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

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. gen. broni K. Świerczewskiego

FAKULTET WOJSK LOTNICZYCH I OPL
KATEDRA OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ

TAJNE

Egz. Nr 1

30
49
TP

kpt. dypl. Tadeusz CZARNOCKI

Temat: STRZELANIE Z PODWÓJNIE SPRZĘŻONYCH ARMAT ZSU-57-2

(Skrypt wykładu)

Biblioteka Szkoleniowa ABG
Nr ewid. 02171
im. gen. broni K. Świerczewskiego

028233

028233

28233

REMBERTÓW SIERPIEŃ 1960

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

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. gen. broni K. Świerczewskiego

FAKULTET WOJSK LOTNICZYCH I OPL
KATEDRA OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ

TAJNE

Egz. Nr 1

kpt. dypl. Tadeusz CZARNOCKI

Temat: STRZELANIE Z PODWÓJNIE SPRZĘŻONYCH ARMAT ZSU-57-2

(Skrypt wykładu)

Biblioteka Szkoleniowa ABG
Nr ewid. 02171
im. gen. broni K. Świerczewskiego

028233

028233

28133

REMBERTÓW SIERPIEŃ 1960

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

FAKULTET WOJSK LOTNICZYCH i OPL
KATEDRA OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ

Przekł. prot. 12357.

"ZATWIERDZAM"
SZEF KATEDRY OPL

/-/ ppłk dypl. Włodzim. KOSTRZEWSKI

T A J N E
Egz. nr. 1

kpt. dypl. Tadeusz CZARNOCKI

Temat: "Strzelanie z podwójnie sprzężonych armat ZSU-57-2".

/SKRYPT/

Biblioteka Szkoleniowa ASG
Nr ewid. 022171
im. gen. broni K. Świerczewskiego
BIBLIOTEKA SZKOLENIOWA AKADEMII SZTABU GENERALNEGO im. gen. broni K. Świerczewskiego
28233

SPRAWDZIŁ:
Z-CA SZEFA KATEDRY OPL

/-/ ppłk dypl. Stefan MAKOWSKI

Rembertów s i e r p i e ń 1960 r.

SPIS ZAGADNIEŃ

ROZDZIAŁ I.

ZASADY OGÓLNE.

1. Zadania strzelania.
2. Skuteczność strzelania.
3. Sposoby strzelania i rodzaje ognia.

ROZDZIAŁ II.

STRZELANIE DO CELÓW POWIETRZNYCH.

1. Przygotowanie baterii do strzelania.
2. a/ Wstępne przygotowanie baterii do strzelania.
   b/ Bezpośrednie przygotowanie baterii do strzelania.
2. Strzelanie do samolotów na kursie poziomym.
3. Błędy strzelania.
   1/ Błędy współrzędnych i czynników ruchu celu.
      a/ Błędy odległości.
      b/ Błędy kątowych współrzędnych celu.
      c/ Błędy czynników ruchu celu.
   2/ Błędy spowodowane nieuwzględnianiem odchyłek warunków strzelania od tabelarnych.
   3/ Błędy hipotezy ruchu celu.
   4/ Błędy technicznego rozrzutu.
   5/ Sumaryczne błędy strzelania.
4. Strzelanie do samolotów manewrujących.
5. Strzelanie do samolotów niespodziewanie pojawiających się na małych odległościach.
6. Strzelanie do samolotów nurkujących /planujących/.
7. Strzelanie do celów zrzucanych na [illegible] spadochronach.
8. Strzelanie do śmigłowców.
9. Osobliwości strzelania do celów powietrznych z przystanków i marszu.
10. Przygotowanie pułku do strzelania.

ROZDZIAŁ I

ZASADY OGÓLNE.

1. Zadania strzelania.

Oddziały i pododdziały wyposażone w samobieżne armaty przeciwlotnicze 57 mm podwójnie sprzężone /S-68/, wykonują następujące zadania:

- niszczenie samolotów, samolotów - pocisków, bomb lotniczych, śmigłowców oraz celów zrzucanych na spadochronach;
- niszczenie średnich i lekkich czołgów, samochodów pancernych, piechoty i innych celów naziemnych;
- niszczenie w rejonach przybrzeżnych siły żywej desantów, kutrów, pontonów, barek i innych celów nawodnych.

Głównym zadaniem strzelania oddziałów i pododdziałów wyposażonych w armaty przeciwlotnicze S-68 jest niszczenie samolotów, samolotów - pocisków poja - wiających się w granicach strefy ostrzału każdego działa, tzn. w granicach odległości wyprzedzonej do 4800 m. Te graniczne odległości umożliwiają prowadze- nie ognia do celów poruszających się z prędkością rzędu 200 m/sek. przez 40 - 50 sek. i oddanie z każdej lufy działa nie mniej niż 30 - 40 strzałów przy strzelaniu na wysokości do 4000 m. Strzelanie na wysokościach więk- szych niż 4000 m jest również możliwe lecz nie wskazane na skutek zbyt krótkiego czasu strzelania, ograniczone- go największą odległością wyprzedzoną równą 4800 m, jak również wskutek znacznego wzrostu zasadniczych błę- dów związanych określeniem i uwzględnieniem czynników ruchu i bieżących współrzędnych celu. Przy współczesnym rozwoju środków napadu powietrznego zadanie to posiada wyjątkowo ważne znaczenie. Wykonanie tego zadania rzu - tuje na system, organizację i kaliber dział art. plot. oraz osiąga się przez doskonalenie sposobów bojowego wykorzystania art. plot. i przez zmasowanie /w miarę możliwości/ ognia stosowanie do cech charakterystycznych celu.

Armaty przeciwlotnicze S-68 z ich automatycznymi celownikami zapewniają prędkość otwarcia ognia i dokładność strzelania na małe odległości przy dużych prędkościach kątowych wycelowania armat /prędkości kątowe armat S-68 podane są w tabeli nr 1/.[a]

Tabela 1.

Sposób wycelowania / Prędkości kątowe	Ręczny	Półautomatyczny	
		w stop./sek.	w tys./sek.
Pozioma / ω_s /	4°/0-66/przy jednym obrocie pokrętła	36	6-00
Pionowa / ω_p /		20	3-33

Dlatego armaty plot. S-68 mogą być z powodzeniem zastosowane do strzelań na małych wysokościach: samoloty lecące na małych wysokościach, samoloty nurkujące na obiekty położone w rejonie stanowisk ogniowych baterii; innymi słowy do celów niespodziewanie pojawiających się.

Zadania strzelania do celów naziemnych i nawodnych mogą być stawiane tylko w wyjątkowych wypadkach na podstawie decyzji wyższego dowódcy i pod warunkiem zachowania stałej gotowości do zwalczania celów powietrznych. Jednakże w niektórych wypadkach strzelanie do naziemnych lub nawodnych celów może być ważniejsze od strzelania do celów powietrznych. Będzie to miało miejsce w następujących przypadkach:

- gdy istnieje bezpośrednie niebezpieczeństwo zniszczenia baterii przez piechotę, czołgi lub desant, które atakują stanowisko ogniowe;
- gdy naziemne lub nawodne cele bezpośrednio zagrażają osłanianemu obiektowi, lub wojskom i nie mogą być niszczone innymi środkami naziemnymi.

Dla armat przeciwlotniczych ZSU-57-2 przyjmuje się następujący podział odległości strzelania: duże od 5000-4000 m; średnie od 4000-2000 m i małe poniżej 2000m.

Podział ten jest przyjęty umownie w celu łatwiejszego opracowania szeregu punktów instrukcji strzelania, a także łatwiejszego przyswojenia zasad strzelania, na poszczególnych odległościach.

2. Skuteczność strzelania.

Oznaką wykonania zadania, a tym samym oznaką skuteczności strzelania, jest rażenie celu. Dla rażenia samolotu konieczne są takie trafienia przy których siła wybuchu lub odłamki mogą razić załogę samolotu, lub sam samolot. Rażenie to musi być na tyle skuteczne, aby uniemożliwiało pilotowi doprowadzenie samolotu na swoje lotnisko. Rażenie można osiągnąć jednym lub kilkoma trafieniami w zależności od typu samolotu i charakteru uszkodzeń wynikłych z trafienia.

Dla armat przeciwlotniczych S-68 z celownikiem /a taki sposób strzelania dla tych armat jest zasadniczym sposobem strzelania, o czym będzie mowa niżej/ do pojedynczych samolotów i samolotów-pocisków zależy głównie od odległości strzelania. I tak ze wzrostem odległości skuteczność strzelania maleje. Im większa wysokość celu tym większa odległość strzelania, a tym samym zmniejsza jego skuteczność. Na przykład, jeżeli przy strzelaniu baterią średnie zużycie amunicji na trafienie pojedynczego samolotu na wysokości 2000 m przyjąć za jedność, to ze wzrostem wysokości lotu celu do 4000 m, średnie zużycie amunicji na trafienie pojedynczego samolotu wzrasta średnio 2,5 raza.

Strzelanie pojedynczego działa do samolotów, samolotów-pocisków, śmigłowców na średnich i dużych odległościach jest mało skuteczne. Dlatego ogień do wymienionych celów winny prowadzić wszystkie działa baterii do pojedynczego celu /plutonem przy rozmieszczeniu lub ruchu baterii plutonami/. Przy długotrwałych nalotach lotnictwo nieprzyjaciela, aby uniknąć przekroczenia reżimu ognia jednocześnie dla całej baterii dopuszczalne jest strzelanie

plutonami na zmianę. Lufy armat S-68 plutonu nie strzelającego w tym czasie są ochładzane. Strzelanie do celów zrzucanych na spadochronach, do celów naziemnych i nawodnych prowadzi się pojedynczymi działami oraz w zależności od sytuacji, plutonami lub bateriami. Instrukcja strzelania armat S-68 nie ogranicza pod tym względem inicjatywy dowódców baterii.

Należy pamiętać, że strzelanie do bomb oświetlających jest mało skuteczne, na skutek małych wymiarów celu i zrzucenie bomb oświetlających poprzedza zazwyczaj nalot lotnictwa bombowego.

Z tego względu strzelanie do tych celów należy prowadzić tylko w tych wypadkach, gdy lotnictwo nieprzyjaciela atakuje obiekty poza zasięgiem ognia armat plot. ZSU-57-2. Ilość luf do strzelania należy wyznaczać z takim wyliczeniem, które nie ograniczałoby możliwości odparcia zbliżających się nalotów.

Uogólniając można powiedzieć, że wykonanie zadań strzelania zapewnia tylko ich duża skuteczność, a szczególnie pierwszych wystrzałów /serii/, którą można zapewnić przez:

- dokładne przygotowanie sprzętu i amunicji do strzelania;
- wczesne wykrywanie celów na stanowisku dowodzenia dowódcy pułku i wskazanie bateriom;
- wczesne wykrywanie i uchwytywanie celów przez baterię;
- dokładne określanie danych wejściowych /V_c, D i q/ celu;
- wyboru właściwego rodzaju ognia, odpowiednio do warunków strzelania i otwarcia jego na czas;
- dobre wyszkolenia obsług armat i dalmierzy;
- prawidłowe i terminowe wprowadzenie poprawek.

Decydujący wpływ na skuteczność strzelania posiada dokładność przygotowania sprzętu, otwarcie ognia na czas, dokładność pracy obsług, dział i dalmierzy. Wprowadzanie poprawek jest jedynie środkiem pomocniczym, zwiększającym skuteczność strzelania.

3. Sposoby strzelania i rodzaje ognia.

Za podstawę do klasyfikacji sposobów strzelania mogą być przyjęte różne czynniki. Dla celów praktycznych istotne znaczenie ma podział sposobów strzelania według najbardziej charakterystycznych oznak. W Instrukcji strzelania za taką oznakę przyjęto sposób rozwiązania zadania. W zależności od sytuacji, charakteru celu, i warunków obserwacji stosuje się dwa sposoby strzelania:

- strzelanie z celownikiem;
- strzelanie ogniem zaporowym.

