R G B WH GR BL Grey Scale #13 C M Y K
Part Code ST1316
DANES-PICTA.COM
A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

4290

DOWÓDZTWO LOTNICTWA W. P.

Lot. - 19/47

Tylko do użytku służbowego

Egz. nr .....

BOMBARDOWANIE Z SAMOLOTU IŁ-2

WOJSKOWY
T NAUKOWO-WYDAWNICZY
1 9 4 7

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

4290

DOWÓDZTWO LOTNICTWA W. P.

Lot. - 19/47

Tylko do użytku służbowego

Egz. nr .....

BOMBARDOWANIE Z SAMOLOTU IŁ-2

WOJSKOWY
T NAUKOWO-WYDAWNICZY

1 9 4 7

XCOA

DOWÓDZTWO LOTNICTWA W. P.

Lot. - 19/47

Tylko do użytku służbowego

Egz. nr .....

BOMBARDOWANIE Z SAMOLOTU IŁ-2

XXII, 11, 14.

WOJSKOWY
INSTYTUT NAUKOWO-WYDAWNICZY
1947

DOWÓDZTWO LOTNICTWA W. P.

Warszawa, dnia 28 stycznia 1947 r.

ZARZĄDZENIE WPROWADZAJĄCE nr 37

Zatwierdzam tylko do użytku służbowego podręcznik „Bombardowanie z samolotu Il-2".

DOWÓDCA LOTNICTWA
(—) *POŁYNIN*
generał broni

4194/II

Biblioteka Wojskowego Instytutu Techn.
Sztabu Generalnego W. P.
Nr. .....
„——" ..... 194 ..... r.

Biblioteka Techniczna
Nr. inw. 4290
K D

22587

Biblioteka Główna ASG
im. gen. brygad. K. Świerczewskiego
V

WSTĘP

Niniejszy krótki podręcznik bombardowania z samolotu Ił-2 ma na celu:

1. ułatwić pilotom szkolącym się na pilotów szturmowych poznanie teorii bombardowania;

2. ustalić sposoby, istotę i metodykę użycia samolotu Ił-2 do zadań bombardowania.

Podręcznik ten opiera się w głównej mierze na doświadczeniu bojowym pilotów, którzy brali bezpośredni udział w walkach powietrznych z niemieckimi najeźdźcami, na osobistym doświadczeniu autora w szkolno-ćwiczebnym pułku oraz na radzieckich instrukcjach lotniczych.

Układ i zakres wiadomości w zupełności odpowiada programowi bombardowania w radzieckim „Podręczniku wyszkolenia bojowego lotnictwa szturmowego na samolocie Ił-2" wydanym w 1945 r.

Podręcznik uwzględnia przygotowanie do bombardowania pilotów kończących naukę w szkołach lotniczych na samolotach innych typów. **Nie uwzględnia natomiast różnicy między bombardowaniem celów stałych i ruchomych podając jedynie zasadnicze sposoby celowania bez poprawek na ruch celu.**

ROZDZIAŁ I

BALISTYKA BOMBARDOWANIA LOTNICZEGO

§ 1. Bombardowanie z lotu poziomego w ciszy

Bomba, zrzucona z samolotu w locie poziomym, podlega działaniom sił: ciężkości, szybkości poziomej i oporu powietrza. Pod działaniem siły oporu powietrza:

a) pozioma szybkość bomby, która w momencie oderwania się bomby od samolotu równa się poziomej szybkości samolotu, ulega ciągłemu zmniejszaniu, wskutek czego bomba pozostaje w tyle za samolotem (zwłoka bomby);

b) szybkość pionowa bomby jest hamowana w porównaniu z szybkością lotu bomby, zrzuconej w próżni z tej samej wysokości.

Podstawowymi oznaczeniami balistyki bombardowania są: (rys. 1)

a) donośność bomby A — odległość pozioma od rzutu punktu zrzutu na płaszczyznę wybuchu — do punktu wybuchu bomby;

b) zwłoka bomby — odległość pozioma od punktu wybuchu bomby do rzutu punktu, w którym znajduje się samolot w chwili upadku bomby na płaszczyznę wybuchu;

c) linia celowania — linia łącząca oko strzelca bombowego w momencie zrzutu bomby z celem;

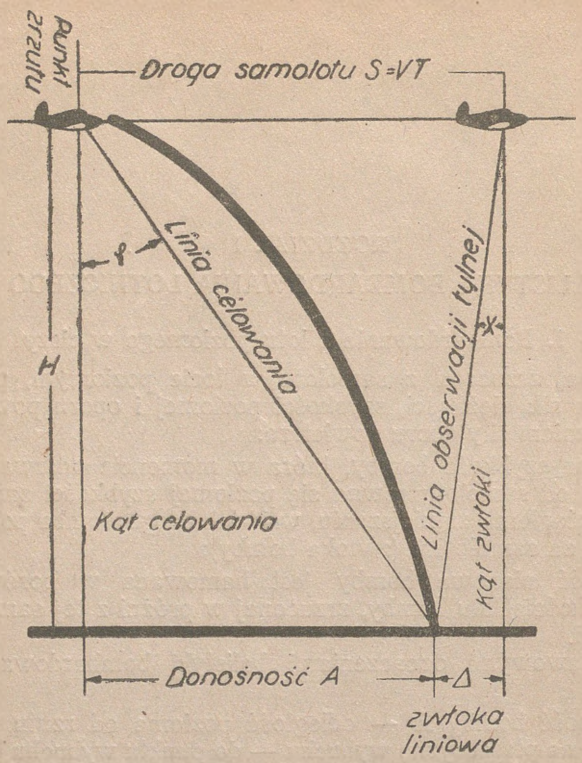
d) linia tylnej obserwacji — linia łącząca punkt, w którym znajduje się samolot w chwili uderzenia bomby z punktem trafienia;

e) kąt celowania — kąt zawarty między prostopadłą, opuszczoną z punktu zrzutu, a linią celowania. Oznaczamy go literą φ;

f) kąt zwłoki — kąt zawarty między prostopadłą, opuszczoną z samolotu w momencie uderzenia bomby, a linią tylnej obserwacji;

g) czas lotu bomby T — czas wolnego spadku bomby od punktu zrzutu do chwili uderzenia.

h) droga samolotu w czasie spadania bomby = S = VT. Donośność bomby = A. Wielkość liniowa zwłoki oznaczona jest literą Δ A + Δ = S.



Rys. 1. Elementy toru bomby

$$A = S - \Delta = VT - \Delta$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{A}{H} = \frac{VT - \Delta}{H}$$

gdzie V — szybkość powietrzna samolotu.

Wzór ten służy do obliczenia kąta celowania w ciszy (bez wiatru.

Wielkość T i Δ bierze się z tabel balistycznych.

Każdy typ bomb, w zależności od swego ciężaru i kształtu, ma własne cechy balistyczne. Właściwości balistyczne bomby uwzględnia się w obliczeniach bombardierskich na podstawie „charakterystycznego czasu lotu bomby" = Θ. Określamy nim czas lotu bomby, zrzuconej przy szybkości powietrznej samolotu V = 144 km/godz. z wysokości H = 2000 m, w warunkach standartowej atmosfery (ciśnienie 760 mm rtęci, temperatura +15° C, wilgotność 50%).

Przykład.

H = 300 m, V = 280 km/godz., Θ = 21 sek.

Obliczyć kąt celowania.

Rozwiązanie.

1. Wypisać z tabel balistycznych T = 7,9 sek, Δ = 24 m.

2. Obliczyć wartość: $\operatorname{tg} \varphi = \frac{VT - \Delta}{H} = \frac{280 \cdot 7{,}9 - 24}{3{,}6 \cdot 300} = 1{,}96$

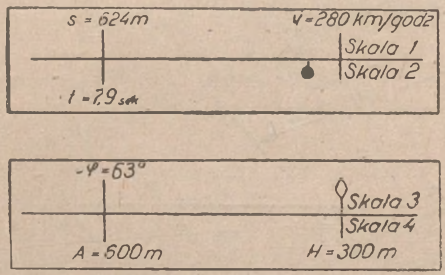
3. Z uzyskanego $\operatorname{tg} \varphi$ = 1,96 znaleźć $\varphi = 63^0$ w tabelach funkcji trygonometrycznych (załącznik 6).

W praktyce kąt φ oblicza się zawsze na linijce NL-7 (rys. 2) albo bierze z tabel.

Obliczenie na NL-7.

1. Okrągły wskaźnik (2) zrównać z V = 280 km/godz. i naprzeciw czasu T = 7,9 sek. (2) znaleźć S = 624 m; obliczyć A = VT — Δ = 624 — 24 = 600 m.

2. Trójkącik (3) zrównać z H = 300 m i naprzeciw A = 600 m (4) odczytać kąt $\varphi = 63^0$ (3).



Rys. 2. Obliczenie kąta na linijce NL-7

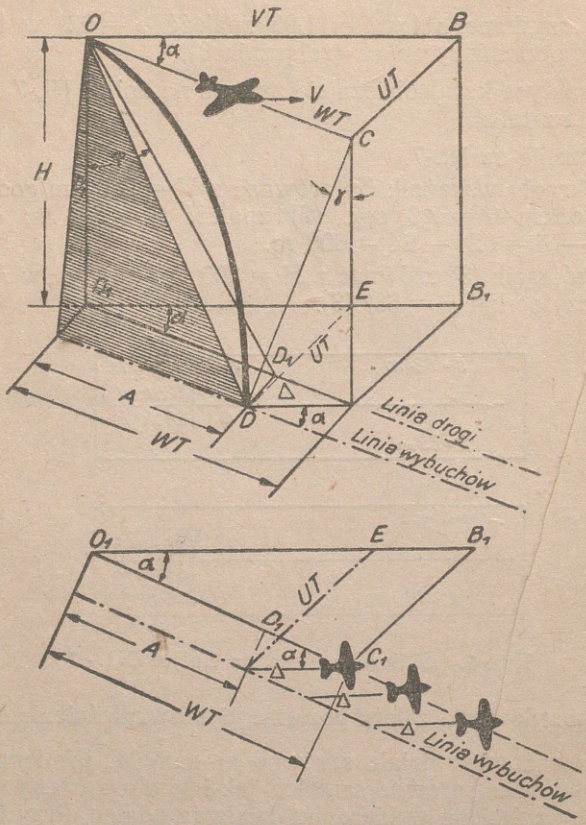
§ 2. Bombardowanie z lotu poziomego z uwzględnieniem wiatru

Ponieważ wiatr działa zarówno na samolot jak i na spadającą bombę, więc zarówno samolot jak i bomba zostaną w czasie lotu bomby zniesione w kierunku działania wiatru. Przy bombardowaniu z bocznym wiatrem bomba przesunie się względem linii drogi samolotu o wielkość δ m.

Na rys. 3 wielkość zniesienia bocznego oznaczona jest DD1. Jeżeli z samolotu zrzucimy kilka bomb w określonych odstępach czasu, to wszystkie bomby wybuchną na linii równoległej do linii drogi samolotu, zwanej linią wybuchów. Przy bombardowaniu należy linię wybuchów przeprowadzić przez cel.

Przy bombardowaniu w łożu wiatru, linia wybuchów pokrywa się z linią drogi samolotu. Kąt celowania przy bombardowaniu z bocznym wiatrem oblicza się wg wzoru:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{WT - \Delta}{H},$$ gdzie W jest szybkością podróżną samolotu.



Rys. 3. Elementy toru bomby przy wietrze bocznym

Przykład.

H = 50 m, V = 320 km/godz., Θ = 20,5 sek., W = 300 km/godz., celownik WW-1. Obliczyć kąt celowania.

Rozwiązanie.

1. Wypisać z tabel balistycznych
   $T = 3{,}2$; $\Delta = 2$ m.

2. Obliczyć wartość $\operatorname{tg}\varphi = \frac{WT - \Delta}{H} = \frac{(300 \cdot 3{,}2) - 2}{3{,}6 \cdot 50} = 5{,}3$

Z tabel trygonometrycznych (załącznik 6) znaleźć wartość kąta dla $\operatorname{tg}\varphi = 5{,}3$. W praktyce kąt φ oblicza się na linijce NL-7 albo bierze się z tabel. Kąt $\varphi = 80^0$.

§ 3. Bombardowanie ze stromego lotu ślizgowego

Przy bombardowaniu ze stromego lotu ślizgowego zwiększa się znacznie celność bombardowania. Uzyskujemy w ten sposób dobre rażenie celów punktowych. Bombardowanie ze stromego lotu ślizgowego jest zasadniczym sposobem bombardowania z samolotu Il-2. Przy bombardowaniu ze stromego lotu ślizgowego przyjmuje się następujące oznaczenia (rys. 4): linia obserwacji — każda linia od oka do celu przed lub po zrzucie; linia celowania — jak wyżej, lecz tylko jeżeli kąt obserwacji równa się kątowi celowania.

1. Hwpr — wysokość wprowadzenia samolotu w lot ślizgowy;

2. Hzrz — wysokość zrzutu bomby;

3. ΔH = Hwpr — Hzrz = głębokość lotu ślizgowego do momentu zrzutu bomby;

4. λ = kąt lotu ślizgowego. Kąt zawarty między poziomem a linią lotu ślizgowego samolotu;

5. φ' = kąt celowania pomocniczego (lub wstępnego) = kąt zawarty między prostopadłą z punktu wprowadzenia samolotu w lot ślizgowy a linią obserwacji celu;
(przy bombardowaniu z lotu poziomego kąt ten oznacza się α).

6. φ = kąt celowania = kąt zawarty między prostopadłą z punktu zrzutu a linią celowania.

7. ψ = kąt wyprzedzenia = kąt zawarty między osią samolotu a linią celowania w chwili zrzutu bomby;

8. ω = kąt celu = kąt zawarty między linią lotu poziomego samolotu a linią celowania, określający moment zrzutu bomby przy bombardowaniu z lotu ślizgowego;

9. X = rzut drogi jaką przebył samolot od chwili przejścia w lot ślizgowy do chwili zrzutu bomby;

10. A = donośność bomby — odległość od prostopadłej, opuszczonej na płaszczyznę wybuchu z punktu zrzutu do punktu wybuchu bomby;

11. F = wyprzedzenie liniowe — odległość od punktu wybuchu do punktu przecięcia się przedłużenia podłużnej osi samolotu (linii lotu ślizgowego) z płaszczyzną celu;

12. β = kąt dopełniający = $90^0 - \alpha$ ew. $90^0 - \varphi$;

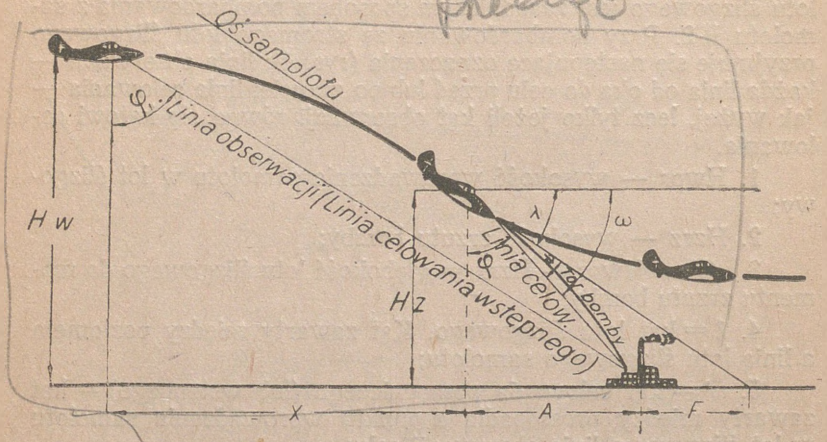
13. Celowanie pomocnicze — naprowadzanie lub utrzymywanie celu pomocniczego (pomocniczego punktu orientacyjnego) w określonym punkcie celownika;

14. Kąt ustalony — kąt zawarty między pionem a linią obserwacji (lub celowania) przez ustalony punkt samolotu (zwykle maska silnika lub przednia krawędź skrzydła);

15. U = szybkość wiatru;

16. t = czas lotu ślizgowego;

17. T = czas lotu bomby.



Rys. 4. Elementy toru (lotu) bomby przy stromym locie ślizgowym

Elementy toru (lotu) bomby przy stromym locie ślizgowym

Chcąc trafić w cel, należy bombę zrzucić dokładnie w określonym punkcie, lecąc w chwili zrzutu bomby z określonym kątem lotu ślizgowego i określoną szybkością.

(rys. 4) Moment wprowadzenia w lot ślizgowy oblicza się przy pomocy kąta celowania wstępnego (obserwacji) φ', który znajdujemy według wzoru:

$$\operatorname{tg}\varphi' = \frac{X + A}{Hwpr}$$

W praktyce kąt ten określają dwie kreski znajdujące się na bocznej szybie kabiny pilota.

Jeżeli nie uwzględnimy wiatru i wprowadzimy samolot w lot ślizgowy wg wstępnego kąta celowania, otrzymamy przy tylnym wietrze bombę długą albo przy wietrze czołowym bombę krótką. Aby tego uniknąć, wprowadzamy samolot w lot ślizgowy nie dolatując do tego kąta lub przelatując go o wielkość $A = U\ (t + T)$. Kąt celowania wstępnego oblicza się więc według wzoru:

$$tg\varphi' = \frac{X + A \pm U(t + T)}{Hwpr}$$

ROZDZIAŁ II

BOMBARDOWANIE Z LOTU KOSZĄCEGO I Z MAŁEJ WYSOKOŚCI

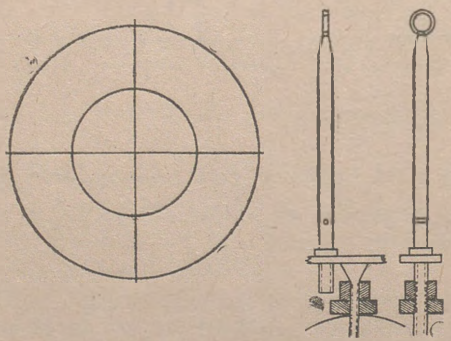
§ 4. Celownik WW-1 i kąty celowania ustalone przy bombardowaniu

Przy bombardowaniu celów zarówno naziemnych jak i powietrznych z samolotu Il-2 posługujemy się celownikiem WW-1 (Wizjer Wasiliewa nr 1, rys. 5).

Części składowe celownika WW-1:

1. siatka — stanowią ją dwa pierścienie współśrodkowe i dwie kreski przecinające się pod kątem 90°, tworząc krzyż. Siatka ta narysowana jest na wewnętrznej stronie przedniej szyby kabiny. Pierścienie siatki nakreślone są w formie elips tak, że wobec nachylenia szyby pilot widzi je w kształcie kół;

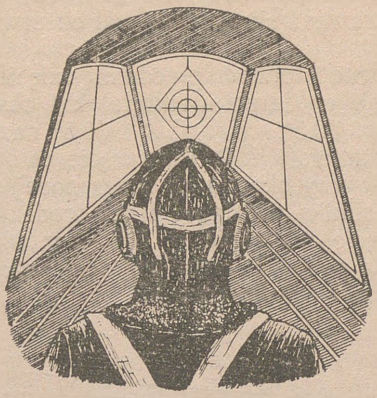
2. muszka ustawiona na kadłubie samolotu w odległości (bazie) 1020 mm przed siatką. Muszkę reguluje się zarówno w płaszczyźnie pionowej, jak też i poziomej (rys. 5).



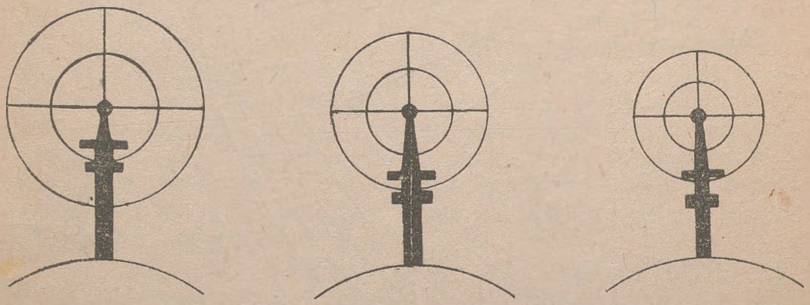
Rys. 5. Celownik WW-1

Pierścienie siatki pozwalają określić przy bombardowaniu kąt celowania od 82° do 90°. Wewnętrzny pierścień celownika odpowiada kątowi celowania = 86° albo też kątowi dopełniającemu $\beta = 4^0$ (rys. 8).

Zewnętrzny pierścień odpowiada kątowi celowania = 82^0 albo kątowi dopełniającemu $\beta = 8^0$. Celownik WW-1 wymaga utrzymania ustalonej odległości od oka strzelca do środka siatki celownika, równej 500 mm. Odległość ta odpowiada normalnemu położeniu głowy pilota w kabinie samolotu przy obserwacji wprost przed siebie (rys. 6).



Rys. 6. Wnętrze kabiny z celownikiem WW-1



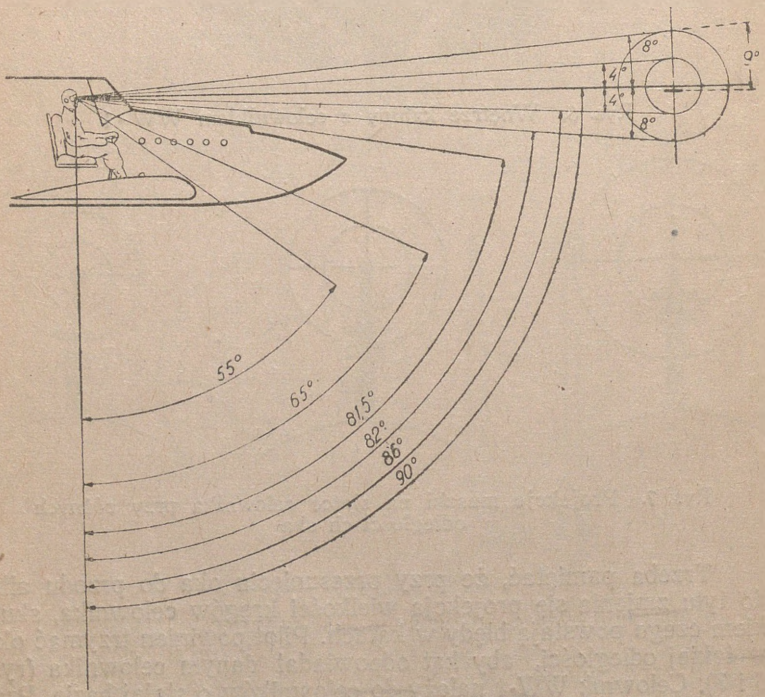
Rys. 7. Projekcje muszki na siatce celownika przy różnych odległościach oka

Trzeba pamiętać, że przy przesunięciu oka do przodu albo do tyłu zmienia się projekcja wielkości kręgów celownika, skutkiem czego powstają błędy w kątach. Pilot powinien trzymać oko w takiej odległości, aby kąt odpowiadał danym celownika (rys. 6 i 7). Celownik WW-1 należy do celowników o stałej bazie. Prawidłowość oddalenia oka pilota od siatki celownika określa się

przez projekcję zewnętrznego pierścienia siatki względem maski silnika i muszki. Jeżeli odległość oka od siatki wynosi mniej niż 50 cm, to zewnętrzny pierścień rzutuje się powyżej nakrętki muszki. Przy właściwej odległości pierścień ten rzutuje się na nakrętce muszki (rys. 7).

Dokładne ustalenie oka pilota oraz utrzymanie warunków lotu poziomego mają zasadniczy wpływ na dokładność bombardowania. Przy dokładnej odległości oka przy obserwacji terenu przez przednią krawędź skrzydeł — kąt obserwacji będzie równy kątowi 55°.

Przy obserwacji ponad przednim ucięciem maski silnika (środkowy występ w kierunku śmigła) kąt obserwacji odpowiadać będzie kątowi 80,5°. Kąty 55° i 80,5° nazywają się kątami ustalonymi dla samolotu Il-2. Przy kącie celowania = 80,5° — moment zrzutu bomby określa się przez podejście celu do górnej krawędzi maski silnika widzianej przez środek skrzyżowania celownika. Przy kącie celowania = 55° — moment zrzutu bomby określa się przez podejście celu pomocniczego na trawersie do przedniej krawędzi skrzydła (rys. 8).



Rys. 8.

Długość wytrzymania czasu oblicza się w razie potrzeby od momentu zakrycia środka celu przez maskę silnika lub skrzydło.

§ 5. Wykonanie bombardowania z lotu koszącego i z małej wysokości

Bombardowanie z małej wysokości stosuje się do rażenia ważnych celów taktycznych. Lot koszący jest najlepszym środkiem, umożliwiającym zaskoczenie wojsk znajdujących się w marszu, rezerw taktycznych, czołgów, stanowisk artylerii i moździerzy, samolotów i sprzętu na lotniskach, transportów kolejowych, mostów, przepraw i środków łączności nieprzyjaciela.

Najwygodniejszą wysokością dla niespodziewanego wyjścia na cel i rażenia go jest wysokość 25 — 50 m. Podejście do celu powinno być przeprowadzone z kierunków zapewniających największą możliwość zaskoczenia i rażenia.

Bombardowanie z wysokości do 300 m z lotu poziomego stosuje się w wypadkach niskiego pułapu chmur, utrudniającego bombardowanie innymi sposobami. Przy bombardowaniu z mniejszych wysokości (poniżej wysokości bezpiecznej) używa się zapalników ze zwłoką. Zwłokę zapalnika należy ustawić tak, żeby zabezpieczyć samolot od rażenia odłamkami własnych bomb (załącznik 7). Przy bombardowaniu z lotu koszącego używa się zapalników: dla bomb FAB przy minimalnej wysokości 20 m AW-1, dla AO przy minimalnej wysokości 30 m AWSZ-2. Podane wysokości zabezpieczają samolot od fali wybuchu i dużych odłamków.

Wyjście na kurs bojowy i początek drogi bojowej powinien być oddalony od celu o 3 — 5 km. Po przyjściu na początek drogi bojowej z nadmiarem wysokości do 100 m względem żądanej, pilot ustala miejsce celu w krótkim locie ślizgowym, co daje mu możność obejrzeć cel przez maskę silnika, następnie naprowadza skrętami samolot na cel i po zejściu na żądaną wysokość wprowadza samolot w lot poziomy. Kiedy cel znajdzie się pod kątem celowania następuje zrzut bomby.

Nie należy jednak zapominać, że przy lotach na małych wysokościach istnieje niebezpieczeństwo porażenia samolotu ogniem obrony naziemnej.

Dlatego też na małej wysokości należy podchodzić do celu z wykorzystaniem ukształtowania terenu dla skrytego podejścia. Najbardziej efektywnym i łatwym podejściem, zmniejszającym skuteczność wszystkich rodzajów ognia nieprzyjaciela przy podejściu do celu i odejściu od celu, jest manewr z ostrą górką na 30 — 50 m i szybkim zniżeniem do obliczonej wysokości; po ataku konieczna zmiana kierunku lotu. Przy wysokościach bombardowania mniejszych niż 100 m, obliczenie kąta celowania prze-

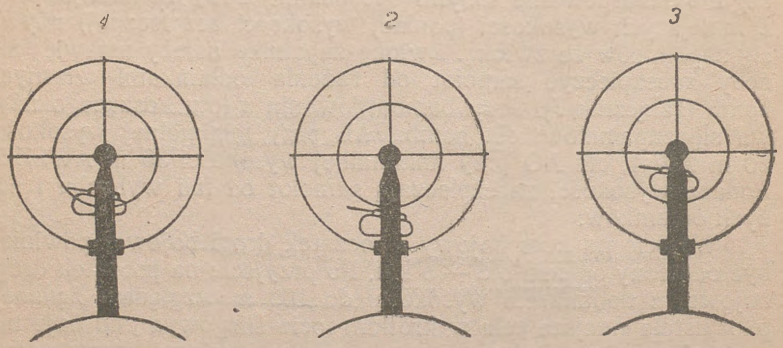
prowadza się według szybkości powietrznej. Wpływu wiatru na lot bomby przy tych wysokościach nie uwzględnia się, gdyż jest nieznaczny.

Bombardowanie z lotu koszącego i z małej wysokości charakteryzuje się dużymi kątami celowania, co pozwala na używanie celownika WW-1.

Kierunek nalotu przy bombardowaniu celów wąskich powinien przechodzić wzdłuż celu, albo pod niedużym kątem względem długości celu.

Stosując tę metodę przy bombardowaniu linii i mostów kolejowych zmniejszamy straty własne od ognia artylerii przeciwlotniczej i ognia k.m. przeciwlotniczych.

Specjalną uwagę przy atakowaniu z małej wysokości należy zwracać na zachowanie obliczonej wysokości i utrzymanie samolotu w linii lotu poziomego, ponieważ zmiana wysokości o ± 10 m przy założonych wysokościach bombardowania 25 — 50 m powoduje duże omyłki w kącie celowania, co w konsekwencji



Rys. 9. Określenie lotu poziomego wg celownika WW-1

daje wybuchy krótkie lub długie o 50 do 75 m. Nieutrzymanie warunków lotu poziomego wpływa także na celność bombardowania. Jeżeli nos samolotu będzie uniesiony, bomby zostaną zrzucone za wcześnie i upadną krótko i na odwrót. Omyłkę tę należy przy użyciu celownika WW-1 brać szczególnie pod uwagę (rys. 9; rysunek wskazuje cel przy kącie celowania = 86°).

Przy bombardowaniu z wysokości poniżej 50 m należy uwzględnić ześlizg bomby po powierzchni gruntu (celu) po jej uderzeniu. Latem ześlizg wynosi 50 — 100 m, zimą dochodzi do 150 m (załącznik 8). Wielkość ześlizgu zależna jest od szybkości samolotu, wagi bomby, wysokości lotu i twardości gruntu. Ześlizg uwzględnia się głównie do wysokości 50 m. Przy wysokościach 50 do 100 m ześlizg jest już nieznaczny, powyżej zaś

100 m ześlizgu nie uwzględnia się w ogóle. Przy obliczeniach kąta celowania dla bombardowania z lotu koszącego i z małych wysokości wielkość ześlizgu należy uwzględnić przez dodanie jego wielkości do donośności bomby „A". Ześlizg oznacza się literą c.

Uwaga. Tabele ześlizgów bomb (załącznik 5 i 8) zestawione są dla bomb z określonym charakterystycznym czasem lotu dla określonej pory roku i określonego rodzaju gruntu. Dlatego należy posługiwać się nim uważnie. Tabele te zestawione są na podstawie danych uzyskanych z doświadczeń, zawierają zatem liczby przeciętne.

§ 6. Obliczenie danych celowania

Bombardowanie celowane z lotu koszącego i z małej wysokości z samolotu Il-2 możliwe jest tylko dla ustalonych kątów celowania — 55°, 80,5° i większych.

Bombardowania według kątów celowania od 0° do 80,5° nie można wykonywać na skutek braku odpowiedniego celownika i niemożliwości obserwacji celu. Zrzucanie bomb odbywa się wówczas według wytrzymania czasu po przejściu celu przez odpowiedni kąt ustalony. Najczęściej stosuje się kąt ustalony 80,5°, odpowiadający górnej krawędzi maski silnika.

Kąty celowania oblicza się dla wysokości do 100 m bez uwzględnienia zwłoki bomby (na skutek nieznacznej jej wielkości dla wysokości 100 m); przy bombardowaniu z wysokości 100 m i większej zwłokę uwzględnia się. Poniżej wysokości 50 m należy koniecznie uwzględnić przy obliczeniach ześlizg, nie uwzględniając go jedynie przy bombardowaniu przeszkód stromych wystających nad powierzchnią ziemi, lub gdy są jakiekolwiek przeszkody, uniemożliwiające ześlizg bomby po powierzchni celu.

Bombardowanie przeprowadza się wg kąta ustalonego 80,5°, tj. według górnej krawędzi maski silnika. Kąt ten będzie dokładny, gdy oko pilota znajduje się na linii celowania w odległości 50 cm od skrzyżowania siatki celownika WW-1 i gdy samolot utrzymywany jest dokładnie w warunkach lotu poziomego. Obliczenie kąta celowania przeprowadza się zwykłym sposobem na linijce NL-7 albo bierze z tabel balistycznych według danych wysokości lotu H i szybkości samolotu V.

W tabeli wytrzymania czasu (załącznik 9) znajdujemy wytrzymanie czasu, o ile jest ono potrzebne wobec tego, że tabela zestawiona jest dla kątów ustalonych 80,5°. Początek wytrzymania czasu liczymy od momentu zakrycia celu przez górną krawędź maski silnika. Jeżeli obliczone przez nas kąty celowania są większe od 80,5°, celowanie przeprowadza się bez wytrzymania czasu, jedynie za pomocą celownika WW-1; jako szczególny wypadek — według krawędzi maski silnika, gdy $\varphi = 80° - 81°$.

Przykład.

Wykonać indywidualne bombardowanie jednym samolotem bez uwzględnienia ześlizgu.

Warunki: H = 20 m, V = 300 km/godz., Θ = 21 sek.

Rozwiązanie.

Z tabel balistycznych znajdujemy T = 2 sek. Zwłoki nie uwzględniamy.

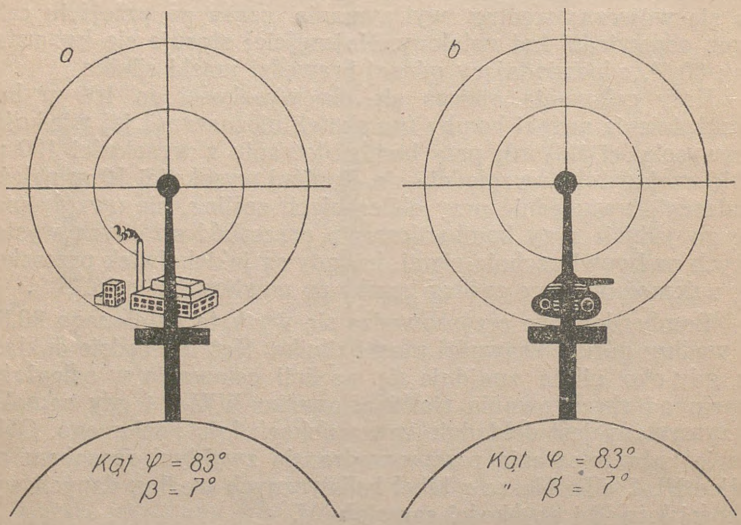
1. Okrągły wskaźnik (2) stawiamy na V = 300 km/godz. i naprzeciw czasu T = 2 sek. (2) odczytujemy S = A = 168 m.

2. Trójkącik (3) stawiamy na H = 20 m (4) i naprzeciw S = A = 168 m (4) odczytujemy kąt = 83° (3).

3. Znajdujemy kąt dopełniający do 90°; $\beta = 90° - 83° = 7°$, co odpowiada położeniu celu na celowniku WW-1 pomiędzy zewnętrznym a wewnętrznym pierścieniem (rys. 10).

Przykład.

Przeprowadzić bombardowanie jednym samolotem. Warunki: H = 100 m, V = 320 km/godz., Θ = 20,75 sek.



Rys. 10. Położenie celu w momencie zrzutu bomby przy $\psi = 83°$

Rozwiązanie.

Z tablic balistycznych znajdujemy T = 4,5 sek.; zwłoki nie uwzględniamy. Na linijce NL-7 znajdujemy $\varphi = 76°$.

Jak widzimy, celownikiem WW-1 posłużyć się nie możemy, zwracamy się więc do tabel (załącznik 14). Na podstawie wyso-

kości H = 100 m, szybkości V = 300 km/godz. i $\varphi = 76^0$, znajdujemy wytrzymanie czasu twc = 2,5 sek., tj. moment zrzutu bomby następuje po upływie 2,5 sek. po zakryciu celu przez górną krawędź maski silnika. Posiadając tabelę nie potrzebujemy dokonywać każdorazowo obliczeń kąta celowania lecz gdy są nam wiadome: wysokość lotu, szybkość powietrzna i charakterystyczny czas lotu bomby — kąt bierzemy z tabel.

Przykład.

Wykonać jednym samolotem bombardowanie przy śnieżnym pokryciu. Warunki: H = 60 m, V = 280 km/godz., $\Theta = 20{,}5$ sek.

Rozwiązanie.

a) Z tabel balistycznych znajdujemy T = 4,1 sek.

b) Z tabel ześlizgów znajdujemy $\varsigma = 70$ m.

c) Z linijki NL-7 znajdujemy: S = 310 m.
$A = S + \varsigma = 310 + 70 = 380$ m, $\varphi = 81^0$.

Przykład.

Przeprowadzić indywidualne, pojedyncze bombardowanie betonowego lotniska. Zapalnik AW-1. Warunki H = 80 m, V = 280 km/godz., $\Theta = 20{,}5$ sek.

Rozwiązanie.

a) Z tabel balistycznych znajdujemy T = 4 sek.
b) Przyjmujemy ześlizg $\varsigma = 40$ m.
c) Z linijki NL-7 znajdujemy S = 310 m.
d) $A = S + \varsigma = 310 + 40 = 350$ m.
e) $\varphi = 77^0 < 80{,}5^0$.

Moment zrzutu bomb może zatem nastąpić tylko po wytrzymaniu czasu, który obliczamy na linijce NL-7, lub odczytujemy z tabel wytrzymania czasu (załącznik 14). Wytrzymywanie czasu zaczyna się od granicy ustalonego kąta obserwacji dla samolotu Il-2, tj. od $80{,}5^0$.

W tym celu obliczamy na nawigacyjnej linijce NL-7 bazę S., tj. odległość od prostopadłej opuszczonej z punktu przy kącie obserwacji = $80{,}5^0$ do celu. Przy kącie wstępnego celowania $80{,}5^0$ i H = 80 m oraz V = 260 km/godz. ustawiamy trójkącik (3) na wysokość 80 m (4) i naprzeciw kąta $80{,}5^0$ (3) odczytujemy bazę S = 475 m (4).

Okrągły wskaźnik (2) ustawiamy na szybkość powietrzną V = 280 km/godz. (1) i naprzeciw 475 (1) znajdujemy czas t = 6 sek. (2).

Wytrzymanie czasu = t — T = 6 — 4 = 2 sek.

W podobny sposób oblicza się czas wytrzymania dla wszystkich H i W, o ile kąt.celowania dla danych H i W okaże się mniejszy od minimalnego kąta celowania, tj. $80{,}5^0$.

§ 7. Wyznaczanie odległości do punktu orientacyjnego i wyjście na cel ruchomy

Aby dobrze wyjść na cel ruchomy konieczna jest znajomość odległości do celu i czasu podejścia doń, aby wykonać we właściwym czasie odpowiedni manewr i przyjąć założone warunki lotu. Zachowując warunki lotu poziomego, można z dostateczną praktycznie dokładnością określić odległość do punktu orientacyjnego lub do celu posługując się kątami ustalonymi 55^0 i $80{,}5^0$ lub dla kątów większych od $80{,}5^0$ celownikiem WW-1. Dla określenia odległości należy znać wysokość lotu i kąt obserwacji obiektu. Tabela kątów obserwacji podaje nam zależność odległości od wysokości dla rozmaitych kątów obserwacji (załącznik 10).

Przykład.

Punkt orientacyjny obserwuje się poprzez przednią krawędź skrzydła; wysokość lotu 1000 m. Wyznaczyć odległość D = ?

Rozwiązanie.

a) Obserwacja przez krawędź skrzydła odpowiada kątowi 55^0.
b) Z tabel (załącznik 10) znajdujemy współczynnik K = 1,5.
c) Mnożymy wysokość $H \cdot K = D$, $D = 1000 \cdot 1{,}5 = 1500$ m.

Przykład.

Cel obserwujemy przez zewnętrzny pierścień dolnego półkola celownika WW-1. Wysokość lotu 100 m. Wyznaczyć odległość D.

Rozwiązanie.

a) Obserwacja przez zewnętrzny pierścień odpowiada kątowi $= 82^0$ lub $90^0 - 82^0 = 8^0$.
b) Z tabel (załącznik 10) znajdujemy współczynnik K = 7
c) Mnożymy wysokość przez współczynnik i otrzymujemy odległość $H \cdot K = D$; $D = 100 \cdot 7 = 700$ m.

Przykład.

Cel obserwujemy przez wewnętrzny pierścień dolnego półkola celownika WW-1. Wysokość lotu = 50 m. Wyznaczyć odległość D.

Rozwiązanie.

a) Obserwacja przez wewnętrzny pierścień celownika WW-1 odpowiada kątowi $= 86^0$ lub $90^0 - 86^0 = 4^0$.
b) Z tabel (załącznik 10) bierzemy współczynnik K = 14.
c) Mnożymy wysokość przez współczynnik i otrzymujemy odległość $H \cdot K = D$; $D = 50 \cdot 14 = 700$ m.

Określenie odległości do celu można przeprowadzić i w inny sposób, tj. przez wzrokowe porównanie kątowych wielkości celu o znanych wymiarach z kątową wielkością średnicy pierścienia i muszki.

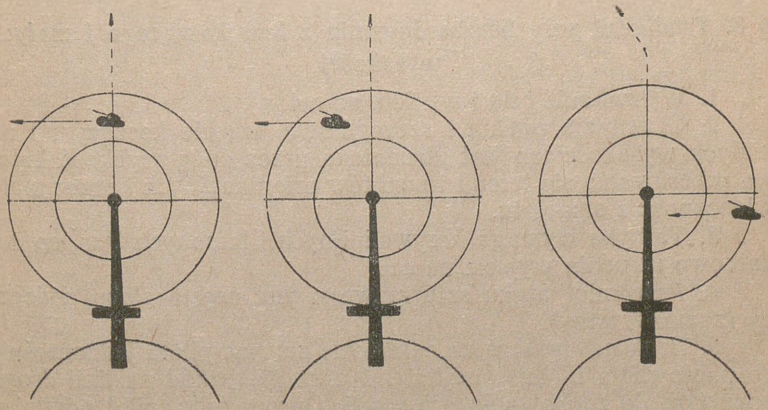
Tak na przykład cel, którego długość równa się 5,5 — 6 m (średni niemiecki czołg, auto pancerne, auto ciężarowe) przy D = 600 m zajmuje 1,3 średnicy pierścienia muszki, a przy D = 400 m zajmuje dwie średnice.

Dwusilnikowe samoloty typu Ju-88, He-111 itp. zajmują przy D = 600 m swoją długością 3,5 średnicy pierścienia muszki itd. Pilot nie ma możności wykonywania obliczeń w powietrzu, dlatego powinien znać na pamięć potrzebne dane.

Przy bombardowaniu celów ruchomych szybkości ich uwzględnia się przez poprawkę punktu celowania w kierunku ruchu, na oko, o wielkość drogi, jaką przebędzie cel w czasie lotu bomby. Szczególnie przy ruchu celu w kierunku prostopadłym do drogi samolotu należy uwzględnić poprawkę na szybkość celu (wyprzedzenie).

