakteru i wymiarów obiektu i od spodziewanego natężenia prac naprawczych.
W warunkach średnich, dla dezorganizacji prac naprawczych na węzłach kolejowych, dużych lotniskach, ośrodkach wojskowo-przemysłowych i administracyjno-politycznych, bazach morskich i tym podobnych obiektach należy uzyskać 2-5 kolejnych wybuchów kilku bomb na godzinę.
Opóźnienie zapalników do bomb minujących obiekt należy wybierać tak, aby wybuchy następowały nieregularnie.
Minimalny czas opóźnienia zapalników określa się wg wzoru:

$$t_{oy\ min} = 0{,}5\, t_{dez.} \qquad /53/$$

Maksymalny czas opóźnienia zapalnika winien być nie mniejszy od nakazanego czasu minowania T_m.

Dla uzyskania odpowiedniego rozrzutu bomb z zapalnikami długotrwałego opóźnienia należy na każdy samolot podwieszać bomby z różnym czasem opóźnienia zapalnika, przyczym w kolejno zrzucanych bombach / w serii/ na różnych samolotach grupy winny być również różne warianty opóźnienia zapalników.
Konieczną ilość samolotów dla minowania obiektu określa się na podstawie obliczeń bombardierskich według prawdopodobieństwa trafienia.
Jeżeli właściwości techniczne zapalników nie pozwalają na ustawienie opóźnienia z żądanymi odstępami czasowymi, to minowanie obiektu można wykonać przez działania urzutowane kilku grup samolotów, działających w pewnych nierównomiernych odstępach czasu.

Przykład: Określić konieczną ilość samolotów IŁ-28 dla minowania węzła kolejowego o wymiarach 280 x 800 na okres 12 godz. bombami FAB-250. Minowanie należy wykonać w końcu uderzenia bombowego, w rezultacie którego oczekiwana jest dezorganizacja pracy węzła na okres 4 godz. Warunki bombardowania: H = 5000 m, V=600 km/godz wyszkolenie załóg - k = 4. Ładunek bombowy na samolot 8 FAB-250, zapalnik AWD-M. Bombardowanie kluczami na sygnał prowadzącego klucza, serią z odstępem serii i = 40 m. Celownik OPB-5a. Odstęp między samolotami w ugrupowaniu bojowym I = 60 m.
Pożądana częstotliwość wybuchów - 3 bomby w ciągu godziny, średnia przerwa czasowa między wybuchami 20 min.

Rozwiązanie:

1. Określić konieczną ilość trafień w cel bombami z zapalnikami długotrwałego opóźnienia:

$$M_c = K \frac{T_m - 0{,}5\, t_{des}}{t_{wyb}} : 1 = 1 \frac{12 - 0{,}5 \times 4}{\frac{1}{3}} 1 = 31 \text{ bomb}$$

gdzie: - t_{wyb} = 20 min = $\frac{1}{3}$ godz.
t_{des} = 4 godz.
T_m = 12 godz.
K = 1 bomba

2. Obliczyć wielkość uchylenia prawdopodobnego:

$UD = UK = 9H + 0,09V = 9 \times 5 + 0,09 \times 600 = 45 + 54 = 99$ m.

3 Obliczyć minimalny procent trafień na donośność:

- głębokość celu w UP: $K_L = \frac{D}{UD} = \frac{280}{99} = 2,8$
- odstęp serii w UP: $K_1 = \frac{1}{UD} = \frac{40}{99} = 0,4$
- minimalny procent trafień na donośność /z tablic, gdzie n = 8 bomb /

$$D_{min} = 44,3\ \%$$

4. Obliczyć minimalny procent trafień na kierunek:

- szerokość celu w UP: $K_k = \frac{K}{UK} = \frac{800}{99} = 8,0$
- odstęp między samolotami w ugrupowaniu bojowym w UP:

$$K_L = \frac{I}{UK} = \frac{60}{99} = 0,6$$

- minimalny procent trafień na kierunek / z tablic, gdzie n = 3 /

$$K_{min} = 95,2\ \%$$

5. Obliczyć minimalny procent trafień w powierzchnię celu:

$$P_{min} = \frac{D_{min} \times K_{min}}{100} = \frac{44,3 \times 95,2}{100} = 42,2\ \%$$

6. Obliczyć oczekiwaną ilość trafień z jednego samolotu:

$$M = \frac{n_1 \times P_{min}}{100} = \frac{8 \times 42,2}{100} = 3,4 \text{ bomby}$$

7. Obliczyć konieczną ilość samolotów:

$$N = \frac{M_t}{M} = \frac{21}{3,4} = 9 \text{ samolotów}$$

8. Minimalny procent opóźnienia zapalników:

$$t_{op\ min} = 0,5\ t_{dem} = 0,5 \times 4 = 2 \text{ godz.}$$

Maksymalny czas opóźnienia zapalników:

$$t_{op\ maks} = T_m = 12 \text{ godz.}$$

9. Dla zabezpieczenia wybuchów bomb średnio co 20 min w okresie między $t_{op\ min}$ i $t_{op\ maks}$, konieczną ilość nastawów opóźnienia zapalnika / n_{nast} / można obliczyć według wzoru:

$$n_{nast} = \frac{t_{op\ maks} - t_{op\ min}}{t_{wyb.\ śr}} + 1 \quad \frac{12 - 2}{\frac{1}{3}} + 1 = 31$$

Ilość bomb z jednakowo ustawionym opóźnieniem wynosi wówczas:

$$n_b = \frac{a_i N}{n_{nast}} = \frac{8 \times 9}{31} = 2{,}3 \text{ bomby}$$

gdzie n_i - ilość bomb na samolocie;
N - ilość samolotów.

Ponieważ jednak zapalnik AWD-M zabezpiecza w granicach opóźnienia od 2 godz do 12 godz. tylko 7 nastawień opóźnienia /2, 3, 4, 5, 6, 8 i 12 godz./, dlatego dla uzyskania częstszych wybuchów bomb celowym będzie wykonać minowanie trzema grupami samolotów wykonujących nalot z odstępem 15 - 25 min.

Należy także mieć na uwadze, że w granicach opóźnień zapalnika od 2 do 6 godz. możliwe nastawy różnią się równomiernie o 1 godzinę, potem różnica między nastawami zapalnika wzrasta dwukrotnie / 6-8 godzin / i czterokrotnie / 8 - 12 godz./ Dlatego, aby zapewnić średnią jednakową ilość bomb wybuchających w czasie jednej godziny, ilość bomb z opóźnieniem 6 godz. powinna być zwiększona dwukrotnie, a ilość bomb z opóźnieniem 8 godzin - 4-ro krotnie, w porównaniu z ilością bomb posiadających zapalniki z opóźnieniem 2, 3, 4, 5 godzin.
Przy takim założeniu obliczenie ilości nastawów zapalnika obliczyć można, przyjmując średni odstęp czasu między kolejno wybuchającymi bombami n_{nast} = 1 godz:

$$n_{nast} = \frac{t_{op\ maks} - t_{op\ min}}{t_{wyb\ śr}} + 1 = \frac{12 - 2}{1} + 1 = 11$$

a ilość bomb z jednakowo ustawionym opóźnieniem zapalnika:

$$n_b = \frac{n_1 N}{n_{nast}} = \frac{8 \times 5}{11} = 6{,}5$$

/pamiętając jednak, że w rzeczywistości ilość bomb z opóźnieniem 6 godz. będzie 6,5 x 2 = 13 bomb, a z opóźnieniem 8 godzin - 6,5 x 4 = 26 bomb./

10. Wariant rozdziału bomb z różnym nastawem opóźnienia zapalników na szczególne samoloty w różnych grupach może być następujący:

Grupa	Samolot	Ilość bomb na samolocie z nastawem opóźnienia zapalnika							Czas bombardowania
		2 godz	3 godz	4 godz	5 godz	6 godz	8 godz	12 godz	
Pierwsza	1	1	-	1	1	1	2	2	G
	2	1	1	1	-	1	2	2	
	3	-	1	-	1	1	2	3	
Druga	4	1	1	1	-	1	4	-	G+0,15
	5	1	-	-	1	2	4	-	
	6	-	1	1	1	2	3	-	
Trzecia	7	1	1	-	1	2	3	-	G+0,40
	8	1	1	1	1	1	3	-	
	9	-	1	1	1	2	3	-	

W tym wypadku można oczekiwać następującego rozłożenia się wybuchów bomb z zapalnikiem długotrwałego opóźnienia w granicach danego celu:

	G + 2.20	G + 2.40	G + 3.00	G + 3.20	G + 3.40	G + 4.00	G + 4.20	G + 4.40	G + 5.00	G + 5.20	G + 5.40	G + 6.00	G + 6.20	G + 6.40	G + 8.00	G + 8.20	G + 8.40
jedna z wyrzuconych	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	5	4	3

9. Cechy szczególne obliczeń bombardierskich przy działaniu na okręty.

Dla wyboru środków rażenia przy działaniu na okręty, oraz dla koniecznej ilości trafień wybranymi środkami rażenia dla zatopienia lub uszkodzenia okrętu należy wykorzystywać dane zawarte

w tabeli " Konieczna ilość trafień bombami dla rażenia celów morskich" - załącznik Nr. 2.

Wykazane w tabeli bomby zapewniają przebicie poziomego opancerzenia okrętu w warunkach bombardowania z uwzględnionych w tej tabeli wysokości. Jeżeli opancerzenie poziome danego okrętu różni się od opancerzenia okrętów typowych, uwzględnionych w tabeli, to wybór bomb i wysokości zrzutu, zapewniających przebicie całego systemu poziomego opancerzenia okrętów można określić na podstawie wykresów " Grubości przebijanych pancerzy w zależności od prędkości końcowej V_y bomby lotniczej " - załącznik Nr. Nr. 11, 12 wychodząc z grubości pancerza tylko głównego pokładu okrętu.
Skuteczność działania bomby na okręty zależy nie tylko od jej właściwości przeciwpancernych, lecz także od jej siły burzącej, czyli od jej ilości materiału wybuchowego.

Współczynnik napełnienia bomb przeciwpancerno-burzących BRAB-ok jest w przybliżeniu dwukrotnie, a bomb BRAB-nk - czterokrotnie mniejszy, niż bomb burzących FAB. Dlatego niecelowe jest stosowanie bomb przeciwpancerno-burzących na okręty niepancerzone lub okręty ze słabym opancerzeniem poziomym.
Minimalną wysokość bombardowania określa się według wykresu " Zależność prędkości końcowej bomby V_y od wysokości bombardowania " - załącznik Nr. 13. w zależności od poprzednio określonej prędkości końcowej bomby V_y, zapewniającej przebicie opancerzonego pokładu okrętu. W wypadku konieczności przebicia kilku opancerzonych pokładów okrętu, należy określić sumaryczną prędkość końcową bomby V_{yE} wg wzoru:

$$V_{yE} = \sqrt{V_{y1}^2 + V_{y2}^2 + \dots V_{yn}^2} \qquad /54/$$

/gdzie V_{y1}, V_{y2}, V_{yn} konieczne prędkości końcowe bomby dla przebicia poszczególnych pokładów opancerzonych / - i dla obliczonej w ten sposób wielkości określić minimalną wysokość bombardowania.

Przy użyciu na okręty bomb innych niż wskazane w tabeli " Konieczna ilość trafień bombami dla rażenia celów morskich ", należy oprócz obliczeń minimalnej wysokości bombardowania, określić konieczną ilość trafień w cel. Podstawą do obliczeń koniecznej ilości trafień jest ogólny ciężar materiału wybuchowego bomb lotniczych, niezbędnie potrzebny dla zatopienia okrętu. Ilość materiału wybuchowego wybranych bomb nie powinna być mniejsza od ilości wykazanej w w/w tabeli.

Bombardowanie okrętów ze średnich i dużych wysokości należy wykonywać kluczami lub dziewiątkami w ugrupowaniu bojowym klin. Zrzut bomb na sygnał prowadzącego.
Przy ilości bomb w serii mniejszej od ilości rzędów samolotów w ugrupowaniu bojowym, nalot wygodniej jest wykonywać wzdłuż okrętu, ponieważ wówczas długość okrętu zwiększa prawdopodobieństwo trafienia na donośność. Przy ilości bomb równej lub większej od ilości rzędów samolotów w ugrupowaniu bojowym nalot należy wykonywać w poprzek okrętu.
Przy nalocie wzdłuż okrętu odstępy między samolotami w ugrupowaniu bojowym powinny być minimalne i odstępy serii zapewniać największe prawdopodobieństwo chociażby jednego trafienia i powinny być nie większe jak 0,8 długości okrętu.
Jeżeli wymagane jest uzyskanie kilku trafień w okręt, to odstępy serii można zmniejszyć, lecz w żadnym wypadku nie mogą być one mniejsze od stosunku $\frac{L}{N_k}$ / L - długość okrętu; N_k - konieczna ilość trafień /, ponieważ w przeciwnym wypadku bardzo zmniejsza się prawdopodobieństwo trafienia.
Przy nalocie w poprzek okrętu, odstęp serii winien być równy szerokości okrętu, a odstępy między samolotami w ugrupowaniu bojowym w granicach od 0,8L do $\frac{L}{N_{ugr.}}$

Dla wykonania obliczeń bombardierskich w/g prawdopodobieństwa trafienia, obliczeniową powierzchnię okrętu - celu przyjmuje się jako prostokąt o szerokości równej szerokości okrętu i długości równej 0,8 długości okrętu.

Ze względu na to, że okręty stanowią cel ruchomy, zmniejsza się prawdopodobieństwo trafienia. Przy obliczeniach bombardierskich na okręty uwzględnia się to przez zastosowanie zwiększonego

uchylenia prawdopodobnego UP_1, większego od obliczonego według podstawowych wzorów uchylenia prawdopodobnego UP o współczynnik uwzględnienia manewrowania celu K_m.

$$UP_1 = UP \times K_m$$

Wielkość współczynnika K_m zależy od typu okrętu, określającego możliwości manewrowe, oraz od wysokości bombardowania.