Strzelanie z celownikiem dla armat przeciw - lotniczych S-68 jest zasadniczym sposobem strzelania. Stosuje się przy strzelaniu do widocznych samolotów, do celów zrzucanych na spadochronach, do celów naziemnych i nawodnych. Przy strzelaniu z celownikiem armaty wycelowuje się w cel za pomocą przezierników /kolimo - torów/ celownika półautomatycznie, z wykorzystaniem napędu siłowego lub ręcznie.
Sposób strzelania z celownikiem charakteryzuje się tym, że zadanie spotkania rozwiązuje celownik ciągle przez cały czas trwania strzelania na podstawie wprowadzo - nych do niego czynników ruchu i bieżących współrzędnych celu. Przy strzelaniu do celów ruchomych wyprzedzenie wypracowuje celownik na podstawie wprowadzonej do celownika prędkości celu. Prędkość celu określa się według typu samolotu. W ostateczności prędkość celu można określić na oko. Należy jednak pamiętać, że sposób określania prędkości na oko jest zbyt mało dokładny, aby można go było stosować w praktyce.

Oprócz tego na celowniku nastawia się: kąt kursowy nastawiamy przy pomocy strzałki kursowej;kąt nurkowania /planowania/, określony na oko i odległość do celu określona za pomocą dalmierza lub na oko. Najbardziej skuteczne jest strzelanie ogniem zaporowym. Sposób ten winien być stosowany w tych wypadkach, gdy nie można strzelać z celownikiem.

Istota ognia zaporowego polega na postawieniu nieruchomej zapory na kursie celu w obliczonym punkcie wyprzedzonym. Punkt obliczony i moment otwarcia ognia określa się na podstawie RSWP. Stosowanie ognia zaporowego może zapewnić rażenie celu lub moralne oddziaływanie na załogę samolotu. Ponieważ na samoloty - pociski oddziaływać moralnie nie możemy, a prawdopodobieństwo ich trafienia wskutek małych wymiarów jest bardzo mała /znikoma/, dlatego strzelanie ogniem zaporowym do tych celów jest niecelowe.
Ze względu na małą siłę ognia pojedyncze baterie armat plot. S-68 ognia zaporowego nie prowadzą.

W zależności od sytuacji powietrznej i naziemnej z armat przeciwlotniczych ZSU-57-2 można prowadzić ogień z SO, przystanków i w marszu.

Ogień z SO jest najbardziej skuteczny i stosuje się go w osłonie wojsk w działaniach obronnych, w rejonie ześrodkowania i w wypadku gdy pododdziały armat ZSU-57-2 znajdują się długi czas na stanowisku ogniowym.

Ogień z przystanków jest mniej skuteczny i stosuje się go w osłonie wojsk w natarciu, w marszu, a także w innych warunkach. Minimalny czas przystanku powinien się równać czasowi potrzebnemu na uchwycenie celu i prowadzenie ognia.

Ogień w marszu jest najmniej skuteczny i stosuje się go w tych wypadkach, kiedy nie można się zatrzymać w marszu. Uchwycenie celu i strzelanie prowadzi się w czasie wykonywania marszu.

W zależności od charakteru celu, warunków widoczności, odległości strzelania, stanu sprzętu i ilości amunicji stosuje się następujące rodzaje ognia:

- strzały pojedyncze /z obydwu luf/;
- serie krótkie 2-3 strzały;
- serie długie 5-10 strzałów;
- ogień ciągły do 15 strzałów.

Klasyfikacja rodzajów ognia jest ściśle związana z długością serii. Im dłuższe są serie ognia i mniejsze przerwy między nimi, tym strzelanie jest intensywniejsze. Jeżeli przy tym nie zmniejsza się dokładność naprowadzenia armat, to większe są możliwości rażenia celu. Należy jednak pamiętać, że przy zwiększaniu ilości wystrzałów w serii dokładność naprowadzenia armat plot. S-68 na cel zmniejsza się. Zależność tę ilustruje poniższa tabela:

Błędy środkowe /tys./ \ Ilość wystrzałów w serii	1	2	3	4	5	6	7	8
E_p	5,8	7,3	7,9	9,7	11,0	11,0	11,0	11,
E	3,0	5,5	6,0	7,7	9,0	9,0	9,0	9,

Na wybór tego lub innego rodzaju ognia mają wpływ następujące czynniki:

- właściwości celu;
- odległość strzelania;
- temperatura nagrzewania się luf, wynikające z dotychczasowych strzelań /jeżeli lufy nie były ochłodzone do temperatury powietrza/;
- ilość posiadanej amunicji i możliwości jej dowozu;
- widoczność celu w czasie strzelania, która może być utrudniona przez dym, pył przesłaniający pole widzenia przeziernika.

Cele powietrzne zrzucane na spadochronach, cele naziemne i nawodne o małych wymiarach /czołgi, samochody panc., kutry itp./ znajdują się przez dłuższy czas w strefie ognia. W tym czasie można zmierzyć uchylenia tras, wprowadzić poprawki, a tym samym zwiększyć dokładność każdego strzału. Do takich celów prowadzi się ogień pojedynczymi strzałami. Taki rodzaj ognia zapewnia największą dokładność celowania i praktycznie nie nastręcza trudności w pracy obsługi armaty.

Serie krótkie stosuje się w następujących przypadkach:
- przy strzelaniu do pojedynczych samolotów i grup samolotów na dużych odległościach;
- przy strzelaniu do celów naziemnych i nawodnych o dużych wymiarach /zgrupowanie piechoty, barki itp/ oraz do piechoty atakującej stanowisko ogniowe;
- w czasie słabej widoczności kiedy celowanie na skutek dymu i pyłu przykrywającego pole widzenia mogą zgubić cel już po 3-4 strzałach.

Stosowanie w tym wypadku serii krótkich /2-3 strzały/ pozwala wyeliminować duże błędy w celowaniu lub utratę celu.

Strzelanie seriami długimi stosuje się:
- przy strzelaniu do samolotów pojedynczych, do grup samolotów na średnich i małych odległościach;
- przy strzelaniu do samolotów pojedynczych na średnich odległościach po uzyskaniu prawidłowego układania się tras.

Jeżeli warunki widoczności przy strzelaniu do celu pojedynczego na małych i średnich odległościach są dobre i inne czynniki nie ograniczają reżimu ognia, to zwiększą skuteczność strzelania można osiągnąć przez zwiększenie intensywności ognia tj. przez stosowanie serii długich.

Stosowanie długich serii przy strzelaniu do samolotów pojedynczych na dużych odległościach jest niecelowe.
Wypływa to z przegrzewania się luf, co może nastąpić już do odległości średnich, a to z kolei może wpłynąć na zmniejszenie intensywności[x/] ognia na odległościach średnich i małych, podczas gdy strzelanie na małych odległościach jest bardziej skuteczne.

Ogień ciągły stosuje się przy strzelaniu do samolotów nurkujących i celów o dużych prędkościach. Strzelanie do tego typu celów jest bardzo krótkotrwałe i aby zwiększyć ogólną ilość wystrzałów, a tym samym

---

x/ Intensywność ognia charakteryzuje ilość wystrzałów w jednostce czasu.

zwiększyć również skuteczność strzelania, instrukcja strzelania zaleca stosowanie ognia ciągłego.

Na nagrzewanie się luf wpływa intensywność i długość strzelania, a częściowo również i temperatura powietrza tudzież siła wiatru. Nagrzanie się luf do 400°C i wyższej temperatury powoduje prędkie wzrastanie rozrzutu i szybkie zużywanie się przewodów luf. Ponieważ w czasie strzelania określenie temperatury luf jest niemożliwe, dlatego doświadczalnie zostały ustalone granice prowadzenia ognia, przestrzeganie których wyklucza możliwość jednoczesnego wyeliminowania wszystkich armat z udziału w strzelaniu.

Tabela 2

Czas trwania strzelania po ochłodzeniu lufy	10 sek	20 sek.	40 sek	1 min	2 min.	5 m.	10 min.	15 min.	30 min.	60 min.
Maksymalna ilość strzałów na jedną lufę.	18	30	40	50	60	75	100	120	200	300

Posługując się powyższą tabelą strzelający winien uwzględniać nie tylko ilość wystrzałów, ale i czas trwania strzelania oraz sytuację bojową. W przewidywaniu długotrwałego strzelania należy w odpowiednim czasie przejść do prowadzenia ognia seriami krótkimi lub zwiększyć odstęp między nimi, a tym samym zwiększyć czas trwania strzelania, przestrzegając wymogów reżimu ognia.

Kontrolę reżimu ognia /określenie czasu i ilości wystrzałów/ rozpoczyna się z chwilą otwarcia ognia do pierwszego celu. Do ogólnego czasu strzelania wlicza się przerwy między strzelaniami jeżeli w czasie tych ostatnich lufy nie ochłodziły się do temperatury powietrza. Jeżeli długość przerw między strzelaniami pozwala na ochłodzenie lub na ich zamianę, albo można je ochłodzić przy pomocy specjalnego urządzenia do temperatury niżej niż 100°C,

to określenie czasu i ilości strzałów rozpoczyna się od momentu otwarcia ognia po danej przerwie. Należy pamiętać, że na ochłodzenie lufy o 400 - 100°C potrzeba nie mniej niż 3-4 min. Powtórne ochłodzenie lufy tym samym urządzeniem /przy gorącej jeszcze wodzie/ wymaga 2-3 razy więcej czasu. Przy regulacji intensywności ognia kierujemy się tabelą 2.

Np. jeżeli w ciągu 1 min oddano 50 wystrzałów, to następne 50 wystrzałów należy oddać w czasie nie mniejszym niż 9 min., albo jeżeli w czasie 15 min oddano 120 strzałów to w następnych 15 min. można oddać nie więcej jak 80 wystrzałów itp.

W tych wypadkach, gdy sytuacja powietrzna wskazuje na to, że strzelanie nie będzie się przedłużać, to w pierwszych 10 min. można oddać 140 strzałów, w następującej kolejności: w pierwszej minucie - 64 wystrzały, po czterominutowym ochłodzeniu lufy wodą w 30 sek. - 40 i po następnym 4-minutowym ochłodzeniu luf wodą w 30sek.- 36 strzałów.

Ewidencję ilości oddanych strzałów prowadzą dowódcy armat i dowódcy plutonów.

ROZDZIAŁ II

STRZELANIE DO CELÓW POWIETRZNYCH

1. Przygotowanie baterii do strzelania.

Chcąc, aby zadania strzelania były wykonane przy najmniejszym zużyciu amunicji i w możliwie jak najkrótszym czasie, należy strzelanie dokładnie przygotować. Oznacza to, że strzelanie powinno być przygotowane z taką starannością aby pierwsze strzały były najskuteczniejsze. Tym większe ma to znaczenie, że przy strzelaniu do samolotów poprawek mających na celu wyeliminowanie błędów przygotowania strzelania nie wprowadza się, a prowadzi się od razu ogień skuteczny. Przy strzelaniu z celownikiem, poprawki wprowadza się w trakcie strzelania i mogą one polepszyć część strzelania, a w zasadzie jego drugą połowę.

W celu zapewnienia wymaganej dokładności strzelania i otwarcia ognia na czas, tę część przygotowania, która może być wykonana przed pojawieniem się celu należy wykonać zawczasu. Z tego punktu widzenia przygotowanie strzelania dzieli się na dwa etapy:
- wstępne przygotowanie strzelania;
- bezpośrednie przygotowanie strzelania.

a/ Wstępne przygotowanie baterii do strzelania.

Wstępne przygotowanie baterii do strzelania obejmuje:
- przygotowanie do boju armat, dalmierzy, amunicji i orientowanie;
- przygotowanie strzelania w nocy do celów oświetlonych;
- przygotowanie ognia zaporowego.

Wszystkie te czynności należy wykonać przed otrzymaniem wskazania celu ze stanowiska dowodzenia pułku lub przed wykryciem celu w baterii.
Przygotowanie do boju armat S-68, dalmierzy, amunicji i orientowanie wykonuje się zgodnie z odpowiednimi punktami regulaminu działoczyn.

Armaty S-68 orientuje się dla potrzeb wskazywania celów powietrznych i do prowadzenia ognia zaporowego.