Obliczenia poprawki dokonujemy w następujący sposób: samolot naprowadzamy nosem na cel i utrzymujemy obrany kierunek według leżących z przodu punktów orientacyjnych. W czasie lotu obserwujemy, na jaką odległość przesuwa się w określonym czasie cel od kreski kursowej celownika WW-1.

Przy powolnym ruchu celu odległość ta zwiększa się, np. o dwie długości celu, a przy szybkim o trzy. Przy pomocy skręcenia samolotu skierowujemy kreskę kursową przed cel w stronę jego ruchu na odległość obliczonej wielokrotności długości celu i utrzymujemy kierunek lotu według leżących z przodu przedmiotów orientacyjnych. Przy wyjściu na cel linia kursowa powinna przejść dokładnie przez cel, jeżeli nie — poprawiamy to przez zmianę kierunku lotu (rys. 11).



Rys. 11. Wyjście samolotu na cel ruchomy

Przy oddaleniu się od celu na odległość 3 — 4 km bierze się wielokrotność nie większą od 2. Przy małej odległości, 1 — 3 km, bierze się wielokrotność równą 4. Trzeba pamiętać, że przy lotach na małych wysokościach wyszukanie celu jest utrudnione. Dla ułatwienia trzeba mieć mapę rejonu celu w podziałce 1:100 000 lub 1:200 000 oraz plany fotograficzne.

Przykład.

Przy locie na wysokości 100 m zaobserwowano ruch pociągu pancernego nieprzyjaciela w kierunku przecinającym drogę samolotu, przy czym przednia platforma pancerna była obserwowana poprzez prawą stronę celownika na wysokości wewnętrznego pierścienia. Jaką trzeba wziąć wielokrotność, by wyjść na czoło pociągu pancernego?

Rozwiązanie.

a) Oceniamy odległość; kąt dopełniający $= 4^0$;
kąt celowania $= 90^0 - \beta = 90^0 - 4^0 = 86^0$.

b) Z tabeli kątów pamiętamy, że kątowi celowania 86^0 odpowiada odległość równa 14 wysokościom ($D = H \cdot K$);
$D = 100 \cdot 14 = 1400$ m.

c) Wobec szybkiego ruchu celu i nieznacznej odległości równej 1400 m bierzemy wielokrotność $= 4$.

d) Zwracamy samolot w kierunku ruchu celu i według celownika WW-1 ustawiamy cel na wielokrotność $= 4$; utrzymujemy kierunek lotu obserwując na kursowej kresce obrany punkt orientacyjny. Cel powinien przejść przez kreskę pionową celownika WW-1, tj. przez linię kursu bojowego w momencie przelotu nad celem.

§ 8. Trudności przy bombardowaniu z lotu koszącego i małych wysokości

1. Wyszukanie celu i wyjście na cel.

2. Orientacja ogólna i szczegółowa w locie koszącym i na małych wysokościach jest utrudniona przez dużą szybkość kątową przesuwania się terenu i punktów orientacyjnych i przez małą widoczność z samolotu.

3. Taktyka wymaga krzywolinijnych i łamanych tras, co dodatkowo utrudnia wyjście na cel.

4. Przedmiot ataku szturmowego jest często słabo widoczny (zamaskowany).

5. Brak nawigatora na samolocie zmusza pilota jednocześnie do pilotowania i obserwacji ziemi oraz przeszkód na linii drogi, poza tym do zachowania orientacji. Oprócz tego pilot powinien jeszcze utrzymać właściwe miejsce samolotu w szyku.

6. Samolot posiada ograniczony zapas paliwa.

7. Czas przygotowania do lotu bojowego bywa zwykle bardzo krótki.

8. Stosowanie przez nieprzyjaciela naziemnych środków ogniowych obrony przeciwlotniczej.

9. Słaba skuteczność bombardowania celów ruchomych lub celów o wytrzymałej konstrukcji wskutek małej siły przebijania bomb, zrzuconych z małej wysokości.

10. Konieczność stosowania zapalników ze zwłoką, co pozwala siłom żywym nieprzyjaciela na częściowe ukrycie się.

11. Potrzeba uwzględnienia ześlizgu obniża dokładność bombardowania z powodu trudności określenia z powietrza rodzaju gruntu i jego stanu. Oprócz tego na wielkość ześlizgu wpływają nie tylko większe lecz i mniejsze nierówności terenu, często nieprzewidziane w obliczeniach.

Osiągnięcie skutecznego bombardowania w locie szturmowym ułatwione jest przez:

a) uprzednie rozpoznanie celu,

b) dobrze obmyśloną trasę i profil lotu,

c) dobre obliczenie kąta celowania lub czasu wytrzymania,

d) bardzo dobrą znajomość rejonu lotu,

e) dobrze obliczony kierunek nalotu i wysokość,

f) dobrze wykonany manewr przeciwartyleryjski.

Odlot od celu przeprowadza się na rozkaz prowadzącego, podany radiosygnałem lub za pomocą ruchów samolotu. Odlot przeprowadza się po trasie przewidzianej z góry i z ustalonym manewrem.

Dużą wadą pilotów szturmowców jest to, że odchodzą od celu w pośpiechu, w nieustalonym kierunku i bez zanotowania czasu odejścia, przy czym często nie uwzględniają elementarnych prawideł prowadzenia samolotu.

g) Pilot powinien stosować się do prawideł bombardowania; nie stosując się do tych prawideł, doprowadza, jak pokazało doświadczenie wojny, do niewypełnienia zadań bojowych, do próżnego zużycia środków i obniżenia skutków użycia lotnictwa szturmowego.

Pilot powinien zastosować wszystkie możliwe sposoby i prawidła bombardowania, aby dokładnie wyjść na cel i zniszczyć go. Bombardowanie z lotu koszącego trzeba przeprowadzać stosując się ściśle do planu ataku szturmowego. Nieobmyślane odstąpienie od planu doprowadza do niewypełnienia zadania bojowego i do strat.

Bombardowanie z lotu koszącego stosować należy przy zwalczaniu celów o małej powierzchni oraz wąskich i długich, lecąc z szybkością V = 320 — 330 km/godz., posługując się bombami odłamkowymi i burzącymi z zapalnikami ze zwłoką.

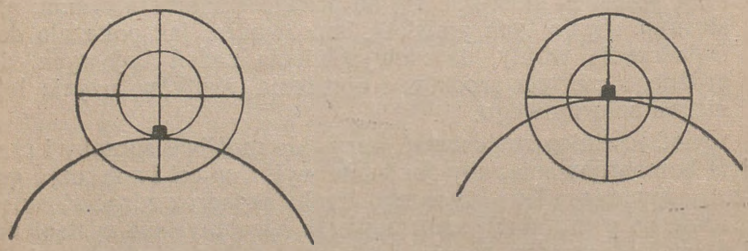
§ 9. Szczególny wypadek bombardowania z małej wysokości

Bombardowanie przy szybkości powietrznej V = 340 km/godz. z wysokości 20 do 40 m może być również przeprowadzone przy użyciu innej metody celowania.

Moment zrzutu bomb z wysokości 20 m określa się wówczas przez pokrycie się dolnej części wewnętrznego pierścienia celownika WW-1 z górną krawędzią maski silnika. Skoro cel podejdzie na tę linię można zrzucać bomby.

Moment zrzutu z wysokości 40 m określa się przez pokrycie się poziomej kreski celownika z górną krawędzią maski silnika. Podejście celu na tę linię stanowi moment zrzutu bomb. Ten rodzaj bombardowania jest stosunkowo celny i można go stosować do zwalczania celów punktowych.

Przy tym sposobie bombardowania nie potrzeba zachowywać stałej odległości oka pilota od celownika, ponieważ celownik nabiera charakteru niezależnego. Oba podane powyżej rodzaje celowania można nazwać celowaniem z bazą niezależną. Linia obserwacji, przechodząca przez dolny punkt wewnętrznego pierścienia celownika WW-1 i górny punkt maski silnika w pierwszym wypadku oraz linia przechodząca przez środkowy punkt poprzecznej kreski celownika WW-1 i górny punkt maski silnika w drugim są liniami celowania, a kąt zawarty pomiędzy pionem, opuszczonym z samolotu, i wymienionymi liniami obserwacji jest kątem celowania = φ. Są one kątami ustalonymi; bombardowanie pod tymi kątami można wykonywać jednak tylko z określonej z góry wysokości 20 m i 40 m (rys. 12) przy szybkości 340 km/godz.



Rys. 12. Schemat celowania dla H = 20 i 40 m

Przykład.

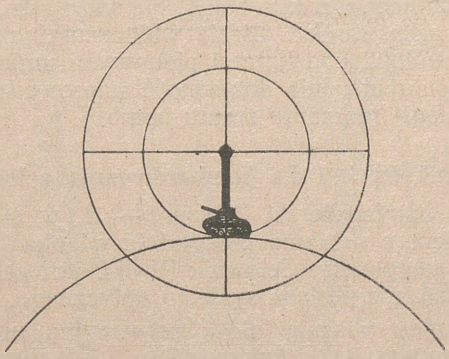
Wykonać jednym samolotem bombardowanie. Warunki: H = 20 m, V = 340 km/godz.

Rozwiązanie.

N a z i e m i. Zakładamy szczególny sposób bombardowania, tj. metodę celowania przez dolną część wewnętrznego pierścienia celownika WW-1 i górną krawędź maski silnika.

W p o w i e t r z u. Wprowadzamy samolot w rejon celu według terenowych przedmiotów orientacyjnych z odpowiednim zapasem wysokości dla podejścia do celu. Na drodze bojowej zniżamy się do H = 20 m.

2. Gdy cel pokryje się z linią celowania, zrzucamy bombę (rys. 12a).



Rys. 12a. Bombardowanie przy H = 20 m. W = 340 km/godz.

ROZDZIAŁ III

BOMBARDOWANIE Z LOTU POZIOMEGO ZE ŚREDNICH WYSOKOŚCI

Sposoby celowania i sposoby bombardowania z lotu poziomego ze średnich wysokości wynikają z konstrukcji i przyrządów celowniczych samolotu Il-2. Pilot przez dłuższy czas, przed momentem i w momencie zrzutu bomb, nie widzi celu, który zakryty jest przez maskę silnika. Brak widoczności pod samolotem i z przodu samolotu, pod kątami pionowymi mniejszymi od 55°, w dużym stopniu utrudnia dokładność naprowadzenia samolotu na cel i określenie momentu zrzutu bomb.

§ 10. Celownik PB-Il-2 dla bombardowania z lotu poziomego

Celownik bombardierski Iliuszyn — 2, w skrócie PB - Il-2 jest celownikiem z ustaloną odległością od oka oraz z pionem związanym z samolotem. Celownik PB-Il-2 jest celownikiem mechanicznym, tzn. nie posiada systemu optycznego.

Celownik ten posiada nić obserwacyjną umieszczoną na przednim pancernym szkle kabiny pilota. Linię wyznaczoną przez tę nić nazywać będziemy linią kursową, służącą do celowania według ustalonego kąta 80,5° i dla naprowadzenia bocznego. Płaszczyznę, przechodzącą przez oko pilota i nić kursową, nazywać będziemy płaszczyzną obserwacji. Cel powinien dokładnie pokryć się z płaszczyzną obserwacji w momencie nalotu; pomocniczy punkt orientacyjny może znajdować się poza płaszczyzną obserwacji.

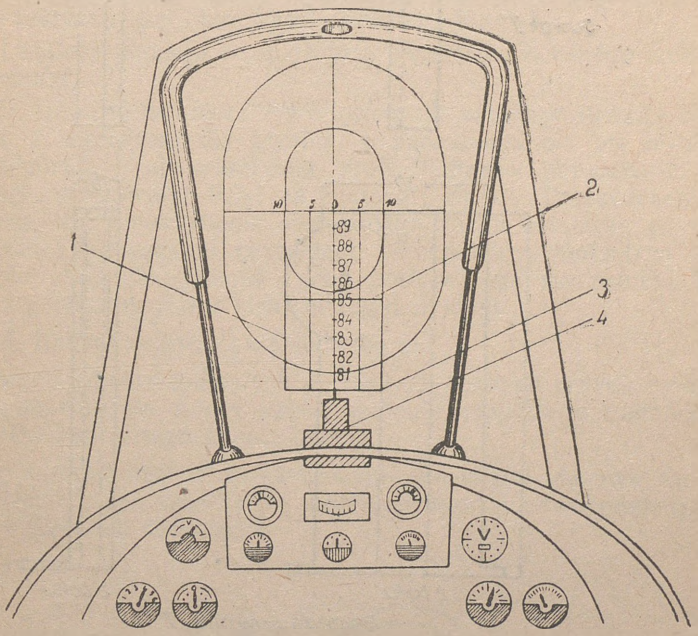
Linia kursowa jest nieruchoma. Dla uwzględnienia znoszenia na szkle znajduje się linia poprzeczna, umieszczona na wysokości oka pilota, wyskalowana (w stopniach) w prawo i w lewo co 5 stopni. Na szkle znajdują się co 5° linie równoległe do kreski kursowej, które przy obserwacji dowolnego punktu w polu widzenia celownika ułatwiają zauważenie i uwzględnienie znoszenia.

Do wysokości 500 m zniesienia nie uwzględniamy, wielkość jego bowiem przy tych wysokościach nie wpływa na rezultaty bombardowania.

Należy tylko przeciąć cel płaszczyzną obserwacji, co osiągniemy ruchami samolotu, tj. zmianą kursu.

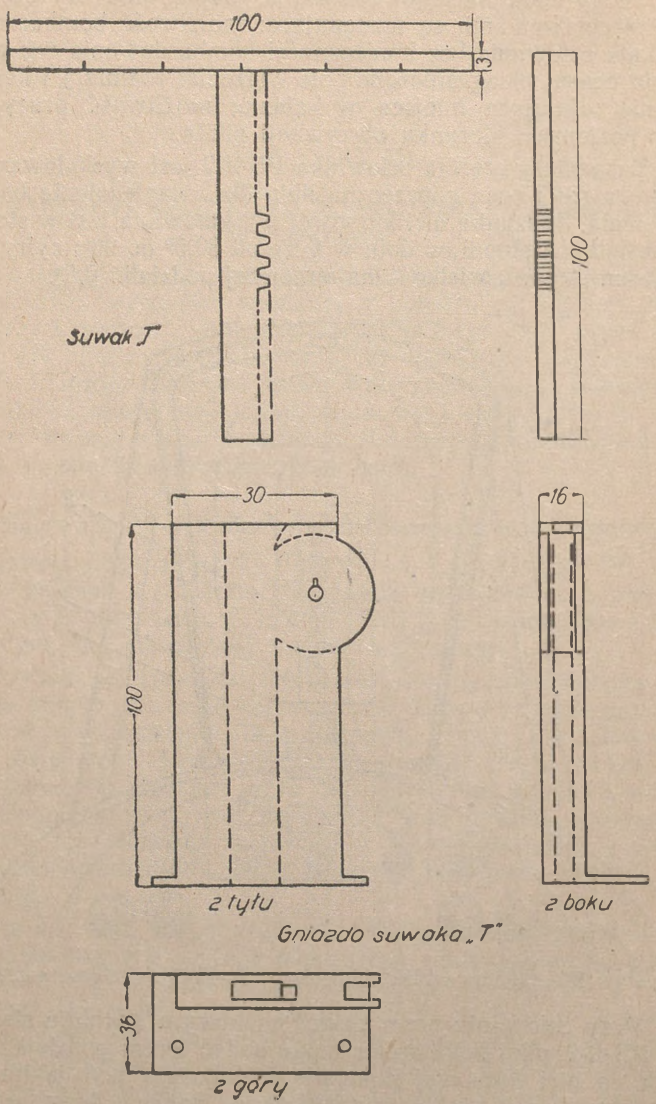
Cechy dodatnie tego celowania, dające mu wyższość nad innymi celownikami, są następujące: możliwość bombardowania wg kąta celowania bez konieczności bombardowania wg wytrzymania czasu; nieograniczone pole widzenia; rozmiary i konstrukcja nie zajmująca miejsca w kabinie; możliwość pracy z nim przy poziomym kierunku obserwacji pilota.

Zasadniczą częścią celownika PB-Ił-2 jest wyskalowana linia kursowa (nić) oraz poprzeczna linia dla uwzględnienia bocznego zniesienia. Podziałka nici kursowej wyskalowana jest w stopniach i dziesiątkach stopni od dołu w górę od 80,5° do 90°; cyfry pisane co jeden stopień, wielkość najmniejszej podziałki 0,5°.



Rys. 13. Ogólny widok celownika PB-Ił-2 w kabinie samolotu

Przy celowaniu przez szkło, na którym znajduje się celownik PB-Ił-2, pilot bombardier może badać teren; podziałka po bokach od nici kursowej pokazuje dodatkowo, pod jakim kątem względem kursu samolotu znajduje się ten lub inny przedmiot w terenie. Zmianę kątów obserwacji osiąga się regulacją promienia widzenia (tzn. odpowiednim położeniem oka).



Rys. 14. Suwak celownika PB — Il-2

Należy pamiętać, że zasada celownika PB-IV-2 zostanie naruszona, gdy pilot naruszy warunki lotu poziomego. Kąty celowania i obserwacji (celowania pomocniczego lub wstępnego) nie będą wtedy odpowiadały warunkom obliczonym. Dlatego na kursie bojowym pilot powinien dokładnie utrzymywać warunki lotu poziomego.

Celownik PB-II-2 posiada następujące dodatki (uzupełnienia):

1. Ustalacz z suwakiem „T" osadzonym w gnieździe (rys. 14) ma za zadanie ustalać przez jego podnoszenie względnie opuszczanie potrzebny kąt obserwacji. Szczególnie pożyteczny okazuje się ustalacz wtedy, kiedy punkt orientacyjny w terenie ukazał się pod kątem obserwacji inny niż obliczony; wówczas ruchem bębenka ustawiamy ustalacz na różnicę między faktycznym a obliczonym kątem obserwacji. (Kąt $\alpha_1 = \alpha \pm \Delta$, gdzie α_1 — faktyczny kąt obserwacji, Δ różnica kątów).

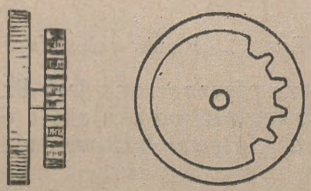
Ustalacz pomaga również przy określeniu bocznego zniesienia bomby.

2. Gniazdo ustalacza z wycięciem dla zębatego suwaka ustalacza, z wycięciem dla trybika, z panewkami dla osi trybika, z podpórką i otworami dla śrub. Gniazdo umocowuje się w miejscu celownika PB-1 za pomocą podpórki. Przeznaczeniem gniazda jest umożliwienie swobodnego ruchu ustalacza po wewnętrznej powierzchni przedniego szkła kabiny pilota (rys. 14). Trybiki służą do nadania ruchu postępowego suwakowi „T"; trybik połączony jest z kołkiem regulacyjnym.

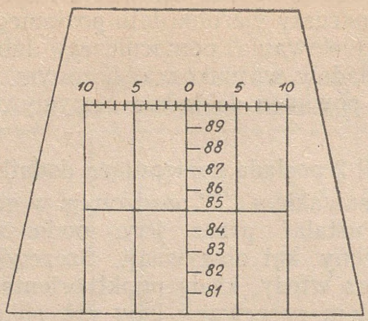
3. Ramka celownicza składa się z:

a) dwóch goleni osadzonych na łapkach. Golenie przymocowane są łapkami do dolnej części spojenia przedniego i bocznego szkła pancernego kabiny pilota;

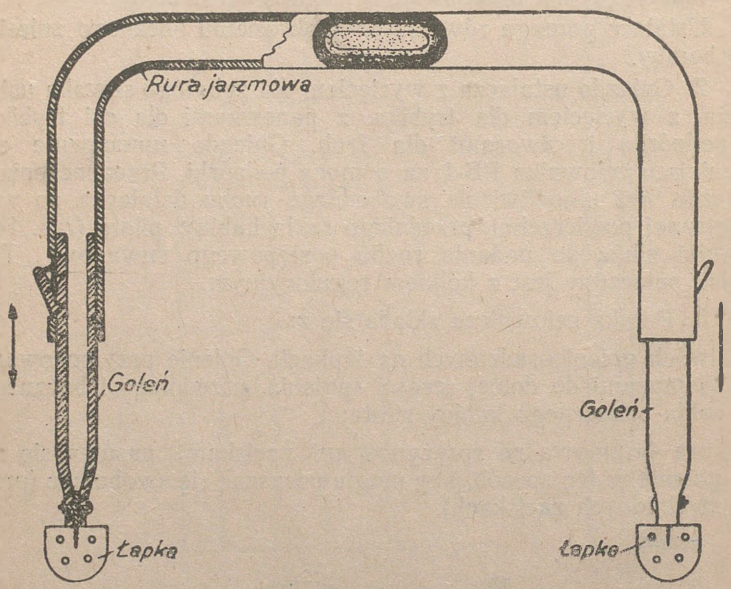
b) rura jarzmowa ze sprężynowymi zaciskami nasuwa się na golenie w ten sposób, aby mogła poruszać się swobodnie (przy zwolnionych zaciskach).



Rys. 15. Trybiki



Rys. 16. Ocyfrowanie celownika PB - Ił-2



Rys. 17. Ramka celownicza

Ramka celownicza przeznaczona jest dla utrzymywania prawidłowej, ustalonej odległości od oka pilota do ekranu celownika. Ramka celownicza, dzięki swej budowie, nie przeszkadza w kabinie.

Dodatnią cechą omawianego wyżej celownika jest przede wszystkim łatwość posługiwania się nim oraz dogodność w umieszczeniu całości celownika w kabinie pilota.

§ 11. Praca z celownikiem PB-Ił-2

A. Na ziemi

1. Obliczyć na linijce NL-7 względnie wziąć z tabel kątów kąt celowania φ i kąt celowania wstępnego α.

2. Zaznaczyć na nici kursowej pancernego szkła kąt α czerwonym ołówkiem.

B. W powietrzu

1. Przed zbliżeniem się do celu na kąt 80,5° odginamy ramkę celowniczą tak, aby patrzeć na maskę silnika pod kątem 80,5°.

2. Mając ustalony kąt 80,5° zmieniamy kąt patrzenia nie odrywając wzroku od oparcia ramki i chwytamy cel pomocniczy na kresce kąta lub wyżej względnie niżej od kąta, pamiętając na ile stopni lub ich części oddalony jest od α.

3. Skoro tylko cel pomocniczy zbliży się na kąt ustalony 80,5° względnie nie dojdzie na odpowiednią ilość stopni, względnie ułamka stopnia, zrzucamy bombę. Kolejność pracy przy bombardowaniu z dowolnych wysokości pozostaje niezmieniona. (Dokładniejsze omówienie w § 12 i 18).

§ 12. Teoretyczne zasady bombardowania wg kątów celowania wstępnego z samolotu Ił-2 z dowolnej wysokości

Istota celowania przy każdym bombardowaniu polega na umieszczeniu punktu wybuchu w celu. Dlatego należy zrzucić bombę w momencie, kiedy odległość pozioma samolotu do celu równa będzie donośności bomby = A oraz nie będzie uchyleń na boki (linia wybuchów przejdzie przez cel). Z tego względu celowanie przy bombardowaniu rozbić możemy na:

1. naprowadzenie boczne,
2. określenie momentu zrzutu bomby.

Celowanie z samolotu Ił-2 za pomocą celowników PBP-1 i WW-1 daje możliwość celowania jedynie w małym zakresie kątów celowania.

Konstrukcja samolotu Ił-2 nie pozwala na wmontowanie celownika optycznego o takim typie; może on być stosowany w samolotach innych rodzajów.

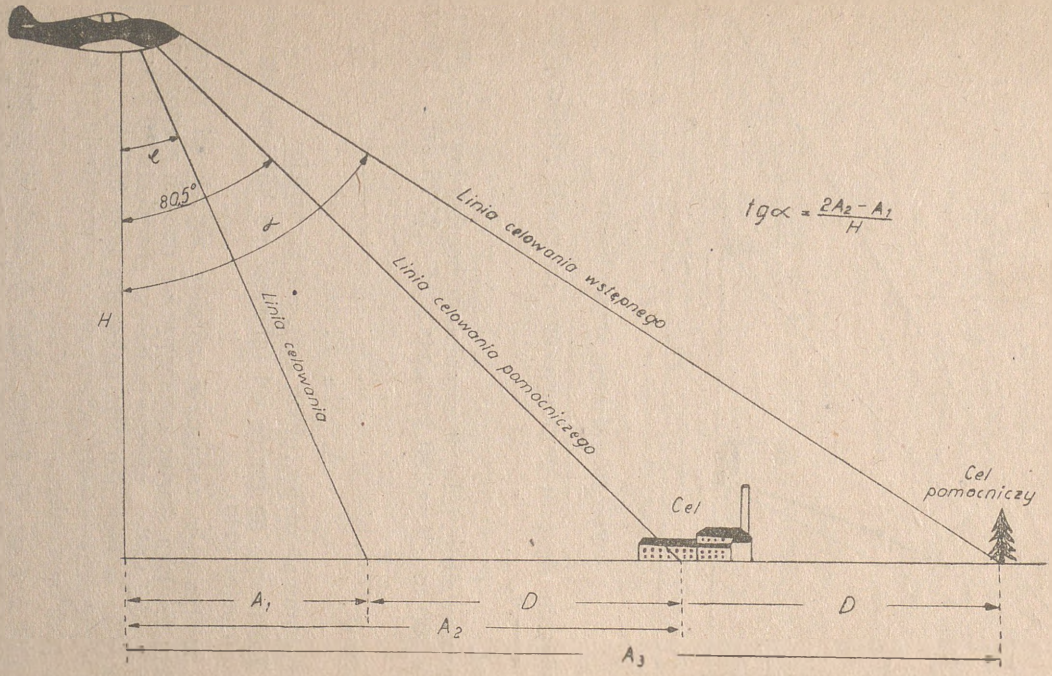
To zmuszało do stosowania bombardowania „wg wytrzymania czasu" (twc), liczonego od momentu zakrycia celu przez część samolotu, przy użyciu specjalnych chronometrów bombardierskich, np. WMSz-2. Bombardowanie wg wytrzymania czasu (twc) zmniejsza w znacznym stopniu celność bombardowania, pilot bowiem nie widzi celu w momencie zrzutu bomby.

Poleca się więc pilotom stosowanie metody bombardowania z celem pomocniczym. Przypuśćmy, że mamy w danych warunkach wysokości i szybkości przeprowadzić bombardowanie pod kątem celowania φ mniejszym od ustalonego, tzn. $\varphi < 80{,}5^0$. Zrozumiałe, że w momencie zrzutu cel nie będzie widoczny dla pilota. Dla znalezienia metody praktycznej obliczamy donośność bomby A przy bombardowaniu z kątem φ (rys. 18), po czym bazę A_2 dla kąta ustalonego dla celowania pomocniczego $= 80{,}5^0$. Znajdziemy różnicę $A_2 - A_1 = D$. Odkładamy w kierunku kursu bojowego poza celem odcinek D i punkt otrzymany łączymy z okiem pilota - bombardiera. Otrzymany kąt między pionem opuszczonym z samolotu i nową linią obserwacji nazwiemy kątem celowania wstępnego α. Baza pod kątem $\alpha = A_3$, jak widać z rysunku, będzie równa: $A_3 = 2A_2 - A_1$, tzn. możemy zawsze obliczyć A_3, znając wielkość A_2 i A_1. Wielkości A_1 i A_2 łatwo obliczamy na linijce NL-7, znając zadaną wysokość lotu i kąt celowania, który obliczamy zwykłym sposobem. Możemy więc obliczyć kąt celowania wstępnego $= \alpha$ odpowiadający zadanej wysokości lotu i szybkości: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{2A_2 - A_1}{H}$

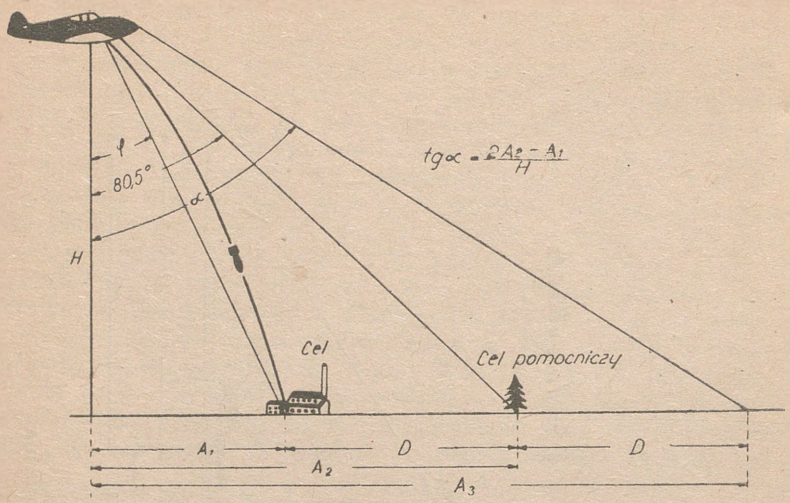
Kąt α możemy znaleźć w tabelach funkcji trygonometrycznych po rozwiązaniu zadania wg podanego wyżej wzoru. Przypuśćmy teraz, że należy przeprowadzić bombardowanie pod kątem φ (rys. 18) mniejszym od ustalonego, tj. $\varphi < 80{,}5^0$.

Aby zrzucić bombę, samolot powinien przelecieć cel rzeczywisty o odległość $D = A_2$ (rys. 18 i 19). Od celu rzeczywistego widzianego pod kątem ustalonym $80{,}5^0$ odłożymy odległość $D = A_2 - A_1$ zgodnie z kierunkiem kursu bojowego i zapamiętajmy jakikolwiek punkt orientacyjny na końcu odcinka D w terenie. Kiedy dany obiekt (cel pomocniczy) podejdzie na kąt $80{,}5^0$, będzie to oznaczało, że samolot przeleciał dokładnie odległość D i że cel rzeczywisty podszedł dokładnie na kąt celowania, co będzie momentem zrzutu bomby. W praktyce nie określamy odległości na jaką ma być wysunięty cel pomocniczy, lecz ustalamy kąt celowania wstępnego. Skoro tylko cel rzeczywisty zbliża się do kąta ustalonego $= 80{,}5^0$ przenosimy wzrok na kąt celowania wstępnego i zauważamy jakiś przedmiot orientacyjny pod kątem α. Gdy zauważony obiekt (cel pomocniczy) zbliży się do maski silnika, czyli na linię celowania pomocniczego pod kątem $80{,}5^0$ — cel rzeczywisty znajdzie się na linii celowania (rys. 19).

Cel pomocniczy może nie znajdować się ściśle pod kątem celowania wstępnego $= \alpha$. W takim wypadku należy zapamiętać różnicę między obliczonym kątem celowania wstępnego α a faktycznym kątem celowania wstępnego $= \alpha_1$; wtedy uwzględniamy



Rys. 18. Moment celowania



Rys. 19. Moment zrzutu bomby

przy zbliżeniu się celu pomocniczego do maski silnika poprawkę $\Delta = \alpha_1 - \alpha$.

Przykład.

Przeprowadzić jednym samolotem bombardowanie. Warunki: H = 300 m, V = 320 km/godz., Θ = 20,75 sek. Celownik PB-Ii-2.

Rozwiązanie.

A. Na ziemi

Przygotować mapę rejonu celu, a mianowicie:

1. Zaznaczyć na mapie cel (obwieść go kółkiem, nie zasłaniając konturów celu).

W pobliżu celu zaznaczyć różnicę wysokości rejonu celu względem lotniska startu; zaznaczyć wg danych rozpoznania lotniczego środki OPlot. nieprzyjaciela w promieniu 10 km; zaznaczyć strzałką w kierunku celu nakazany kurs bojowy. Wszystkie charakterystyczne obiekty orientacyjne w promieniu 10 km uwidocznić podrysowaniem.

2. Obliczyć na NL-7 (rys. 20) lub znaleźć w tabelach dla H = 300 m, V = 320 km/godz., W = 340 km/godz. i Θ = 20,75 sek., kąt celowania = φ. Mając T = 7,9 sek. i Δ = 21 m obliczamy kąt na linijce NL-7 następująco: okrągły wskaźnik (2) ustawiamy na szybkość podróżną W = 340 km/godz. (1) i naprzeciw

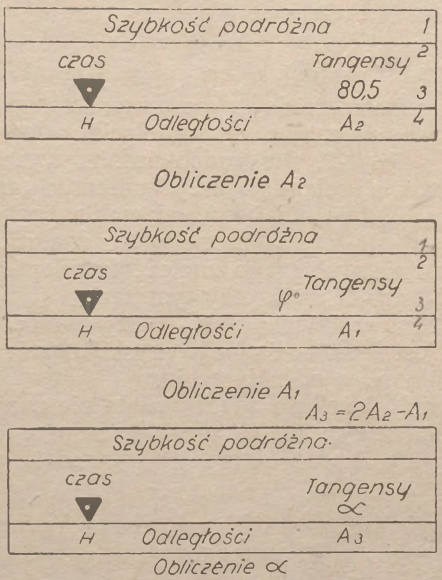
czasu lotu bomby T=7,9 sek. (2) czytamy odległość S=745 m (1). $A = S - \Delta = 745 - 21 = 724$ m. Trójkątny wskaźnik (3) ustawiamy na wysokości H = 300 m (4) i naprzeciw A = 724 m (4) znajdujemy kąt celowania $\varphi = 67{,}5^0 < 80{,}5^0$.

Obliczamy na NL-7 kąt α (celowania wstępnego). W tym celu: trójkątny wskaźnik (3) ustawiamy na wysokość H = 300 m (4), ustawiamy przeziernik na kąt celowania $\varphi = 67{,}5^0$ (3) i na dole czytamy $A_1 = 724$ m (4). Nie poruszając suwaka (ruchomej części linijki) ustawiamy przeziernik na kąt ustalony 80,5° (3) i czytamy w dole $A_2 = 1800$ m (4). Znajdujemy bazę kąta wstępnego celowania wg wzoru:

$$A_3 = 2A_2 - A_1 = 2 \cdot 1800 - 724 = 2876 \text{ m.}$$

Ustawiamy przeziernik na $A_3 = 2876$ m i odczytujemy kąt celowania wstępnego $\alpha = 84^0$.

Zaznaczamy na nici kursowej celownika kąt $\alpha = 84^0$.



Rys. 20. Klucz do obliczeń na linijce NL-7

B. W powietrzu

1. Dolatujemy w rejon celu wg terenowych przedmiotów orientacyjnych.
2. Uzgadniamy cel z płaszczyzną obserwacji.
3. Odginamy ramkę celowniczą. Patrząc w celownik oczekujemy zbliżenia się celu na kąt 80,5°.

4. Po spotkaniu się celu z linią obserwacji pod kątem ustalonym 80,5° skierowujemy wzrok na zaznaczony kąt celowania wstępnego $\alpha = 84^0$ i chwytamy cel pomocniczy.

5. Skoro tylko cel pomocniczy zbliży się na linię celowania pod kątem 80,5° zrzucamy bombę.

6. W wypadku, jeżeli pod kątem celowania wstępnego nie znajdziemy wyraźnego celu pomocniczego, a znajdziemy go np. pod kątem 86°, to nie dopuszczamy go do linii kąta ustalonego 80,5° o dwa stopnie, tj. bomba powinna być zrzucona w momencie, kiedy cel pomocniczy zbliża się na kąt 82,5°. W tym celu pilot ustawia ustalacz celownika na 82,5°.

Uwaga. Obliczanie kątów celowania i kątów celowania wstępnego na NL-7 wymaga dużo czasu. Poleca się przeprowadzić obliczanie wg tabel dla kątów celowania i celowania wstępnego. Sposoby posługiwania się tabelami są bardzo proste (zał. 1). Mając daną wysokość lotu = H i szybkość powietrzną = V obliczamy wg danych meteorologicznych szybkość podróżną = W, po czym wg wysokości = H i szybkości podróżnej znajdujemy w tabelach kąt celowania φ i kąt celowania wstępnego α.

§ 13. Bombardowanie z celownikiem WW-1

Metodą bombardowania z pomocą celowania wstępnego można posługiwać się mając na samolocie celownik WW-1 zamiast celownika PB-II-2. Przy odpowiednim wyszkoleniu pilota-bombardiera można osiągnąć przy bombardowaniu tą metodą dobre rezultaty. Wykonanie bombardowania pozostaje niezmienione, należy jedynie wg obliczonego lub znalezionego w tabelach kąta celowania wstępnego znaleźć kąt dopełniający β i na celowniku WW-1 zrobić znak przy tym kącie.

Ujemną stroną celownika WW-1 przy bombardowaniu omówioną metodą jest brak dokładnego wyskalowania nici kursowej celownika i trudność w odczytywaniu.

W wypadkach, jeżeli na znaczku kąta nie znajduje się odpowiedni cel pomocniczy, omyłki mogą być duże. Brak podziałki wyklucza dokładność przeliczenia, co prowadzi do zmniejszenia celności bombardowania.

§ 14. Cechy bombardowania za pomocą kątów celowania wstępnego

Główne ujemne cechy bombardowania metodą kątów celowania wstępnego są następujące:

1. duża odległość do celu pomocniczego wahająca się od 6 do 11 wysokości lotu, co w warunkach złej widoczności utrudnia bombardowanie, a w pewnych wypadkach wyklucza możliwość użycia umówionej metody (mgła, zmrok, noc). Mały kąt w stosunku do horyzontu stwarza omyłki w określeniu odległości;

2. trudność w znalezieniu celu pomocniczego przy złych warunkach meteorologicznych;

3. brak widoczności celu rzeczywistego przy zbliżaniu się;
4. konieczność utrzymywania warunków lotu poziomego.

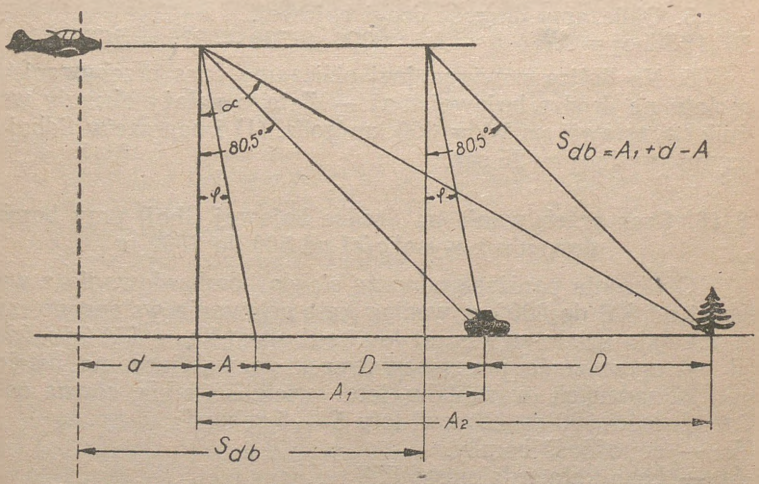
Cechy dodatnie omówionej wyżej metody i wyższość jej nad bombardowaniem wg wytrzymania czasu (twc):

1. łatwość utrzymywania kursu bojowego przy bocznym wietrze wskutek obecności w przodzie celu pomocniczego;
2. bombardowanie celowane wzrokowo jest łatwe do opanowania przez pilota;
3. większa celność;
4. chronometr bombardierski jest niepotrzebny;
5. wykonanie bombardowania bardzo proste;
6. wyjątkowa prostota w obliczeniu kąta celowania wstępnego na NL-7 i za pomocą tabel kątów celowania oraz kątów celowania wstępnego;
7. nic nie utrudnia obserwacji pilota;
8. celownik zajmuje w kabinie mało miejsca;
9. bombardować można w dowolnym terenie.

§ 15. Czas przebywania na kursie bojowym (tboj) przy bombardowaniu z wysokości 20 — 500 metrów

Obliczenia poniższe odnoszą się do bombardowania według kątów celowania wstępnego i kąta ustalonego przez wierzchnią krawędź maski silnika = 80,5°, z wysokości od 20 do 500 m.

d — uprzedzenie przygotowawcze dla przyjęcia zadanych warunków lotu. Wielkość stała = 500 m, czas przelotu 5—6 sek.,



Rys 21. Długość drogi bojowej przy wysokości 20—500 m

A — donośność bomby,
A_1 — baza kąta ustalonego 80,5°,
A_2 — baza kąta celowania wstępnego,
Sdboj — długość drogi na kursie bojowym,
D — baza celowania pomocniczego.

Z rysunku widać, że Sdboj = A_1 + d — A.

Długość drogi bojowej równa się bazie kąta ustalonego 80,5° (A_1) plus uprzedzenie (d), minus donośność bomby (A).

Przykład.

Obliczyć długość drogi bojowej = Sdboj i czas przebywania samolotu na niej przy następujących warunkach bombardowania:

H = 500 m V = 280 km/godz.
W = 300 km/godz. Θ = 21,15 sek.

Rozwiązanie.

1. Z tabel balistycznych dla V = 280 km/godz., H = 500 m i Θ = 21,75 sek. znajdujemy czas lotu bomby i zwłokę.

T = 10,3 sek., zwłoka Δ = 40 m.

2. Na linijce nawigacyjnej obliczamy odległość S, którą przejdzie samolot w czasie lotu bomby; S = 875 m.

3. Obliczamy donośność wg wzoru:

$A = S - \Delta$
$A = 875 - 40 = 835$ m.

4. Na linijce nawigacyjnej obliczamy bazę A_1. W tym celu należy trójkątny wskaźnik (3) ustawić na wysokość lotu H=500 m (4) i naprzeciw kąta 80,5° (3) odczytać A_1 = 3000 m (4).

5. Obliczamy długość drogi bojowej.

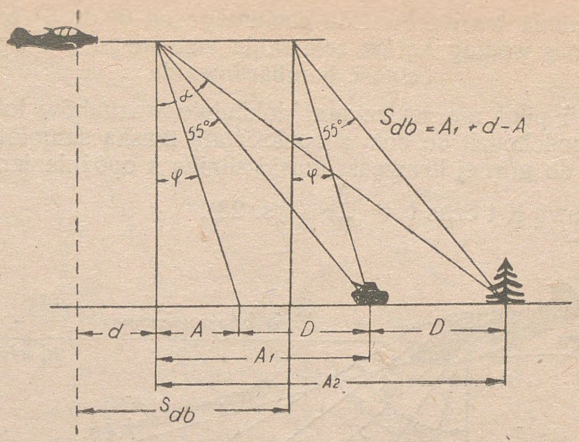
Sdboj = A_1 + d — A = 3000 + 500 — 835 = 2665 m.

6. Na linijce nawigacyjnej obliczamy czas przebywania samolotu na drodze bojowej tboj — dlatego należy okrągły wskaźnik (2) ustawić na W = 300 km/godz. (1) i naprzeciw Sdboj odczytujemy tboj = 25 sek.