Wielkość współczynnika K_m dla średnich wysokości bombardowania podana jest poniżej:

Typ okrętu	Wysokość bombardowania 2000 - 5000 m
LINOWIEC	1,3
LOTNISKOWIEC	1,4
KRĄŻOWNIK	1,4
TRANSPORTOWIEC	1,2
TORPEDOWIEC	1,4
KUTER TORPEDOWY	1,6

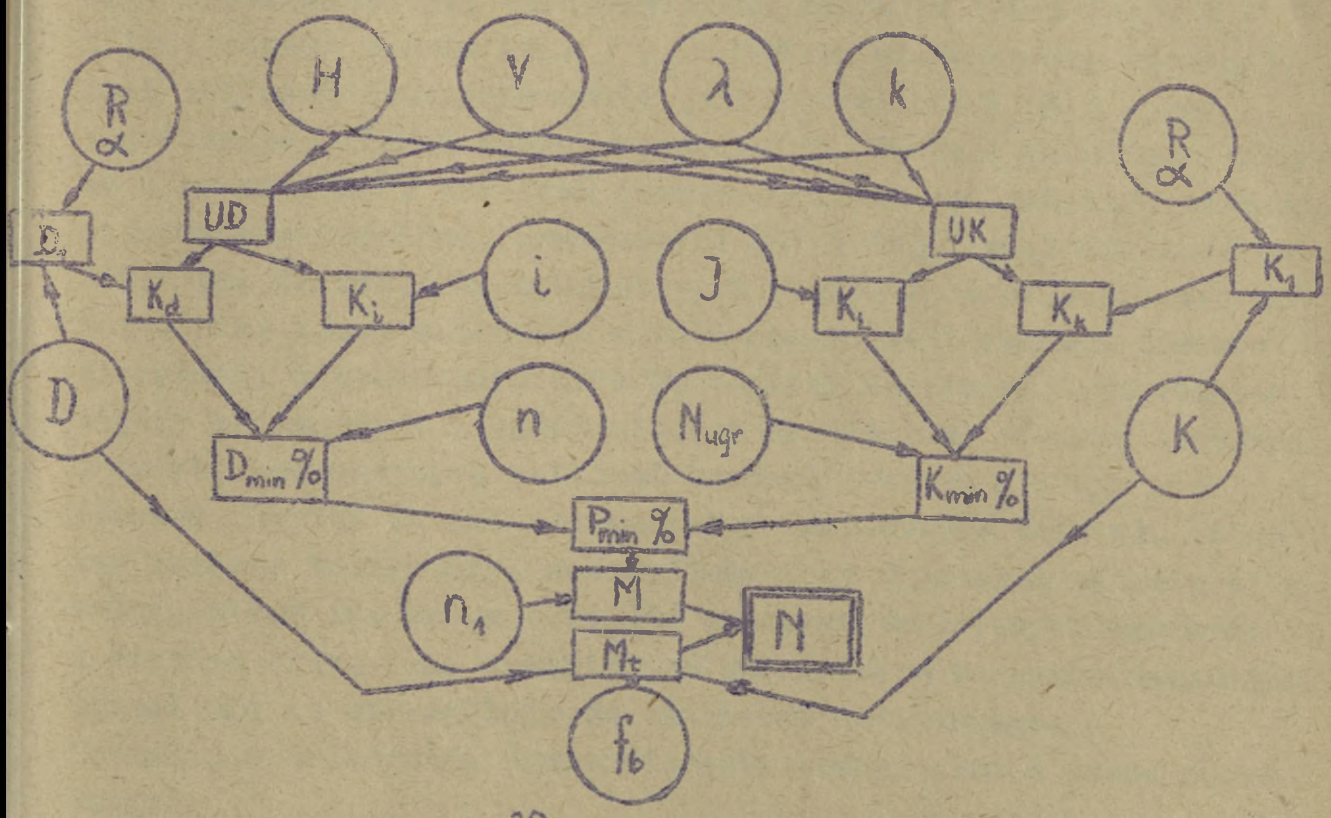
ROZDZIAŁ IV.

OPERACYJNE OBLICZENIA BOMBARDIERSKIE

Przy wykonywaniu taktycznych obliczeń bombardierskich, konieczna jest duża ilość danych wyjściowych, jak:

- wysokość bombardowania H_b
- prędkość lotu samolotu V
- kąt nurkowania λ
- wyszkolenie załóg k
- wymiary celu D x K
- odstęp serii i
- odstępy między samolotami w ugrupowaniu bojowym I
- ilość bomb w serii n
- ilość bomb na samolocie n_1
- taktyczna norma rażenia bomby f_b
- promień rażenia jednej bomby R itd.

Prócz tego obliczenie koniecznej ilości sił i środków na jeden obiekt zajmuje dużo czasu i wymaga dużej pracy.



Rys. Nr 32 Schemat wykonania taktycznych obliczeń bombardierskich.

W czasie pracy sztabu związku operacyjnego lub wyższego związku taktycznego lotnictwa dla sostawienia planu działań bojowych i planu materiałowo-technicznego zabezpieczenia operacji, większość tych elementów jest niezmienna, jak również nie można przewidzieć konkretnych warunków działań podległych związków taktycznych i oddziałów. Prócz tego zagadnienia te nie wchodzą w zakres dowodzenia dowódcy związku operacyjnego lub wyższego związku taktycznego lotnictwa.
Z drugiej strony, związek operacyjny /np. Armia Lotnicza / wykonuje uderzenie na kilkadziesiąt obiektów. Jeżeli nawet niektóre elementy z warunków bombardowania można ustalić, to niemożliwym jest wykonanie taktycznych obliczeń bombardierskich ze względu na olbrzymią pracę w ciągu stosunkowo krótkiego czasu. Tak więc brak danych wyjściowych oraz duża ilość obiektów nie zezwala zazwyczaj stosować obliczenia metodą taktycznych obliczeń bombardierskich, lecz wymaga innego sposobu obliczeń, odpowiedniego w skali i specyfice pracy wyższych sztabów.

W lotniczych związkach operacyjnych stosuje się operacyjne obliczenia bombardierskie, których celem jest określenie koniecznej ilości samolotów poszczególnych rodzajów lotnictwa / N_i / i koniecznego tonażu bomb / Q_i /. Główną właściwością operacyjnych obliczeń bombardierskich jest określenie N_i i Q_i przy ograniczonej ilości danych wyjściowych. Dlatego rezultaty, otrzymane z operacyjnych obliczeń bombardierskich są średnimi, orientacyjnymi wielkościami, prawdziwymi dla dużej ilości samolotelotów. Mimo to metodyka operacyjnych obliczeń bombardierskich powinna mieć pewną zależność z taktycznymi obliczeniami bombardierskimi; w przeciwnym wypadku mogłyby zaistnieć duże różnice między obliczonymi i rzeczywistymi rezultatami uderzeń bombowych. Metodykę operacyjnych obliczeń bombardierskich stosuje się czasami również na niższym szczeblu dowodzenia/ oddział, lotniczy związek taktyczny/, szczególnie przy działaniu na cele pola walki, kiedy nie można określić zawczasu konkretnych wymiarów i miejsca celu, oraz przewidzieć konkretnych warunków działania. Odnosi się to szczególnie do lotnictwa szturmowego.
Operacyjne obliczenia bombardierskie można wykonać dwoma sposobami:
- według operacyjnej gęstości rażenia;
- według operacyjnych norm rażenia;

1. Pojęcie o operacyjnej gęstości rażenia:

Załóżmy, że dla zniszczenia pewnego obiektu o wymiarach D x K m w nakazanym stopniu, należy uzyskać w jego granicach M_t trafień, bombami określonego typu i o ciężarze G kg każda. Wówczas iloczyn M_t x G wyraża ciężar bomb w kg, konieczny dla rażenia obiektu, a stosunek tego ciężaru do powierzchni obiektu oznacza ciężar bomb w kg przypadający na 1 m^2 powierzchni celu.

$$F_r = \frac{M_t \times G}{D \times K} \quad kg/m^2$$

lub

$$F_r = \frac{M_t \times G}{D \times K} \times 1000 ton/km^2 \qquad /55/$$

Po podzieleniu licznika i mianownika przez M_t, otrzymamy:

$$F_r = \frac{G}{\frac{D \times K}{M_t}} \times 1000$$

a ponieważ $\frac{D \times K}{M_t} = Z_b$, więc:

$$F_r = \frac{G}{Z_b} \times 1000 \quad ton/km^2 \qquad /56/$$

Wielkość F_r nazywa się operacyjną gęstością rażenia. Wzór /55/ pozwala zdefiniować operacyjną gęstość rażenia, a wzór /56/ pokazuje sposób obliczenia operacyjnej gęstości rażenia. Przez tego wzory te wykazują powiązanie między wielkościami operacyjnych i taktycznych obliczeń bombardierskich. Na podstawie wzoru /55/ wynika, że:

operacyjna gestość rażenia jest to ciężar wyrażony w tonach bomb wybranego typu i wagomiaru, konieczny dla zniszczenia 1 km^2 powierzchni celu w nakazanym stopniu.

Ze wzoru /56/ wynika, że dla określenia wielkości operacyjnej gęstości rażenia, należy ciężar bomby podzielić przez jej taktyczną normę rażenia.

Przykład: 1. - Określić operacyjną gęstość rażenia dla zniszczenia i dla obezwładnienia piechoty nieprzyjaciela, skupionej na terenie odkrytym przy użyciu bomb AO-10.

Rozwiązanie: Z tabeli norm rażenia celów typowych wynika, że:
- dla zniszczenia nakazanego celu, taktyczna norma rażenia bomby AO-10 f_b = 80 m^2 / zadanie strat do 60 - 70 % w sile żywej i sprzęcie /
- dla obezwładnienia nakazanego celu, taktyczna norma rażenia bomby AO-10 f_b = 360 m^2 / zadanie strat do 20 - 25 % strat w sile żywej i sprzęcie /

Operacyjna gęstość rażenia dla zniszczenia celu:

$$F_p = \frac{G}{f_b} \times 100 = \frac{10}{80} \times 1000 = 125 \text{ ton/km}^2$$

Operacyjna gęstość rażenia dla obezwładnienia celu:

$$F_r = \frac{G}{f_b} \times 1000 = \frac{10}{360} \times 1000 = 27 \text{ ton/km}^2$$

Przykład 2 - Określić operacyjną gęstość rażenia dla dezorganizacji stacji kolejowej i przerwania ruchu transportów kolejowych na okres 4-6 godz. przy użyciu bomb FAB-100, FAB-250 i FAB-500.

Rozwiązanie: z tabeli norm rażenia celów typowych wynika, że:
- taktyczna norma rażenia bomby FAB-100 na dany cel f_b = 1100 m^2
- taktyczna norma rażenia bomby FAB-250 na dany cel f_b = 2100 m^2
- taktyczna norma rażenia bomby FAB-500 na dany cel f_b = 3200 m^2

- operacyjna gęstość rażenia dla bomb FAB-100

$$F_r = \frac{100}{1100} \times 1000 = 90 \text{ ton/km}^2$$

- operacyjna gęstość rażenia dla bomb FAB-250

$$F_r = \frac{250}{2100} \times 1000 = 119 \text{ ton/km}^2$$

- operacyjna gęstość rażenia dla bomb FAB-500

$$F_r = \frac{500}{3200} \times 1000 = 156 \text{ ton/ km}^2$$

Z powyższych przykładów wynika, że wielkość operacyjnej gęstości rażenia zależy od:

- charakteru celu;
- charakteru zadania bojowego;
- stosowanych środków rażenia.

Nie można więc twierdzić, że pewien obiekt może być zniszczony przy zastosowaniu pewnej operacyjnej gęstości rażenia, należy zawsze wskazać jakie bomby należy użyć i jaki będzie rezultat przy danej gęstości rażenia. Wielkości operacyjnych gęstości rażenia dla różnych celów i dla poszczególnych środków rażenia w zależności od oczekiwanego rezultatu działań, podane są w rubrykach 8 i 9 " Tabeli norm rażenia celów typowych"/ załącznik Nr.1/.

Często używa się na poszczególne obiekty nie jednorodny, a mieszany ładunek bombowy, składający się z różnych typów bomb, o różnym wagomiarze i różnej taktycznej normie rażenia.

Na przykład przy działaniu na pewien obiekt ładunek bomby składa się:

X_1 bomb o ciężarze G_1 kg każda z taktyczną normą rażenia f_{b1}

X_2 " " G_2 " " " " " " f_{b2}

X_3 " " G_3 " " " " " " f_{b3}

Wówczas operacyjna gęstość rażenia określa się jako stosunek średniego ciężaru bomby G_{sr} do średniej taktycznej normy rażenia $fb_{śr}$ tj

$$F_r = \frac{G_{sr}}{fb_{sr}} \times 1000 \qquad /57/$$

Średni ciężar bomby można znaleźć ze stosunku:

$$G_{sr} = \frac{X_1G_1 + X_2G_2 + X_3G_3}{X_1 + X_2 + X_3} \qquad /58/$$

a średnią taktyczną normę rażenia ze stosunku:

$$fb_{sr} = \frac{X_1 f_{b1} + X_2 f_{b2} + X_3 f_{b3}}{X_1 + X_2 + X_3} \qquad /59/$$

Podstawiając /58/ i /59/ do wzoru /57/ otrzymamy:

$$F_r = \frac{X_1G_1 + X_2G_2 + X_3G_3}{X_1f_{b1} + X_2f_{b2} + X_3f_{b3}} \times 1000 \qquad /60/$$

Czyli przy mieszanym ładunku bombowym operacyjną gęstość rażenia określa się jako stosunek sumy iloczynów ilości bomb każdego wagomiaru przez ich ciężar, do sumy iloczynów ilości bomb każdego wagomiaru przez ich taktyczną normę rażenia.
Operacyjna gęstość rażenia charakteryzuje ten ciężar salwy bombowej, który należy uzyskać w granicach powierzchni celu. Wielkość ta nie może jednak charakteryzować ciężaru bomb, które trzeba zrzucić z samolotów dla uzyskania operacyjnej gęstości rażenia F_x, ponieważ nie uwzględnia ona rozrzutu i jest od niego niezależna. Dlatego należy wprowadzić nowe pojęcie "koniecznej operacyjnej gęstości rażenia " w której byłby uwzględniony rozrzut.
Załóżmy, że na obiekt została zrzucona pewna ilość E bomb o ciężarze G kg każda, z których w granicę celu trafi M_z bomb tj. konieczna ilość, zapewniająca wykonanie zadania bojowego. Wówczas ciężar rzeczywiście zrzuconych bomb można wyrazić iloczynem E x G, a stosunek tego ciężaru do powierzchni obiektu /D x K/ da pewną gęstość / F_i/ z uwzględnieniem rozrzutu. Jasnym jest, że otrzymana gęstość rażenia będzie wielkością fikcyjną, ponieważ nie wszystkie bomby trafią w cel. Nie mniej gęstość ta zapewni uzyskanie koniecznej ilości trafień M_z, czyli uzyskanie gęstości rażenia F_x.
Tak więc otrzymamy:

$$F_i = \frac{E \times G}{D \times K} \times 1000 \quad ton/km^2 \qquad /61/$$

Dzieląc wartości F_x i F_i przez siebie otrzymamy:

$$\frac{F_i}{F_x} = \frac{\frac{E \times G \times 1000}{D \times K}}{\frac{M_z \times G \times 1000}{D \times K}} = \frac{E}{M_z}$$

