

Grey Scale #13



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



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

im. gen. broni K. Świerczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

Egz. Nr 1

ZASTOSOWANIE BOJOWE RAKIETOWEGO I ARTYLERYJSKIEGO UZBROJENIA SAMOLOTÓW MYŚLIWSKICH I MYŚLIWSKO- BOMBOWYCH (MYŚLIWSKO-SZTURMOWYCH)

Zeszyt Nr 10

Warunki i sposoby zastosowania bojowego raketowego
i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów przy niszczeniu
celów naziemnych

Opracował: płk dypl. Stefan PAWŁOWSKI

(Wydanie tymczasowe)



34558

WARSZAWA

KWIECIEŃ

1963



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

im. gen. broni K. Świerczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

Egz. Nr 1

ZASTOSOWANIE BOJOWE RAKIETOWEGO I ARTYLERYJSKIEGO UZBROJENIA SAMOLOTÓW MYŚLIWSKICH I MYŚLIWSKO- BOMBOWYCH (MYŚLIWSKO-SZTURMOWYCH)

Zeszyt Nr 10

Warunki i sposoby zastosowania bojowego raketowego
i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów przy niszczeniu
celów naziemnych

Opracował: płk dypl. Stefan PAWŁOWSKI

(Wydanie tymczasowe)



WARSZAWA

KWIECIEŃ

1963

234558

Projekt prot. 12672

FO D S T A W
Ustawa z dnia 22 stycznia 1959 roku
art. 85 ust. 2
Dz. U. Nr 11 poz. 991
podpis

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. gen.br. K. Swierczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

1200000000
1200000000

Egz.nr....

1

ZASTOSOWANIE BOJOWE
RAKIELOWEGO I ARTYLERYJSKIEGO UZBROJENIA
SAMOLOTÓW MYŚLIWSKICH I MYŚLIWSKO-BOMBOWYCH
/MYŚLIWSKO-SZTURMOWYCH/

ZESZYT NR 10

WARUNKI I SPOSOBY ZASTOSOWANIA BOJOWEGO RAKIELOWEGO
I ARTYLERYJSKIEGO UZBROJENIA SAMOLOTÓW PRZY NISZCZE-
NIU CELOW NAZIEMNYCH

OPRACOWAŁ:

PLK BYPL. STEFAN PAWLOWSKI

/WYDANIE TYMCZASOWE/

Biblioteka Szkoleniowa
1142

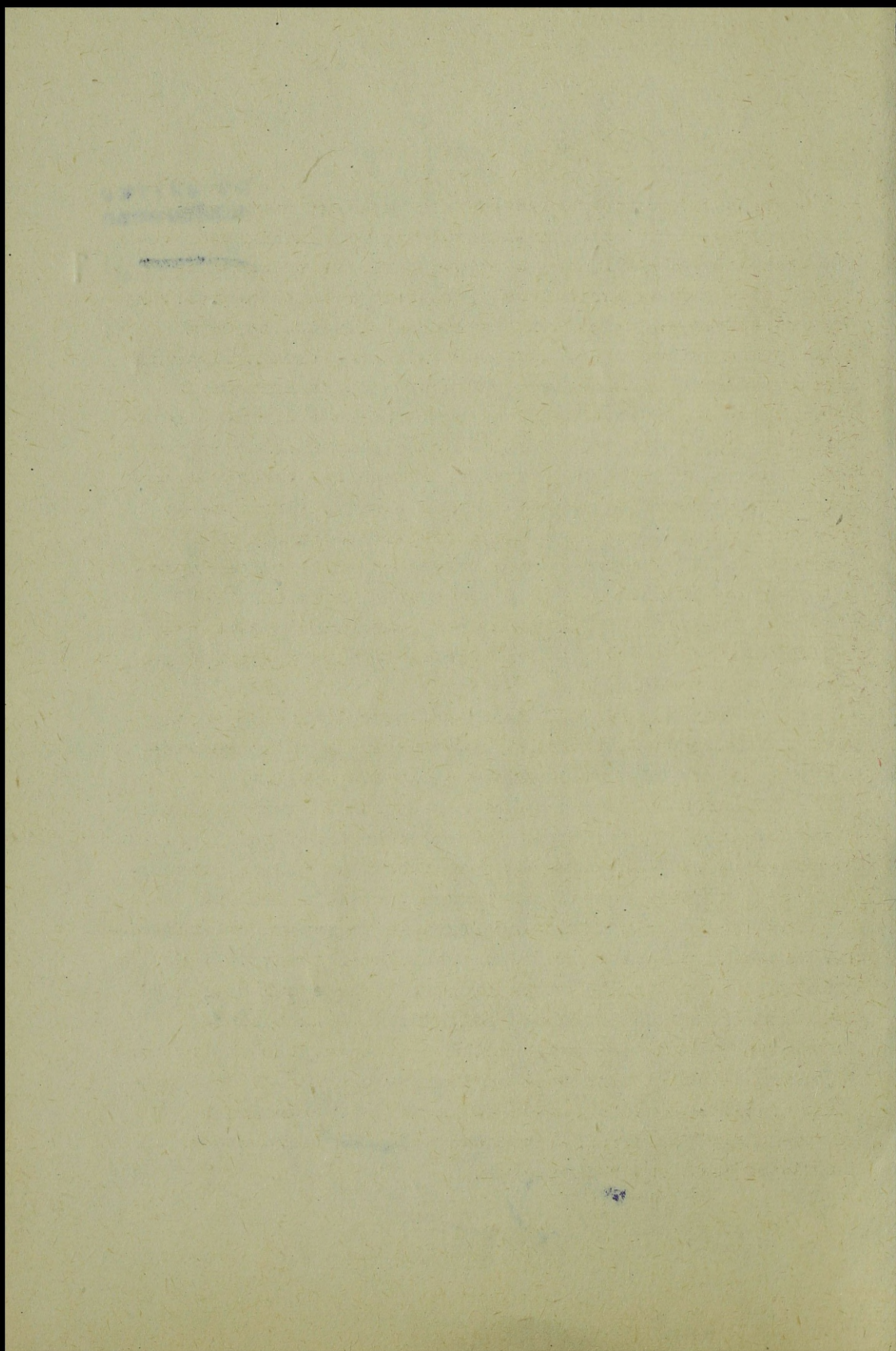
ARCHIWUM
BIOTKI SZKOLENIOWEJ
AKADEMII SZTABU GENERALNEGO
im. gen. broni K. Swierczewskiego

34558

WARSZAWA

KWIECIEŃ

1968 r.



W S T Ę P

Warunki i sposoby zastosowania bojowego raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów przy niszczeniu celów naziemnych różnią się w istotnej mierze od warunków i sposobów zastosowania tego uzbrojenia w walce powietrznej. We współczesnych warunkach prowadzenia działań bojowych samolotom myśliwsko-bombowym, a także samolotom myśliwskim stawia zadanie niszczenia różnorodnych celów naziemnych, zaczynając od raketowo-jądrowych i radiotechnicznych środków nieprzyjaciela, a kończąc na oddzielnych celach o małych rozmiarach, jak na przykład, samochody, czołgi, transportery opancerzone, małe i średnie okręty, siła żywa i sprzęt na polu walki, w miejscach ześrodkowania itp. Niszczyć cele naziemne wypada tak ze skrajnie małych wysokości /100-200 m/, jak też i z wysokości średnich /3000-4000 m/. Prędkość lotu oraz manewry samolotów w zakresie wyjścia na cel i podczas atakowania celów mogą być również bardzo różnorodne.

Na równi ze zwykłymi rodzajami manewru znajduje szerokie zastosowanie atak celu z wykorzystaniem złożonych manewrów, takich jak zwrot bojowy, półpętla i pętla.

Duże trudności w zakresie zastosowania broni wynikają w warunkach silnego systemu OPL przeciwnika. Obiekty naziemne przeciwnika są osłaniane przez lufową artylerię przeciwlotniczą, przeciwlotnicze kierowane pociski raketowe i przez lotnictwo myśliwskie. Wszystko to zmusza do stosowania w czasie podejścia do celu specjalnych manewrów i do działania w warunkach, zmniejszających skuteczność środków OPL. Jednak przedsięwzięcia, zmniejszające skuteczność działania środków OPL przeciwnika - utrudniają zastosowanie bojowe uzbrojenia samolotów myśliwsko-bombowych i myśliwskich, ponieważ często trzeba atakować cel w warunkach, odbiegających od warunków racjonalnych, co nieco obniża prawdopodobieństwo rażenia celu.

Przy działaniu na cele naziemne, na skutek zakłóceń od ziemi, pokładowe radiolokacyjne wyposażenie samolotu albo zupełnie nie pracuje, albo zakres jego pracy zmniejsza się bardzo znacznie. Dlatego też pilot, przed wykonaniem ataku, musi odszukać cel sposobem obserwacji wzrokowej i wszystkie swoje dalsze działania budować w oparciu o wzrokową obserwację celu. Przy czym przed atakowaniem celu pilot wykonuje cały kompleks przedsięwzięć: pokonuje silny system OPL przeciwnika, wychodzi w rejon celu, odszukuje cel i, odszukawszy go, praktycznie natychmiast pobiera decyzję odnośnie sposobu ataku.

Po to, ażeby szybko powziąć prawidłową decyzję na atak celu, pilot winien uprzednio dobrze znać, odpowiednio do każdej konkretnej sytuacji prowadzenia działań bojowych, możliwe i racjonalne warunki i sposoby zastosowania bojowego uzbrojenia swojego samolotu.

Racjonalne warunki zastosowania bojowego raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów zależą od:

- charakteru celu;
- środków rażenia znajdujących się na samolocie;
- charakterystyk lotnych samolotu;
- systemu celowniczego;
- warunków atmosferycznych;
- obrony przeciwlotniczej obiektu.

Wychodząc z podanych wyżej czynników, określenie racjonalnych warunków zastosowania bojowego uzbrojenia samolotu zawiera:

- ocenę celu naziemnego, jako obiektu działania, jego cech charakterystycznych, oznak demaskujących i wykorzystania bojowego z tym, ażeby wybrać dla jego rażenia najbardziej racjonalne środki, a w trakcie wykonywania lotu bojowego szybko ocenić powstałą w rejonie celu sytuację powietrzną i naziemną oraz powziąć decyzję na dalsze działania;

- wybór sposobu ataku i metody zużycia środków rażenia/ładunku bojowego/;

- wybór kierunku nalotu, kąta nurkowania i odległości strzelania, zapewniających przy posiadanym uzbrojeniu

największe prawdopodobieństwo rażenia celu;

- wybór manewru w trakcie zajmowania pozycji wyjściowej i ataku celu, a także niezbędne przy tym parametry lotu samolotu /wysokość, prędkość lotu, dopuszczalne przeciążenie/;

- określenie metodyki wykorzystania w danych konkretnych warunkach znajdującego się na samolocie systemu celowniczego.

Rozpatrzmy ogólną metodykę określania racjonalnych warunków zastosowania bojowego raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów^{x/} przy niszczeniu celów naziemnych.

§ 1. OKREŚLANIE RACJONALNYCH WARUNKÓW ZASTOSOWANIA BOJOWEGO, RAKETOWEGO I ARTYLERYJSKIEGO UZBROJENIA SAMOLOTÓW NA PODSTAWIE CHARAKTERYSTYKI CELU

Jak zaznaczono uprzednio, samoloty myśliwsko-bombowe /myśliwsko-szturmowe/ i myśliwskie niszczą bardzo różnorodne cele naziemne.

Podstawowymi celami są środki napadu raketowo-jądrowego na stanowiskach ogniowych /startowych/ oraz w czasie marszu. Same jednak środki napadu jądrowego składają się z szeregu rozśrodkowanych elementów, z których każdy może stanowić samodzielny cel. Wrażliwość środków jądrowych jest bardzo znaczna. Dla udaremnienia /zerwania/ ich użycia wystarczy zniszczyć lub odezwiadnic jeden z elementów zabezpieczających przygotowanie, odpalenie i naprowadzanie rakiety. Elementami najbardziej wrażliwymi są stacje radiolokacyjne systemu kierowania i naprowadzania raket, same rakiety, wyrzutnie, a także różnorodne agregaty pomocnicze, rozmieszczone na stanowisku startowym i technicznym.

x/ W dalszych rozważaniach pod określeniem "samolot" będziemy rozumieli tak samolot myśliwsko-bombowy, /myśliwsko-szturmowy/ jak i samolot myśliwski.

Prócz środków napadu raketowo-jądrowego, samoloty mogą niszczyć:

- radiotelematyczne środki dowodzenia lotnictwem, przeciwlotniczą artylerią raketową i wojskami przeciwnika;
- siłę żywą i sprzęt bojowy przeciwnika w ugrupowaniach bojowych w marszu i w miejscach skupienia;
- desanty powietrzne i morskie;
- lotnictwo przeciwnika na lotniskach;
- mosty i przeprawy;
- obiekty kolejowe;
- statki morskie i rzeczne, kutry i szereg innych celów.

Wszystkie cele naziemne, jako obiekty działania lotnictwa, mają swoje cechy charakterystyczne, wpływające na wybór środków rażenia oraz racjonalnych warunków zastosowania bojowego uzbrojenia i sposobów strzelania.

W czasie charakteryzowania celów naziemnych, jako obiektów działania, należy studiować:

- schemat celów;
- geometryczne charakterystyki celów;
- cechy charakterystyczne, ułatwiające wykrycie celów i zastosowanie systemu celowniczego;
- kontrastowość celów, którą można wykorzystać do naprowadzenia na nie raket kierowanych;
- wrażliwość celów w odniesieniu do stosowanych środków rażenia.

Ponadto należy uwzględnić:

- obecność lub brak ukryć;
- ruchliwość celów;
- środki OPL, osłaniające dany obiekt, oraz ich możliwości.

Przestudiowanie schematu celów posiada duże znaczenie dla prawidłowego rozwiązania zagadnień zastosowania bojowego uzbrojenia samolotu. Pod pojęciem schematu celów będziemy rozumieli wzajemne rozmieszczenie oddzielnych elementów, tworzących łącznie obiekt naziemny, w skład którego wchodzi

konkretne cele, w tej liczbie i środki OPL, rozmieszczone w rejonie obiektu. Podczas studiowania schematu celów należy rozpatrywać również rzeźbę terenu, w którym są rozmieszczone cele, a szczególnie obecność ukryć naturalnych, zmniejszających skuteczność działania tych albo innych środków rażenia, a także cechy demaskujące poszczególne obiekty, ułatwiające ich wykrycie itd. Na przykład, główny obiekt działania - środki napadu jądrowego - składa się z szeregu rozśrodkowanych elementów, z których każdy może stanowić samodzielny cel. Te oddzielne cele są z zasady rozmieszczone na dużych powierzchniach, rzadko w sposób odkryty, częściej zaś zamaskowane. Między nimi lub w bezpośredniej ich bliskości są rozmieszczone środki OPL przeciwnika, które także tworzą samodzielny cel. Wrażliwość poszczególnych celów, wchodzących w skład danego obiektu, jest różna i wymaga ich zniszczenia zastosowania różnych środków rażenia.

Rozmieszczenie poszczególnych celów pozwala na ich jednoczesne zaatakowanie przez kilka samolotów z indywidualnym celowaniem i prowadzeniem ognia do każdego celu.

Przy atakowaniu wyrzutni z raketami najwygodniejszym kierunkiem nalotu, zapewniającym maksymalną wielkość powierzchni rzutu celu na płaszczyźnie rozrzutu, a więc i największe prawdopodobieństwo trafienia w cel, są naloty z boku lub z tyłu wyrzutni. Kierunek ataku stacji radiolokacyjnych, samochodów i magazynów może być dowolny i wybiera się go z uwzględnieniem wyjścia na cel oraz rozmieszczenia środków OPL.

Ośłona rejonu celu przez rakiety przeciwlotnicze typu "Hawk" wymaga stosowania przez atakujące samoloty manewru przeciwrakietowego, podejścia na skrajnie małej wysokości i ataku z wykorzystaniem złożonych rodzajów manewrów.

Przestudiowanie schematu celów umożliwia wyciągnięcie szeregu wniosków odnośnie zniszczenia /obezwładnienia/ danego obiektu. Ponadto przestudiowanie schematu celów pozwala wybrać główne obiekty, których zniszczenie spowoduje obezwładnienie całego systemu przeciwnika.

Geometryczne charakterystyki celu mogą w istotnej mierze wpłynąć na warunki i sposoby zastosowania bojowego uzbrojenia. Z tego punktu widzenia wskazanym jest rozpatrzenie wielkości rzutu powierzchni celu na płaszczyznę rozrzutu.

Pod względem wielkości rzutu powierzchni celu na płaszczyznę rozrzutu przygniatająca większość celów, na które działać będą samoloty myśliwsko-bombowe i myśliwskie z wykorzystaniem raketowego lub artyleryjskiego uzbrojenia samolotów, należy do celów o małych rozmiarach. Za cele o małych rozmiarach uważamy takie cele, u których powierzchni ich rzutu na płaszczyznę rozrzutu jest mniejsza od płaszczyzny elipsy rozrzutu wystrzałów. Do takich celów należą oddzielne obiekty środków napadu jądrowego przeciwnika /rakiety operacyjno-taktyczne na wyrzutniach/, elementy przeciwlotniczych systemów raketowych /rakiety na wyrzutniach, stacje radiolokacyjne/, elementy stanowisk dowodzenia itd., a także nieduże morskie /rzeczne/ statki, kutry, samoloty na lotniskach, lokomotywy spalinowe, elektrowozy itp.

Przy strzelaniu do celów o małych rozmiarach wymagane jest dokładne celowanie. Punkt celowania należy wybierać z uwzględnieniem wrażliwości celu na jego powierzchni, która może być niejednakowa. W przypadku, jeżeli powierzchnia celu jest stosunkowo duża i można na niej wybrać części najbardziej wrażliwe, to należy celować w środek wrażliwej części; jeżeli zaś takich części nie można wyodrębnić, wówczas punkt celowania winien pokrywać się z geometrycznym środkiem celu.

Rozpatrując powierzchnię rzutu celu na płaszczyźnie rozrzutu, należy uwzględniać fakt, że dla jednego i tego samego celu nie jest ona wielkością stałą i zależy od przewyższenia celu w stosunku do powierzchni ziemi, kierunku nalotu i kąta nurkowania. Dla uzyskania dużego prawdopodobieństwa trafienia w cel należy starać się tak wybrać kierunki nalotu i kąt nurkowania podczas strzelania, ażeby projekcja powierzchni była największa.

Pod względem wzajemnej odległości między poszczególnymi celami o małych rozmiarach, która wywiera wpływ na warunki zastosowania bojowego uzbrojenia samolotu, rozróżniamy cele pojedyncze i grupowe.

Do celów pojedynczych zaliczamy oddzielne cele o małych rozmiarach, położone na znacznych odległościach jeden od drugiego /150-300 m i więcej/.

Przy jednoczesnym ataku celów leżących w takich odległościach od siebie, ugrupowanie bojowe grupy rozpada się na pojedyncze samoloty, działające w rzeczywistości samodzielnie.

Tak więc, atak każdego celu pojedynczego o małych rozmiarach może być wykonywany niezależnie od ataków na inne cele, ponieważ samoloty wykonujące ataki nie wywierają wzajemnie na siebie żadnego wpływu.

Celem grupowym nazywamy ogół celów o małych rozmiarach, leżących na ograniczonej powierzchni, na odległościach do 150 - 300 m jeden od drugiego. Cele te pozwalają na wykonanie jednoczesnego ataku przez grupę samolotów z indywidualnym celowaniem przez każdego pilota. Dla wykonania jednoczesnego ataku koniecznym jest, ażeby cele były rozśrodkowane we fronce ataku w odstępach nie mniejszych jak 60 m i były dobrze rozróżnialne z powietrza.

Prócz podanego wyżej, należy wyodrębnić cele liniowe, które posiadają w jednym kierunku rozmiary mniejsze od elipsy rozrzutu, a w drugim - daleko wykraczające poza granice tej elipsy. Przy strzelaniu do celu liniowego dokładne celowanie wymagane jest tylko w jednym kierunku, mianowicie w kierunku mniejszego rozmiaru /szerokości/ celu. Położenie zaś punktu celowania po długości celu może być w pewnym stopniu dowolne, ponieważ nie wpływa ono na wielkość prawdopodobieństwa trafienia w cel.

W charakterze jednak punktu celowania należy wybierać najbardziej ważny element celu, trafienie w który spowoduje największe uszkodzenie całego celu. Do celów liniowych należą: kolumny wojsk i sprzętu podczas marszu, transporty kolejowe, przeprawy itd.

Przy strzelaniu do celu liniowego, z punktu widzenia zapewnienia uzyskania największej ilości trafień, wskazanym jest naloty wykonywać wzdłuż celu.

Ocena stopnia kontrastowości celu w stosunku do otaczającego tła posiada duże znaczenie tak dla wyboru środków rażenia, jak też i dla określenia możliwych warunków strzelania.

Cel może, w stosunku do otaczającego tła, posiadać kontrastowość radiolokacyjną, podczerwoną i kontrastowość pod względem barwy.

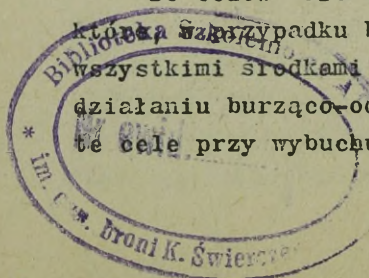
Przy działaniu na cele posiadające kontrastowość radiolokacyjną i takie cele, jak pracujące środki radiolokacyjne i radiotechniczne, należy stosować w pierwszym rzędzie specjalne samonaprowadzające się rakiety z radiolokacyjną głowicą naprowadzania. Cele o kontrastowości podczerwonej /nawet po prostu nagrzane promieniami słońca/, można z powodzeniem razić raketami samonaprowadzającymi się, posiadającymi głowicę naprowadzania na podczerwień itd.

Charakterystyczne cechy demaskujące cel umożliwiają jego szybkie wykrycie, określenie położenia, określenie najbardziej wrażliwych miejsc, a co za tym idzie wybranie wygodnych kierunków nalotu, punktu celowania i sposobu ataku.

Ze względu na stopień wrażliwości wszystkie cele naziemne można podzielić na następujące cztery grupy:

- cele mało odporne;
- cele średnio odporne;
- cele odporne;
- cele szczególnie odporne.

Do celów mało odpornych należy zaliczyć takie cele, które w przypadku bezpośredniego trafienia, można razić wszystkimi środkami rażenia, a środki rażenia o silnym działaniu burząco-odłamkowym /rakiety S-24 i S-3k/, rażą te cele przy wybuchu na dość dużej odległości. Do tej



grupy celów można zaliczyć: rakiety, samoloty, śmigłowce, anteny stacji radiolokacyjnych, samochody i inne.

Do grupy celów o średniej odporności można zaliczyć takie cele, które również, jak i cele grupy pierwszej, przy bezpośrednim trafieniu można zniszczyć wszystkimi środkami rażenia, lecz dla rażenia tych celów wymagana jest duża ilość trafień. Odłamkowe działanie rakiet dużego kalibru rażą te cele przy mniejszej odległości punktu wybuchu od celu. Do takich celów należą rakiety wraz z wyrzutniami, wagony kolejowe, lokomotywy spalinowe, elektrowozy, kutry i inne.

Do grupy celów odpornych zaliczamy takie cele, które można razić nie przy pomocy wszystkich środków rażenia, albo które wymagają, dla ich zniszczenia przy pomocy niektórych z tych środków, dużej ilości trafień, a możliwe odchylenia punktów wybuchów, przy których cel jest rażony raketami dużego kalibru, jeszcze bardziej się zmniejszają w porównaniu z poprzednią grupą. Do tej grupy celów należą lekkie czołgi, transportery opancerzone, działa samobieżne oraz również niektóre inne cele.