§ 16. Czas przebywania na drodze bojowej (tboj) przy bombardowaniu z wysokości od 500 do 2000 m

Obliczenia poniższe odnoszą się do bombardowania z wysokości od 500 do 2000 m według kąta celowania wstępnego z pomocą kąta ustalonego przez krawędź skrzydła = 55° (rys. 22).

d — uprzedzenie przygotowawcze, pozwalające na ustalenie zadanych warunków lotu: wielkość stała, równa odległości 500 m, czasowi lotu 5 — 6 sekund,
A — donośność bomby,
A_1 — baza kąta ustalonego 55°,
A_2 — baza kąta celowania wstępnego,



Rys. 22. Długość drogi bojowej przy wysokościach 500—2000 m

Sdboj — długość drogi bojowej,
D — baza celowania pomocniczego.

Z rysunku widać, że:

Sdboj = A_1 + d — A.

Długość drogi bojowej równa się bazie kąta ustalonego 55° plus uprzedzenie przygotowawcze, minus donośność bomby (A).

Przykład.

Obliczyć długość drogi bojowej Sdboj i czas przebywania samolotu przy danych bombardowania:
H = 2000 m, W = 320 km/godz., V = 300 km/godz., Θ = 21 sek.

Rozwiązanie.

1. Z tabel balistycznych znajdujemy dla danych:
V = 300 km/godz., H = 2000 m i Θ = 21,75 sek., czas lotu bomby T = 21,1 sek. Δ = 196 m.

2. Na linijce nawigacyjnej NL-7 obliczamy odległość S, którą przeleci samolot w czasie lotu bomby:
S = 1860 m.

3. Obliczamy donośność bomby A:
A = S — Δ = 1860 — 196 = 1664 m.

4. Na linijce nawigacyjnej NL-7 obliczamy bazę A_1 kąta ustalonego 55°, A_1 = 2900 m.

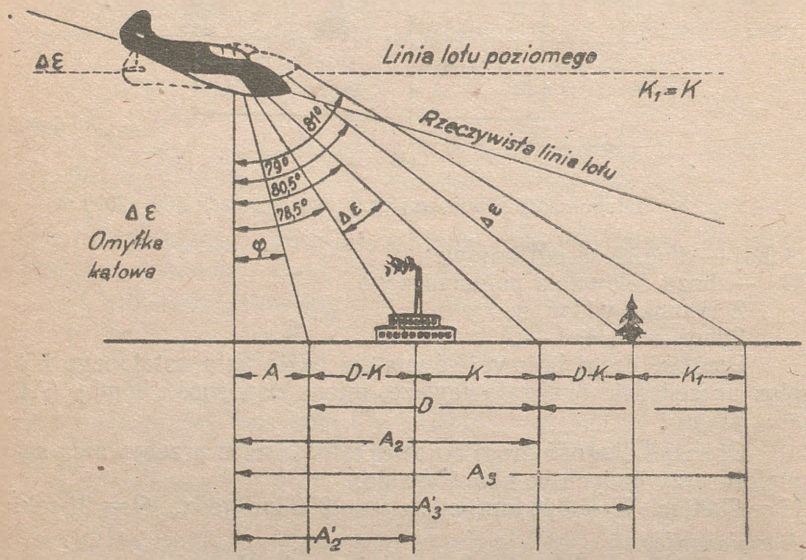
5. Obliczamy długość drogi bojowej:
Sdboj = A_1 + d — A = 2900 + 500 — 1664 = 1736 m.

6. Na linijce nawigacyjnej NL-7 obliczamy czas przebywania samolotu na drodze bojowej tboj = 20 sek.

Maksymalny więc czas przebywania samolotu na drodze bojowej wynosi 20 sekund.

§ 17. Zmiana warunków lotu poziomego od 0° do 5° przy bombardowaniu według kątów celowania wstępnego nie wpływa na celność bombardowania

Jeżeli pilot nie wytrzymał dokładnie warunków lotu poziomego i podchodził do celu z opuszczoną maską samolotu, to cel podszedł do górnej krawędzi maski silnika z opóźnieniem o wielkość liniową K i czas $t = \frac{K}{W}$ (rys. 23).



Rys. 23a. Zmiana warunków lotu — moment celowania

Linia celowania wstępnego cofnie się także względem celu o wielkość poziomą równą odległości $K_1 = K$; $t = \frac{K_1}{W}$ przy czym wynika z rysunku, że $K = K_1$, co stwierdza się również matematycznie.

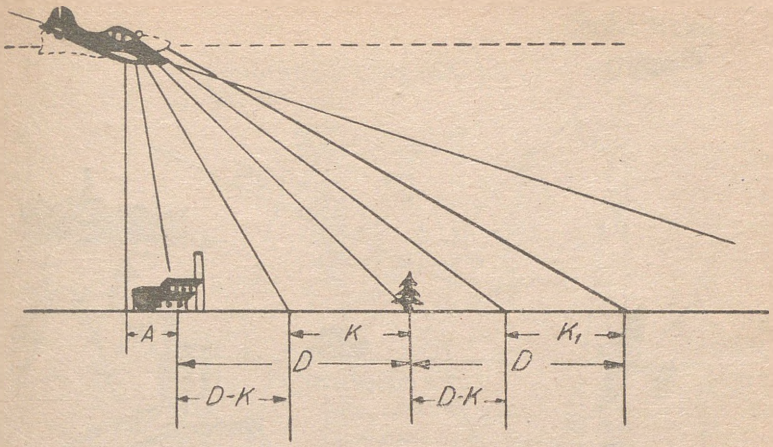
Przykład.

$H = 1000$ m, $W = 300$ km/godz., $\Theta = 20{,}75$ sek.

Niedokładność w warunkach lotu poziomego wynosi: -2^0. Obliczyć K i K_1.

Rozwiązanie.

1. Z tabel odnajdujemy kąt celowania wstępnego $\alpha = 81^0$.
2. Kąt ustalony $= 80{,}5^0$ (górna krawędź maski silnika).



Rys. 23b. Zmiana warunków lotu — moment zrzutu bomby

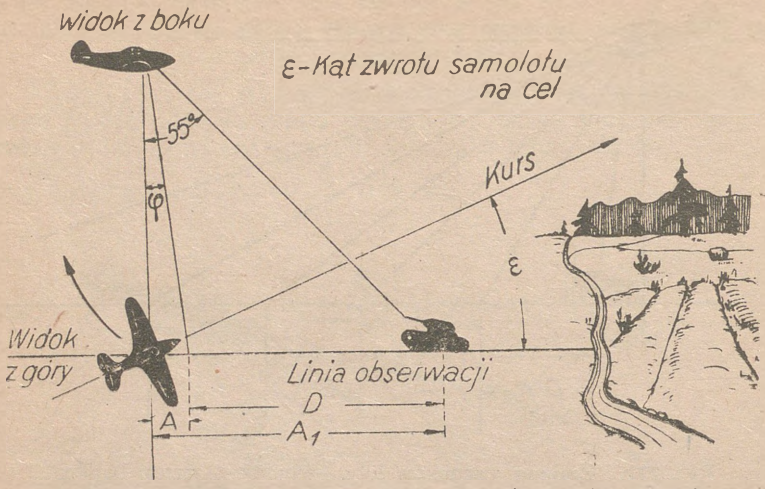
3. Obliczamy rzeczywisty kąt celowania wstępnego:
   $\alpha' = 81^0 - 2^0 = 79^0$.
4. Obliczamy rzeczywisty kąt ustalony:
   $80{,}5^0 - 2^0 = 78{,}5^0$.
5. Obliczamy bazę obliczonego kąta celowania wstępnego:
   $A_3 = 6350$ m.
6. Obliczamy bazę rzeczywistego kąta celowania wstępnego:
   $A'_3 = 5180$ m.
7. Obliczamy omyłkę K_1:
   $K_1 = A_3 - A'_3 = 6350 - 5180 = 1170$ m.
8. Obliczamy różnicę w czasie: $t = 14$ sek.
9. Obliczamy bazę kąta ustalonego $80{,}5^0$: $A_2 = 6000$ m.
10. Obliczamy bazę rzeczywistego kąta ustalonego $78{,}5^0$:
    $A'_2 = 4840$ m.
    $K_2 = A_2 - A'_2 = 6000 - 4840 = 1160$ m.
11. Obliczamy różnicę w czasie $t' = 13{,}9$ sek.:
    Jak widać $K_1 = 1170$ m,
    $K_2 = 1160$ m,
    $K = 1170 - 1160 = 10$ m.

Omyłka w czasie wyniesie:

$\Delta t = t - t_1 = 14 - 13{,}9 = 0{,}1$ sek.

W praktyce różnice te nie wpłyną na celność bombardowania.

Z rysunku wynika, że gdy tylko zaobserwowany według kąta celowania wstępnego cel pomocniczy dojdzie na krawędź maski



Rys. 24. Schemat celowania przy kącie ustalonym 55°

silnika, cel rzeczywisty dojdzie na kąt celowania $= \varphi$, gdyż różnice liniowe i czasowe wynikające z błędnych warunków lotu praktycznie się wyrównują.

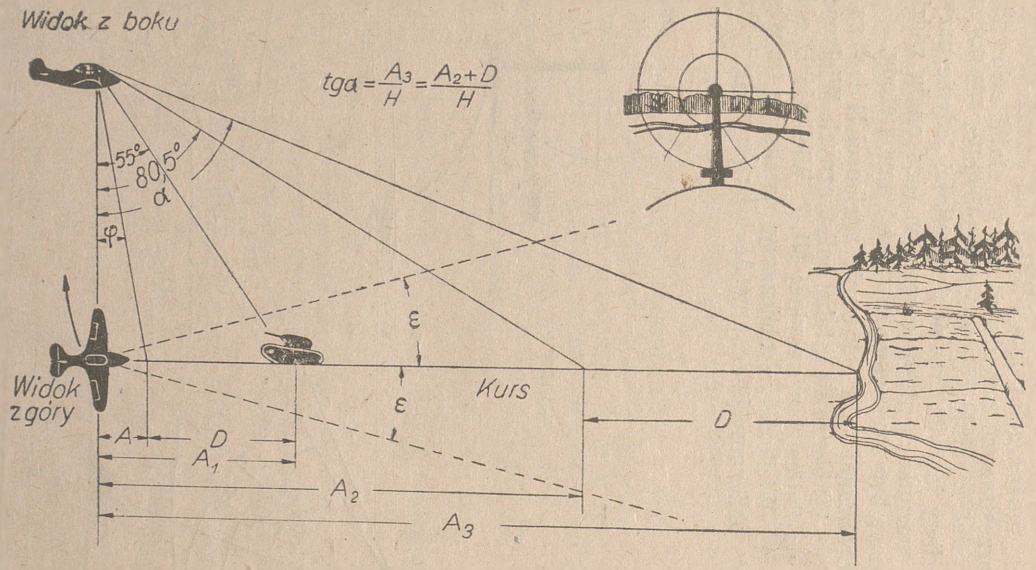
Wniosek.

Bombardowanie metodą kątów celowania wstępnego w locie poziomym lub też z opuszczonym lub podniesionym nosem samolotu daje, przy niedokładnościach (omyłkach) od 0° do ± 5°, wyniki jednakowe.

§ 18. Bombardowanie przy pomocy celowania wstępnego przy kątach celowania $\varphi < 55^0$

Teoria bombardowania z wysokości od 500 do 2000 m mało różni się od teorii bombardowania z wysokości od 20 do 500 m przedstawionej w § 12 i dalej, i w zasadzie pozostaje ta sama. Ponieważ kąty celowania są mniejsze od 55°, jako podstawę celowania można wziąć kąt ustalony nie 80,5°, lecz 55° i cel wizować nie na nosie samolotu, lecz z boku maski silnika (rys. 24) przez przednią krawędź skrzydła, biorąc pod uwagę, że przy tych wysokościach bombardowania $\varphi < 55^0$. W tych jednak warunkach cel obserwowany przez przednią krawędź skrzydła obok kadłuba nie znajduje się w płaszczyźnie nalotu samolotu.

Po podejściu celu na kąt ustalony 55° można by skręcić w stronę celu o kąt ε zakrywając cel kadłubem i zrzucić bombę po obliczonym wytrzymaniu czasu (twc). Nie jest to dogodne i zmniejsza celność. Natomiast, jeśli uwzględnimy, że na rys. 25

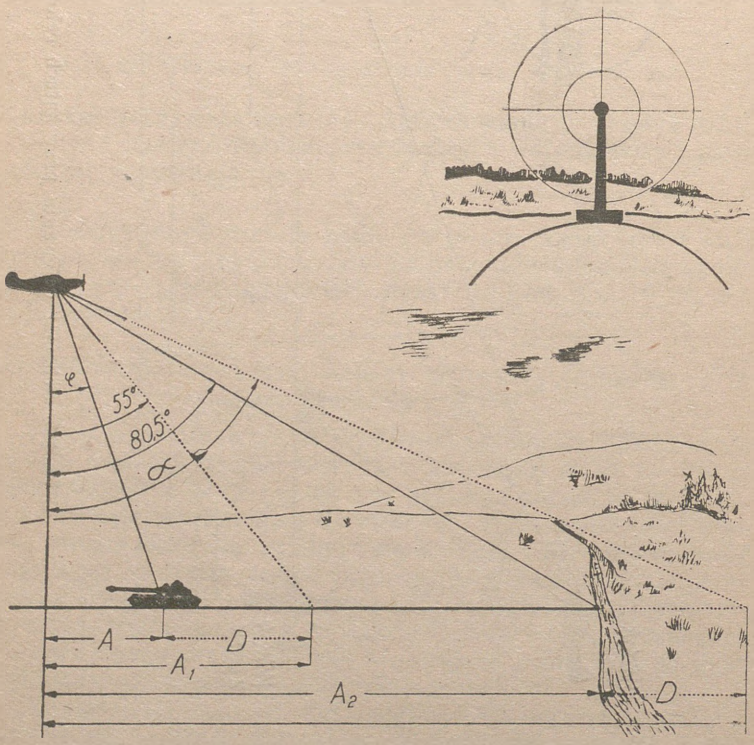


Rys. 25. Schemat celowania przy kątach celowania $\varphi < 55°$

odcinek D jest zarówno bazą kąta $55^0 - \varphi$, jak $\alpha - 80{,}5^0$, możemy dla ułatwienia dokładnego nalotu na cel rzeczywisty przenieść cel pomocniczy dalej w kierunku lotu i bombardować wg kąta ustalonego $80{,}5^0$ jako kąta celowania pomocniczego (rys. 26).

Używać można celownika PB-Ił-2 lub nawet WW-1. Należy starannie przestrzegać odległości oka od siatki celownika. Najlepiej korzystać z ramki celowniczej celownika PB-Ił-2. Opisany sposób możliwy jest dla średnich wysokości jedynie przy bardzo dogodnych warunkach atmosferycznych (doskonała widzialność). Dlatego muszą być stosowane również i inne metody.

Przy obliczaniu kąta celowania wielkości H i V są zadane, wielkość T, Θ i Δ bierze się z tabel balistycznych. Wielkości A i A_1 obliczamy na linijce nawigacyjnej NL-7. Wielkość D obliczamy: $D = A_1 - A$. Wielkość A_2 obliczamy na linijce nawigacyjnej. Wielkość A_3 obliczamy jako sumę $A_2 + D$; $A_3 = A_2 + D$.



Rys. 26. Moment zrzutu bomby przy kącie $\varphi < 55^0$ i celu pomocniczym na kącie $80{,}5^0$

Kąt celowania wstępnego $= \alpha$ obliczamy na linijce nawigacyjnej według bazy A_3 lub bierzemy z tabel.

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{A}{H}; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{A_3}{H}.$$

§ 19. Obliczenie danych celowania dla bombardowania z wysokości 500 — 2000 m

Dane celowania dla bombardowania z celownikiem PB-Ił-2 lub WW-1 określają wyjście samolotu na cel i moment zrzutu bomby. Główne dane to kąt celowania $= \varphi$, kąt celowania wstępnego $= \alpha$, kurs bojowy busoli (Kboj) i kąt naprowadzenia samolotu $= \varepsilon$.

Kolejność obliczania danych celowania:

1. Obliczamy kąt celowania i donośność bomby A. W tym celu należy uprzednio obliczyć na wiatromierzu szybkość podróżną W.
2. Obliczamy bazę kąta ustalonego $55^0 = A_1$.
3. Obliczamy wielkość D jako różnicę $A_1 - A$.
4. Obliczamy bazę kąta ustalonego $80{,}5^0 = A_2$.
5. Obliczamy bazę A_3 kąta celowania wstępnego $A_3 = A_2 + D$.
6. Obliczamy kąt celowania wstępnego $= \alpha$.
7. Na celowniku PB-Ił-2 lub WW-1 zaznaczamy kreską poprzeczną kąt celowania wstępnego α.

Przykład.

Wykonać bombardowanie pojedynczym samolotem pojedynczymi bombami.

Warunki:

H = 1200 m, V = W = 280 km/godz., Θ = 21,75 sek.

Bojowy magnetyczny kąt drogi KDmag = 160^0.

Wiatr U = 40 km/godz., kąt wiatru $\delta = 90^0$, dewiacja Δbus = -5^0.

Obliczyć kąt celowania φ, kąt celowania wstępnego α i bojowy kurs busoli.

Przy obliczeniu można posługiwać się tabelami balistycznymi i linijką nawigacyjną NL-7.

Rozwiązanie.

Na ziemi

1. Wypisać z tabel balistycznych:
   T = 16,1 sek., Δ = 100 m.

2. Na wiatromierzu obliczyć szybkość podróżną na drodze bojowej. W tym celu należy:

a) tarczę wiatromierza ustawić na V = 280 km/godz.,

b) wykreślić przez środek tarczy linie KDmag = 160^0,

c) ustawić tarczę na $\delta = 90^0$ i zaznaczyć punkt wiatru U = 40 km/godz.,

d) obracając tarczę wiatromierza osiągnąć prawą krawędzią linijki linię równoległą do linii KDmag i przechodzącą przez punkt wiatru. Na linijce szybkości naprzeciw punktu wiatru odczytać W = 290 km/godz.; naprzeciw kreski kursowej odczytać kurs = 169^0 i obliczyć bojowy kurs busoli = Kmag — ($\pm$ Δ bus) = $169^0 + 5^0 = 174^0$.

3. Obliczyć na linijce nawigacyjnej donośność A i kąt celowania φ.

a) S = 1300 m,

b) donośność bomby A = S — Δ = 1300 — 100 = 1200 m,

c) obliczyć na linijce nawigacyjnej kąt celowania $\varphi = 45^0$.

4. Obliczamy na linijce nawigacyjnej, według kąta ustalonego 55^0, bazę A_1 = 1700 m.

5. Obliczamy wielkość D według wzoru $D = A_1 - A$
$D = 1700 - 1200 = 500$ m.

6. Obliczamy bazę kąta ustalonego $80{,}5^0$, A_2 = 7000 m.

7. Obliczamy bazę kąta celowania wstępnego według wzoru $A_3 = A_2 + D = 7000 + 500 = 7500$ m.

8. Na zasadzie bazy A_3 obliczamy na linijce nawigacyjnej kąt celowania wstępnego $\alpha = 81^0$.

9. Na szkle celownika PB-II-2 kreślimy kreskę dla celowania wstępnego według kąta α lub na celowniku WW-1 według kąta dopełniającego $\beta = 90^0 - 81^0 = 9^0$.

W związku z tym, że obliczenie podstawowych danych dla bombardowania wymaga pewnego czasu i nie wyklucza nam możliwości popełnienia mechanicznych omyłek, poleca się stosowanie tabel, z których według podstawowych danych W, H i Θ można znaleźć kąt celowania φ i kąt celowania wstępnego α oraz czas przebywania na kursie bojowym (tboj).

Przykład.

Przeprowadzić bombardowanie jednym samolotem pojedynczymi bombami.

Warunki:

H = 900 m, V = 300 km/godz., W = 320 km/godz.,
Θ = 21,75 sek.
Obliczyć kąt φ i tboj.

Rozwiązanie.

1. Z tabeli według danych H, W i Θ odczytujemy:
$\varphi = 52^0$, $\alpha = 80{,}8^0$, tboj = 8 sek.

2. Na ekranie celownika PB-II-2 lub WW-1 zaznaczamy kreskę odpowiednio do wielkości kąta.

§ 20. Wielkość naprowadzenia bocznego samolotu = ε

Kąt naprowadzenia bocznego samolotu = ε jest wielkością równą 13^0 — 15^0. Skrętu dokonuje pilot w zależności od swego doświadczenia podprowadzając cel pod kadłub samolotu.

§ 21. Kolejność prac przy bombardowaniu

Bombardowanie z celownikiem PB-Ił-2 lub WW-1 metodą kątów celowania wstępnego przeprowadza się z uprzednio obliczonymi i zaznaczonymi kątami celowania wstępnego.

1. Kąt celowania wstępnego można obliczyć lub też wziąć go z tablic dla odpowiedniej wysokości bombardowania, odpowiedniej szybkości powietrznej i podróżnej oraz dla odpowiedniego charakterystycznego czasu lotu bomby (Θ).

Tabela kątów celowania i celowania wstępnego jest zestawiona dla bomb o Θ = 20,5, 20,87 i 21 sek., dla wysokości H = 500 — 2000 m i dla szybkości podróżnych W od 260 km/godz. do 360 km/godz.

(Oprócz kątów φ i α na tabeli znajduje się czas przebywania na kursie bojowym tboj).

2. Na celowniku zaznaczamy kąt celowania wstępnego.

3. Wykonujemy lot do punktu orientacyjnego początku drogi bojowej.

4. Punkt orientacyjny początku drogi bojowej przechodzimy według obliczonego bojowego kursu busoli Kboj.

5. Cel trzymamy z lewej strony maski silnika, możliwie jak najbliżej maski.

6. Gdy tylko cel zbliży się do przedniej krawędzi skrzydła — skręcamy samolot nad cel o wielkość kąta ε.

7. Chwytamy na zaznaczonej kresce celownika PB-Ił-2 lub WW-1 dowolny cel pomocniczy.

8. Gdy tylko środek celu pomocniczego przejdzie na krawędź maski silnika, naciskamy na guzik wyrzutnika i zrzucamy bomby.

Przykład.

Wykonać bombardowanie jednym samolotem. Warunki:
H = 1500 m, V = 280 km/godz., W = 300 km/godz.,
Θ = 21,75 sek.

Rozwiązanie.

Na ziemi

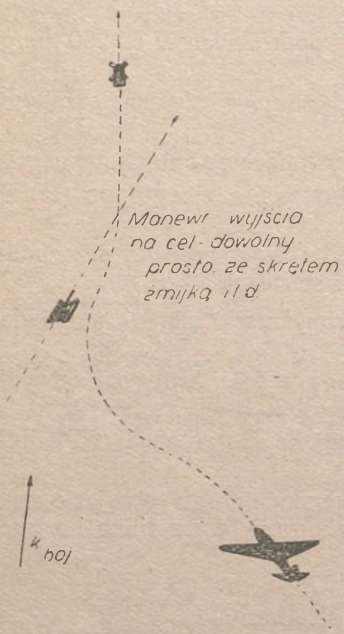
1. Odczytujemy z tablicy $\varphi = 42^0$, $\alpha = 81{,}5^0$, tboj = 16 sek.
2. Zaznaczamy kąt celowania wstępnego na celowniku.

1. Podchodzimy do celu, obserwując go z lewej strony maski silnika.

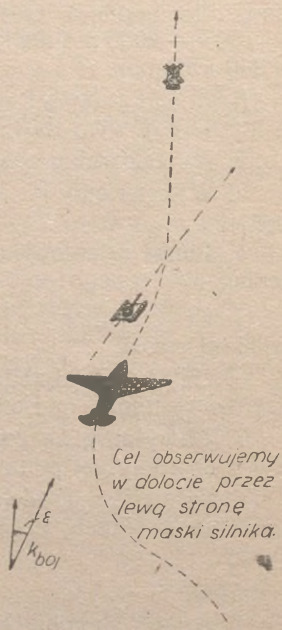
2. Gdy tylko cel zbliży się do przedniej krawędzi skrzydła naprowadzamy samolot (wykonujemy skręt) na cel i przenosimy wzrok na ekran celownika.

3. Na kresce, zaznaczonej na celowniku według odpowiedniego kąta celowania wstępnego, chwytamy dowolny cel pomocniczy.

4. Gdy cel pomocniczy podejdzie do krawędzi maski silnika, zrzucamy bombę.

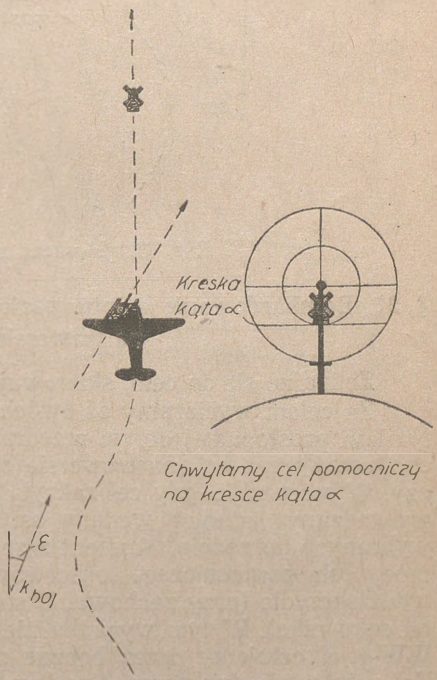


Rys. 27. Manewr nalotu

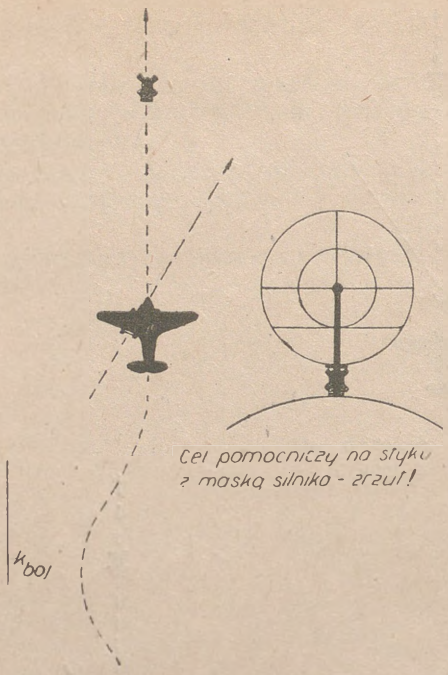


Rys. 28. Obserwacja celu w dolocie

s. 29. Moment naprowadzenia samolotu na cel



Rys. 30. Moment chwycenia celu pomocniczego na celowniku

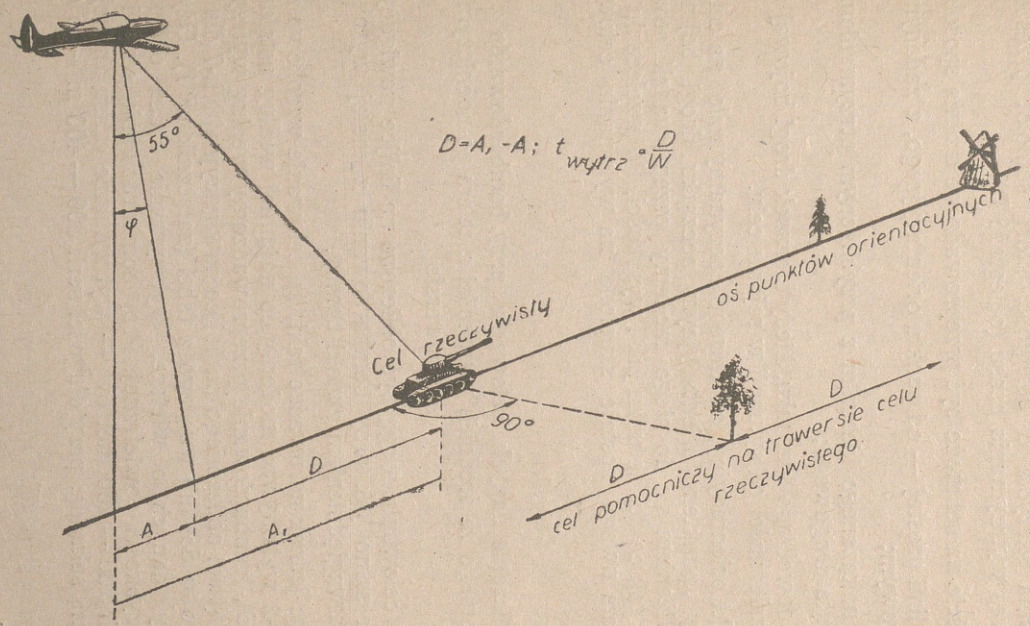


Rys. 31. Moment zrzutu bomby

§ 22. Bombardowanie z lotu poziomego z celem pomocniczym na trawersie Kboj

Zbliżając się do celu, skierowujemy samolot nosem na cel.

Za celem wybieramy oś dwóch przedmiotów orientacyjnych. Na linii prostopadłej do osi przedmiotów orientacyjnych, a przechodzącej przez cel (na trawersie celu), wybieramy cel pomocniczy. W momencie, gdy cel zakryty zostanie przez maskę silnika, prowadzimy samolot według osi przedmiotów orientacyjnych wybranych uprzednio. Moment zrzutu bomby określa się przy pomocy celu pomocniczego, obserwowanego poprzez przednią krawędź skrzydła (przy zachowaniu stałej odległości oka = 500 mm od celownika). W tym wypadku nie posługujemy się celownikiem WW-1, a celujemy przez boczne pancerne szkło kabiny pilota. Kąt ustalony będzie wynosił w danym wypadku 55° (przednia krawędź skrzydła). Przy kącie celowania $\varphi = 55^0$ bomby zrzucamy w momencie zbliżenia się celu pomocniczego do przedłużenia



Rys. 32. Schemat bombardowania z celem pomocniczym na trawersie celu rzeczywistego

przedniej krawędzi skrzydła; przy $\varphi < 55^0$ stosujemy wytrzymanie czasu od chwili, gdy cel pomocniczy przejdzie przez przedłużenie przedniej krawędzi skrzydła; przy kątach celowania $\varphi > 55^0$ bomby należy zrzucać nie dopuszczając celu pomocniczego do przedłużenia skrzydła o odległość, którą samolot przeszedłby przez okres wytrzymania czasu (odległość D).

Wyjście na cel może być przeprowadzone trzema sposobami:

1. z linii prostej — od punktu orientacyjnego, z zadanym kątem drogowym;

2. z nakazanego kierunku z przybliżonym utrzymaniem zadanego kąta drogowego;

3. z dowolnego kierunku, kiedy kierunek drogi bojowej obieramy w zależności od sytuacji w rejonie celu.

Obiekt orientacyjny, od którego zaczynamy nalot na cel, nazywa się „punktem orientacyjnym początku drogi bojowej". Przed zbliżeniem się do niego możemy przeprowadzić dowolne manewry tak co do kierunku jak i wysokości. Po przeleceniu tego punktu cała uwaga zostaje skupiona na wykonaniu celowania i zrzutu.

§ 23. Obliczenie danych celowania przy bombardowaniu z lotu poziomego ze średnich wysokości z celem pomocniczym na trawersie

Kąty celowania mogą być obliczone na linijce nawigacyjnej NL-7 tak samo jak przy bombardowaniu z małej wysokości, jednak z uwzględnieniem zwłoki bomby.

Mając jednak na uwadze fakt, że celowanie wzrokowe z samolotu Il-2 wykonywać możemy co najmniej według ustalonego kąta = 55°, bombardowanie przeprowadzamy według wytrzymania czasu (twc) obliczonego na linijce nawigacyjnej NL-7 dla kąta ustalonego = 55° lub wziętego z tabel (załącznik nr 1). Gdy nie posiadamy danych o wietrze, wytrzymanie czasu obliczamy według szybkości powietrznej. Przy bombardowaniu serią i długości serii 200 — 250 metrów — wytrzymanie czasu zmniejszamy o jedną sekundę; przy długości serii 300 — 400 m — o dwie sekundy.

Przykład.

Wykonać bombardowanie pojedynczymi bombami, jednym samolotem.

Warunki: H = 600 m, V = 320 km/godz., Θ = 20,75 sek.

Wykonanie:

Na ziemi

1. Przygotować mapę rejonu celu. Na mapie należy wybrać punkt orientacyjny początku drogi bojowej i na jednej linii z wybranym obiektem, w odległości 2 — 3 km od celu wybrać dwa obiekty orientacyjne (możemy postąpić odwrotnie, tzn. najpierw wybieramy dwa obiekty i na osi ich w odległości 5 — 6 km wybieramy początek drogi bojowej).

Wykreślamy na mapie linię drogi, określamy kurs bojowy, po czym na linii przechodzącej przez cel i prostopadłej do kursu bojowego wybieramy charakterystyczny obiekt jako cel pomocniczy. (Przygotowanie wskazuje, że metoda bombardowania daje się stosować jedynie do celów stałych, nie ruchomych).

2. Obliczamy wytrzymanie czasu (twc) według ustalonego kąta = 55°. Na NL-7 ustawiamy trójkącik (3) na wysokość 600 m (4) i naprzeciwko kąta = 55° czytamy bazę S = 850 m. Ustawiamy okrągły wskaźnik (2) na szybkość powietrzną 340 km/ godz. (1) i naprzeciwko 850 m (1) czytamy czas t = 9 sek.

Wytrzymanie czasu równa się 9 — T, zatem twc = 9 — 11,4 = — 2,4 sek. Obliczamy w pamięci szybkość samolotu w sekundzie; w tym celu 340 : 60 = 5,6 km, następnie 5600 : 60 = 93 m, tzn. samolot przejdzie w ciągu 1 sekundy 93 m, a przez 2,4 sek. — 223 m; D = 223 m.

Powyższe obliczenia możemy wykonać również na NL-7; w tym celu okrągły wskaźnik (2) ustawiamy na szybkość powietrzną V = 340 km/godz. (1) i naprzeciw 10 (2) czytamy 93 metrów, następnie przesuwamy przeziernik i ustawiamy jego nić naprzeciw 2,4 sek., czytamy 223 metrów (1). „twc" obliczyć możemy również z tabel według szybkości V = 340 km/godz. i H = 600 m, znajdujemy „twc" równe 2,5 sek.

W powietrzu

Wyjść na punkt orientacyjny początku drogi bojowej z obliczonym kursem; przed celem skierować nos samolotu na cel utrzymując samolot na linii obiektów orientacyjnych, po czym, nie dopuszczając celu pomocniczego do przedniej krawędzi skrzydła mniej więcej o 223 m względnie 2,4 sek. czasu lotu — zrzucić bombę.

§ 24. Ujemne cechy bombardowania z celem pomocniczym na trawersie

Przyczyny zmniejszające celność bombardowania:

1. trudność w utrzymywaniu samolotu na kursie osi obiektów, zwłaszcza przy bocznym wietrze;

2. trudność w wybraniu odpowiedniego celu pomocniczego;

3. brak celownika i konieczność posługiwania się wytrzymywaniem czasu. Szczególnie złe rezultaty osiągamy przy ujemnych wartościach „twc";

4. niewidoczność celu przy zbliżaniu się do niego;

5. trudność utrzymania nakazanych warunków lotu.

Do ujemnych cech tego sposobu zaliczyć można również dużą stratę czasu na przygotowanie mapy rejonu celu.

Dokładność w trafianiu celu zależy przy bombardowaniu z lotu poziomego ze średnich wysokości z celem pomocniczym na trawersie od:

a) dokładnego prowadzenia samolotu według osi obiektów orientacyjnych;

b) wyboru celu pomocniczego. Wskazane jest, ażeby to był obiekt punktowy dobrze widoczny z powietrza i łatwy do rozpoznania;

c) dokładnego utrzymania zadanych warunków lotu;

d) prawidłowego obliczenia „twc" (na linijce lub z tabel) i jego wytrzymania.

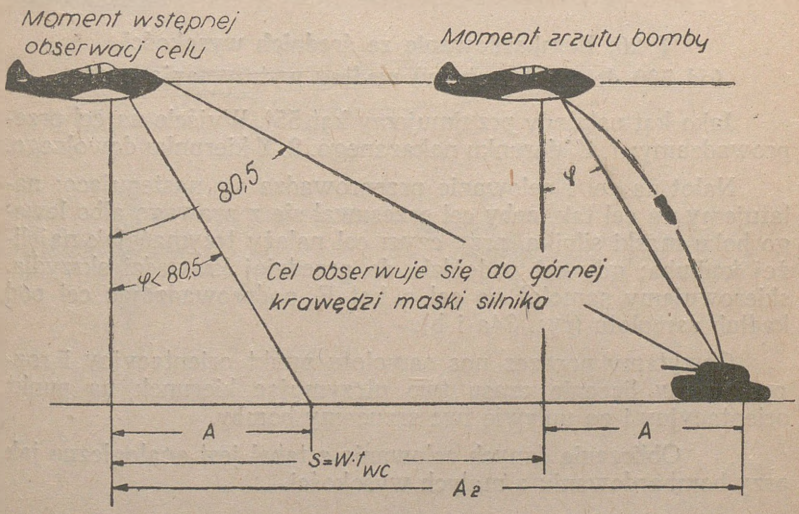
ROZDZIAŁ IV

BOMBARDOWANIE WG WYTRZYMANIA CZASU (twc)

§ 25. Bombardowanie według twc z małych wysokości

Bombardowanie z małych wysokości ma te zalety, że daje dobrą celność oraz że podejście do celu może być przeprowadzone z dowolnie wybranego (ewentualnie z nakazanego) kierunku; jest natomiast dość duże niebezpieczeństwo trafienia przez ogień ręcznej i maszynowej broni nieprzyjaciela.

Dlatego też należy pracę na drodze bojowej skrócić do minimum. Wierzchni odcinek maski silnika nie pozwala przeprowadzać obserwacji pod kątem mniejszym niż 80,5°, a więc kąt ten staje się minimalnym kątem obserwacji i celowania. Wielkość minimalnych kątów celowania dla samolotu Il-2 określona jest przez wierzchni odcinek maski silnika = kąt 80,5° i przednia krawędź skrzydła = kąt 55°.



Rys. 33. Bombardowanie według twc przy kącie ustalonym 80,5°

Wielkość twc wyprowadzamy z rysunku: (rys. 32)

A = donośność bomby,

A_2 = baza kąta ustalonego (obserwacji) 80,5°; różnica między A_2 i A jest drogą samolotu przez czas „twc",

stąd $S = A_2 - A$

$S = W \cdot t_{wc}$, czyli $W \cdot t_{wc} = A_2 - A$

$$t_{wc} = \frac{A_2 - A}{W}$$

W załącznikach niniejszego podręcznika zestawione są tabele „twc" dla różnych wariantów szybkości powietrznych i podróżnych oraz wysokości z uwzględnieniem charakterystycznych czasów lotu bomb. Dlatego określenie kąta celowania i twc przeprowadza się najprościej za pomocą tabel, gdzie kąty obliczone są zawczasu zwykłym systemem na linijce nawigacyjnej NL-7, a wytrzymanie czasu obliczone jest od kąta 80,5°.

Porządek bombardowania jest następujący: mając wysokość i szybkość powietrzną obliczamy zwykłym sposobem szybkość podróżną według danych V i H, i znajdujemy kąt celowania oraz odpowiadający mu twc. Zachodzimy na cel utrzymując ściśle H i V tak, żeby cel przeszedł przez wierzchni odcinek maski silnika; z chwilą schowania się celu zaczynamy liczenie czasu, a po upływie twc zrzucamy bomby.

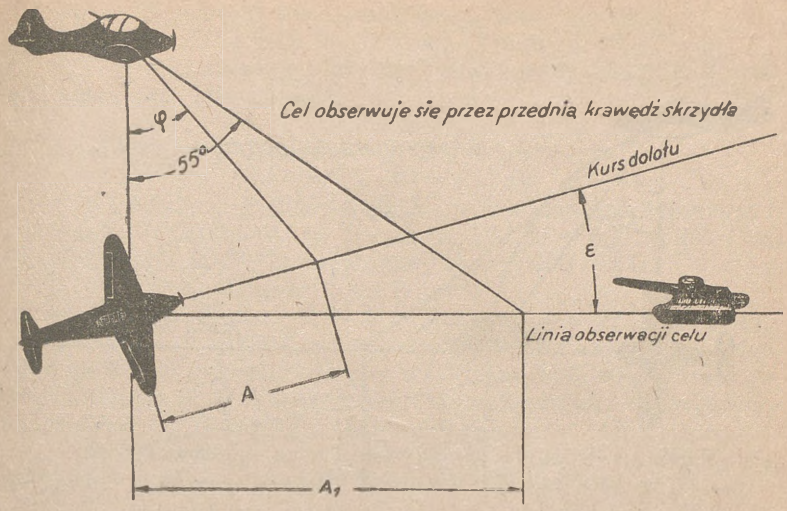
§ 26. Bombardowanie ze średnich wysokości (od 500 do 2000 metrów) według wytrzymania czasu

Jako kąt ustalony przyjmujemy kąt 55°. Wyjście na cel przeprowadzamy: 1. Z kierunku nakazanego. 2. Z kierunku dowolnego.

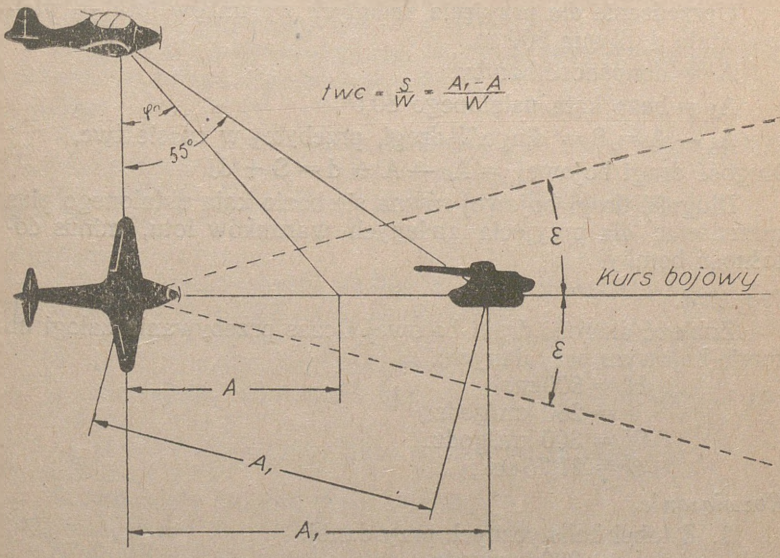
Nalot na cel i celowanie przeprowadza się następująco: nalatujemy na cel tak, żeby cel przesuwał się z prawego albo lewego boku maski silnika, przy czym cel należy trzymać jak najbliżej kadłuba; gdy cel podejdzie do przedniej krawędzi skrzydła, skierowujemy samolot na cel o kąt E, podprowadzając cel pod kadłub samolotu (rys. 34a i b).

Chwytamy poprzez nos samolotu punkt orientacyjny i rozpoczynamy liczenie czasu twc utrzymując kierunek na punkt orientacyjny i po upływie twc zrzucamy bomby.