Wiemy jednak, że ilość bomb, którą należy zrzucić dla uzyskania odpowiedniej ilości trafień równa się:

$$E = n_1 \times N$$

n_1 - ilość bomb na samolocie;
N - konieczna ilość samolotów.

a ze wzoru na konieczną ilość samolotów / $N = \frac{M_t}{M}$ / wynika, że:

$$M_t = N \times M$$

Dlatego:

$$\frac{F_i}{F_x} = \frac{n_i \times N}{N \times M} = \frac{n_i}{M}$$

a ponieważ: $M = \frac{n_i \times P_{min}\%}{100} = 0{,}01 \cdot n_i \times P_{min}\%$

więc: $F_i = F_x \times \frac{n_i}{0{,}01 \cdot n_i \times P_{min}\%} = F_x \times \frac{100}{P_{min}\%}$

Wreszcie oznaczając stosunek $\frac{100}{P_{min}\%} = \xi$ otrzymamy ostatecznie:

$$F_i = F_x \times \xi \qquad /62/$$

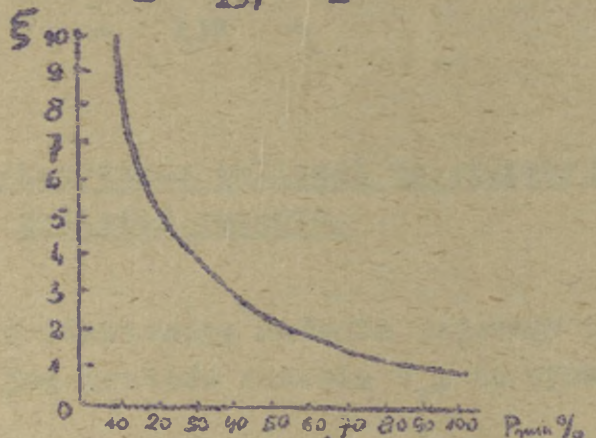
Wiemy już, że czym większy rozrzut, tym mniejszy będzie oczekiwany procent trafień $P_{min}\%$, a więc tym większa będzie wielkość $\xi = \frac{100}{P_{min}\%}$. I na odwrót - im mniejszy rozrzut tym mniejsza będzie wielkość ξ. Tak więc ξ charakteryzuje zjawisko rozrzutu i dlatego wielkość ta nazywa się współczynnikiem rozrzutu.

Wzór /62/ wskazuje, że dla uzyskania koniecznej operacyjnej gęstości rażenia F_i należy wielkość operacyjnej gęstości rażenia F_x pomnożyć przez współczynnik rozrzutu ξ.

Na rys. 33 przedstawiony jest wykres zależności współczynnika rozrzutu ξ od oczekiwanego procentu trafień w cel $P_{min}\%$.

Krzywa / hiperbola/ wskazuje, że jeżeli oczekiwany procent trafień w cel $P_{min} = 100\ \%$ to $\xi = 1$, a więc wówczas $F_i = F_x$.

W miarę zmniejszenia oczekiwanego procentu trafień $P_{min}\%$, współczynnik rozrzutu ξ wzrasta i np: przy $P_{min} = 50\ \%$ $\xi = 2$, przy $P_{min} = 25\ \% - \xi = 4$ itd.



Rys. Nr. 33.

Ponieważ ogólnie biorąc P_{min}% zależy od warunków bombardowania, względnej wielkości celu i rodzaju lotnictwa, w poniższej tabeli przedstawione są wielkości ξ dla różnych rodzajów lotnictwa, działającego w typowych dla niego warunkach, na cele o różnej wielkości względnej, wyrażonej w UP.

Średnie wielkości współczynnika rozrzutu.

Rodzaj lotnictwa	Cele małe		Cele średnie				Cele duże		
	Względne wymiary celu wyrażone w UP								
	2 UP	3 UP	4 UP	5 UP	6 UP	7 UP	8 UP	9 UP	10 UP
frontowe LB	10,2	4,38	3,2	2,2	1,7	1,43	1,26	1,15	1,08
LB DZ	-	-	3,9	2,6	1,9	1,6	1,3	1,2	1,1
LSz	10,6	4,7	3,6	2,4	1,8	1,49	1,4	1,2	1,1

UWAGA: Obliczenia współczynnika rozrzutu wykonano:

- dla frontowego LB: przy bombardowaniu grupowym z lotu poziomego H = 5000 m przy V = 600 km/godz. celów małych przez klucz, celów średnich i dużych przez eskadrę;
- dla LBDZ: przy bombardowaniu grupowym z H = 6000 m przy V = 500 km/godz przez pułk;
- dla LSz: przy bombardowaniu grupowym z lotu nurkowego H_z = 600 m V_z = 400 km/godz $\lambda = 30^0$ celów małych przez parę, celów średnich i dużych przez klucz.

2. Metodyka wykonywania obliczeń wg. operacyjnej gęstości rażenia.

Jeżeli dla wykonania postawionego zadania bojowego należy uzyskać pewną operacyjną gęstość rażenia F_x, to wyrażenie:

$$Q_i = S_i \times F_x \times \xi \qquad /63/$$

określa konieczny tonaż bomb z uwzględnieniem rozrzutu gdzie: Q_i – konieczny tonaż bomb;

S_i – powierzchnia obiektu w km^2

F_x – operacyjna gęstość rażenia w ton/km^2

ξ – współczynnik rozrzutu.

Oznaczając ładunek bombowy jednego samolotu przez P w tonach, to konieczna ilość samolotolotów wyniesi:

$$N_i = \frac{Q_i}{P} = \frac{S_i \times F_x \times \xi}{P} \qquad /64/$$

Tak więc przy obliczeniach wg. operacyjnej gęstości rażenia należy najpierw obliczyć konieczny tonaż bomb, a potem konieczną ilość samolotów.

Wykonywanie obliczeń celowym jest przeprowadzać wg. określonej kolejności:

1. Należy zgrupować wszystkie jednorodne obiekty o tej samej lub podobnej charakterystyce i odporności, na które można użyć takie same lub podobne środki rażenia i na które działać będzie jeden rodzaj lotnictwa, ponym obliczyć sumaryczną powierzchnię S_i w km^2 celów, wchodzących w skład danej grupy.
2. Określić średni wymiar celu i obliczyć jego wymiary w uchyleniach prawdopodobnych. Na tej podstawie określić wielkość współczynnika rozrzutu ξ / z tabeli/.
3. Obliczyć konieczną operacyjną gęstość rażenia wg. wzoru:

$$F_i = \frac{Q}{\Sigma_0} \times \xi \times 1000 \quad ton/km^2$$

lub $F_i = F_x \times \xi$ ton/km^2

gdzie F_x - określić z tabeli norm rażenia celów typowych.

4. Obliczyć ogólny tonaż bomb, które należy zrzucić z samolotów

$$Q_i = S_i \times F_i \quad \text{ton}$$

5. Obliczyć konieczną ilość samolotolotów danego rodzaju lotnictwa:

$$N_i = \frac{Q_i}{P}$$

Następnie wykonuje się w podobnej kolejności obliczenia dla następnych grup celów i innych rodzajów lotnictwa.

Przykład: W okresie przygotowawczym do operacji zaczepnej, ustalono różnymi sposobami rozpoznania obiekty nieprzyjaciela, które ma niszczyć armia lotnicza. Między innymi ustalono:
- zgrupowania artylerii na SO na powierzchni o wymiarach: 150 x 600 m, 200 x 300 m, 500 x 400 m, 200 x 400 m; 150 x 400 m, 150 x 100 m, 150 x 200 m,
- skoncentrowana siła żywa i sprzęt bojowy nieprzyjaciela na terenie odkrytym na powierzchni o wymiarach 500 x 500 m, 400 x 600 m, 1000 x 400 m, 800 x 400 m.

Rozwiązanie: Z analizy charakteru, odporności i rozmieszczenia poszczególnych celów należy je podzielić na grupy, każdą grupę przydzielić na pewien rodzaj lotnictwa i określić dla każdej grupy najwygodniejsze środki rażenia. Załóżmy, że na artylerię na SO może działać LSz / samoloty Ił-10/, na pozostałe cele konieczne jest wykonanie uderzenia przez LB/ samoloty Il-28/. W związku z tym pierwszą grupą celów będzie artyleria na SO - średni ładunek bombowy na samolot Ił-10: 2 OFAB-100 i 12 AO-25, drugą grupą celów będzie skoncentrowana siła żywa i sprzęt nieprzyjaciela, średni ładunek bombowy na samolot Il-28: 8 RBK-250 z 8 AO-10cm w każdej RBK.

Obliczenie dla pierwszej grupy celów.

1. Ogólna powierzchnia grupy celów:

S_i = 150 x 600 + 200 x 300 +300 x 400 + 200 x 400 + 150 x 400+
+ 150 x 100 + 150 x 200 = 90.000 + 60.000 + 200.000 +
+ 80.000 + 60.000 + 15.000 + 30.000 = 535.000m^2 =0,54 km^2.

2. Określenie współczynnika rozrzutu:
Lotnictwo szturmowe działa zasadniczo na poszczególne baterie, artylerii na SO, które średnio mają wymiary, 50 x 100 m, lub 100 x 150 m; można więc przyjąć średni wymiar celu 100 m.
Samoloty Ił-10 bombardują zasadniczo z lotu nurkowego z wysokość ci zrzutu H_z = 600 - 700 m i prędkością lotu samolotu V_z = 500 km/godz. Przy takich warunkach bombardowania UD = 31 m, UK=24, średnio UP = 27 m.
Wymiary celu w uchyleniach prawdopodobnych $\frac{100}{27}$ =4UP
Z tabel średnich wielkości współczynnika rozrzutu ξ = 3,6

3. Konieczna operacyjna gęstość rażenia.
Ponieważ przewiduje się mieszany ładunek bombowy na samolot, należy obliczyć średni ciężar salwy bombowej jednego samolotu i średnią taktyczną normę rażenia.

$G_{śr} = X_1 \times G_1 + X_2 + G_2 = 2 \times 100 + 12 \times 25 = 200+300 = 500$ kg

$f_{śr} = X_1 \times f_{b1} + X_2 + f_{b2} = 2 \times 580 + 12 \times 340 =$
$= 1160 + 4080 = 5240\ m^2$

f_{b1} / dla bomb OFAB-100 / = 580 m^2
f_{b2} /.dla bomb AO-25 / = 340 m^2

$$F_i = \frac{G_{śr}}{f_{śr}} \times \xi \times 1000 = \frac{500}{5240} \times 3,6 \times 1000 = 34,4 \approx 35\ ton/km^2$$

4. Ogólny ciężar bomb:

$$G_i = S_i \times F_i = 0,54 \times 35 = 18,9 = 19\ ton$$

5. Konieczna ilość samolotolotów:

$$N_i = \frac{G_i}{P} = \frac{19}{0,5} = 38\ samolotolotów$$

P / ciężar ładunku bombowego na samolot / = 0,5 tony

Obliczenia dla drugiej grupy celów:

1. Ogólna powierzchnia grupy celów:

S_i = 500 x 500 + 400 x 600 + 100 x 400 + 800 x 400 =
= 250.000 + 240.000 + 400.000 + 320.000 = 1.210.000 m^2
= 1,21 km^2

2. Określenie współczynnika rozrzutu:
Średni wymiar celu można przyjąć 500 m. Natomiast wielkość uchylenia prawdopodobnego dla samolotów Il-28, bombardujących z lotu poziomego z H = 3000 - 4000 m z V = 500-600 km/godz. UD = UK = 70-100 m średnio UP = 85 m.

Wymiar celu w uchyleniach prawdopodobnych $\frac{500}{85}$ = 6 UP

Z tabeli średnich wielkości współczynnika rozrzutu ξ = 1,7

3. Konieczna operacyjna gęstość rażenia:

$F_i = \frac{G}{f_b} \times \xi \times 1000 = \frac{10}{360} \times 1,7 \times 1000 = 48$ ton/ km^2

f_b / dla bomb AO-10 / = 360 m^2

4. Ogólny ciężar bomb:

$Q_i = S_i \times F_i = 1,21 \times 48 = 58,08 = 58$ ton

5. Konieczna ilość samolotolotów:

$N_i = \frac{Q_i}{P} = \frac{58}{0,64} = 91$ samolotolotów

P / ciężar ładunku bombowego jednego samolotu /=8 RBK x 8 bomb x 10 kg = 640 kg = 0,64 tony

Dla rażenia wymienionych celów należy więc wydzielić conajmniej :
- 38 samolotolotów Il-10
- 91 samolotolotów Il-28

Potrzebna ilość środków rażenia:
- bomb OFAB-100: 2 x 38 = 76 bomb;
- bomb AO-25: 12 x 38 =456 bomb;
- bomb AO-10: 64 x 91 = 5824 bomb;

W podobny sposób wykonuje się obliczenia na inne grupy celów poczym po zsumowaniu otrzymuje się ogólną konieczną ilość samolotolotów poszczególnych rodzajów lotnictwa, oraz ogólną

ilość poszczególnych środków rażenia. Dane te służą do zestawienia planu działań bojowych i planu materiałowo-technicznego zabezpieczenia operacji.

3. Metodyka wykonania obliczeń wg. operacyjnych norm rażenia.

Obliczenia wg. operacyjnych norm rażenia nazywają się znaczej obliczeniami wg.możliwości bojowych. Zasada obliczeń wg.operacyjnych norm rażenia polega na tym, że zawczasu oblicza się potrzebną ilość samolotolotów poszczególnych rodzajów lotnictwa przy działaniu na cele typowe i przy średnich warunkach bombardowania. Na podstawie tych obliczeń oraz na podstawie doświadczeń z manewrów i działań bojowych zestawia się tablicę norm rażenia.

Operacyjną normą rażenia nazywa się ilość określonego typu samolotów z pewnym określonym, typowym, ładunkiem bombowym, koniecznie potrzebna dla rażenia typowego celu w nakazanym stopniu.

Należy zaznaczyć że z powodu różnorodności obiektów tablice norm rażenia nie mogą objąć w pełni wszystkich obiektów i dlatego normy rażenia są stale korygowane, poprawiane i uzupełniane w sztabach armii lotniczej w czasie pokoju i w czasie działań bojowych.

Przykładowa tablica operacyjnych norm rażenia podana jest w załączniku Nr. 14.

Obliczenia wg operacyjnych norm rażenia wykonuje się w następującej kolejności:

1. wszystkie obiekty jednorodne pod względem charakteru i wymiarów zgrupować z uwzględnieniem rodzaju lotnictwa, jaki będzie działał na daną grupę celów.

2. Z tablicy norm rażenia celów typowych określić konieczną ilość samolotolotów N_1 na każdy obiekt, po czym pomnożyć ilość samolotolotów N_1 przez ilość obiektów, otrzymując w ten sposób konieczną ilość samolotolotów dla każdej grupy celów. Ogólną ilość samolotolotów otrzymuje się przez zsumowanie obliczonej koniecznej ilości samolotolotów na poszczególne grupy celów.