Do celów szczególnie odpornych można zaliczyć takie obiekty, których, praktycznie rzecz biorąc, nie można razić pociskami kalibru 30 mm i raketami niekierowanymi S-5m o działaniu burzącym. Rakiety natomiast dużego kalibru S-24 i S-3k mogą razić te cele, w zasadzie tylko w przypadku bezpośredniego trafienia. Do tej grupy celów można zaliczyć czołgi średnie i ciężkie, ciężkie działa artyleryjskie i inne.

Przy wyborze warunków strzelania do celów opancerzonych należy uwzględniać nierównomierność ich opancerzenia.

W szeregu przypadków cele naziemne mogą być ochronione przez sztuczne lub naturalne ukrycia różnego rodzaju /obwałowanie, rozmieszczenie w wykopach, kotlinach itd./. Obecność ukrycia może wywrzeć wpływ na wybór środków rażenia i na sposób ataku celu.

Atak celów, obwałowanych lub znajdujących się w wykopach, należy wykonywać z dużymi kątami nurkowania. Najlepiej cele, ukryte w wykopach atakować od strony wejścia do wykopu.

W odniesieniu do wymienionych wyżej celów nie należy liczyć na burzące lub odłamkowe działanie rakiety przy wybuchu jej poza wykopem. Tak więc, przy wyborze środków rażenia należy liczyć albo na bezpośrednie trafienie w cel, albo też na wybuch w pobliżu celu, lecz wewnątrz wykopu. Na przykład, nie jest celowym stosowanie rakiet niekierowanych typu S-24, ponieważ na samolocie znajduje się nieduża ich ilość /2-4 sztuki/. Bezpośrednie trafienie w cel, choćby jedną rakieta, jest mało prawdopodobne, a silne odłamkowo - burzące działania przy wybuchu rakiety na zewnątrz jest neutralizowane przez obwałowanie. W danym przypadku wygodniej jest zastosować rakiet typu S-5m, S-5k lub ogień z działek /NR-23, N-37 lub NR-30/, które dają znaczne prawdopodobieństwo bezpośredniego trafienia w cel, a więc i zapewniają jego zniszczenie.

Przy wyborze warunków zastosowania bojowego uzbrojenia należy uwzględniać ruchliwość celu, która z jednej strony, utrudnia poszukiwanie i wykrycie celu, zmusza często do wykonywania ataku z pierwszego nalotu, lecz z drugiej znowu strony ruch celu stwarza dodatkowe cechy demaskujące, które ułatwiają odnalezienie celu.

Na koniec, przy rozpatrywaniu warunków zastosowania bojowego raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów nie wolno nie uwzględniać OPL celu, która wpływa na wybór wysokości i prędkości podejścia do celu, rodzaju manewru podczas ataku, możliwą ilość ataków, charakter manewru przeciwartyleryjskiego i przeciwraketowego itd. Ponadto, silna OPL obiektu może wymagać zastosowania takich środków rażenia, które można było wykorzystać poza strefą zasięgu ognia środków przeciwlotniczych.

§ 2. OKREŚLANIE RACJONALNYCH WARUNKÓW ZASTOSOWANIA
BOJOWEGO UZBROJENIA SAMOLOTÓW, WYCHODZĄC Z PO-
SIADANYCH NA SAMOLOCIE ŚRODKÓW RAŻENIA

Okresianie racjonalnych warunków zastosowania bojowe-
go winno być dokonane z uwzględnieniem wyboru środków
rażenia dla zniszczenia tego lub innego celu.

Samoloty myśliwsko-bombowe i myśliwskie mogą, w cha-
rakterze środków rażenia celów naziemnych, stosować broń
artyleryjską, rakiety niekierowane, rakiety kierowane kla-
sy "powietrze-ziemia" bliskiego zasięgu, rakiety kierowane
klasy "powietrze-powietrze" i bomby lotnicze.

Rakiety i bomby mogą posiadać ładunki zarówno zwykłe,
jak też i jądrowe.

Kryterium racjonalności zastosowania tego lub innego
środka rażenia stanowi skuteczność jego działania na cel
w oczekiwanych warunkach, które ocenia się na podstawie
prawdopodobieństwa rażenia celu lub potrzebnej ilości sił
dla zniszczenia /obezwładnienia/ nakazanego celu.

Ogólna metodyka wyboru środków rażenia i warunków
dla ich zastosowania bojowego jest poniższa.

Przede wszystkim, na podstawie znanych charakterystyk
różnych celów i skuteczności działania dla tych lub innych
środków rażenia, dokonuje się pryncypialnej oceny celowoś-
ci zastosowania danego środka rażenia. Na przykład, poniżej
podana jest tabela /tabela 1/, w której dany jest jeden
z wariantów ogólnych zaleceń odnośnie wyboru środków raże-
nia dla niszczenia różnych celów.

Tabela 1

Charakter celu	Środki rażenia
Rakiety na pozycjach startowych i w ruchu	Rakiety kierowane klasy "powietrze-ziemia" bliskiego zasięgu, rakiety niekierowane S-24, S-5k, S-5m, działka, rakiety klasy "powietrze-powietrze" typu RS-2u
Działa atomowe i zwykłe	Jak wyżej
Radiostacje i stacje radiolokacyjne	Rakiety kierowane bliskiego zasięgu z radiolokacyjną głowicą samonaprowadzania, rakiety niekierowane S-24, S-5m, działka
Samochody, samoloty na lotniskach, specjalne pojazdy i agregaty, wchodzące w system rakietowo jądrowych środków rażenia i PKPR	Rakiety niekierowane S-24, S-5k, S-5m, działka.
Transporty kolejowe	Rakiety niekierowane S-24, S-5k, bomby lotnicze, działka, rakiety kierowane z głowicą na podczerwień, lub kierowania dowódczego
Czołgi	Rakiety niekierowane S-3k, S-5k, ZB-360
Transportery opancerzone i inne cele lekko opancerzone	Rakiety kierowane bliskiego zasięgu, rakiety niekierowane S-24, S-3k, S-5k, ZB-360, działka.
Siła żywa w miejscach ześrodkowania i w marszu	Rakiety niekierowane S-24, S-5k, bomby lotnicze, ZB-360 i działka
Siła żywa w okopach i ukryciach	Rakiety niekierowane S-24, bomby
Małe okręty i barki	Rakiety kierowane bliskiego zasięgu, rakiety niekierowane S-24, bomby, rakiety kierowane typu RS-2u

Z tabeli 1 wynika, że każdy z wymienionych celów może być zniszczony przy pomocy różnych środków rażenia. Przy wyborze konkretnego środka rażenia należy dać pierwszeństwo temu środkowi, który jest specjalnie przeznaczony do niszczenia danego celu. Na przykład, przy niszczeniu radiolokacyjnych i radiotechnicznych środków nieprzyjaciela należy stosować w pierwszym rzędzie rakiety kierowane z głowicami naprowadzającymi się na stację, jak na prowadzącą. Obiekty opancerzone celowo jest zniszczyć przy pomocy rakiet S-3k lub S-5k itd.

Jeżeli żaden środek rażenia nie ma pierwszeństwa w stosunku do pozostałych środków, wówczas racjonalny środek rażenia należy określić drogą porównania prawdopodobieństwa rażenia celu w różnych warunkach działań bojowych.

W charakterze przykładu na rys. 1 i 2 podane są wykresy, pokazujące zmianę prawdopodobieństwa rażenia wyrzutni rakiet przeciwlotniczych "Hawk" przy pomocy różnych środków rażenia, jakie zabiera samolot myśliwsko-bombowy Su-7b. Obliczenia zostały wykonane dla trzech środków rażenia, dla różnych kierunków ataku, prędkości lotu w momencie wprowadzenia w lot nurkowy oraz dla różnych kątów nurkowania. Przy obliczeniach przyjęto odległość strzelania najbardziej racjonalną dla danego środka rażenia.

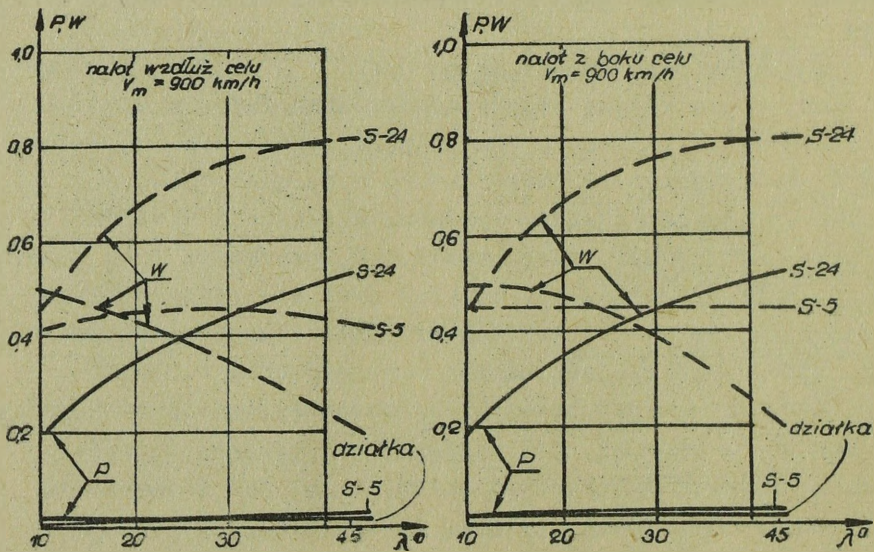
Rozpatrując podobne wykresy można wyciągnąć następujące konkretne wnioski, tak odnośnie najbardziej celowych w różnych warunkach środków rażenia, jak też i odnośnie racjonalnych warunków bojowego zastosowania uzbrojenia:

1. Jeżeli z uwagi na pogodę i OPL obiektu możliwe jest wykonanie strzelania z kątami nurkowania 25° - 40° , wówczas najbardziej celowym środkiem rażenia jest rakietą S-24, zapewniająca największe prawdopodobieństwo rażenia celu. Z innych środków rażenia duże prawdopodobieństwo rażenia dają rakiety S-5k, a najgorsze - pociski artyleryjskie.

A zatem wszystkie rodzaje manewrów, zapewniające wykonanie ataku z kątami nurkowania 25° - 40° i z $q = 135 - 180^{\circ}$, mogą być stosowane przy działaniu na dany cel.

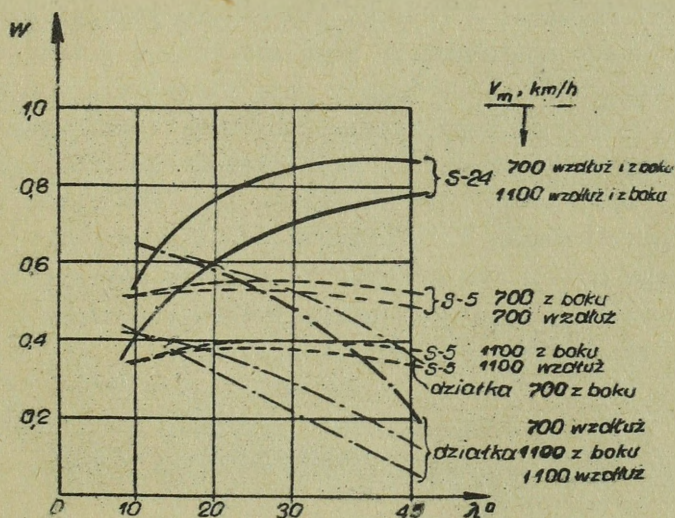
2. Jeżeli z tego lub innego powodu strzelanie możliwe jest tylko z małymi kątami nurkowania 5° - 10° , to największy skutek w zakresie rażenia celu daje broń artyleryjska. Tak więc, w trudnych warunkach atmosferycznych, przy małej wysokości dolnej granicy chmur, podstawowym środkiem rażenia są działka.

3. Dla wszystkich środków rażenia zwiększenie prędkości lotu samolotu podczas ataku w znacznym stopniu zmniejsza prawdopodobieństwo rażenia celu. W przypadku, kiedy to jest możliwe, należy zmniejszać prędkość lotu.



Rys. 1. Zmiana prawdopodobieństwa rażenia wyrzutni "Hawk" różnymi środkami rażenia.

Przedstawione wykresy /rys.1 i 2/ zostały wykonane przy założeniu, że wyrzutnie raket "Hawk" nie znajdują się w ukryciu. Jeżeli istnieją ukrycia, wówczas prawdopodobieństwo rażenia obliczamy z uwzględnieniem spadku efektu rażącego rozpatrywanego środka rażenia dla danego ukrycia.



Rys.2. Zmiana prawdopodobieństwa rażenia wyrzutni "Hawk"

Skutecznym środkiem rażenia większości celów naziemnych o małych rozmiarach są rakiety kierowane bliskiego zasięgu klasy "powietrze-ziemia", posiadające albo dowód-czy układ kierowania, głowicę samonaprowadzającą lub ich kombinację. Celowość zastosowania tej lub innej rakiety należy rozpatrywać w ścisłym związku z charakterem celu i możliwymi warunkami działań bojowych.

W szeregu przypadków dla rażenia niektórych celów naziemnych można wykorzystać rakiety kierowane klasy "powietrze-powietrze", będące na uzbrojeniu samolotów myśliwskich. Ocenę skuteczności ich działania na cel należy rozpatrywać oddzielnie.

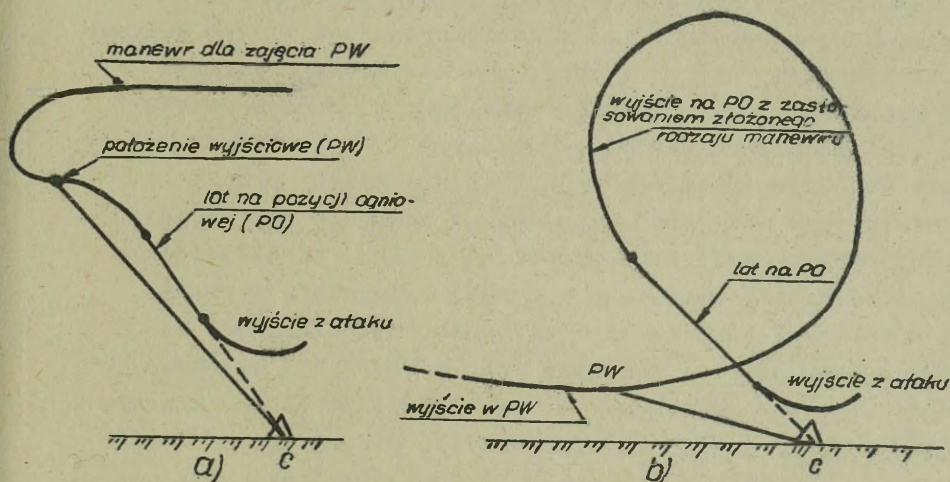
§ 3. OKREŚLANIE RACJONALNYCH WARUNKÓW ZASTOSOWANIA BOJOWEGO RAKIETOWEGO I ARTYLERYJSKIEGO UZBRO- JENIA SAMOLOTU Z UWZGLĘDNIENIEM CHARAKTERYSTYK LOTNYCH SAMOLOTU

W poprzednim paragrafie została rozpatrzona zasadnicza metoda wyboru racjonalnych warunków zastosowania bojowego uzbrojenia samolotu, biorąc za punkt wyjściowy środek rażenia. W szeregu jednak przypadków, warunki wskazane przez zastosowanie tego lub innego środka rażenia, nie mogą być przestrzegane przy strzelaniu z danego samolotu, ponieważ jego możliwości lotne i uzbrojenie mogą nie zapewniać wykonania potrzebnego manewru podczas nalo-
tu na cel, potrzebnej prędkości lotu oraz przeciążenia w czasie nurkowania i wyprowadzania z nurkowania itd. Dlatego należy umieć określać możliwe warunki zastosowania bojowego tego lub innego środka rażenia z uwzględnieniem charakterystyk lotnych samolotu.

1. OKREŚLANIE MOŻLIWYCH WARUNKÓW ZASTOSOWANIA BOJOWEGO RAKIET NIEKIEROWANYCH I BRONI ARTY- LERYJSKIEJ

Na rys.3 przedstawione są zasadnicze schematy manewru samolotu podczas niszczenia celu naziemnego przy pomocy rakiet lub ognia z działek. Rysunek 3,a przedstawia schemat wyjścia na cel i ataku celu z zastosowaniem zwykłego manewru, a rysunek 3,b obrazuje wyjście na cel i atak celu z wykorzystaniem złożonego rodzaju manewru.

Z punktu widzenia interesów zastosowania bojowego uzbrojenia cały manewr można podzielić na dwie części: wyjście na cel, w czasie którego pilot odszukuje cel i zajmuje położenie wyjściowe do ataku z uwzględnieniem stworzenia racjonalnych warunków zastosowania uzbrojenia, oraz na atak celu, rozpoczynający się z położenia wyjściowego i zawierający wyjście na pozycję ogniową /krzywą celowania/ i działania w czasie lotu po niej /celowanie i prowadzenie ognia/.



Rys.3. Schemat lotu samolotu myśliwskiego podczas atakowania celu naziemnego:

- a/ atak z zastosowaniem zwykłego rodzaju manewru;
- b/ atak z zastosowaniem złożonego rodzaju manewru

Potem następuje wyjście z ataku i w razie konieczności /lub możliwości/ manewr dla zajęcia na wykonanie powtórnego ataku celu. Położeniem wyjściowym dla ataku celu jest punkt początku wprowadzenia samolotu w lot nurkowy /przy zwykłym manewrze/ lub punkt początku złożonego rodzaju manewru. We wszystkich przypadkach pozycja ogniowa znajduje się na prostoliniowym odcinku nurkowania. Strzelanie raketami lub z działek z lotu poziomego nie jest skuteczne.

Należy zaznaczyć, że jeżeli manewr wyjścia samolotu na cel może być w pewnym stopniu dowolny /były tylko zapewniał wykrycie celu i wyjście w położenie wyjściowe/, to lot samolotu podczas ataku celu, szczególnie przy znajdowaniu się na pozycji ogniowej, jest ściśle podporządkowany rozwiązaniu zadania celowania.

Tak więc, z powyższego wynika, że zastosowanie rakiet i działek do niszczenia celów naziemnych jest zawsze związane z wykonaniem lotu nurkowego, podczas którego warunki lotu samolotu winny zapewniać rozwiązanie zadania celowania. Dlatego przy określaniu możliwych i racjonalnych warunków bojowego zastosowania uzbrojenia należy przede wszystkim znać możliwości samolotu w zakresie wykonania lotu nurkowego, następnie wychodząc z nich, określić dla danego środka rażenia możliwe i racjonalne kąty nurkowania, odległości rozpoczęcia celowania, rozpoczęcia i zakończenia strzelania, prędkość lotu i potrzebną wysokość wprowadzenia w lot nurkowy lub wysokość i parametry manewru złożonego, przy pomocy którego samolot przechodzi do lotu nurkowego. Wspólnie z wyborem warunków strzelania uokładania się sposób strzelania, metodykę pracy przy wykorzystaniu systemu celowniczego i kolejność zużycia ładunku bojowego. Przy ostatecznym wyborze warunków zastosowania bojowego uzbrojenia uwzględnia się warunki atmosferyczne /w głównej mierze wysokość dolnej granicy chmur/ i OPI obiektu.

OKREŚLANIE ODLEGŁOŚCI STRZELANIA

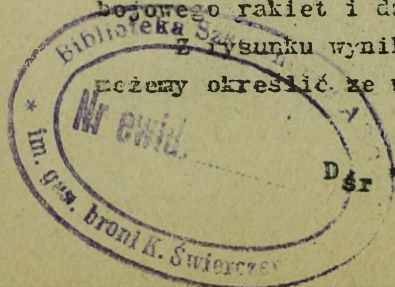
Jednym z podstawowych czynników, określających skuteczność strzelania, jest odległość strzelania. Dla osiągnięcia największej skuteczności należy wykonywać strzelanie z minimalnie możliwych odległości.

Ażeby określić minimalnie możliwą odległość, rozpatrzmy schemat strzelania do celu naziemnego, podany na rys.4. Schemat przedstawia podstawowe elementy, których znajomość konieczna jest dla oceny warunków zastosowania bojowego rakiet i działek.

Z rysunku wynika, że średnią odległość strzelania możemy określić ze wzoru:

$$D_{\text{śr}} = \frac{D_k + D_p}{2}$$

/1/



gdzie: D_k - odległość zakończenia /koniec/
strzelania;
 D_p - odległość rozpoczęcia /początek/
strzelania.

Odległości D_k i D_p znajdujemy z wyrażen:

$$D_k = \frac{H_g + \Delta H_{wypr}}{\sin \lambda}, \quad /2/$$

$$D_p = D_k + v_{1sr} t_{p.o}, \quad /3/$$

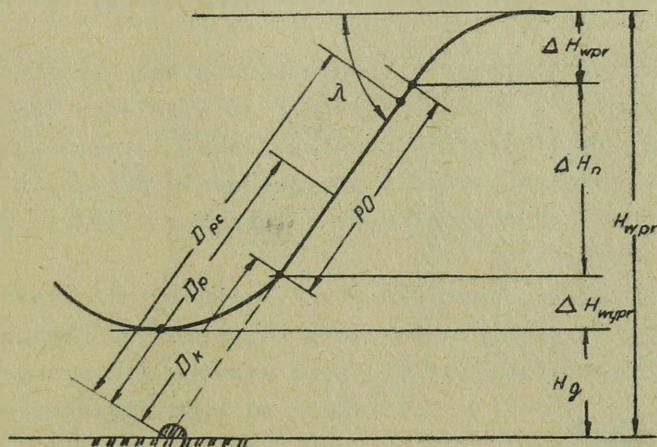
gdzie: H_g - minimalna wysokość w procesie wyjścia
z lotu nurkowego, gwarantująca bezpie-
czeństwo samolotu przed zderzeniem z ziemią
lub przed rażeniem go odłamkami rakiety;

ΔH_{wypr} - strata wysokości podczas wyprowadzenia
z nurkowania;

v_{1sr} - średnia prędkość lotu samolotu podczas pro-
wadzenia ognia.

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

λ - kąt nurkowania.



Rys.4. Schemat strzelania do celów naziemnych

Czas prowadzenia ognia / $t_{p.o}$ / wybieramy z uwzględnieniem tego, jaka będzie stosowana broń. Przy strzelaniu z działek wynosi on 1-1,5 i maksymalnie 2 sek. Dla rakiet $t_{p.o}$ przyjmujemy z uwzględnieniem przerwy czasowej między zejściem poszczególnych rakiet z urządzeń odpalających oraz ilość rakiet w serii lub w salwie.

Średnią prędkość lotu samolotu podczas prowadzenia ognia można określić jako średnią arytmetyczną prędkość lotu w momencie rozpoczęcia / v_p / i w momencie zakończenia / v_k / nurkowania.

Najbardziej interesująca z punktu widzenia analizy warunków zastosowania broni jest wielkość D_k . Rozpatrzmy czynniki określające tę wielkość oraz metodykę jej znajdowania.

Wielkość ΔH_{wypr} zależy od warunków lotu nurkowego / v_{wypr} , n_{wypr} itd /, oraz również jak ΔH_{wpr} / Strata wysokości przy wprowadzeniu w nurkowanie /, określa się albo drogą całkowania układu równań różniczkowych ruchu samolotu, albo w czasie lotów eksperymentalnych.

Wielkość wysokości gwarantowanej H_g określamy na podstawie warunków bezpieczeństwa lotu samolotu po wykonaniu strzelania.