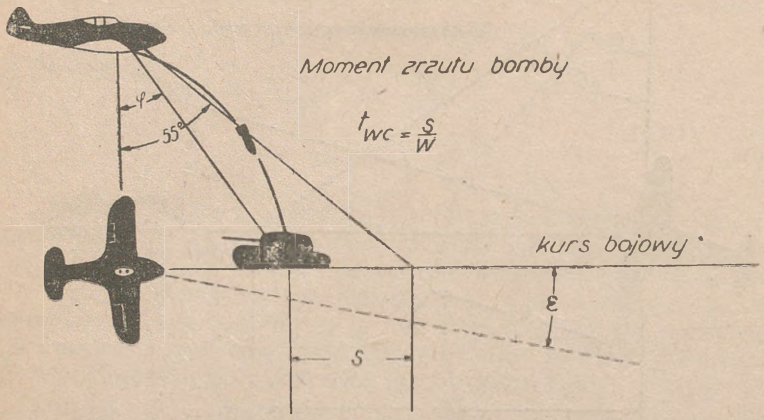
Obliczenie danych celowania z tabel jest analogiczne jak przy bombardowaniu z małych wysokości.



Rys. 34a. Bombardowanie wg twc przy kącie ustalonym 55° — dolot



Rys. 34b. Bombardowanie wg twc przy kącie ustalonym 55° — nalot



Rys. 34c. Bombardowanie wg twc przy kącie ustalonym 55° — zrzut

§ 27. Czas przebywania samolotu na drodze bojowej przy bombardowaniu z wysokości od 50 do 500 metrów

Uprzedzenie dla przyjęcia zadanych warunków lotu — wielkość stała d, równa 500 m.

A = donośność bomby,

A_1 = baza kąta ustalonego 80,5°,

$A_1 - A = S =$ długość drogi, przebytej w czasie twc.

Długość drogi bojowej $= A_1 - A + d = S + d$.

Długość drogi bojowej równa się bazie kąta ustalonego plus uprzedzenie dla przyjęcia zadanych warunków lotu, minus donośność bomby.

Przykład.

Znaleźć długość drogi bojowej i czas przebywania załogi na kursie bojowym przy danych:

H = 500 m,
V = 280 km/godz.,
W = 300 km/godz.,
Θ = 21,75 sek.

Rozwiązanie.

1. Z tabel balistycznych przy danej:
V = 280 km/godz.,
H = 500 m

oraz $\Theta = 21{,}75$ sek. znajdujemy czas lotu bomby:

$T = 10{,}3$ sek., zwłoka $\Delta = 40$ m.

2. Na linijce nawigacyjnej NL-7 znajdujemy odległość S przebytą przez czas lotu bomby:

$S = 875$ m.

3. Znajdujemy donośność według wzoru $A = S - \Delta$:

$A = 875 - 40 = 835$ m.

4. Na NL-7 znajdujemy bazę A_1; w tym celu trójkątny wskaźnik skali (3) stawiamy na wysokość lotu $H = 500$ m (4) i naprzeciwko kąta $80{,}5^0$ (3) znajdujemy $A_1 = 3000$ m (4).

5. Obliczamy długość drogi bojowej:

droga bojowa $= A_1 + d - A = 3000 + 500 - 835 = 2665$ m.

6. Na NL-7 znajdujemy czas przebywania samolotu na drodze bojowej. W tym celu okrągły wskaźnik (2) stawiamy na szybkość podróżną $W = 300$ km/godz. (1) i naprzeciwko S drogi bojowej $= 2665$ m (1) czytamy tboj $= 30$ sek.

Stąd maksymalny czas przebywania samolotu na drodze bojowej przy bombardowaniu z wysokości 50 — 500 m = 30 sek.

§ 28. Czas przebywania samolotu na drodze bojowej przy bombardowaniu z wysokości od 500 do 2000 m

d = uprzedzenie dla przyjęcia zadanych warunków lotu, wielkość stała, równa 500 m,

A — donośność bomby,

A_1 — baza kąta ustalonego 55^0.

Długość drogi bojowej równa się bazie kąta ustalonego plus uprzedzenie, minus donośność bomby.

Przykład.

Znaleźć czas przebywania samolotu na drodze bojowej tboj przy danych warunkach bombardowania:

$H = 2000$ m, $V = 300$ km/godz., $W = 320$ km/godz., $\Theta = 20{,}75$ sek.

Rozwiązanie.

Z tablic balistycznych, według $V = 300$ km/godz., $H = 2000$ m i $\Theta = 20{,}75$ sek., znajdujemy:

1. czas lotu bomby $T = 21{,}1$ sek., zwłoka $= \Delta = 196$ m;

2. na NL-7 znajdujemy odległość $S = 1860$ m;

3. znajdujemy donośność bomby $A = S - \Delta = 1860 - 196 = 1664$ m;

4. na NL-7 znajdujemy bazę A_1 kąta ustalonego 55^0, $A_1 = 2900$ m;

5. obliczamy długość drogi bojowej;

$Sboj = A_1 + d - A = 2900 + 500 - 1664 = 1736$ m;

6. na NL-7 znajdujemy czas przebywania samolotu na drodze bojowej = 20 sek.

ROZDZIAŁ V

BOMBARDOWANIE CELÓW STAŁYCH Z LOTU POZIOMEGO

§ 29. Dane z mapy

Zadaniem celowania jest określenie punktu zrzutu bomby. Bomby zrzucamy w nalocie, gdy odległość samolotu od celu równa się donośności bomby = A. Ponieważ przy kątach celowania od 0^0 do $80{,}5^0$ (wzgl. 55^0) cel nie jest widoczny, bo znajduje się pod kadłubem, konieczne jest naznaczenie na mapie pomocniczego punktu orientacyjnego w odległości od celu równej mniej więcej 6 wysokościom.

Dlatego należy przede wszystkim wykreślić na mapie linię drogi bojowej przez cel tak, aby linia przecinała pod kątem prostym jakikolwiek liniowy obiekt orientacyjny, znajdujący się na linii drogi poza celem, nie bliżej niż 1200 metrów przy bombardowaniu z wysokości do 200 m i nie bliżej niż 1200 do 6000 m przy bombardowaniu z wysokości 200 — 1000 m, tj. na odległości równej nie mniej niż 6 wysokości.

Celowanie składa się:

1. z bocznego naprowadzenia,
2. z obliczenia momentu zrzutu.

Celowanie przeprowadza się przy pomocy celowników WW-1, ewentualnie przy pomocy celownika PB-Ił-2.

Obliczenie momentu zrzutu bomby przeprowadza się następująco:

a) cel chowa się pod maskę silnika,

b) gdy tylko wybrany na mapie punkt orientacyjny (cel pomocniczy) wejdzie na kąt celowania pomocniczego, określony przy pomocy celownika WW-1 lub PB-Ił-2, zrzucamy bombę.

§ 30. Teoretyczne uzasadnienie celowania z pomocą oznaczenia bazy na mapie 1 : 100000 i 1 : 200000

Bomby powinny być zrzucone przed celem na odległości donośności bomby = A, lecz w związku z tym, że na samolocie Ił-2 nie ma przyrządu pozwalającego celować pod kątem φ wysuwa-

my punkt celowania pomocniczego na długość odcinka A_1 w stronę lotu na cel, przy czym $A_2 \geqq 6H$.

Robimy to w następujący sposób:

N a z i e m i

a) Wykreślamy na mapie przez cel linię drogi bojowej tak, aby linia ta przecinała jakikolwiek liniowy lub punktowy obiekt orientacyjny (cel pomocniczy) znajdujący się w odległości od celu $A_1 > 6H$.

b) Mierzymy linijką z podziałką odległość od celu do celu pomocniczego wzdłuż linii drogi bojowej, tj. znajdujemy wielkość A_1.

c) Sumujemy $A + A_1$ i otrzymujemy bazę $A_2 = A + A_1$.

d) Na linijce nawigacyjnej obliczamy zwykłym sposobem na podstawie bazy A kąt celowania wstępnego $= \alpha$.

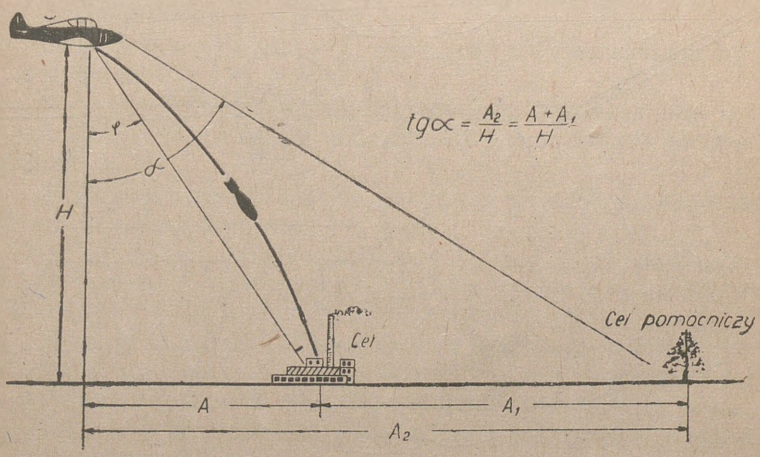
e) Naznaczamy na celowniku WW-1 lub PB-II-2 kreskę poziomą wyznaczającą kąt α.

W p o w i e t r z u

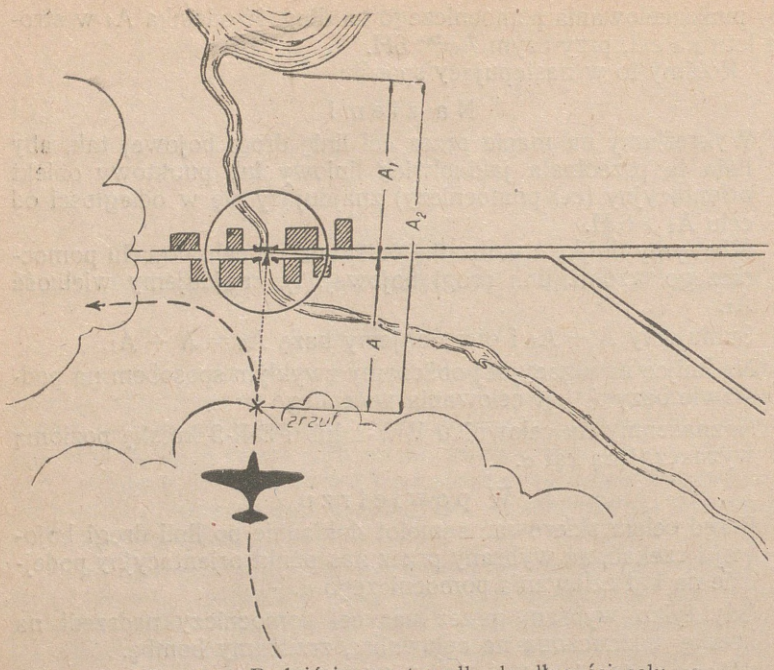
a) Przed celem skierować samolot dokładnie po linii drogi bojowej i czekać, aż wybrany przez nas punkt orientacyjny podejdzie na kąt celowania pomocniczego α.

b) Gdy tylko wybrany przez nas cel pomocniczy nadszedł na kreskę naznaczoną na celowniku, zrzucamy bombę.

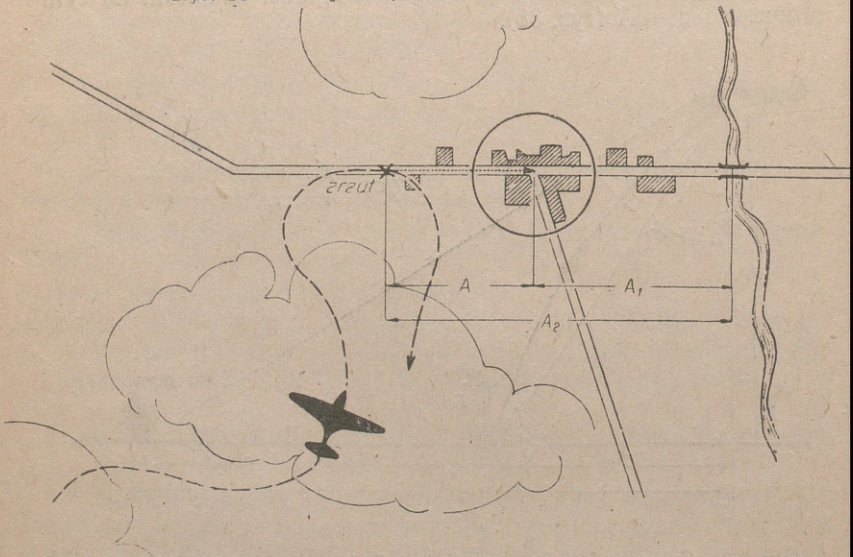
Moment ten będzie odpowiadał odległości samolotu od celu o donośność $= A$ (rys. 35).



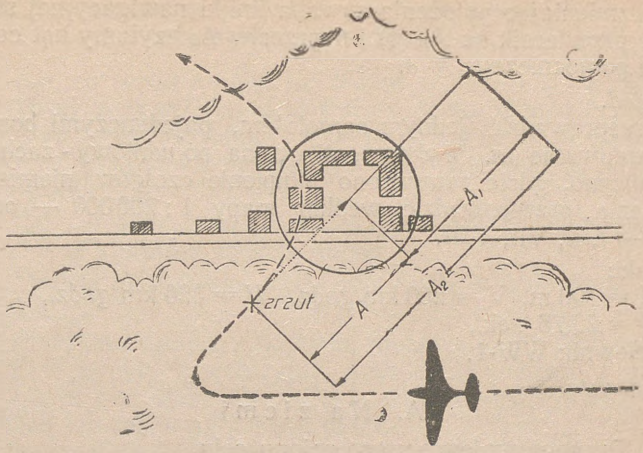
Rys. 35. Schemat bombardowania według mapy o dużej podziałce



Rys. 36. Podejście prostopadle do długości celu



Rys. 37. Podejście do ataku żmijką



Rys. 38. Atak ze zwrotu

§ 31. Kolejność rozwiązywania zadań na linijce nawigacyjnej NL-7

1. Mamy dane: wysokość lotu = H, szybkość powietrzną = V, czas charakterystyczny lotu bomby = Θ; ponadto z tabel balistycznych odnajdujemy czas lotu bomby = T i zwłokę = Δ.

2. Okrągły wskaźnik (3) wstawiamy na wcześniej obliczoną szybkość podróżną = W(1) i naprzeciwko czasu lotu bomby = T (2) odczytujemy S (1).

3. Znajdujemy $A = S - \Delta$.

4. Obliczywszy z mapy A_1 sumujemy z donośności bomby A i znajdujemy bazę $A_2 = A_1 + A$.

5. Trójkątny wskaźnik (3) stawiamy na wysokości lotu H (4) i naprzeciwko bazy A_2 (4) odczytujemy kąt celowania pomocniczego = α (3).

O wiele prościej i szybciej rozwiązuje się zadanie, kiedy mamy tabele kątów celowania:

a) według danych wysokości lotu = H, szybkości powietrznej = V, czasu charakterystycznego lotu bomby = Θ i obliczonej szybkości podróżnej = W odczytujemy kąt φ;

b) trójkątny wskaźnik (3) stawiamy na wysokość = H (4), przeziernik stawiamy na kąt celowania = φ (3) i naprzeciw kąta celowania φ na dole odczytujemy donośność = A;

c) mierzymy na mapie odległość od celu rzeczywistego do pomocniczego A_1;

d) sumujemy A_2 i A_1 i znajdujemy $A_2 = A + A_1$;

e) nie zmieniając położenia suwaka linijki nawigacyjnej stawiamy przeziernik na A_2 (4) i naprzeciw A_2 czytamy kąt celowania pomocniczego $= \alpha$.

Przykład.

Przeprowadzić jednym samolotem, pojedynczymi bombami bombardowanie m. Siwkowo, 4 km na południowy - zachód od m. Galicyno, gdzie zauważono skupienie czołgów niemieckich. Obliczenia przeprowadzić według mapy 1 : 200000 — odcinek nr 37 — I, II, VII, VIII.

Warunki:

$H = 100$ m, $V = 280$ km/godz., $W = 320$ km/godz.,
$\Theta = 20{,}75$ sek.,
celownik WW-1.

Rozwiązanie.

A. Na ziemi

1. Przygotowujemy mapę rejonu celu.

2. Obieramy kurs bojowy $= 345^0$, tj. prostopadle do szosy mińskiej. Punkt orientacyjny początku drogi bojowej — stacja kolei Sielatyno.

3. Wybieramy cel pomocniczy: mińska szosa.

4. Mierzymy odległość od wsi Siwkowo do mińskiej szosy po linii drogi bojowej $A_1 = 0{,}4$ cm, czyli $A_1 = 800$ m.

5. W tabeli kątów celowania szukamy kąta celowania według $V = 280$ km/godz., $W = 320$ km/godz., $\Theta = 20{,}75$ sek., $H = 100$ m. Znajdujemy kąt $= 76^0$.

(to samo otrzymujemy z obliczenia na linijce nawigacyjnej NL-7).

6. Trójkątny wskaźnik (3) stawiamy na wysokość $H = 100$ m i naprzeciw $\varphi = 76^0$ (3) na dole czytamy $A = 400$ m (4).

7. Znajdujemy bazę A_2 sumując $A_2 = A + A_1 = 400 + 800 = 1200$ m.

8. Nie ruszając suwaka linijki NL-7 stawiamy przeziernik na $A_2 = 1200$ m (4) i naprzeciw u góry odczytujemy kąt celowania pomocniczego $= 68^0$.

9. Znajdujemy kąt dopełniający $\beta = 90^0 - \alpha$, $\beta = 90^0 - 86^0 = 4^0$. Na celowniku WW-1 odpowiada to dolnemu punktowi wewnętrznego pierścienia celownika; zaznaczamy to na celowniku poziomą kreską.

B. W powietrzu

1. Kierujemy samolot na stację Sielatyno, którą przechodzimy przy Kboj $= 345^0$, $V = 280$ km/godz., $H = 100$ m.

2. Gdy tylko mińska szosa zrówna się z kreską, zaznaczoną na celowniku WW-1, zrzucamy bomby.

§ 32. Ujemne strony bombardowania systemem baz i celów pomocniczych według map

1. Bardzo łatwo można się omylić i nie trafić na cel, jeśli pilot wybrał z mapy cel pomocniczy mało charakterystyczny i w związku z tym nie mógł zauważyć go z powietrza. W pobliżu celu należy dodatkowo naznaczyć punkt orientacyjny początku drogi bojowej.

2. Cel pomocniczy obrany z mapy wiąże pilota w swobodnym wyborze kierunku wyjścia na cel.

3. Metoda nadaje się wyłącznie do bombardowania celów nieruchomych.

4. Powyższa metoda celowania możliwa jest tylko w terenie bogatym w punkty orientacyjne, prawie niemożliwa w terenie jednostajnym i w ogóle niemożliwa przy bombardowaniu celów ruchomych lub celów na pełnym morzu.

5. Metoda wymaga dobrej widoczności.

Wyżej wskazana metoda posiada jednak również swoje dodatnie strony:

a) stosunkowo prosta praca,

b) bombardowanie celowane wzrokowo, bez wytrzymywania czasu.

ROZDZIAŁ VI

BOMBARDOWANIE ZE STROMEGO LOTU ŚLIZGOWEGO

§ 33. Elementy bombardowania

Bombardowanie ze stromego lotu ślizgowego jest zasadniczym sposobem bombardowania z samolotu Il-2. Stosuje się je przy bombardowaniu celów wymagających dużej dokładności bombardowania i celnego ognia k.m., działek samolotowych i pocisków rakietowych. Największą dokładność bombardowania osiągamy przy kątach lotu ślizgowego $30^0 — 35^0$. Wysokość zrzutu powinna gwarantować wyprowadzenie samolotu z lotu ślizgowego (z uwzględnieniem przepadania samolotu) oraz zabezpieczyć samolot przed rażeniem go przez odłamki własnych bomb odłamkowych. Bomby zrzuca się z lotu ślizgowego po prostej na żądanej wysokości zrzutu, w momencie zbliżenia się celu na kąt celu ω. Kąt ω = kątowi lotu ślizgowego plus kąt wyprzedzenia φ. Jeżeli cel jest podłużny, wówczas kierunek ataku powinien przebiegać wzdłuż celu. Samolot Il-2 bardzo dobrze i spokojnie wykonuje stromy lot ślizgowy i stosunkowo szybko nabiera szybkości do 375 km/godz.; potem szybkość wzrasta bardzo wolno tak, że przy kącie $35^0 — 40^0$ i zniżeniu o 500 m rozwija on szybkość do 400 km/godz. Czas lotu ślizgowego przy zniżeniu o 500 m waha się w zależności od kąta lotu ślizgowego w granicach od 8 do 14 sekund. Czas ten wystarcza w zupełności pilotowi na wycelowanie i zrzucenie bomby.

Należy zwalczać tendencję personelu latającego do zmniejszania szybkości przed wprowadzeniem w lot ślizgowy przez zadzieranie nosa samolotu, w rezultacie czego moment wprowadzenia w lot ślizgowy zostanie określony nieprawidłowo. Gdy pilot rozpoczyna lot ślizgowy wcześniej od obliczonego czasu wprowadzenia, kąty lotu ślizgowego są mniejsze od żądanych, na skutek czego bomby padać będą krótko i na odwrót. Dlatego należy wymagać od pilotów, ażeby przed rozpoczęciem lotu ślizgowego utrzymywali dokładnie lot poziomy.

Zmniejszać szybkość jedynie przez zmniejszenie gazu. Przy wysokości zrzutu większej od nakazanej — bomba upada krótko;

przy wysokości zrzutu mniejszej od nakazanej — długo. Zwiększenie kąta lotu ślizgowego zmniejsza wielkość błędów. Proces celowania przy bombardowaniu ze stromego lotu ślizgowego podzielić możemy na 4 etapy:

a) wejście w łoże wiatru,
b) określenie początku przejścia w lot ślizgowy,
c) wycelowanie w czasie lotu ślizgowego,
d) określenie momentu zrzutu bomby.

Dokładność bombardowania zależy od przestrzegania wyżej wymienionych etapów.

W łoże wiatru wchodzą szturmowce na oko według dymu względnie według wiatru obliczonego uprzednio.

Boczne naprowadzenie przeprowadza się bardzo łatwo, ponieważ samolot leci w łożu wiatru.

Bombardowanie ze stromego lotu ślizgowego daje dużą dokładność, jeśli bomba zrzucona jest we właściwym momencie lotu ślizgowego z prawidłowo określonym kątem i szybkością lotu ślizgowego. Bocznego zniesienia bomby (skosu bomby) nie uwzględnia się. Zadanie pilota przy bombardowaniu z bocznym wiatrem polega na tym, ażeby przy locie ślizgowym nie wyjść z płaszczyzny kursu bojowego i dokładnie wykonać celowanie.

Jeżeli wprowadzenie w lot ślizgowy odbyło się prawidłowo, to znaczy jeśli lot ślizgowy rozpoczęliśmy z właściwej wysokości i z nakazaną szybkością wprowadzenia V = 300 km/godz., to w momencie zrzutu bomby położenie celu będzie odpowiadało obliczonemu kątowi celu ω.

Przy nieznacznym odchyleniu płaszczyzny wprowadzenia w lot ślizgowy żądane poprawki mogą być wprowadzone ruchem samolotu jedynie w początku lotu ślizgowego, kiedy samolot Il-2 nie rozwinął jeszcze dużej szybkości; przy większych szybkościach samolot skierowuje się odpowiednio ślizgiem.

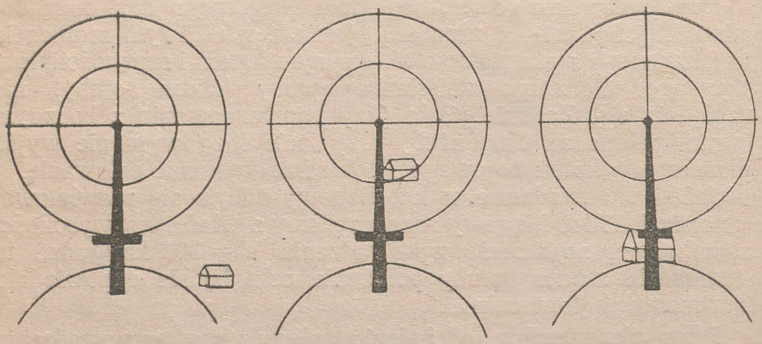
Ażeby nie zajmować się w czasie lotu obliczeniami, zestawione są specjalne tabele, z których wybieramy kątową poprawkę kąta celu.

Bombardowanie ze stromego lotu ślizgowego daje dzięki właściwemu manewrowi kierunkowemu i dogodnej wysokości małą możliwość zauważenia przez artylerię przeciwlotniczą, a przy współdziałaniu i odpowiednim manewrze z własnymi myśliwcami zabezpiecza przed lotnictwem myśliwskim i artylerią nieprzyjaciela. Zbliżenie do celu odbywa się na wysokości 800 — 1000 m z przejściem do ataku po zejściu dla manewru przeciwlotniczego do wysokości 900 — 600 metrów.

W specjalnych sytuacjach w rejonie celu zbliżenie można przeprowadzić w locie koszącym, a na 2 — 4 km od celu wyjść na wysokość 300 — 500 m i zbombardować cel z lotu ślizgowego.

§ 34. Wykonywanie bombardowania ze stromego lotu ślizgowego

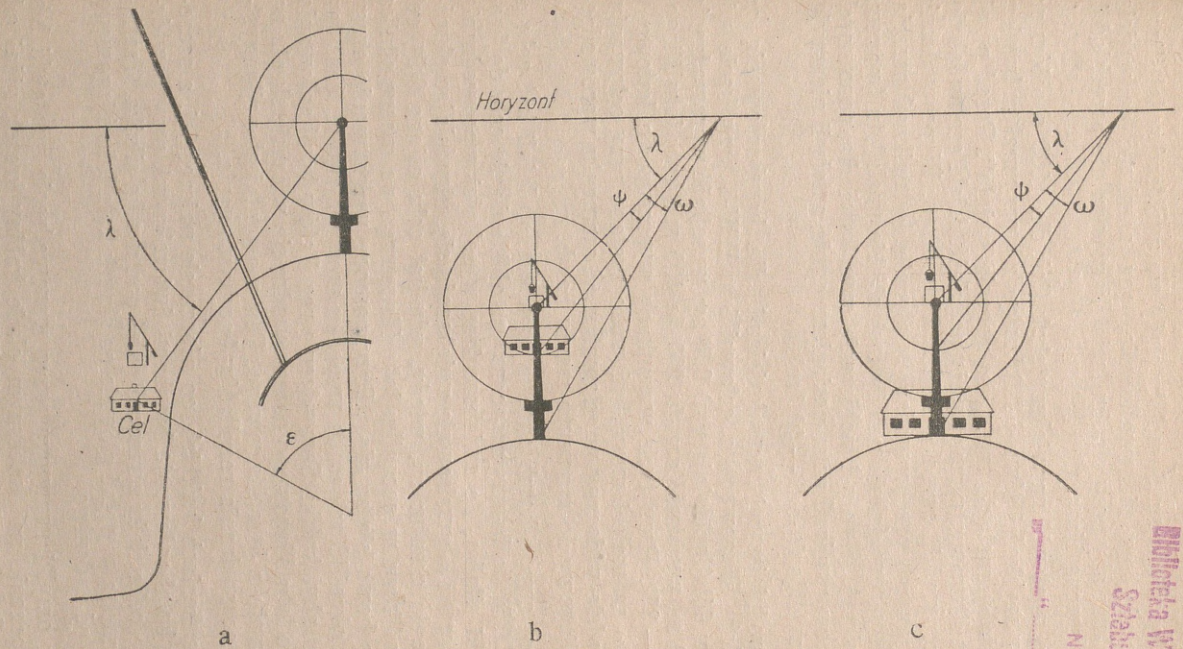
W czasie zbliżania się do celu, powinien on być widoczny przez lewe pancerne szkło kabiny i przesuwać się z boku maski silnika; należy go prowadzić w miarę możliwości jak najbliżej maski silnika, ażeby kąt naprowadzenia samolotu na cel był do momentu wprowadzenia w lot ślizgowy jak najmniejszy. Gdy cel zostanie zasłonięty przez maskę silnika, skręcamy samolot na cel i wprowadzamy go w stromy lot ślizgowy. Cel wychodzi wówczas spod maski i będzie się przesuwać równolegle do nici kursowej celownika. Należy osiągnąć takie położenie, aby cel zbliżył się na kąt wyprzedzenia według pierścieniowego celownika WW-1 pamiętając, że promień wewnętrznego pierścienia celownika odpowiada 4^0, a zewnętrznego 8^0 (rys. 39).



Rys. 39. Naprowadzenie i celowanie

a) Cel zauważony w locie poziomym:
poza linią kursową i pod dowolnym kątem; przechodzimy do szybowania.
b) Przejście do szybowania:
cel na kącie $\psi = 4^0$ lecz samolot jeszcze nie naprowadzony.
c) W czasie szybowania:
cel naprowadzony w płaszczyznę kursu dochodzi do kąta celu $\omega = 9^0$.

Skoro tylko cel znajdzie się na wyprzedzeniu kątowym, chwytamy w terenie cel pomocniczy na przecięciu kresek celownika. Zauważywszy odpowiedni obiekt orientacyjny kierujemy samolot tak, aby nie pozwolić celowi pomocniczemu zejść z przecięcia nici. W wypadkach gdy nie zauważymy jakiegoś obiektu staramy się zapobiec przesuwaniu się poprzecznej nici celownika po terenie. Gdy cel zacznie się chować za maskę silnika, określamy według kąta celu moment zrzutu bomby. Przy kątach celu równych $9{,}5^0$, bomby należy rzucać w momencie, gdy cel zbliży się do maski silnika (rys. 41). Przy kątach celu większych od $9{,}5^0$



Rys. 40. Bombardowanie z lotu ślizgowego

a) Cel obserwujemy lewą stroną obok maski silnika.
b) Samolot został naprowadzony na cel; wprowadzony w stromy lot ślizgowy $\psi = 4^0$.
c) Cel na kącie celu $\omega = 8—9^0$. Zrzut

Biblioteka Wojskowego Instytutu Te... Sztabu Generalnego W.P. Nr. inw. 347. 194...

moment rzutu następuje po wytrzymaniu czasu liczonym od momentu zakrycia celu przez maskę silnika. Po zrzucie bomb samolot kończy lot ślizgowy. Samolot należy wprowadzać w lot ślizgowy energicznie lecz nie gwałtownie, gaz zamknąć całkowicie, uważać jednak aby przy długim locie ślizgowym nie przechłodzić silnika, zwłaszcza zimą.

Śmigło nastawić na większy skok (jak dla 1800 obrotów na minutę przy szybkości równej 300 km/godz.), przy małym bowiem skoku mogłoby nastąpić tzw. „rozkręcenie śmigła". Przed przejściem w lot ślizgowy trymer należy podnieść, dzięki czemu łatwiej będzie wyprowadzić samolot z lotu ślizgowego. Wyprowadzenie z lotu ślizgowego przeprowadzamy płynnie, by uniknąć przeciążeń. Przy wyprowadzaniu należy zmienić kierunek lotu (manewr przeciwlotniczy). Skręty i nabieranie wysokości dla ponownych ataków przeprowadzać poza zasięgiem ognia artylerii nieprzyjaciela (w przybliżeniu o 5 — 10 km).

Najdogodniejszymi wysokościami dla bombardowania ze stromego lotu ślizgowego z celownikiem WW-1 przy kącie widoczności w dół (dopełniającym) 9,5° są: wysokość wprowadzenia 500 do 900 m, wysokość zrzutu 200 do 400 m i kąty lotu ślizgowego 30° — 35°. Przy tych warunkach wyprzedzenie kątowe ψ i kąt celu ω są małe i mogą być wykorzystane przy celowaniu, gdyż cel będzie widoczny w celowniku od momentu wprowadzenia w lot ślizgowy do momentu zrzutu bomb.

Moment zrzutu bomb określa nam kąt ω. Jeżeli kąt celu ω jest równy 9,5°, to bomby zrzucamy po zbliżeniu się celu do krawędzi maski silnika. Ze zwiększeniem wysokości wprowadzenia i zrzutu kąty ψ i ω gwałtownie zwiększają się, utrudniając określenie momentu zrzutu: np. wtedy, gdy kąt celu osiąga 9,5°, cel ukaże się od razu w początku lotu ślizgowego na masce silnika i od razu schowa się za nią. Przy pomocy wytrzymania czasu trudno jest określić w danym wypadku moment zrzutu, czas ten bowiem jest zbyt krótki. Sprawdzenie rezultatów bombardowania ze stromego lotu ślizgowego przeprowadza się w czasie skrętu po wyprowadzeniu z lotu ślizgowego. Ten moment jest najkorzystniejszy dla sprawdzania rezultatów bombardowania.

Przy trafieniach krótkich, co zdarza się najczęściej, a szczególnie przy bombardowaniu bombami ćwiczebnymi, przy powtórnym nalocie cel należy puszczać dalej pod maskę silnika. Trafienia krótkie mogą powstać głównie na skutek kąta lotu ślizgowego mniejszego od zadanego.

Skutek omyłki usuwamy przez wprowadzenie poprawki lub przez zaznaczenie na pancernym oknie kabiny kresek niżej od obliczonych dla odpowiedniego kąta. Wtedy cel zbliża się z pewnym

opóźnieniem i pilot zmuszony jest zwiększyć kąt lotu ślizgowego (względem obliczonego).

Trafienia długie mogą powstać przez nieutrzymanie szybkości (szybkość większa od zadanej), gdy kąt lotu ślizgowego jest większy od zadanego lub gdy wysokość zrzutu jest mniejsza od zadanej. Ruchome cele, jak pociągi, czołgi, pojazdy mechaniczne najlepiej atakować w kierunku ich ruchu, wtedy bowiem zmniejszają się poprawki. Cel najlepiej jest atakować z wiatrem.

§ 35. Obliczenie danych celowania przy bombardowaniu ze stromego lotu ślizgowego

Kątowe wyprzedzenie i kąt celu bierzemy z tabel balistycznych uprzednio obliczonych (załącznik 13). Należy wybierać takie wysokości wprowadzenia w lot ślizgowy (Hwpr) kąt lotu ślizgowego λ i szybkość zrzutu (Vzrz), by wytrzymanie czasu równało się zeru lub, by kąt celu ω był bliski 9^0.

Celowanie w wymienionych wypadkach jest ułatwione i moment zrzutu odpowiada przejściu środka celu na maskę silnika.

Przykład.

Przeprowadzić bombardowanie ze stromego lotu ślizgowego z samolotu Il-2.

Warunki: Hwpr = 700 m, Hzrz = 300 m, kąt lotu ślizgowego = 35^0, szybkość powietrzna w momencie zrzutu V zrz = 395 km/godz., $\Theta = 20{,}75$ sek.

Obliczyć wyprzedzenie kątowe i kąt celu, omówić przebieg bombardowania i położenia celu w polu widzenia celownika.

Wykonanie:

Z tabeli danych dla bombardowania ze stromego lotu ślizgowego (załącznik 3) znajdujemy przed lotem: 1) kątowe wyprzedzenie = $\psi = 4^0$, 2) kąt celu $\omega = 9^0$, 3) w powietrzu: nalatujemy na cel z wiatrem na wysokości rzeczywistej 700 m. Trzymamy cel z lewej strony maski silnika; gdy tylko cel zbliży się na linię obserwacji, przechodzącą przez najniższą kreskę pancernego okna kabiny i przednią krawędź skrzydła, skręcamy w lewo z jednoczesnym wprowadzeniem samolotu w lot ślizgowy. Skoro tylko cel wyjdzie spod maski na poprawkę kątową = 4^0 (najniższy punkt wewnętrznego pierścienia celownika WW-1) utrzymujemy kąt lotu ślizgowego uważając, aby poprzeczna nić celownika nie przesuwała się po terenie. Cel zacznie zbliżać się do maski; kiedy zetknie się z krawędzią maski silnika — zrzucamy bombę i wyprowadzamy samolot z lotu ślizgowego (rys. 40).

Powyższy przykład służyć miał dla zaznajomienia się z tabelami danych dla bombardowania ze stromego lotu ślizgowego oraz z przebiegiem bombardowania.

W praktyce zadanie na bombardowanie ze stromego lotu ślizgowego przeprowadzamy w następujący sposób:

Przykład.

Zbombardować ze stromego lotu ślizgowego czołg przeciwnika, kurs czołga 110°.

Wykonanie na ziemi:

Wybieramy bomby z $\Theta = 20{,}75$ sek.

Z tabel w zależności od: kąta lotu ślizgowego λ, wysokości wprowadzenia Hwpr, wysokości zrzutu Hzrz i wytrzymania czasu = O, określamy wyprzedzenie kątowe i kąt celu. Wybieramy Hwpr, Hzrz i Vrzr w ten sposób, aby twc = O i znajdujemy według tabel Hwpr = 700 m oraz Hzrz = 500 m, $\lambda = 30^0$. Przy tych danych $\psi = 4^0$, $\omega = 10^0$.

Wykonanie w powietrzu:

Lecimy na rzeczywistej wysokości 700 m na kursie bojowym 290° przestrzegając ściśle kolejności bombardowania ze stromego lotu ślizgowego. Doprowadzamy cel do takiego położenia, w jakim znajduje się on w celowniku WW-1 na rys. 41 i przy kącie φ zrzucamy bombę.

Uwaga. Powyższy przykład nie uwzględnia poprawki na ruch celu; w tych warunkach należałoby celować około 8 długości czołga przed czołg.

§ 36. Ujemne cechy bombardowania ze stromego lotu ślizgowego

Głównymi ujemnymi cechami bombardowania ze stromego lotu ślizgowego są:

1. rozproszenie samolotów po wyprowadzeniu z lotu ślizgowego, przez co narażają się na ataki myśliwców nieprzyjaciela. Zwiększanie się odległości pomiędzy samolotami przy bombardowaniu z „kręgu" powoduje częściowe naruszenie ogniowego współdziałania;

2. trudność w określeniu szybkości samolotu i wysokości w czasie zrzucania bomb;

3. zła widoczność celu przez pancerne szkło kabiny;

4. konieczność uwzględnienia przepadania samolotu w momencie wyprowadzenia z lotu ślizgowego;

5. uwzględnianie bocznego zniesienia bomby na oko;

6. trudności w bombardowaniu z bocznym wiatrem (wymaga ono szczególnej uwagi przy zbliżaniu się do celu w czasie celowania);

7. trudność w dokładnym podprowadzeniu celu do maski silnika, w związku z czym powstaje konieczność nakierowywania samolotu na cel w czasie lotu ślizgowego;

8. metoda wymaga umiejętności w wytrzymywaniu kąta lotu ślizgowego, przy czym na samolocie Il-2 nie jest możliwe sprawdzanie prawidłowości wziętego kąta.

Celem zwiększenia celności bombardowania ze stromego lotu ślizgowego należy przestrzegać szereg następujących warunków:

1. dokładnie określać moment wprowadzenia w lot ślizgowy;

2. dokładnie wytrzymywać kąt lotu ślizgowego;

3. przestrzegać obliczoną szybkość w momencie zrzutu bomb = Vzrz i wysokość.

Oprócz tego szczególną uwagę należy zwrócić na wejście w łoże wiatru lub, jeśli cel posiada kształt podłużny, w płaszczyznę celu. Przy bombardowaniu ze stromego lotu ślizgowego nie jest wskazane równoczesne ostrzeliwanie celu ogniem k.m., działek oraz pocisków rakietowych, trzeba bowiem uwzględnić odmienne kąty celowania bombardierskiego i celowania z broni pokładowej — co przy jednoczesnym bombardowaniu i ogniu broni pokładowej da duże różnice w głąb między punktem trafienia bomby a pocisków broni pokładowej.

Wszystkimi środkami ogniowymi można cel atakować jedynie w tym wypadku, gdy cel jest mocno wydłużony w kierunku nalotu. W takim wypadku część celu, zbliżającą się do przecięcia nici celownika, atakujemy ogniem k.m., działek i pocisków rakietowych, część zaś zbliżającą się do maski silnika porażamy bombami. Cele punktowe należy atakować w nawrotach. Najpierw atakować bombami, a następnie, zmniejszywszy wysokość, ogniem k.m., działek i pocisków rakietowych.

ROZDZIAŁ VII

BOMBARDOWANIE Z LOTU ŚLIZGOWEGO ZE STAŁYM KĄTEM WYPRZEDZENIA

§ 37. Ujemne strony bombardowania według wysokościomierza

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń sposób bombardowania z lotu ślizgowego, z zachowaniem wysokości zrzutu według wysokościomierza, jest dla pilota uciążliwy. Obserwować stale wysokościomierz w czasie lotu ślizgowego jest trudno nawet w ćwiczebnych warunkach bombardowania.

Pilot zaabsorbowany obserwacją celu i ziemi często nie może oderwać wzroku od celownika i przenieść go na deskę przyborów.

Oprócz tego należy liczyć się z:

1. omyłkami instrumentalnymi wysokościomierza,
2. omyłkami metodycznymi wysokościomierza,
3. opóźnieniem we wskazaniach wysokościomierza przy stromym locie ślizgowym.

Wszystko to stworzyło konieczność zmiany metody.

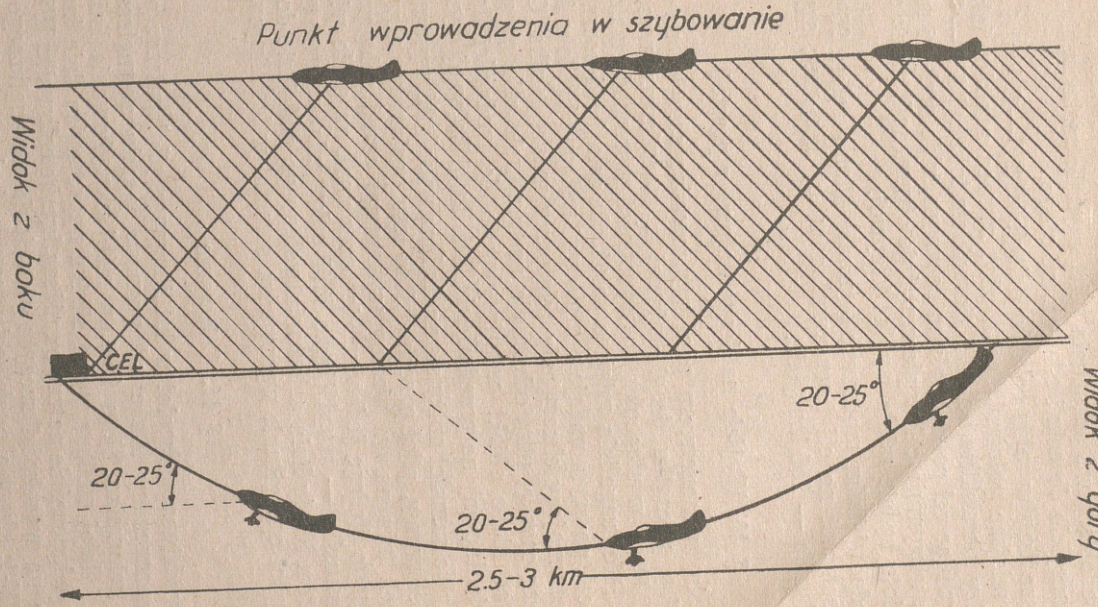
Istota bombardowania z lotu ślizgowego ze stałym kątem wyprzedzenia według kątów ustalonych polega na tym, że pilot w czasie lotu ślizgowego widzi cel i nie odrywa wzroku od celownika.