Znając następnie skład bojowy armii lotniczej, łatwo będzie obliczyć natężenie lotów na jeden samolot w każdym rodzaju lotnictwa.

3. Ponieważ w tablicy norm rażenia celów typowych podany jest ładunek bombowy, łatwo jest obliczyć konieczną ilość środków rażenia przez pomnożenie ilości samolotolotów na każdą grupę celów przez ładunek bombowy:

$$Q_i = N_i \times G$$

W odróżnieniu od obliczeń wg operacyjnej gęstości rażenia, oblicza się tu najpierw konieczną ilość samolotolotów, a później ogólny tonaż bomb.

Rozpatrzone dwa sposoby operacyjnych obliczeń bombardierskich mają swoje zalety i wady. Właściwe zastosowanie tego czy innego sposobu zależy za każdym razem od konkretnej sytuacji i danych wyjściowych.

Należy zaznaczyć, że przy działaniach bojowych lotnictwa bombowego i szturmowego możliwe są straty, uszkodzenie własnych samolotów, zmniejszenie celności bombardowania ze względów warunków meteorologicznych, bombardowanie celów pozornych, niepełne wykorzystanie możliwości bombardierskich samolotu, nieracjonalne zastosowanie środków rażenia itd.

Wszystkie te przyczyny powodują zwiększenie koniecznej ilości samolotów i tonażu bomb. Dlatego w obliczeniach operacyjnych należy te czynniki uwzględniać przez prowadzenie pewnego współczynnika.
Doświadczenia działań bojowych wykazały, że wielkość takiego współczynnika równa jest w przybliżeniu 1,2–1,5.

Przy uwzględnieniu możliwych strat własnych do przyjścia w rejon celu i w czasie przebywania nad celem, należy obliczoną konieczną ilość samolotów odpowiednio zwiększyć.
Obliczenie ogólnej ilości samolotów z uwzględnieniem możliwych strat wykonuje się wg wzoru:

$$N_{og} = N \; / \; 1 + \frac{ps}{100} \; /$$

ps - średni oczekiwany procent strat.

ROZDZIAŁ V.

TECZKA CELÓW.

Dla otrzymania w odpowiednim czasie wszystkich niezbędnych wiadomości dla studiowania obiektu działań, powinien być zorganizowany zbiór tych wiadomości, udokumentowany i odpowiednio przechowany.
Zebrane i odpowiednio udokumentowane materiały, odnoszące się do danego obiektu bombardowania nazywają się teczką celu.
Teczki celów przechowywane są w oddziałach operacyjno-rozpoznawczych sztabów związków operacyjnych i w wyższych tak.związkach lotnictwa.

W okresie pokoju prowadzi się teczki celów w sztabach okręgów i Armii Lotniczej na stałe duże obiekty, posiadające strategiczne lub operacyjne znaczenie jak: węzły kolejowe, zakłady przemysłowe i wojskowe, mosty, porty, elektrownie, duże składy i magazyny, umocnienia obronne, lotniska itd.
W czasie wojny zbieraniem materiałów i udokumentowaniem teczki celów zajmuje się sztab armii lotniczej, wykorzystując do tego wszystkie podległe związki taktyczne i oddziały. Zbiór wiadomości i studium obiektów przeprowadza się dla wszystkich prawdopodobnych obiektów bombardowania w rejonie działań bojowych armii lotniczej.
Wszystkie obiekty zaznacza się określoną numeracją na mapie w skali 1:200.000, którą koduje się wg. mapy operacyjnej. Mapa taka nazywa się mapą celów. Numeracja celów na mapie celów, ustalona przez sztab armii lotniczej jest obowiązująca dla wszystkich podległych jednostek. Numerem obiektu na mapie celu oznacza się również teczkę celu tego obiektu. Numer ten winien figurować we wszystkich dokumentach sztabowych i bojowych odnoszących się do danego obiektu.
W teczce winny znajdować się następujące dokumenty:

1. Mapy skali 1: 50.000 lub 1 : 100.000, które nazywają się mapą rejonu celu. Na nich powinien być dokładnie zaznaczony cel i charakterystyczne obiekty orientacyjne, które ułatwią odszukanie lub rozpoznanie celu, demaskują go, lub mogą być przyjęte jako początek drogi bojowej.

Przez tego winny być oznaczone obiekty orientacyjne, przy pomocy których można przejść z mapy rejonu celu na mapę celów.

2. Zdjęcie fotograficzne rejonu celu w skali nie mniejszej jak 1 : 15.000 z przywiązaniem do charakterystycznego obiektu orientacyjnego, oznaczonego również na mapie rejonu celu.

3. Perspektywiczne zdjęcia fotograficzne celu lub rejonu celu wykonane w miarę możności z prawdopodobnych kierunków nalotu.

4. Krótka charakterystyka celu tj. opis odporności, konstrukcji, wymiarów, wrażliwych miejsc i innych właściwości danego obiektu, jeżeli zasługują one na uwagę podczas przygotowania do lotu i wykonania obliczeń bombardierskich.

5. Opis obrony przeciwlotniczej obiektu tj. charakterystyka ilości, jakości i rozmieszczenia obrony przeciwlotniczej w rejonie celu.

6. Kilka wariantów obliczeń bombardierskich, wykonanych dla różnych warunków bombardowania, różnych rodzajów lotnictwa i różnych środków rażenia.

Teczki celów należy systematycznie uzupełnić świeżymi materiałami i odnowić nowymi obliczeniami z uwzględnieniem wykorzystania nowego sprzętu, nowych środków rażenia i sposobów bombardowania.

OPRACOWAŁ:
ST. WYK. BOMBARDOWANIA
SIEDLECKI-mjr

SPRAWDZIŁ:
SZEF KATEDRY PRZEIM. SPEC.
DWORAK-mjr.

Wykonano w 50 egz.
Zgz. Nr. 1 - 50 Bibl. Tajna ASG
Wykonał: SIEDLECKI - mjr
Druk I. Dz. dn. 30.08.56
Nr. 1067/FL.
Odbito z nr. 513/FL.

Nr ks. 3401/RW

Taktyczne normy rażenia celów typowych.

Lp.	Nazwa i charakter celu	Typ i wagowy skład bomb	Charakter działania zapalnika	Promień niszczącego działania bomby na dany cel w m.	Taktyczne normy rażenia bomby w m^2		Operacyjna gęstość rażenia w ton/km^2		Oczekiwany skutek	
					dla zniszczenia /zburzenia	dla obezwładnienia dezorganizacji	dla zniszczenia /zburzenia	dla obezwładnienia dezorganizacji	przy zniszczeniu /zburzeni/	przy obezwładnieniu dezorganizacji
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
			I. Wojska na polu walki							
1.	Piechota nieprzyjaciela zajmująca przygotowaną obronę/ siła żywa w okopach, transzejach schronach	FAB - 100 OFAB- 100 FAB - 250	0,2 sek " "	4,0 3,5 5,0	- - -	650 550 1150	- - -	154 182 217		Niszczy do 10-20 % siły żywej i sprzętu bojowego
2.	Piechota nieprzyjaciela przy szybkim przejściu do obrony /siła żywa ukryta w nierównościach terenu, częściowo okopane/. Piechota nieprzyjaciela w natarciu.	AO - 1 AO - 2,5 AO - 10 AO - 25 AO - 50-100 OFAB-100 FAB-100 FAB-250	natychmiast " " " " " " "	1,6 2,2 3,0 4,7 7,4 7,4 7,4 10,1	- - - - - - - -	50 90 165 310 1010 1010 1010 1880	- - - - - - - -	20 28 60 80 98 98 98 138		Niszczy do 10-20 % siły żywej i sprzętu bojowego.

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3 Artylerja i moździeże poza ukryciami.	AO - 2,5	natychmiast	bezp.traf.	-	170	-	25	Niszczy sprzęt i obsługę do 60-70 %	Niszczy sprzęt i obsługę do 20 - 25 %
	AO - 10	- " -	3,5	80	360	125	28		
	AO - 2,5	- " -	5,5	170	760	147	35		
	AO-50-100	- " -	9,2	400	1800	250	56		
	OFAB-100	- " -	9,5	440	2000	227	50		
	FAB-100	- " -	9,2	400	1800	250	56		
	FAB-250	- " -	12,5	730	3300	340	75		
	PTAB-2,5	- " -	bezp.traf.	4	18	375	83		
4 Artylerja i moździeże na stanowiskach okopanych	AO - 10	- " -	bezp.traf.	80	340	125	29	Niszczy do 60-70 % sprzętu bojowego i obsługi	Niszczy do 20-25 % sprzętu technicznego i obsługi.
	AO - 25	- " -	- " -	80	340	311	74		
	AO-50-100	- " -	1,0	120	510	418	98		
	OFAB-100	- " -	1,3	135	580	740	172		
	OFAB-100	- " -	1,3	135	580	740	172		
	FAB-250	- " -	2,2	150	640	1670	390		
	PTAB-2,5 -1,5;	- " -							
	PTAB-2,5	- " -	bezp.traf.	4	18	375	83		
5 Ozołgi i działa pancerne w ugrupowaniu bojowym.	PTAB-2,5; -1,5 PTAB-2,5							Niszczy do 60-70 % ozołgów i dział panc.	Niszczy do 20-30 % ozołgów i dział pancernych
	PTAB-10-5	natychm.	bezp.traf.	18	90	83	17		
	OFAB-100	natychm.	1,1	-	950	-	105	"	Niszczy 5-7 % ozołgów i dział pancernych
	FAB -100	- " -	1,0	-	900	-	111	"	
	FAB - 250	- " -	1,5	-	1600	-	156	"	
6 Sztaby, SD, PO /zakwaterowane w schronach z pokryciem drewnianym grubości 1,5 - 2 m/.	FAB-100	0,2 sek	4	480	-	208	-	Uszkadza i niszczy do 60-70% schronów	
	FAB-250	- " -	5	570	-	440	-		
	FAB-500	- " -	6	750	-	660	-		

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Węzły łączności	FAB-100	natychm.	27	-	2320	-	43		Uszkodzenie naziemnej łączności przewodowej dezorganizuje pracę sztabu
	FAB-250	" "	37	-	4280	-	58		
	FAB-500	" "	46	-	6800	-	73		
			II. Skupienie wojsk.						
Piechota, piechota zmotoryzowana i artyleria skupiona w terenie odkrytym	AO-1	natychm.	1,6	27	120	37	9	Niszczy do 60-70% siły żywej i sprzętu bojowego	Niszczy do 20-25 % siły żywej i sprzętu bojowego.
	AO-2,5	" "	2,0	36	160	70	16		
	AO-10	" "	3,5	80	360	126	28		
	AO-25	" "	5,5	170	760	147	33		
	AO-50-100	" "	9,2	400	1800	250	56		
	CFAB-100	" "	9,5	440	2000	228	50		
	FAB-100	" "	9,2	400	1800	250	56		
	FAB-250	" "	12,5	730	3300	342	76		
Piechota, piechota zmotoryzowana, artyleria skupiona w lesie.	AO-1	" "	1,3	21	95	48	11	Niszczy do 60-70% siły żywej i sprzętu bojowego	Niszczy do 15-20 % siły żywej i sprzętu bojowego
	AO-2,5	" "	1,6	27	120	95	21		
	AO-10	" "	2,8	60	270	166	37		
	AO-25	" "	4,4	120	540	268	46		
	AO-50-100	" "	7,3	280	1250	358	80		
	CFAB-100	" "	7,6	300	1350	333	74		
	FAB-100	" "	7,3	280	1250	358	80		
	FAB-250	" "	10,0	500	2300	500	108		
	ZAB-100ok	" "	7,3	280	1250	358	80		
Czołgi i działa pancerne skupione w terenie odkrytym	PTAB-2,5-15	" "	bomp. trof.	19	90	85	17	Niszczy i uszkadza do 60-70% czołgów i dział pancernych.	Niszczy do 20-30 % czołgów i dział pancernych.
	PTAB-2,5	" "	" "	18	90	139	28		
	PTAB-10-5	" "	" "	18	90	278	56		

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	OFAB-100	natychm.	1,1	40	980	2500	105		Niszczy 5-7 % czołgów i dział pancernych
	FAB -100	" "	1,0	35	900	2860	111		
	FAB -250	" "	1,5	50	1600	5000	156		
ołgi i działa nancerne skupione lesie	PTAB-2,5 -1,5	" "	bezpośr. traf.	9	45	167	33	Niszczy do 60-70 % czołgów i dział pancernych	Niszczy do 20-30 % czołgów, dział pancernych
	PTAB-2,5	" "	" "	9	45	277	56		
	PTAB-10-5	" "	" "	9	45	554	112		
	OFAB-100	" "	0,9	27	800	3700	125		Niszczy 5-7 % czołgów i dział pancernych
	FAB -100	" "	0,8	25	750	4000	134		
	FAB -250	" "	1,2	35	1050	7150	238		
			III. Wojska w marszu						
olumna piechoty motoryzowanej marszu	SO-1	" "	1,6	28	108	40	9	Niszczy 60-70 % siły żywej i sprzętu bojowego	Niszczy 20-25 % siły żywej i sprzętu bojowego
	AO-2,5	" "	2,0	32	154	62	15		
	AO-10	" "	3,5	72	324	133	30		
	AO-25	" "	5,5	150	680	147	33		
	AO-50-100	" "	9,2	360	1620	250	56		
	OFAB-100	" "	9,5	396	1800	288	50		
	FAB-100	" "	9,2	360	1620	250	56		
	FAB-250	" "	12,5	660	2970	342	76		
olumna czołgów dział pancernych marszu	PTAB-2,5 1,5	" "	bezp. traf.	18	90	83	17	Niszczy do 60-70% czołgów i dział pancernych	Niszczy do 20-30 % czołgów i dział pancernych. Niszczy 5-7% czołgów i dział pancernych.
	PTAB-2,5	" "	" "	18	90	139	28		
	PTAB-10-5	" "	" "	18	90	278	56		
	OFAB-100	" "	1,1	35	850	2857	117		
	FAB-100	" "	1,0	30	800	3330	125		
	FAB-250	" "	1,5	40	1200	6250	208		

w pionie. Tabl. rozrzut m² zwim. obsad. oper. głębokim zwim. obsad Skutek obsad. zwim.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
				IV. Taryfikacja i umocnienie						
13.	Bejon umocniony	FAB-100	0,2 sek	4,0	-	350	-	286		Niszczy 20-25 % umocnień i siły żywej.
		FAB-250	" "	5,0	-	625	-	400		
		FAB-500	" "	6,5	-	980	-	500		
		FAB-1000	" "	8,0	-	1530	-	460		
		FAB-1500	" "	9,5	-	1900	-	790		
		FAB-3000	" "	12,0	-	1350	-	955		
		OFAB-100	" "	3,5	-	265	-	375		
14.	Magazyny amunicji i materiałów pędnych /z pokryciem żelbetonowym grubości 0,4 m i basypem ziemnym 1,0m	FAB-250	" "	bezp.traf					Burzy umocnienia i niszczy materiały pędne i amunicję.	
		FAB-500	" "							
		FAB-1000	" "	taktyczna norma rażenia bomby równa wymiarom obiektu.						
		FAB-1500	" "							
		FAB-2000	" "							
		FAB-3000	" "							
		BRAB-220	" "	bezp.traf.						
				V. Obiekty lotnicze						
15.	Samoloty na odkrytych stoiskach	AO-1i AO-2,5	natychm.	bezp.traf.	-	180	-	14	Niszczy do 60-70 % samolotów	Niszczy do 25-30 % samolotów
		AO-10	" "	3,5	130	500	77	20		
		AO-25	" "	5,5	250	1000	100	25		
		OFAB-100	" "	9,5	585	2100	190	48		
		PTAB-2,5-1,5	" "	bezp.traf.	bezp.traf.	240	-	6		
		FAB-100	" "	9,2	480	1920	210	52		
		FAB-250	" "	12,5	850	3400	300	74		
16.	Samoloty myśliwskie na stoiskach okopanych /powierzchnia stoiska okopanego 100m2/	AO-1	" "	bezp.traf.	bezp.traf.	180	-	6	Niszczy do 60-70 % samolotów	Niszczy do 25-30 % samolotów
		AO-2,5	" "	w stoisko	" " "	180	-	14		
		AO-10	" "	" " "	100	400	100	25		
		AO-25	" "	" " "	100	400	250	62		
		OFAB-100	" "	" " "	100	400	1000	250		