Przygotowanie armat do strzelania w nocy sprowadza się do przygotowania oświetlenia, niezbędnego dla zabezpieczenia pracy bojowej obsługi.

b/ Bezpośrednie przygotowanie baterii do strzelania.

Przygotowanie baterii do strzelania składa się z czynności, których wykonanie uwarunkowane jest znajomością konkretnych charakterystyk celu tj. typu, składu, kierunku lotu, prędkości, odległości, itp. Określenie tych niezbędnych charakterystyk niemożliwe jest w czasie wstępnego przygotowania, a możliwe dopiero po wykryciu celu przez baterię lub po otrzymaniu wskazania celu.

Bezpośrednie przygotowanie baterii do strzelania obejmuje:

- wypatrywanie, wykrycie i rozpoznanie celu po wskazaniu go ze stanowiska dowodzenia dowódcy pułku lub samodzielny wybór celu przez dowódcę baterii przy braku wskazania;
- wskazywanie celu armatom;
- określenie danych początkowych do strzelania: prędkości celu /V_c/, kąta kursowego /q/, kąta nurkowania /planowania wznoszenia /λ / i odległości rzeczywistej do celu /D/;
- wyznaczenie rodzaju ognia.

Dowódca baterii otrzymuje wiadomości o celach powietrznych ze stanowiska dowodzenia pułku i prowadzi rozpoznanie sytuacji powietrznej przy pomocy przyrządów optycznych /wzrokowo/. Kierunek na cel ze stanowiska dowodzenia pułku może być podany według stron świata lub przedmiotów /dozorów/ terenowych. Po otrzymaniu zadania ogniowego od dowódcy pułku, dowódca baterii podaje komendę do poszukiwania celu. Armaty winny być skierowane w nakazanym kierunku, a uwaga całego składu osobowego baterii na wykrycie i rozpoznanie celu.

Aby jak najprędzej odszukać wskazany cel należy uprzednio nastawić na armatach": prędkość oczekiwanych typów samolotów nieprzyjaciela, przypuszczalny

azymut celu, kąt podniesienia 5-00 /30°/, odległość 2000m, strzałę kursową na baterię. Odległość 2000 m odpowiada potrzebie prędkiego przygotowania strzelania do celów pojawiających się na małych odległościach. Po wykryciu i rozpoznaniu celu grupowego strzelający wskazuje samolot, w który należy wycelować działa.
W wypadku nie otrzymania zadania ogniowego od dowódcy pułku lub przy niespodziewanej zmianie sytuacji powietrznej dowódca baterii samodzielnie organizuje poszukiwanie i wybór celu oraz prowadzi do niego ogień. Nie należy zapominać, że w takich wypadkach dowódca baterii kieruje się wskazówkami przełożonego i zaistniałą sytuacją powietrzną.

Celem dla baterii może być pojedynczy samolot, oddzielny klucz w zwartym szyku bojowym, lub też jeden klucz w grupie samolotów.

Prędkość celu /samolotu/ określa dowódca baterii na podstawie typu samolotu i na podstawie obserwacji poprzednich strzelań. Określoną wartość prędkości celu podaje się na armaty w metrach na sekundę. Prędkość zaokrągla się z nadmiarem do wielkości wielokrotnej 10 m/sek. Przy braku danych o prędkości i typach samolotów, przy złych warunkach obserwacji tras, lub gdy cel manewruje, stosuje się skalowanie prędkości. W tym wypadku prędkość celu określa się na podstawie danych z doświadczenia i podaje się na armaty następująco /w baterii 6 armat S-68/:

- na 1 i 5 - prędkość większą od określonej o 20m/sek;
- na 2 i 4 - prędkość równą określonej;
- na 3 i 6 - prędkość mniejszą od określonej o 20m/sek.

Błędy w określeniu prędkości celu powodują systematyczne i jednostronne uchylenia tras od celu na całym odcinku strzelania i w sposób decydujący wpływają na jego skuteczność.

Strzelający winien znać typy samolotów i charakterystyczne dla nich prędkości i na tej podstawie wyznaczać je dla armat. W pierwszym rzędzie należy kierować się danymi o celu, uzyskanymi od dowódcy pułku

przy wskazywaniu celów. Przy braku takiego źródła określania prędkości trzeba wyznaczać ją kierując się danymi uzyskanymi z doświadczenia.

Prędkość celu udokładnia się na podstawie obserwacji układania się tras wokół celu. Błąd środkowy w określaniu prędkości celu według typu samolotu wynosi 10% V_c, tj.

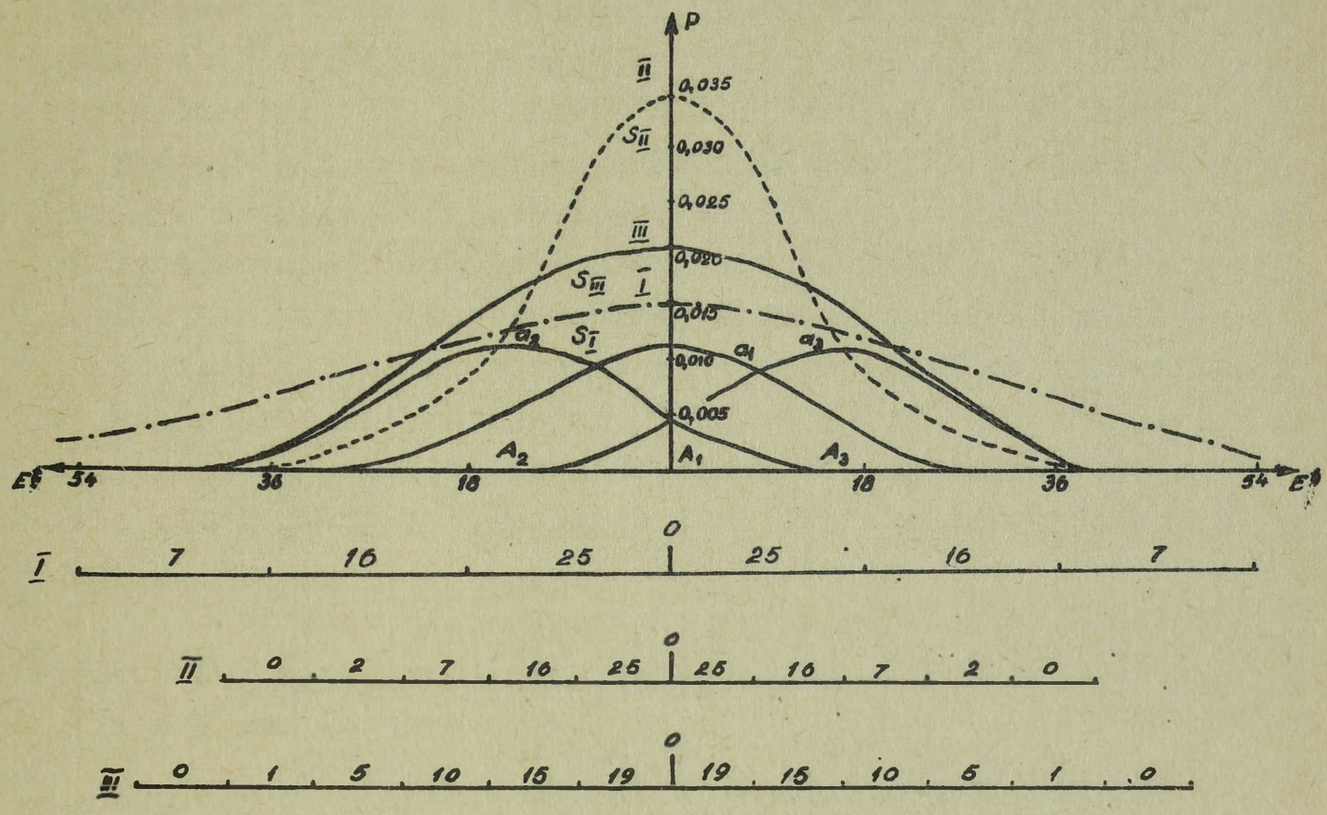
$$E_V = 0{,}1\ V_c .$$

Zaokrąglanie prędkości do 10 m/sek. z nadmiarem uzasadnia się tym, że tą drogą chcemy eliminować błędy wynikające z pracy celowniczych. Celowniczowie wycelowując armatę na cel, szczególnie ma to miejsce przy celowaniu do samolotów odrzutowych mają tendencję do nadążania w naprowadzaniu przezierników na cel. Powoduje to w konsekwencji pozostawanie tras. W wypadku braku jakichkolwiek wiadomości o prędkości celu i przy złych warunkach obserwacji tras, prędkość celu może być wyznaczona z dużymi błędami. W takich wypadkach, jak zaleca instrukcja strzelania, celowo stosować skalowanie prędkości w baterii.

Skalowanie prędkości celu na celownikach armat baterii równoznaczne przesunięciu punktu wyprzedzonego, dla których celowniki na różnych nastawach rozwiązują zadanie spotkania się pocisków z celem w tym samym momencie czasu.

Załóżmy, że celownik, na którym określono prędkość /V/ rozwiązuje zadanie spotkania dla punktu - A_1, celownik $V + \Delta V$ - dla punktu A_2, a celownik z $V - \Delta V$ - dla punktu

Do obliczeń przyjęto średnią prędkość celu 180 m/sek. W oparciu o nią przeprowadzono analizę, która przedstawia się następująco:



Rys. 1.

Krzywa I i skala prawdopodobieństwa I pokazuje przestrzeń możliwych położeń celu na kursie przy E_V = 18 m/sek /x 10% V_c/, co dla średnich warunków strzelania odpowiada 0-18.

Krzywą II i skalą prawdopodobieństwa II przedstawiona przestrzeń bateryjnego rozrzutu na kursie z nastawą jednej wartości prędkości celu na wszystkich celownikach baterii przy błędzie środkowym rozrzutu 0-18.

Krzywą III i skalą III - przestrzeń bateryjnego rozrzutu przy skalowaniu prędkości celu na celownikach armat baterii /bateria 6 armat 8-68/.

Krzywe oznaczono symbolami a_1, a_2, a_3 przedstawiają przestrzeń rozrzutu dla każdych dwóch armat baterii, na których nastawiono jednakowe prędkości celu, tj. V, /V + ΔV/ i /V - Δ V/. Powierzchnie $S_I = S_{II} = S_{III}$, ponieważ każda z nich przedstawia prawdopodobieństwo równe jedności. Każda z powierzchni ograniczona krzywą a_1, a_2 i a_3 = 1/3 powierzchni S_{II}. Przy tym rzędne krzywej

III otrzymane są drogą sumowania rzędnych krzywej a_1, a_2 i a_3. Co się tyczy cyfr opisujących skalę III, to otrzymano je przez dzielenie powierzchni S_{III} na odcinki odpowiadające uchyleniom środkowym rozrzutu /0-18/, a pokazana na skali II. Przy nastawianiu na wszystkich armatach baterii jednakowej prędkości, gęstość tras wokół celu charakteryzuje rozkład normalny /krzywa II/.
Jeżeli na każdej 1/3 armat baterii nastawimy prędkość V, /V + ΔV/ i /V - ΔV/, to gęstość tras w środku grupowania zmniejszy się, a w drugich miejscach bardziej oddalonych od środka nieco wzrośnie /krzywa III/. Jednocześnie z tym zwiększy się przestrzeń możliwych położeń celu /krzywa sumarycznego rozrzutu baterii/.

Wielkość poprawki $\pm$ ΔV przy skalowaniu prędkości na celownikach armat baterii zależy od:
- charakteru błędów prędkości;
- charakteru sumarycznego rozrzutu przy strzelaniu;
- od wymiaru ostrzeliwanych samolotów;
- od ilości strzałów baterii do jednego celu.