Przenoszenie wzroku na deskę przyborów jest niepotrzebne. „Nie wyklucza to jednak metody bombardowania z zachowaniem wysokości zrzucania według wysokościomierza — wydanej w „Instrukcji bombardowania z samolotu Il-2" z r. 1944.

§ 38. Wyjście na drogę bojową

Wyjście na drogę bojową można przeprowadzić ze skrętu o 20^0 — 25^0 i z prostej. Wybór sposobu wyjścia na drogę bojową zależy od charakteru zadania bojowego, warunków lotu i zgrania w lotach (zlatania się) załóg samolotów.

Przy bombardowaniu pojedynczymi samolotami, parami lub kluczami łatwo można wychodzić na drogę bojową ze skrętu; przy większych zespołach — z prostej.



Rys. 41. Wyjście na cel ze skrętem o 20°—25°

§ 39. Wyjście na drogę bojową ze skrętu

Drogę bojową obiera się w zależności od warunków bojowych. Kierunek drogi bojowej powinien zapewnić największe prawdopodobieństwo porażenia celu, czynnik zaskoczenia, wolny wybór podejścia do celu i odejścia od niego.

Wyszedłszy w rejon celu (w odległości 2,5 — 3 km) i stwierdziwszy miejsce położenia celu, pilot zwraca samolot tak, żeby kąt między kierunkiem na cel i kierunkiem lotu był 20^0 — 25^0. Pilot obserwując cel przez znak na bocznym szkle małymi ruchami samolotu utrzymuje cel w płaszczyźnie obserwacji, przez co droga samolotu będzie miała wygląd krzywej.

W odpowiednim momencie (rys. 41) pilot skrętem 25^0 — 30^0 zwraca samolot na cel i wprowadza w lot ślizgowy; szybkość wprowadzania — 280 km/godz.

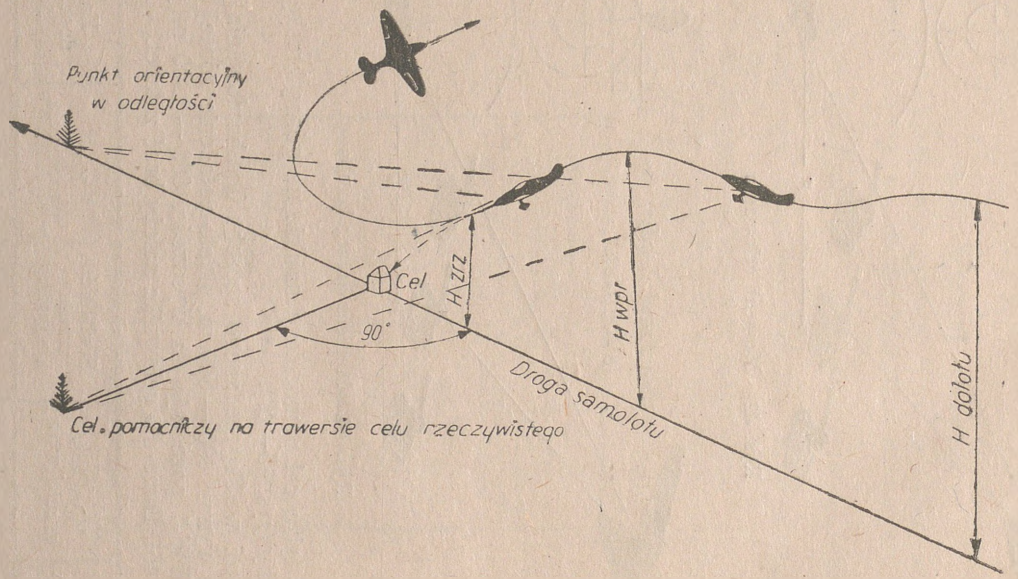
§ 40. Wyjście na drogę bojową z prostej

Dowolnym manewrem pilot wyprowadza samolot na punkt orientacyjny początku drogi bojowej z nadmiarem wysokości o 150 — 200 m w stosunku do wysokości wprowadzenia w lot ślizgowy. Pilot uzgadnia miejsce położenia celu i skierowuje samolot na cel, po czym nadaje samolotowi wstępny kąt lotu ślizgowego, zapewniający obserwację celu przez maskę silnika. Obserwując przez maskę, pilot odszukuje na trawersie celu na prawo lub lewo od niego obiekt orientacyjny, o ile możności liniowy i punkt orientacyjny na przedłużeniu linii drogi bojowej (rys. 42).

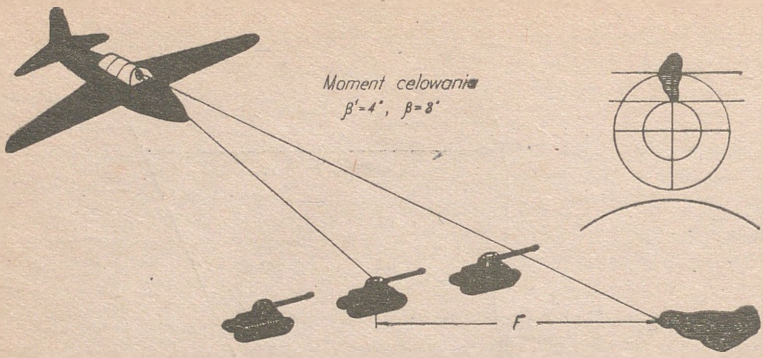
Gdy tylko samolot zniży się na żądaną wysokość wprowadzenia w lot ślizgowy, pilot przechodzi do lotu poziomego utrzymując kierunek lotu na cel według wybranego przed sobą punktu orientacyjnego śledząc jednocześnie przez znak na szkle wiatrochronu i muszkę — przybliżenie linii celowania wstępnego do linii trawersu. Kiedy linia celowania wstępnego podejdzie do linii trawersu, pilot energicznie wprowadza samolot w lot ślizgowy.

§ 41. Celowanie

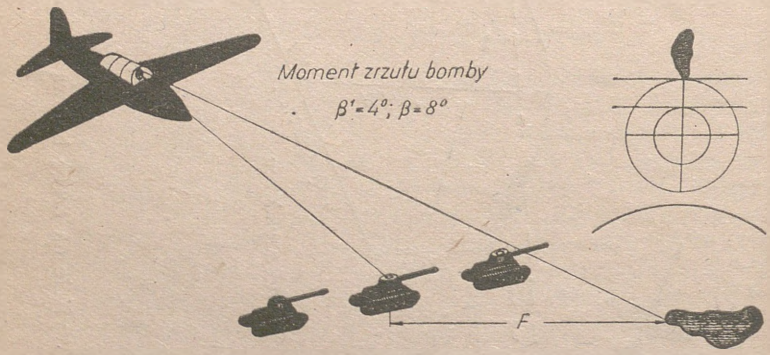
Wprowadziwszy samolot w lot ślizgowy, pilot patrząc przez znak 9^0 (zaznaczony licząc od górnego punktu zewnętrznego pierścienia celownika, tj. o 15 mm niżej skrzyżowania linii na celowniku) i dalej według maski silnika naprowadza linię kursową na cel i jednocześnie patrzy na niższą kreskę celownika WW-1, zaznaczoną na wysokości szczytu pierścienia wewnętrznego celownika WW-1; chwyta punkt orientacyjny (cel pomocniczy) na tejże kresce i w dalszym ciągu utrzymuje cel na linii kursowej aż do czasu, kiedy cel pomocniczy przejdzie z kreski niższej na



Rys. 42. Wyjście na drogę bojową z prostej



Rys. 43. Moment celowania



Rys. 44. Moment zrzutu bomby

górną. Gdy tylko cel pomocniczy najdzie na górną kreskę, pilot zrzuca bomby (rys. 45—46).

Ponieważ według podanego sposobu bombardowania wysokość zrzutu wynosi 400 — 500 m, przeto położenie górnej kreski celownika WW-1 pozostaje dla wysokości 600 — 1200 m jednakowe (rys. 45). Dane dla celownika należy brać z tabel.

Wysokość wprowadzania w m	Wysokość zrzutu w m	Szybkość zrzutu km/godz.	Kąt uprzedzenia	Kąty dopełniające
600	400	360	9°	6°
800	425	370	9°	6° — 7°
1000	450	380	9°	8°
1200	500	390	9°	8°

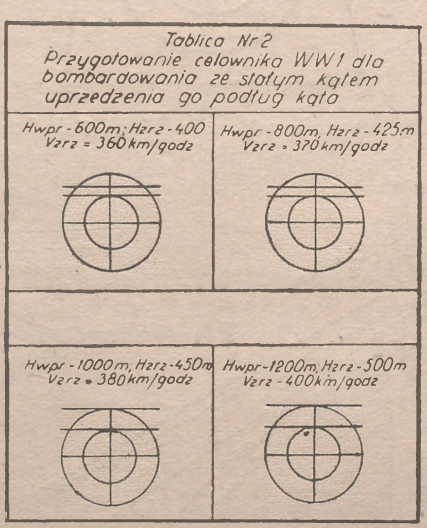
W praktyce dane wybieramy z tabeli nr 1 lub 2.

Przy trafieniach długich należy nie dopuszczać celu pomocniczego do górnej kreski celownika WW-1, przy krótkich — należy przepuszczać punkt orientacyjny powyżej górnej kreski celownika WW-1.

§ 42. Schemat celowania

W celu zwiększenia celności przy bombardowaniu z lotu ślizgowego należy koniecznie przestrzegać następujących prawideł:

1. ściśle określać punkt początku wprowadzenia samolotu w lot ślizgowy,
2. przestrzegać przy wprowadzeniu w lot ślizgowy obliczonej szybkości,
3. ściśle utrzymywać kąt lotu ślizgowego,
4. chwytać w odpowiednim czasie na niższej kresce punkt orientacyjny (cel pomocniczy),
5. nacisnąć spust wyrzutnika bomb w odpowiednim czasie.

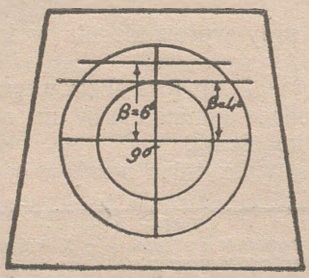


Rys. 45. Dopełniająca skala celownika WW - 1

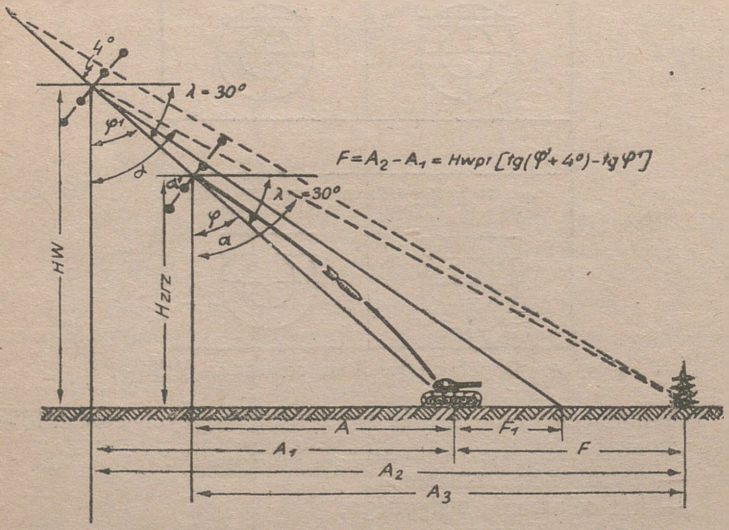
Schemat celowania składa się z następujących elementów:

Hwpr — wysokość wprowadzenia w lot ślizgowy,
Hzrz — wysokość zrzutu bomb,
φ_1 — kąt celowania wstępnego,
λ — kąt lotu ślizgowego,
β_1 — kąt dopełniający kąta celowania wstępnego,

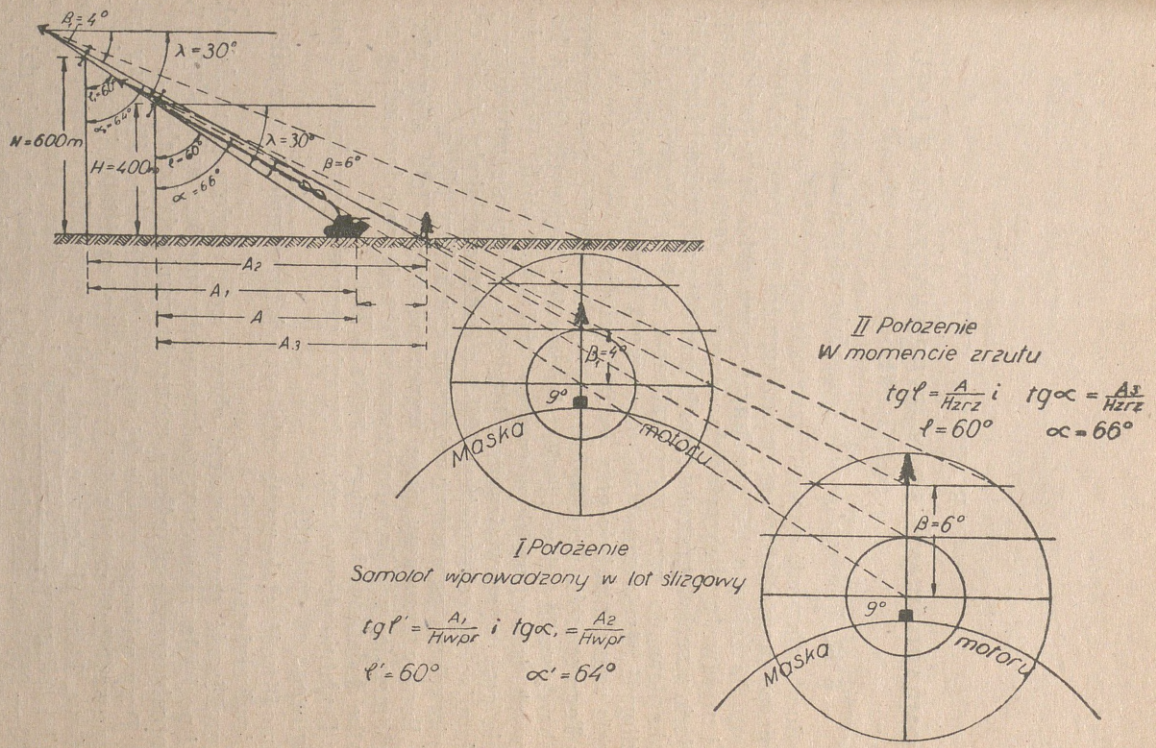
β — kąt dopełniający kąta celowania,
A — donośność bomby,
A_1 — baza kąta celowania wstępnego,
A_2 — baza kąta celowania pomocniczego,
A_3 — baza kąta celowania pomocniczego w momencie zrzutu bomby,
α — kąt celowania pomocniczego,
φ — kąt celowania określający moment zrzutu bomb,
F — wyprzedzenie liniowe kąta α,
F_1 — wyprzedzenie liniowe.



Rys. 46. Przygotowanie celownika WW-1 do bombardowania



Rys. 47. Schemat celowania



Rys. 48. Projekcja celu pomocniczego w momencie celowania przez kąt ustalony i w momencie zrzutu bomby

ROZDZIAŁ VIII

BOMBARDOWANIE PRZY WYPROWADZANIU Z LOTU ŚLIZGOWEGO

§ 43. Bombardowanie i ogień broni pokładowej

Bombardowanie przy wyprowadzaniu z lotu ślizgowego z jednoczesnym atakowaniem celu ogniem k.m. oraz działek stosujemy dla celów silnie bronionych przez artylerię przeciwlotniczą i myśliwców nieprzyjaciela. Ma ono za zadanie obezwładnić artylerię przeciwlotniczą w rejonie celu oraz porazić cel bombami. Bombardowanie przy wyprowadzaniu z lotu ślizgowego daje możliwość użycia wszystkich ogniowych środków w najkrótszym okresie czasu, niekiedy przy jednym nalocie.

Tego sposobu bombardowania należy używać głównie przy bombardowaniu celów powierzchniowych i liniowych (stacji kolejowych, torów, wojsk w marszu, traktów, lotnisk). Bombardowanie przy wyprowadzaniu z lotu ślizgowego przeprowadzamy posługując się celownikiem WW-1 z dodatkową skalą kresek celowniczych na pancernym wiatrochronie kabiny pilota.

Bomby zrzucamy przy wyprowadzaniu z lotu ślizgowego w momencie, gdy linia horyzontu zbliży się na odpowiednią podziałkę dodatkowej skali celownika WW-1.

Dodatnie strony bombardowania przy wyprowadzaniu z lotu ślizgowego są następujące:

a) możliwość atakowania celu przy jednym nalocie wszystkimi środkami ogniowymi,
b) możliwość paraliżowania obrony celu ogniem k.m., działek i pocisków rakietowych od momentu przejścia w lot ślizgowy,
c) prosty sposób określenia momentu zrzucenia bomby.

Przy wyborze wysokości wprowadzenia w lot ślizgowy należy uwzględnić możliwości broni, jakimi są działka i pociski rakietowe, które skutecznie rażą cel z wysokości wprowadzenia w lot ślizgowy 1200 — 1600 m i odległości otwarcia ognia 2200 — 2500 m. Bardziej celowe jest prowadzenie ognia działek z lotu ślizgowego z wysokości nie większej niż 700 m i odległości najwyżej 800 m.

Bombardowanie przy wyprowadzaniu lotu ślizgowego składa się z następujących etapów:

a) wejście w płaszczyznę celu względnie w łoże wiatru,
b) określenie momentu przejścia w lot ślizgowy i ostrzał celu ogniem k.m., działek i pocisków rakietowych.

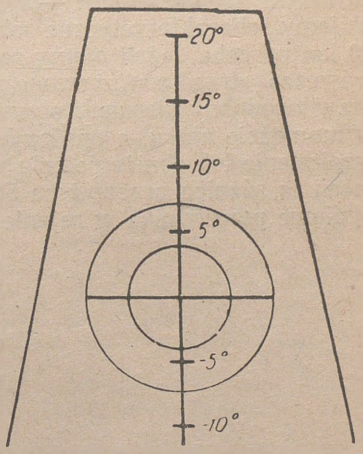
Celność bombardowania przy wyprowadzaniu z lotu ślizgowego zależy od staranności i dokładności w zachowaniu wyżej wymienionych etapów i utrzymaniu warunków lotu.

Celownik „WW-1" powinien być uprzednio przygotowany: pionowa nić kursowa celownika powinna być wydłużona w górę do ramki szkła kabiny pilota i w dół za wewnętrzny pierścień celownika. Na nici tej budujemy skalę (z prawej strony), wychodząc z obliczenia, że pierścień wewnętrzny celownika rzutuje się dając promień 4^0, a pierścień zewnętrzny 8^0.

Nić przedłużoną cechujemy w sposób następujący: środek celownika odpowiada 0^0; cechujemy co 5^0 w górę do 20^0, w dół do 10^0. Ostatnia górna kreska skali odpowiadająca 20^0 sięgać będzie prawie górnej ramki szkła kabiny pilota (rys. 49). Cyfry umieszcza się po wewnętrznej stronie kabiny, malując je matową farbą czarną względnie czerwoną.

Bombardowanie przy wyprowadzaniu z lotu ślizgowego powoduje rozrzut bomb na odległość (donośność). Z tego względu należy od personelu latającego wymagać starannego celowania i ćwiczenia się w bombardowaniu ze stałych wysokości.

Nie należy ćwiczyć, posługując się różnymi wariantami wysokości i kątów lotu ślizgowego. Początkowo należy ćwiczyć się w jednej wysokości i jednym kącie celowania i dopiero po osiągnięciu maksimum wprawy przejść do następnego wariantu, lecz nie więcej niż dwóch.



Rys. 49. Skala dodatkowa celownika WW-1

ROZDZIAŁ IX

PRZYGOTOWANIE MAPY REJONU CELU

§ 44. Przygotowanie mapy

Dla skutecznego wykonania bombardowania należy poznać rejon celu z map o dużej podziałce (1 : 100 000, 1 : 200 000), ponadto przestudiować według zdjęć lotniczych wszelkie jego cechy charakterystyczne: rzeźbę pionową, pokrycie leśne, położenie celu i jego wygląd z powietrza, a następnie przygotować mapę rejonu celu.

Przygotowanie mapy polega na: zaznaczeniu na mapie (o dużej podziałce) celu, o ile go na niej nie ma. Cel oznaczamy umówionym znakiem, obwodząc go czerwonym kółkiem nie zasłaniającym kształtu celu. W pobliżu celu zapisujemy różnicę wysokości celu względem lotniska startu.

Według danych (przeprowadzonego uprzednio rozpoznania) dostarczonych przez jednostkę, zaznaczamy na mapie wszelkie środki ogniowe i obronne przeciwnika znajdujące się w rejonie celu w promieniu 10 km. Strzałką w kierunku celu zaznaczamy ołówkiem zadany oraz 1 — 2 zapasowe kursy bojowe. Podrysowujemy charakterystyczne obiekty orientacyjne w promieniu 10 km od celu. Jeżeli mamy zamiar bombardować cele ruchome, wówczas strzałką (czerwonego koloru) należy zaznaczyć ich prawdopodobny kierunek posuwania się i miejsce położenia celu w momencie ataku, a oprócz tego zwykłym ołówkiem zaznaczyć wzniesienie lub obniżenie celu względem poziomu lotniska startu, jeżeli ta różnica przewyższa 50 m. Zapamiętać wszelkie środki ogniowe przeciwnika w rejonie celu.

ROZDZIAŁ X

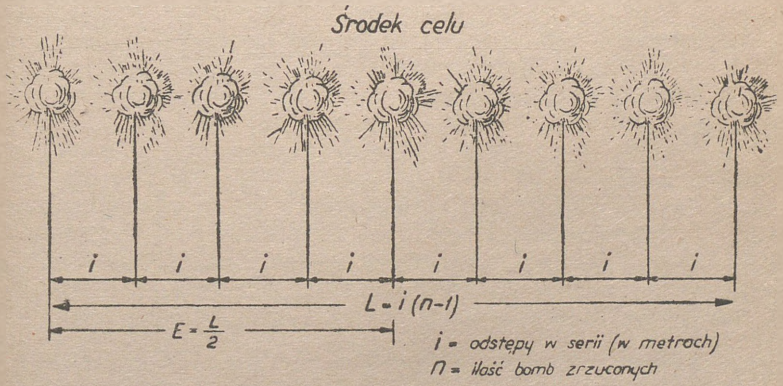
CELOWANIE PRZY BOMBARDOWANIU SERIĄ

§ 45. Poprawka serii

Przy bombardowaniu serią (na rozciągłość) należy, dla uniknięcia mogącego powstać trafienia długiego pierwszej bomby lub całej serii, wprowadzić w kąt celowania poprawki tak, aby kąt celowania dał pierwsze trafienie krótkie. Wtedy osiągamy większe prawdopodobieństwo trafienia celu. Przy celowaniu w środek celu, poprawka (oznaczamy ją przez E) równać się będzie połowie długości serii, tzn. $E = \frac{L}{2}$, gdzie L — długość serii. Z kolei L = i (n — 1), gdzie n = ilość bomb w serii, zaś i = odstępy bomb w serii w metrach, czyli $E = \frac{i\ (n-1)}{2}$

Kąt celowania φ obliczamy według wzoru:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{WT - \Delta + \frac{L}{2}}{H}$$



Rys. 50. Bombardowanie serią bomb

Cała różnica między bombardowaniem pojedynczymi bombami a bombardowaniem serią polega na tym, że punkt trafienia pierwszej bomby skraca się o poprawkę E. W praktyce przyjmujemy w obliczeniach donośność A pierwszej bomby, jako większą od rzeczywistej wielkości $\frac{L}{2}$, po czym obliczamy kąt celowania φ na linijce nawigacyjnej NL-7.

Przykład.

Warunki: H = 300 m, V = 330 km/godz., W = 320 km/godz., Θ = 20,75 sek., i = 50 m, n = 2 bomby. Określić kąt celowania dla bombardowania serią.

Rozwiązanie.

Znaleźć w tablicach balistycznych czas lotu bomby T = 7,9 sek. i Δ = 22 m.

Obliczyć poprawkę $E = \frac{L}{2} = \frac{i\,(n-1)}{2} = \frac{50\,(2-1)}{2} = 25$ m.

Wyliczyć $A = WT - \Delta + \frac{L}{2} = 425$ m.

Na linijce NL-7 znajdujemy dla H = 300 m i A = 425 m, kąt celowania równy $55^0 - 56^0$, czyli bomby zrzucamy według kąta ustalonego 55^0.

ROZDZIAŁ XI

SZYKI BOJOWE I CELOWANIE PRZY BOMBARDOWANIU SZYKIEM

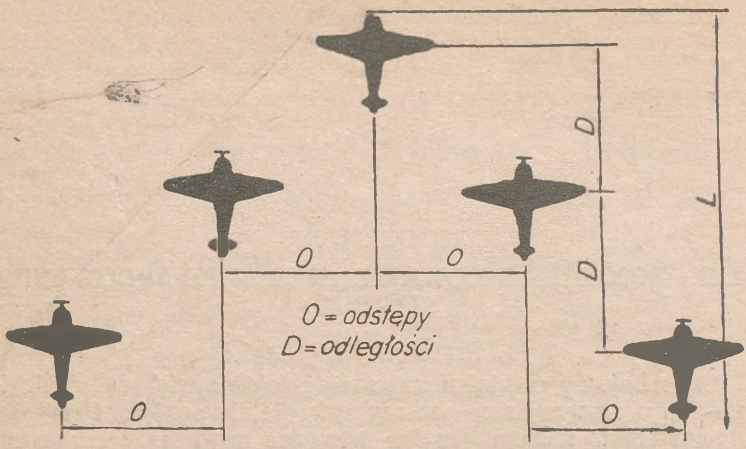
§ 46. Przystosowanie szyków

Szyk bojowy powinien zapewniać jak największą swobodę manewru oraz wzajemne podtrzymywanie się ogniem. Przy atakowaniu celów naziemnych lub w walce powietrznej zapewnić efektywne wykorzystanie środków bojowych przy zwalczaniu celów naziemnych, szybkość i prostotę formowania i zmiany szyków, minimalną możliwość rażenia ze strony artylerii nieprzyjaciela. Przy lotach na wysokościach małych i średnich eskadra może lecieć klinem, który dogodny jest obserwacji wzajemnej samolotów zespołu i skraca czas atakowania przez środki obrony przeciwlotniczej nieprzyjaciela.

Przy locie koszącym klin jest niewygodny ze względu na to, że wyklucza możliwość manewru poziomego w locie koszącym; lepsze są schody, szyk korzystny dla bombardowania wąskich i długich celów. Schody zapewniają pełną swobodę manewru w jedną stronę (odwrotna schodów); wzajemne wsparcie ogniowe. Bombardowanie każdą parą przy kolejnych nalotach całego zespołu pozwala na ześrodkowanie całej mocy ognia na cel jednocześnie.

Średnie odległości między parami od 100 — 200 m, odstępy 100 — 150 m. Szyk żmijki w eskadrze stosuje się przy locie koszącym, szczególnie przy terenie poprzecinanym i przed atakiem. Ten szyk bojowy jest bardzo zwrotny i najczęściej używany w lotnictwie szturmowym; odległość między parami może zmieniać się od 100 — 200, odstęp od 25 — 100 m. Szyk kolumny w eskadrze stosuje się w terenie silnie poprzecinanym oraz dla następujących po sobie ataków na długie i wąskie cele. Przy bombardowaniu szykiem należy uwzględniać głębokość celu i brać poprawkę na szyk dla uzyskania większej dokładności trafienia.

Jako poprawkę na szyk bierzemy połowę długości (głębokości) szyku $\frac{L}{2}$, gdzie L — głębokość szyku ze znakiem minus: przenosimy w ten sposób punkt celowania w przód.



Rys. 51. Szyk „klin"

Wzór na obliczenie kąta celowania przy bombardowaniu szykiem przyjmie postać następującą:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{WT - \Delta + \frac{L}{2} - \frac{l}{2}}{H},$$

gdzie $l = (N-l)$, N = ilość samolotów w głąb, D = odległość między samolotami.

Przykład.

Warunki: H = 500 m, V = 300 km/godz., N = 4 samoloty, Θ = 20,75 sek., i = 50 m. Bombardowanie wykonać piątką Il-2. D = 80 m. Określić kąt celowania przy bombardowaniu według kąta ustalonego 55° z wytrzymaniem czasu

Wykonanie:

1. Wypisać z tablic balistycznych T = 10,2 sek., Δ = 31 m.
2. Określić poprawkę dla serii $E = \frac{l}{2} = i \frac{(n-1)}{2}$

$$= \frac{50 \cdot 3}{2} = 75 \text{ m.}$$

3. Obliczyć poprawkę na głębokość szyku

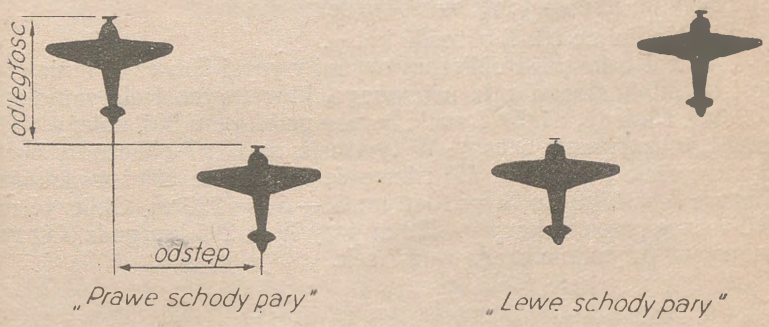
$$E_1 = \frac{l}{2} = \frac{D\,(N-1)}{2} = \frac{80 \cdot 3}{2} = 120 \text{ m.}$$

4. Na linijce NL-7 znaleźć S = W.T. = 510 m.
5. Znaleźć $A = W.T. - \Delta + \frac{l}{2} = 434$ m.

6. Obliczyć na linijce NL-7 kąt $\varphi = 41^0$.

7. Ponieważ minimalny kąt obserwacji (kąt ustalony) na samolocie Il-2 równa się 55^0, moment zrzutu pod kątem 41^0 jest niemożliwy do określenia i dlatego należy obliczyć czas zwłoki, ażeby zrzucić bombę pod kątem 41^0.

a) na NL-7 obliczyć bazę, tzn. odległość od pionu z samolotu na ziemię do celu przy kącie obserwacji 55^0 i H = 500 m, S = 730 m i bazę S_1, to jest odległość celu od pionu samolotu w płaszczyźnie celu przy kącie = 41^0, H = 500 m, S_1 = 430 m;



Rys. 52. Szyk samolotów „schody"

b) obliczyć na NL-7 czas przelotu bazy S = 730 m przy W = 300 km/godz., = t = 8,8 sek., czas przelotu bazy S_1 = 430 m przy W = 300 km/godz. = t_1 = 5,3 sek., twc = t — t_1 = 8,8 — 5,3 = 3,5 sek. Bombę należy zrzucić na 3,5 sekundy po zasłonięciu celu przez przednią krawędź skrzydła.

§ 47. Obliczenie danych wyjściowych dla bombardowania, z wytrzymaniem czasu, mając W = szybkość podróżna, kąt celowania i kurs samolotu

Dane dla bombardowania z celownikiem WW-1 według wytrzymania czasu określają wyjście samolotu na cel i moment zrzutu bomby. Zasadniczymi danymi jest kąt φ oraz kurs bojowy.

Przykład.

Warunki: H = 900 m, V = 280 km/godz., Θ = 20,75 sek.

Kurs bojowy według mapy (magnetyczny) = 160^0, kierunek wiatru $\delta = 90^0$, U = 40 km/godz.

Obliczyć kąt φ i kurs bojowy. Przy obliczeniu posługujemy się tabelami balistycznymi, wiatromierzem i NL-7.

Obliczenie:

1. Z tabel balistycznych bierzemy T = 13,8 sek. i Δ = 52 m.

2. Obliczamy na wiatromierzu szybkość podróżną na drodze bojowej. W tym celu:

a) środek kręgu wiatromierza ustawić na V = 280 km/godz.,
b) wykreślić linię Kmag = 160°,
c) ustawić krąg na δ = 90° i zaznaczyć na tym kierunku punkt wiatru U = 40 km/godz.,
d) ruchami kręgu wiatromierza i linijki osiągnąć równoległość linii drogi bojowej z prawą krawędzią linijki umieszczonej na punkcie wiatru. Osiągnąwszy to położenie przeczytać naprzeciwko punktu wiatru szybkość podróżną W = 295 km/godz.
e) odczytać kurs bojowy = 167° (dewiacja 5°).

3. Na linijce NL-7 określić kąt φ.

4. Kąt celowania obliczony wyżej wynosi 50°, czyli mniejszy jest od minimalnego kąta ustalonego, który wynosi dla samolotu Il-2 55°. Dlatego, ażeby zrzucić bombę pod kątem 50°, należy obliczyć „wytrzymanie czasu". W tym celu na NL-7 obliczamy bazę S przy kącie ustalonym 55° i bazę S_1 przy kącie 50° i wysokości 900 m; S = 1300 m; S_1 = 1080 m; S — S_1 = 220 m. Obliczyć na NL-7 czas przelotu bazy = 220 m przy W = 295 km/godz. Otrzymamy wytrzymanie czasu = 2,7 sek.

ROZDZIAŁ XII

RODZAJE BOMBARDOWANIA

§ 48. Określenie rodzajów bombardowania

Rodzaje bombardowania określane są przez:

1. porę doby: dzienne, nocne,
2. wysokość zrzutu: z lotu koszącego, z małych wysokości, ze średnich wysokości,
3. rodzaj lotu: z lotu poziomego, ze stromego lotu ślizgowego, przy wyprowadzaniu z lotu ślizgowego, z nurkowania,
4. ilość samolotów wykonujących bombardowanie: bombardowanie pojedynczymi samolotami i bombardowanie zespołem,
5. widoczność celu: przy widocznym celu bombardowanie według kąta celowania, przy celu niewidocznym bombardowanie według czasu lub radiosygnałów,
6. ruch celu: bombardowanie celów nieruchomych względnie ruchomych.

Najprostszym rodzajem bombardowania jest bombardowanie dzienne ze średnich wysokości, z lotu poziomego, z pojedynczego samolotu, z celowaniem do celu nieruchomego.

Szczególną uwagę zwrócić należy w czasie szkolenia personelu latającego na bombardowanie ze stromego lotu ślizgowego, który gwarantuje najlepsze rezultaty przy bombardowaniu różnych celów, wymaga jednak dużej wprawy od załóg w utrzymywaniu zadanej wysokości wprowadzenia, w określeniu momentu wprowadzenia w lot ślizgowy o wytrzymaniu kąta lotu ślizgowego i w określeniu momentu zrzutu bomby.

ROZDZIAŁ XIII

METODY BOMBARDOWANIA

§ 49. Określenie metod bombardowania

Jeżeli celowanie przeprowadza każdy samolot, to bombardowanie to nazywamy indywidualnym.

Jeżeli celowanie przeprowadza tylko prowadzący, pozostałe samoloty zrzucają bomby na jego sygnał, to bombardowanie nazywa się bombardowaniem zespołowym. Z każdego samolotu przy zajściu na cel mogą być zrzucone bomby:

a) pojedynczo,
b) salwą (kilka bomb razem),
c) serią (na rozciągłość),
d) serią salw.

Najprostszą metodą bombardowania jest bombardowanie indywidualne pojedynczymi bombami, tj. gdy przy każdym nalocie na cel zrzuca się tylko jedną bombę. Metoda ta jest bardzo dogodna i daje najlepsze rezultaty, pozwala bowiem przy powtórnych nalotach wprowadzać poprawki i usunąć omyłki. Metoda ta odpowiada również celom ćwiczebnym, uczy bowiem pilota samodzielnego poprawiania popełnionych omyłek i trafiania w cel. W warunkach bojowych stosujemy wymienioną metodę przy bombardowaniu celu słabo chronionego przez artylerię przeciwlotniczą lub wcale nie bronionego, przy różnych sposobach bombardowania tak z lotu poziomego jak i ze stromego lotu ślizgowego i przy wyprowadzeniu z lotu ślizgowego.

ROZDZIAŁ XIV

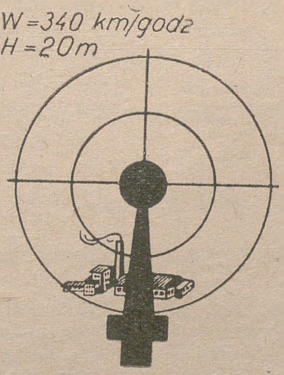
BOMBARDOWANIE „NA OKO" Z OBLICZENIEM KĄTÓW CELOWANIA W PAMIĘCI

§ 50. Przyczyny powstania metody

Silna OPlot. w rejonie celu zmusza nas do skracania czasu lotu na kursie bojowym i do konieczności manewrowania na wysokość i w kierunku aż do momentu zrzucenia bomb. Podchodzenie do celu z jakiegokolwiek kierunku i na jakiejkolwiek wysokości bez skrępowania zadanymi szybkościami i wysokościami samolotu powoduje konieczność stworzenia takiej metody obliczenia kątów celowania, z którą pilot samolotu jednomiejscowego dawałby sobie łatwo radę. Licząc się z tym, że pilot nie może posługiwać się w czasie lotu instrumentami i ołówkiem — metoda bombardowania „na oko" z przybliżonym obliczeniem kątów celowania w pamięci posiada duże znaczenie.

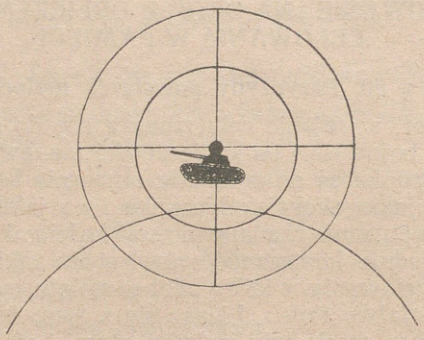
§ 51. Bombardowanie z wysokości 10 — 100 m z samolotu Il-2

Należy zapamiętać dwa — trzy warianty szybkości powietrznej, wysokości lotu i położenia celu w celowniku WW-1 w momencie zrzutu bomby. Na przykład:



Rys. 53.

a) przy szybkości 340 km/godz. i wysokości zrzutu 20 m moment zrzutu określa się położeniem celu między dolnym wewnętrznym a zewnętrznym pierścieniem celownika WW-1,
b) przy szybkości 340 km/godz. i wysokości zrzutu 30 m linia celowania będzie przechodzić przez wierzch śrubki muszki,
c) przy szybkości 320 km/godz. i wysokości 40 m linia celowania przejdzie przez kąt 9^0 na przednim szkle ochronnym, tj. niżej skrzyżowania nitek celownika (rys. 54).



Rys. 54.

ROZDZIAŁ XV

PRZYKŁADY I ZADANIA NA OBLICZANIE WYJŚCIOWYCH DANYCH BOMBARDOWANIA

§ 52. Donośność bomby

Donośność bomby równa się $A = VT - \Delta$.

Przy nieuwzględnieniu oporu powietrza $A = VT$.

Przykład.

Dane: wysokość bombardowania $H = 500$ m, szybkość samolotu $V = 90$ m/sek., co przyjmujemy za 320 km/godz.

Obliczyć donośność bomby A matematycznie i przy pomocy tabel balistycznych i LN (linijki nawigacyjnej).

Rozwiązanie.

1. Wyliczeniem:

a) obliczyć czas lotu bomby T z zadanej wysokości wg wzoru:

$$T = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 500}{9{,}81}} = \sqrt{102} = 10 \text{ sek.}$$

b) obliczyć donośność bomby:

$A = VT = 90 \cdot 10 = 900$ m.

2. Przy pomocy tabel balistycznych i LN:

a) z tabel balistycznych dla $H = 500$ m, $V = 320$ km/godz. $\Theta = 20{,}75$ sek. obliczamy $T = 10{,}2$ sek.

b) obliczyć donośność bomby A na linijce nawigacyjnej NL-7. Okrągły wskaźnik (2) nastawić na szybkość samolotu $V = 320$ km/godz. i powyżej czasu lotu bomby $T = 10$ sek. (2) przeczytać $A = 900$ m (1).

Zadanie 1.

Dane $H = 100, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000$, $V = 280$ km/godz.

Obliczyć donośność bomby A z wyliczeniem wszystkich wysokości.

Uwaga. W zadaniu podana jest szybkość w metrach na sekundę, dlatego należy szybkość V km/godz. podzielić przez 3,6; na przykład: jaka będzie szybkość w m/sek. dla $V = 300$ km/godz.?

$$V \text{m/sek.} = \frac{V \text{ km/godz.}}{3{,}6} = \frac{300}{3{,}6} = 83 \text{ m/sek.}$$

Dla obliczenia szybkości w m/sek. na linijce nawigacyjnej należy okrągły wskaźnik (2) nastawić na V = 300 km/godz. i naprzeciw kwadratowego wskaźnika (2) z cyfrą 10 odczytać V = 83 m/sek.

Zadanie 2.

Dane H = 300, V = 75, 80, 85, 90 m/sek. Obliczyć donośność A.

Przykład.

Dane H = 800 m, V = 320 km/godz., Θ = 20,5 sek. Obliczyć donośność A na linijce nawigacyjnej:

a) zwykłym sposobem wypisać z tabel balistycznych
T = 12,9 sek., Δ = 30 m,

b) trójkątny wskaźnik (2) nastawić na szybkość
V = 320 km/godz. (1) a naprzeciwko czasu lotu bomby
T = 13,9 sek., odczytać 685 m
A = VT — Δ = 685 — 30 = 655 m.

Zadanie 3.

Dane: H = 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 400; 500, 600, 700, 800, 900, 1000 m, Θ = 20,5 sek., V = 300 km/godz., z uwzględnieniem wiatru. Obliczyć donośność A na LN i według tabel balistycznych. Donośność bomby w płaszczyźnie wiatru zależna jest od szybkości podróżnej samolotu V $\mp$ U, gdzie + U = szybkość wiatru tylnego, — U szybkość wiatru czołowego.

Przykład.

Dane: H = 100 m, V = 285 km/godz., Θ = 20,75 sek., szybkość wiatru U = +45 km/godz. Obliczyć donośność A na linijce nawigacyjnej.

Rozwiązanie.

1. Wypisać z tabel balistycznych T = 4,5 sek., Δ = 5 m.

2. Obliczyć szybkość podróżną: W = V + U = 285 + 45 = 330 km/godz.

3. Obliczyć na NL drogę samolotu bomby T. Okrągły wskaźnik (2) nastawić na W = 330 km/godz. (1) i naprzeciwko czasu T = 4,5 sek. (2) odczytać S = 410 m.