Wysokość gwarantowana, uwarunkowana bezpieczeństwem przed zderzeniem z ziemią /będziemy ją w dalszym ciągu oznaczali $H_{g.bez}$ /, zależy od właściwości lotnych samolotu, kąta nurkowania, stopnia przygotowania personelu latającego, a także od ukształtowania terenu w kierunku wyjścia z ataku i odejścia od celu.

Bezpieczeństwo samolotu przed rażeniem odłamkami swoich rakiet i pocisków zapewnia się przez ustalenie minimalnej wysokości lotu nad miejscem wybuchu /tę wysokość oznaczymy $H_{g.raż}$ /, która zależy od typu stosowanych środków rażenia.

Wysokości gwarantowane określa się drogą doświadczalną oraz drogą obliczeniową. W okresie pokojowym, dla warunków przygotowania szkolno-bojowego, są one podawane w odpo-

wiednich dokumentacjach: instrukcjach lub podręcznikach w zakresie zastosowania każdego samolotu.

Dla samolotów Su-7b i MiG-21f - 13 gwarantowaną wysokość $H_{g.bez}$ przy $\lambda = 30^\circ$ ustalono równą 200 m, przy $\lambda = 45^\circ$ - 250 m. Ze zmniejszaniem kąta nurkowania wysokość gwarantowana może być zmniejszona, a przy kątach nurkowania powyżej 45° , ona gwałtownie rośnie.

Tymczasowa instrukcja zastosowania bojowego samolotu Su-7b ustala następującą bezpieczną wysokość przelotu nad miejscem wybuchu $H_{g.raż}$:

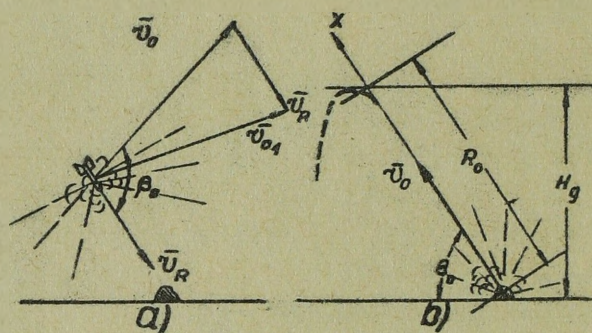
- przy strzelaniu z działek - 100 m;
- przy strzelaniu raketami S-5m i S-5k - 200 m;
- przy strzelaniu raketami S-3k - 420 m;
- przy strzelaniu raketami S-24 - 500 m.

Rozpatrzmy praktyczną metodę określania drogą obliczeniową minimalnej gwarantowanej wysokości przelotu samolotu, po wykonaniu strzelania, nad miejscem wybuchu. W tym celu trzeba będzie rozpatrzeć warunki lotu odłamków, powstających w czasie wybuchu części bojowej.

Przy wybuchu pocisku lub części bojowej rakiety odłamki rozlatują się w różnych kierunkach z bezwzględną prędkością początkową \bar{v}_{01} , która jest, jak to wynika z rysunku 5,a, sumą geometryczną prędkości lotu rakiety /pocisku/ w momencie wybuchu i prędkości nadawanej odłamkowi przy wybuchu:

$$\bar{v}_{01} = \bar{v}_R + \bar{v}_0,$$

gdzie: \bar{v}_R - prędkość lotu rakiety w momencie wybuchu;
 \bar{v}_0 - prędkość początkowa, nadana odłamkowi przy wybuchu.



Rys.5. Schemat rozrzutu odłamków

Bezwzględną wartość prędkości v_{01} możemy określić na podstawie wzoru znanego z teorii strzelania:

$$v_{01} = \sqrt{v_0^2 + v_R^2 + 2 v_0 v_R \cos \beta_0},$$

gdzie: β_0 - kąt między kierunkami wektorów \vec{v}_0 i \vec{v}_R .

Przy strzelaniu raketami, wyposażonymi w zapalniki działania uderzeniowego, prędkość lotu rakiety v_R w momencie wybuchu praktycznie równa się zero, a bezwzględna początkowa prędkość odłamka równa jest prędkości, nadanej mu w momencie wybuchu, a więc będzie spełnione równanie:

$$\vec{v}_{01} = \vec{v}_0.$$

Określimy maksymalną odległość oddalenia odłamka od miejsca wybuchu. W tym celu założymy, że przy wybuchu rakiety, po uderzeniu jej o ziemię, odłamek poleciał w kierunku wektora nadanej mu prędkości \vec{v}_0 /po osi x / pod kątem θ_0 do poziomu /rys. 5, b/. W czasie lotu będą na niego działały dwie siły: siła oporu powietrza F i siła ciężkości q , równa ciężarowi odłamka. Dla prostoty rozwiązania zamienimy złożony tor lotu odłamka przez tor bardziej prosty, zakładając, że odłamek leci po prostej

do całkowitej utraty prędkości, a więc spada pionowo.

W tym przypadku dla określenia maksymalnej wartości oddalenia odłamka od miejsca wybuchu /promienia rozrzutu odłamków R_0 / można ułożyć równanie różniczkowe ruchu odłamka, które będzie posiadało następującą postać:

$$m \frac{dv}{dt} = - F - q \sin \theta_0 . \quad /4/$$

Siłę oporu powietrza określamy ze wzoru balistyki zewnętrznej

$$F = m c_H v^2 , \quad /5/$$

gdzie: c_H - współczynnik, analogiczny do zredukowanego współczynnika balistycznego pocisku.

Współczynnik c_H określamy według wzoru:

$$c_H = \frac{c_x \rho_H \bar{\phi}}{2 \sqrt{q}} ,$$

gdzie: c_x - współczynnik oporu czołowego;

ρ_H - gęstość wagowa powietrza na dużej wysokości;

$\bar{\phi}$ - współczynnik kształtu odłamka.

Na skutek tego, że zmiana wysokości lotu odłamka jest nieduża, możemy przy obliczeniach przyjmować wielkość ρ_H o stałej wartości:

$$\rho_H = \text{const} .$$

Współczynnik $\bar{\phi}$ dla odłamków, posiadających kształt zbliżony do równoległoscianu, można przyjąć jako równy 0,005.

Współczynnik c_x można przyjmować również równy średniej wielkości 1,24.

Tak więc, przy przyjętych założeniach współczynnik c_x będzie stały, i po podstawieniu wartości /5/ do

równania /4/ w prawej jego części będzie znajdowała się jedna wielkość zmienna - bieżąca prędkość odłamka v . Równanie /4/ będzie posiadało postać:

$$\frac{dv}{dt} = -c_H v^2 - g \sin \Theta_0. \quad /6/$$

Przekształcimy lewą część równania /6/ drogą pomnożenia licznika i mianownika przez dx :

$$\frac{dv}{dt} \cdot \frac{dx}{dt} = -c_H v^2 - g \sin \Theta_0.$$

Mając na względzie, że $\frac{dx}{dt} = v$ i dzieląc zmienne, otrzymamy:

$$dx = - \frac{v dv}{c_H v^2 + g \sin \Theta_0},$$
$$R_0 = - \int_{v=v_0}^{v=0} \frac{v dv}{c_H v^2 + g \sin \Theta_0}. \quad /7/$$

Całka /7/ jest całką tabelarną, a wielkość oddalenia odłamka od środka wybuchu R_0 przy danym kącie Θ_0 będzie równa:

$$R_0 = \frac{1}{2 c_H} \ln \left(1 + \frac{c_H}{g \sin \Theta_0} v_0^2 \right).$$

Wysokość, na jaką wzniesie się odłamek nad powierzchnię ziemi, obliczamy ze wzoru:

$$H_{od} = R_0 \sin \Theta_0.$$

Największa wysokość lotu odłamków będzie nad środkiem wybuchu, kiedy $\Theta_0 = 90^\circ$.

W tym przypadku:

$$H_{od} = R_0 = \frac{1}{2 c_H} \ln \left(1 + \frac{c_H}{g} v_0^2 \right). \quad /8/$$

Otrzymana maksymalna wysokość, jaką osiągną odłamki po sprawdzeniu doświadczalnym, może być przyjęta w charakterze minimalnej wysokości przelotu samolotu nad miejscem wybuchu w warunkach przygotowania szkolno-bojowego

w okresie pokojowym. Dla warunków bojowych wysokość ta może zostać zmniejszona kosztem przejścia samolotu przez górną część strefy rozrzutu odłamków, gdzie gęstość ich jest niewielka i prawdopodobieństwo trafienia w samolot chociażby jednego odłamka jest nieznaczące. Dla otrzymania tej minimalnej wysokości należy uwzględnić maksymalnie dopuszczalną wielkość prawdopodobieństwa trafienia w samolot chociażby jednego odłamka, przy którym możliwy jest przelot samolotu przez strefę odłamków, oraz wykonać niezbędne obliczenia.

Jak wynika z przytoczonych danych, gwarantowane wysokości $H_{g.bez}$ i $H_{g.raż}$ są różne. Przy wyjściu z ataku winny być spełnione oba wymagania. Oczywiście, będzie to uwzględnione, jeżeli z dwóch wartości H_g brać największą i według niej określać D_k , wykorzystując wzór /2/. Jednak będzie to słuszne przy manewrze wyjścia z ataku /rys.4/, który w czystej postaci wykonuje się przy kątach nurkowania $25-35^\circ$, i we wszystkich przypadkach, kiedy $H_{g.bez} > H_{g.raż}$.

Jeżeli zaś $H_{g.bez} < H_{g.raż}$, to przy λ różnych od $25^\circ - 35^\circ$ odległości D_k nie można obliczyć według wzoru /2/, ponieważ warunki wyjścia z ataku będą inne. Rzeczywiście, pilot przy wyprowadzaniu samolotu z lotu nurkowego z kątami mniejszymi, aniżeli $25^\circ - 35^\circ$, wykonuje, z zasady "górkę" /rys. 6/. Przy tym manewrze samolot ma najmniejszą wysokość wyprowadzenia z lotu nurkowego, jeszcze przed podejściem do celu i obchodzi strefę rozrzutu odłamków na wysokości, mniejszej aniżeli $H_{g.raż}$. Podobny manewr pozwala na spełnienie wymagań bezpieczeństwa i zmniejsza nieco $D_{k\ min}$.

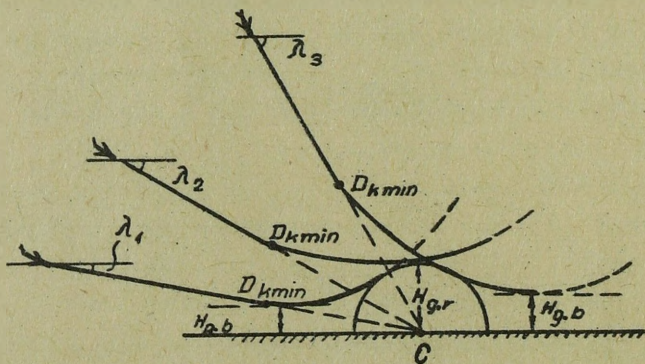
Dla tego przypadku odległość $D_{k\ min}$ najprościej jest określać graficznie /rys.6/. W tych celach należy, przyjmąwszy odpowiednią skalę, zbudować tor wyjścia samolotu z lotu nurkowego, strefę rozrzutu odłamków, określoną promieniem $R = H_{g.raż}$ i linią poziomą, odpowiadającą wysokości $H_{g.bez}$. Następnie należy wrysować na rysunek tor wyjścia samolotu z nurkowania, ale tak, ażeby on był styczny z jednej strony od linii $H_{g.bez}$, a z drugiej strony do

okręgu, ograniczającego strefę rozrzutu odłamków. Odległość $D_{k \min}$ odczytujemy bezpośrednio z rysunku.

Przy kątach nurkowania, większych aniżeli $30-35^{\circ}$, wyjście z nurkowania wykonuje się tak, że najmniejsza wysokość lotu ma miejsce za celem i, że w tym czasie samolot nie wchodzi w strefę rozrzutu odłamków. Przez to osiągnięte będzie również zmniejszenie odległości D_k , którą określa się analogicznie, jak podano wyżej.

Jak wynika ze wzoru /2/ i z rys.6, odległość zakończenia strzelania zależy od kąta nurkowania podczas atakowania celu. Dla osiągnięcia największego prawdopodobieństwa trafienia w cel koniecznym jest określenie, jakie kąty nurkowania pozwalają zakończyć prowadzenie ognia na najmniejszych odległościach.

Jednak należy mieć na uwadze, że wybrany według $D_{k \min}$ kąt nurkowania nie zawsze będzie zapewniał otrzymanie maksymalnej skuteczności strzelania, ponieważ nie wszystkie cele posiadają jednakową wrażliwość przy strzelaniu do nich z różnymi kątami nurkowania. Ponadto, dla licznych celów ze zmianą λ zmienia się w sposób istotny powierzchnia rzutu celu na płaszczyznę rozrzutu, wpływająca na prawdopodobieństwo trafienia.



Rys.6. Schemat określania $D_{k \min}$

Dla wyboru racjonalnego kąta nurkowania koniecznym jest określenie prawdopodobieństwa rażenia celu przy strzelaniu z różnymi λ albo przeprowadzenie porównawczej oceny skuteczności, wykorzystując jakikolwiek inny wskaźnik skuteczności.

OKRESLANIE RACJONALNEGO KĄTA NURKOWANIA PRZY STRZELANIU

Przede wszystkim określimy kąty nurkowania, zapewniające dla wybranego środka rażenia minimalną odległość zakończenia strzelania. W tym celu wykonamy obliczenia zależności odległości zakończenia strzelania D_k / od kąta nurkowania λ /, różnych środków rażenia /działka, rakiety niekierowane S-5k, S-3k, S-24/ i prędkości lotu samolotu na początku wyprowadzenia z nurkowania.

Wyniki obliczeń średnich wartości $D_{k \min}$ i zakresów λ im odpowiadających, dla samolotu Su-7b są podane w tabeli 2.

Tabela 2

Dane wyjściowe		$n_{\max} = 4,5$			$n_{\max} = 5;$		
		$\frac{dn}{dt} = 1$	$\frac{1}{\text{sek}}$		$\frac{dn}{dt} = 1,5$	$\frac{1}{\text{sek}}$	
H_g	V_{wypr}	700	900	1100	700	900	1100
100	λ	15-35°	15-25°	10-20°	20-30°	15-25°	10-20°
	$D_{k \min}, m$	800-850	1100	1300	700	950	1150
200	λ	25-45°	20-30°	15-30°	25-40°	25-35°	15-30°
	$D_{k \min}, m$	1000	1300	1600	900	1150	1400
300	λ	30-55°	25-40°	25-35°	30-55°	25-45°	20-40°
	$D_{k \min}, m$	1200	1500	1850	1100	1400	1700
450	λ	40-60°	30-50°	25-40°	35-65°	30-55°	25-45°
	$D_{k \min}, m$	1400	1800	2200	1300	1600	1950

UWAGA: W tabeli 2 podano V_{wypr} w km/h, a H_g - w m.

Z danych ujętych w tabeli 2 można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Odległość zakończenia strzelania D_k , a co za tym idzie, i średnia odległość, zależy w dużym stopniu od kąta nurkowania przy strzelaniu, prędkości wyprowadzenia samolotu z nurkowania, jak też i od H_g .

Dla każdego środka rażenia i prędkości wyprowadzenia z nurkowania można wybrać określony zakres kątów nurkowania, który zapewnia strzelanie z D_{min} .

Kąty nurkowania, mieszczące się w danym zakresie, będziemy oznaczali λ^* /wielkość zakresu dość znaczna - 10 - 15%. A zatem, najmniejsza możliwa odległość strzelania może być osiągnięta przy różnych λ^* , zaczynając od małych i kończąc w szeregu przypadków na dużych kątach nurkowania, co daje pilotowi możliwość wybrać konkretną wartość λ^* w zależności od warunków działań bojowych na zadany cel.

2. Minimalne odległości strzelania zależą w dużym stopniu od prędkości wyprowadzenia samolotu z lotu nurkowego, a zatem i od początkowych warunków nurkowania oraz od jego długotrwałości.

Ze wzrostem prędkości wyprowadzenia z nurkowania zakres kątów nurkowania, zapewniających strzelanie z D_{min} zmniejsza się i przesuwają w stronę mniejszych kątów λ^* , a sama wielkość D_{min} wzrasta. Odległość zakończenia strzelania przy kątach λ , różnych od λ^* , ze zwiększeniem V_{wypr} rośnie prędzej, aniżeli przy mniejszych V_{wypr} .

3. Ze wzrostem minimalnej gwarantowanej wysokości wyprowadzenia z lotu nurkowego H_g , zakres kątów λ^* przesuwa się w stronę ich wzrostu i minimalne odległości strzelania gwałtownie rosną. A zatem należy dążyć, w miarę możliwości do zmniejszenia H_g . Jednym ze sposobów wyjścia z ataku, który pozwala zmniejszyć H_g , jest zastosowanie w momencie wyjścia rozpatrzonego wcześniej /rys. 6/ manewru "górką". Z rysunku wynika, że przy wymienionym manewrze warunki strzelania, w zależności od wielkości kąta nurkowania, można podzielić na trzy grupy:

- 1 grupa - atak z kątami $\lambda = 10^\circ - 20^\circ$;
- 2 grupa - atak z kątami $\lambda = \text{około } 30^\circ / 25^\circ - 35^\circ /$;
- 3 grupa - atak z kątami $\lambda > 35^\circ$.

Wykresy zmiany najmniejszych odległości strzelania $D_{k \min}$, w zależności od kąta nurkowania i środka rażenia, podane są na rys. 7 /strzelanie raketami S-5k lub S-5m/ i rys. 8 /strzelanie raketami S-24/.

Cechą szczególną wyjścia z ataku w pierwszym przypadku jest to, że przy nakazanej $H_{g. \text{raź}}$ najmniejsza wysokość wyjścia do lotu poziomego ma miejsce przed celem $H < H_{g. \text{raź}}$, co umożliwia wykonanie strzelania z mniejszych odległości.

Przy atakowaniu celu z $\lambda > 35^\circ$ najmniejsza wysokość wyjścia do lotu poziomego ma miejsce za celem i jest również mniejsza, aniżeli $H_{g. \text{raź}}$ co umożliwia nieco zmniejszyć D_{\min}^* . Przy nurkowaniu z kątami około 30° należy uwzględnić pełną wysokość $H_{g. \text{raź}}$.

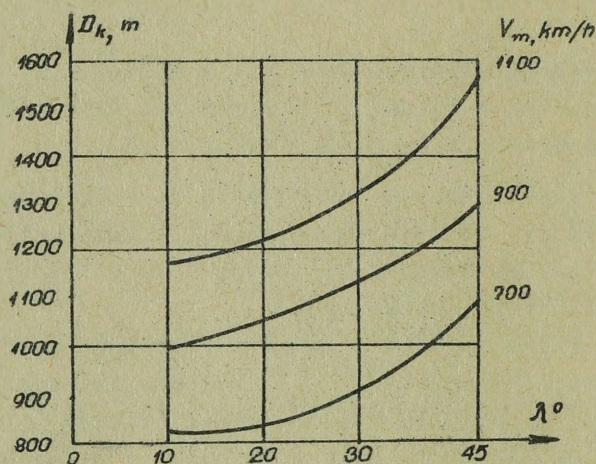
Jak wykazują wykresy na rys. 7 i 8, przy podanych sposobach wyjścia z ataku $D_{k \min}$ ze wzrostem λ nieprzebiega nie się zwiększa, lecz jej wartości w sposób istotny zmniejszają się w porównaniu z wyjściem z ataku bez zastosowania manewru "górką".

4. W określonych warunkach (małe kąty nurkowania, duże prędkości wyprowadzenia, znaczne $H_{g. \text{raź}}$ /strzelanie nawet z minimalnie możliwych odległości może leżeć poza zakresem określonych odległości odpalenia raket /strzelania z działek/, dla którego obliczony jest system celowniczy. Przy ocenie możliwych warunków strzelania należy obowiązkowo oceniać nie tylko średnią lub końcową odległość strzelania, lecz również i odległość rozpoczęcia celowania, która wynosi:

$$D_{p.o} = D_{k.s} + V_{1sr} t_n, \quad /9/$$

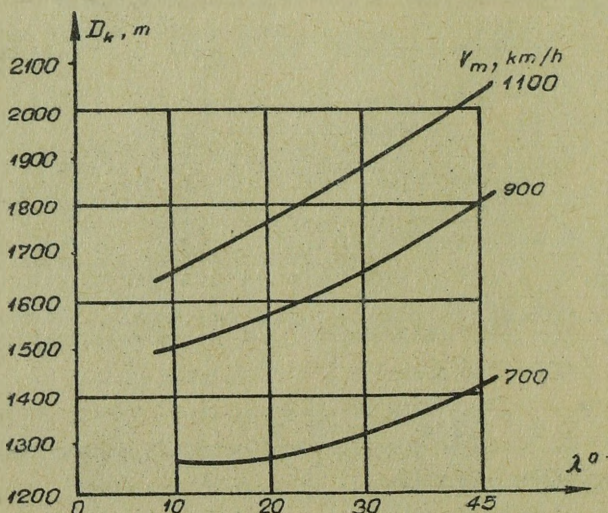
gdzie: t_n - czas nurkowania.

x/ Ale zawsze winien być spełniony warunek, ażeby $H_{g. \text{raź}}$ była mniejsza od wysokości wyjścia do lotu poziomego, wychodząc z warunków bezpieczeństwa przed zderzeniem się z ziemią.



Rys.7. Zależność $D_{k \min} / \lambda$ / przy strzelaniu rakietami S-5m /S-5k/.

Czas nurkowania składa się z czasu potrzebnego dla wykonania zgrubnego celowania, wstępnego śledzenia i prowadzenia ognia. Podczas strzelania z celownikami typu ASP-5nd i przy średnim wyszkoleniu personelu latającego będzie on wynosił:



Rys.8. Zależność $D_{k \min} / \lambda$ / przy strzelaniu rakietami S-24.

- przy strzelaniu raketami niekierowanymi - 2-5 sek. na wygaszenie ślizgu i zgrubne celowanie, 2-4 sek. na śledzenie i 1-2 sek. na prowadzenie ognia serią salw. Średnio od 6 do 10 sek;

- przy strzelaniu z działek wielkość ta może być zmniejszona do 4-6 sek.

Strata wysokości na prostoliniowym odcinku nurkowania będzie równa:

$$\Delta H_n = V_{1sr} t_n \sin \lambda . \quad /10/$$

Wychodząc ze wzoru /9/, odległość rozpoczęcia celowania może różnić się od odległości zakończenia strzelania o 500-900 m.

Dla raket S-3k, S-24, przy dużych prędkościach lotu, potrzebne odległości rozpoczęcia celowania mogą być znacznie większe, aniżeli 2000 m, dla raket S-5k większe aniżeli 1500 m, a celownik ASP-5nd obliczony jest na strzelanie z odległości 1800 m dla raket S-24, 1500 m - dla raket S-3k i 1200 m dla raket S-5k. A zatem, jeżeli warunki strzelania są różne od obliczonych to, aby zabezpieczyć strzelanie wycelowane, koniecznym jest obliczenie i wprowadzenie do celowania uzupełniającej poprawki, która będzie określana przez wybrany środek rażenia.

Po to, ażeby wyciągnąć końcowy wniosek odnośnie racjonalnych kątów nurkowania, należy z wuzględzeniem możliwych /dla każdego środka rażenia/ odległości strzelania, określić zmianę prawdopodobieństwa rażenia celu przy strzelaniu z różnymi λ .

Przykłady podobnych wykresów podane są na rys. 1 i 2, a także na rys. 9 i 10 /linie przerywane/.

W uzupełnieniu do poprzednio podanego materiału można zaznaczyć, że w dużej ilości przypadków racjonalne kąty nurkowania będą się znajdować w zakresie kątów λ^* .