Prócz tego, niektóre z tych charakterystyk zmieniać się będą w zależności od odległości przy strzelaniu do pojedynczych samolotów. Tak więc, praktycznie trudno posługiwać się różnymi wielkościami poprawek. Z tego względu określono najbardziej przybliżoną wartość poprawki, charakterystyczną dla najbardziej typowych warunków strzelania. Wielkość tej poprawki równa się $\pm$ 15m/sek., a uwzględniając zalecenia Instrukcji strzelania, dotyczące zaokrąglania określonych prędkości celu od wielkości wielokrotnych 10/m/sek i zawsze w większą stronę, poprawka ta wyniesie $\pm$ 20 m/sek.
Skalowanie prędkości winno zapewnić symetryczne układanie się tras.
Dla spełnienia tych wymagań służby tabela 3.

Ilość strzelających armat S-68 w baterii /plutonie/		2	3	4	5	6	7	8
Ilość armat, na których należy nastawić prędkość	Prędkość większa od określonej o 20 m/sek.	1	1	1	2	2	2	3
	Prędkość równa określonej	1	1	2	2	2	3	3
	Prędkość mniejsza od określonej o 20m/sek.	-	1	1	1	2	2	2

Kąt kursowy /q/ wprowadza się do celownika przez nastawienie strzałki kursowej równolegle do kursu celu i zgodnie z kierunkiem lotu celu /samolotu/.

Kąt nurkowania /wznoszenia / λ / w stopniach określa celownikowy na oko w liczbach wielokrotnych 10 stopniom i nastawia na skali kątów nurkowania /wznoszenia/.

Odległość do celu określa się przy pomocy dalmierza, a z braku jego odległość określa dowódca baterii /plutonu/ lub dowódca działa na oko.

Odczytywanie odległości z dalmierza rozpoczyna się natychmiast po uchwyceniu celu i zgraniu odpowiedniego znaczka pomiarowego z celem.

Odległość zaokrągla się do wielkości wielokrotnej 2 hm i w sposób ciągły nastawia na celowniku.

Ciągłość ta polega na wypracowaniu przez celownikowego takiego tempa obrotu pokrętła odległości, aby w momencie następnego odczytu odległości przez dalmierzystę, znaczek z odpowiednią odległością na skali znajdował się pod wskaźnikiem.

Jeżeli po otwarciu ognia nie słychać odczytów wielkości to zgodnie z zaleceniami Instrukcji strzelania, celownikowy samodzielnie określa odległość na oko.

Rodzaj ognia wyznacza się zgodnie z zasadami podanymi w rozdziale I. Należy przy tym uwzględnić jeszcze

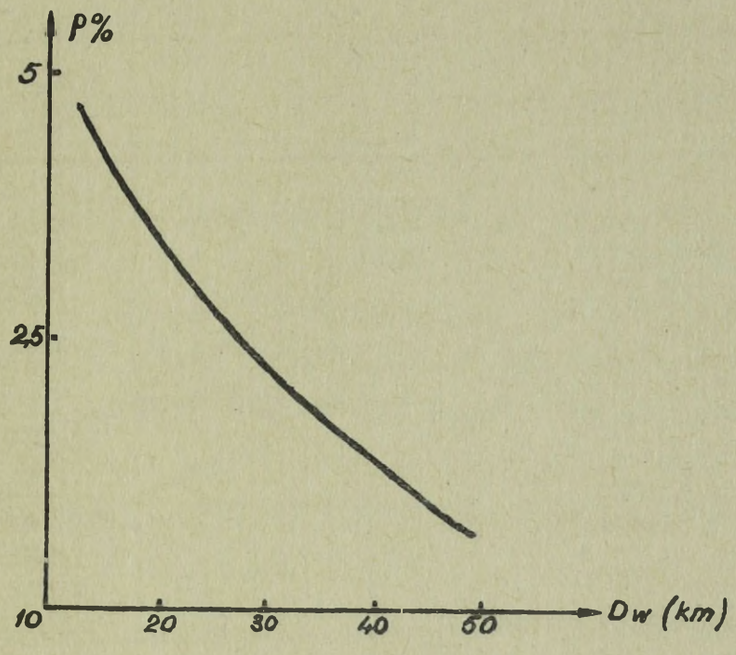
osobliwości celu i możliwości baterii.

2. Strzelanie do samolotów na kursie poziomym.

Do celów widocznych na kursie poziomym strzelanie prowadzi się z celownikiem. Podział ognia baterii /plutonu/ do kilku celów, przy rozmieszczeniu baterii /plutonów/ na jednym stanowisku ogniowym, w zasadzie, niedopuszczalny. Lecz niejednokrotnie wynikają takie sytuacje powietrzne, w których należy dokonać podziału ognia baterii do kilku celów. Będzie to miało miejsce przy strzelaniu do samolotów szturmujących i nurkujących, które atakują obiekt z kilku kierunków jednocześnie. Podział ognia w tym wypadku celowy i to z tego względu, że prawdopodobieństwo trafienia przy jednym wystrzale na małych odległościach jest kilkakrotnie większe od prawdopodobieństwa trafienia na średnich odległościach.

Ogień otwiera się po komendzie dowódcy baterii /plutonu/ w zasadzie, na granicznych odległościach.

Skuteczność strzelania artylerii przeciwlotniczej małego kalibru i samolotów pocisków zależy głównie od odległości strzelania, ze zwiększeniem jej skuteczności strzelania maleje i na odwrót. Wzrost odległości strzelania wpływa na wzrost czasu lotu pocisku do punktu wyprzedzonego, a równocześnie z tym wzrastają błędy wynikające z określenia prędkości i kąta kursowego, posiadające decydujący wpływ na skuteczność strzelania. Należy przy tym pamiętać, że ze zwiększeniem odległości strzelania, przy stałej wysokości i kursie lotu celu, rzut celu na płaszczyznę prostopadłą do toru względnego znacznie zmniejsza się /rys. 2/. To jeszcze bardziej wpływa na zmniejszenie prawdopodobieństwa trafienia.



Rys. 2.

Powyższy rysunek przedstawia prawdopodobieństwo rażenia pojedynczego samolotu w zależności od odległości wyprzedzonej do celu /wszystkie armaty baterii oddają po jednym wystrzale/. W rezultacie jednoczesnego wpływu wymienionych przyczyn skuteczność strzelania do pojedynczego samolotu maleje ze wzrostem odległości wyprzedzonej D_w /rys. 2/. Z rysunku wynika, że skuteczność strzelania, na odległościach dużych /Dw $\geq$ 4000 m/ jest mniejsza, niż przy strzelaniu na średnie odległości. Uwzględniając jeszcze i to, że celowniki armat S-68 rozwiązują zadanie spotkania na podstawie bieżącej odległości, której maksymalna wartość równa się 5000 m, ogień należy otwierać na ograniczonej odległości strzelania. W tym wypadku wyprzedzona odległość rzeczywista otwarcia ognia będzie odpowiadała średniej odległości strzelania przy średnich warunkach ruchu celu. Jeżeli przy tym uwzględnimy i to, że przy prędkościach celu większych niż 250 m/sek., czas przebywania celu w zasięgu ognia jest bardzo krótki i ogólna ilość wystrzałów na ten czas jest nieduża, to staje się oczywista celowość otwarcia ognia na dużych odległościach.

Przy strzelaniu do celów na kursie poziomym na bezpośrednie przygotowanie strzelania z celownikiem potrzeba przeciętnie około 6 sekund.

W wypadku wykrycia celu już w strefie zasięgu ognia baterii na średnich i małych odległościach, celowniczy uchwytuje cel w przeziernik i otwiera ogień nie czekając na nastawienie wszystkich danych na celowniku. Pozostali funkcyjni kontrolują nastawianie danych na celowniku, zwracając przy tym szczególną uwagę na płynność ich nastawiania, aby nie utrudniać tym samym pracy celowniczemu. Na to zagadnienie, przy zgrywaniu obsługi armaty, należy zwrócić szczególną uwagę.

Bezpośrednie i stałe zgrywanie krzyży przezierników z celem, przy nastawianiu na celowniku danych wyjściowych, zapewnia ciągłe rozwiązanie zadania spotkania, tj. wypracowanie azymutu i kąta podniesienia, odpowiadających współrzędnym punktu wyprzedzonego. Doświadczenia wykazują, że taki sposób celowania jest osiągalny dla dobrze wyszkolonych celowniczych nawet przy wszystkich rodzajach ognia. Bezpośrednie celowanie odbywa się półautomatycznie przy pomocy napędu elektrycznego lub ręcznie.

Prędkość celu przy strzelaniu z celownikiem wyznacza strzelający. W trakcie strzelania nastawioną na celowniku prędkość celu może zmienić strzelający na podstawie obserwacji tras, tj. wprowadzić poprawki, których zasady będą podane niżej. Warto tu zauważyć, że celownikowy nie ma prawa samodzielnie zmieniać nazwanej prędkości celu bez komendy strzelającego.

Kąt kursowy nastawia celownikowy. Początkowy kąt kursowy nastawia się na dużych odległościach do celu, podczas gdy warunki obserwacji samolotu są jeszcze utrudnione. W miarę zmniejszania się odległości do celu, możliwość bardziej dokładnego nastawienia kąta kursowego zwiększa się, a zatym powstają możliwości samodzielnego udokładnienia przez celownikowego nastawy kąta kursowego. Wymaga to jednak dobrego wyszkolenia celownikowego.

Nastawianie odległości do strzelania na celowniku dokonuje się w sposób ciągły wg. odczytów z dalmierza lub wg. komend dowódcy działa. W związku z tym, celownikowy musi wypracować tempo obrotu pokrętła odległości. W wypadku braku odczytów z dalmierza określanie i wyznaczanie odległości, zgodnie z zaleceniami Instrukcji strzelania, spada na dowódcę działa. Z braku jakichkolwiek odczytów odległości celownikowy samodzielnie w sposób płynny nastawia i zmienia odległość do celu. Strzelanie do celów czasowo ukrywających się prowadzi się zachowując dotychczasowe tempo obrotu pokrętła /zachowanie kąta nachylenia drążka półautomatycznego naprowadzenia oraz jego pokrętła/. Kontynuowanie strzelania w ten sposób możliwe jest w tym wypadku, jeżeli dotychczas naprowadzano armaty przy pomocy przezierników. Gdy cel ukryje się za chmurą celowe jest prowadzenie strzelania przez krótki czas rzędu 3 - 4 sek. Kontynuowanie strzelania do celu za chmurami jest celowe również i wtedy, jeżeli można przypuszczać, że w tym czasie prędkości kątowe celu tudzież kierunek jego zmienią się nieznacznie, lub cel nie zdąży wykonać manewru /nie zdąży znacznie zmienić swojego początkowego kursu/. W związku z powyższym, strzelanie do samolotu po jego ukryciu się za chmurami, ogranicza się do jednej długiej serii.

W czasie strzelania strzelający osobiście obserwuje charakter ruchu celu i wyniki strzelania, ocenia uchylenia tras względem celu w płaszczyźnie ekranowej w momentach gdy pocisk i cel znajdują się na jednakowej odległości od stanowiska ogniowego.

Obserwację strzelania prowadzi się w celu określenia stopnia skuteczności strzelania, ustalenia konieczności sprowadzenia poprawek lub zmiany sposobu strzelania i rodzaju ognia. Wyniki obserwacji wykonuje się do wykrycia błędów w wyznaczaniu prędkości.

Za prawidłowe układanie się tras, przy strzelaniu do pojedynczego samolotu, uważa się takie ich układanie, przy którym trasy w płaszczyźnie ekra-

nowej grupują się symetrycznie względem celu i większość z nich nie wychodzi z kręgu o promieniu 0-20, a wzdłuż kursu obserwuje się jednakową ilość tras wyprzedzają - cych i podlatujących lub większość tras wyprzedzających. Przy strzelaniu do grupy samolotów /więcej niż jeden klucz/ prawidłowe układanie się tras polega na tym, że większość tras nie wychodzi poza granice grupy.