4. Obliczyć donośność A = WT — Δ = 410 — 5 = 405 m.

Zadanie 5.

Dane: H = 500 m, V = 320 km/godz., Θ = 20,5 sek., U = 40, 50, 60 km/godz.

Obliczyć na NL donośność A przy różnych wpływach wiatru tak tylnego jak i czołowego (rozwiązanie daje dowód, że ze zwiększeniem się szybkości podróżnej W, donośność zwiększa się i na odwrót).

Zadanie 6.

Dane: H = 900 m, V = 300 km/godz., Θ = 20,75 sek., U = +30, — 20, — 30, +40, +60 km/godz.

Obliczyć na NL donośność A.

Zadanie 7.

Dane: H = 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500 m, U = 50 km/godz. = 20,5 sek., V = 320 km/godz.

Obliczyć donośność A.

§ 53. Kąt celowania

Kąt celowania powinien być obliczony jeszcze przed odlotem.

Przykład.

Dane: H = 800 m, V = 320 km/godz., Θ = 20,75 sek., W = 340 km/godz. Obliczyć kąt celownika.

Rozwiązanie.

1. Wypisać z tabel balistycznych T = 13 sek., Δ = 57 m.

2. Obliczyć wielkość $A = WT - \Delta = (\frac{240}{3,6} \cdot 13) - 57 = 1173$ m.

3. Obliczyć $\operatorname{tg} \varphi = \frac{WT - \Delta}{H} = \frac{1173}{800} = 1,46$.

4. Na podstawie otrzymanego $\operatorname{tg}\varphi = 1,46$ znaleźć z tablic trygonometrycznych wielkość $\varphi = 55^0$. W praktyce kąt celowania oblicza się na NL albo bierze się z tabel.

1. Okrągły wskaźnik (2) nastawić na W = 340 km/godz. i naprzeciw czasu T = 13 sek. (2) odczytać S = 1230 (1).

2. Znaleźć A = WT — Δ = 1230 — 57 = 1173 m.

3. Trójkątny wskaźnik (3) nastawić na H = 800 m (4) i naprzeciw A = 1173 m (4) odczytać kąt $\varphi = 55^0$ (3).

Bombę zrzucamy w momencie, gdy cel pomocniczy (punkt orientacyjny) nadejdzie na linię celowania przechodzącą od oka pilota przez przednią krawędź skrzydła, tj. według kąta ustalonego 55^0.

Zadanie 10.

Dane: H = 25, 50, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 800, 1000, V = 300 km/godz., W = 320 km/godz., Θ = 20,75 sek. Obliczyć na linijce nawigacyjnej NL kąt φ dla wszystkich H.

Zadanie 11.

Dane: H = 900 m, Θ = 20,75 sek., V = 280, 300, 320 km/godz. Obliczyć na NL kąt φ dla wszystkich V.

Zadanie 12.

Dane: H = 1200 m, V = 280 km/godz., W = km/godz., Θ = 20,5; 20,75; 21,0; 21,5 sek.

Obliczyć na NL kąty φ dla wszystkich wyżej wskazanych rodzajów bomb.

Rozwiązanie wyżej podanych zadań powinno pokazać zależność kąta celowania od zmian H, W i Θ.

1. Czym większa wysokość przy stałych wielkościach W i Θ, tym mniejszy kąt i na odwrót.

2. Czym większa szybkość W przy niezmienionych H i Θ, tym większy kąt.

3. Czym większe Θ przy niezmienionej szybkości W i wysokości H, tym mniejszy kąt.

§ 54. Wytrzymanie czasu (twc)

Brak celownika pozwalającego przeprowadzać celowanie pod kątami w pełnym zakresie od 0^0 do 90^0 zmusza pilota na samolocie Il-2 do bombardowania z „wytrzymaniem czasu" (twc). Wytrzymanie oblicza się od przejścia celu przez minimalny kąt ustalony dla danego samolotu. Na Il-2 stosuje się dwa kąty ustalone $80{,}5^0$ i 55^0, które są minimalnymi kątami obserwacji i celowania z widocznością celu (ew. celu pomocniczego).

Przykład.

H = 300 m, V = 380 km/godz., Θ = 20,5 sek., $\varphi = 65^0$, W = 300 km/godz., kąt ustalony przyjmujemy = $80{,}5^0$.

Rozwiązanie:

1. Na linijce nawigacyjnej obliczyć bazę S_1, tj. bazę kąta $80{,}5^0$ przy H = 300 m, odległość S_1 = 1800 m.

2. Na NL obliczyć bazę S_2, tj. odległość od pionu spuszczonego z samolotu w punkcie zrzutu bomby na ziemię do celu przy kącie celowania obliczonym dla podanych w przykładzie warunków, to jest $\varphi = 65^0$. Kąt celowania jest zatem mniejszy od przyjętego kąta ustalonego, wobec czego określenie momentu zrzutu pod kątem 65^0 bez odpowiedniego celownika będzie niemożliwe.

3. Trzeba zatem obliczyć twc. W tym celu obliczamy na linijce nawigacyjnej bazę S_2 = 650 m.

Znajdujemy różnicę baz:

$$Stwc = S_1 - S_2 = 1800 - 650 = 1150 \text{ m}.$$

Na linijce nawigacyjnej obliczamy czas potrzebny dla przelotu różnicy baz przy szybkości W = 300 km/godz. — będzie to twc. W danym przykładzie: twc = 14 sek.

Zadanie 13.

Dane: H = 500 m, V = 300 km/godz., Θ = 20,75 sek., W = 320 km/godz., kąt ustalony = $80{,}5^0$. Obliczyć twc.

Zadanie 14.

Dane: H = 200 m, V = 300 km/godz., Θ = 20,75 sek., W = 280 km/godz., kąt ustalony = $80{,}5^0$. Obliczyć twc.

Zadanie 15.

Dane: H = 300 m, V = 300 km/godz., Θ = 20,75 sek., kąt ustalony = 80,5°. Obliczyć twc.

Zadanie 16.

Dane: H = 400 m, V = 320 km/godz., Θ = 20,5 sek., kąt ustalony = 80,5°. Obliczyć twc.

Zadanie 17.

Dane: H = 400 m, V = 320 km/godz., W = 360 km/godz., Θ = 20,5 sek., kąt ustalony = 80,5°. Obliczyć twc.

Zadanie 18.

Dane: H = 500 m, V = 280 km/godz., W = 360 km/ godz., Θ = 20,75 sek., kąt ustalony = 80,5°. Obliczyć twc.

Zadanie 19.

Dane: H = 350 m, V = W = 320 km/godz., Θ = 20,5 sek., kąt ustalony = 80,5°. Obliczyć twc.

Zadanie 20.

Dane: H = 400 m, V = 280 km/godz., W = 295 km/godz., Θ = 20,5 sek., kąt ustalony = 80,5°. Obliczyć twc.

§ 55. Bombardowanie z celownikiem WW-1

1. Przeprowadzić indywidualne bombardowanie pojedynczymi bombami.

Dane: H = 20 m, V = 280 km/godz., cel oddalony od KPT o 28 km, kurs bojowy Kboj = 54°.

Punkt orientacyjny początku drogi bojowej oddalony jest od celu o 4 km, ilość bomb 4, nalotów na cel — dwa (z jednego kierunku), celownik WW-1.

Rozwiązanie:

A. Na ziemi

1. Przygotować mapę rejonu o podziałce 1 : 100 000, a następnie:

a) naznaczyć na mapie cel i obrysować go ołówkiem nie zaciemniając konturów celu. W pobliżu celu zaznaczyć poprawkę wysokości miejsca celu w stosunku do lotniska startu, zaznaczyć według danych wywiadu stanowiska artylerii przeciwlotniczej rozmieszczone w rejonie celu oraz wszystkie inne środki naziemnej obrony przeciwlotniczej przeciwnika w promieniu 10 km od celu.

Strzałką w kierunku celu nakreślić ołówkiem kurs bojowy. Zapoznać się z wszystkimi charakterystycznymi punktami orientacyjnymi w promieniu 10 km;

b) na linijce nawigacyjnej obliczyć zwykłym sposobem dla H = 20 m kąt celowania przy szybkości powietrznej V = 280 km/godz., $\varphi = 82^0$.

Uwaga. Kąty dla wysokości bombardowania niżej 100 m należy obliczać wg szybkości powietrznej. Na celowniku WW-1, kąt $\varphi = 82^0$ odpowiada kątowi dopełniającemu $\beta = 90^0—82^0$, zatem przy bombardowaniu posługujemy się dolnymi punktami pierścieni celownika WW-1 wiedząc, że zewnętrzny pierścień odpowiada kątowi dopełniającemu $\beta = 8^0$; cel w momencie zrzutu bomby powinien znaleźć się na dolnym punkcie zewnętrznego pierścienia celownika WW-1.

W tym miejscu robimy czerwonym ołówkiem na celowniku WW-1 znak.

B. W powietrzu

1. Według punktów orientacyjnych i wcześniej obliczonego kursu i czasu wyprowadzić samolot na punkt orientacyjny początku drogi bojowej, nabrać odpowiednią wysokość i szybkość i na 30 — 40 sek. przed momentem zrzutu bomby ściśle utrzymywać obliczone warunki lotu na kursie bojowym.

2. W momencie najścia celu na kąt dopełniający $\beta = 8^0$ zrzucić bombę.

3. Tak samo postępować przy powtórnych nalotach.

Zadanie 22.

Przeprowadzić indywidualne bombardowanie pojedynczymi bombami.

Dane: H = 40 m, V = 300 km/godz., cel oddalony od WPT 60 km, Kboj = 111^0; punkt orientacyjny początku drogi bojowej oddalony od celu na 3 km, ilość bomb = 2 z Θ = 20,75 sek; nalot na cel dwukrotny z jednego kierunku. Celownik WW-1. Określić kąt celowania na linijce nawigacyjnej NL i położenie celu w celowniku WW-1 w momencie zrzutu bomb.

§ 56. Bombardowanie z wytrzymaniem czasu

Przykład.

Przeprowadzić indywidualne, pojedyncze bombardowanie.

Dane: H = 100 m, V = 280 km/godz., Θ = 20,75 sek., tarcza celu 20×40 m, Kboj = 20^0, czas lotu na drodze bojowej = 30 sek., ilość bomb 4, cztery naloty na cel z jednego kierunku.

Rozwiązanie:

A. Na ziemi

1. Przygotować mapę rejonu celu.

2. Na linijce nawigacyjnej obliczyć zwykłym sposobem dla H = 100 m, V = 280 km/godz., kąt celowania $\varphi = 74^0$, twc = 2 sek.

B. W powietrzu

Według punktów orientacyjnych, kursu i czasu doprowadzić samolot w rejon celu, wziąć poprawkę na zboczenie naprowadzenia, wytrzymać 2 sekundy po naprowadzeniu środka celu na maskę silnika i zrzucić bomby. Powtórzyć naloty na cel w ten sam sposób.

Zadanie 23.

Przeprowadzić indywidualne, pojedyncze bombardowanie.

Warunki: H = 150 m, V = 300 km/godz., Θ = 20,75 sek., cel — most kolejowy, Kboj = 2°, czas lotu na drodze bojowej = 20 sek., ilość bomb 4, cztery naloty na cel. Określić kąt celowania, twc i porządek pracy na ziemi i w powietrzu.

§ 57. Sposób szukania kąta celowania i czasu wytrzymania z tabel

W celu przyśpieszenia prac i uniknięcia ewentualnych omyłek w obliczeniach kąta celowania i wytrzymania czasu lotnik nie oblicza danych wstępnych do bombardowania, lecz odczytuje je z tabel.

Przykład.

Przeprowadzić bombardowanie indywidualne pojedynczymi bombami.

Warunki: H = 20 m, V = 320 km/ godz., bomby FAB - 100, Θ = 20,85 sek., celownik WW-1. Obliczyć kąt celowania.

Rozwiązanie:

Z tabeli kątów celowania i wytrzymania czasu dla bomb FAB - 100, 50, Θ = 20,85 sek. (w załączeniu według H = 20 m i V = 320 km/godz. odnajdujemy kąt celowania φ = 84°, co odpowiada położeniu celu w momencie zrzutu między pierścieniem wewnętrznym a zewnętrznym celownika WW-1.

Zadanie 24.

Przeprowadzić indywidualne bombardowanie pojedynczymi bombami.

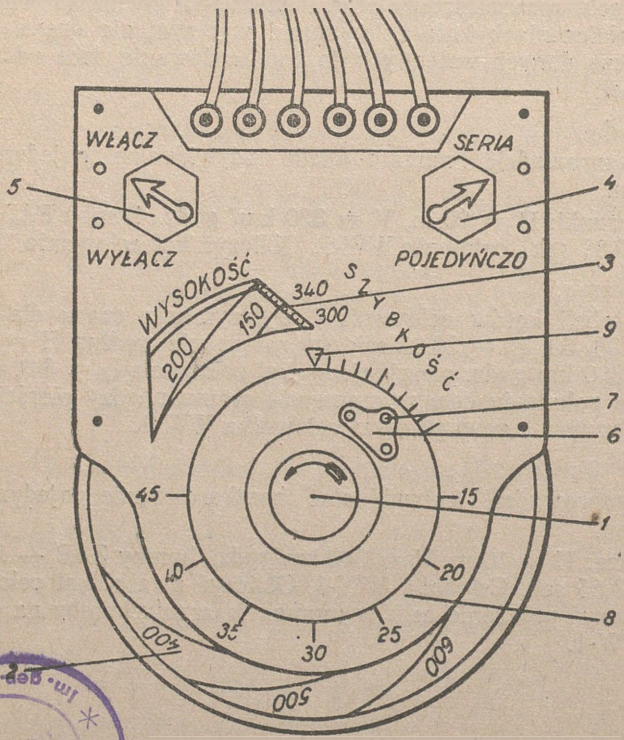
Dane: H = 10 m, V = 340 km/godz., bomby ZAB — 100,50, Θ = 20,85 sek. Celownik WW-1. Obliczyć z tabel kąt celowania i zaznaczyć położenie celu w momencie zrzutu bomby na celowniku WW-1.

ROZDZIAŁ XVI

BOMBARDOWANIE PRZY POMOCY PRZYRZĄDU WMSZ-2

§ 58. Bombardowanie z lotu ślizgowego przy pomocy przyrządu WMSZ-2

Przy bombardowaniu z lotu ślizgowego pod kątem 25° — 30° i z lotu poziomego stosuje się przyrząd WMSZ-2 (rys. 55). Przyrząd WMSZ-2 zrzuca bomby po upływie uprzednio ustawionego



Rys. 55. Przyrząd WMSZ-2

Im. dap. broni K. Świerczewskiego

twc automatycznie, przez elektryczny wyrzutnik ESBR, pojedynczo lub serią.

Prócz tego, przy bombardowaniu bez wytrzymania czasu, przyrząd ten można stosować przy bombardowaniu serią przy jednorazowym naciśnięciu na spust; przerwę czasu w serii ustawia się przy automatycznym zrzucaniu na 0,4 sek.

§ 59. Kolejność pracy pilota przy bombardowaniu z lotu ślizgowego przy pomocy przyrządu WMSZ-2

N a z i e m i

Wziąć z tabel wielkość wytrzymania czasu dla nakazanej wysokości wprowadzenia i szybkości zrzutu. Napiąć sprężynę mechanizmu zegarowego przyrządu WMSZ-2 przez pokręcenie rączki w kierunku wskazanym przez strzałkę. Ustawić na WMSZ-2 wielkość wytrzymania czasu. Robimy to przez ustawienie ruchomego wskaźnika znajdującego się na tarczy nastawniczej, naprzeciw odpowiedniej wielkości wytrzymania czasu na skali czasu. Przy ulepszonych przyrządach WMSZ-2 wytrzymanie czasu ustawia się przez ustawienie skali wysokości wprowadzenia w lot ślizgowy naprzeciw wskaźnika z napisem „Planowanie". Przełącznik (4) ustawia się na odpowiedni sposób bombardowania (pojedynczo lub serią).

Elektryczny wyrzutnik ESBR-3 P ustawić na odpowiednią kolejność zrzucania bomb. Całość włączyć przez przekręcenie przełącznika 5 na przyrządzie WMSZ-2.

U w a g a. Mechaniczny wyrzutnik powinien być w położeniu „PZ".

W p o w i e t r z u

Przy obniżaniu się w rejonie celu należy:

a) sprawdzić, czy ustawiony czas wytrzymania odpowiada rzeczywistemu dla danych warunków bombardowania;
b) włączyć ESBR-3 p.

W rejonie celu należy:

a) rączkę mechanicznego wyrzutnika ASSZ ustawić w położenie „PO";
b) odbezpieczyć guzik spustowy;
c) wyprowadzić samolot na nakazany kurs bojowy i na wysokość wprowadzenia;
d) utrzymując w locie poziomym nakazaną wysokość i szybkość pilot obserwuje cel lub pomocniczy obiekt orientacyjny;
e) w momencie zrównania linii wstępnego celowania z celem lub pomocniczym obiektem orientacyjnym pilot energicznie wprowadza samolot w lot ślizgowy skierowując go na cel. Równocześnie naciska na guzik spustowy włączając przyrząd

WMSZ-2 i szybuje aż do momentu zrównania linii obserwacji z celem lub pomocniczym obiektem orientacyjnym. Lot ślizgowy należy kontynuować utrzymując cel na linii kursu, aż do momentu zapalania się czerwonej lampki sygnalizującej pilotowi automatyczny zrzut bomb.

Uwaga. 5 sekund przed zapaleniem się czerwonej lampki zapala się lampkę sygnalizującą pilotowi zbliżenie się momentu zrzutu bomby. W wypadkach kilkakrotnych nalotów na cel należy powtórnie napiąć sprężynę mechanizmu zegarowego.

f) po ostatnim nawrocie należy rączkę ASSZ-2 ustawić w położenie „PZ".

§ 60. Bombardowanie z lotu poziomego

Przy bombardowaniu z lotu poziomego WMSZ-2 przeznaczony jest do automatycznego zrzucania bomb w tych wypadkach, jeśli konstrukcja samolotu nie pozwala na obserwację celu pod kątem celowania (z wysokości 75, 100, 200, 300 i 400 m).

Wielkość wytrzymania czasu odczytuje się z tabel dla danej wysokości bombardowania i ustawia się na przyrządzie WMSZ-2; włącza się w momencie zrównania linii obserwacji z celem.

Kolejność pracy pilota przy bombardowaniu z lotu poziomego przy pomocy przyrządu WMSZ-2.

Na ziemi

Patrz „kolejność przy bombardowaniu z lotu ślizgowego".

W powietrzu

Przy zbliżaniu się w rejon celu należy:

sprawdzić, czy ustawione „wytrzymanie czasu" odpowiada rzeczywistemu dla danych warunków bombardowania.

Włączyć elektryczny wyrzutnik ESBR-3 p.

W rejonie celu należy:

a) ustawić rączkę mechanicznego wyrzutnika w położeniu „PO";
b) odbezpieczyć guzik spustowy;
c) wyprowadzić samolot na nakazany kurs bojowy i wysokość;
d) wytrzymując warunki lotu poziomego obserwować zbliżenie się celu do linii obserwacji (celowania wstępnego);
e) w momencie zrównania linii obserwacji z celem, przy bombardowaniu z wysokości 75 — 100 m pilot włącza przyrząd WMSZ-2 i lecąc dalej po prostej utrzymuje nakazane warunki lotu poziomego; w innych wypadkach (przy wysokości większej od 100 m) włączenie przyrządu WMSZ-2 następuje w momencie zrównania się linii obserwacji według kątów ustalonych z pomocniczym obiektem orientacyjnym (celem pomocniczym);

f) gdy zapali się czerwona lampka sygnalizująca automatyczny zrzut bomb pilot powinien rączkę mechanicznego wyrzutnika WMSZ-2 ustawić w położeniu „PZ";

g) w wypadku kilkakrotnych nalotów należy po każdym nawrocie napiąć sprężynę mechanizmu zegarowego.

§ 61. Metodyczne wskazówki przy bombardowaniu z lotu ślizgowego przy pomocy przyrządu WMSZ-2

Przy wykonywaniu zadań na bombardowanie z lotu ślizgowego należy pamiętać, że:

1. na 5 — 7 sekund przed przejściem w lot ślizgowy należy utrzymywać nakazane warunki lotu poziomego;

2. przy zbliżaniu się do punktu przejścia w lot ślizgowy należy cel trzymać możliwie jak najbliżej kadłuba;

3. w żadnym wypadku nie wolno przyśpieszać momentu wprowadzania w lot ślizgowy.

Przejście w lot ślizgowy należy przeprowadzić tylko po zupełnym zakryciu celu przez muszkę celownika;

4. przejście samolotu w lot ślizgowy należy wykonać energicznie z równoczesnym włączeniem przyrządu WMSZ-2;

5. samolot wyprowadza się z lotu ślizgowego dopiero po zapaleniu się czerwonej lampki sygnalizacyjnej;

6. w wypadku gdy w czasie lotu ślizgowego pilot zauważy większe błędy w obliczeniach, należy rączką mechanicznego wyrzutnika ASSZ przestawić w położenie „PZ" lub wyłączyć ESBR - 3 p, wyprowadzić samolot z lotu ślizgowego i powtórzyć nalot.

ROZDZIAŁ XVII

TABELE

kątów celowania i kątów celowania pomocniczego dla indywidualnego pojedynczego bombardowania z lotu poziomego z wysokości od 50 m do 500 m.

V = 280 km/godz.
W = 260 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.		Θ = 20,75 sek.		Θ = 21,0 sek.		Θ = 21,5 sek.	
	φ	α	φ	α	φ	α	φ	α
50	77,5	82,5	77,5	82,5	77,5	82,5	77,0	82,2
60	76,5	82,6	76,5	82,6	76,0	82,3	76,0	82,3
70	76,0	82,8	75,5	82,4	75,5	82,4	75,5	82,4
80	75,0	83,0	75,0	83,0	75,0	83,0	74,5	82,8
90	74,0	83,2	73,5	83,2	73.5	83,2	73,0	83,0
100	73,0	84,2	72,5	84,0	73,0	84,4	72,5	84,2
150	69,0	83,2	69,0	83,3	69,0	83,3	68,5	83,1
200	67,0	84,0	66,5	83,8	66,5	83,8	66,0	83,4
250	63,5	84,2	63,0	84,1	63,0	84,1	63,0	84,1
300	61,5	84,4	61,5	84,4	61,0	84,2	61,5	84,2
350	60,0	84,4	60,0	84,4	59,5	84,2	59,0	84,2
400	58,5	85,0	58,5	85,0	58,5	85,0	57,0	84,5
500	55,0	85,0	54,5	84,8	54,0	84,4	53,5	84,2

V = 280 km/godz.
W = 270 km/godz.

50	78,0	81,2	78,0	81,2	78,0	81,2	78,0	81,2
60	77,0	82,5	77,0	82,5	77,0	82,5	77,0	82,5
70	76,0	82,8	76,0	82,8	76,0	82,8	76,0	82,8
80	74,5	83,2	75,0	83,2	75,0	83,2	75,0	83,2
90	74,5	83,2	74,0	83,1	74,0	83,1	74,0	83,1
100	73,5	84,1	73,5	84,1	75,5	84,1	75,5	84,1
150	70,0	83,0	70,0	83,0	70,0	83,0	70,0	83,0
200	68,0	84,2	67,0	84,2	67,0	84,2	67,0	84,2
250	65,0	84,4	64,0	84,2	64,0	84,2	64,0	84,2
300	62,0	85,0	62,0	85,0	61,5	84,8	62,0	85,0
350	61,0	84,4	60,0	84,2	60,0	84,0	59,5	83,8
400	59,0	84,2	58,5	84,1	58,5	84,1	58,0	89,0
500	56,5	85,0	55,5	84,5	55,0	84,5	54,5	84,2

V = 280 km/godz.
W = 280 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.		Θ = 20,75 sek.		Θ = 21,0 sek.		Θ = 21,5 sek.	
	φ	α	φ	α	φ	α	φ	α
50	78,5	81,2	78,5	81,2	78,5	81,2	78,5	81,2
60	77,5	83,0	77,0	82,5	77,0	82,5	77,0	82,5
70	76,5	82,8	76,5	82,8	76,5	82,8	76,0	82,8
80	75,5	82,3	76,0	82,1	75,5	82,0	75,5	82,0
90	75,0	82,5	75,0	82,5	74,5	82,2	74,5	82,2
100	74,0	83,3	74,0	83,3	74,0	83,3	74,0	83,3
150	71,0	83,5	71,0	83,5	71,0	83,5	70,5	83,2
200	68,0	84,2	68,0	84,2	68,0	84,2	68,0	84,2
250	65,5	84,2	65,5	84,2	65,5	84,2	65,0	84,0
300	64,0	84,3	63,5	84,1	63,0	84,0	63,0	84,0
350	61,5	84,3	61,0	84,1	61,0	84,1	61,0	84,1
400	60,0	84,4	60,0	84,4	60,0	84,4	59,5	84,2
500	57,5	84,0	56,5	83,5	56,5	83,5	56,0	83,2

V = 280 km/godz.
W = 290 km/godz.

50	79,0	81,6	79,0	81,6	79,0	81,6	79,0	81,6
60	78,0	81,5	78,0	81,5	77,5	81,8	77,5	81,8
70	77,0	82,4	77,0	82,4	77,0	82,4	77,0	82,4
80	76,0	82,7	76,0	82,7	76,0	82,7	76,0	82,7
90	75,5	82,8	75,0	82,8	75,0	82,8	75,0	83,0
100	74,5	83,0	74,0	83,2	74,5	83,2	74,0	83,0
150	71,0	83,2	70,5	83,5	71,0	83,2	71,0	83,2
200	69,5	83,8	69,5	83,8	69,5	83,8	69,0	84,0
250	66,0	84,2	66,0	84,2	65,5	84,4	65,5	84,4
300	64,5	84,3	64,5	84,3	64,0	84,6	63,5	84,7
350	62,5	84,5	62,0	84,8	62,0	84,8	62,0	84,8
400	61,0	84,3	60,5	84,7	61,0	84,3	61,0	84,3
500	58,0	84,5	58,0	84,5	57,5	84,8	57,0	85

V = 280 km/godz.
W = 300 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.		Θ = 20,75 sek.		Θ = 21,0 sek.		Θ = 21,5 sek.	
	φ	a	φ	a	φ	a	φ	a
50	79,5	81,3	79,5	81,3	79,5	81,3	79,0	81,6
60	78,0	81,5	78,0	81,5	78,0	81,5	78,0	81,5
70	77,5	82,2	77,5	82,2	77,5	82,2	77,5	82,2
80	76,0	82,7	76,5	82,4	76,5	82,4	76,5	82,4
90	76,0	83,0	76,0	83,0	76,0	83,0	75,5	83,2
100	75,0	83,2	75,0	83,2	75,0	83,2	74,5	83,4
150	71,5	83,0	71,5	83,0	71,5	83,0	71,5	83,0
200	69,5	83,8	69,0	84,0	69,0	84,0	69,0	84,0
250	67,0	84,2	67,0	84,2	67,0	84,2	67,0	84,2
300	65,0	84,2	65,0	84,3	64,0	84,2	64,0	84,2
350	63,5	84,8	63,0	85,0	63,0	85,0	62,5	85,2
400	62,0	84,3	61,5	84,7	61,5	84,7	61,5	84,7
500	58,5	84,0	58,0	83,8	58,0	83,8	57,0	83,4

V = 280 km/godz.
W = 310 km/godz.

50	80,0	81,0	80,0	81,0	80,0	81,0	79,5	81,3
60	78,5	81,8	78,5	81,8	78,5	81,8	78,5	81,8
70	78,0	82,2	78,0	82,2	78,0	82,2	77,5	82,4
80	87,0	81,7	76,5	81,7	76,5	82,0	76,5	82,0
90	76,0	82,7	76,0	82,7	76,0	82,7	76,0	83,7
100	75,5	82,8	75,5	82,8	75,0	83,0	75,0	83,0
150	72,0	83,0	72,0	83,0	72,0	83,0	72,0	84,0
200	70,0	83,7	70,0	83,7	70,0	83,7	69,5	84,0
250	68,0	84,0	67,5	84,2	67,5	84,2	67,5	84,2
300	66,0	84,3	66,0	84,3	65,5	84,3	65,0	84,6
350	64,0	84,5	64,0	84,5	63,0	84,8	63,5	84,5
400	63,0	84,6	62,5	84,8	62,0	85	62,5	84,8
500	60,5	84,3	60,0	85	59,0	85,2	59,0	85,2

V = 280 km/godz.
W = 320 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.		Θ = 20,75 sek		Θ = 21,0 sek.		Θ = 21,5 sek.	
	φ	α	φ	α	φ	α	φ	α
50	80,5	81,0	80,0	81,3	80,0	81,3	80,0	81,3
60	79,0	81,5	79,0	81,5	79,0	81,5	79,0	81,5
70	78,0	82,2	78,0	82,2	78,0	82,2	78,0	82,2
80	77,0	81,7	77,0	81,7	77,0	81,7	77,0	81,7
90	76,5	72,7	76,5	82,7	76,5	82,7	76,0	83,0
100	76,0	82,7	76,0	82,7	76,0	82,7	76,0	82,7
150	73,0	82,8	73,0	82,8	73,0	82,8	72,5	83,0
200	70,5	83,4	70,0	83,7	70,0	83,7	70,0	83,7
250	68,5	83,8	68,5	83,8	68,5	83,8	68,5	83,8
300	66,5	84,0	66,5	84,0	66,0	84,3	66,0	84,3
350	65,0	84,3	64,5	84,6	64,5	84,6	64,0	84,8
400	63,5	84,5	63,0	84,8	63,0	84,8	63,0	84,8
500	61,0	84,4	60,5	84,8	60,0	85,0	60,0	85,0

V = 280 km/godz.
W = 330 km/godz.

50	80,5	80,3	80,5	80,3	80,0	80,5	80,0	80,5
60	79,5	81,3	79,5	81,3	79,0	81,6	79,0	81,6
70	78,5	81,3	78,5	81,3	78,5	81,3	78,5	81,3
80	77,5	82,2	78,0	82,0	78,0	82,0	77,5	82,2
90	77,0	82,7	77,0	82,7	77,0	82,7	77,0	82,7
100	76,0	82,8	76,0	82,8	76,0	82,8	76,0	82,8
150	73,0	83,0	73,0	83,0	73,0	83,0	73,0	83,0
200	71,0	83,7	71,0	83,7	71,0	83,7	70,5	84,0
250	69,0	83,8	69,0	83,8	69,0	83,8	69,0	83,8
300	67,0	84,0	67,0	84,0	67,0	84,0	67,0	84,0
350	65,5	84,2	65,5	84,2	65,0	84,4	65,0	84,4
400	64,0	84,3	64,0	84,3	64,0	84,3	63,5	84,5
500	61,5	84,5	61,5	84,5	61,0	84,8	61,0	84,8

V = 300 km/godz.
W = 260 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.		Θ = 20,75 sek.		Θ = 21,0 sek.		Θ = 21,5 sek.	
	φ	α	φ	α	φ	α	φ	α
50	77,5	82,3	77,5	82,3	77,5	82,3	77,5	82,3
60	76,5	82,6	76,5	82,6	76,0	82,8	76,0	82,8
70	75,5	83,0	75,5	83,0	75,0	83,2	75,0	83,2
80	74,5	83,2	74,5	83,2	74,5	83,2	74,5	83,2
90	73,5	83,3	73,5	83,3	73,0	83,5	73,0	83,5
100	73,0	83,6	73,0	83,6	73,0	83,6	72,5	83,8
150	69,0	83,5	69,0	83,5	69,0	83,5	68,5	83,8
200	67,0	84,2	66,0	84,0	66,0	84,0	66,0	84,0
250	63,5	84,3	63,0	84,3	63,0	84,8	63,0	84,8
300	62,0	84,5	61,5	84,5	61,0	84,8	61,0	84,8
350	60,0	84,4	60,0	84,4	59,5	84,6	59,5	84,6
400	54,5	85,0	58,0	85,0	67,5	85,2	57,5	85,2
500	55,5	85,5	55,0	85,4	54,5	85,6	56,0	85,6

V = 300 km/godz.
W = 270 km/godz.

50	78,0	81,2	78,0	81,2	78,0	81,2	78,0	81,2
60	77,0	82,5	77,0	82,5	77,0	82,5	77,0	82,5
70	76,0	82,8	76,0	82,8	76,0	82,8	76,0	82,8
80	75,0	74,3	75,0	84,3	75,0	84,3	75,0	84,3
90	74,0	83,2	74,0	83,2	74,0	83,2	73,5	83,5
100	73,0	83,3	73,0	83,3	73,0	83,3	73,0	83,3
150	70,0	83,3	69,5	83,5	65,5	83,5	69,5	83,5
200	67,0	84,2	67,0	84,2	67,0	84,2	67,0	84,2
250	65,0	84,3	64,5	84,5	64,5	84,5	64,5	84,5
300	63 0	84,3	63,0	84,3	62,5	84,5	62,5	84,5
350	61,5	84,4	61,0	84,4	61,0	84,4	60,5	84,7
400	59,0	84,6	59,0	84,6	59,0	84,6	58,5	84,8
500	55,5	85,0	55,5	85,0	55,0	85,2	55,0	85,2

V = 300 km/godz.
W = 280 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.		Θ = 20,75 sek.		Θ = 21,0 sek.		Θ = 21,5 sek.	
	φ	α	φ	α	φ	α	φ	α
50	78,5	81,0	78,5	81,0	78,5	81,0	78,5	81,0
60	77,5	82,0	77,0	82,0	77,0	82,0	77,0	72,0
70	76,5	82,4	76,5	82,4	76,5	82,4	76,5	82,4
80	75,5	83,0	75,5	84,0	75,5	84,0	75,5	84,0
90	75,0	83,6	75,0	83,6	75,0	83,6	74,5	83,8
100	74,0	83,3	74,0	83,3	73,5	83,5	73,5	83,5
150	70,5	83,3	70,5	83,3	70,0	83,5	70,0	83,3
200	68,5	84,7	68,0	83,8	68,0	83,8	68,0	83,8
250	65,5	84,5	65,0	84,8	65,0	84,8	64,5	84,8
300	63,5	84,6	63,0	84,6	63	84,8	63,0	84,8
350	61,5	84,4	61,0	84,4	61,0	84,4	60,5	84,8
400	60,0	84,6	60,0	84,6	60,0	84,6	60,0	84,6
500	57,5	84,8	57,0	85,0	56,5	85,5	56,0	85,7

V = 300 km/godz.
W = 290 km/godz.

50	79,0	81,6	79,0	81,6	79,0	81,6	79,0	81,6
60	78,0	81,5	78,0	81,0	78,0	81,5	78,0	81,5
70	77,0	82,4	77,0	82,4	77,0	82,4	76,0	82,6
80	76,0	82,7	75,5	83,0	75,5	83,0	75,5	83,0
90	75,5	82,8	75,0	83,0	75,0	83,0	75,0	83,0
100	74,5	83,0	74,5	83,0	74,0	83,2	74,0	83,2
150	70,5	83,4	70,5	83,4	70,5	83,4	70,0	83,4
200	68,5	84,0	68,5	64,0	68,5	64,0	68,0	64,2
250	66,0	84,2	66,0	84,2	66,0	84,2	66,0	84,2
300	64,5	84,3	64,0	84,3	64,0	84,3	63,5	84,6
350	62,0	84,8	62,5	84,4	62,0	84,8	62,0	84,8
400	61,0	84,3	61,0	84,3	60,5	84,6	60,0	84,6
500	58,0	84,5	58,0	84,5	58,0	84,5	57,5	84,8

V = 300 km/godz.
W = 300 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.		Θ = 20,75 sek		Θ = 21,0 sek.		Θ = 21,5 sek.	
	φ	α	φ	α	φ	α	φ	α
50	79,5	81,3	79,0	81,5	79,0	81,5	79,0	81,5
60	78,0	81,5	78,0	81,5	78,0	81,5	78,0	81,5
70	77,5	82,2	77,5	82,2	77,5	82,2	77,0	82,4
80	86,5	82,2	86,5	82,8	86,5	82,8	86,5	82,8
90	86,0	83,0	86,5	83,0	75,0	83,5	75,5	83,5
100	75,0	83,2	75,0	83,2	75,0	83,2	75,0	83,2
150	81,5	83,0	71,5	83,0	71,5	83,0	71,5	83,0
200	69,5	84,8	69,5	83,8	79,5	83,8	69,0	84
250	67,0	84,2	67,0	84,2	67,0	84,2	67,0	84,2
300	65,0	84,3	65,0	84,3	64,5	84,5	64,5	84,5
350	63,0	84,4	63,0	84,4	63,0	84,4	62,5	84,8
400	61,5	84,5	61,0	84,6	61,0	84,6	61,0	84,6
500	58,5	84,0	57,5	84,0	58,0	84,8	57,5	85

V = 300 km/godz.
W = 310 km/godz.

50	80,0	81,0	80,0	81,0	80,0	81,0	79,5	81,2
60	79,0	81,5	78,5	81,8	78,5	81,8	78,5	81,8
70	78,0	82,2	78,0	82,2	78,0	82,2	78,0	82,2
80	77,0	81,7	77,0	81,7	77,0	81,7	77,0	81,7
90	76,0	82,7	76,0	82,7	76,0	82,7	76,0	82,7
100	75,5	82,8	75,5	82,8	75,5	82,8	75,5	82,8
150	72,0	83,0	72,0	83,0	72,0	83,0	71,5	83,2
200	70,0	83,7	70,0	83,7	70,0	83,7	69,5	84,0
250	67,5	84,0	67,0	84,2	67,0	84,2	67,0	84,2
300	66,0	84,3	66,0	84,3	65,0	84,8	65,0	84,8
350	64,0	84,5	64,0	84,5	64,0	84,5	63,5	84,5
400	63,0	84,6	63,0	84,6	62,5	84,8	62,0	85,0
500	60,0	84,6	63,0	84,6	62,5	84,8	62,0	85,0

V = 300 km/godz.
W = 320 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.		Θ = 20,75 sek.		Θ = 21,0 sek.		Θ = 21,5 sek.	
	φ	α	φ	α	φ	α	φ	α
50	80,0	81,8	80,0	81,8	80,0	81,8	80,0	81,0
60	79,0	81,5	79,0	81,5	79,0	81,5	79,0	81,5
70	78,0	82,2	78,0	82,2	78,0	82,2	78,0	82,2
80	77,0	81,7	77,0	81,7	77,0	81,7	77,0	81,7
90	76,5	82,7	76,5	82,7	76,5	82,7	76,0	82,8
100	76,0	83,7	76,0	83,7	76,0	82,7	76,0	82,7
150	73,0	82,8	72,5	83,0	72,5	83,0	72,5	83,0
200	70,5	83,4	70,5	83,4	70,5	83,4	70,0	83,7
250	68,5	83,6	68,0	83,8	68,0	83,8	68,0	83,8
300	66,0	84,0	66,0	84,0	66,0	84,0	66,0	84,0
350	64,0	84,5	64,0	84,5	64,0	84,5	64,0	84,5
400	63,0	84,6	63,0	84,6	63,0	84,6	63,0	84,6
500	60,5	84,8	60,0	84,8	60,0	84,8	59,5	84,8

V = 300 km/godz.
W = 330 km/godz.

50	80,5	80,3	80,5	80,3	80,5	80,3	80,5	80,3
60	79,0	81,3	79,0	81,3	79,0	81,3	79,0	81,3
70	78,5	81,3	78,0	81,3	78,5	81,3	78,5	81,3
80	77,5	82,2	77,5	82,2	77,5	82,2	77,5	82,2
90	77,0	82,7	77,0	82,7	77,0	82,7	77,0	82,7
100	76,0	82,8	76,0	82,8	76,0	82,8	76,0	82,8
150	73,0	83,0	73,0	83,0	72,5	83,0	72,5	83,0
200	71,0	83,7	71,0	83,7	71,0	83,7	71,0	83,7
250	69,0	83,8	69,0	83,8	69,0	83,8	69,0	83,8
300	67,0	84,8	67,0	84,0	66,5	84,2	66,5	84,2
350	65,0	84,2	65,0	84,2	64,5	84,4	64,5	84,4
400	64,0	84,3	64,0	84,3	64,0	84,3	64,0	84,3
500	61,0	84,4	60,5	84,5	60,0	84,5	60,0	84,8

V = 300 km/godz.
W = 340 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.		Θ = 20,75 sek.		Θ = 21,0 sek.		Θ = 21,5 sek.	
	φ	α	φ	α	φ	α	φ	α
50	80,5	80,3	80,5	80,3	80,5	80,3	80,5	80,3
60	80,0	81,0	79,5	82,4	79,5	82,4	79,0	82,4
70	79,0	81,2	79,0	81,2	78,5	81,2	78,5	81,2
80	78,0	82,0	78,0	82,0	78,0	82,0	78,0	82,0
90	77,5	82,4	77,5	82,4	77,0	82,4	77,0	82,4
100	76,5	82,6	76,5	82,6	76,5	82,6	76,5	82,6
150	73,5	82,6	73,5	82,6	73,5	82,6	73,5	82,8
200	71,5	83,0	71,5	83,0	71,5	83,0	71,5	83,0
250	69,0	82,8	68,5	84,0	68,5	83,0	68,5	83,0
300	67,0	84,0	67,0	84,0	66,5	84,0	66,5	84,0
350	65,5	84,1	65,5	84,0	65,0	84,1	65,0	84,1
400	64,0	84,3	64,0	84,3	64,0	84,3	64,0	84,3
500	62,0	84,2	62,0	84,3	61,5	84,2	61,0	84,2

V = 320 km/godz.
W = 280 km/godz.

50	78,5	81,0	78,5	81,0	78,5	81,0	78,5	81,0
60	77,5	82,3	77,5	82,3	77,0	82,3	77,0	82,3
70	76,5	82,8	76,5	82,8	76,5	82,8	76,0	83,0
80	75,5	82,3	75,5	82,3	75,0	82,3	75,0	82,3
90	75,0	83,3	75,0	82,5	74,5	82,5	74,5	82,5
100	74,0	83,2	74,0	83,3	74,0	83,3	74,0	83,3
150	70,5	84,2	70,5	83,2	70,5	83,2	70,0	83,5
200	68,0	84,0	68,0	84,0	68,0	84,0	68,0	84,0
250	65,0	84,3	65,0	84,3	65,0	84,3	65,0	84,3
300	63,5	84,6	63,0	84,6	62,5	84,6	62,5	84,6
350	61,5	84,4	61,5	84,6	61,0	84,4	61,0	84,6
400	60,0	84,6	60,0	84,6	59,5	84,6	59,5	84,6
500	57,5	84,8	37,0	84,8	57,0	84,8	56,5	84,8

V = 320 km/godz.
W = 290 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.		Θ = 20,75 sek		Θ = 21,0 sek.		Θ = 21,5 sek.	
	φ	α	φ	α	φ	α	φ	α
50	79,0	81,6	79,0	81,6	79,0	81,6	79,0	81,6
60	78,0	81,5	78,0	81,5	78,0	81,5	78,0	81,5
70	77,0	82,4	77,0	82,4	77,0	82,4	77,0	82,4
80	76,0	82,7	76,0	82,7	76,0	82,7	76,0	82,7
90	75,0	83,6	75,0	83,6	75,0	83,6	75,0	83,6
100	74,5	83,0	74,5	83,0	74,0	83,0	74,0	83,2
150	71,5	83,0	71,5	84,0	71,5	84,0	71,5	83,0
200	68,5	84,0	68,5	84,0	68,5	84,0	68,0	84,0
250	66,5	84,1	66,5	84,0	66,5	84,1	66,5	84,1
300	64,5	84,3	64,0	84,3	63,5	84,3	63,5	84,3
350	62,5	84,5	62,5	84,5	62,0	84,6	62,0	84,6
400	61,0	84,3	61,0	84,3	61,0	84,3	61,0	84,3
500	58,0	84,5	57,5	84,5	57,5	84,5	56,5	84,5

V = 320 km/godz.
W = 310 km/godz.