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	FTAB-2,5-1,5	naty ohm.	bezp. traf	w s-t.	100	"	6		
	FAB-100	" " "	bezp. traf.	100	400	1000	250		
	FAB-250	" " "	w stoisku	100	400	2500	1625		
Samoloty bombowe transportowe na stoiskach okopanych/powierzchnia stoiska okopanego 500 m2	AO-1	" " "	bezp. traf	bezp. traf	1000	"	1	Niszczy 60-70 % samolotów	do Niszczy do 25-30 % samolotów
	AO-2,5	" " "	w stoisku	" " "	1000	"	2,5		
	AO-10	" " "	" " "	500	2000	20	5		
	AO-25	" " "	" " "	500	2000	50	12,5		
	OFAB-100	" " "	" " "	500	2000	200	50		
	FTAB-2,5-1,5	" " "	" " "	bezp. traf	1000	"	1,6		
	FAB-100	" " "	" " "	500	2000	200	50		
	FAB-250	" " "	" " "	500	2000	500	125		
Powierzchnia..... ..... lotniska powierzchnia trawiasta 3000 x 300m	FAB-100	0,2 sek.	"	1880	7520	53	13,5	Powierzdania roboczalotniskanie zdolna do użytku na okres do 1 doby	Uszkadza powierzchnię roboczą lotniska na okres 4-6 godz.
	FAB-250	" " "	"	5400	21600	46	11,5		
	FAB-500	" " "	"	6470	25900	77	19,0		
	FAB-1500	" " "	"	49100	196400	30,5	7,6		
	FAB-3000	" " "	"	95700	472800	31,5	7,8		
Pas startowy /betonowy/	FAB-250	" " "	"	2-3 trafienia		3,8		Uszkadza pas startowy na okres jednej doby	
	FAB-500	" " "	"			7,4			
	FAB-1000	" " "	"	1-2 trafienia		10,0			
	FAB-1500	" " "	"			15,0			
	FAB-2000	" " "	"	" " "		20,0			
	FAB-3000	" " "	"	" " "		30,0			
Hangary i urządzenia lotniskowe	FAB-100	" " "	9,0	400	1600	250	62	Burzy do 60-70 % zabudowań	Uszkadza w 25-30 % zabudowania
	FAB-250	" " "	12,5	730	2920	343	85		
	FAB-500	" " "	15,5	1080	4320	465	114		
	FAB-1000	" " "	20,2	1760	7000	565	142		
	ZAB-100ok								
	ZAB-100-114	naty ohm.	2,0	400	1600	250	62		

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
22. Odkryte składy materiałów pędnych	PTAB-2,5 1,5 FAB-100 FAB-250 ZAB-100ek ZAB-100-114 OFAB-100	natychm. " " " " " " " " " " " "	bezp.traf. 5,0 7,8 3,0 8,0	7 130 255 400 130	" " " " "	214 770 980 250 770		Zapala do 60-70 % oyateru	ZAB-100ek zastosować w połączeniu z FAB dla napalenia rozlanych mat.pędnych z uszkodzonych oyaterń.
23. Okryte składy amunicji	PTAB-2,5-1,5 FAB-100 FAB-250 OFAB-100	" " " " " " " " " " " "	bezp.traf. 1,0 1,5 1,0	80 170 215 170	" " " "	19 590 1160 590		Powoduje wybuch do 60-70 % stosów	
23. Grupa samolotów w powietrzu.	PROSAB-100 PROSAS-250				650.000 m² 850.000 m²				Uszkadza do 10 % samolotów.
24. Stacje i węzły kolejowe	FAB-100 FAB-250 FAB-500 FAB-1500 OFAB-100	0,2 sek. " " " " " " " " " natychm.	2,5 4,0 5,0 7,0 2,5	270 500 800 1300 270	1100 2100 3200 5200 1100	370 500 625 1150 370	90 120 155 290 90	Niszczy tory i urządzenia do 60-70%. Dezorganizuje pracę węzła na 1-3 doby	Niszczy tory i urządzenia do 25-30 % dezorganizuje pracę węzła na 4-6 godzin.
25. Przeloty tory kolejowe.	FAB-100 FAB-250 FAB-500	0,2 0,2 0,2	2,5 4 5	270 500 800	1100 2100 3200	270 500 625	90 120 150	Jedna bomba przerywa ruch na przeloc ie na okres 1-3 godziny.	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
26.	Parowozownie, urządzenia stacyjne	FAB-250	0,1-0,2sek	9,0	580	2350	430	106	Burzy do 60-70 % urządzeń	Uszkadza do 25-30 % urządzeń
		FAB-500	- " -	12,5	1020	4100	490	122		
		FAB-1000	- " -	17,9	1770	7000	560	132		
		FAB-1500	- " -	21,9	2520	10000	600	150		
27.	Transporty kolejowe w ruchu i na postoju	PTAB-2,5							Niszczy do 60-70% składu transportów	Niszczy do 20-30 % składu transportów
		1,5	natychmiast	bezp.traf	20	80	75	15		
		PTAB-2,5	- " -	- " -	20	80	125	31		
		PTAB-10-5	- " -	- " -	20	80	250	62		
		FAB-100	- " -	3,5	220	880	455	113		
		OFAB-250	- " -	5,5	370	1450	660	172		
		OFAB-100	- " -	3,5	220	880	455	113		
		AO-10	- " -	1,1	90	360	111	28		
		ZAB-100ok	- " -	1,7	120	480	280	52		
		ZAB-100-114	- " -	3,5	220	880	455	113		
28.	Mosty kolejowe /stalowe i żelbetonowe /.	FAB-500	- " -	bezp.traf	bezp.traf				1-2 bomby uszkadzają jedno przęsło 1 bomba uszkadza jedno przęsło	
		FAB-1000	- " -	- " -	- " -					
		FAB-1500	- " -	- " -	- " -					
		FAB-2000	- " -	- " -	- " -					
		FAB-3000	- " -	- " -	- " -					

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
			VII. Obiekty przemysłowe i zabudowania						
Budynki przemysłowe i fabryczne z lekkim i średnim urządzeniem, zabudowanie wielopiętrowe i magazyny dużych wymiarów.	OFAB-100	p.2	9,1	400	1600	250	63	Burzy do 60-70 % budynków i urządzeń	Burzy do 20-30 % budynków i urządzeń
	FAB-100	"	9,0	400	1600	250	63		
	FAB-250	"	12,5	730	2920	342	86		
	FAB-500	"	15,5	1000	4350	500	115		
	FAB-1500	"	22,9	2000	8100	740	185		
	ZAB-100ok								
	ZAB-100-114	"	9,0	400	1600	250	63		
Obiekty przemysłowe z ciężkimi urządzeniami/Zakłady metalurgiczne, przemysłu ciężkiego/elektrownie, elewatory, magazyny dużych wymiarów	FAB-250	"	9,0	600	2350	415	106	Burzy do 60-70 % budynków i urządzeń	Burzy do 20-30 % budynków i urządzeń
	FAB-500	"	12,5	900	3600	556	140		
	FAB-1500	"	21,9	1800	7200	830	208		
	FAB-3000	"	31,0	4700	18700	635	160		
	FAB-5000	"	40,0	7500	30000	770	267		
Zabudowania przemysłowe i fabryczne z produkcji materiałów łatwopalnych, prochownie, tartaki, gazownie, fabryki tekstylne i papiernie.	FAB-100	"	9,0	400	1600	250	63	Burzy do 60-70 % budynków i urządzeń	Burzy do 20-30 % budynków i urządzeń
	FAB-250	"	12,5	730	2920	342	86		
	FAB-500	"	15,5	1080	4350	460	115		
	FAB-1000	"	20,0	1760	7000	570	143		
	FAB-1500	"	22,9	2000	8100	740	185		
	ZAB-100ok	"		400	1600	250	63		
	ZAB-100-114	miltyohm.	9,0						
Zabudowania typu wiejskiego wykorzystywane przez nieprzyjaciela do ukrycia siły żywej i sprzętu	FAB-100	miltyohm.	3,5	290	1400	350	88	Niszczy do 60-70 % zabudowań	Niszczy do 20-30 % zabudowań
	FAB-250	"	5,5	440	1760	570	142		
	OFAB-100	"	3,5	290	1400	350	88		
	ZAB-100ok	"							
	ZAB-100-114	"	3,5	290	1400	350	88		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
33	Morska baza wojenna ze stocznią.	FAB-250	0,1	9,0	585	2020	420	123	Burzy do 60-70 % urządzeń	Burzy do 20-30 % urządzeń
		FAB-500	"	12,6	1020	3520	430	142		
		FAB-1000	"	17,9	1775	6130	546	163		
		FAB-1500	"	21,9	2520	8700	595	172		
		FAB-2000	"	25,5	3260	11300	614	177		
		FAB-3000	"	31,0	4630	16200	641	185		
		FAB-5000	"	40,0	7420	25800	688	195		
				VIII. Obiekty drogowe						
34	Mosty na autostradach i szosach /betonowe lub żelbetonowe/.	FAB-250	natychm.	bezp. traf.	1-3 traf.					Uszkadza 1-2 przęsła mostu.
		FAB-500	"	" "	1 bezp. traf.					
		FAB-1000	"	" "	" "					
		FAB-1500	"	" "	" "					
35	Mosty drewniane i pontonowe /wymiary mostu 10-200 m/.	FAB-100	"	bezp. traf.	1-2 trafienia				1-2 bomby uszkadzają 1-2 przęsła przerywa przeprawę pontonową	
		FAB-250	"	1,0	2400		103			
		FAB-500	"	2,0	2800		173			
		OFAB-100	"	bezp. traf.	1-2 trafienia					
				IX. Inne obiekty						
36	Naziemne stacja radiolokacyjne /wszystkich typów	AO-2,5	"	bezp. traf.	-	700	-	15		
		AO-10	"	3,5	80	360	125	28		
		AO-25	"	5,5	170	760	147	33		
		FAB-100	"	9,2	400	1800	250	56		
		FAB-250	"	12,5	730	3300	396	75		
		OFAB-100	"	9,5	440	2000	227	60		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
37.	Pasy startowe samolotów pocisków.	FAB-250 FAB-500	natychmiast " "	bezp. traf. " "					jedno trafienie uszkadza pas startowy	
38.	Stanowiska startowe samolotów pocisków na podstawie betonowej i żelbetonowej.	FAB-250 FAB-500 FAB-1000 FAB-1500	" " " " " " " "	" " " " " " " "					jedno trafienie uszkadza stanowisko startowe	
39.	Podziemne urządzenie z przykryciem ziemią do 10 m & 1 m żelbetonem.	FAB-1500 FAB-3000	0,2 0,2	" " " "					jedno trafienie na powierzchni	pow. uszk 10.000 n pow. uszk 18.000 n

Konieczna ilość trafień bombami dla rażenia celów morskich.