W szeregu przypadków, dla uproszczenia obliczeń o racjonalności kątów nurkowania, z punktu widzenia zapewnienia największej skuteczności strzelania jednego dowolnego

środka rażenia, można sądzić na podstawie określenia zmiany wielkości prawdopodobieństwa trafienia w cel^{x/}.

Na przykład, na rys. 9 i 10 /linie ciągle/ podane są przykłady podobnych wykresów $P / \lambda /$ dla różnych celów i warunków strzelania.

Z wykresów można wyciągnąć szereg wniosków praktycznych:

- rakiety S-24 celowym jest stosować przy strzelaniu z kątami nurkowania większymi od 20° . Przy małych kątach nurkowania /mniejszych od 20° / najbardziej skuteczne jest uzbrojenie artyleryjskie i nawet rakiety S-5k /S-5m/;

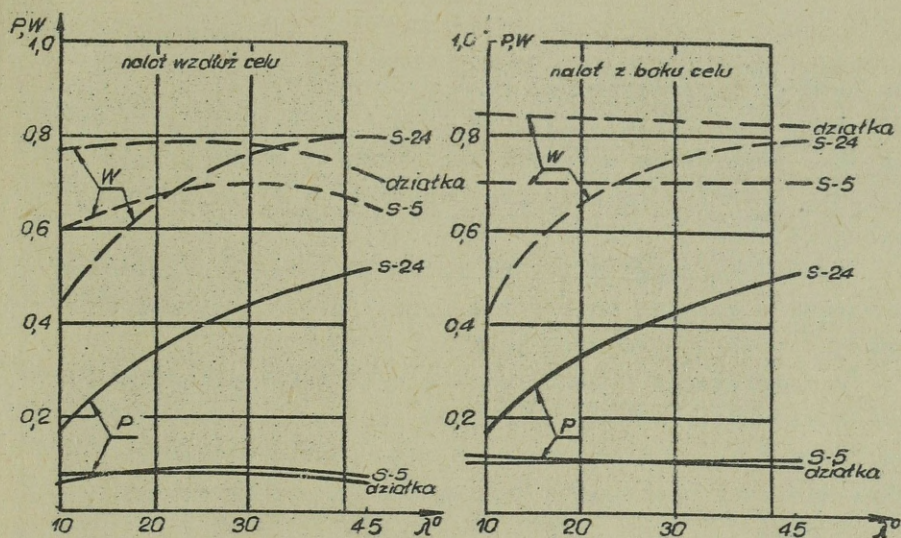
- przy niszczeniu rakiety "Mace" bardziej celowe są naloty ze strzelaniem do celu z boku; przy atakowaniu stacji radiolokacyjnej strzelania raketami S-24 jest jednako skuteczne przy nalotach wzdłuż celu lub z boku. Strzelanie z działek i raketami S-5m do stacji radiolokacyjnych jest bardziej skuteczne przy nalocie z boku;

- ogień z działek daje największą skuteczność przy małych kątach nurkowania. Pociski z działek - najbardziej skuteczny środek niszczenia rakiety "Mace" przy atakowaniu celu z boku i, odwrotnie, posiadają najmniejszą skuteczność przy ostrzeliwaniu stacji radiolokacyjnej z dużymi kątami nurkowania i przy nalocie wzdłuż celu.

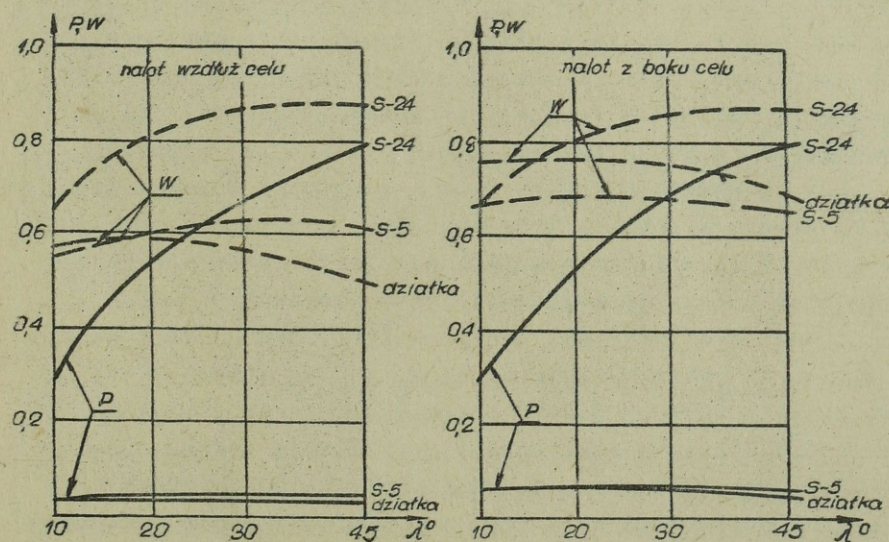
Z wykresów na rys. 9 i 10 wynika, że prawdopodobieństwo rażenia celu przez różne środki rażenia w bardzo dużej mierze zmienia się w zależności od warunków strzelania, co zawsze należy uwzględniać podczas lotu bojowego.

Jeżeli są dane odnośnie tego, że wrażliwość celu w odniesieniu do stosowanego środka rażenia zmienia się ze zmianą λ , to w charakterze wskaźnika skuteczności strzelania raketami niekierowanymi, kiedy cały ładunek bojowy może być wystrzelony serią salw w ciągu krótkiego okresu czasu, można przyjąć wielkość $\frac{P}{\omega}$, gdzie ω - średnia konieczna ilość trafień, którą bierze się odpowiednio

x/ Porównanie prawdopodobieństwa trafienia w cel dla różnych środków rażenia jest dla rozpatrywanych celów niedopuszczalne.



Rys.9. Wykresy zależności $W_0 / \lambda /$ i $P / \lambda /$ przy strzelaniu do rakiety "Mace" na wyrzutni.



Rys.10. Wykresy zależności $W_0 / \lambda /$ i $P / \lambda /$ przy strzelaniu do stacji radiolokacyjnej

dla każdego rozpatrywanego kąta nurkowania.

Przy strzelaniu z działek liczba wystrzałów może być zmienna, Wówczas za wskaźnik skuteczności można przyjąć stosunek średniej oczekiwanej wartości $\overline{h P}$ do średniej koniecznej ilości trafień $\overline{\omega}$, czyli $\frac{\overline{h P}}{\overline{\omega}}$.

Wskaźniki drugi i trzeci można obliczyć w zależności od warunków działań bojowych i ująć w postaci wykresów analogicznych do podanych na rys.9 i 10.

W zakończeniu wyboru racjonalnych kątów nurkowania przy strzelaniu, należy zatrzymać się na taktycznej ocenie różnych kątów nurkowania. Z tego punktu widzenia wszystkie kąty nurkowania dzielą się na cztery grupy:

- małe - do 15° ;
- średnie - od $20-40^{\circ}$;
- duże - powyżej 45° ;
- nurkowanie pionowe - $85-90^{\circ}$.

STRZELANIE Z MAŁYMI KĄTAMI NURKOWANIA stosujemy przy podstawie chmur 500-1000 m. Pod względem techniki pilotowania jest ono najbardziej proste. Wprowadzenie samolotu /lub grupy samolotów/ w lot nurkowy może być wykonane tak z dowrotu, jak też z prostej, co pozwala atakować cel bezpośrednio z trasy bez wykonania dodatkowego manewru.

Przy stosowaniu rakiet S-5m i S-5k oraz działek niewielka strata wysokości przy wyjściu z nurkowania umożliwia prowadzenie strzelania z małych odległości oraz osiągnięcie stosunkowo dużego prawdopodobieństwa trafienia w cel.

Strzelanie rakietami dużego kalibru typu S-24 i S-3k, wymagającymi wytrzymywania dużej H_g , przy małych λ , jest możliwe tylko z dużych odległości. W tym przypadku, na skutek zmniejszenia dokładności, strzelanie będzie niewystarczająco skuteczne. Ostrzeliwanie celów ukrytych rakietami wszystkich kalibrów oraz z działek, przy atakach z małymi kątami nurkowania będzie również mało skuteczne.

Cechą dodatnią strzelania z małymi kątami nurkowania jest możliwość wykonania ataku z zaskoczenia, co powoduje zmniejszenie skuteczności przeciwdziałania naziemnych środków obrony przeciwlotniczej oraz lotnictwa myśliwskiego

nieprzyjaciela.

Strzelanie ZE SREDNIMI KATAMI NURKOWANIA może być wykonywane przy wysokości dolnej warstwy chmur 1000-3000m. Kąty nurkowania 20-45° pozwalają prowadzić strzelanie do celów o małych rozmiarach, w tej liczbie również do celów ukrytych, w szerokim zakresie prędkości /600-1200 km/h/ oraz w najbardziej sprzyjających warunkach poszukiwania i wykrycia celów naziemnych.

STRZELANIE Z DUŻYMI KATAMI NURKOWANIA I PRZY NURKOWANIU PIONOWYM, w zasadzie nie stosuje się. Wyjątek może stanowić strzelanie ze złożonych rodzajów manewru, przy kątach nurkowania do 50° - 60°.

OKRESLENIE WYSOKOŚCI WPROWADZENIA SAMOLOTU W NURKOWANIE

Wysokość wprowadzenia samolotu w nurkowanie posiada duże znaczenie dla sukcesu ataku i określa się na podstawie warunków atmosferycznych, wybranych sposobów zajęcia położenia wyjściowego, manewru wyjścia na pozycję ogniową, prędkości wprowadzenia samolotu w nurkowanie, kąta nurkowania i charakterystyk nurkowania.

Dlatego, aby zapewnić potrzebny czas przebywania samolotu na pozycji ogniowej, wysokość wprowadzenia w nurkowanie winna być nie mniejsza, niż wysokość obliczona ze wzoru:

$$H_{wpr} = \Delta H_{wpr} + \Delta H_n + \Delta H_{wvpr} + H_g, \quad /11/$$

gdzie: ΔH_{wpr} - strata wysokości przy wprowadzeniu w nurkowanie

Przy wyborze wysokości wprowadzenia w nurkowanie należy uwzględnić, co następuje:

Wysokość wprowadzenia 300-600 m /małe wysokości/
zapewnia stosunkowo wysokie prawdopodobieństwo wyjścia

samolotu na cel o małych rozmiarach oraz pewność jego rażenia i zaatakowania celu w zasadzie z małymi kątami nurkowania z wykorzystaniem zwykłych sposobów manewru.

Wysokość wprowadzenia 600 - 1200 m umożliwia atakowanie celu o małych rozmiarach w bardziej szerokim zakresie kątów nurkowania /do 25°/, przy tym powstają jednak bardziej sprzyjające warunki prowadzenia ognia przez przeciwlotnicze rakiety kierowane oraz przez lufową artylerię przeciwlotniczą. Nie można w trakcie atakowania celu stosować złożonych rodzajów manewru.

Wysokość wprowadzenia 1500-2200 m zapewnia dobre warunki wykrycia i rozpoznania celu o małych rozmiarach, swobodę manewru w zakresie wyjścia na cel i wykonanie złożonego rodzaju manewru podczas atakowania celu^{x/}.

Strzelanie jest możliwe w szerokim zakresie prędkości i kątów nurkowania. Występuje jednak przy tym wysoka skuteczność działania naziemnych środków OPL nieprzyjaciela.

Wysokość wprowadzenia powyżej 2500 m wymaga wykonania ataku z dużymi kątami lub z nurkowania pionowego.

W licznych przypadkach możliwa wysokość wprowadzenia samolotu w nurkowanie będzie uwarunkowana wysokością podstawy oraz charakterem zachmurzenia.

WYBÓR PRĘDKOŚCI WPROWADZENIA SAMOLOTU W NURKOWANIE

Zakresy prędkości lotu współczesnych samolotów wahają się od 400-600 km/h do prędkości większych od prędkości dźwięku. Przy lotach jednak na małych wysokościach prawie wszystkie samoloty podlegają ograniczeniom prędkości lotu, uwarunkowanym wytrzymałością konstrukcji.

Na przykład, dla samolotu SU-7b, przy locie na wysokościach do 11000 m, maksymalnie dopuszczalna prędkość przyrzadowa nie powinna przekraczać 1100-1200 km/h. Dla

x/ Należy odróżniać wysokość wprowadzenia w nurkowanie po wykonaniu złożonego manewru od wysokości wprowadzenia samolotu w manewr złożony.

samolotu MiG-21F-13 na małych wysokościach prędkość przyrządowa ograniczona jest wielkością 1100 km/h.

Z punktu widzenia stworzenia lepszych warunków dla wykrycia celu i prowadzenia ognia, wygodnie jest mieć przy wprowadzeniu w nurkowanie stosunkowo niedużą prędkość, która pozwoli na wykorzystanie minimalnych odległości strzelania i na zwiększenie jego skuteczności.

Przy ataku jednak z małą prędkością wzrasta prawdopodobieństwo rażenia samolotu ogniem artylerii przeciwlotniczej małego kalibru i powstają lepsze warunki dla naprowadzenia na samolot PKPR przeciwnika. Dlatego w warunkach działań bojowych atakowanie celów z małymi prędkościami będzie można stosować tylko przy istnieniu słabego przeciwdziałania naziemnych środków OPL npla.

Przy silnym przeciwdziałaniu ze strony środków OPL i przy wykorzystaniu, dla wyjścia w punkt rozpoczęcia nurkowania, manewrów złożonych /"pętla", "zwrot bojowy" i inne/ najbardziej celowym jest wykonanie ataku na prędkości 1000 km/h i większej.

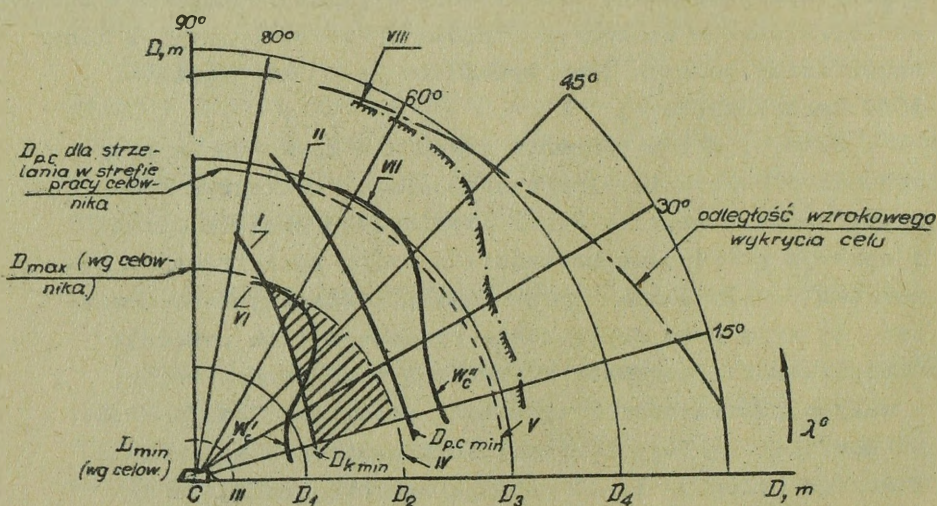
Duża prędkość zapewnia uzyskanie zaskoczenia przy wyjściu w położenie wyjściowe do ataku, zmniejsza czas przebywania w strefie ognia artylerii przeciwlotniczej i sprzyja pomyślnemu prowadzeniu walki powietrznej z samolotami myśliwskimi przeciwnika. Należy jednak pamiętać, że nadmierne zwiększenie prędkości lotu powoduje skomplikowanie warunków wykrycia i rozpoznania celów o małych rozmiarach. Zwiększenie prędkości lotu podczas nurkowania powoduje konieczność prowadzenia strzelania z dużych odległości, co pociąga za sobą zmniejszenie jego skuteczności. Dlatego wybór prędkości lotu, z którą należy wykonać atak celu, winien być dokonywany z uwzględnieniem konkretnych warunków, w których będą przebiegały działania bojowe.

BUDOWA STREFY MOŻLIWEGO STRZELANIA DO CELU NAZIEMNEGO

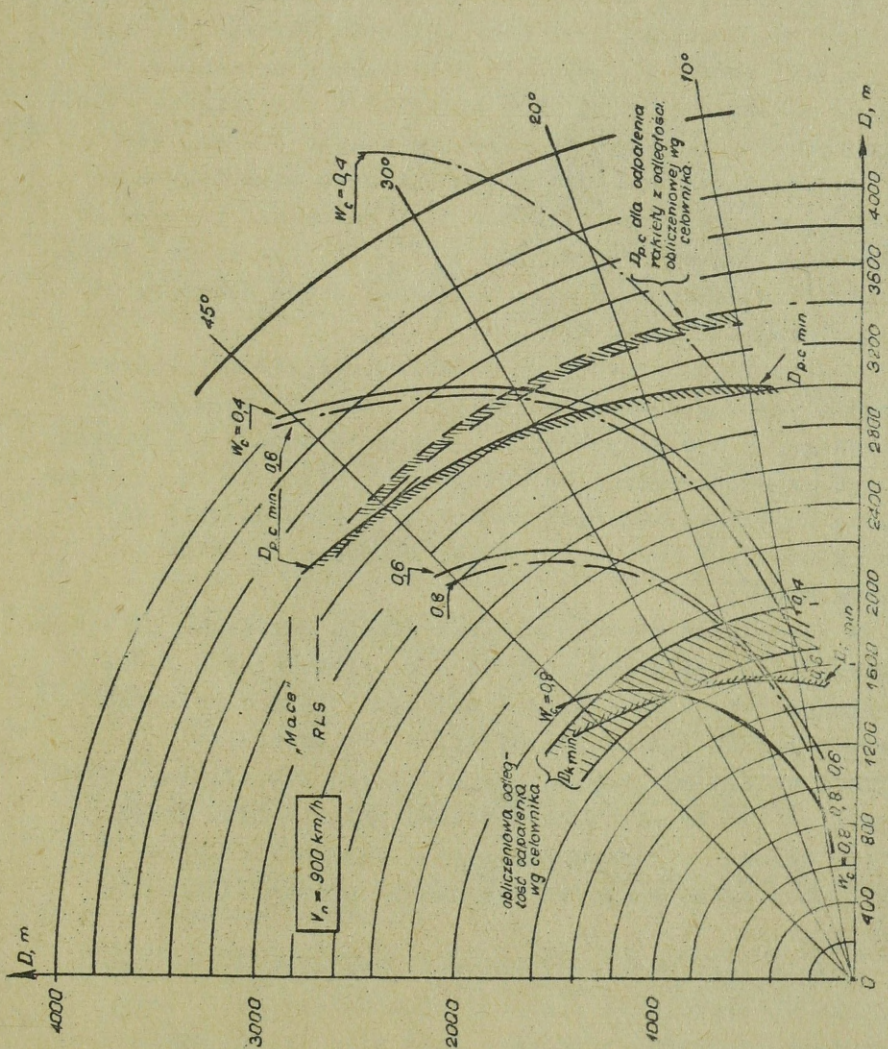
Możliwe warunki strzelania do celów naziemnych, tak jak i do celów powietrznych, wygodnie jest charakteryzować przy pomocy strefy możliwego strzelania. Dla zbudowania jej koniecznym jest określenie zakresu dozwolonych odległości odpalenia przy różnych kątach nurkowania i prędkościach lotu samolotu.

Strefę możliwego strzelania buduje się w biegunowym układzie współrzędnych w następującej kolejności /rys.11/:

1. Dla zadanego środka rażenia określamy minimalne odległości zakończenia strzelania w zależności od λ i V_1 z uwzględnieniem zastosowania na wyjściu z nurkowania manewru "górnika". Dla tych celów wykorzystujemy wzór /2/ i wykresy $D_{k \min}$ / . Na podstawie otrzymanych danych wrysowujemy na schemat granicę $D_{k \min}$ /krzywa I/.



Rys. 11. Schemat budowy strefy możliwego strzelania.



rys. 12. Schemat strefy możliwego strzelania oraz krzywe równego prawdopodobieństwa rażenia celów: rakiety "Mace" na wyrzutni i stacji radiolokacyjnej.

2. Na podstawie wzoru /9/, wychodząc z warunku przerwania ognia na $D_{k \min}$, określamy minimalne odległości rozpoczęcia /początku/ celowania. Granicę $D_{p.o \min}$ wrysowujemy na schemat /krzywa II/.

3. Wrysowujemy na schemat granice strzelania D_{\max} i D_{\min} , dla których obliczony jest dany celownik /krzywe III i IV/.

4. Obliczamy, a następnie wrysowujemy na schemat granicę maksymalnie możliwych odległości rozpoczęcia celowania. Granicę tę można znaleźć, wychodząc z tego, że:

- strzelanie prowadzi się w zakresie dozwolonych odległości, dla których obliczony jest celownik. Wówczas za wielkość wyjściową przyjmujemy $D_{c \max}$, dla której został obliczony celownik i od niej odkładamy drogę samolotu za czas celowania /krzywa V/;

- strzelanie prowadzimy z takiej odległości, która zapewnia prawdopodobieństwo rażenia celu nie mniejsze od nakazanego. W tym przypadku na schemacie buduje się krzywe równego prawdopodobieństwa /krzywe VI, VII/, które przyjmujemy za wyjściowe. Od nich odkładamy drogę samolotu za czas celowania i budujemy granicę rozpoczęcia celowania /krzywa VIII/;

- strzelanie prowadzimy poza strefą możliwych odległości strzelania, na które oblicza się celownik. Ten rodzaj strzelania wymaga specjalnych poprawek, lecz w praktyce może być bardzo rozpowszechniony. W tym przypadku za wielkość wyjściową przyjmujemy odległość strzelania, która pozwala na stosowanie danego środka rażenia /lub dwóch środków rażenia w jednym nalocie/ i zapewnia możliwie duże /lub dopuszczalne w danych warunkach/ prawdopodobieństwo rażenia celu.

Jeżeli występują jakiegokolwiek specjalne ograniczenia w warunkach strzelania /pod względem odległości i kąta nurkowania, manewru, prędkości lotu itd/, to te ograniczenia również uwzględnia się przy ostatecznej budowie strefy możliwego strzelania.

Na rys. 12 podana jest przykładowa postać strefy możliwego strzelania rakieta typu S-24 do dwóch celów: rakiety "Mace" na wyrzutni i stacji radiolokacyjnej. Jak wynika z rysunku, na podstawie charakteru możliwej strefy możliwego strzelania można wyciągnąć następujące wnioski praktyczne odnośnie warunków zastosowania bojowego uzbrojenia /wartości W_c , otrzymane przy założeniu, że zadanie celowania jest w każdym przypadku rozwiązywane dokładnie/:

- atak celów wskazanym jest wykonywać z kątami nurkowania $30^\circ - 45^\circ$, gdzie $W_c = 0,6 - 0,8$ może być otrzymana w znacznym zakresie odległości odpalenia; przy kątach nurkowania 10° prawdopodobieństwo rażenia celu zmniejsza się, trzeba odpalenie rakiety wykonać z odległości zbliżonych do $D_{k \min}$

- strzelanie do stacji radiolokacyjnej jest bardziej skuteczne, niż strzelanie do rakiety "Mace";

- dla wykorzystania systemu celowniczego, rakiety należy odpalać z odległości zbliżonych do $D_{k \min}$, przy $\lambda = 30, 20$ i 10° oraz z odległości $D_{k \min}$ przy $\lambda = 45^\circ$;

- strzelanie z odległości większych aniżeli $D_{k \min}$, wymaga wprowadzenia poprawek w celowanie;

- wyjście na pozycję ogniową i rozpoczęcie celowania należy wykonywać na odległościach do celu około 3-3,5 km. Z tym obliczeniem winien być również zbudowany manewr wyjścia na cel.