50	79,5	81,3	79,5	81,3	79,5	81,3	79,5	81,3
60	78,5	81,8	78,5	81.8	78,5	81,8	78,5	81,8
70	78,0	82,2	77,5	82,4	77,5	82,4	77,5	82,4
80	77,0	81,7	77,0	81,7	77,0	81,7	76,5	82,0
90	76,0	82,7	76,0	82,7	76,0	82,7	76,0	82,7
100	75,5	82,8	75,5	82,8	75,5	82,8	75,5	82,8
150	72,0	83,0	72,0	83,0	72,0	83,0	72,0	83,0
200	70,0	83,7	70,0	83,7	70,0	83,7	70,0	83,7
250	67,5	84,0	67,5	84,0	67,0	84,2	67,0	84,2
300	66,0	84,3	66,0	84,3	65,5	84,3	65,5	84,3
350	64,0	84,5	62,5	84,5	63,5	84,5	63,5	84,8
400	62,5	84,6	62,5	84,6	62,0	84,6	61,5	84,6
500	59,0	84,2	59,0	84,2	58,5	84,2	58,5	84,2

V = 320 km/godz.
W = 320 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.		Θ = 20,75 sek.		Θ = 21,0 sek.		Θ = 21,5 sek.	
	φ	α	φ	α	φ	α	φ	α
50	80,0	81,0	80,0	81,0	80,0	81,0	80,0	81,0
60	79,0	81,5	79,0	81,5	79,0	81,0	79,0	81,5
70	78,0	82,2	78,0	82,2	78,0	82,2	78,0	82,2
80	77,0	81,7	77,0	81,7	77,0	81,7	77,0	81,7
90	76,5	82,7	76,5	82,7	76,5	82,7	76,5	82,7
100	76,0	82,7	76,0	82,7	75,5	83,0	75,5	83,0
150	72,5	82,5	72,5	82,5	72,0	82,8	72,0	82,8
200	70,0	83,4	70,6	83,4	70,5	83,4	70,0	83,6
250	68,0	83,6	68,0	83,6	68,0	83,6	68,0	83,6
300	66,5	84,0	66,5	84,0	66,0	84,2	65,5	84,2
350	65,0	84,2	64,5	84,2	64,5	84,4	64,0	84,4
400	63,5	84,5	63,5	84,5	63,0	84,7	63,0	84,7
500	60,5	84,8	60,0	84,8	60,0	85,0	59,5	85,2

V = 320 hm/godz.
W = 330 km/godz.

50	80,5	80,3	80,5	80,3	80,0	80,8	80,0	80,8
60	79,5	81,3	79,0	81,5	79,0	81,7	79,0	81,7
70	78,5	81,3	78,5	81,3	78,5	81,3	78,5	81,3
80	77,5	82,2	77,5	82,2	77,5	82,2	77,5	82,2
90	77,0	82,7	77,0	82,7	77,0	82,7	77,0	82,7
100	76,0	82,8	76,0	82,8	76,0	82,8	76,0	82,8
150	73,0	83,0	73,0	83,0	73,0	83,0	73,0	83,0
200	71,0	83,7	71,0	83,7	71,0	83,7	71,0	83,7
250	69,0	83,8	69,0	83,8	69,0	83,8	69,0	83,8
300	67,0	84,0	67,0	84,0	66,5	84,2	66,0	84,4
350	65,5	84,2	65,5	65,0	65,0	84,4	65,0	84,4
400	64,0	83,3	64,0	83,3	63,5	83,5	63,5	83,5
500	61,5	84,5	61,0	84,5	61,0	84,5	59,5	84,5

$V = 320$ km/godz.
$W = 340$ km/godz.

H	$\Theta = 20{,}5$ sek.		$\Theta = 20{,}75$ sek.		$\Theta = 21{,}0$ sek.		$\Theta = 21{,}5$ sek.	
	φ	α	φ	α	φ	α	φ	α
50	80,5	80,3	80,5	80,3	80,5	80,3	80,5	80,3
60	79,5	81,3	79,5	81,3	79,5	79,5	81,3	81,3
70	79,0	81,2	79,0	81,2	79,0	81,2	78,5	81,4
80	78,0	82,0	78,0	82,0	78,0	82,0	78,0	82,0
90	77,5	82,4	77,5	82,4	77,0	82,4	77,0	82,4
100	76,5	82,6	76,5	82,6	76,5	82,6	76,5	82,6
150	73,5	82,8	73,5	82,8	73,5	82,8	73,0	83,0
200	72,0	83,0	71,5	83,0	71,5	83,2	71,0	83,4
250	69,5	84,0	69,5	84,0	69,5	84,0	69,0	84,2
300	68,0	84,2	67,5	84,2	67,5	84,4	67,0	84,6
350	66,0	84,1	66,0	84,1	66,0	84,1	65,5	84,1
400	64,0	83,3	64,0	83,3	64,0	83,3	64,0	83,3
500	62,0	84,2	61,5	84,4	61,0	84,6	61,0	84,6

$V = 320$ km/godz.
$W = 350$ km/godz.

50	80,5	80,3	80,5	80,3	80,5	80,3	80,5	80,5
60	80,0	81,0	80,0	81,0	80,0	81,0	80,0	81,0
70	79,0	81,2	79,0	81,2	79,0	81,2	79,0	81,2
80	78,0	82,0	78,0	82,0	78,0	82,0	78,0	82,0
90	77,0	82,7	77,5	82,5	77,5	82,0	77,5	82,5
100	77,0	83,0	77,0	83,0	77,0	82,5	77,0	83,0
150	74,0	83,6	74,0	82,6	74,0	83,0	74,0	82,6
200	72,0	83,0	72,0	83,0	72,0	82,6	72,0	83,0
250	70,0	83,8	70,0	83,8	70,0	83,0	70,0	83,8
300	68,0	84,2	68,0	84,2	68,0	83,8	67,6	84,6
350	67,0	84,0	67,0	84,0	66,5	84,3	66,5	84,3
400	65,0	84,2	65,0	84,2	65,0	84,2	64,5	84,4
500	62,5	84,3	62,0	84,3	62,0	84,4	61,5	84,6

V = 320 km/godz.
W = 360 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.		Θ = 20,75 sek.		Θ = 21,0 sek.		Θ = 21,5 sek.	
	φ	α	φ	α	φ	α	φ	α
50	81,0	80,0	81,0	80,0	81,0	80,0	81,0	80,0
60	80,0	81,0	80,0	81,0	80,0	81,0	80,0	81,0
70	79,5	81,2	79,5	81,2	79,5	81,2	79,0	81,4
80	78,5	81,8	78,5	81,8	78,5	81,8	78,5	81,8
90	78,0	83,6	78,0	83,6	77,5	83,8	77,5	83,8
100	77,5	82,3	77,5	82,3	77,5	82,3	77,5	82,3
150	74,0	82,6	74,0	82,6	74,0	82,6	74,0	82,6
200	72,5	82,7	72,0	82,8	72,0	82,8	72,0	82,8
250	70,5	83,6	70,5	83,6	70,0	83,6	70,0	83,6
300	69,0	83,8	69,0	83,8	68,5	83,9	68,5	84,0
350	67,0	83,9	67,0	83,9	67,0	83,9	66,5	89,0
400	65,5	84,2	65,5	84,2	65,5	84,2	65,0	84,2
500	63,0	84,4	63,0	84,4	63,0	84,4	62,5	84,6

V = 320 km/godz.
W = 300 km/godz.

50	79,5	81,3	79,5	81,3	79,5	81,3	79,0	81,3
60	78,5	81,8	78,0	81,8	78,0	81,8	78,0	81,0
70	77,5	82,2	77,5	82,2	77,0	82,4	77,0	82,4
80	76,5	82,8	76,5	82,8	76,5	82,8	76,0	83,0
90	77,5	83,8	75,5	82,8	75,5	82,8	75,0	83,0
100	75,0	83,2	75,0	83,2	75,0	83,2	75,0	83,2
150	71,5	83	71,5	83,0	71,5	83,0	71,5	83,0
200	69,0	84,4	69,0	84,4	68,0	83,4	69,0	84,3
250	67,0	84,2	67,0	84,2	67,0	84,2	67,0	84,2
300	65,0	84,3	65,0	84,3	65,0	84,3	65,0	84,3
350	63,0	84,4	63,0	84,4	63,0	84,4	62,5	84,6
400	61,5	84,5	61,5	84,5	61,5	84,5	61,0	84,5
500	59,0	84,2	59,0	84,2	58,5	84,2	58,5	84,2

TABELE BALISTYCZNE

V = 260 km/godz.

H	Θ = 20,75 sek.			Θ = 21,0 sek.			Θ = 21,5 sek.		
	T	Δ	γ°	T	Δ	γ°	T	Δ	γ°
10	1,4	0	2,6	1,4	1	3,7	1,4	1	6,0
20	2,0	1	2,6	2,0	1	3,8	2,0	2	6,0
30	2,5	1	2,6	2,5	2	3,8	2,5	3	6,0
40	2,9	2	2,6	2,9	3	3,8	2,9	4	6,0
50	3,2	2	2,6	3,2	3	3,8	3,2	5	6,0
60	3,5	3	2,6	3,5	4	3,8	3,5	6	6,0
70	3,8	3	2,6	3,8	5	3,8	3,8	7	6,0
80	4,1	4	2,6	4,1	5	3,8	4,1	8	6,0
90	4,3	4	2,6	4,3	6	3,8	4,3	9	6,0
100	4,5	5	2,6	4,6	7	3,8	4,6	11	6,0
200	6,4	9	2,7	6,4	14	3,9	6,5	21	6,1
300	7,9	14	2,7	7,9	21	3,9	8,0	32	6,2
400	9,1	20	2,8	9,2	28	4,0	9,3	44	6,2
500	10,2	25	2,8	10,3	35	4,0	10,4	56	6,3
600	11,2	30	2,8	11,3	43	4,1	11,4	67	6,4
700	12,1	35	2,8	12,2	50	4,1	12,4	79	6,4
800	13,0	40	2,9	13,1	58	4,1	13,3	91	6,5
900	13,8	46	2,9	13,9	66	4,2	14,1	104	6,6
1000	14,6	51	2,9	14,7	74	4,2	14,9	117	6,7
1100	15,3	57	3,0	15,4	82	4,3	15,7	129	6,7
1200	16,0	63	3,0	16,1	90	4,3	16,4	142	6,7
1300	16,7	68	3,0	16,8	99	4,3	17,2	155	6,8
1400	17,3	74	3,0	17,4	107	4,4	17,8	169	6,9
1500	17,9	80	3,0	18,1	116	4,4	18,5	182	6,9
1600	18,5	86	3,1	18,7	124	4,4	19,2	196	7,0
1700	19,1	92	3,1	19,3	133	4,5	19,8	210	7,0
1800	19,7	98	3,1	19,9	141	4,5	20,5	223	7,1
1900	20,3	104	3,1	20,5	150	4,5	21,1	236	7,1
2000	20,8	110	3,1	21,1	158	4,5	21,7	249	7,1

H	Θ = 20,75			Θ = 21,0			Θ = 21,5		
	T	Δ	γ^0	T	Δ	γ^0	T	Δ	γ^0
10	1,4	0	3,0	1,4	1	4,3	1,4	1	7,0
20	2,0	1	3,0	2,0	2	4,4	2,0	2	7,0
30	2,5	2	3,0	2,5	2	4,4	2,5	4	7,0
40	2,9	2	3,0	2,9	3	4,4	2,9	5	7,0
50	3,2	3	3,0	3,2	4	4,4	3,2	6	7,0
60	3,5	3	3,0	3,5	5	4,4	3,5	7	7,0
70	3,8	4	3,0	3,8	5	4,4	3,8	8	7,0
80	4,1	4	3,0	4,1	6	4,4	4,1	10	7,0
90	4,8	5	3,0	4,3	7	4,4	4,3	11	7,0
100	4,5	5	3,0	4,6	8	4,4	4,6	12	7,0
200	6,4	11	3,1	6,5	16	4,4	6,5	24	7,0
300	7,9	16	3,1	7,9	24	4,5	8,0	37	7,1
400	9,1	22	3,2	9,2	32	4,5	9,3	50	7,2
500	10,2	28	3,2	10,3	40	4,6	10,4	63	7,2
600	11,2	34	3,2	11,3	49	4,6	11,4	77	7,3
700	12,1	40	3,2	12,2	57	4,7	12,4	90	7,3
800	13,0	46	3,2	13,1	66	4,7	13,3	103	7,3
900	13,8	52	3,3	13,9	75	4,7	14,1	117	7,4
1000	14,6	58	3,3	14,6	83	4,8	14,9	132	7,5
1100	15,3	64	3,3	15,4	92	4,8	15,7	146	7,6
1200	16,0	71	3,4	16,1	101	4,8	16,4	160	7,6
1300	16,7	77	3,4	16,8	111	4,9	17,2	174	7,6
1400	17,3	83	3,4	17,5	120	4,9	17,9	189	7,7
1500	17,9	90	3,4	18,1	130	4,9	18,6	204	7,7
1600	18,5	97	3,5	18,7	139	4,9	19,2	219	7,8
1700	19,1	103	3,5	19,4	148	5,0	19,8	234	7,8
1800	19,7	110	3,5	20,0	157	5,0	20,5	249	7,8
1900	20,3	117	3,5	20,5	167	5,0	21,1	264	7,9
2000	20,8	128	3,5	21,1	177	5,1	21,7	278	7,9

V = 300 km/godz.

H	Θ = 20,75 sek.			Θ = 21,0 sek.			Θ = 21,5 sek.		
	T	Δ	γ^0	T	Δ	γ^0	T	Δ	γ^0
10	1,4	1	3,4	1,4	1	5,0	1,4	2	7,9
20	2,0	1	3,4	2,0	2	5,0	2,0	3	7,9
30	2,5	2	3,5	2,5	3	5,0	2,5	4	7,9
40	2,9	2	3,5	2,9	4	5,0	2,9	6	7,9
50	3,2	3	3,5	3,2	4	5,0	3,2	7	7,9
60	3,5	4	3,5	3,5	5	5,0	3,5	8	7,9
70	3,8	4	3,5	3,8	6	5,0	3,8	10	7,9
80	4,1	5	3,5	4,1	7	5,0	4,1	11	7,9
90	4,3	5	3,5	4,3	8	5,0	4,3	13	7,9
100	4,5	6	3,5	4,6	9	5,0	4,6	14	7,9
200	6,4	12	3,5	6,5	18	5,0	6,5	28	7,9
300	7,9	19	3,5	7,9	27	5,1	8,0	42	8,0
400	9,1	25	3,6	9,2	36	5,1	9,3	57	8,1
500	10,2	31	3,6	10,3	45	5,2	10,4	71	8,1
600	11,2	38	3,6	11,3	55	5,2	11,4	86	8,2
700	12,2	44	3,6	12,2	64	5,3	12,4	101	8,2
800	13,0	51	3,7	13,1	74	5,3	13,3	116	8,2
900	13,8	58	3,7	13,9	84	5,3	14,2	131	8,2
1000	14,6	65	3,7	14,7	93	5,3	15,0	147	8,3
1100	15,3	72	3,7	15,4	103	5,3	15,7	163	8,4
1200	16,0	79	3,8	16,1	113	5,4	16,5	179	8,5
1300	16,7	86	3,8	16,8	124	5,4	17,2	195	8,5
1400	17,3	93	3,8	17,5	134	5,5	17,9	211	8,6
1500	18,0	101	3,8	18,1	144	5,5	18,6	227	8,6
1600	18,6	108	3,9	18,8	154	5,5	19,2	243	8,7
1700	19,2	115	3,9	19,4	164	5,5	19,9	259	8,7
1800	19,7	122	3,9	20,0	175	5,5	20,5	276	8,7
1900	20,3	130	3,9	20,6	186	5,6	21,1	292	8,7
2000	20,8	137	3,9	21,1	196	5,6	21,7	308	8,7

$V = 320$ km/godz.

H	$\Theta = 20{,}75$			$\Theta = 21{,}0$			$\Theta = 21{,}5$		
	T	Δ	γ^0	T	Δ	γ^0	T	Δ	γ^0
10	1,4	1	3,9	1,4	1	5,7	1,4	2	9,1
20	2,0	1	3,9	2,0	2	5,7	2,0	3	9,1
30	2,5	2	3,9	2,5	3	5,7	2,5	5	9,0
40	2,9	3	3,9	2,8	4	5,7	2,9	6	9,0
50	3,2	3	3,9	3,2	5	5,7	3,2	8	9,0
60	3,5	4	3,9	3,5	6	5,7	3,5	9	9,0
70	3,8	5	3,9	3,8	7	5,7	3,8	11	9,0
80	4,1	6	3,9	4,1	8	5,7	4,1	12	9,0
90	4,3	6	3,9	4,3	9	5,7	4,3	14	9,0
100	4,5	7	3,9	4,6	10	5,7	4,6	16	9,0
200	6,4	14	4,0	6,5	20	5,7	6,5	31	9,0
300	7,9	21	4,0	7,9	30	5,7	8,0	47	9,0
400	9,1	28	4,0	9,2	40	5,7	9,3	63	9,0
500	10,2	35	4,0	10,3	51	5,8	10,4	80	9,1
600	11,4	42	4,0	11,3	61	5,8	11,5	96	9,2
700	12,2	50	4,1	12,2	72	5,9	12,4	113	9,2
800	13,0	57	4,1	13,1	83	5,9	13,3	130	9,2
900	13,8	65	4,1	14,0	94	5,9	14,2	146	9,2
1000	14,6	73	4,2	14,7	104	5,9	15,0	164	9,3
1100	15,3	81	4,2	15,4	115	6,0	15,8	182	9,4
1200	16,0	88	4,2	16,1	126	6,0	16,5	199	9,4
1300	16,7	96	4,2	16,8	138	6,0	17,2	217	9,5
1400	17,3	103	4,2	17,5	149	6,1	17,9	234	9,5
1500	18,0	112	4,3	18,0	160	6,1	18,6	251	9,5
1600	18,6	120	4,3	18,8	171	6,1	19,3	269	9,6
1700	19,2	128	4,3	19,4	182	6,1	19,9	267	9,6
1800	19,7	135	4,3	20,0	193	6,1	20,5	304	9,6
1900	20,3	143	4,3	20,6	205	6,2	21,1	322	9,6
2000	20,9	151	4,3	21,2	217	6,2	21,7	339	9,6

V = 340 km/godz.

H	Θ = 20,75			Θ = 21,0			Θ = 21,5		
	T	Δ	γ^0	T	Δ	γ^0	T	Δ	γ^0
10	1,4	1	4,4	1,4	1	6,3	1,4	2	10,2
20	2,0	2	4,4	2,0	2	6,3	2,0	4	10,2
30	2,5	2	4,4	2,5	3	6,3	2,5	5	10,1
40	2,9	3	4,4	2,9	4	6,3	2,9	7	10,1
50	3,2	4	4,4	3,2	6	6,3	3,2	9	10,1
60	3,5	5	4,4	3,5	7	6,3	3,5	11	10,1
70	3,8	5	4,4	3,8	8	6,4	3,8	12	10,1
80	4,1	6	4,4	4,1	9	6,4	4,1	14	10,1
90	4,3	7	4,4	4,3	10	6,4	4,3	16	10,1
100	4,5	8	4,4	4,6	11	6,4	4,6	18	10,1
200	6,4	16	4,4	6,5	22	6,4	6,5	35	10,0
300	7,9	23	4,5	7,9	34	6,4	8,0	53	10,0
400	9,2	31	4,5	9,2	45	6,4	9,3	71	10,0
500	10,2	39	4,5	10,3	57	6,5	10,4	89	10,1
600	11,2	47	4,5	11,3	68	6,5	11,5	107	10,1
700	12,2	55	4,5	12,2	80	6,5	12,4	126	10,2
800	13,0	63	4,5	13,1	92	6,5	13,3	144	10,2
900	13,8	72	4,5	14,0	104	6,6	14,2	162	10,2
1000	14,6	81	4,6	14,7	115	6,6	15,0	181	10,2
1100	15,3	89	4,6	15,5	128	6,6	15,8	201	10,3
1200	16,0	97	4,6	16,2	140	6,7	16,5	220	10,4
1300	16,7	106	4,6	16,8	152	6,7	17,2	239	10,4
1400	17,3	114	4,6	17,5	165	6,7	17,9	258	10,5
1500	18,0	123	4,7	18,2	177	6,7	18,6	277	10,5
1600	18,6	132	4,7	18,8	188	6,7	19,3	296	10,5
1700	19,2	141	4,7	19,4	200	6,7	20,0	315	10,5
1800	19,8	149	4,7	20,0	213	6,7	20,6	334	10,5
1900	20,3	158	4,7	20,6	226	6,8	21,2	353	10,5
2000	20,9	166	4,8	21,2	238	6,8	21,8	372	10,5

V = 360 km/godz.

H	Θ = 20,75			Θ = 21,0			Θ = 21,5		
	T	Δ	γ^0	T	Δ	γ^0	T	Δ	γ^0
10	1,4	1	4,9	1,4	1	7,1	1,4	2	11,3
20	2,0	2	4,9	2,0	2	7,1	2,0	4	11,3
30	2,5	3	4,9	2,5	4	7,1	2,5	6	11,3
40	2,9	4	4,9	2,9	5	7,1	2,9	8	11,3
50	3,2	4	4,9	3,2	6	7,1	3,2	10	11,2
60	3,5	5	4,9	3,5	8	7,1	3,5	12	11,2
70	3,8	6	4,9	3,8	9	7,1	3,8	14	11,2
80	4,1	7	4,9	4,1	10	7,1	4,1	16	11,2
90	4,3	8	4,9	4,3	11	7,1	4,3	18	11,2
100	4,6	9	4,9	4,6	12	7,1	4,6	20	11,2
200	6,4	17	4,9	6,5	25	7,1	6,5	39	11,1
300	7,9	26	4,9	8,0	38	7,1	8,0	59	11,1
400	9,2	35	5,0	9,2	50	7,1	9,3	79	11,2
500	10,2	44	5,0	10,3	63	7,2	10,5	99	11,2
600	11,2	52	5,0	11,3	76	7,2	11,5	119	11,2
700	12,2	61	5,0	12,3	89	7,2	12,5	139	11,2
800	13,0	70	5,0	13,2	102	7,2	13,4	159	11,2
900	13,8	79	5,0	14,0	115	7,3	14,2	179	11,2
1000	14,6	89	5,1	14,8	127	7,3	15,0	199	11,2
1100	19,3	98	5,1	15,5	141	7,3	15,8	220	11,3
1200	16,0	107	5,1	16,2	154	7,3	16,6	241	11,3
1300	16,7	116	5,1	16,9	167	7,3	17,3	262	11,4
1400	17,4	125	5,1	17,5	181	7,3	18,0	282	11,4
1500	18,0	135	5,1	18,2	194	7,4	18,6	303	11,4
1600	18,6	145	5,2	18,8	207	7,4	19,3	323	11,5
1700	19,2	154	5,2	19,4	220	7,4	20,0	344	11,5
1800	19,8	163	5,2	20,0	233	7,4	20,6	364	11,5
1900	20,4	173	5,2	20,6	247	7,4	21,2	385	11,5
2000	20,9	182	5,2	21,2	260	7,4	21,8	406	11,5

Załącznik nr 5.

TABELA
kątow celowania dla fab-50-100 kg

Θ = 20,75 sek. — na letni okres roku

PORA ROKU	GRUNT	Waga FAB	50				50				100				100			
		Wysok. w m	20	30	40	50	20	30	40	50	20	30	40	50	20	30	40	50
		Szybkość w km/godz.	300				320				300				320			
		φ	KĄTY CELOWANIA															
LATO	Gleba piaszczysta — glina	Tablica zestawiona dla suchej pory roku (w deszczowej porze φ zwiększyć).	88	85	82,5	81,5	88	85	83,5	82	86	84	82,5	81	87	84	83	81,5
	Glina		87	84	82,5	81	88	84	83	82	85,5	84	82,5	81	86,5	84	83	81,5
	Czarnoziem		83	84	82	81	81,5	84	83	81,5	85,5	83,5	82	81	86	84	83	81,5
	Piaski		85	83	82	81	86,5	84	83	81,5	85,5	83	82	80,5	86	84	82,5	81,5

TABELA
funkcji trygonometrycznych

O	tg	O	ctg	tg	O	ctg	O
0	0,00000	90	∞	0,42447	23	2,35585	67
1	0,01746	89	57,28996	0,44523	24	2,24604	66
2	0,03492	88	26,63625	0,46631	25	2,14451	65
3	0,05241	87	19,08114	0,48773	26	2,05030	64
4	0,06993	86	14,30057	0,50953	27	2,05030	63
5	0,08749	85	11,43005	0,53171	28	1,96261	62
6	0,10510	84	9,51436	0,55431	29	1,88073	61
7	0,12287	83	8,14435	0,57535	30	1,80403	60
8	0,14054	82	7,11537	0,60086	31	1,73205	59
9	0,15838	81	6,31375	0,62487	32	1,66428	58
10	0,17633	80	5,67128	0,64491	33	1,60033	57
11	0,19438	79	5,14455	0,67451	34	1,53987	56
12	0,21256	78	4,70463	0,70021	35	1,48256	55
13	0,23087	77	4,33148	0,72654	36	1,42815	54
14	0,24933	76	4,01078	0,75355	37	1,37638	53
15	0,26795	75	3,73205	0,78129	38	1,32604	52
16	0,28675	74	3,48741	0,80987	39	1,27994	51
17	0,30573	73	3,27085	0,83910	40	1,23490	50
18	0,32462	72	3,01768	0,86929	41	1,19175	49
19	0,34433	71	2,90421	0,90040	42	1,15037	48
20	0,36397	70	2,74148	0,93252	43	1,11061	47
21	0,38386	69	2,60509	0,96569	44	1,07237	46
23	0,40403	68	2,47509	1,00000	45	1,00000	45
O	ctg	O	tg	ctg	O	tg	O

T A B E L A

czasów spadania bomb dla bezpiecznych wysokości zrzutu i stosowania zapalników

N n/n	TYP - DB	ciężar bomb	Θ	minim. H zrzutu	zapalnik
1	FAB — 50	50,7	20,87	400	APUB
2	FAB — 100	104	20,85	450	APUB
3	FAB — 250	250	20,74	500	APUB
4	AO — 2,5 cH	3	21,5	300	
5	AO — 8m - 3 - 4	7,25	21,4	300	AM - 3
6	AO — 8m - 5 - 6	7,25	21,4	300	AM-(A)
7	AO — 10	9,65	20,9	300	AM (A)
8	AO — 15	14,2	21,1	300	AM (A)
9	AO — 20 i M_2	21 i 17,4	20,8	350	AM (A)
10	AO — 20 M_3	21,1	20,8	350	AM - 3
11	AO — 20 i M_2	25	21,0	350	AM (A)
12	FAB — 50 M_2 - 5	42,7 i 46	20,9	450	APUB
13	FAB — 50 $M_{6,7,8}$	44,7 47,9	20,9	450	AM - 3
14	FAB — 50 M_2	—	20,9	450	AM (A)
15	ZAB — 19	1,5	21,9	200	AM (B)
16	ZAB — 2,5 T	2,5	21,3	200	AM (B)
17	ZAB — 50 TG	48	20,9	100	AM (B)
18	ZAB — 100 U	102	20,9	400	APUB
19	ZAB — 100 żg	52	21,6	300	AM (A)
20	ZAB — 100 ts	65	21,5	300	TP - 2U
21	ZAB — 100 - 80 F	80	20,8	100	ZAPAA
22	ZAB — 100 P	85	20,8	25	ZAPAA
23	MAB — 250	260	20,8	100	AB - 1

TABELA ZEŚLIZGU BOMB

Pora roku	Grunt	Ciężar	50 kg				50 kg				100 kg				100 kg			
		V	300 km/godz.				320 km/godz.				300 km/godz.				320 km/godz.			
		H w m	20	30	40	50	20	30	40	50	20	30	40	50	20	30	40	50
		σ	Ślizg w metrach															
Lato	glinka nawiana	Tablica obejm. suchą porę roku, w deszcz. pog. ślizg nieco większy.	90	85	70	50	100	100	95	80	70	65	60	55	80	75	70	65
	glina		80	80	65	50	100	90	80	65	65	65	60	50	75	70	65	60
	czarnoziem		75	70	50	45	95	80	60	50	60	55	50	45	70	65	60	55
	piasek		60	60	50	40	70	70	60	45	50	45	40	40	65	60	55	50

UWAGI: Zimą ślizg bomby przy bombardowaniu z H = 20 m, przy śnieżnym podłożu 130 m, przy gołoledzi 150 m, przy czym na każde 10 m zwiększania wysokości slizg zmniejsza się o 20 m. Przykład: na H = 50 m ślizg p. śnież. 90 m.

T A B E L A

kątów celowania oraz wyirzym. czasu dla bomb FAB - 100,50 (Θ = 20,50)

H w metrach	V = 280 kg		V = 300 kg		V = 320 kg		V = 340 kg		V = 360 kg		V = 380 kg	
	φ	twc	φ	twc	φ	twc	φ	twc	φ	twc	φ	twc
10	85°	—	85	—	86	—	86	—	87	—	87	—
20	83	—	83	—	84	—	84	—	84	—	85	—
30	81	—	82	—	82	—	83	—	83	—	84	—
40	80	—	81	—	81	—	82	—	82	—	83	—
50	79	0,6	79	0,5	79	0,5	80	—	80	—	82	—
100	74	3	75	3	76	2,5	76	2,5	76	2	78	2
200	67	9	69	9	70	8	71	8	72	7	73	6
300	63	16	65	15	66	14	67	12	68	11	69	10

Załącznik nr 10.

T A B E L A

kątów celowania dla bomb z $\Theta = 20{,}5$ sek. w zimie

H w metrach	$V = 280$		$V = 300$		$V = 320$		$V = 340$	
	φ	twc	φ	twc	φ	twc	φ	twc
20	88°	nie ma	88°	nie ma	89°	nie ma	89°	nie ma
30	86°	„	86°	„	86°	„	87°	„
40	84°	„	84°	„	84°	„	85°	„
50	83°	„	81°	„	84°	„	84°	„

T A B E L A

określania odległości

	55°	80,5°	82°	84°	86°
Odległość	1,434	5,7 H	7 H	9,5 H	14 H
okrągło	1,5 H	6 H	7 H	10 H	14 H

Załącznik nr 11.

T A B E L A

bombar. przy wypr. z lotu ślizg.

H wprowadzania 500 m H zrzutu 200 m

V zrz. 350	V zrz. 300	V zrz. 370
$\lambda = 20°$	$\lambda = 25°$	$\lambda = 30°$
prz. gor. = 5	prz. gor. = 13	prz. gor. = 22

H wprowadzania 700 m H zrzutu 300 m

V zrz. 360	V zrz. 375	V zrz. 390
$\lambda = 20°$	$\lambda = 25°$	$\lambda = 30°$
prz. gor. = 2	prz. gor. = 9	prz. gor. = 20

H wprowadzania 1200 m H zrzutu 700 m

V zrz. 390	V zrz. 400	V zrz. 410
$\lambda = 25°$	$\lambda = 30°$	$\lambda = 35°$
prz. gor. = 5	prz. gor. = 5	prz. gor. = 14

H wprowadzania 1500 m H zrzut 1000 m

V zrz. 390	V zrz. 400	V zrz. 410
$\lambda = 25°$	$\lambda = 30°$	$\lambda = 35°$
prz. gor. = 13	prz. gor. 1	prz. gor. = 9

TABELA

dla bombardowania z lotu poziomego wg wytrzymania czasu w sek. przy kącie ustalonym 55° (przez przednią krawędź skrzydła) dla szybkości drogowych = 280 — 360 km/godz.

Szybkość drogowa w km/godz. / Wysok. w metrach	260	280	300	320	340	360
400	-1	-1	-2	-2	-3	-3
500	0	0	-1	-1	-2	-2
600	1	0	0	-1	-1	-3
700	2	1	0	0	-1	-1
800	3	2	1	0	0	-1
900	5	3	2	1	1	0
1000	6	4	3	2	1	1
1100	7	5	4	3	2	1
1200	9	7	5	4	3	2
1300	10	8	6	5	4	3
1400	12	9	7	6	5	4
1500	13	10	9	7	6	5
1600	15	12	10	8	7	6
1700	16	13	11	9	8	7
1800	18	15	12	10	9	8
1900	19	16	13	11	10	9
2000	21	17	14	13	12	10

TABELA

danych dla bombardowania ze stromego lotu ślizgowego

Elementy celowania \ Kąt planow.	20°	25°	30°	35°	40°	45°
	H wprowadzenia 500 m H zrzutu 200 m					
V zrz.	350 km/godz.	360 km/godz.	370 km/godz.	380 km/godz.		
ψ	3°	3°	2,6°	2,4°		
ω	10°	9°	8,5°	8°		
wytrz. czas.	1 sek.	0	0	0		
T	3,9 sek.	3,5 sek.	3,1 sek.	2,8 sek.		
	H wprowadzenia 700 m H zrzutu 300 m					
V zrz.	360 km/godz.	375 km/godz.	390 km/godz.	395 km/godz.	400 km/godz.	405 km/godz.
ψ	5°	4,5°	4°	4°	3°	2°
ω	15°	12°	10°	9°	6,5°	5°
wytrz. czas.	4 sek.	1,5 sek.	0	0	0	0
T	5,3 sek.	4,6 sek.	4,1 sek.	3,7 sek.	3,5 sek.	
	H wprowadzenia 900 m H zrzutu 400 m					
V zrz.	370 km/godz.	390 km/godz.	400 km/godz.	410 km/godz.	420 km/godz.	430 km/godz.
ψ	5°	4,6°	4°	3,7°	3,5°	3°
ω	16°	13°	11°	10°	9°	8°
wytrz. czas.	7 sek.	4 sek.	2 sek.	1 sek.	0	0
T	6,2 sek.	5,6 sek.	5,2 sek.	4,7 sek.	4,4 sek.	3,9 sek.
	H wprowadzenia 1200 m H zrzutu 700 m					
V zrz.	370 km/godz.	390 km/godz.	400 km/godz.	410 km/godz.	420 km/godz.	
ψ	8,5°	8,2°	8°	7,5°	6,5°	5°
ω	21°	18°	16°	13°	11°	10°
wytrz. czas.	0	0	0	0	2 sek.	1 sek.
T	9,2 sek.	8,5 sek.	7,8 sek.	7,4 sek.	7 sek.	6,2 sek.
	H wprowadzenia 1500 m H zrzutu 900 m					
V zrz.		390 km/godz.	400 km/godz.	410 km/godz.	420 km/godz.	430 km/godz.
ψ kątowa poprawka		11,5°	11°	10°	9°	8°
ω kąt celu		21°	19°	16°	13°	13°
wytrz. czas.		0	0	0	0	0

CHARAKTERYSTYCZNY CZAS LOTU BOMB — Θ

L. p.	Bomby	Θ	
1.	FAB — 500	20,5 sek.	
	FAB — 250	20,5 „	
	BRAB — 500	20,5 „	
	BRAB — 500	20,5 „	
2.	FAB — 100	20,87 sek.	20,75 sek.
	FAB — 500	20,87 „	
	FAB — 50 M 2 — M 9	20,87 „	
	ZAB — 100 c. k.	20,87 „	
3.	AO — 25 sl.	21,0 sek.	
	AO — 25 M 1 — M 13	21,0 „	
	AO — 8 M 6	21,0 „	
	AO — 10	21,0 „	
	ZAB — 50 TG	21,0 „	
	ZAB — 10 TG	21,0 „	
4.	AO — 2,5	21,5 sek.	
	ZAB — 100 — 65 TSz	21,5 „	
	ZAB — 2,5 T	21,5 „	
	ZAB — 1 E	21,5 „	

OBJAŚNIENIE TABEL:

Θ = charakterystyczny czas lotu bomby
H = wysokość zrzutu bomby
φ = kąt celowania
β = kąt dopełniający
twc = wytrzymanie czasu
V = szybkość powietrzna
W = „ podróżna (drogowa)

TABELE

kątów celowania, kątów dopełniających i „wytrzymania czasu" wg kąta ustalonego 80,5° dla bombardowania indywidualnego pojedynczymi bombami wzgl. salwą z lotu koszącego i z małych wysokości

V = 280 km/godz.
W = 260 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.			Θ = 20,75 sek.			Θ = 21,0 sek.			Θ = 21,5 sek.		
	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc
20	82,5	7,5	—	82,5	7,5	—	82	8,0	—	82,0	8	—
30	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,0	10	—
40	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5	79	—	0,5	79,0	—	0,5
50	77,5	—	1,0	77,5	—	1,0	77,5	—	1,0	77,0	—	1,0
60	76,5	—	1,5	76,5	—	1,5	76	—	1,7	76,0	—	1,7
70	76,0	—	2,0	75,5	—	2,0	75,5	—	2,0	75,0	—	2,0
80	75,0	—	2,5	75,0	—	2,5	75	—	2,5	74,5	—	3,0
90	74,0	—	3,5	73,5	—	3,5	73,5	—	3,5	73,0	—	3,5
100	73,0	—	3,5	72,5	—	4,0	73	—	3,5	72,5	—	4,0
150	69,0	—	7,0	69,0	—	7,0	69	—	7,0	68,5	—	7,0
200	67,0	—	10,0	66,5	—	12,0	66,5	—	12,0	66,0	—	12,0
250	63,5	—	14,0	63,0	—	14,0	63	—	14,0	63,0	—	14,0
300	61,5	—	17,0	61,5	—	17,0	61	—	18,0	61,0	—	18,0
350	60,0	—	21,0	60,0	—	21,0	59,5	—	21,0	59,0	—	21,0
400	58,5	—	24,0	58,5	—	24,0	58	—	24,5	57,0	—	25,0

V = 280 km/godz.
W = 270 km/godz.

20	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—
30	81,0	9,0	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—
40	79,5	10,5	—	79,5	10,5	—	79,5	10,5	—	80,0	10	—
50	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0
60	77,0	—	1,5	77,0	—	1,5	77,0	—	1,3	77,0	—	1,3
70	76,0	—	2,0	76,0	—	2,0	76,0	—	2,0	76,0	—	2,0
80	74,5	—	2,5	75,0	—	2,4	75,0	—	2,4	75,0	—	2,4
90	74,5	—	3,0	74,0	—	3,0	74,0	—	3,0	74,0	—	3,0
100	73,5	—	3,5	73,5	—	3,5	75,5	—	3,0	75,5	—	3,0
150	70,0	—	6,0	70,0	—	6,0	70,0	—	6,0	70,0	—	6,0
200	68,0	—	9,0	67,0	—	10,0	67,8	—	10,0	67,0	—	10,0
250	65,0	—	12,5	64,0	—	13,0	64,0	—	13,0	64,0	—	13,0
300	62,0	—	17,0	62,0	—	17,0	61,5	—	17,0	62,0	—	17,0
350	61,0	—	19,0	60,0	—	20,0	60,0	—	20,0	59,5	—	20,0
400	59,0	—	23,0	58,5	—	23,0	58,5	—	23,0	58,0	—	24,0

V = 280 km/godz.
W = 280 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.			Θ = 20,75 sek.			Θ = 21,0 sek.			Θ = 21,5 sek.		
	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc
20	82,5	7,5	--	82,5	7,5	—	82,5	7,5	—	82,5	7,5	—
30	81,5	9,5	—	81,5	9,5	—	81,5	9,5	—	81,0	9,0	—
40	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—	79,5	10,0	—
50	78,5	—	0,7	78,5	—	0,7	78,5	—	0,7	78,5	—	0,7
60	77,5	—	1,0	77,0	—	1,0	77,0	—	1	77,0	—	1,0
70	76,5	—	1,5	76,5	—	1,5	76,5	—	1,5	76,0	—	1,8
80	75,5	—	2,2	76,0	—	2,0	75,5	—	2,2	75,5	—	2,2
90	75,0	—	2,5	75,0	—	2,5	74,5	—	2,8	74,5	—	2,8
100	74,0	—	3,2	74,0	—	3,2	74,0	—	3,2	74,0	—	3,2
150	71,0	—	6,0	71,0	—	6,0	71,0	—	6,0	70,5	—	6,5
200	68,0	—	9,0	68,0	—	9,0	68,0	—	9,0	68,0	—	9,0
250	65,5	—	12,0	65,5	—	12,0	65,5	—	12,0	65,0	—	12,0
300	64,0	—	15,0	63,5	—	15,5	63,0	--	17,0	63,0	—	17,0
350	61,5	—	19,0	61,0	—	19,0	61,0	—	19,0	61,0	—	19,0
400	60,0	—	22,0	60,0	—	22,0	60,0	—	22,0	59,5	—	21,5

V = 280 km/godz.
W = 290 km/godz.