Poprawki stosuje się tylko przy strzelaniu do samolotów na kursie poziomym na podstawie obserwacji pozostających lub wyprzedzających tras wzdłuż kursu celu, jeżeli większość tras wychodzi z kręgu o promieniu 0-20. Poprawki wprowadza się przez zmianę nasta - wionej prędkości na celowniku na podstawie obserwacji uchyleń tras nie mniej jak w dwóch seriach. Jeżeli wszystkie trasy są pozostające /wyprzedzające/, to prędkość zwiększa /zmniejsza/ się o 20 m/sek. Przy większo - ści tras pozostających prędkość zwiększa się o 10 m/sek. Przy większości tras przypadających i przy równej ilości jednych i drugich ą poprawek nie stosuje się.

Celowość wprowadzania poprawek przez zmianę prędkości wynika stąd, że zasadniczym źródłem błędów systematycznych, wpływających na uchylenia tras wzdłuż kursu celu /pozostające, wyprzedzające/ są błędy w określeniu i wyznaczeniu prędkości celu.
Jeżeli trasy pozostają, to świadczy o tym, że wyznaczona prędkość celu jest mniejsza od rzeczywistej i na odwrót. Poprawka prędkości równa się zmienionemu uchyleniu ze znakiem przeciwnym.
Wielkość poprawek, którą podaje Instrukcja strzelania określono analitycznie przy pomocy krzywych, charakteryzujących przestrzeń możliwych położeń celu po otrzymaniu obserwacji dla różnego stosunku błędów przypadkowych /E/ i błędów systematycznych /E_c/ wzdłuż kursu celu. Do błędów systematycznych zaliczamy tu tylko błędy prędkości celu, a do błędów przypadkowych - pozostałe błędy w określeniu i nastawieniu na celowniku współrzędnych i czynników ruchu celu, wpływających na uchylenia tras wzdłuż kursu celu. Dla armat S-68

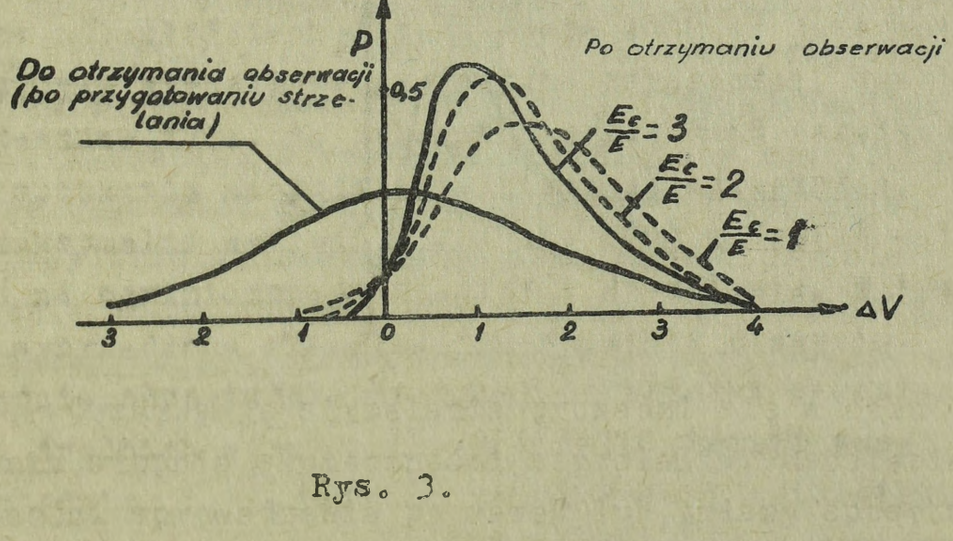
wzajemny stosunek E i E_c zawiera się w granicach od 1 do 3 tj.

$$\frac{E_c}{E} = 1 \div 3.$$

Załóżmy, że wszystkie trasy baterynjnej serii są pozostające. Najwidoczniej, świadczy to o tym, że prędkość celu nastawiona na celowniku jest mniejsza od rzeczywistej. A stąd wynika wniosek, że środek przestrzeni możliwych położeń celu, po otrzymaniu obserwacji, znajduje się z przodu środka grupowania tras. Rozpatrzmy na jakiej odległości od środka grupowania się tras będzie środek przestrzeni możliwych położeń celu, przy następującym stosunku błędów systematycznych /E_c/ do błędów przypadkowych /E/:

$$\frac{E_c}{E} = 1; \quad \frac{E_c}{E} = 2; \quad \frac{E_c}{E} = 3.$$

Krzywe na rysunku 3 są odpowiednikami wspomnianych stosunków błędów systematycznych do błędów przypadkowych.



Rys. 3.

W punkcie O /początek układu współrzędnych/ znajduje się środek grupowania tras przed wprowadzeniem poprawek. Na osi odciętych pokazane są błędy prędkości /$\bar{\Delta}$ v/ w jednostkach błędu środkowego /E_c/,

a na osi rzędnych - odpowiadająca im gęstość prawdopodobieństwa. Przesunięcie krzywych od środka układu /O/, świadczy o tym, że następuje błąd systematyczny, a przy kontynuowaniu strzelania na tej samej prędkości celu, bezwarunkowa większość tras będzie pozostawających.

Wielkość poprawki prędkości należy dobrać z takim wyliczeniem, aby z jednakowym prawdopodobieństwem można było spodziewać się, zarówno pozostających, jak i wyprzedzających tras. Dlatego środek grupowania tras trzeba przesunąć do środka przestrzeni możliwych położeń celu. W naszym wypadku, gdy zaobserwowano wszystkie trasy pozostające, środek ten odpowiada punktowi, w którym rzędna przepołowia powierzchnię ograniczoną krzywą. Dla rozpatrywanego stosunku, błędów systematycznych do błędów przypadkowych, środek grupowania tras znajduje się od punktu O na odległości V_v /tabela 4/.

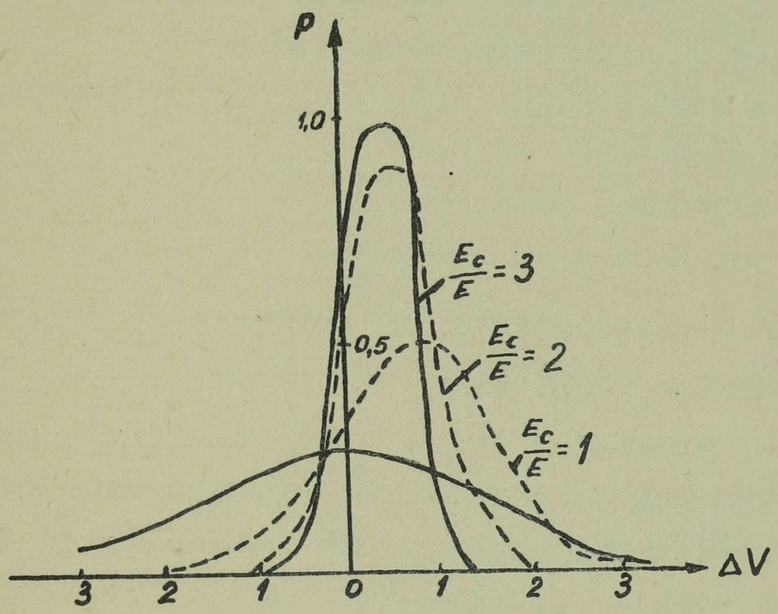
Tabela 4

$\frac{E_c}{E}$	1	2	3
V_v /w E_c/	1,67	1,47	1,33

Jak wynika z rys. 3 i tabeli 4, dla średnich warunków strzelania, po otrzymaniu obserwacji jednego znaku środek przestrzeni dla różnych propozycji E_c do E przesunie się w stosunku do środka współrzędnych o wielkość 1,5 E_c. Przy prędkości celu 150 m/sek. i E_c=10% V_c, wyniesie to 22,5 m/sek. /1.5 . 15 = 22,5/.
Wobec tego, aby średni tor przy strzelaniu, przechodził przez środek przestrzeni możliwych położeń celu, w rozpatrywanym przypadku, trzeba zwiększyć prędkość o 22,5 m/sek. Z poznanych już powodów Instrukcja strzelania zaokrągla tę poprawkę do 20 m/sek.

Podobnie możemy rozpatrywać przypadek, otrzymania wszystkich tras wyprzedzających.

Jeżeli natomiast okaże się, że pozostające trasy przeważają /stosunek 3 : 1/, to przestrzeń k możliwych położeń celu po otrzymaniu obserwacji 1 w zależności od stosunku E_c i E będzie taka jak na rysunku 4, a odległość od środka układu - tabela 5.



Rys. 4.

Tabela 5

$\frac{E_c}{E}$	1	2	3
Δ_V/w E_c/	0,7	0,48	0,37

Jak wynika z rysunku 4 i tabeli 5 wielkości poprawek, wynikających ze stosunku E_c do E są zbliżone. Wystarczy więc, wziąć jakąś średnią wartość tj. $0,6E_c$, co przy V_c = 150 m/sek i E_c = 10% /15 m/sek/ odpowiada poprawce prędkości 9 m/sek.
Stąd wniosek, aby przy następnym strzelaniu średni tor przeszedł przez środek przestrzeni możliwych położeń celu, po otrzymaniu trzech obserwacji jednego znaku i jednej obserwacji znaku przeciwnego, trzeba zwiększyć prędkość o 9 m/sek.

Instrukcja strzelania zaokrągla tę poprawkę do 10-m/sek.

3. Błędy strzelania.

Wszystkie błędy towarzyszące strzelaniu do celów powietrznych z armat ZSU-57-2 można podzielić na następujące niezależne grupy:

- błędy w określeniu i nastawianiu na celowniku współrzędnych i czynników ruchu celu;
- błędy w nieuwzględnianiu odchyłek warunków strzelania od tabelarnych;
- błędy hipotezy ruchu celu;
- błędu technicznego rozrzutu.

1/ Błędy w określeniu i nastawieniu na celowniku współrzędnych i czynników ruchu celu.

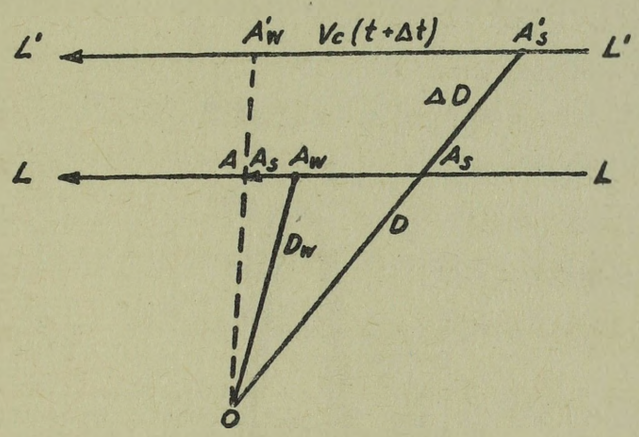
Celowniki armat S-68 rozwiązują zadanie spotkania się pocisku z celem po wprowadzeniu do nich następujących wielkości odległości rzeczywistej do celu /D/, kąta położenia /p/, azymutu / β /, prędkości celu /V_c/, kąta kursowego /q/ i kąta nurkowania planowania / λ /.

Zarówno przy określaniu, jak i przy nastawianiu na celowniku wymienionych wielkości popełniane są błędy, które z kolei powodują błędy strzelania. Ponieważ bieżące współrzędne i czynniki ruchu celu są określane i nastawiane niezależnie od siebie, to wpływ ich błędów można rozpatrywać niezależnie od siebie tj. można rozpatrywać wpływ błędów jednej wielkości niezależnie od błędów pozostałych wielkości.

a/ Błędy w określaniu i prowadzeniu rzeczywistej odległości do celu.

Bieżąca odległość do celu, w zasadzie mierzona jest za pomocą dalmierza. Zarówno przy określaniu jak i nastawianiu jej powstają błędy. Na podstawie danych doświadczalnych przyjmuje się, że przy pomiarze odległości dalmierzem ZD średni błąd kwadratowy σ_D =10% + 12% D. W wypadku pomiaru odległości na oko średni błąd kwadratowy wynosi σ_D = 30% D.

Rozpatrzymy wpływ błędu odległości dla pewnego momentu czasu. Błąd odległości spowoduje błąd w czasie lotu pocisku /Δt/ i kącie celownika /Δc/.



Rys. 5.