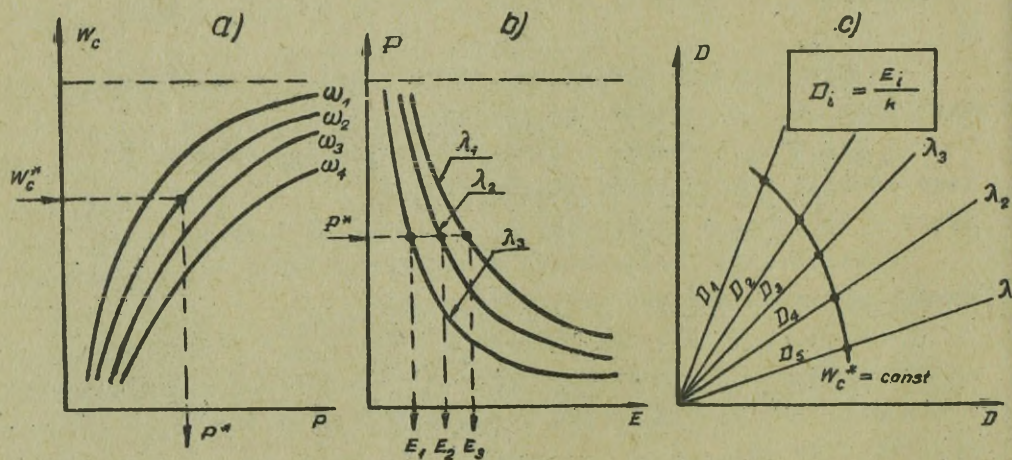
Krzywą równego prawdopodobieństwa możemy zbudować w następujący sposób:

- wybrać wartości W_{ci}^* , dla których będą budowane krzywe równego prawdopodobieństwa;

- według wybranych wartości W_{ci}^* , przy pomocy wykresu zależności $W_c / P /$ dla danego środka rażenia, znajdujemy wielkości P_i^* /rys. 13, a/;

- na podstawie wielkości P_i^* przy pomocy wykresów $P / E, \lambda /$ znajdujemy wartości E_i dla poszczególnych kątów nurkowania /rys. 13, b/;

- na podstawie wzoru, wyrażającego zależność prawdopodobnego odchylenia rozrzutu wystrzałów od odległości i innych warunków ataku, określamy odległości D_i , przy strzelaniu, z których w nakazanych warunkach $[\lambda, V_m]$ wielkość prawdopodobieństwa rażenia celu będzie równa nakazanej W_{ci}^* . Na przykład, dla odpalenia rakiet niekierowanych lub strzelania z działek $D_i = \frac{E_i}{k}$, gdzie k - współczynnik, którego wielkość zależy od stosowanego środka rażenia;



Rys.13. Budowa krzywej równego prawdopodobieństwa.

- mając odległości D_i na schemacie, przedstawiającym strefę możliwego strzelania, budujemy krzywe równego prawdopodobieństwa /rys.13,c/. Na rysunku tym przedstawiona jest budowa tylko jednej krzywej dla $W_c = W_c^*$. Analogicznie budujemy krzywe i dla innych wartości prawdopodobieństwa rażenia celu.

2. OKREŚLANIE MOŻLIWYCH WARUNKÓW STRZELANIA RAKIETAMI KIEROWANYMI DO CELÓW NAZIEMNYCH

Możliwe warunki strzelania do celów naziemnych zależą od typu stosowanej rakiety kierowanej.

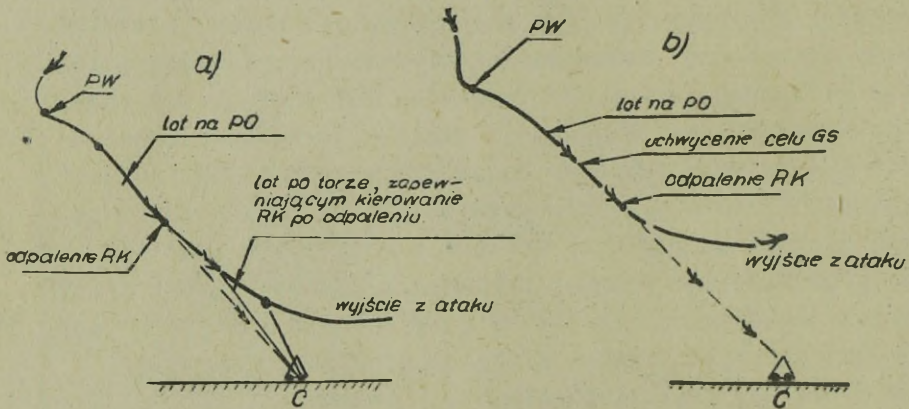
Na rys. 14 przedstawione są schematy lotu samolotu przy atakowaniu celu naziemnego z zastosowaniem rakiet kierowanych. Jak wynika z rys. 14, a, w przypadku strzelania raketami z dowódczym układem kierowania pilot tak, jak i przy strzelaniu raketami niekierowanymi, zajmuje położenie wyjściowe, wprowadza samolot w lot nurkowy i wychodzi na pozycję ogniową. Na pozycji ogniowej wykonuje on celowanie i odpalenie rakiety. Po odpaleniu pilot kontynuuje zbliżanie do celu, przemieszczając się po torze, zapewniającym kierowanie raketą. Ostatni odcinek toru może być albo przedłużeniem prostej nurkowania, ^{albo} jakiegokolwiek innej krzywej, umożliwiającej jednak obserwowanie rakiety i celu. Kierowanie raketą wykonuje się do chwili wybuchu jej części bojowej /spotkania rakiety z celem/.

Przy dowódczym systemie naprowadzania ciągle określa się współrzędne rakiety i celu, a kierowanie raketą wykonuje się w zależności od ich położenia wzajemnego. Najprostsze jest kierowanie dowódcze za pomocą radia, gdy pilot naprowadza raketę na cel drogą wydawania komend, przekazywanych w oparciu o obserwację wzrokową rakiety i celu. Na tej zasadzie oparte jest kierowanie szeregu typów rakiet bliskiego zasięgu.

W przybliżeniu taki też schemat lotu będzie miał miejsce również przy strzelaniu do celu naziemnego raketami, kierowanymi za pomocą wiązki prowadzącej klasy "powietrze-powietrze", lecz z tą tylko różnicą, że kierowanie lotem jest dokonywane automatycznie według komend, wypracowywanych przez pokładową aparaturę rakiety, a pilot obowiązany jest przez cały czas utrzymywać wiązkę prowadzącą na celu, do momentu wybuchu rakiety.

Konieczność zbliżenia do celu po odpaleniu doprowadza do zwiększenia odległości strzelania.

Na rys. 14,b przedstawiony jest schemat lotu samolotu przy atakowaniu celu naziemnego, lecz z zastosowaniem rakiet samonaprowadzających się. Ze schematu wynika, że



Rys. 14. Schemat lotu samolotu myśliwskiego przy strzelaniu rakietami kierowanymi do celów naziemnych:
a/ rakiety z dowódczym systemem naprowadzania;
b/ rakiety samonaprowadzające się.

pilot, wykonując celowanie, winien uzyskać stałe uchwytnie celu przez głowicę samonaprowadzania i dopiero wtedy odpalić raketę. To zwiększa nieco czas znajdowania się samolotu na pozycji ogniowej, lecz za to po odpaleniu rakiety można od razu wykonać wyjście z nurkowania.

Rakieta naprowadza się na cel na podstawie sygnałów, otrzymywanych od celu. Na rozpatrzonym schemacie są naprowadzane rakiety, posiadające głowicę radiolokacyjną i przeznaczone do niszczenia pracujących stacji radiolokacyjnych, albo rakiety, posiadające głowicę na podczerwień i naprowadzające się według podczerwonego kontrastu celu.

Przy rozwiązywaniu zagadnień zastosowania bojowego rakiet kierowanych, tak jak i w przypadku walki powietrznej, należy przede wszystkim określić strefę możliwego strzelania, a następnie w jej granicach wyznaczyć warunki, zapewniające największą skuteczność działania rakiety na cel, to jest z możliwych warunków wybrać racjonalne i, na koniec, ustalić praktyczne działania pilota z konkretnym systemem uzbrojenia w czasie wyjścia na cel i podczas jego ataku.

BUDOWA STREFY MOŻLIWEGO STRZELANIA

Dla zbudowania strefy możliwego strzelania raketami kierowanymi koniecznym jest znalezienie zmiany zakresu dozwolonych odległości odpalenia rakiety, w zależności od kątów nurkowania przy strzelaniu. Przy tym, w odróżnieniu od strzelania do celów naziemnych raketami niekierowanymi i z działek, granica strefy będzie zależała od znacznie większej liczby czynników. Na przykład, maksymalną odległość odpalenia rakiety określa się na podstawie możliwości energobalistycznych rakiety, charakterystyki zapalnika pod względem U_{Dmin} i możliwości w zakresie wykrycia celów.

Minimalna odległość odpalenia zależy od wielkości H_g , zapewniającej bezpieczeństwo lotu, od czasu odbezpieczenia zapalnika, metody kierowania raketą itd.

W tym celu, ażeby określić zakres dozwolonych odległości odpalenia, ustalmy, jak zmienia się odległość strzelania przy odpaleniu rakiet z różnymi kątami nurkowania.

Przy strzelaniu do celów naziemnych odległość odpalenia można określić według następującego wzoru:

$$D_{strz} = D_r + V_D t, \quad /12/$$

gdzie: D_r i t - w ogólnym przypadku zależą od typu stosowanej rakiety kierowanej i od wysokości lotu przy strzelaniu.

Przy strzelaniu do celów naziemnych zakres wysokości lotu jest stosunkowo nieduży, co pozwala wykonywać obliczenia według wysokości średniej, równej połowie wysokości w momencie strzelania.

Prędkość zbliżenia samolotu do celu naziemnego jest równa prędkości jego lotu:

$$V_1 = V_D .$$

Wobec znacznego oporu powietrza na małych wysokościach, możemy nie brać pod uwagę wpływu ciężaru rakiety na jej prędkość /siła oporu powietrza jest większa, aniżeli rzut siły ciężkości na kierunku lotu rakiety/.

Ponieważ wzór /12/ nie daje prostej zależności odległości strzelania od kąta nurkowania, celowym jest przekształcić ten wzór do następującej postaci:

$$D_{\text{strz}} = A + a H_{\text{sr}} + V_1 t , \quad /13/$$

gdzie: $A + a H_{\text{sr}} = D_{\text{r}}$,

A oraz a - współczynniki, zależne od typu rakiety i czasu jej lotu.

Wielkość współczynników A i a określamy przy pomocy wykresu D_{r}/t /rys.15/. Rzeczywiście, jak wynika z rysunku, względną odległość można przedstawić w postaci dwóch składowych: pewnej wielkości D_{r0} , odpowiadającej wysokości lotu przy ziemi / $H=0$ / , i przyrostu ΔD_{r} , zależnego od wysokości lotu

$$D_{\text{r}} = D_{\text{r0}} + \Delta D_{\text{r}} .$$

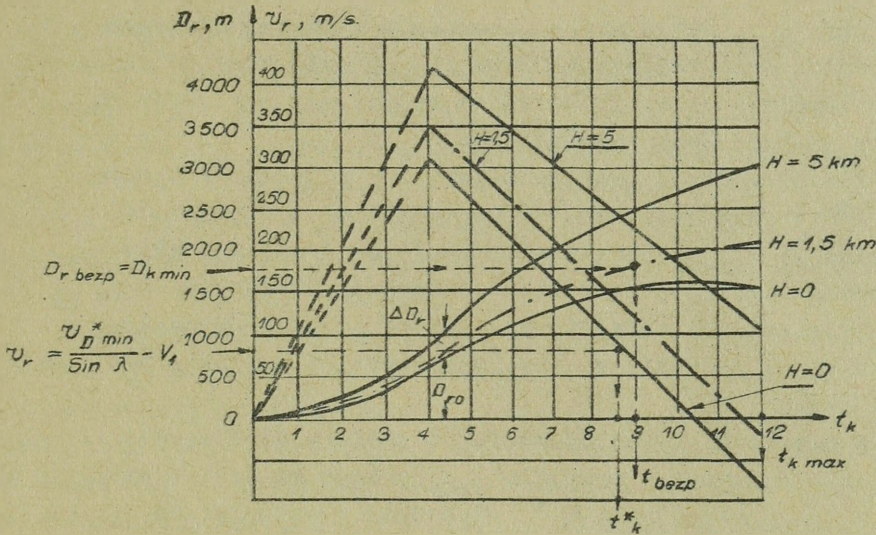
Oznaczywszy

$$D_{\text{r0}} = A , \quad \Delta D_{\text{r}} = a H ,$$

możemy wzór /12/ doprowadzić do postaci /13/ .

Wielkość A odczytujemy z wykresu D_{r}/t / , wykorzystując krzywą dla $H = 0$. Wartość a znajdujemy także przy pomocy

wykresu według wzoru: $a = \frac{\Delta D_r}{H \sin \lambda}$.



Rys.15. Wykres do określania współczynników A i a

Dla każdego typu rakiet zestawia się osobną tabelę wartości współczynników. Na przykład, w poniższej tabeli podane są wartości A i a dla rakiety Rs-2u /RS-2us/.

t, sek.	5	6	7	8	9	10	11	12
A	900	1200	1400	1500	1600	1500	1400	1400
a	0,05	0,06	0,07	0,10	0,13	0,15	0,18	0,21

Wykorzystując wzór /13/ i uwzględniając, że $H_{sr} = 0,5 D \sin \lambda$, możemy zapisać wartość odległości strzelania jako funkcję kąta nurkowania:

$$D_{\text{strz}} = 2 \frac{A + v_1 t}{2 - a \sin \lambda} \quad /14/$$

Wartości maksymalnych i minimalnych odległości odpalenia rakiety będą wynosiły:

$$D_{\max} = 2 \frac{A + v_1 t_{\max}}{2 - a \sin \lambda},$$

$$D_{\min} = 2 \frac{A + v_1 t_{\min}}{2 - a \sin \lambda}.$$

Czas t_{\max} określamy na podstawie maksymalnego czasu kierowanego lotu rakiety, a czas t_{\min} , jako czas odbezpieczenia zapalnika z uwzględnieniem opóźnienia w zejściu / t_{odb} / rakiety z urządzenia odpalającego.

Przy określaniu granicy maksymalnych odległości odpalenia koniecznym jest uwzględnienie obliczonej prędkości zapalnika $v_{D_{\min}}^*$, największej odległości działania głowicy samonaprowadzania /u raket samonaprowadzających się/, lub największej odległości czułości odbiornika /w rakietach telekierowanych/, a także możliwości w zakresie wykrycia celu.

Na przykład, w zastosowaniu do rakiety RS-2Us, dla określenia ograniczeń według $v_{D_{\min}}^*$ koniecznym jest z wykresu v_r / t / określenie t_k^* wychodząc z warunku, że

$$v_r > \frac{v_{D_{\min}}^*}{\sin \lambda} - v_1. \quad /15/$$

Jeżeli $t_{k \max} < t_k^*$, to obliczanie D_{\min} wykonujemy według $t_{k \max}$. W przypadku, kiedy $t_k^* < t_{k \max}$, to D_{\min} obliczamy według t_k^* . Wzór /15/ otrzymaliśmy z uwzględnieniem tego, że zbliżenie rakiety do ziemi /sygnał do zapalnika będzie szedł nie od celu, lecz od ziemi drogą najkrótszą/ odbywa się z prędkością $v_D = v_r \sin \lambda$. Prędkość ta winna być większa od $v_{D_{\min}}^*$, czyli $v_D > v_{D_{\min}}^*$ albo $v_r \sin \lambda > v_{D_{\min}}^*$. Podstawiając do wymienionej nierówności wartość $v_r = v_1 + v_r$ i rozwiązując ją względem v_r , otrzymamy wzór /15/.

Przy określaniu granicy maksymalnych odległości odpalenia koniecznym jest uwzględnienie minimalnej odległości wyjścia z ataku /wychodząc z warunków bezpieczeństwa lotu przed zderzeniem z ziemią lub przed rażeniem samolotu odłamkami rakiety, która wybuchła/, a także warunku:

$$v_D < v_{D_{\max}}^*.$$

W tych celach, dla rakiet telekierowanych koniecznym jest znalezienie t_{bezpmin} , biorąc pod uwagę, że

$$D_r \text{ bezp} = D_{k \text{ min}}.$$

Po określeniu odległości $D_{k \text{ min}}$ z uwzględnieniem H_g dla danej rakiety i samolotu, i przyrównując ją do $D_r \text{ bezp}$ z wykresu D_r/t / znajdujemy t_{bezpmin} /rys.15/, a na podstawie t_{bezpmin} określamy minimalną odległość strzelania.

Każdemu kątowi nurkowania będą odpowiadały jego $D_{k \text{ min}}$. Dlatego w rezultacie obliczeń otrzymamy zależność D_{max} i D_{min} od kąta nurkowania, na podstawie której można zbudować strefę możliwego strzelania.

Przykładowy obraz strefy możliwego strzelania przedstawiony jest na rys. 16. Na schemacie we współrzędnych D i λ są wrysowane granice D_{max} i D_{min} , wychodząc z różnych ograniczeń. Ponadto jest przedstawiona granica zasięgu działania koordynatora rakiety, granica możliwej odległości widoczności celu, a także granice początku celowania przy strzelaniu z D_{max} i D_{min} :

$$D_{\text{p.o}} = D_{\text{strz}} + V_1 t_{\Sigma}$$

przy tym

$$t_{\Sigma} = t_c + t_{\text{p.o}} + \Delta t,$$

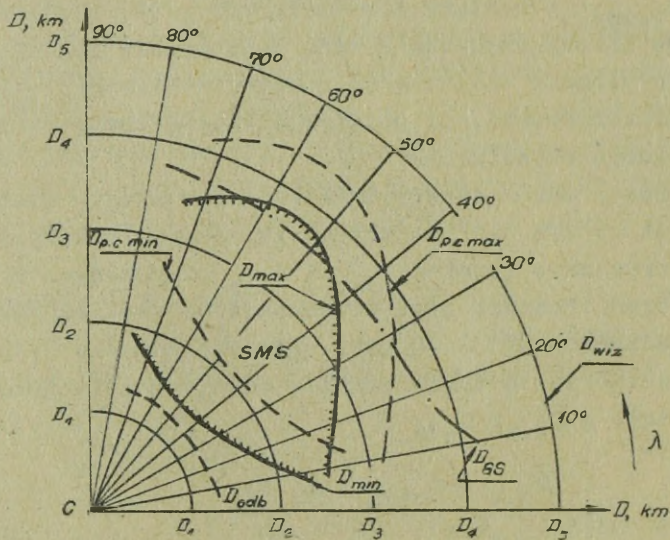
- gdzie: t_c - czas, potrzebny na wykonanie celowania,
 $t_{\text{p.o}}$ - czas prowadzenia ognia z uwzględnieniem opóźnienia zejścia rakiety z wyrzutni
 / $t_{\text{p.o}} = t_{\text{zej}} + t_{\text{sl}}$ /,
 Δt - czas opóźnienia w czynnościach pilota;
 t_{zej} - czas opóźnienia w zejściu rakiety z wyrzutni;
 t_{sl} - czas salwy.

Dla strzelania z D_{max} , można przyjąć t_{Σ} równe t_c .

Przy określaniu granicy D_{min} koniecznym jest zawsze bardziej dokładnie uwzględniać możliwe zmiany w warunkach strzelania, szczególnie przy dużych λ . Na przykład

przy dużych kątach zwiększa się opóźnienie w czynnościach pilota przy wyprowadzeniu z nurkowania, co wymaga zwiększenia H_g .

Dla określenia racjonalnych warunków odpalenia rysuje się krzywe równego prawdopodobieństwa rażenia celu.



Rys.16. Możliwa strefa strzelania rakietami kierowanymi do celów naziemnych.

P r z y k ł a d 1. Zbudować strefę możliwego strzelania rakietą RS-2u do celu naziemnego.

Odpalenie wykonuje się z samolotu MiG-19pm. Strata wysokości podczas wprowadzenia podana jest w poniższej tabeli.

λ°	10	20	30	45	60
ΔH_{wypr} m	100	200	400	600	-

Wysokość $H_g = 250$ m, $H_{sr} = 1500$ m^{x/}.

Zmiana prędkości lotu samolotu przy różnych kątach nurkowania, w zależności od czasu, podana jest w poniższej tabeli.

λ° \backslash sek.	4	6	8	10	12
10	237	238	238	239	239
20	239	240	241	242	243
30	241	242	246	248	250
45	246	248	251	255	258

R o z w i ą z a n i e 1. Określamy granicę maksymalnych odległości odpalenia. W tym celu wykorzystujemy wzór /14/, obliczywszy uprzednio dla każdego kąta nurkowania czas t_{\max}

Wiadomo, że dla rakiety RS-2u maksymalny czas lotu kierowanego wynosi $t_{k\max} = 12$ sek.

Sprawdzamy, czy prędkość zbliżania rakiety do ziemi nie ogranicza czasu lotu kierowanego.

Wykorzystując warunek /15/, otrzymamy dla $\lambda = 15^{\circ}$

$$v_r \geq \frac{v_{D\min}^*}{\sin \lambda} - v_1 = \frac{100}{0,26} - 240 = 150 \text{ m/sek.}$$

Z wykresu v_r / t /, podanego na rys. 15 znajdujemy $t_k^* = 7,6$ sek, co jest mniejsze od $t_{k\max}$

A zatem, $v_{D\min}^*$ powoduje ograniczenia D_{\max}

Dokonując analogicznego obliczenia otrzymamy t_{\max} dla obliczenia granicy D_{\max} .

x/ W ogólnym przypadku H_g i H_{sr} są wielkościami zmiennymi i zmieniają się w zależności od kąta nurkowania przy strzelaniu. W tym przykładzie nie będziemy tego uwzględniać.

λ°	10	15	20	30	$> 30^{\circ}$
t_{\max}^* , sek.	6	7,6	8,5	11,6	12

Z danych zawartych w tabeli wynika, że przy kątach nurkowania większych od 30° prędkość zbliżenia rakiety do celu nie nakłada ograniczeń na wielkość odległości D_{\max} . Dlatego $t_{\max} = t_{k \max}$.

Obliczamy D_{\max} dla $\lambda = 30^{\circ}$:

$$D_{\max} = 2 \frac{A + t_{\max} \cdot V_p}{2 - a \sin \lambda} = 2 \frac{1400 + 11,6 \cdot 250}{2 - 0,02 \cdot 0,5} = 4770 \text{ m}$$

Maksymalne odległości strzelania dla innych kątów nurkowania podane są w poniższej tabeli:

λ°	10	20	30	45
D_{\max} , m	2640	3650	4770	4800

2. Obliczamy wartości odległości D_{\min} , wykorzystując wzór /14/. Uprzednio znajdujemy t_{\min} z uwzględnieniem $t_{\text{odb}} = 5$ sek. i wielkości t_{bezp} . Dla określenia t_{bezp} znajdujemy wartość $D_{k \min}$:

$$D_{k \min} = \frac{\Delta H_{\text{wypr}} + H_g}{\sin \lambda}$$

Dla kąta $\lambda = 30^{\circ}$ otrzymamy $\Delta H_{\text{wypr}} = 400$ m, $H_g = 250$ m/:

$$D_{k \min} = \frac{400 + 250}{0,5} = 1300 \text{ m.}$$

Przyrównując $D_{k \min} = D_r$, z wykresu D_r/t znajdujemy czas $t_{\text{bezp}} = 6$ sek.