Lp.	Rodzaj i charakter celu	Typ i wagomiar bomby	Charakter działania zapalnika	Promień działania bomby dla zatopienia celu w m.	Minimalna wysokość bombardowania w m.	Konieczna ilość trafień. dla zatopienia okrętów	dla uszkodzenia okrętu	Ogólny ciężar materiału wybuchowego w kg.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Liniowiec z 2-3 poziomymi pokładami pancernymi grubości 250-300 m	BRAB-1000 nk	0,1	bezp.traf.	3000-4700X	10-12X	5-6X	1300-1560
2.	Eskadrowy lotniskowiec z opancerzeniem poziomym grubości do 90-100 mm.	BRAB-500 nk	0,1	" "	1500	14-16	4-5	735-840
		BRAB-1000nk	0,1	" "	1000	8-10	3-4	1040-1300
		BRAB-500 nk	0,1	" "	2400	7-9	3-4	735-840
		BRAB-1000nk	0,1	" "	1500	4-5	2-3	1044-1305
		FAB-250	0,1	" "	wys.bezpiecz.	"	2-3XX	
		FAB-500	0,1	" "	wys.bezpiecz.	"	2-3XX	
3.	Krążownik z opancerzeniem poziomym do 100 mm	BRAB-500 nk	0,1	" "	1200	14-16	3-4	840-840
		BRAB-1000nk	0,1	" "	1000	6-8	2-3	780-1040
		BRAB-500 nk	0,1	" "	2100	7-8	3-4	735-840
		BRAB-1000	0,1	" "	1100	3-4	1-2	780-1040
		FAB-500	0,1	2,5	wys.bezpiecz.	4-6	2-3	800-1200
		FAB-1500	0,1	5,0	wys.bezpiecz.	1-2	1	680-1350
4.	Lekki krążownik z opancerzeniem poziomym do 50 mm.	BRAB-220 stk	0,1	bezp.traf.	2000	8-10	4-5	300-400
		BRAB-500 stk	0,1	" "	1000	4-6	2-3	400-600
		BRAB-1000stk	0,1	" "	1000	2-3	1-2	500-800
		FAB-250	0,1	3,5	wys.bezpiecz.	4-5	2-3	400-500
		FAB-500	0,1	5,0	wys.bezpiecz.	2-3	1-2	400-600
		FAB-1500	0,1	8,0	wys.bezpiecz.	1-2	1	680-1350

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.	Torpedowiec eskadrowy	FAB-100	0,1	3,5	Wys.bezpieczne	3-4	1-2	100 - 130
		FAB-250	0,1	5,0	" "	2	1	200
		FAB-500	0,1	8,0	" "	1-2	1	200 - 400
		FAB-1000	0,1	11,0	" "	1	-	480
		OFAB-100	0,1	3,0	" "	4-5	2-3	140 - 170
6.	Transportowiec	FAB-100	0,1	3,5	" "	4-5	2-3	120 - 150
		FAB-250	0,1	5,5	" "	2-3	1-2	200 - 300
		FAB-500	0,1	8,0	" "	1-2	1	200 - 400
		FAB-1000	0,1	11,0	" "	1	-	480
		OFAB-100		3,0	" "	5-6	2-3	70 - 100
7.	Kuter torpedowy	FAB-100	0,1	3,5	" "	1	-	
		FAB-250	0,1	5,5	" "	1	-	
		FAB-500	0,1	8,0	" "	1	-	
		OFAB-100	0,1	3,0	" "	1	-	
8.	Okręt podwodny/w pozycji nawodnej/	PTAB-100	0,1	3,7		3-4	1-2	
		OFAB-100	0,1	3,0		3-4	1-2	
		FAB-100	0,1	3,5		3-4	1-2	
		FAB-250	0,1	5,5		1-2	1	
		FAB-500	0,1	8,0		1	-	
9.	Tankowiec	FAB-100	0,1	3,5	" "	1	-	
		FAB-250	0,1	5,5	" "	1	-	
		FAB-500	0,1	8,0	" "	1	-	
		OFAB-100	0,1	3,0	" "	1	-	
10.	Samobieżna barka desantowa.	FAB-100	0,1	3,5	" "	1	-	
		FAB-250	0,1	5,5	" "	1	-	
		FAB-500	0,1	8,0	" "	1	-	
		OFAB-100	0,1	3,0	" "	1	-	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	Bateria artylerii brzegowej	BRAB-1000	0,1	bezp.traf.	3000	1 xxx		

U W A G A: Minimalna wysokość bombardowania zapewnia przebicie poziomego okrętu bombami zrzuconymi z lotu poziomego.

x Konieczną ilość trafień uwzględniać dla obliczeniowej powierzchni okrętu.
xx Uszkadza pokład startowy lotniskowca.
xxx Jedno trafienie w każdą basztę.

Załącznik Nr. 3

BLANKIET OBLICZEŃ BOMBARDIERSKICH

Cel Nr .....

TAJNE
(po wypełnieniu)
Egz. Nr .....

1. Nazwa celu .....
2. Wymiary celu: D ..... K .....
3. Ilość rzędów samolotów w ugrupowaniu bojowym N_{ugr} .....
   Odstęp między s-tami w ugrupowaniu bojowym I .....
4. Bomba ..... Zapa nik ..... Opóźnienie .....
5. Taktyczna norma rażenia bomby f_b .....
6. Konieczna ilość trafień $M_t = \frac{D \cdot K}{f_b}$ .....
7. Ilość bomb na samolocie n_1 .....
8. Ilość bomb w serii n .....
9. Metoda celowania i zrzutu bomby .....
10. Wysokość zrzutu H_z ..... Prędkość zrzutu V_z .....
11. Kąt nurkowania λ .....
12. Stopień bombardierskiego wyszkolenia załóg .....
13. Uchylenie prowdopodobne: UD ..... UK .....
14. Wymiary celu w UP: $K_d = \frac{D}{UD} =$ .....
    $K_k = \frac{K}{UK} =$ .....
15. Odstęp między s-tami w ugrupowaniu bojowym w UP: $K_I = \frac{I}{UK} =$ .....
16. Procent trafień na donośność D min. = ... %
    w kierunku K min. = ... %
    Odstęp serii $K_i =$ ..... $i = K_i \cdot UD =$ ..... m
17. Procent trafień w powierzchnię celu $P_{min} = \frac{D_{min} \cdot K_{min}}{100} =$ ..... %
18. Oczekiwana ilość trafień z jednego samolotu: $M = \frac{n_1 \cdot P_{min}}{100} =$ .....
19. Konieczna ilość samolotów $N = \frac{M_t}{M} =$ .....
    Oczekiwany rezultat działań $M_o = \frac{M \cdot N_{rz}}{M_t} \cdot 100 =$ .....
20. Rzeczywista trafień ilość $M_{rz} =$ .....

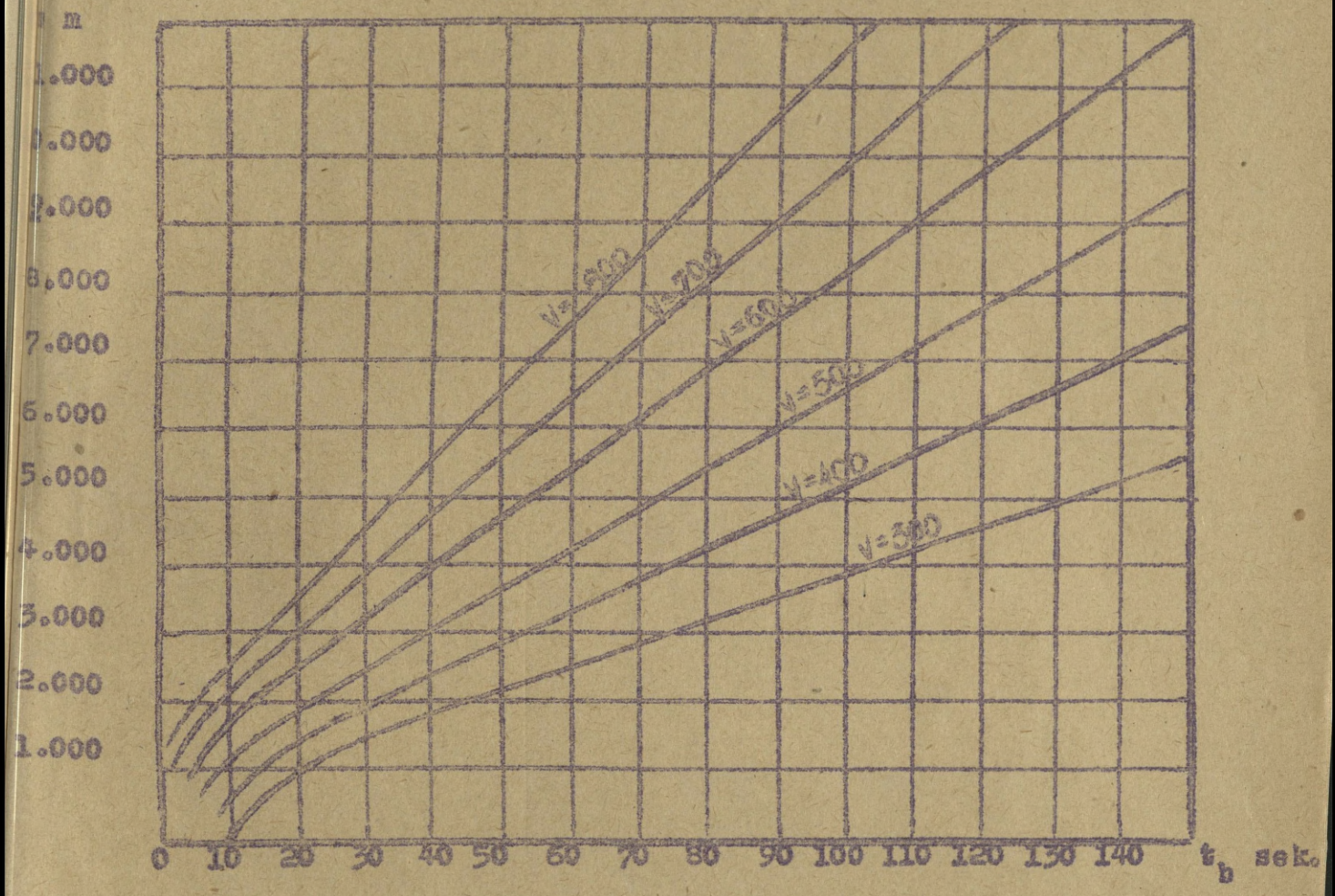
Nawigator .....

Dnia ..... " ..... 195 .... r. .....
(Stopień, nazwisko, podpis)

Załącznik Nr. 4

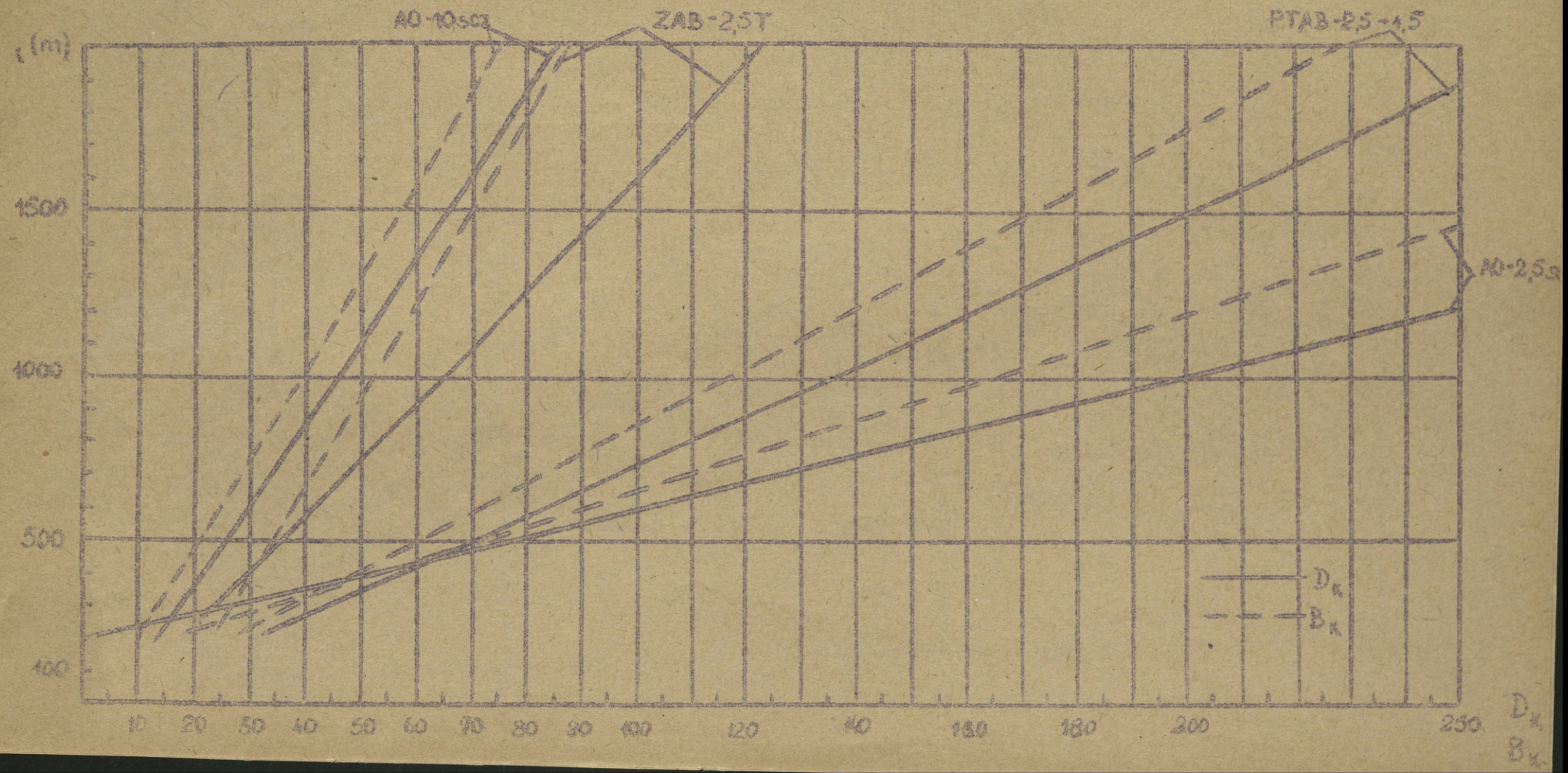
I

WYKRES WARTOSCI " t_b "



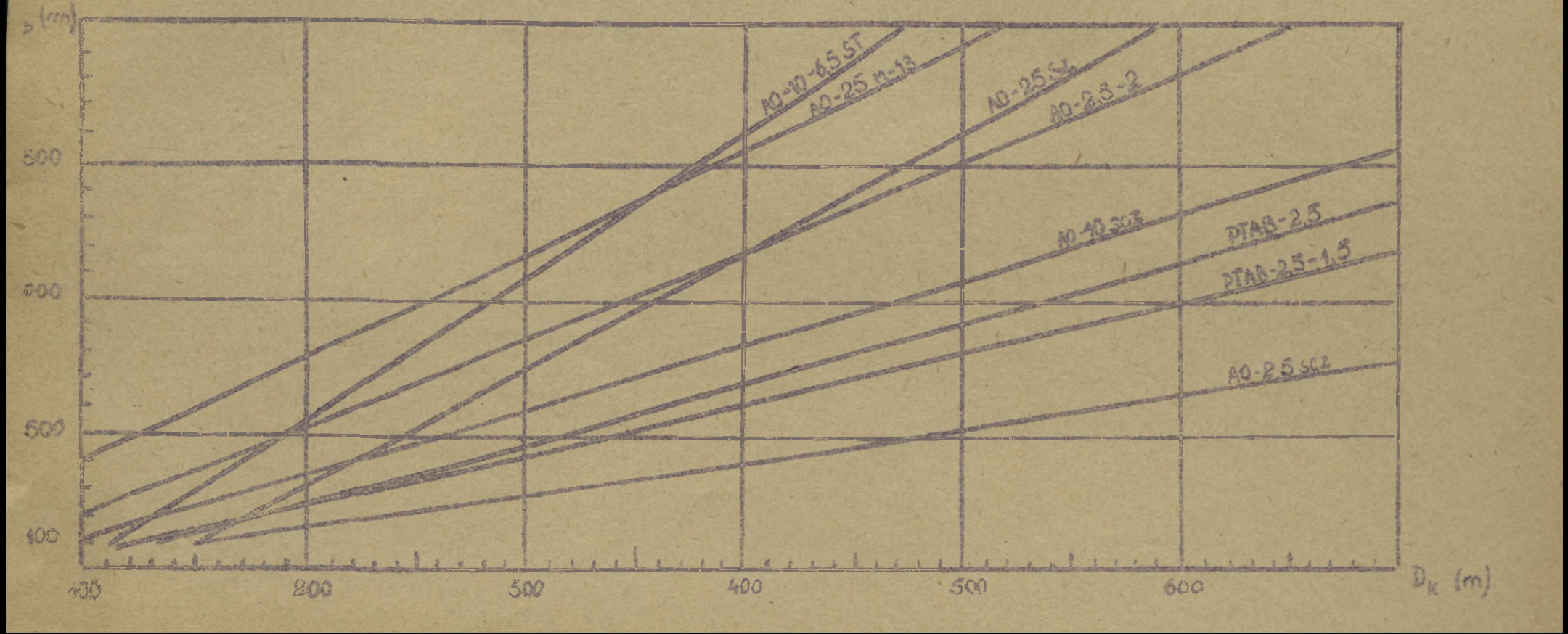
Załącznik Nr. 5.