20	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—
30	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—	81,0	9,0	—
40	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—
50	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5
60	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	77,5	—	1,0	77,5	—	1,0
70	77,0	—	1,5	77,0	—	1,5	77,0	—	1,5	77,0	—	1,5
80	76,0	—	2,0	76,0	—	2,0	76,0	—	2,0	76,0	—	2,0
90	75,5	—	2,5	75,0	—	2,5	75,0	—	2,5	75,0	—	2,5
100	74,5	—	3,0	74,0	—	3,0	74,5	—	3,0	74,0	—	3,0
150	71,0	—	5,8	70,5	—	6,0	71,0	—	5,8	71,0	—	5,8
200	69,5	—	8,0	69,5	—	8,0	69,5	—	8,0	69,0	—	8,5
250	66,0	—	11,5	66,0	—	11,5	65,5	—	12,0	65,5	—	12,0
300	64,5	—	14,5	64,5	—	14,5	64,0	—	15,0	63,5	—	15,0
350	62,5	—	18,0	62,0	—	19,0	62,8	—	19,0	62,0	—	19,0
400	61,0	21,0	—	60,5	--	21,0	61,0	—	21,0	61,0	—	21,0

V = 280 km/godz.
W = 300 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.			Θ = 20,75 sek.			Θ = 21,0 sek.			Θ = 21,5 sek.		
	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc
20	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—	85,0	7,0	—	83,0	7,0	—
30	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—
40	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,0	10	—
50	79,5	10,5	—	79,5	10,5	—	79,5	10,5	—	79,0	—	0,5
60	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0
70	77,5	—	1,5	77,5	—	1,5	77,5	—	1,5	77,5	—	1,5
80	76,0	—	2,0	76,5	—	2,0	76,5	—	2,0	76,5	—	2,0
90	76,0	—	2,0	76,0	—	2,0	76,0	—	2,0	75,5	—	2,0
100	75,0	—	2,5	75,0	—	2,5	75,0	—	2,5	74,5	—	2,5
150	71,5	—	5,5	71,5	—	5,5	71,5	—	5,5	71,5	—	5,5
200	69,5	—	8,0	69,0	—	8,0	69,0	—	8,0	69,0	—	8,0
250	67,0	—	11,0	67,0	—	11,0	67,0	—	11,0	67,0	—	11,0
300	65,0	—	14,0	65,0	—	14,0	64,0	—	14,0	64,0	—	14,0
350	65,5	—	17,0	63,0	—	17,0	63,0	—	17,0	62,5	—	17,0
400	62,0	—	20,0	61,5	—	20,0	61,5	—	20,0	61,5	—	20,0

V = 280 km/godz.
W = 310 km/godz.

20	83,5	6,5	—	83,5	6,5	—	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—
30	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—
40	81,0	9,0	—	81,0	9,0	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—
50	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—	79,5	10,5	—
60	78,5	—	0,5	78,5	—	0,5	78,5	—	0,5	78,5	—	0,5
70	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	77,5	—	1,5
80	77,0	—	1,5	76,5	—	1,5	76,5	—	1,5	76,5	—	1,5
90	76,0	—	2,0	76,0	—	2,0	76,0	—	2,0	76,0	—	2,0
100	75,5	—	2,5	75,0	—	2,5	75,0	—	2,5	75,0	—	2,5
150	72,0	—	5,0	72,0	—	5,0	72,0	—	5,0	72,0	—	5,0
200	70,0	—	8,0	70,0	—	8,0	70,0	—	8,0	69,5	—	8,0
250	68,0	—	10,0	67,5	—	11,0	67,5	—	11,0	67,5	—	11,0
300	66,0	—	13,0	66,0	—	13,0	66,5	—	13,0	65,0	—	14,0
350	64,0	—	16,0	64,0	—	16,0	63,5	—	16,0	63,5	—	16,0
400	63,0	—	19,0	62,5	—	19,0	62,5	—	19,0	62,5	—	19,0

V = 280 km/godz.
W = 320km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.			Θ = 20,75 sek			Θ = 21,0 sek.			Θ = 21,5 sek.		
	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc
20	83,5	6,5	—	83,5	6,5	—	83,5	6,5	—	83,5	6,5	—
30	82,5	7,5	—	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—
40	81,0	9,0	—	81,0	9,0	—	81,0	9,0	—	81,0	9	—
50	80,0	10,1	—	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—	80,0	10	—
60	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5
70	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0
80	77,0	—	1,5	77,0	—	1,5	77,0	—	1,5	77,0	—	1,5
90	76,5	—	2,0	76,5	—	2,0	76,5	—	2,0	76,0	—	2,0
100	76,0	—	2,5	76,0	—	2,5	76,0	—	2,5	76,0	—	2,5
150	73,0	—	4,5	73,0	—	4,5	73,0	—	4,5	72,5	—	4,7
200	70,5	—	7,0	70,0	—	7,0	70,0	—	7,0	70,0	—	7,0
250	68,5	—	10,0	68,5	—	10,0	68,5	—	10	68,5	—	10,0
300	66,5	—	12,0	66,5	—	12,0	66,0	—	13,0	66,0	—	13,0
350	65,0	—	15,0	64,5	—	16,0	64,5	—	16,0	64,0	—	16,0
400	63,5	—	18,0	63,0	—	19,0	63,0	—	19,0	63,0	—	19,0

V = 280 km/godz.
W = 330 km/godz.

20	84,0	6,0	—	84,0	6,0	—	84,0	6,0	—	84,0	6,0	—
30	82,5	7,5	—	82,5	7,5	—	82,5	7,5	—	82,5	7,5	—
40	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—
50	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—
60	79,5	10,5	—	79,5	10,5	—	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5
70	78,5	—	0,8	78,5	—	0,8	78,5	—	0,8	78,5	—	0,8
80	77,5	—	1,3	78,0	—	1,1	78,0	—	1,1	77,5	—	1,3
90	77,0	—	1,6	77,0	—	1,6	77,0	—	1,6	77,0	—	1,6
100	76,0	—	2,2	76,0	—	2,2	76,0	—	2,2	76,0	—	2,2
150	73,0	—	4,4	73,0	—	4,4	75,0	—	4,4	73,0	—	4,4
200	71,0	—	7,0	71,0	—	7,0	71,0	—	7,0	70,5	—	7,0
250	69,0	—	9,0	69,0	—	9,0	69,0	—	9,0	69,0	—	9,0
300	67,0	—	12,0	67,0	—	12,0	67,0	—	12,0	67,0	—	12,0
350	65,5	—	16,0	65,8	—	16,0	65,0	—	16,0	65,0	—	16,0
400	64,0	—	17,0	64,0	—	17,0	64,0	—	17,0	63,5	—	17,0

V = 280 km/godz.
W = 340 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.			Θ = 20,75 sek.			Θ = 21,0 sek.			Θ = 21,5 sek.		
	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc
20	84,0	6,0	—	84,0	6,0	—	84,0	6,0	—	84,0	6,0	—
30	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—	81,5	7,5	—	82,5	7,5	—
40	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—
50	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—
60	79,5	10,5	—	79,5	10,5	—	79,5	10,5	—	79,5	10,5	—
70	79,0	—	0,6	79,0	—	0,6	79,0	—	0,6	79,0	—	0,6
80	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0
90	77,5	—	1,4	77,5	—	1,4	77,5	—	1,4	77,5	—	1,4
100	77,0	—	1,9	77,0	—	1,9	77,0	—	1,9	77,0	—	1,9
150	74,0	—	4,4	73,5	—	4,4	73,5	—	4,4	73,5	—	4,4
200	72,0	—	5,0	72,0	—	5,0	71,5	—	5,0	71,5	—	5,0
250	69,5	—	9,0	69,5	—	9,0	69,0	—	9,0	69,0	—	9,0
300	67,5	—	12,0	67,5	—	12,0	67,0	—	12,0	67,0	—	12,0
350	66,0	—	14,0	66,0	—	14,0	66,0	—	14,0	66,0	—	14,0
400	65,0	—	16,0	64,5	—	16,0	64,5	—	16,0	64,5	—	16,0

V = 300 km/godz.
W = 260 km/godz.

20	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—
30	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—
40	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5
50	77,5	—	1,0	77,5	—	1,0	77,5	—	1,0	77,5	—	1,0
60	76,5	—	1,5	76,5	—	1,5	76,0	—	1,6	76,0	—	1,6
70	75,5	—	2,0	75,5	—	2,0	75,0	—	2,0	75,0	—	2,0
80	74,5	—	2,6	74,5	—	2,6	74,5	—	2,6	74,5	—	2,6
90	73,5	—	3,5	73,5	—	3,5	73,0	—	3,6	73,0	—	3,6
100	73,0	—	2,7	73,0	—	2,7	73,0	—	2,7	72,5	—	3,0
150	69,0	—	7,0	69,0	—	7,0	69,0	—	7,0	68,5	—	7,0
200	67,0	—	10,0	66,0	—	11,0	66,0	—	11,0	66,0	—	11,0
250	63,5	—	14,0	63,0	—	14,5	63,0	—	14 5	63,0	—	14,5
300	62,0	—	17,0	61,5	—	17,0	61,0	—	17,5	61,0	—	17,5
350	60,0	—	21,0	60,0	—	21,0	59,5	—	21,0	59,5	—	21,0
400	58,5	—	24,0	58,0	—	25,0	57,5	—	25,0	57,5	—	25,0

V = 300 km/godz.
W = 270 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.			Θ = 20,75 sek.			Θ = 21,0 sek.			Θ = 21,5 sek.		
	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc
20	82,5	7,5	—	82,5	7,5	—	82,5	7,5	—	82,5	7,5	—
30	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—
40	79,5	10,5	—	79,5	10,5	—	79,5	10.5	—	79,5	10,5	—
50	78,0	—	0,9	78,0	—	0,9	78,0	—	0,9	78,0	—	0,9
60	77,0	—	1,4	77,0	—	1,4	77,0	—	1,4	77,0	—	1,4
70	76,0	—	1,9	76,0	—	1,9	76,0	—	1,9	76,0	—	1,9
80	75,0	—	2,4	75,0	—	2,4	75.0	—	2,4	75,0	—	2,4
90	74,0	—	3,0	74,0	—	3,0	74,0	—	3,0	73,5	—	3,0
100	73,0	—	3,6	73,0	—	3,6	73,0	—	3,6	73,0	—	3,6
150	70,0	—	6,5	69,5	—	6,5	69,5	—	6,5	69,5	—	6,5
200	67,0	—	10,0	67,0	—	10,0	67,0	—	10,0	67,0	—	10,0
250	65,0	—	13,0	64,5	—	13,0	64,5	—	13,0	64,5	—	13,0
300	63,0	—	16,0	63,0	—	16,0	62,5	—	16,0	62.5	—	16,0
350	61,5	—	20,0	61,0	—	20,0	61,0	—	23,0	60,5	—	20,0
400	59,0	—	23,0	59,0	—	23,0	59.0	—	23,0	58,5	—	23,0

V = 300 km/godz.
W = 280 km/godz.

20	82,5	7,5	—	82,5	7,5	—	82,5	7,5	—	82,5	7,5	—
30	81,0	9,0	—	81,0	9,0	—	81,0	9,0	—	81,0	9,0	—
40	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—
50	78,5	—	0,5	78,5	—	0,5	78.5	—	0,5	73,5	—	0,5
60	77,5	—	1,0	77,0	—	1,3	77,0	—	1,3	77,0	—	1 3
70	76,5	—	1,7	76,5	—	1.7	76,5	—	1,7	76,5	—	1,7
80	75,5	—	2,2	75,5	—	2,2	75,0	—	2,3	75,0	—	2,3
90	75,0	—	2,6	75,0	—	2.6	75,0	—	2,6	74,5	—	2,7
100	74,0	—	3,2	74,0	—	3,2	74,0	—	3,8	73,5	—	3,3
150	70,5	—	6,0	70,5	—	6,0	70,0	—	6,0	70,0	—	6,0
200	68,5	—	9,0	68,0	—	9,0	68,0	—	9,0	68,0	—	9,0
250	65,5	—	12,0	65,0	—	12,0	65,0	—	12,0	64,5	—	12,0
300	63,5	—	15,5	63,0	—	16,0	63,0	—	16,0	63,0	—	16,0
350	61,5	—	19,0	61,0	—	19,0	61,0	—	19,0	60,5	—	19,0
400	60,0	—	22,0	60,0	—	22,0	60,0	—	22,0	60,0	—	22,0

V = 300 km/godz.
W = 290 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.			Θ = 20,75 sek.			Θ = 21,0 sek.			Θ = 21,5 sek.		
	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc
20	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—
30	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—	81,0	9	—
40	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,0	10,0	—	80,0	10	—
50	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5
60	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0
70	77,0	—	1,4	77,0	—	1,4	77,0	—	1,4	76,5	—	1,6
80	76,0	—	2,0	75,5	—	2,1	75,5	—	2,1	75,5	—	2,1
90	75,5	—	2,4	75,0	—	2,5	75,0	—	2,5	75,0	—	2,5
100	74,5	—	3,0	74,5	—	3,0	74,0	—	3,1	74,0	—	3,1
150	70,5	—	6,0	70,5	—	6,0	70,5	—	6,0	70,0	—	6,0
200	68,5	—	9,0	68,5	—	9,0	68,5	—	9,0	68,0	—	9,0
250	66,0	—	12,0	66,0	—	12,0	66,0	—	12,0	66,0	—	12,0
300	64,5	—	15,0	64,0	—	15,0	64,0	—	15,0	63,0	—	15,0
350	62,5	—	18,0	62,5	—	18,0	62,0	—	18,0	62,0	—	18,0
400	61,0	—	21,0	61,0	—	21,0	60,5	—	21,0	60,0	—	21,5

V = 300 km/godz.
W = 300 km/godz.

20	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—
30	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—
40	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—
50	79,5	10,5	—	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5
60	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0
70	77,5	—	1,3	77,5	—	1,3	77,5	—	1,3	77,0	—	1,5
80	76,5	—	1,8	76,5	—	1,8	76,5	—	1,8	76,5	—	1,8
90	76,0	—	2,0	76,0	—	2,0	75,5	—	2,5	75,5	—	2,5
100	75,0	—	2,7	75,0	—	2,7	75,0	—	2,7	75,0	—	2,7
150	71,5	—	5,4	71,5	—	5,4	71,5	—	5,4	71,5	—	5,4
200	69,5	—	8,0	69,5	—	8,0	69,5	—	8,0	69,0	—	8,0
250	67,0	—	11,0	67,0	—	11,0	67,0	—	11,0	67,0	—	11,0
300	65,0	—	14,0	65,0	—	14,0	64,5	—	14,0	64,5	—	14,0
350	63,0	—	17,0	63,0	—	17,0	63,0	—	17,0	62,5	—	17,0
400	61,5	—	20,0	61,0	—	20,0	61,0	—	20,0	61,0	—	20,0

V = 300 km/godz.
W = 310 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.			Θ = 20,75 sek			Θ = 21,0 sek.			Θ = 21,5 sek.		
	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc
20	83,5	6,5	—	83,5	6,5	—	83,5	6,5	—	83,5	6,5	—
30	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—
40	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—
50	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—	79,5	10,5	—
60	79,0	—	0,5	78,5	—	0,8	78,5	—	0,8	78,5	—	0,8
70	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0
80	77,0	—	1,5	77,0	—	1,5	77,0	—	1,5	77,0	—	1,5
90	76,0	—	2,0	76,0	—	2,0	76,0	—	2,0	76,0	—	2,0
100	75,5	—	2,4	75,5	—	2,4	75,5	—	2,4	75,5	—	2,4
150	72,0	—	5,0	72,0	—	5,0	72,0	—	5,0	71,5	—	5,0
200	70,0	—	7,5	70,0	—	7,5	70,0	—	7,5	69,5	—	7,6
250	67,5	—	9,5	67,0	—	9,5	67,0	—	9,5	67,0	—	9,5
300	66,0	—	13,0	66,0	—	13,0	65,0	—	13,5	65,0	—	13,5
350	64,0	—	16,0	64,0	—	16,0	64,0	—	16,0	63,5	—	16,0
400	63,0	—	19,0	63,0	—	19,0	62,5	—	19,0	62,0	—	19,5

V = 300 km/godz.
W = 320 km/godz.

20	83,5	6,5	—	83,5	6,5	—	83,5	6,5	—	83,5	6,5	—
30	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—
40	81,0	9,0	—	81,0	9,0	—	81,0	9,0	—	81,0	9	—
50	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—	80,0	10	—
60	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5
70	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0
80	77,0	—	1,5	77,0	—	1,5	77,0	—	1,5	77,0	—	1,5
90	76,5	—	1,9	76,5	—	1,9	76,5	—	1,9	76,0	—	2,0
100	76,0	—	2,2	76,0	—	2,2	76,0	—	2,2	76,0	—	2,2
150	73,0	—	4,5	72,5	—	4,7	72,5	—	4,7	72,5	—	4,7
200	68,5	—	7,2	70,2	—	7,2	70,5	—	7,2	70,0	—	7,5
250	68,5	—	9,8	68,0	—	10,0	68,0	—	10,0	68,0	—	10,0
300	66,0	—	13,0	66,0	—	13,0	66,0	—	13,0	66,0	—	13,0
350	64,0	—	16,6	64,0	—	15,6	64,0	—	15,6	64,0	—	15,6
400	63,0	—	18,0	63,0	—	18,0	63,0	—	18,0	63,0	—	18,0

V = 300 km/godz.
W = 330 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.			Θ = 20,75 sek.			Θ = 21,0 sek.			Θ = 21,5 sek.		
	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc
20	84,0	6,0	—	84,0	6,0	—	84,0	6,0	—	84,0	6,0	—
30	82,5	7,5	—	82,5	7,5	—	82,5	7,5	—	82,5	7,5	—
40	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—
50	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—
60	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5
70	78,5	—	0,9	78,5	—	0,9	78,5	—	0,9	78,5	—	0,9
80	77,5	—	1,3	77,5	—	1,3	77,5	—	1,3	77,5	—	1,3
90	77,0	—	1,6	77,0	—	1,6	77,0	—	1,6	77,0	—	1,6
100	76,0	—	2,2	76,0	—	2,2	76,0	—	2,2	76,0	—	2,2
150	73,0	—	4,5	73,0	—	4,5	72,5	—	4,7	72,5	—	4,7
200	71,0	—	7,0	71,0	—	7,0	71,0	—	7,0	71,0	—	7,0
250	69,0	—	10,0	69,0	—	10,0	69,0	—	10,0	69,0	—	10,0
300	67,0	—	12,0	67,0	—	12,0	66,5	—	12,0	66,5	—	12,0
350	65,0	—	15,0	65,0	—	15,0	64,5	—	15,0	64,5	—	15,0
400	64,0	—	17,0	64,8	—	17,0	64,0	—	17,0	64,0	—	17,0

V = 300 km/godz.
W = 340 km/godz.

20	84,0	6,0	—	84,0	6,0	—	84,0	6,0	—	84,0	6,0	—
30	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—	82,5	7,5	—	82,5	7,5	—
40	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—
50	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—
60	80,0	10,0	—	79,5	10,5	—	79,5	10,5	—	79,0	—	—
70	79,0	—	0,6	79,0	—	0,6	78,5	—	0,7	78,5	—	0,7
80	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0
90	77,5	—	1,4	77,5	—	1,4	77,0	—	1,6	77,0	—	1,6
100	76,5	—	1,9	76,5	—	1,9	76,5	—	1,9	76,5	—	1,9
150	73,5	—	4,0	73,5	—	4,0	73,5	—	4,0	73,5	—	4,0
200	71,5	—	6,3	71,5	—	6,3	71,5	—	6,3	71,5	—	6,3
250	69,0	—	9,0	68,5	—	9,0	68,5	—	9,0	68,5	—	9,0
300	67,0	—	12,0	67,0	—	12,0	66,5	—	12,0	66,5	—	12,0
350	65,5	—	14,5	65,5	—	15,0	65,0	—	15,0	65,0	—	15,0
400	64,0	—	16,5	64,0	—	16,5	64,0	—	16,5	64,0	—	16,5

V = 320 km/godz.
W = 280 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.			Θ = 20,75 sek.			Θ = 21,0 sek.			Θ = 21,5 sek.		
	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc
20	82,5	7,5	—	82,5	7,5	—	82,5	7,5	—	82,5	7,0	—
30	81,0	9,0	—	81,0	9,0	—	81,0	9,0	—	81,0	9,0	—
40	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—
50	78,5	—	0,7	78,5	—	0,7	78,5	—	0,7	78,5	—	0,7
60	77,5	—	1,1	77,5	—	1,1	77,0	—	1,2	77,8	—	1.2
70	76,5	—	1,6	76,5	—	1,6	76,5	—	1,6	76,0	—	1,7
80	75,5	—	2,2	75,5	—	2,2	75,0	—	2,3	75,0	—	2,3
90	75,0	—	2,6	75,0	—	2,6	74,5	—	2,7	74,5	—	2,7
100	74,0	—	3,2	74,0	—	3,2	74,0	—	3,2	74,0	—	3,2
150	70,5	—	6,0	70,5	—	6,0	70,5	—	6,0	70,5	—	6,0
200	68,0	—	9,0	68,0	—	9,0	68,0	—	9,0	68,0	—	9,0
250	65,0	—	12,0	65,0	—	12,0	65,0	—	12,0	65,0	—	12,0
300	63,5	—	15,0	63,0	—	15,0	25,5	—	15,0	62,5	—	15,0
350	61,5	—	19,0	61,5	—	19,0	61,0	—	19,0	61,0	—	19,0
400	60,0	—	22,0	60,0	—	22,0	59,5	—	22,0	59,5	—	22,0

V = 320 km/godz.
W = 290 km/godz.

20	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—
30	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—
40	80,5	9,5	—	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—
50	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5
60	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0
70	77,0	—	1,5	77,0	—	1,5	77,0	—	1,5	77,0	—	1,5
80	76,0	—	2,1	76,0	—	2,1	76,0	—	2,1	76,0	—	2,1
90	75,0	—	2,5	75,0	—	2,5	75,0	—	2,5	75,0	—	2,5
100	74,0	—	3,0	74,5	—	3,0	74,0	—	3,1	74,0	—	3,1
150	71,5	—	5,6	71,5	—	5,6	71,5	—	5,6	71,5	—	6,6
200	68,5	—	8,7	68,5	—	8,7	68,5	—	8,7	68,0	—	8,8
250	66,5	—	11,5	66,5	—	11,5	66,5	—	11,5	66,5	—	11,5
300	64,5	—	14,5	64,0	—	14,8	63,5	—	15,0	65,5	—	15,0
350	62,5	—	17,8	62,5	—	17,8	62,0	—	18,0	62,0	—	18,0
400	61,0	—	21,0	61,0	—	21,0	61,0	—	21,0	61,0	—	21,0

V = 320 km/godz.
W = 300 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.			Θ = 20,75 sek.			Θ = 21,0 sek.			Θ = 21,5 sek.		
	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc
20	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—
30	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—
40	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—
50	79,5	10,5	—	79,5	10,5	—	79,5	10,5	—	79,0	—	0,5
60	78,5	—	0,8	78,0	—	0,9	78,0	—	0,9	78,0	—	0,9
70	77,5	—	1,2	77,5	—	1,2	77,0	—	1,4	77,0	—	1,4
80	76,5	—	1,7	76,5	—	1,7	76,5	—	1,7	76,5	—	1,7
90	75,5	—	2,3	75,5	—	2,3	75,5	—	2,3	75,0	—	2,4
100	75,0	—	2,4	75,0	—	2,4	75,0	—	2,4	75,0	—	2,4
150	71,5	—	5,4	71,5	—	5,4	71,5	—	5,4	71,5	—	5,4
200	69,0	—	8,2	69,0	—	8,2	69,0	—	8,2	69,0	—	8,2
250	67,0	—	10,8	67,0	—	10,8	67,0	—	10,8	67,0	—	10,8
300	65,0	—	14,0	65,0	—	14,0	65,0	—	14,0	65,0	—	14,0
350	63,0	—	17,0	63,0	—	17,0	63,0	—	17,0	62,5	—	17,0
400	61,5	—	20,0	61,5	—	20,0	61,5	—	20,0	61,0	—	20,5

V = 320 km/godz.
W = 310 km/godz.

20	83,5	6,5	—	83,5	6,5	—	83,5	6,5	—	83,5	6,5	—
30	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—
40	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—
50	79,5	10,5	—	79,5	10,5	—	79,5	10,5	—	79,5	10,5	—
60	78,5	—	0,7	78,5	—	0,7	78,5	—	0,7	78,5	—	0,7
70	78,0	—	1,0	77,5	—	1,0	77,5	—	1,0	77,5	—	1,0
80	77,0	—	1,5	77,0	—	1,5	77,0	—	1,5	76,5	—	1,6
90	76,0	—	2,1	76,0	—	2,1	76,0	—	2,1	76,0	—	2,1
100	75,5	—	2,2	75,5	—	2,5	75,5	—	2,5	75,5	—	2,5
150	72,0	—	5,1	72,0	—	5,1	72,0	—	5,1	72,0	—	5,1
200	70,0	—	7,5	70,0	—	7,5	70,0	—	7,5	70,0	—	7,5
250	67,5	—	10,4	67,5	—	10,4	67,0	—	10,5	67,0	—	10,5
300	66,0	—	13,0	66,0	—	13,0	65,5	—	13,5	65,5	—	13,5
350	64,0	—	16,0	64,0	—	16,0	63,5	—	16,5	63,5	—	16,5
400	62,5	—	19,0	62,5	—	19,0	62,0	—	19,5	61,5	—	19,5

V = 320 km/godz.
W = 320 km/godz.

Θ = 20,5 sek.			Θ = 20,75 sek.			Θ = 21,0 sek.			Θ = 21,5 sek.		
φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc
83,5	6,5	—	83,5	6,5	—	83,5	6,5	—	83,5	6,5	—
82,5	7 5	—	82,5	7,5	—	82,5	7,5	—	82,0	8,0	—
81 0	9,0	—	81,0	9,0	—	81,0	9,0	—	81.0	9,0	—
80,0	10 0	—	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—
79,0	—	0,6	79,0	—	0.6	79,0	—	0,6	79,0	—	0,6
78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0	78,0	—	1,0
77,0	—	1.5	77,0	—	1.5	77,0	—	1,5	77,0	—	1,5
76,5	—	1,8	76,5	—	1,8	76,5	—	1,8	76 5	—	1,8
76,0	—	2,2	76,0	—	2.2	75,5	—	2,3	75,5	—	2,3
72 5	—	4,8	72,5	—	4,8	72,0	—	4 8	72,0	—	4,8
70,5	—	7,2	70,5	—	7,2	70,5	—	7,2	70,0	—	7,5
68,0	—	10,2	68,0	—	10,2	68,0	—	10,2	68,0	—	10,2
66,5	—	13,2	66,5	—	13,2	66,0	—	13,4	65,5	—	13,5
65,0	—	15 5	64,5	—	16,0	64,5	—	16,0	64,0	—	16,2
63,5	—	18,6	63 5	—	18,6	63,0	—	19,0	63,0	—	19,0

V = 320 km/godz.
W = 330 km/godz.

84,0	6,0	—	84,0	6,0	—	84,0	6,0	—	83,5	6,5	—
82,5	7,5	—	82,5	7,5	—	82,5	7,5	—	82,5	7,5	—
81,5	8,5	—	81,5	8,5	—	81,0	9,0	—	81,0	9,0	—
80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,0	10,0	—	80,0	10.0	—
79,5	10,5	—	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5	79,0	—	0,5
78,5	—	0,8	78,5	—	0,8	78,5	—	0,8	78,5	—	0,8
77,5	—	1,3	77,5	—	1,3	77,5	—	1,3	77,5	—	1,3
77,0	—	1,7	77,0	—	1,7	77,0	—	1,7	77,0	—	1,7
76,0	—	2,2	76,0	—	2,2	76,0	—	2,2	76,0	—	2,2
73,0	—	4,5	73,0	—	4,5	73,0	—	4,5	73,0	—	4,5
71,0	—	6,8	71,0	—	6,8	71,0	—	6,8	71,0	—	6,8
69,0	—	9,3	69,0	—	9,3	69,0	—	9,3	69,0	—	9,3
67,0	—	12,0	67,0	—	12,0	66,5	—	12,2	66,0	—	12,3
65,5	—	14,5	65,0	—	14,5	65,0	—	14,7	65,0	—	14,7
64,0	—	17,0	64,0	—	17,0	63,5	—	17,5	63,5	—	17,5

V = 320 km/godz.
W = 340 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.			Θ = 20,75 sek			Θ = 21,0 sek.			Θ = 21,5 sek.		
	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc
20	84,0	6,0	—	84,0	6,0	—	84,0	6,0	—	84,0	6,0	—
30	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—	82,5	7,5	—	82,5	7,5	—
40	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—
50	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—
60	79,5	10,5	—	79,5	10,5	—	79,5	10,5	—	79,5	10,5	—
70	79,0	—	0,7	79,0	—	0,7	79,0	—	0,7	78,5	—	0,8
80	78,0	—	1,1	78,0	—	1,1	78,0	—	1,1	78,0	—	1,1
90	77,5	—	1,5	77,5	—	1,5	77,0	—	1,6	77,0	—	1,6
100	76,5	—	1,9	76,5	—	1,9	76,5	—	1,9	76,5	—	1,9
150	73,5	—	4,1	73,5	—	4,1	73,5	—	4,2	73,0	—	4,4
200	72,0	—	6,2	71,5	—	6,2	71,5	—	6,2	71,0	—	6,3
250	69,5	—	8,8	69,5	—	8,8	69,5	—	8,8	69,0	—	9,0
300	68,0	—	11,1	67,5	—	11,2	67,5	—	11,2	67,0	—	11,4
350	66,0	—	14,0	66,0	—	14,0	66,0	—	14,0	65,5	—	14,5
400	64,0	—	16,5	64,0	—	16,5	64,0	—	16,5	64,0	—	16,5

V = 320 km/godz.
W = 350 km/godz.

20	84,5	5,5	—	84,5	5,5	—	84,0	6,0	—	84,0	6,0	—
30	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—	82,5	7,5	—
40	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—	81,5	8,5	—	81,5	8,5	—
50	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—	80,5	9,5	—
60	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—	80,0	10,5	—
70	79,0	—	0,6	79,0	—	0,6	79,0	—	0,6	79,0	—	0,6
80	78,0	—	0,9	78,0	—	0,9	78,0	—	0,9	78,0	—	0,9
90	77,5	—	1,3	77,5	—	1,3	77,5	—	1,3	77,5	—	1,3
100	77,0	—	1,7	77,0	—	1,7	77,0	—	1,7	77,0	—	1,7
150	74,0	—	3,9	74,0	—	3,9	74,0	—	3,9	74,0	—	3,9
200	72,0	—	6,0	72,0	—	6,0	72,0	—	6,0	72,0	—	6,0
250	70,0	—	8,2	70,0	—	8,2	70,0	—	8,2	70,0	—	8,2
300	68,0	—	11,0	68,0	—	11,0	68,0	—	11,0	67,5	—	11,5
350	67,0	—	13,0	67,0	—	13,0	66,5	—	13,5	66,5	—	13,5
400	65,0	—	16,0	65,0	—	16,0	65,0	—	16,0	65,0	—	16,0

V = 320 km/godz.
W = 360 km/godz.

H	Θ = 20,5 sek.			Θ = 20,75 sek.			Θ = 21,0 sek.			Θ = 21,5 sek.		
	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc	φ	β	twc
20	84,5	5,5	—	84,5	5,5	—	84,0	6,0	—	84,0	6,0	—
30	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—	83,0	7,0	—
40	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—	82,0	8,0	—
50	81,0	9,0	—	81,0	9,0	—	81,0	9,0	—	81,0	9,0	—
60	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—	80,0	10,0	—
70	79,5	10,5	—	79,5	10,5	—	79,5	10,5	—	79,5	10,5	—
80	78,5	—	0,8	78,5	—	0,8	78,5	—	0,8	78,5	—	0,8
90	78,0	—	1,1	78,0	—	1,1	77,5	—	1,2	77,5	—	1,2
100	77,5	—	1,5	77,5	—	1,5	77,5	—	1,5	77,5	—	1,5
150	74,0	—	3,6	74,0	—	3,6	74,0	—	3,6	74,0	—	3,6
200	72,5	—	5,7	72,0	—	5,7	72,0	—	5,7	72,0	—	5,7
250	70,5	—	8,0	70,5	—	8,0	70,0	—	8,1	70,0	—	8,1
300	69,0	—	10,2	69,0	—	10,2	68,5	—	10,3	68,5	—	10,3
350	67,0	—	12,8	67,0	—	12,8	67,0	—	13,0	66,5	—	13,0
400	65,5	—	15,0	65,5	—	15,0	65,5	—	15,0	65,0	—	15,0

TABELE

kątów celowania i wytrzymania czasu wg kąta ustalonego 55° dla bombardowania pojedynczym samolotem, pojedynczymi bombami względnie salwami bomb ze średnich wysokości

T A B E L A

kątów celowania przy kącie ustalonym 55° dla bomb lotniczych o

$\Theta = 20{,}87$

H	Szybkość podróżna w km/godz.							
	240		260		280		300	
	φ	twc	φ	twc	φ	twc	φ	twc
500	52,5	0,9	55,0	—	57,0	—	58,5	—
600	50,0	2,1	52,5	1,0	54,5	0	56,0	—
700	48,0	3,3	50,0	2,3	52,0	1,3	54,0	0,5
800	46,0	4,6	48,0	3,5	50,0	2,4	52,0	1,4
900	44,0	6,2	46,5	4,7	48,5	3,6	50,5	2,3
1000	42,5	7,8	45,0	6,0	47,0	4,0	49,0	3,3
1100	41,0	9,5	43,5	7,4	45,5	6,0	47,5	4,6
1200	40,0	10,4	42,0	8,6	44,0	7,0	46,0	5,6
1300	38,5	12,2	41,0	10,0	43,0	8,4	44,5	7,0
1400	37,5	13,8	40,0	11,3	42,0	9,5	43,5	8,0
1500	36,5	15,6	38,5	13,0	40,5	11,5	42,5	9,3
1600	35,5	17,5	38,0	14,5	40,0	12,2	41,5	10,8
1700	34,5	19,0	37,0	15,8	39,0	13,2	40,5	11,5
1800	34,0	20,8	36,0	17,7	38,0	15,0	40,0	13,0
1900	33,5	21,5	35,5	18,5	37,5	15,8	39,0	14,0
2000	32,5	24,0	34,5	20,4	36,5	17,8	38,5	15,2

H	Szybkość podróżna w km/godz.							
	320		340		360		380	
	φ	twc	φ	twc	φ	twc	φ	twc
500	60,0	—	61,5	—	63,0	—	64,0	—
600	58,0	—	59,5	—	60,5	—	62,0	—
700	55,5	—	57,5	—	58,5	—	60,5	—
800	54,0	0,5	55,5	—	57,0	—	58,0	—
900	52,0	1,6	53,5	0,7	55,0	—	56,5	—
1000	50,5	2,3	52,0	1,2	53,5	0,7	55,0	—
1100	49,0	3,4	50,5	2,7	52,5	1,5	53,5	0,8
1200	48,0	4,3	49,5	3,2	51,0	2,1	52,5	1,1
1300	46,5	5,4	48,0	4,3	49,5	3,4	51,0	2,5
1400	45,5	6,5	47,0	5,3	48,5	4,0	50,0	3,0
1500	44,6	7,4	46,0	6,4	47,5	5,2	49,0	4,0
1600	43,5	8,8	45,0	7,3	46,5	6,0	48,0	4,7
1700	42,5	9,7	44,0	8,2	45,5	7,0	47,5	5,4
1800	41,5	11,0	43,5	9,0	45,0	7,8	46,5	6,4
1900	41,0	11,5	42,5	10,0	44,0	8,8	45,5	7,3
2000	40,0	13,2	41,5	11,3	43,5	9,6	44,5	8,5

T A B E L A

kątów celowania przy kącie ustalonym 55° dla bomb lotniczych o $\Theta = 21{,}0$

H	Szybkość podróżna w km/godz.							
	240		260		280		300	
	φ	twc	φ	twc	φ	twc	φ	twc
500	52,5	0,9	54,5	—	56,5	—	58,5	—
600	50,0	2,1	52,0	1,2	54,0	0,3	56,0	—
700	48,0	3,3	50,0	2,3	52,0	1,3	54,0	0,5
800	46,0	4,6	48,0	3,5	50,0	2,4	52,0	1,4
900	44,0	6,2	46,0	5,0	48,5	3,6	50,0	2,6
1000	42,5	7,7	44,5	6,0	46,5	4,7	48,5	3,6
1100	41,0	9,5	43,0	7,5	45,5	6,0	47,0	4,6
1200	39,5	10,0	42,0	8,6	44,0	7,0	45,5	6,0
1300	38,5	12,2	40,5	10,3	42,5	8,5	44,5	7,0
1400	37,5	13,8	39,5	11,8	41,5	9,7	43,5	8,0
1500	36,5	15,6	38,5	13,0	40,5	11,5	42,5	9,3
1600	35,5	17,5	37,5	15,0	39,5	12,8	41,5	10,8
1700	34,5	19,0	36,5	16,0	38,5	13,7	40,5	11,5
1800	34,0	20,8	36,0	17,7	38,0	15,0	39,5	13,0
1900	33,0	23,0	35,0	19,0	37,0	16,2	39,0	14,0
2000	32,5	24,0	34,5	20,4	36,0	18,0	38,0	15,5

H	Szybkość podróżna w km/godz.							
	320		340		360		380	
	φ	twc	φ	twc	φ	twc	φ	twc
500	60,0	—	62,0	—	63,0	—	64,0	—
600	57,5	—	59,0	—	60,5	—	62,0	—
700	55,5	—	57,0	—	58,5	—	60,0	—
800	53,5	0,7	55,0	—	56,5	—	58,0	—
900	52,0	1,6	53,5	0,7	55,0	—	56,5	—
1000	50,0	2,5	52,0	1,2	53,5	0,7	55,0	—
1100	49,0	3,4	50,5	2,7	52,0	1,6	53,5	0,8
1200	47,5	4,5	49,0	3,4	50,5	2,7	52,0	1,5
1300	46,5	5,4	48,0	4,3	49,5	3,4	51,0	2,5
1400	45,0	6,8	46,5	5,3	48,5	4,0	49,5	3,3
1500	44,0	7,8	46,0	6,4	47,5	5,2	48,5	4,3
1600	43,0	9,0	45,0	7,3	46,5	6,0	48,0	4,7
1700	42,0	10,0	44,0	8,2	45,5	7,0	47,0	5,7
1890	41,5	11,0	43,0	9,6	44,5	8,0	46,0	6,7
1900	40,5	12,2	42,0	10,7	44,0	8,8	45,0	7,7
2000	40,0	13,2	41,5	11,3	43,0	9,8	44,5	8,5

TABELA

kątów celowania przy kącie ustalonym 55° dla bomb lotniczych o $\Theta = 21{,}5$

H	Szybkość podróżna w km/godz.							
	240		260		280		300	
	φ	twc	φ	twc	φ	twc	φ	twc
500	52,0	1,0	54,0	0	56,0	—	58,0	—
600	49,5	2,5	51,5	2,0	53,5	0,7	55,5	0
700	47,0	4,0	49,5	2,6	51,5	1,8	54,0	0,5
800	45,0	5,5	47,5	4,0	49,5	2,9	51,0	2,0
900	43,5	6,5	45,5	5,5	47,5	3,8	49,5	3,0
1000	41,5	9,0	44,0	6,7	46,0	5,2	48,0	4,2
1100	40,0	10,3	42,5	8,0	44,5	6,7	46,0	5,6
1200	39,0	12,0	41,0	10,0	43,0	8,4	45,0	6,5
1300	37,5	13,8	40,0	11,3	42,0	9,5	43,5	8,0
1400	36,5	15,6	39,0	12,4	40,5	11,5	42,5	9,3
1500	35,5	17,5	37,5	15,0	39,5	12,8	41,5	10,8
1600	34,5	19,0	36,5	16,0	38,5	13,7	40,5	11,5
1700	33,5	21,5	35,0	19,0	37,5	15,8	39,5	13,0
1800	33,0	22,6	35,0	19,0	37,0	16,2	38,5	15,2
1900	32,0	24,6	34,0	21,0	36,0	18,0	38,0	16,0
2000	31,5	25,2	33,5	21,6	35,0	20,0	37,0	18,0

H	Szybkośc podróżna w km/godz.							
	320		340		360		380	
	φ	twc	φ	twc	φ	twc	φ	twc
500	59,5	—	61,0	—	62,5	—	63,5	—
600	57,5	—	59,0	—	60,0	—	61,0	—
700	55,0	0	56,5	—	58,0	—	59,0	—
800	53,0	1,0	54,5	0	56,0	—	57,0	—
900	51,0	2,0	52,5	1,8	54,0	0,5	55,5	0
1000	49,5	3,0	51,0	2,4	52,5	1,5	54,0	0,5
1100	48,0	4,3	49,5	3,2	51,0	2,1	52,5	1,1
1200	46,5	5,4	48,0	4,3	50,0	3,0	51,0	2,5
1300	45,5	6,5	47,0	5,3	48,5	4,2	50,0	3,0
1400	44,0	7,8	46,0	6,4	47,0	5,6	48,5	4,3
1500	43,0	9,0	44,5	7,7	46,0	6,5	47,5	5,4
1600	42,0	10,0	43,5	9,0	45,0	7,6	46,5	6,4
1700	41,0	11,5	43,0	9,6	44,0	8,8	45,5	7,3
1800	40,0	13,2	42,0	10,7	43,5	9,6	45,0	7,7
1900	39,5	14,0	41,0	12,4	42,5	10,0	44,0	9,0
2000	38,5	16,0	40,0	14,0	41,5	12,5	43,0	10,8

51087

TREŚĆ

strona

WSTĘP 3

ROZDZIAŁ I. BALISTYKA BOMBARDOWANIA LOTNICZEGO 5

„ II. BOMBARDOWANIE Z LOTU KOSZĄCEGO I Z MAŁEJ WYSOKOŚCI . . . 12

„ III. BOMBARDOWANIE Z LOTU POZIOMEGO ZE ŚREDNICH WYSOKOŚCI . . . 26

„ IV. BOMBARDOWANIE WG WYTRZYMANIA CZASU 55

„ V. BOMBARDOWANIE CELÓW STAŁYCH Z LOTU POZIOMEGO 60

„ VI. BOMBARDOWANIE ZE STROMEGO LOTU ŚLIZGOWEGO 66

„ VII. BOMBARDOWANIE Z LOTU ŚLIZGOWEGO ZE STAŁYM KĄTEM WYPRZEDZENIA 74

„ VIII. BOMBARDOWANIE PRZY WYPROWADZANIU Z LOTU ŚLIZGOWEGO . . . 82

„ IX. PRZYGOTOWANIE MAPY REJONU CELU 84

„ X. CELOWANIE PRZY BOMBARDOWANIU SERIĄ 85

„ XI. SZYKI BOJOWE I CELOWANIE PRZY BOMBARDOWANIU SZYKIEM . . . 87

„ XII. RODZAJE BOMBARDOWANIA . . . 91

„ XIII. METODY BOMBARDOWANIA . . . 92

„ XIV. BOMBARDOWANIE „NA OKO“ Z OBLICZENIEM KĄTÓW CELOWANIA W PAMIĘCI 93

„ XV. PRZYKŁADY I ZADANIA NA OBLICZANIE WYJŚCIOWYCH DANYCH BOMBARDOWANIA 95
„ XVI. BOMBARDOWANIE ZA POMOCĄ PRZYRZĄDU WMSZ-2 102
„ XVII. TABELE 107

Biblioteka Techniczna
Nr. inw. 4290
KD

Referent: *kpt. pil. Hiszpański*
Redaktor techniczny: *kpt. Misztal*
Korektor: *Kamiński*

ZAKŁADY GRAFICZNE WINW — ODDZIAŁ we WROCŁAWIU
L. 52/47.

BIBLIOTEKA
ASG
NAUKOWA
22587