Pozostałe wartości $D_{k \min}$ i t_{bezp} ujmijemy w tabelę:

λ°	10	20	30	45
$D_{k \min}$, m	2020	1350	1300	1200
t_{bezp} , sek.	> 12	6,5	6	5,5

Dane zawarte w tabeli wskazują, że zasadnicze ograniczenie $D_{k \min}$ będą stanowiły warunki bezpieczeństwa wyjścia z ataku, ponieważ $t_{\text{bezp}} > t_{\text{odb}}$.

Określamy, czy wielkość $v_{D \max}^*$ nie będzie powodowała ograniczenia. W tym celu znajdujemy prędkość zbliżania rakiety do ziemi $\lambda = 45^\circ$.

$$v_D = \sqrt{v_r^2 + v_1^2} / \sin \lambda = \sqrt{300^2 + 250^2} / 0,71 = 390 \text{ m/sek.} < v_{D \max}^* = 600 \text{ m/sek.}$$

A zatem, przy kątach $\lambda = 45^\circ$ i mniejszych, nie ma ograniczeń pod względem $v_{D \max}^*$. Wykonawszy obliczenia dla kątów $\lambda = 80^\circ$, dojdziemy do analogicznych wniosków, ponieważ we wszystkich przypadkach mamy $v_D < 600 \text{ m/sek.}$

Wykorzystując wartości t_{bezp} , określamy minimalną odległość strzelania dla $\lambda = 30^\circ$:

$$D_{\min} = 2 \frac{A + v_1 t_{\text{bezp}}}{2 - a \sin \lambda} = 2 \frac{1200 + 242 \cdot 6}{2 - 0,66 \cdot 0,5} = 2690 \text{ m.}$$

Wartości D_{\min} dla innych warunków strzelania ujmujemy w tabelę:

λ°	10	20	30	45
$D_{\min}, \text{ m}$	4340	3200	2690	2540

3. Obliczamy odległość początku celowania przy strzelaniu z D_{\max} i D_{\min} :

$$D_{\text{p.o max}} = D_{\text{strz}} + v_1 t_0$$

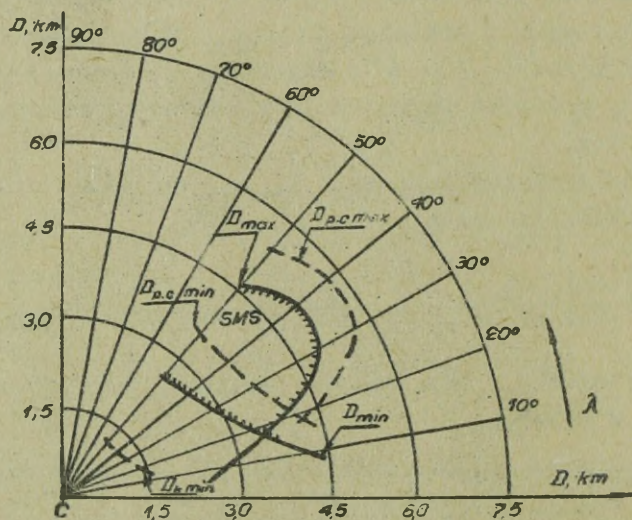
$$D_{\text{p.o min}} = D_{\text{strz}} + v_1 / t_0 + t_{\text{p.o}} + \Delta t / .$$

Dla kątów nurkowania 30° :

Pozostałe dane odnośnie $D_{p.o}$ podane są w tabeli:

λ°	10	20	30	45
$D_{p.o \max}$, m	-	4370	5505	5555
$D_{p.o \min}$, m	-	4160	3670	3560

Strefa możliwego strzelania dla rozpatrywanego przykładu, podana jest na rys. 17.



Rys.17. Strefa możliwego strzelania rakieta RS-2u.

CECHY SZCZEGÓLNE ZASTOSOWANIA BOJOWEGO RÓŻNYCH TYPOW RAKIET KIEROWANYCH

Jak już wskazano wcześniej, konkretne warunki zastosowania rakiet i czynności pilota podczas atakowania celu zależą od typu stosowanej rakiety kierowanej. Rozpatrzmy kilka przykładów.

RAKIETY Z DOWÓDCZYM UKŁADEM KIEROWANIA. Dla naprowadzania rakiety na cel koniecznym jest dokonywanie porównywania jej położenia rzeczywistego z położeniem wymaganym dla każdego momentu czasu. Obserwacja rakiety i celu może być dokonywana wzrokowo, przy pomocy celownika optycznego lub z wykorzystaniem linii łączności telewizyjnej.

We wszystkich przypadkach pilot określa i ocenia odchylenie rakiety od celu i przesuując rączkę przyrządu dowódczego, stara się błęd naprowadzenia sprowadzić do zera. Koniecznym jest, ażeby pilot starał się utrzymywać raketę tak, ażeby ona przesłaniała sobą cel, znajdujący się cały czas na linii łączącej samolot z celem. Spełnienie tego warunku zapewnia trafienie w cel.

Optyczny system kontroli jest prosty, lecz posiada tę cechę ujemną, że może być stosowany w warunkach dobrej widoczności w rejonie celu. Zasięg działania jest niewielki, ponieważ ze wzrostem odległości zmniejsza się dokładność strzelania, na skutek niskiej zdolności rozdzielczej oka.

Zastosowanie systemu telewizyjnego zwiększa dokładność strzelania.

Na ekranie odbiornika telewizyjnego pilot widzi wszystkie przedmioty znajdujące się w polu widzenia kamery. Telewizyjna linia łączności, umożliwia naprowadzanie rakiety z odległości przekraczającej bezpośrednio widoczność, co zwiększa odległość wyjścia z ataku.

Naprowadzanie realizuje się przy pomocy przyrządu dowódczego drogą pokrywania obrazu rakiety z obrazem celu, który utrzymuje się w środku ekranu.

Cechą ujemną systemów telewizyjnych jest ich zależność od warunków atmosferycznych i słaba odporność na zakłócenia.

RAKIETY, NAPROWADZANE PRZY POMOCY WIĄZKI. Przykładem podobnego układu jest system S-2u, zamontowany na samolocie MiG-19pm, wykorzystujący dla rażenia celu rakiety RS-2u. Stosownie do cech szczególnych urządzenia danego kompletu

/samolot, rakiet, celownik/, zastosowanie bojowe rakiet jest realizowane w sposób następujący.

Najbardziej racjonalnymi warunkami zastosowania bojowego rakiet są: wysokość wprowadzenia w nurkowanie 3000-3500 m, prędkość przyrzadowa wprowadzenia w nurkowanie 550-700 km/h, kąty nurkowania 20° - 25° , prędkość lotu w momencie odpalenia 800 km/h.

Przy prędkości odpalenia około 800 km/h rakiety normalnie wchodzi w wiązkę stacji celowania. Przy prędkościach lotu samolotu powyżej 900 km/h kierowanie samolotem, dokładność celowania i naprowadzanie rakiety na cel pogarszają się, wyprowadzenie samolotu z lotu nurkowego trzeba wykonywać z dużymi przeciążeniami lub zaczynać z dużej odległości. Przy tychże prędkościach występuje silne wahanie rakiet, szczególnie na początkowym etapie lotu. Może okazać się, że rakiety w ciągu 0,4-0,6 sek. znajdzie się powyżej osi strefy równowagi, a w niektórych przypadkach - powyżej osi samolotu-nosiciela. Dlatego jest rzeczą niepożądaną mieć podczas nurkowania i strzelania prędkość lotu rzędu 900 km/h i większe.

Strzelanie rakietami RS-2u do celu naziemnego wykonuje się w następującej kolejności:

Po sprawdzeniu przydatności celownika do pracy w powietrzu pilot unieruchamia wiązkę w momencie znajdowania się środka pierścienia "sztucznego obrazu celu" przy środkowym punkcie siatki celownika ASP-5n, ustawionego na "NIERUCH".

Po wyjściu w położenie wyjściowe do ataku, samolot płynnie i skoordynowanie wprowadza się w nurkowanie. Pierścień sztucznego obrazu celu nakładamy na punkt wyniesiony pod cel /o 5-10 m/ i utrzymujemy w tym położeniu do odpalenia rakiet. Po odpaleniu rakiet kontynuujemy lot w poprzednim reżymie. Do chwili wejścia rakiet w wiązkę nie wykonujemy żadnych manewrów w zakresie udokładnienia celowania.

Przy wejściu rakiet w wiązkę pilot udokładnia celowanie, pokrywając sztuczny obraz celu z punktem naprowadzenia na cel. Dokładne celowanie należy utrzymywać do momentu wybuchu rakiet nad celem. Podczas celowania do momentu odpalenia i szczególnie po odpaleniu nie wolno wykonywać gwałtownych dowrotów i zwracać uwagi na położenie rakiet względem celu. Należy tylko utrzymywać dokładne celowanie.

Przy nurkowaniu ważną rzeczą jest znajomość odległości i wysokości początku wyprowadzenia z nurkowania.

Odległość rozpoczęcia wyprowadzenia samolotu z nurkowania obliczamy ze wzoru:

$$D_{\text{wypr}} = D_{\text{strz}} - V_1 / t_k + t_{\text{zej}} + \Delta t \geq D_{k \text{ min}},$$

gdzie: t_k - czas kierowanego lotu rakiety do celu;

t_{zej} - czas opóźnienia w zejściu rakiet z wyrzutni;

Δt - czas opóźnienia w czynnościach pilota.

Wysokość rozpoczęcia wyprowadzenia samolotu z nurkowania obliczamy według wzoru:

$$H_{\text{wypr}} = D_{\text{wypr}} \sin \lambda \geq H_{\text{bezp}}.$$

Należy podkreślić, że ważną rzeczą jest, ażeby wyprowadzenie samolotu z nurkowania rozpoczynać już po wybuchu rakiety. Inaczej bowiem mogą zaistnieć duże błędy w strzelaniu. Rakiety, znajdujące się w wiązce przy jej ruchu w momencie wyjścia, mogą wyjść z wiązki i wybuchnąć w miejsce zupełnie przypadkowym.

Właściwości konstrukcji zapalnika rakiety powodują duży rozrzut punktów wybuchu rakiet od 1 do 20 m, co obniża skuteczność działania.

Rozrzut bardziej szeroki występuje przy małych kątach nurkowania. Dlatego kąty 20° - 25° są kątami najbardziej racjonalnymi.

RAKIETY SAMONAPROWADZAJĄCE SIĘ wymagają, przy zastosowaniu bojowym od pilota, dokładnego określenia momentu uchwycenia celu przez głowicę samonaprowadzającą. Lot i celowanie na pozycji ogniowej winny być podporządkowane temu wymaganiu.

Określenie momentu uchwycenia może być skomplikowane. Na przykład, w przypadku zastosowania rakiet typu R-3s do celów naziemnych trudno jest rozróżnić dźwiękowy sygnał uchwycenia celu na tle szumów od otaczającego terenu. Charakterystycznymi celami dla podobnych rakiet mogą być samoloty z pracującymi silnikami lub z powierzchniami nagrzanymi przez słońce.

Promieniowanie podczerwone silników może być ekranizowane z góry przez elementy konstrukcji samolotu, i najlepsze warunki uchwycenia będą przy małych kątach nurkowania. Jeżeli chodzi o samoloty z powierzchnią nagrzaną przez słońce, to najwygodniejsze są średnie kąty nurkowania. Jeśli głowica samonaprowadzająca uchwyciła cel, to dokładność strzelania jest duża i praktycznie nie zależy od odległości. A zatem można strzelać z odległości maksymalnych.

Po odpaleniu samolot myśliwski wychodzi z ataku, celem wykonania innych zadań.

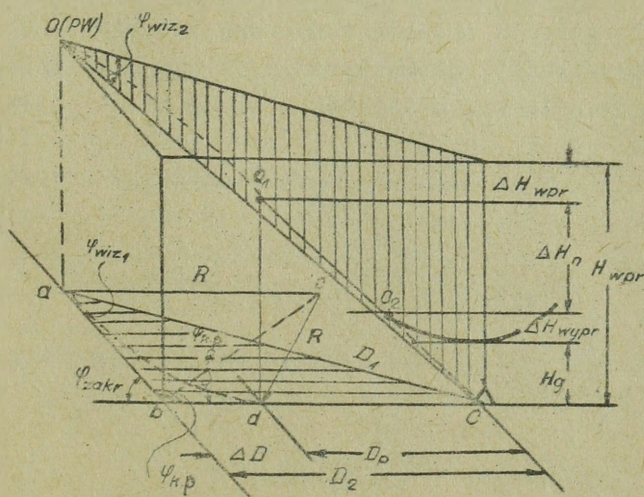
§ 4. OKREŚLANIE POŁOŻENIA WYJŚCIOWEGO DO ATAKU CELU Z ZASTOSOWANIEM RAKIETOWEGO I ARTYLERYJSKIEGO UZBROJENIA SAMOŁOTU

Dla skutecznego zastosowania uzbrojenia samolotu bardzo ważnym jest prawidłowe zajęcie położenia wyjściowego do ataku.

Sposób atakowania celu określają liczne czynniki: charakter celu, możliwości jego wykrycia i rozpoznania, warunki atmosferyczne, stopień osłony przez OPL itd.

Każdy sposób ataku wymaga zajęcia położenia wyjściowego, właściwego dla tego ataku i zapewnienia dokładnego wyjścia na pozycję ogniową.

Atak celu bez stosowania złożonych rodzajów manewru we wszystkich przypadkach, kiedy to jest możliwe, winien być realizowany bezpośrednio z trasy, z wykonywaniem minimalnej ilości manewrów pomocniczych. W zależności od wysokości wyjścia w rejon celu i kąta nurkowania, atak może być wykonany z prostej lub z kursu pomocniczego, przebiegającego pod kątem rozwartym $/130^{\circ}-160^{\circ}/$ do wybranego kierunku strzelania. W tych przypadkach położenie wyjściowe - punkt, leżący na kursie pomocniczym, w którym samolot myśliwski rozpoczyna zakręt na cel z wprowadzeniem w nurkowanie /a przy ataku z prostej - punkt, w którym rozpoczyna się wprowadzenie samolotu w nurkowanie/ - określa się wysokością wprowadzenia samolotu w nurkowanie i kątem $\psi_{k.p.}$, pod którym przebiega kurs pomocniczy w stosunku do kursu bojowego.



Rys.18. Schemat wyjścia do ataku z kursu pomocniczego

Dla określenia położenia wyjściowego pilot winien znać dwa kąty

$$\psi_{wiz1} \quad \text{i} \quad \psi_{wiz2} \quad / \text{rys.18}/$$

Kąt ψ_{wiz1} określa kierunek na cel w płaszczyźnie poziomej, a kąt ψ_{wiz2} - w płaszczyźnie pionowej. Na podstawie schematu, podanego na rys. 18, współrzędne położenia wyjściowego przy nakazanych H_{wpr} , V_1 i $\psi_{k.p}$ mogą być określone według wzorów:

$$\sin \psi_{wiz1} = \frac{D_2}{D_1} \sin \psi_{k.p}, \quad /16/$$

$$\operatorname{tg} \psi_{wiz2} = \frac{H_{wpr}}{D_1}.$$

Analitycznie, z uwzględnieniem przestrzennego manewru samolotu przy wprowadzeniu w nurkowanie, trudno jest określić kąty ψ_{wiz1} i ψ_{wiz2} . Przy obliczeniach praktycznych położenia wyjściowego dopuszczalne pod względem dokładności wyniki mają miejsce przy założeniu, że zakręt z kursu pomocniczego na bojowy odbywa się w jednej płaszczyźnie. To pozwala znaleźć konieczne odległości D_1 i D_2 sposobem konstrukcji geometrycznej. W tym celu przede wszystkim określa się odległość poziomą D_p / rys.18 / :

$$D_p = \frac{\Delta H_n + \Delta H_{wpr} + H_g}{\operatorname{tg} \lambda}, \quad /17/$$

lub

$$D_p = / D_k + V_1 \operatorname{sr} t_n / \cos \lambda.$$

Następnie oblicza się promień zakrętu samolotu przy przejściu z kursu pomocniczego na kurs bojowy:

$$R_{zagr} = \frac{V_1^2}{g n_{jsr}}.$$

Następnie metodą konstrukcji geometrycznej znajduje się odległości D_1 i D_2 . W tym celu wykreślamy w określonej skali linię kursu bojowego z oznaczoną na niej odległością D_p . Od punktu d jak od punktu styczności, wykreślamy /promieniem R_{zagr} / rzut drogi samolotu za czas zakrętu.

Następnie pod kątem $\psi_{k.p}$ do kursu bojowego wrysowujemy linię kursu pomocniczego tak, aby była ona styczna do okręgu - rzutu drogi samolotu. Punkt styczności linii kursu pomocniczego do okręgu będzie rzutem położenia wyjściowego do ataku. Bokami otrzymanego trójkąta a,b,c będą szukane odległości D_1 i D_2 , które z uwzględnieniem skalu odczytujemy z wykresu.

Analitycznie wielkości D_1 i D_2 możemy określić w sposób następujący: z trójkąta cbd /rys.18/ znajdujemy wartość ΔD :

$$D = \frac{R}{\operatorname{tg} \frac{\psi_{k.p}}{2}}$$

Znając ΔD , obliczamy D_2 :

$$D_2 = D_p + \Delta D$$

Wartość D_1 znajdujemy na podstawie twierdzenia cosinusów z trójkąta abc :

$$D_1 = \sqrt{D_2^2 + D^2 - 2 D_2 \Delta D \cos \psi_{k.p}}$$

Kąty ψ_{wiz1} i ψ_{wiz2} określamy dla typowych warunków strzelania. Moment wprowadzenia w manewr określamy na podstawie położenia celu względem jakiegokolwiek charakterystycznego obiektu orientacyjnego na konstrukcji samolotu /kołek, krawędź oszklenie kabiny itd/. Położenie to każdy pilot udokładnia zgodnie ze swoją metodyką wykonania manewru wprowadzenia w manewrowanie.

Analogicznie do omówionego wyżej, przy ataku z trasy położenie wyjściowe określamy według kąta ψ_{wiz} , który znajdujemy według wzoru /rys.19/:

$$\operatorname{tg} \psi_{wiz} = \frac{H_{wpr}}{D_2} \quad /18/$$

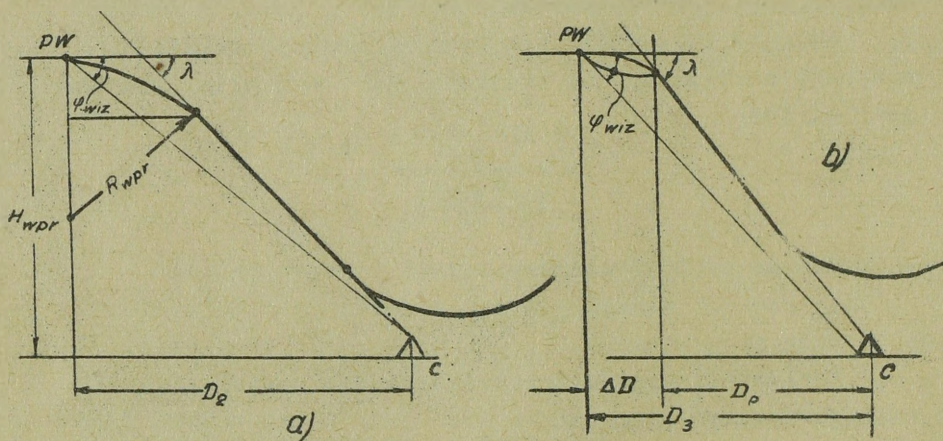
gdzie

$$D_2 = \frac{H_{wpr} - \Delta H_{wpr}}{\operatorname{tg} \lambda} + R_{wpr} \sin \lambda$$

lub

$$D_2 = / D_k + V_{1sr} t_n \cos \lambda + R_{wpr} \sin \lambda$$

Przy wyjściu w rejon celu na dużej wysokości atak z trasy może być wykonany tylko z dużymi kątami nurkowania. W tych przypadkach wprowadzenie w nurkowanie wykonuje się, z zasady, z przewrotu. Jako położenie wyjściowe będzie służyć punkt rozpoczęcia przewrotu, który także określamy przy pomocy kąta nurkowania /rys, 19,b/:



Rys.19. Schemat wyjścia z ataku:
a/ z prostej, b/ z przewrotu

$$\operatorname{tg} \varphi_{wiz} = \frac{D_3}{H_{wpr}} \quad ; 19/$$

gdzie D_3 - odległość od celu do rzutu punktu O - położenia wyjściowego dla ataku celu:

$$D_3 = D_p + \Delta D ,$$

gdzie ΔD - poziome przesunięcie samolotu w czasie przewrotu.

Położenie wyjściowe przy atakowaniu celu z wykonaniem złożonych rodzajów manewru można określić dość prosto na skutek tego, że wszystkie one mogą być obliczone.

Zapewniają one po wykryciu celu wystarczająco dokładne wyjście w punkt początku nurkowania z nakazaną kątem, przy pilotowaniu samolotu tylko na podstawie przyrządów, bez stałej wzrokowej obserwacji celu, podczas wykonywania samego manewru. W tym jednak celu należy dokładnie przestrzegać nakazanych warunków lotu: prędkości, przeciążenia i płaszczyzny lotu.

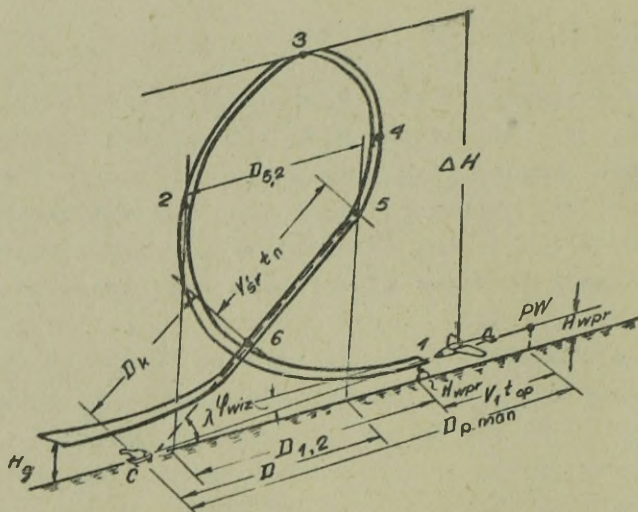
Stosowanie złożonych rodzajów manewru rozszerza możliwości bojowe samolotu: pozwala atakować cel z nurkowania przy wyjściu na cel na małej i skrajnie małej wysokości oraz wysokości dolnej warstwy chmur 1800-2000 m. Podejście do celu na małej wysokości i dużej prędkości lotu, w połączeniu z energicznym wykonaniem manewru pionowego, w znacznym stopniu zmniejsza skuteczność przeciwdziałania wszystkich rodzajów przeciwlotniczych naziemnych środków przeciwnika, w tej liczbie również i PKPR.

Po to, ażeby w rezultacie złożonego manewru wyjść prawidłowo na pozycję ogniową, ważną rzeczą jest umiejętność szybkiego i wystarczająco dokładnego określania momentu rozpoczęcia manewru, czyli położenia wyjściowego. Określimy położenie wyjściowe przy atakowaniu celu z zastosowaniem różnych rodzajów manewru złożonego.

1. ATAKOWANIE CELU Z ZASTOSOWANIEM MANEWRU PIONOWEGO - PĘTLI

Przy wykonywaniu ataku z pętli, położenie wyjściowe można określić według odległości do celu /odległości początku manewru $D_{p.man}$ /rys.20/. Zwykle punkt ten określa się, wykorzystując naziemne obiekty orientacyjne, ale do tego trzeba także znać $D_{p.man}$.

Dla określenia punktu rozpoczęcia wykonania pętli koniecznym jest przede wszystkim mieć lub obliczyć parametry samego manewru. Parametry standartowego manewru, jakim jest pętla, dla typowych warunków wykonania.