Jeżeli w momencie wystrzału wartość bieżącej odległości od celu D nastawiona na celowniku z błędem ΔD /$\Delta D > 0$/, to zadanie spotkania będzie rozwiązane dla niewłaściwego kursu celu L`L`, który jeżeli nie brać pod uwagę wpływu innych błędów, będzie równoległy do właściwego kursu celu L.L. Dane będą wypracowane dla punktu wyprzedzonego A'_w, a czas lotu pocisku równy $t + \Delta t$, gdzie Δt to przyrost czasu lotu pocisku, odpowiadający zmianie D_w o wielkość $\Delta D_w = D_w' - D_w$. Błąd t powoduje przesunięcie pocisku od celu /punktu Aw/ o wielkość $_s$. Wielkość tego uchylenia można określić rozważywszy podobieństwo trójkątów A_sOA i $A'_s\,OA'_w$ rys. 5.

$$\frac{A_sA}{A'_sA'_w} = \frac{OA_s}{OA'_s}\ ;\ \text{albo}\ \frac{V_c t + \Delta_s}{V_c/t+\Delta t/} = \frac{D}{D+\Delta D},$$

skąd: $$\bar{\Delta}_s = \frac{V_c\,/D\,\Delta t - \Delta D t/}{D + \Delta D}$$

Nie uwzględniając ΔD w mianowniku, otrzymamy:

$$\bar{\Delta}_s = V_c\ /\Delta t - \frac{\Delta D}{D}\ .\ t/$$

Δt można określić wg. tabel strzelniczych wykorzystując zależność: $\Delta t = t` - t$,
gdzie: $t` = f_1 /D_w + \Delta D_w/$, a $t = f_1 /D_w/$ przy czym:

$$\frac{\Delta D_w}{D_w} = \frac{\Delta D}{D}\ ;\ \text{skąd:}\quad \Delta D_w = \frac{\Delta D}{D} \cdot D_w.$$

W wyniku błędnego nastawienia odległości na celowniku wypracowuje on kąt celownika z błędem Δ C.
Błąd ten można określić na podstawie tabel strzelniczych wg. następującej zależności $\Delta c = C` - C$, gdzie:

$$C' = f_2 /D_w + \Delta D_w/;\quad C - f_2 /D_w/.$$

Błąd ΔC odchyli pocisk w płaszczyźnie pionowej wzdłuż kierunku w przybliżeniu prostopadłym do D_w, o wielkość $\Delta_C = \Delta_c \cdot D_w$

Jeżeli rozpatrzymy dużą ilość wartości $_s$ i $_c$, to uchylenia wzdłuż kursu celu i kierunku prostopadłego do D_w charakteryzują wielkości liniowe Δ_s i Δ_c, przy czym:

$$\sigma_s = V_c/\sigma_t - \frac{\sigma_D}{D} \cdot t/ \text{ i } \sigma_c = \sigma_c \cdot D_w,$$

gdzie: σ_t i σ_c - błędy średnie kwadratowe, charakteryzujące dokładność wypracowania przez celownik czasu lotu i kąta celownika, które określić można przy pomocy tabel strzelniczych, wychodząc z następującej zależności:

$$\sigma_t = t` - t, \text{ gdzie } t` = f_1 /D_w + \sigma_{Dw}/;\ t = f_1/Dw/$$
$$\sigma_c = c` - c, \text{ gdzie } c` = f_2 /Dw + \sigma_{Dw}/,\ c\text{¢} = f_2/Dw/$$

gdzie:
$$\sigma_{Dw} = \frac{\sigma_D}{D} \cdot D_w$$

Przypadkowe błędy - wektory $\bar{\Delta}_s$ i $\bar{\Delta}_c$, jak również średnie kwadratowe uchylenia $_s$ i $_c$ są zależne od siebie, ponieważ powoduje je to samo źródło - błędy odległości.

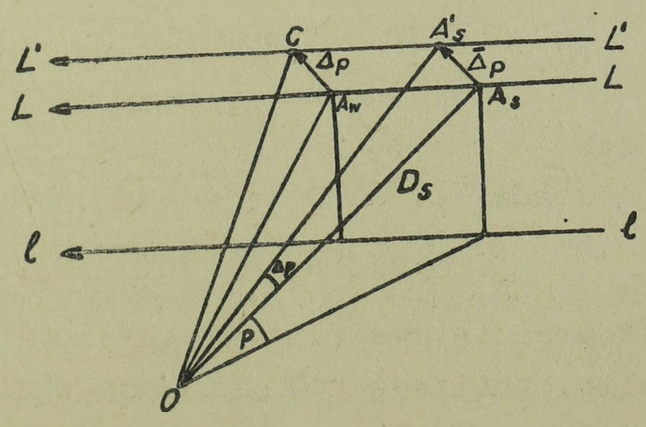
b/ Błędy kątowych współrzędnych celu.

Azymut i kąt położenia określa się niezależnie od siebie przez bezpośrednie wycelowanie przezierników w cel. Błędy azymutu i kąta położenia są przypadkowymi funkcjami czasu. Jak wynika z doświadczeń ich nadzieje matematyczne są różne od zera.
Oznacza to, że przy celowaniu armat w cel występują błędy systematyczne, wynikające z niedokładnego celowniczych za celem.
Rozrzut błędów przypadkowych w kierunku $\Delta\beta$ i położeniu Δp wokół ich nadziei matematycznej podlega prawu normalnemu błędów, a średnich błędach kwadratowych σ_β i σ_p, których wielkość zależy od położenia celu na kursie, rodzaju ognia /długości serii/ i od sposobu celowania. Istnienie błędów systematycznych celowania powoduje błędy systematyczne strzelania. Podobnie rzecz ma się z błędami przypadkowymi celowania.

Załóżmy, że w pewnym momencie powstał błąd w kącie położenia Δp /rys. 6/. Błędowi Δp odpowiada błąd - wektor $\bar{\Delta} p$ skierowany prostopadle do odległości rzeczywistej D_s w płaszczyźnie pionowej

$$\Delta_p = \Delta p \cdot D_s,$$

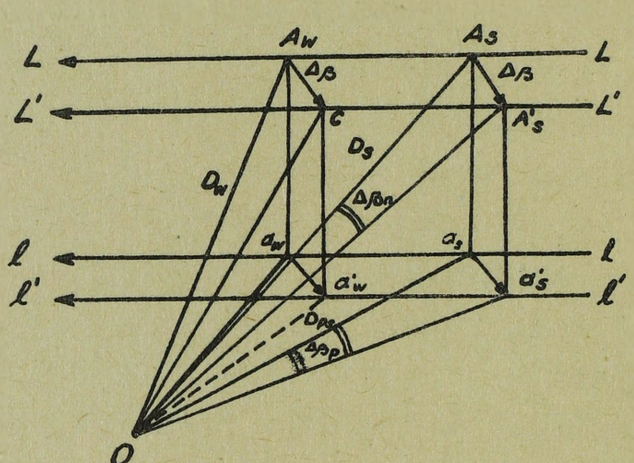
gdzie Δp - błąd kątowy wyrażony w radianach.



Rys. 6.

W takim wypadku celownik rozwiąże zadanie spotkania dla niewłaściwego kursu celu L`L.
Przy właściwym czasie lotu t i prędkości celu V_c, pocisk odchyli się od celu o wielkości Δ_p, skierowaną prostopadle do D_s w płaszczyźnie pionowej.

Podobnie rzecz ma się i z błędami kierunku, każdemu kątowemu błędowi azymutu $\Delta\beta$ odpowiada błąd skierowany prostopadle do D_s w płaszczyźnie poziomej /rys. 7/.



Rys. 7.

$$\Delta\beta = \Delta\beta_w \cdot D_s = \Delta\beta_p \cdot D_{ps}$$

$\Delta\beta_n$ - błąd azymutu w płaszczyźnie pochyłej w radianach;

$\Delta\beta_p$ - błąd azymutu w płaszczyźnie poziomej w radianach.

Jeżeli błędy przypadkowe strzelania dla określonego momentu rozpatrzymy łącznie dla dużej ilości strzelań, wykonywanych w podobnych warunkach, to rozrzut ich w stosunku do nadziei matematycznej można scharakteryzować za pomocą wielkości liniowych δ_p i δ_β,

przy czym $$\delta_p = \sigma_p \cdot D_s$$

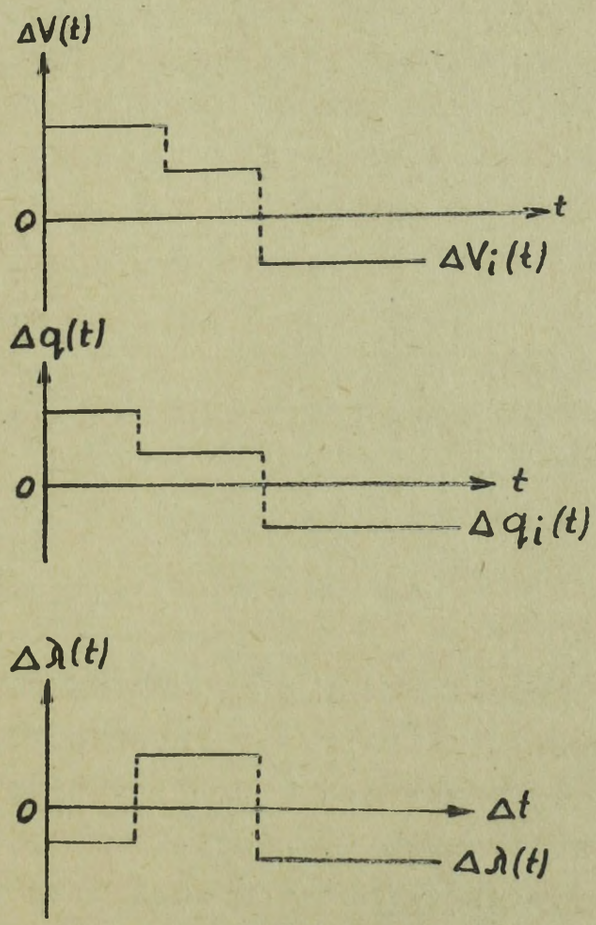
$$\delta_\beta = \sigma_\beta \cdot D_s$$

Uchylenia δ_p i δ_p skierowane są prostopadle do odległości rzeczywistej D_s, odpowiednio, w płaszczyźnie pionowej i poziomej.

c/ Błędy w określaniu i nastawianiu na celowniku czynników ruchu celu.

Celowniki armat S-68 rozwiązują zadanie spotkania się pocisku z celem na podstawie następującego układu czynników ruchu celu: prędkość celu /V_c/, kąta kursowego /q/ i kąta nachylenia kursu λ, które określają wielkość i kierunek liniowego wyprzedzenia celu.

Przy określaniu i nastawianiu czynników ruchu celu popełniane są błędy, które ogólnie mogą być rozpatrywane jako przypadkowe funkcje czasu: $\Delta V/t/$; $\Delta q\ /t/$ i $\Delta\lambda\ /t/$. Funkcje te przedstawione są na rysunku 8.



Rys. 8.

Z rysunku widać, że konkretne funkcje przypadkowe są równoległe do osi odciętych, a w określonych warunkach czasu mogą mieć miejsce skoki i przerwy. Te momenty czasu odpowiadają: dla błędów prędkości - momentowi wprowadzenia poprawki; dla błędów kąta kursowego i kąta nurkowania q momentom udokładnienia nastawienia strzałki kursowej w płaszczyźnie pionowej i poziomej.
I tak, omawiane błędy, do chwili wprowadzenia poprawki lub udokładnienia ustawienia strzałki kursowej i mają charakter powtarzających się dla wszystkich wystrzałów lub nawet dla wszystkich wystrzałów w danym strzelaniu. Stąd wniosek, że błędy w określaniu i nastawianiu czynników ruchu celu powtarzają się albo w ciągu całego strzelania, albo na pewnych odcinkach kursu celu.