Wykres średnich wielkości głębokości /D_k/ i szerokości /B_k/ powierzchni pokrycia bombami przy bombardowaniu z nurkowania pod kątami 30-40° z samolotów Il-10 jednozasobnikowymi kasetami bombowymi RBK-250.



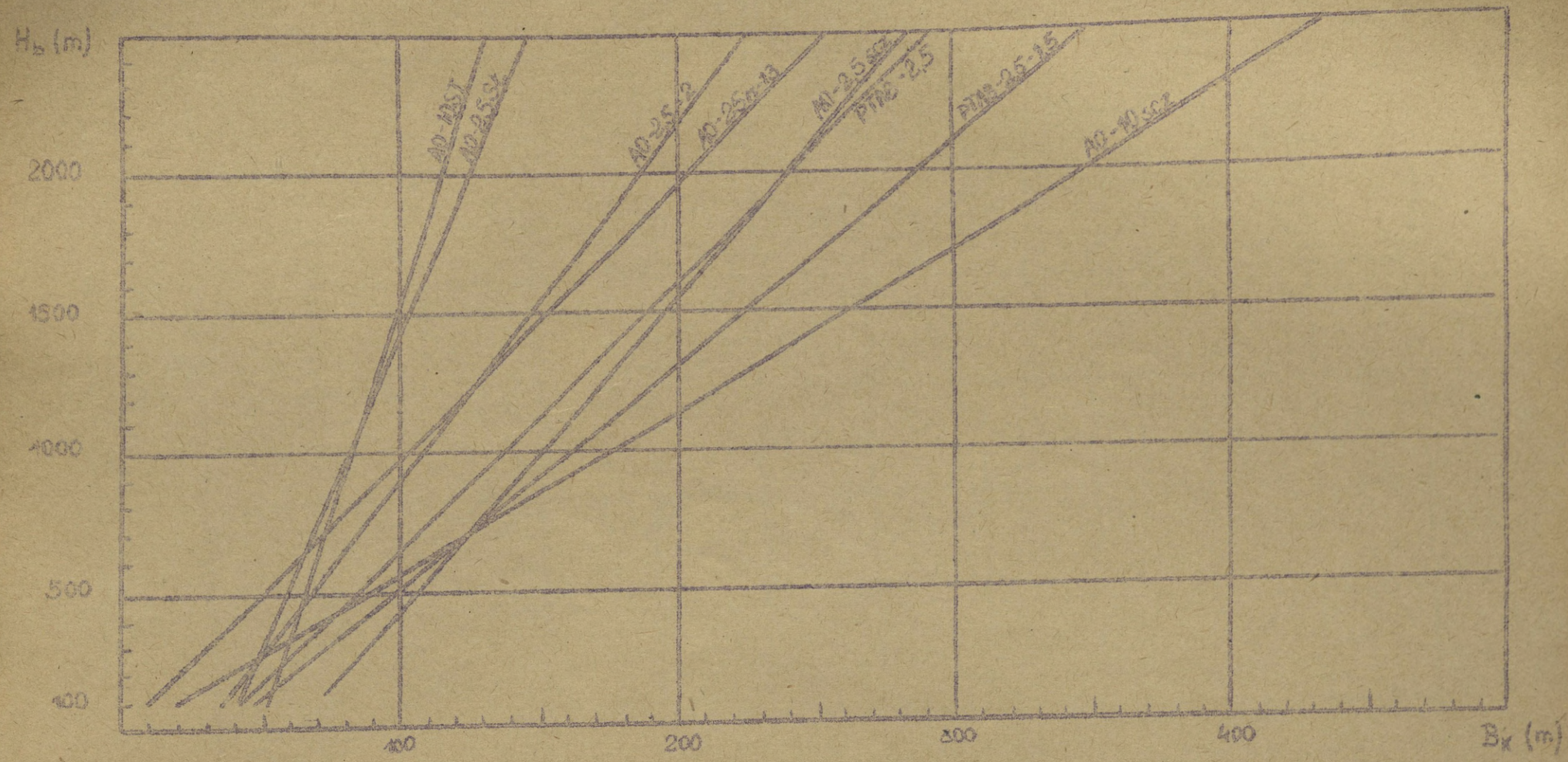
/D_k/

Wykres średnich wielkości głębokości powierzchni pokrycia bombami jednej komory bombowej samolotu Il-10 przy bombardowaniu z lotu poziomego.



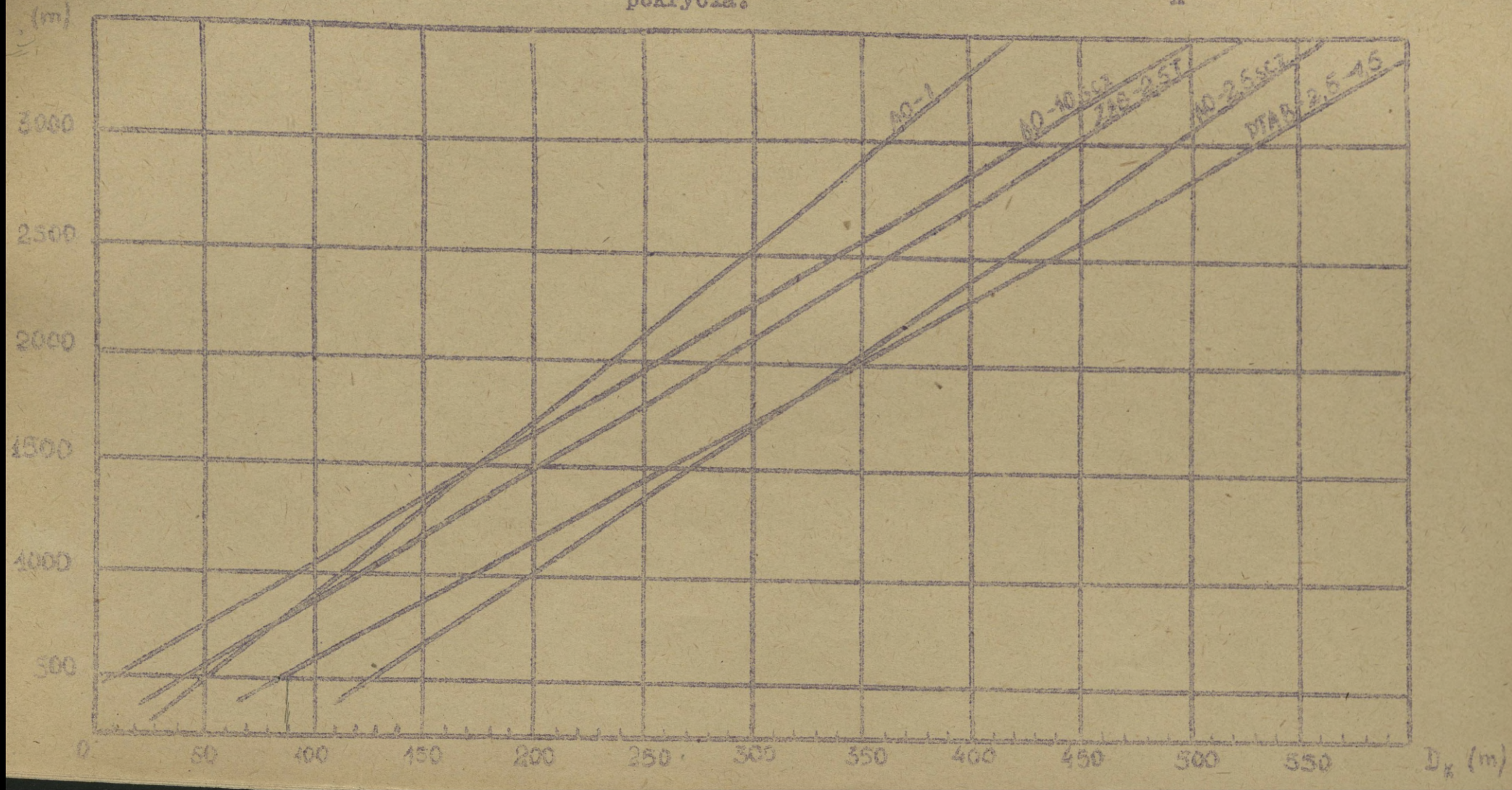
Załącznik Nr. 7

b/ Wykres średnich wielkości szerokości /B_k/ powierzchni pokrycia bombami jednej komory bombowej samolotu Il-10 przy bombardowaniu z lotu poziomego.

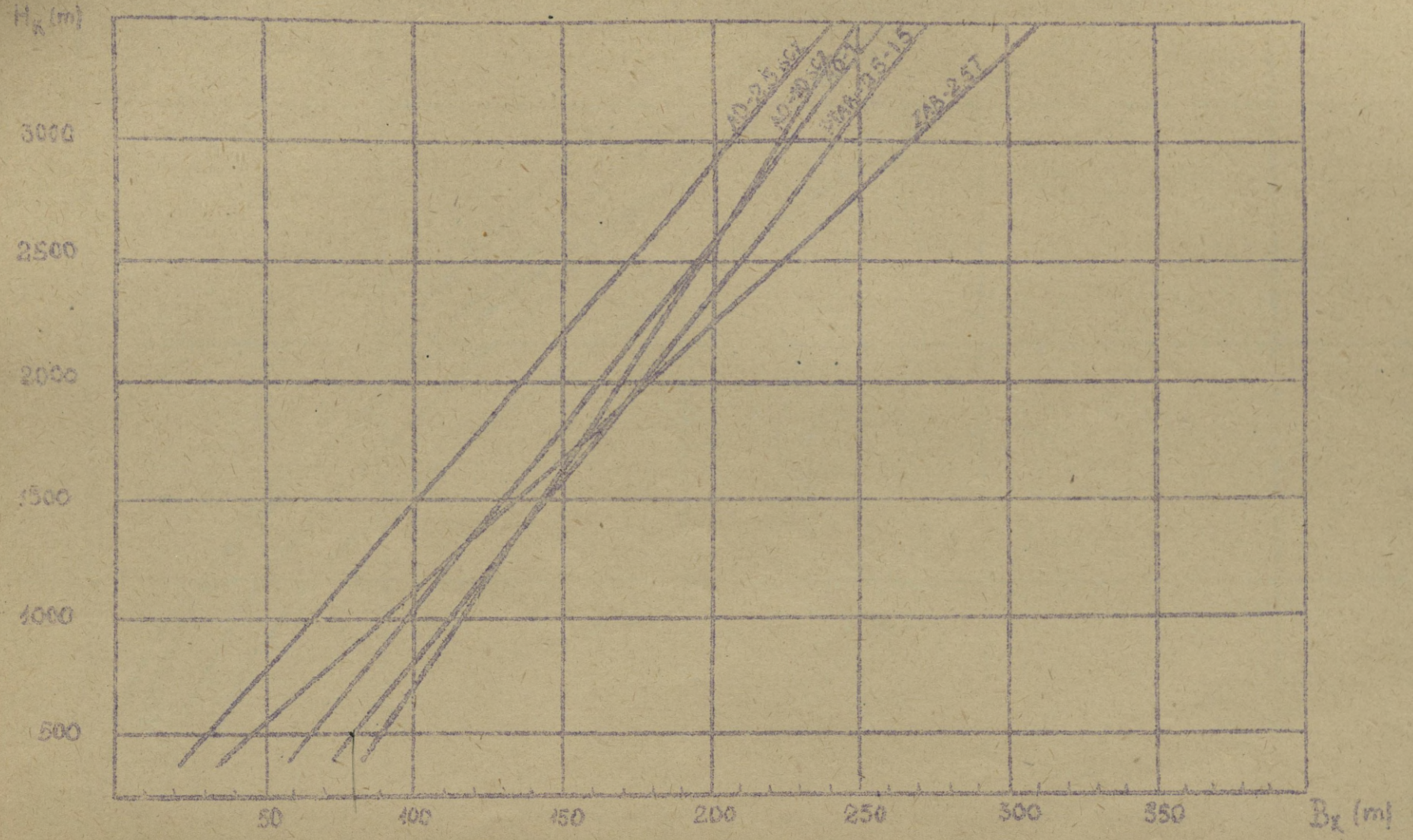


Wykres średnich wielkości głębokości /D_k / i szerokości/B_k/ powierzchni pokrycia bombami przy pojedyńczym bombardowaniu z lotu poziomego jednorazowymi kasetami bombowymi RBK-250 przy V = 360-700 km/godz. i H = 2000 - 10000 m.