Rys.20. Schemat określania położenia wyjściowego przy ataku z pętli.

samolotach będących na uzbrojeniu przez znaczny okres, często są znane. W przypadku konieczności, obliczenia ich wykonuje się drogą rozwiązania układu równań różniczkowych ruchu środka masy samolotu. Podstawowymi warunkami początkowymi /wielkościami wejściowymi/, które przyjmuje się przy obliczaniu parametrów manewru, są: prędkość lotu samolotu w momencie rozpoczęcia manewru V_{wpr} przeciążenie przy wprowadzaniu n_{wpr} , tempo zmiany przeciążenia i wysokość lotu poziomego w punkcie początku manewru H_{wpr} .

Po to, ażeby wielkość współczynnika siły nośnej c_y nie przekraczała na pętli wartości $c_{y\text{ bezp}}$, prędkość wprowadzenia należy wybierać tak, aby w górnym punkcie pętli prędkość lotu samolotu była większa od jego prędkości ewolucyjnej. Na przykład dla samolotu Su-7b, $V_{wpr} \approx 950 - 1100 \text{ km/h}$.

Obecnie, przy wykonywaniu ataku ze złożonych rodzajów manewru, wyjście na cel wykonuje się na wysokości $H_{wpr} = 100 - 300 \text{ m}$.

W tym przypadku, kiedy parametry pętli są znane, odległość początku manewru, $D_{p.man}$, na podstawie rys. 20 możemy określić przy pomocy następującego wzoru:

$$D_{p.man} = D_{1,2} + D - D_{5,2} + V_1 t_{op} \quad /20/$$

Wchodzące do wzoru /20/ wielkości $D_{1,2}$ i $D_{5,2}$ są parametrami pętli i określa się je z obliczenia aerodynamicznego przy rozwiązywaniu układu równań różniczkowych.

Wielkość D , równa

$$D = / D_k + V_{1sr} t_n / \cos \lambda \quad , \quad /21/$$

zadana jest racjonalnymi warunkami strzelania $/ \lambda , D_{strz} /$ oraz wyjścia z nurkowania $/ H_g /$. Duży wpływ na wielkość $D_{p.man}$ będzie wywierał wybór wysokości początku manewru, H_{wpr} .

Pozostałe oznaczenia we wzorach /20/ i /21/ są następujące:

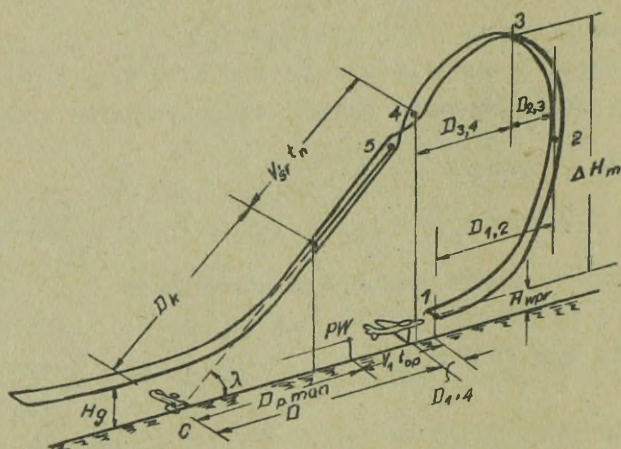
- V_1 - prędkość lotu samolotu przed wprowadzeniem w manewr;
- t_{op} - czas opóźnienia w czynnościach pilota;
- V_{1sr} - średnia prędkość lotu samolotu podczas nurkowania;
- t_n - czas nurkowania

Poważną cechą ujemną tego manewru jest /w przygniatającej większości wypadków/ konieczność jego rozpoczęcia w warunkach braku widoczności celu.

2. MANEWR - PÓLPĘTLA

Atak celów naziemnych z półpętli /rys. 21/ wskazanym jest wykonywać przy działaniach na cele ukryte o małych rozmiarach, których wykrycie jest możliwe z odległości poniżej 2,5 km lub podczas bezpośredniego przelotu nad nimi, a także w takim przypadku, kiedy potrzebne jest dokładne rozpoznanie celu przed wykonaniem uderzenia na niego.

Określanie położenia wyjściowego wykonuje się w danym przypadku w zasadzie według tej samej metodyki, jak i dla pętli.



Rys.21. Schemat określenia położenia wyjściowego przy ataku z półpętli.

Zgodnie z rys. 21.

$$D_{p.man} = D + D_{1,4} - V_1 t_{op} \quad , \quad /22/$$

gdzie

$$D_{1,4} = D_{3,4} + D_{2,3} - D_{1,2} \quad . \quad /23/$$

Wartość D określamy według tego samego wzoru, co i dla pętli

$$D = \sqrt{D_k + V_{1sr} t_n} / \cos \lambda \quad .$$

Parametry $D_{1,2}$, $D_{2,3}$ i $D_{3,4}$ wchodzące w skład wzoru /23/ są to parametry pętli i mogą być wzięte z posiadanych danych obliczeniowych pętli lub też można je obliczyć drogą rozwiązania tegoż układu równań różniczkowych, co i dla pętli.

Wyjście w punkt 1, początku manewru /rys.21/, wykonuje się zwykle według czasu obliczonego $t_{p.man}$, który można obliczyć według wzoru:

$$t_{p.man} = \frac{D_{p.man}}{v_{wpr}} .$$

Czas $t_{p.man}$ dla samolotów Su-7b lub MiG-21f-13 wynosi 8-12 sek.

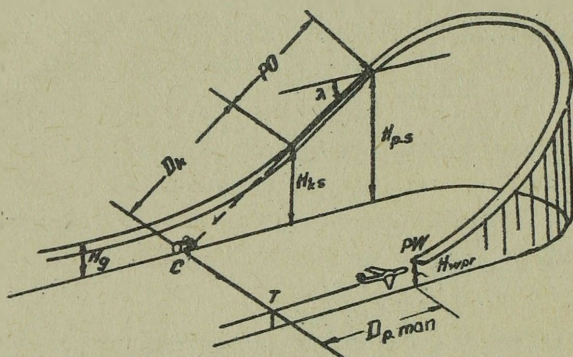
3. MANEWR - ZWROT BOJOWY

Atak z zastosowaniem zwrotu bojowego możemy wykonywać przy działaniu na takie cele, których wykrycie przy locie na małej wysokości jest możliwe na odległości do 3000 m od linii drogi samolotu.

Zwrot bojowy stosuje się przeważnie w przypadku wyjścia na cel z bocznym odchyleniem rzędu 500-3000 m, przy wysokości dolnej granicy chmur nie mniej, aniżeli 2000-3000 m. Ostatecznie uwarunkowaną jest tym, że zwrot bojowy wykonuje się bez wchodzenia w chmury, a wysokość górnego punktu tej figury, w zależności od tempa jej wykonywania, waha się w granicach 2000-3000 m.

W zależności od tego, w jakiej odległości od linii drogi samolotu będzie się znajdował cel w momencie jego wykrycia, atak z zastosowaniem zwrotu bojowego może być wykonany według typu ukośnej półpętli lub jako skręt o 180° z naborem wysokości na wznoszącej się spirali.

Zwrot bojowy typu ukośnej półpętli /rys.22/ zaleca się stosować wówczas, kiedy cel zostaje wykryty z boku od linii drogi, na odległości 500-1500 m. Wyjście w położenie wyjściowe wykonuje się według czasu obliczonego po przelocie trawesu celu. Podczas ataku przez samolot Su-7b, z prędkością wprowadzenia w manewr 1050 km/h, czas ten wynosi 8-10 sek. Przed wprowadzeniem w manewr tłumy się siatkę celownika i po osiągnięciu kąta wznoszenia 15° - 20° wykonuje się przechył 30° - 45° . Przeciążenie podczas



Rys.22. Schemat określenia położenia wyjściowego przy ataku ze zwrotu bojowego.

wprowadzenia doprowadza się do 5. W procesie manewru koniecznym jest uważne śledzenie koordynacji kierowania sterami. Położenie samolotu kontroluje się przy pomocy sztucznego horyzontu i wzrokowo.

§ 5. ZASTOSOWANIE CELOWNIKÓW PRZY STRZELANIU RAKIETAMI NIEKIEROWANYMI I Z DZIAŁEK

Do celowania przy strzelaniu raketami niekierowanymi i z działek do celów naziemnych wykorzystuje się przeważnie celowniki półautomatyczne, posiadające ograniczony zakres pracy pod względem odległości. Przy tym, dla strzelania niektórymi typami raket niekierowanych, poprawki kątowe określa się tylko dla ustalonych warunków średnich.

Ponadto, często strzelanie może być prowadzone przy ustawieniu celownika w reżim "NIEPOD", kiedy w ogóle giroskopowy węzeł rozwiązujący odłącza się.

Jednocześnie, jak to zostało wykazane wcześniej, niszczenie celów naziemnych realizuje się w różnorodnych warunkach: strzelanie prowadzi się z odległości, wychodzących często poza granice wielkości obliczonych, przy kątach nurkowania i prędkościach lotu, które także są różne od

tych, które uwzględnia celownik. Dlatego też, ażeby zapewnić możliwie dokładniejsze rozwiązanie zadania celowania, a co za tym idzie, zwiększenie prawdopodobieństwa trafienia w cel, pilot winien wiedzieć:

- jakie poprawki kątowe trzeba wprowadzić, ażeby rozwiązać zadanie celowania w danych warunkach strzelania;
- jakie poprawki kątowe są w tych warunkach określane automatycznie przez celownik.

Porównując pierwsze poprawki z drugimi, ustala się reguła celowania i metodykę wykorzystania celownika podczas atakowania nakazanego celu w konkretnej sytuacji prowadzenia działań bojowych.

1. OKREŚLANIE POPRAWEK POTRZEBNYCH DO ROZWIĄZANIA ZADANIA CELOWANIA

Wielkość pełnej potrzebnej poprawki Δ_{Σ} przy strzelaniu do celu nieruchomego i bez wiatru, będzie składała się z kąta celowania α , kąta przeniesienia β_1 , kąta paralaksy σ_p , uwarunkowanego obecnością przewyższenia celownika h_0 , nad bronią:

$$\Delta_{\Sigma} = \alpha + \beta_1 + \sigma_p, \quad /24/$$

gdzie: $\alpha = \frac{S}{D} \cos \Theta_{01},$

$$\beta_1 = \frac{V_1}{v_{01}} \alpha_{sk}, \quad \sigma_p = \frac{h_0}{D}.$$

We wzorach przyjęto następujące oznaczenia:

- V_1 - prędkość lotu samolotu;
- v_{01} - początkowa bezwzględna prędkość lotu rakiety /pocisku/;
- α_{sk} - kąt natarcia skrzydła /przy ustawieniu broni wzdłuż cięciwy skrzydła/;
- Θ_{01} - kąt rzutu.

Wartości Δ_{Σ} wskazane jest obliczyć uprzednio dla każdego typu raket lub pocisków z działek, które znajdują się na uzbrojeniu samolotu. Na przykład, w tabelach /patrz str.73/ podane są potrzebne poprawki dla raket S-5k i S-24 przy strzelaniu z samolotu Su-7b.

Z danych zawartych w tabelach widać, że wielkość Δ_{Σ} przeważnie się zmienia w zależności od warunków strzelania.

Prócz poprawki Δ_{Σ} , przy strzelaniu do celu ruchomego o małych rozmiarach trzeba zbudować:

- poprawkę na prędkość celu

$$L = V_c t \quad - \text{liniowa,}$$
$$\psi^T = 10^3 \frac{V_c}{U_{sr}} \sin q \quad - \text{katowa.}$$

- poprawkę na wiatr:

$$C = U t \quad - \text{liniowa,}$$
$$\psi_m^T = 10^3 \frac{U}{U_{sr}} \sin q \quad - \text{katowa,}$$

gdzie: t - czas lotu rakiety /pocisku/;

U_{sr} - średnia prędkość lotu rakiety /pocisku/,

U - prędkość wiatru;

q - kąt zawarty między wektorem $\bar{V}_c / \bar{U} /$,

a kierunkiem strzelania, analogiczny do kąta kursowego przy strzelaniu do celów powietrznych.

Podane poprawki celownik rozwiązuje automatycznie, jeżeli warunki strzelania mieszczą się w zakresie jego pracy.

Wartości sumarycznej poprawki kątovej Δ_{Σ}^T dla rakiety S-5k

$V_1, \text{ km/h}$ $D, \text{ m}$	$\lambda = 10^\circ$					$\lambda = 20^\circ$					$\lambda = 30^\circ$					$\lambda = 45^\circ$													
	900	1000	1100	800	900	1000	1100	800	900	1000	1100	800	900	1000	1100	800	900	1000	1100	800									
1000	42	36	31	48	40	34	30	45	37	32	28	55	45	37	1500	49	43	37	56	47	41	36	52	44	38	34	63	51	43
2000	60	53	47	67	57	51	45	62	53	47	41	73	60	52	2500	76	67	61	82	71	64	57	75	66	58	52	85	71	61
3000	95	86	78	100	87	80	72	91	81	72	65	99	84	74															

Wartości kątovej poprawki sumarycznej Δ_{Σ}^T dla rakiety S-24

$V_1, \text{ km/h}$ $D, \text{ m}$	$\lambda = 10^\circ$					$\lambda = 20^\circ$					$\lambda = 30^\circ$					$\lambda = 45^\circ$													
	900	100	1100	800	900	1000	1100	800	900	1000	1100	800	900	1000	1100	800	900	1000	1100	800									
1000	55	47	41	64	53	45	39	60	50	42	37	75	60	50	1500	61	53	46	71	59	51	44	66	55	47	41	82	66	55
2000	68	59	52	78	66	57	50	73	62	53	47	90	73	61	2500	76	66	58	86	73	64	56	81	68	59	52	98	80	67
3000	83	73	65	94	81	71	63	89	76	66	59	107	88	74															

2. OKREŚLANIE POPRAWKI W CELOWANIU PRZY NIEZGODNOŚCI WARUNKÓW STRZELANIA Z OBLICZONYMI

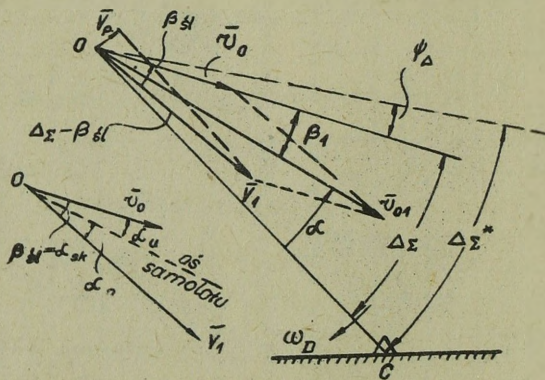
Przy ustawieniu celownika typu ASP-5 nd na "GIRO" w przypadku, jeżeli rzeczywiste warunki strzelania różnią się od obliczonych, trzeba odchylić linię wizowania na pewien dopełniający skorygowany /z uwzględnieniem błędów dynamicznych celownika/ kąt δ^* .

Kąt δ^* można obliczyć ze wzoru:

$$\delta^* = \Delta_{\Sigma}^* - \Delta^*, \quad /25/$$

gdzie: Δ_{Σ}^* - potrzebna skorygowana poprawka, odpowiadająca rzeczywistym warunkom strzelania;

Δ^* - skorygowana poprawka kątowa, budowana przez celownik w rozpatrywanych warunkach



Rys.23. Schemat budowy sumarycznej poprawki kątowej.

Na podstawie rys.23 potrzebna skorygowana poprawka kątowa Δ_{Σ}^* będzie wynosiła:

$$\Delta_{\Sigma}^* = \Delta_{\Sigma} + \psi_D, \quad /26/$$

gdzie: ψ_D - błąd dynamiczny celownika.

Błąd dynamiczny ψ_{Δ} w danym przypadku będzie uwarunkowany występowaniem niepokrywania się wektora prędkości samolotu strzelającego \vec{v}_1 z linią odległości. Będzie on wynosił:

$$\psi_{\Delta} = \omega_D T_{obl} , \quad /27/$$

gdzie ω_D - prędkość kątowna linii odległości;

T_{obl} - czas obliczeniowy

Prędkość kątowną linii odległości możemy obliczyć według wzoru /rys.23/:

$$\omega_D = \frac{v_1}{D_0} = \frac{v_1 \sin / \Delta_{\Sigma} - \beta_{\acute{s}1} /}{D_0} .$$

Biorąc pod uwagę, że kąt $/ \Delta_{\Sigma} - \beta_{\acute{s}1} /$ jest mały, otrzymamy:

$$\omega_D = \frac{v_1 / \Delta_{\Sigma} - \beta_{\acute{s}1} /}{D_0} . \quad /28/$$

Podstawiając /28/ do /27/, znajdziemy wielkość błędu dynamicznego:

$$\psi_{\Delta} = \frac{v_1 T_{obl}}{D_0} / \Delta_{\Sigma} - \beta_{\acute{s}1} / . \quad /29/$$

Uwzględniając /29/ i nie biorąc pod uwagę wielkości σ_p , zapisujemy wzór /26/ w następującej postaci:

$$\Delta_{\Sigma}^* = \left(1 + \frac{v_1 T_{obl}}{D_0} \right) \alpha + \frac{v_1}{v_{o1}} \left(1 - \frac{v_o T_{obl}}{D_0} \right) \beta_{\acute{s}1} \quad /30/$$

Kąt ślizgu $\beta_{\acute{s}1}$, wchodzący w skład wzoru /30/, będzie zależny od kąta natarcia samolotu podczas strzelania i kąta ustawienia broni α_u

$$\beta_{\acute{s}1} = \alpha_n + \alpha_u .$$

Dla każdego samolotu $\beta_{\acute{s}1}$ będzie miał określoną wartość. Na przykład, dla samolotu Su-7b wszystkie broń ustawiona jest równolegle do cięciwy skrzydła, a w stosunku do osi podłużnej /konstrukcyjnej/ samolotu - pod dodatnim kątem α_u , równym 1° . Dlatego kąt ślizgu $\beta_{\acute{s}1}$ będzie zawarty między cięciwą skrzydła i wektorem v_1 , czyli będzie równy kątowi

natarcia skrzydła samolotu α_n .

Wielkość skorygowanej poprawki Δ^* zależy od typu celownika, stosowanego środka rażenia i warunków strzelania.

Na przykład, przy strzelaniu z wykorzystaniem celownika ASP-5nd raketami S-5k, S-3k i S-24 sumaryczna poprawka kąтова może być budowana jako wartość średnia dla następujących warunków strzelania:

Rakieta	Poprawka Δ^*	D_{strz}, m	λ^0	$V_1, km/h$	T_{sobl}, s
S-5 k	3° 01'	1200	20	900	4
S-3 k	4° 30'	1500	20	900	4
S-24	4° 08'	1800	20	900	4

Przy strzelaniu raketami S-5m, automatycznie budowane są kąty wyprzedzenia, celowania i przeniesienia; przy strzelaniu z działek - kąty wyprzedzenia i celowania. Wszystkie poprawki budowane są na podstawie odległości bieżącej i średnich wartości wysokości oraz prędkości lotu.

A zatem, mając dla danych warunków wielkości Δ^* i Δ_{Σ}^* , można według wzoru /25/ określić δ^* i ustalić zasady celowania podczas atakowania celu.

W odniesieniu do celowników typu ASP-5 można dać następujące zalecenia:

- przy strzelaniu w reżimie "GIRO" w warunkach, pokrywających się z obliczonymi /w strefie pracy celownika/, nie wnosi się żadnych dodatkowych poprawek, całą uwagę zwracamy na określenie odległości strzelania;

- przy strzelaniu w reżimie "GIRO", ale w warunkach różniących się od obliczonych, dla określonej odległości strzelania obliczamy poprawkę δ^* , którą wzrokowo wprowadzamy do celownika przez wyniesienie punktu środkowego celownika względem celu; strzelanie winno być prowadzone dokładnie z tej odległości, dla której została obliczona δ^* ;

- przy strzelaniu w reżymie "NIEPOD" zadanie celowania rozwiązujemy drogą wzrokowego zbudowania potrzebnej poprawki z wykorzystaniem nieruchomej siatki celownika. Określamy poprawki Δ_{Σ}^T , ψ^T , ψ_m^T z uwzględnieniem tego, że przy ustawieniu celownika na "NIEPOD" przy strzelaniu raketami jest wypracowywana poprawka w płaszczyźnie pionowej Δ_{pn} drogą nachylenia płytki płasko-równoległej. A zatem, całkowite poprawka Δ_{Σ} winna zostać zmniejszona o wielkość Δ_{pn} . Wartość Δ_{pn} jest zależna od stosowanego środka rażenia i warunków strzelania.

Na czas celowania w charakterze przyrządu składowego można wykorzystać pierścień dalmierzowy, jeżeli nie wykorzystujemy jego dla określenia odległości, a przy małych wartościach poprawki kątowej - rozmiar środkowego punktu celownika. W przypadku, kiedy poprawka kątowa będzie większa aniżeli 11^T , przy pomocy pokrętła "baza-pierścień" można ustawić promień pierścienia równy Δ_{Σ} i punkt środkowy wynosić na wielkość promienia.

Dla zbudowania poprawki kątowej można wykorzystać nachylenie płytki płasko-równoległej przy pomocy pokrętła służącego do ustawienia kątów przy bombardowaniu. W tym przypadku poprawka kątowa winna być wprowadzona do celownika przed rozpoczęciem ataku, a celowanie winno być realizowane drogą pokrycia środkowego punktu siatki ze środkiem celu. Celownik winien być ustawiony w następujący sposób: przełącznik "Ogrzewanie" włączony, przełącznik "ASP" - wyłączony^{x/}.

Strzelanie prowadzi się również z dokładnie określonej odległości obliczonej.

Jak wynika z tego, co powiedziano wyżej, najbardziej odpowiedzialnym zadaniem dla pilota samolotu znajdującego się na pozycji ogniowej jest określenie odległości do celu.

x/ Należy uwzględnić, że tylko w tym reżymie w celowniku ASP-5nd płytka płasko-równoległa będzie przesuwana od pokrętła "Bomby" i kąt jej nachylenia będzie odpowiadał ustalonemu kątowi. W zakresie pracy "NIEPOD" giroskop jest zatrzymany, ale płytka płasko-równoległa obraca się w płaszczyźnie pionowej o kąt Δ_{pn} , obliczony dla średnich warunków strzelania i dla bieżącej wysokości lotu.

3. OKREŚLANIE ODLEGŁOŚCI DO CELU

Istotną trudność przy strzelaniu do celów naziemnych nastręcza określenie odległości do celu na różnych etapach lotu.

Radiodalmierz podczas strzelania do celów naziemnych nie pracuje, a dalmierz optyczny wykorzystuje się tylko dla wstępnego wprowadzenia do celownika obliczonej /nakazanej/ odległości. Podczas określania odległości do celu może on być wykorzystany tylko w charakterze środka pomocniczego.

Określenie odległości do celu podczas ataku można wykonać jednym z następujących trzech sposobów:

- wzrokowo;
- według wysokości lotu i kąta nurkowania;
- przez porównanie rozmiaru celu z pierścieniem dalmierzowym /siatką PKI/ lub ze środkowym punktem siatki celownika.

Podstawowym sposobem jest przy tym sposób pierwszy - wzrokowe określenie odległości. Pozostałe dwa sposoby, są to sposoby pomocnicze.

WZROKOWE OKREŚLANIE ODLEGŁOŚCI opiera się na właściwości wzroku ludzkiego, umożliwiającej rozróżnianie przedmiotów pod względem odległości. Wymaganą dokładność wzrokowego określania odległości wypracowuje się drogą treningu w określaniu odległości do różnorodnych celów naziemnych.