Doświadczenia wykazują, że brak jest błędów systematycznych w określaniu i nastawianiu czynników ruchu celu, a ich błędy przypadkowe podlegają normalnemu rozkładowi błędów o błędach średnich kwadratowych

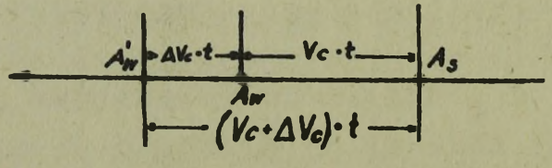
$$\sigma_V,\ \sigma_q \text{ i } \sigma_\lambda \quad .$$

Rozpatrzymy wpływ błędów w określaniu i nastawianiu na celowniku czynników ruchu celu.

Jeżeli w określonym momencie czasu popełniono błąd w określeniu prędkości celu ΔV_c, to na kierunku wyprzedzenia liniowego będzie działał przypadkowy błąd - wektor $\bar{\Delta}_V$, wielkość którego określa się ze wzoru /rys. 9/:

$$\Delta_V = \Delta V_c \cdot t,$$

gdzie: t - czas lotu pocisku do punktu wyprzedzonego.



Rys. 9.

W wyniku działania błędu przypadkowego prędkości celu ΔV_c będzie występował przypadkowy błąd - wektor $\bar{\Delta}_V$, skierowany wzdłuż kursu celu.

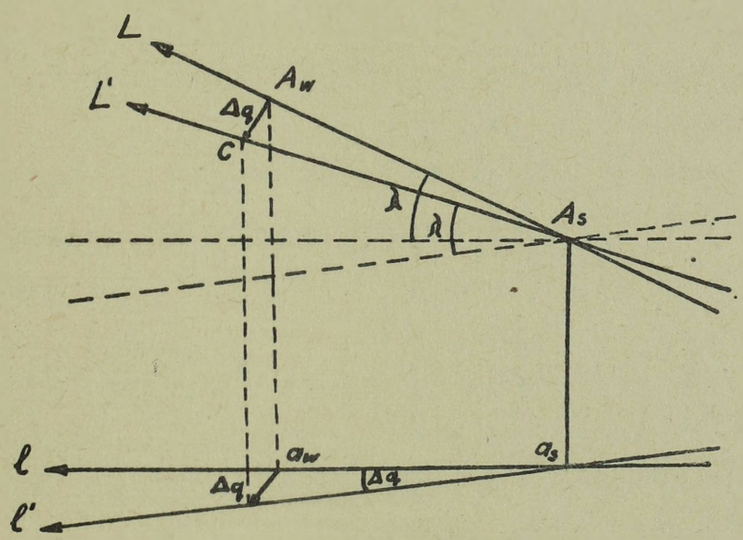
Uchylenie średnie kwadratowe błędów strzelania spowodowanych działaniem błędów prędkości celu, określi się ze wzoru:

$$\delta_V = \sigma_V \; t,$$

gdzie σ_V - błąd średni kwadratowy w określaniu i nastawianiu na celowniku prędkości celu, który według danych doświadczalnych wynosi 15% V_c.

δ_V skierowany jest wzdłuż kursu celu.

Błędowi przypadkowemu kąta kursowego Δ_q w określonym momencie czasu odpowiada przypadkowy błąd - wektor $\bar{\Delta}_q$. Błąd ten działa na kierunku, w przybliżeniu, prostopadłym do kursu celu w płaszczyźnie poziomej /rys. 10/.



Rys. 10.

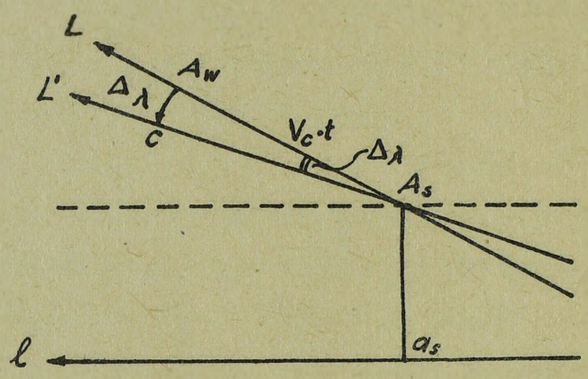
Jak wynika z rysunku 10 $\bar{\Delta}_q$ można określić z dostateczną dla praktyki dokładnością na podstawie następującego wzoru:

$$\Delta_q = V_c \cdot t \cos\lambda \, \Delta q,$$

a $\delta_q = V_c \; t \cdot \sigma_q \cos\lambda$, gdzie σ_q błąd średni kwadratowy w określeniu kąta kursowego, równy 0,15 radiana.

Przy poziomym kursie celu, tj. gdy $\lambda = 0$, δ_q będzie równy $\delta_q = V_c \cdot t \cdot \sigma_q$.

Błędowi przypadkowemu odpowiada przypadkowy błąd - wektor $\bar{\Delta}\lambda$, skierowany w przybliżeniu prostopadle do kursu celu w płaszczyźnie pionowej /rys. 11/.



Rys. 11.

Z dostateczną dla praktyki dokładnością $\bar{\Delta}\lambda$ można określić ze wzoru:

$$\Delta\lambda = V_c \cdot t \cdot \Delta\lambda ,$$

gdzie $\Delta\lambda$ - błąd przypadkowy kąta nurkowania/planowania/, w radianach, a $\delta\lambda = V_c \cdot t \cdot \sigma$, gdzie

$\sigma\lambda$ - średni błąd kwadratowy, którego przyjmuje się równym 0,15 radiana.

2/ Błędy spowodowane nie uwzględnianiem odchyłek warunków strzelania od tabelarnych.

Konstrukcja stosowanych celowników na armatach S-68 nie pozwala uwzględniać odchyłek warunków strzelania od tabelarnych. Nie uwzględnienie tych odchyłek każdorazowo przy strzelaniu powoduje dodatkowe błędy strzelania. Ustalono, że błąd spowodowany nie uwzględnieniem odchyłki prędkości początkowej pocisków podlega normalnemu prawu rozkładu błędów i charakteryzuje go średni błąd kwadratowy $\sigma\Delta V_0 = 3\% V_0$.

Należy tu zaznaczyć, że w tym wypadku, błędów systematycznych nie ma.

Nie uwzględnienie wzdłużnej składowej W_x powo - duje błędy czasu lotu pocisku Δt i błędy kąta celownika Δc. Dla średnich warunków strzelania można przyjąć, że błędy te charakteryzują się błędami średnimi kwadratowymi, odpowiednio $\sigma_{t/Wx/} = 0,1$ sek. i $\sigma_{c/Wx/} = 0-01,5$.

Nie uwzględnienie bocznej składowej wiatru W_z powoduje błąd w kierunku bocznym. Błąd ten równa się:

$$\sigma_{\beta/W_z/} = 0-01,5.$$

3/ Błędy hipotezy ruchu celu.

Błędy hipotezy powstają dzięki temu, że ruch celu w czasie wyprzedzonym nie jest zgodny z hipotezą, jaką założono przy konstrukcji celownika. Jak wiadomo w celownikach armat S-68 założono hipotezę: w czasie wy - przedzonym cel będzie poruszał się prostoliniwo, jednostajnie i w dowolnej płaszczyźnie. W rzeczywistości pod wpływem zupełnie przypadkowych przyczyn /zaburzenia atmosferyczne, wahania pracy silników, przypadkowe odchylenie sterów/ samolot nie utrzymuje ruchu prostolinio - wego i jednostajnego. Powoduje to błędy na jednym lub kilku z następujących kierunków:

- wzdłuż kursu celu z powodu zmiany prędkości celu;
- wzdłuż kierunku prostopadłym do kursu celu w płasz - czyźnie poziomej z powodu zmiany kąta drogi;
- na kierunku prostopadłym do kursu w płaszczyźnie pionowej z przyczyn zmienności kąta nachylenia kursu.

Błędy działające na dowolnym z wymienionych kierunków są przypadkowymi funkcjami czasu, a ich nadzieje matematyczne równają się zeru.

Błędy te podlegają rozkładowi ~~xxx~~ normalnemu błędów i charakteryzują się błędami średnimi kwadratowymi:

$$\sigma'_V = 0,5 \text{ m/sek.}; \quad \sigma'_q = 0-15 \text{ i } \sigma'_\lambda = 0-15.$$

Średnie uchylenia kwadratowe błędów strzelania:

$$\left.\begin{aligned} \delta_V &= \sigma'_V \cdot t \\ \delta_q &= V_c \cdot t \cdot \cos\lambda \cdot \sigma'_q \\ \delta_\lambda &= V_c \cdot t \cdot \sigma'_\lambda \end{aligned}\right\},$$

Jeżeli porównać σ_v, σ_q i σ_λ z σ_v, σ_q i σ_λ, to można wyciągnąć wniosek, że nie uwzględnienie błędów hipotezy przy obliczeniach wskaźników skuteczności strzelania nieznacznie wpłynie na dokładność obliczeń.

4/ Błędy technicznego rozrzutu.

Do wyżej omówionych błędów strzelania trzeba zaliczyć jeszcze i błędy technicznego rozrzutu.

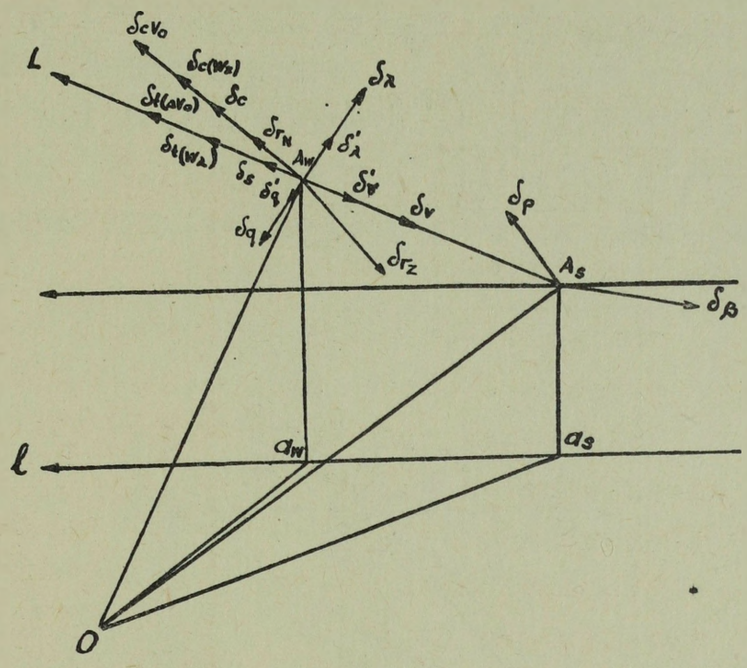
Błędy te, będąc przypadkowymi czasu, praktycznie niezależne są dla poszczególnych wystrzałów. Techniczny rozrzut w artylerii przeciwlotniczej małego kalibru przyjęto rozpatrywać w płaszczyźnie ekranowej /płaszczyzna prostopadła do odległości rzeczywistej/. Rozpatrywane błędy strzelania w tej płaszczyźnie charakteryzują uchylenia środkowe: r_N - na kierunku prostopadłym do odległości rzeczywistej i r_z - na kierunku bocznym.

Wielkości uchyleń środkowych r_N i r_z można określić z tabel strzelniczych na podstawie danych wejściowych H i D_{pw}.

Uchylenia średnie kwadratowe błędów strzelania spowodowane rozrzutem

$$\delta_N = \frac{r_N}{\rho\sqrt{2}} \quad \text{i} \quad \delta_z = \frac{r_z}{\rho\sqrt{2}}$$

Układ średnich uchyleń kwadratowych błędów strzelania z celownikiem dla określonego momentu czasu, któremu odpowiada punkt przypadkowy A_w przedstawia rys. 12.



Rys. 12.

5/ Sumaryczne błędy strzelania.