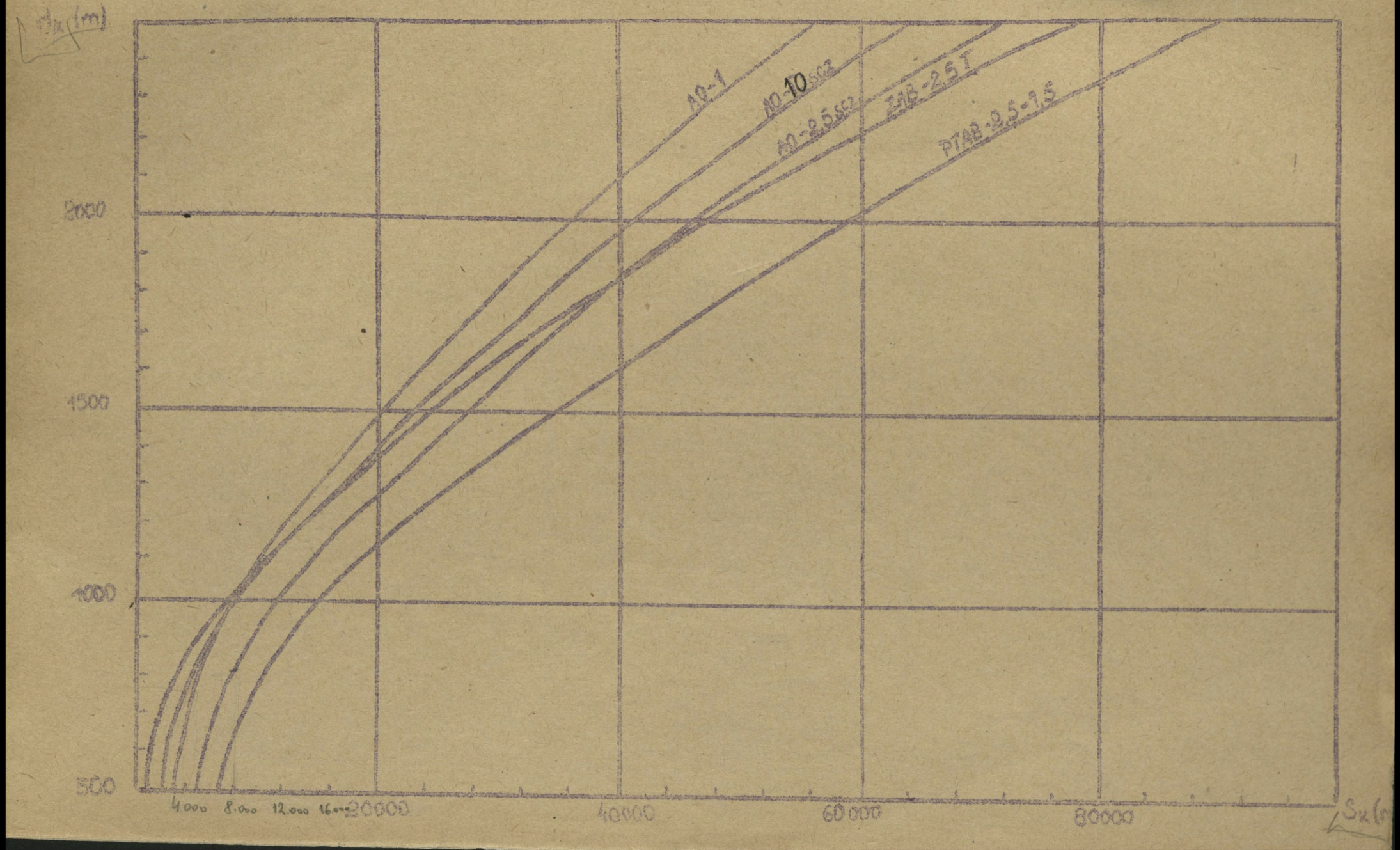
a/ Wykres średnich wielkości głębokości /D_k / powierzchni pokrycia.



b/ Wykres średnich wielkości szerokości /B_k/ powierzchni pokrycia

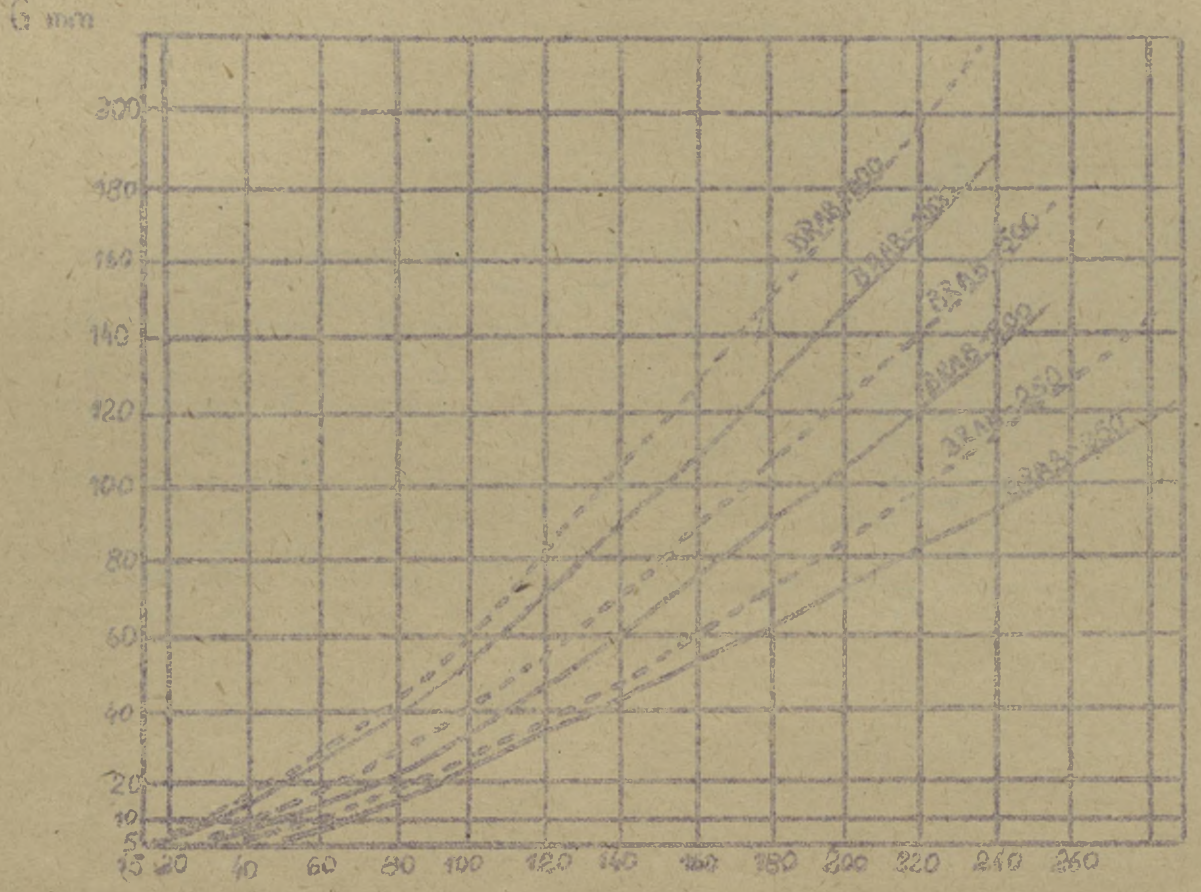


Wykres średnich wielkości powierzchni pokrycia kasety
RBK-250 przy pojedyńczym bombardowaniu z lotu poziomego w zależności
od wysokości działania kasety H_k / H=2000-10000 m, V=360-700 km/godz /

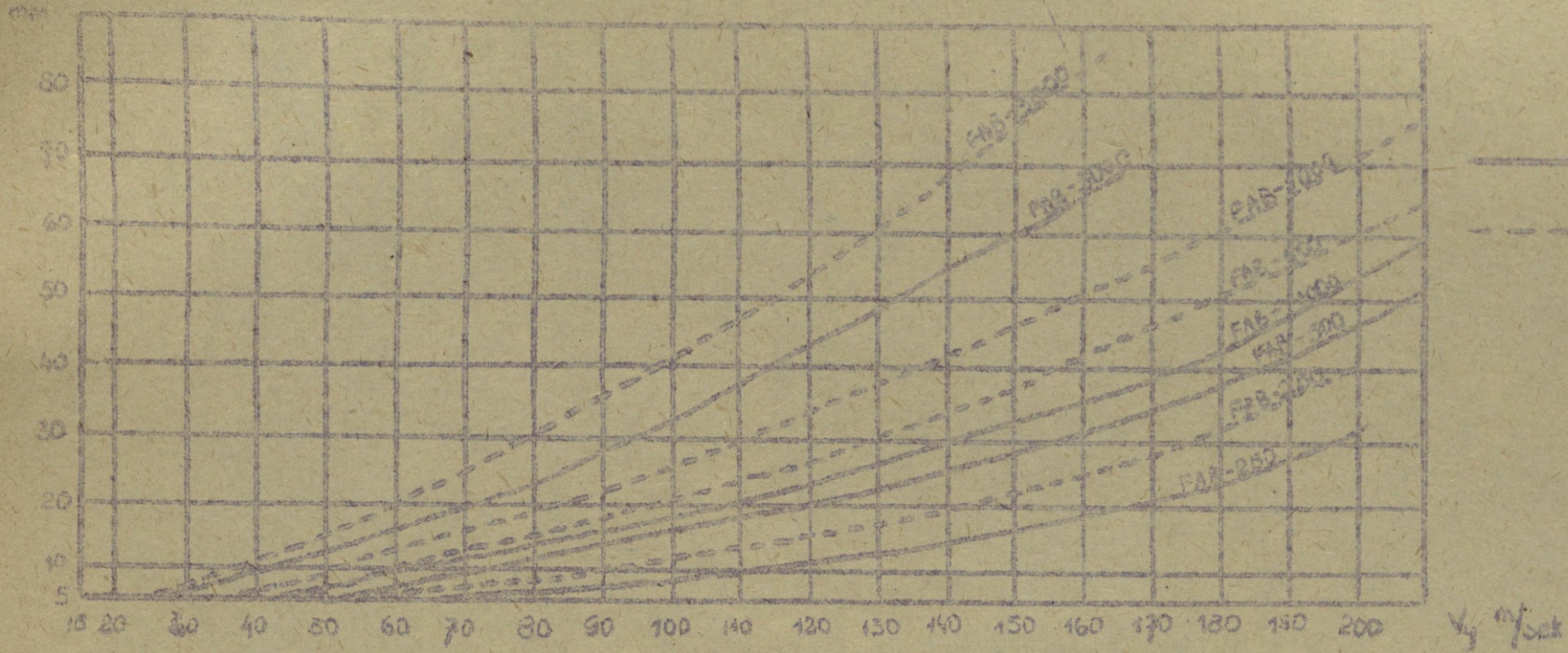


Załącznik Nr. 11.

Grubość przebijanego pancerza G /mm / w zależności od prędkości końcowej /V_y/ bomb przeciwpancerno-burzących.

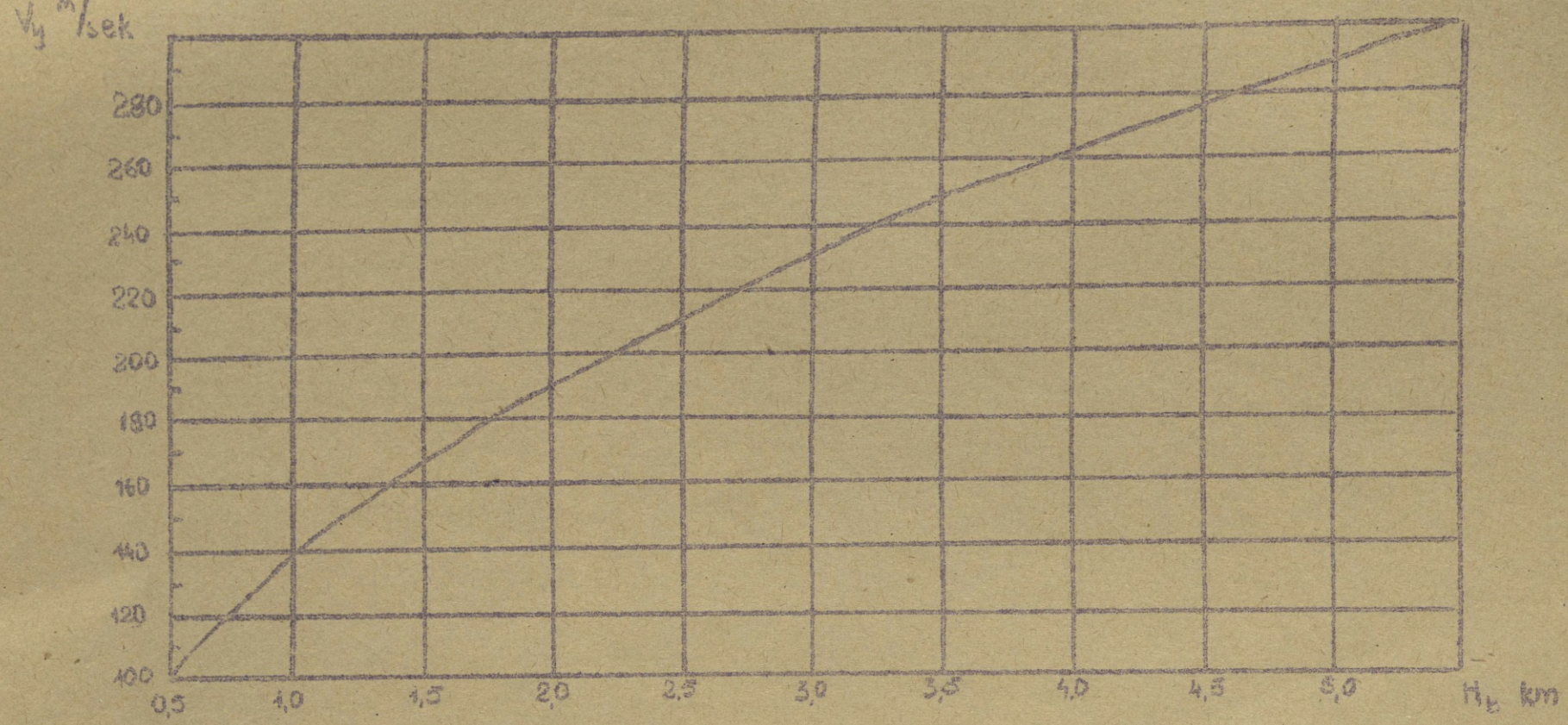


Grubość przebijanego pancerza / G mm/ w zależności od prędkości końcowej V_y bomb burzących.



Załącznik Nr. 13.

Wykres przybliżonej prędkości końcowej / V_y / bomby w zależności od wysokości zrzutu /H_b/ przy bombardowaniu z lotu poziomego.



Przykładowa tablica operacyjnych norm rażenia

Lp.	Rodzaj celu	Wymiary celu D x K m.	Konieczna ilość samolotów B	Ładunek bombowy na samolot.	Oczekiwany rezultat działań.
1.	Bateria artylerii na SO	150 x 50	6 Il-10	40 AO - 10 i 20 OFAB- 50	Zniszczenie i uszkodzenie do 30 % sprzętu i 20 % obsługi.
2.	Skupienie siły żywej na terenie odkrytym.	200 x 200	1 Il-10	176 AO - 2,5 lub 40 AO-10 i 20 OFAB-50	Zniszczenie do 15 % siły żywej.
3.	Kolumna czołgów	D = 500	7 Il-10	144 PTAB-2,5-1,5 i 2 OFAB-100	Uszkodzenie do 30 % sprzętu
4.	Czołgi w ugrupowaniu bojowym.	200 x 200	6 Il-10	144 PTAB-2,5-1,5 i 2 OFAB-100	Uszkodzenie do 30 % sprzętu
5.	Kolumna wojsk zmotoryzowanych	D = 500	7 Il-10	40 AO-10 i 200FAB-50 lub 54 AO-10-6,5 i 2 OFAB-100	Zniszczenie i uszkodzenie do 15 % sprzętu i 10 % siły żywe

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
31297.
II
Akademia