OKREŚLANIE ODLEGŁOŚCI NA PODSTAWIE WYSOKOŚCI LOTU I KĄTA NURKOWANIA jest pomocniczym sposobem i wymaga znajomości stosunku D i H przy różnych kątach nurkowania które w zaokrągleniu podane są w poniższej tabelicy:

λ°	7-12	13-17	18-22	25-35	35-45
$D=f/H/$	6 H	4 H	3 H	2 H	1,5 H

Przy określaniu odległości z wykorzystaniem rozpatrywanej metody wysokość bierzemy według wskazań wysokościomierza, z uwzględnieniem poprawki topograficznej dla miejsca rozmieszczenia celu.

OKREŚLANIE ODLEGŁOŚCI PRZY POMOCY PIERŚCIENIA DALMIERZOWEGO SIATKI CELOWNIKA nie zawsze jest możliwe. Tłumaczy się to tym, że większość celów naziemnych, są to cele o małych rozmiarach i z odległości, z których winno być prowadzone strzelanie, nie mogą one być obramowane pierścieniem dalmierzowym.

Minimalny rozmiar celu, prostopadły do kierunku strzelania, przy którym może on zostać obramowany przed pierścieniem dalmierzowym celownika ASP-5nd, możemy określić według następującego wzoru:

$$B_{\min} = \frac{D \cdot \psi_{\min}^T}{966}, \quad /34 /$$

gdzie ψ_{\min}^T - minimalny rozmiar pierścienia kątowny w tysięcznych / $\psi_{\min}^T = 22 \text{ tys.}/;$

D - określana odległość.

Dla $D = 1000 \text{ m}$ $B_{\min} \approx 23 \text{ m}$; dla $D = 2000 \text{ m}$ $B_{\min} \approx 46 \text{ m}$.

W przypadku, kiedy rozmiar celu pozwala na wykonanie jego obramowania, określenie odległości początku strzelania $D_{p.c}$ lub końca strzelania D_k wykonujemy w następującej kolejności. Jeżeli według wskaźnika strzałkowego wprowadzamy tę odległość, którą mamy określić $D_{p.c}$ lub D_k , to pokrętko bazy ustawiamy na podziałkę, odpowiadającą poprzedniemu wymiarowi celu, czyli do celownika wprowadzamy bazę równą rozmiarowi celu. W czasie nurkowania, kiedy cel zostanie wpisany w pierścień dalmierzowy siatki celownika, odległość do celu będzie równa odległości wprowadzonej do celownika.

W praktyce dla zmniejszenia błędów w budowie poprawek kątowych wprowadza się do celownika nie $D_{p.c}$ i D_k , lecz średnią odległość strzelania $D_{\text{śr}}$. W tym przypadku dla określenia $D_{p.c}$ i D_k wprowadza się do celownika nie rzeczywisty rozmiar celu, lecz bazę fikcyjną B'. Baza

ta winna być większa lub mniejsza od rozmiaru celu, prostopadłego do kierunku nalotu, o wielkość obliczoną według wzoru:

$$B' = \frac{D}{D_{\text{śr}}} \frac{p \cdot c}{k} B ,$$

gdzie: B - rzeczywisty rozmiar celu.

Rozpatrywany sposób określania odległości przy pomocy pierścienia dalmierzowego siatki celownika może być wykorzystany i w warunkach, kiedy rozmiar celu jest mniejszy, aniżeli B_{min} , lecz nie powinien on być mniejszy, aniżeli $0,5 B_{\text{min}}$. W tym przypadku do celownika wprowadzamy bazę fikcyjną, równą $2B'$, a osiągnięcie potrzebnej odległości określamy na podstawie tego momentu, w którym rozmiar celu będzie równy połowie średnicy pierścienia dalmierzowego.

Dla przybliżonego określenia odległości przy strzelaniu do celów o małych rozmiarach /punktowych/, których rozmiar kątowy nie przekracza $4-5^{\text{T}}$, można wykorzystać punkt środkowy siatki celownika, posiadający rozmiar kątowy, rzędu 2^{T} .

Przy strzelaniu raketami S-5k, S-3k i S-24 kolejność pracy z celownikiem będzie nieco różniła się od omówionej wyżej. Przede wszystkim w danym przypadku nie trzeba przed atakiem wykonywać ustawienia i sprawdzenia odległości, ponieważ wprowadza się ją przy pomocy wielkości stałej. Podczas celowania należy pamiętać, że sumaryczną poprawkę kątową na obniżenie rakiety i kąt natarcia samolotu buduje celownik tylko w płaszczyźnie symetrii samolotu. Dlatego przed rozpoczęciem strzelania pilot winien całkowicie usunąć ślizg i w czasie prowadzenia ognia nie tworzyć przechyłów.

Ślizg boczny powoduje błąd kątowy w celowaniu, równy prawie kątowni ślizgu, ponieważ węzeł giroskopowy celownika przy strzelaniu raketami niekierowanymi kompensuje bardzo niewielką część tego błędu. I tak, przy strzelaniu raketą S-5k, posiadającą stosunkowo dużą prędkość początkową $/v_0 = 42 \text{ m/sek}/$ nie skompensowane pozostaje w przybliżeniu

do $0,85 \beta_{\delta 1}$, a przy strzelaniu raketami S-3k i S-24 błąd celownika jest praktycznie równy $\beta_{\delta 1}$ /kompensuje się zaledwie 1-2%/.

Przy strzelaniu do celów naziemnych z wykorzystaniem celownika ASP-5nd w przypadku, jeżeli dla określenia odległości do celu wykorzystuje się dalmierz optyczny, koniecznym jest uwzględnienie następujących cech szczególnych w porównaniu ze strzelaniem do celu powietrznego.

Przy strzelaniu do celów powietrznych dalmierz optyczny mierzy odległość początkową $/D_0/$, czyli odległość do celu w momencie wystrzału. Rakietę /pocisk/ do momentu spotkania z celem przelatuje odległość wyprzedzoną $/D_y/$. Przy rozwiązywaniu zadania celowania automatyka celownika uwzględnia różnicę między D_0 i D_y ; wypracowując poprawki kątowe dla odległości D_y .

Przy tym odległość D_y określa się drogą zwiększenia odległości początkowej o pewną wielkość, wybraną dla średnich warunków prowadzenia ognia do celu powietrznego, to jest niezależne od prędkości lotu celu i kąta kursowego, prędkość początkową zwiększa się w przybliżeniu o 25 %.

Przy strzelaniu do celów naziemnych, z zasady nieruchomych, albo o małej prędkości, odległości początkowe i wyprzedzone są w przybliżeniu równe $D_0 = D_y$.

Celownik jednak będzie, tak jak uprzednio, wypracowywał odległość $D_y > D_0$. A zatem, dla kompensacji błędu powstającego w rozwiązaniu zadania celowania, strzelanie należy rozpoczynać z odległości, równej w przybliżeniu 0,75 rzeczywistej odległości strzelania.

Praktycznie można to uwzględnić w następujący sposób:

W przypadku, jeżeli podczas celowania dokonuje się obramowanie celu pierścieniem dalmierzowym, to należy ustawić bazę równą 0,75 rzeczywistego rozmiaru celu. Na przykład, przy strzelaniu raketami S-5 m lub z działek samolotu Su-7b do celu naziemnego, którego rozmiar bazowy wynosi 20 m, koniecznym jest ustawienie bazy 15 m.

Ogień otwiera się w momencie obramowania celu pierścieniem o zmiennej średnicy.

Jeżeli obramowania nie dokonuje się, a strzelanie winno być wykonane z odległości nakazanej, na przykład z 1000 m, to dla prawidłowego wprowadzenia odległości należy według wskaźnika strzałkowego wprowadzić odległość 750 m i ustawić bazę równą 0,75 B. Ogień należy otworzyć w momencie, kiedy cel będzie obramowany pierścieniem.

Jeżeli zaś podczas strzelania określa się odległość jakimkolwiek innym sposobem, to należy zawsze przewidywać, ażeby prowadzenie ognia rozpoczynało się na odległości 0,75 razy mniejszej aniżeli ta odległość, którą wprowadza się do celownika.

§ 6. BŁĘDY PRZY STRZELANIU DO CELÓW NAZIEMNYCH

Podczas atakowania celów naziemnych należy pamiętać o tym, że zniszczenie takich celów jak czołgi, działa samobieżne, kutry opancerzone, ukryte stanowiska dowodzenia i inne cele chronione, możliwe jest tylko w warunkach bezpośredniego trafienia, a zniszczenie celów o małych rozmiarach, nieopancerzonych - jest możliwe przy wybuchu rakiet w niewielkiej odległości, albo przy bezpośrednim trafieniu pociskami z działka.

Pomyślne rażenie celów naziemnych możliwe jest w warunkach wysokiej dokładności celowania i strzelania. Błędy strzelania powodują zwiększenie rozrzutu, a co za tym idzie, zmniejszenie prawdopodobieństwa rażenia celów. Przyczyny powodujące zmniejszenie skuteczności strzelania, mogą być następujące:

- niewytrzymywanie racjonalnych dla danej sytuacji warunków strzelania;
- błędy, związane ze stosowaniem celownika;
- błędy uwarunkowane konstrukcyjnymi właściwościami samolotu oraz stosowanej broni.

Racjonalne warunki strzelania zabezpiecza się przez prawidłowe wyjście w położenie wyjściowe do ataku i przez wytrzymanie obliczonych parametrów manewru, przy pomocy którego samolot wychodzi w punkt rozpoczęcia nurkowania na cel. Od dokładności wyjścia w punkt rozpoczęcia nurkowania zależą: możliwość wytrzymywania zaplanowanego /lub nakazanego/ kąta nurkowania, czas i odległość celowania oraz prowadzenia ognia.

Błędy w wyjściu na punkt nurkowania mogą być uwarunkowane niewytrzymywaniem obliczonej wysokości i prędkości lotu przed wyjściem w położenie wyjściowe, niedokładnym określeniem położenia wyjściowego, nieprawidłowymi czynnościami pilota w czasie wykonywania manewru oraz innymi przyczynami.

Tak, na przykład, za wczesne wprowadzenie w nurkowanie z prostej lub z przewrotu, jak również w manewr pętla spowoduje zmniejszenie kąta nurkowania, zwiększenie odległości strzelania i, co za tym idzie, zwiększenie rozrzutu. I odwrotnie, przy wykorzystaniu jako manewru dla wyjścia w punkt początku nurkowania, półpętli lub zwrotu bojowego - za wczesne wprowadzenie w manewr powoduje zwiększenie kąta nurkowania, skrócenie czasu na celowanie i strzelanie oraz inne zjawiska, pogarszające warunki strzelania i obniżające jego skuteczność.

Niewytrzymywanie przez pilota nakazanego przeciążenia podczas wykonywania figury /najczęściej bywają błędy w stronę zmniejszenia/ powodują w czasie strzelania z pętli zmniejszenie kąta nurkowania, a w czasie strzelania podczas wykonywania półpętli lub zwrotu bojowego - nurkowanie na cel pod dużym kątem.

Powszechnym błędem przy wykonywaniu manewrów złożonych jest niewytrzymywanie nakazanej pionowej płaszczyzny lotu samolotu podczas wykonywania danej figury. W rezultacie ma miejsce wyjście na cel pod kątem,

Błędy związane z zastosowaniem celownika mogą powstać w wyniku nieprawidłowych czynności pilota z organami kierowania celownikiem przed rozpoczęciem i podczas celowania.

Nieprawidłowe czynności z organami kierowania celownikiem prowadzą do budowy poprawek kątowych z błędami, albo w ogóle uniemożliwiają celowanie. Na przykład, jeżeli przy wprowadzeniu w nurkowanie pilot nie naciśnie przycisku tłumienia, to siatka wyjdzie z pola widzenia i celowanie może zostać zerwane. Jeśli po wyjściu na prostą nurkowania pilot zapomni uwolnić przycisk tłumienia, to celownik nie wypracuje potrzebnych poprawek i strzelanie będzie prowadzone z dużymi błędami. Przy nieprawidłowym ustawieniu przełącznika rodzaju uzbrojenia /rakiety - działka/ strzelanie będzie prowadzone z dużymi błędami systematycznymi.

Niedokładne wykonanie celowania /złe śledzenie celu, nieprawidłowe uwzględnianie odległości strzelania i inne/ powodują duży rozrzut, co znacznie obniża skuteczność strzelania, szczególnie do celów o małych rozmiarach i ukrytych.

Przy wykorzystywaniu celowników typu ASP-5nd początkujący piloci popełniają następujące błędy:

- zapominają o różnicy w określaniu odległości przy strzelaniu rakietami S-5^x_m i z działek /gdzie odległość należy obowiązkowo wprowadzić do celownika/ w porównaniu ze strzelaniem rakietami S-5k, S-3k, S-24 /kiedy odległości nie wprowadza się do celownika, lecz strzelanie wykonuje się z nakazanej odległości/;

- zapominają o tym, że do celownika należy wprowadzić odległość równą $0,75 D_{\text{strz}}$ /dla działek i rakiet S-5m/;

- niedokładnie określają odległość przy wzrokowym śledzeniu celu;

- nie wytrzymują czasu synchronizacji /3-5 sek/ przy pracy celownika w reżimie "GIRO", podobny błąd jest rozpowszechniony przy strzelaniu ze średnimi i dużymi kątami nurkowania;

- przy strzelaniu rakietami S-5m /z jednoimiennym bloczkiem balistycznym/ do celów naziemnych często strzela-

x/ Obecnie na samolocie Su-7b przy strzelaniu rakietami S-5m należy ustawić bloczek balistyczny dla S-5k. W tym przypadku bieżąca odległość nie jest wprowadzona do celownika.

ją z ustawieniem na "H", w tym czasie, kiedy koniecznym jest ustawienie celownika ASP-5 nd na "DUAS".

Na ostatnim błędzie należy zatrzymać się nieco bardziej szczegółowo.

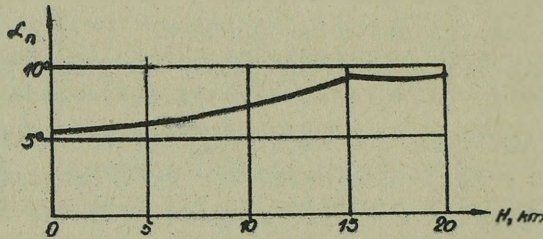
Dajnik kątów natarcia i ślizgu służy do wprowadzenia w obwody licząco - rozwijające celownika wartości kątów natarcia i ślizgu przy strzelaniu raketami S-5m do celów powietrznych.

W wypadku uszkodzenia "DUAS" można dla strzelania do celów powietrznych, wykorzystać mechanizm wysokości, po przełączeniu przełącznika celownika na "H".

Strzelanie jednak z ustawieniem na "H" do celów naziemnych nie jest przewidziane i powoduje duże przeloty raket. Na przykład, przy strzelaniu z $\lambda = 15^{\circ} - 20^{\circ}$, przy $D_{sr} \approx 1300-1400$ m i $V_1 = 800-850$ km/h - przeloty dochodzą do 100-180 m.

Mechanizm wysokości przy strzelaniu do celów powietrznych zamienia "DUAS", podając do obwodu rozwiązującego celownika wartości kątów natarcia dla konkretnych warunków. Kąt natarcia jest wypracowany przez mechanizm wysokości w zależności od wysokości lotu, prędkości i przeciążenia. Wysokość wprowadza się w postaci wartości bieżącej, a prędkość i przeciążenie - w postaci wartości średniej, według uprzednio nakazanego programu dla każdej wysokości. Programowe wartości prędkości i przeciążenia podane są w poniższej tabeli.

H, m	V_1 , km/h	n
2000	650	1,7
5000	750	1,6
7000	800	1,5
10000	900	1,5
12000	950	1,4
15000	1000	1,2



Rys. 24. Zmiana wielkości kąta natarcia w zależności od warunków strzelania.

Kąty natarcia dla warunków podanych w tabeli, mają wartości, które są przedstawione na wykresie /rys.24/. Jak wynika z wykresu - wielkość kąta natarcia waha się w granicach od 5° do 9° .

Przy strzelaniu do celów naziemnych mechanizm wysokości wprowadzi do obliczającego obwodu celownika kąta natarcia około $5^{\circ} 30'$, który odpowiada wysokości mniejszej, aniżeli 2000 m /dla $V_1 < 650$ km/h i $n > 1,7$ /.

Faktyczny potrzebny kąt natarcia α_n / będzie znacznie mniejszy. Obliczymy jego wielkość:

$$\alpha_n = \frac{2 G n}{3 \rho_0 H/H/ V_1^2 c_y} - \alpha_u \quad /32/$$

Dla samolotu Su-7b będziemy mieli:

$$\alpha_u = 1^{\circ},$$

$$\frac{G}{S} = 340 \text{ kg/m}^2,$$

$$c_y^{\alpha} = \frac{dc_y}{d\alpha} \approx 0,054 \frac{1}{\text{stop.}}.$$

Podstawiając wartości do wzoru /32/ i przyjmując , $H = 1$ km, $V_1 = 800$ km/h, $\lambda = 20^{\circ} / n = 0,94$, otrzymamy:

$$\alpha_n = \frac{2 \cdot 340 \cdot 0,94}{0,125 \cdot 0,907 \cdot 2202 \cdot 0,054} - 1 = 1^{\circ} 15'.$$

Tak więc, przy ustawieniu na "H" do celownika zostanie wprowadzony kąt natarcia większy o $4^{\circ}35'$ od kąta potrzebnego, a zatem mechanizm rozwiązujący wypracuje zbyt dużą poprawkę stałą w płaszczyźnie pionowej, co znowu doprowadzi do dużych przelotów rakiet S-5m /w płaszczyźnie pionowej wprowadza się poprawkę $4,5^{\circ}$. Ażeby tego nie było należy strzelać, albo przy ustawieniu na "NIERUCH", budując odpowiednie poprawki wzrokowo, albo wprowadzać niezbędną poprawkę drogą nachylenia płytki płasko-równoległej przy włączonym przełączniku "OGRZEWANIE" i wyłączonym przełączniku "ASP".

Ponadto, błędy podczas strzelania są powodowane przez niestateczne zachowanie się samolotu na niektórych kątach i prędkościach nurkowania, pogarszając warunki celowania i strzelania, a także przez siłę odrzutu.

Silny odrzut przy strzelaniu z działek lub przy odpalaniu rakiet powoduje wahania samolotu wokół środka ciężkości i w związku z tym zwiększenie się rozrzutu.

Największy wpływ siły odrzutu występuje, z zasady przy strzelaniu z działek, a nieco mniejszy przy strzelaniu raketami, posiadającymi zasłonięte lub na pół zasłonięte /S-5m, S-5k/ urządzenia odpalające i stosunkowo dużą prędkość zejścia v_0 z urządzeń odpalających. Przy strzelaniu raketami posiadającymi odsłonięte urządzenia odpalające /S-3k, S-24/ i małą prędkość zejścia v_0 , wpływ siły odrzutu jest nieznaczny.

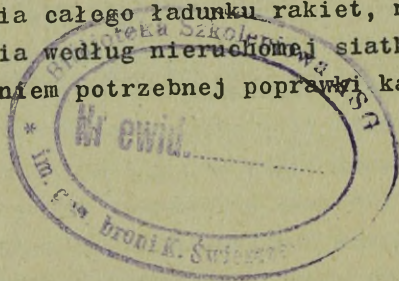
Działania siły odrzutu na samolot powoduje dwa charakterystyczne zjawiska. I tak, przy strzelaniu seriami z działek lub przy strzelaniu serią salw rakiet, oś samolotu odchyła się w stronę działania momentu siły odrzutu wokół środka ciężkości samolotu. Wielkość i kierunek odchylenia osi samolotu podczas strzelania zależą od rozmieszczenia broni w stosunku do środka ciężkości samolotu, wielkości siły odrzutu i długości jej działania. Ze wzrostem długości salwy lub czasu serii salw odchylenie to zwiększa się.

Dla każdego samolotu przy strzelaniu z danej broni odchylenie pod działaniem siły odrzutu zachodzi w dokładnie określonym kierunku, który stwierdza się drogą doświadczylną.

Dla zmniejszenia rozrzutu i zwiększenia przez to skuteczności strzelania, pilot winien dokładnie znać kierunek działania siły odrzutu przy strzelaniu z różnego rodzaju broni swego samolotu i parować to działanie odpowiednim odchyleniem sterów samolotu. Doświadczenie wykazuje, że przy odpowiednim treningu piloci mogą wystarczająco dobrze radzić sobie z działaniem siły odrzutu. Innym środkiem sprzyjającym zmniejszeniu wpływu siły odrzutu na dokładność strzelania jest zmniejszenie długości serii.

Drugie zjawisko, wynikające pod działaniem siły odrzutu, polega na pojawieniu się, "rozmycia" siatki celownika. Rozmywanie siatki przeszkadza pilotowi w dokładnym celowaniu w trakcie całej serii lub serii salw i powoduje zwiększenie rozrzutu.

Przy występowaniu rozmycia siatki pilot, dla zmniejszenia rozrzutu, winien podczas całej serii /serii salw/ dokładnie wytrzymywać warunki lotu, ustalone w początkowym momencie strzelania i prowadzić ogień krótkimi seriami. W przypadku, kiedy rozmycie siatki powoduje duży rozrzut, a sytuacja zmusza do prowadzenia ognia długimi seriami lub serią salw do zużycia całego ładunku rakiet, należy przechodzić do strzelania według nieruchomej siatki celownika ze wzrokowym zbudowaniem potrzebnej poprawki kątowej.



T R E Ś Ć

	str.
WSTEP	3
§ 1. Określanie racjonalnych warunków zastosowania bojowego raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów na podstawie charakterystyki celu	5
§ 2. Określanie racjonalnych warunków zastosowania bojowego uzbrojenia samolotów, wychodząc z posiadanych na samolocie środków rażenia ..	13
§ 3. Określanie racjonalnych warunków zastosowania bojowego raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotu z uwzględnieniem charakterystyk lotnych samolotu	18
1. Określanie możliwych warunków zastosowania bojowego rakiet niekierowanych i broni artyleryjskiej	18
Określanie odległości strzelania	20
Określanie racjonalnego kąta nurkowania przy strzelaniu	29
Określanie wysokości wprowadzenia samolotu w nurkowanie	37
Wybór prędkości wprowadzenia samolotu w nurkowanie	38
Budowa strefy możliwego strzelania do celu naziemnego	40
2. Określanie możliwych warunków strzelania rakietami kierowanymi do celów naziemnych	45
Budowa strefy możliwego strzelania . . .	47
Cechy szczególne zastosowania bojowego różnych typów rakiet kierowanych	56
§ 4. Określanie położenia wyjściowego do ataku celu z zastosowaniem raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotu	60

	str.
1. Atakowanie celu z zastosowaniem manewru pionowego - pętli	65
2. Manewr - półpętla	67
3. Manewr - zwrot bojowy	69
§ 5. Zastosowanie celowników przy strzelaniu rakietami niekierowanymi i z działek	70
1. Określanie poprawek, potrzebnych do rozwiązania zadania celowania	71
2. Określanie poprawki w celowaniu przy niezgodności warunków strzelania z obliczonymi	74
3. Określanie odległości do celu	78
§ 6. Błędy przy strzelaniu do celów naziemnych	82

1. Opisać zasady strzelania z działek
 2. Rozstrzygnięcie błędów (cel, odległość i wysokość)
 3. Zasady i schemat strzelania z działek
 4. Zasady i schemat strzelania z działek
 5. Zasady i schemat strzelania z działek

Wydrukowano w 40 egz.

Egz. nr 1-40 B.T.

Wyk. płk dypl. Stefan Pawłowski

Druk. Z. Z. dn. 22.04.68r.

Nr ks. masz. 0307/WL

Nr ks. gł. 01291/WV