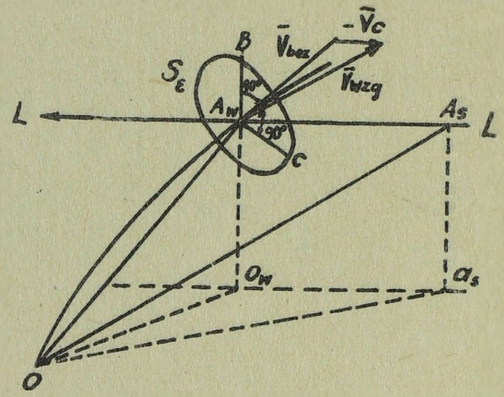
Błędy strzelania artylerii przeciwlotniczej mk rozpatrzone uprzednio w czasie strzelania działają jednocześnie i powodują uchylenia tras do celu, w rezultacie czego trasy grupują się w pewnej przestrzeni. Im większe błędy, tym większa ta przestrzeń i tym mniejsze prawdopodobieństwo trafienia w cel.

System błędów w punkcie wyprzedzonym, różnie skierowanych w przestrzeni, charakteryzuje się sumarycznym prawem rozkładu.

Dla uproszczenia dalszych rozważań założymy, że cały pocisk na wszystkich odległościach , na które przeważnie się strzela, posiada jednakową siłę. Przy takim założeniu wszystko jedno, bliżej czy dalej w granicach sumarycznej elipsoidy, nastąpi spotkanie pocisku z celem. Dlatego oceniając efektywność strzelania wystarczy wziąć pod uwagę zagadnienie trafienia w płaszczyznę.
Płaszczyzna owa winna być prostopadła do wektora prędkości względnej /$\overline{V}_{wzg.}$/ w punkcie wyprzedzonym. $\overline{V}_{wzg.}$ można określać jako różnicę geometryczną prędkości celu /$\overline{V}_c$/ i prędkości bezwzględnej /$\overline{V}_{bez.}$/ tj.

$$\overline{V}_{wzg.} = \overline{V}_{bez.} - \overline{V}_c$$

Charakterystyki uchyleń pocisków od celu w płaszczyźnie prostopadłej do V_{wzg}, można otrzymać rzutując sumaryczną elipsoidę na tę płaszczyznę. W tym wypadku otrzymamy elipsę o półosiach b i c /rys. 13/, które charakteryzują sumaryczny rozrzut przy strzelaniu uderzeniowym



Rys. 13.

Chcąc obliczyć prawdopodobieństwo trafienia w cel wystarczy wyznaczyć płaszczyznę sumarycznej elipsy rozrzutu/S_ε/ o półosiach b i c oraz rzut płaszczyzny celu /s_c/, do którego prowadzono jest strzelanie na płaszczyznę tejże elipsy.

Jeżeli S_c na tyle mała, że mieści się w sumarycznej elipsie jednostkowej, to prawdopodobieństwo trafienia przy jednym wystrzale może być określone za pomocą następującego wzoru:

$$p = 0{,}203 \frac{S_c}{S_\varepsilon} = 0{,}203 \frac{S_c}{\pi \, b \cdot c},$$

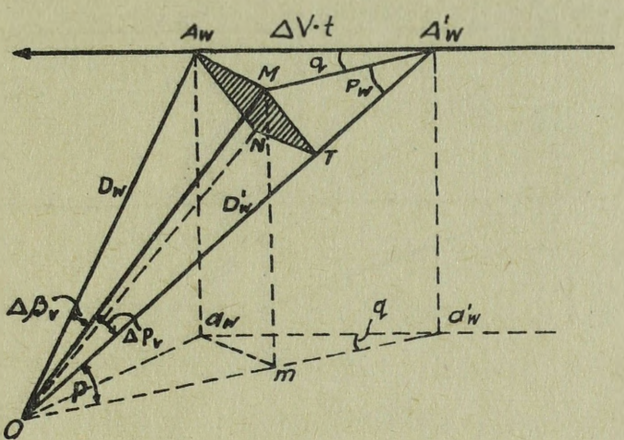
gdzie - 0,203 - prawdopodobieństwo trafienia w elipsę jednostkową.

W wypadku, gdy S_c wykracza poza granice elipsy jednostkowej, to prawdopodobieństwo trafienia można określić za pomocą siatki rozrzutu kołowego.

Z jakimi uchyleniami tras możemy spotkać się przy strzelaniu ?. W tym celu rozpatrzymy uchylenia w płaszczyźnie ekranowej, powstałe wskutek błędów prędkości,

kąta kursowego, kąta nurkowania /wznoszenia/ i odległości oraz błędów celowania.

Dla określenia uchyleń w płaszczyźnie ekranowej, wynikłych na skutek działania błędów prędkości rozpatrzymy rysunek 14.



Rys. 14.

Dla uproszczenia załóżmy, że w momencie pomiaru uchyle - nia, przyrząd optyczny /TZK/ wycelowany jest nie w samo - lot /cel/, tak jak tego się normalnie wymaga, a w rocisk. W tym wypadku płaszczyzna ekranowa Aw MTN jest prostopadła do linii O Aw` i kąt AwMAw` = AwMAw` = 90°.

Przy małych kątach $\Delta\beta_V$ i Δp_V można przyjąć, że OM ≅ OT ≅ $OA_w = D_w$, a tangensy tych kątów równają się samym kątom.

Z trójkąta OA_wM:

$$\Delta\beta_V = \frac{A_wM}{D_w}$$

a z trójkąta $A_wA`_wM$ : $A_wM = A`_wA_w \sin q = \Delta V \cdot t \cdot \sin q$

I tak: $$\Delta\beta_V = \frac{\Delta V \cdot t \cdot \sin q}{D_w}$$

Natomiast z trójkąta OMT, analogicznie poprzednim rozwa - żaniom:

$$\Delta p_V = \frac{MT}{D_w}$$

Z trójkąta $A`_wMT$ : $MT = A`_wM \sin p_w$

i z trójkąta $A_w^{`}MA_w$ : $A_w^{`}M = A_w^{`}A_w \cos q = \Delta V \cdot t \cdot \cos \cdot q$,

stąd $MT = \Delta V \cdot t \cdot \cos q \circ \sin p_w$

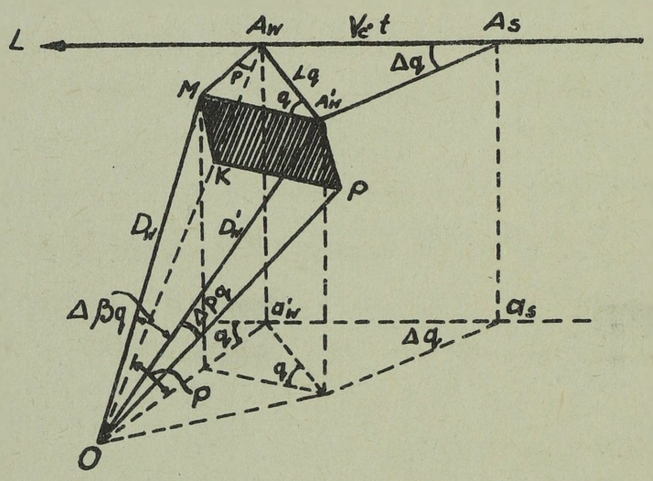
I tak: $\Delta p_V = \frac{\Delta V \cdot t}{D_w} \cos \cdot q \sin p w$

Przechodząc do radianów do tysięcznych, otrzymamy:

$$\Delta\beta_V \approx 1000 \frac{\Delta V \cdot t}{D_w} \cdot \sin \cdot q \ldots /x/$$

$$\Delta p_V = 1000 \frac{\Delta V \cdot t}{D_w} \cos \cdot q \sin p_w \ldots /xx/$$

W ten sposób podobny jak poprzednio ~~jest~~ rozpatrzymy uchylenia w płaszczyźnie ekranowej, wskutek błędów w natamianiu kąta kursowego celu /q / rys. 15/.



Rys. 15.

I tu płaszczyzna ekranowa $MA_w^{`}PK$ prostopadła do $OA_w^{`}$.
Dla małych kątów Δ_q, $\Delta\beta_q$ i Δpq można przyjąć, że
$OA_w^{`} \approx CM \approx OA_w = D_w$

Z trójkąta $OA_w^{`}M$: $\Delta\beta_q = \frac{A_w^{`}M}{Dw}$.

Z trójkąta $MAwAw^{`}$: $AwM \approx AwAw^{`} \cos q$.

Błąd w kącie kursowym Δq powoduje błąd w położeniu punktu wyprzedzonego Δq. Δq skierowany prostopadle do kursu celu. Wielkość tego błędu można określić na podstawie następującego wzoru:

$$\Delta q = \Delta q \cdot V \cdot t$$

Z rysunku $A_wA_w' = \Delta q = \Delta q \cdot V \cdot t$ i $A_wM = \Delta q \cdot V \cdot t \cdot \cos q$.

Wtedy $\Delta\beta_q = \Delta q \frac{V \cdot t}{D_w} \cos q$.

Analogicznie z rozważań trójkąta OA_wP

$$\Delta P_q = \frac{A_wP}{D_w}$$

uwzględniając, że $A_wP = MK$; $\Delta P_q = \frac{MK}{D_w}$, a z trójkąta A_wMK:

$MK = M_wK \cdot \sin p$ a z trójkąta MA_wA_w':

$M_wK = A_wA_w' \sin q = \Delta q \cdot V \cdot t \cdot \sin q$,

stąd $MK = \Delta q \cdot V \cdot t \cdot \sin q \sin p$.

Ostatecznie $\Delta P_q = \Delta q \frac{V \cdot t}{D_w} \cdot \sin q \cdot \sin p$.

Błąd w określeniu odległości do celu powoduje błąd w punkcie wyprzedzonym ΔS, skierowany wzdłuż kursu celu i błąd w kącie celownika ΔC w płaszczyźnie pionowej. Kierunek błędu ΔS jest taki sam jak błędu prędkości. Dlatego uchylenia spowodowane błędem ΔS, można obliczyć wykorzystując wzory do określania uchyleń wskutek błędu prędkości celu.

Zastępując we wzorach /x/ i /xx/ $\Delta V \cdot t$ przez ΔS otrzymamy:

$$\Delta S = V / \Delta t - t \frac{\Delta D}{D} /.$$

Uwzględniając błąd ΔC, otrzymamy następujące wzory na obliczenie uchyleń pocisków w płaszczyźnie ekranowej w kierunku bocznym i pionowym, spowodowanych błędem odległości:

$$\Delta\beta_D \approx 1000 \frac{V}{D_w} / \Delta t - t \frac{\Delta D}{D} / \cdot \sin q$$

$$\Delta_{p_D} \approx 1000 \frac{V}{D_w} / \Delta t - t \frac{\Delta D}{D} / \cos q \cdot \sin p + \Delta C_p$$

gdzie: Δt - różnica czasu lotu pocisku dla odległości $/D + \Delta D/$ i D;

ΔC - różnica kątów celownika dla tych samych odległości.

Uchylenia w wyniku błędów naprowadzenia /w podziałkach kątomierza/ w punkcie wyprzedzonym, praktycznie nie różnią się od błędów celowania, powstałych w momencie wystrzału.

4. Strzelanie do samolotów manewrujących.

Pod pojęciem manewru rozumie się zmianę przez samolot wysokości, kursu i prędkości. Zazwyczaj zmiana wysokości wpływa na zmianę prędkości celu. Na przykład, przy planowaniu lub nurkowaniu prędkość celu wzrasta, a przy wznoszeniu maleje. Zmiana kursu może nie wpłynąć na zmianę prędkości. Jednakże w tym wypadku powstanie pewien krzywoliniowy odcinek drogi celu.

We wszystkich wypadkach manewru, cel nie będzie poruszał się według założonej hipotezy, na podstawie której celowniki rozwiązują zadanie spotkania się pocisku z celem. W związku z tym, strzelanie do celu manewrującego obarczone jest dodatkowymi błędami. Błędów tych wyeliminować nie ma możliwości ze względu na przypadkowość zmiany czynników ruchu celu podczas strzelania.

Przy stosowaniu przez samoloty manewru mogą powstać błędy systematyczne na zasadniczym odcinku kursu celu. W takich wypadkach należy na celownikach nastawić skalowane prędkości celu. Zagadnienie to omawiane dokładnie uprzednio. Dodatkowe błędy w uwzględnieniu kąta kursowego i kąta nachylenia kursu względem poziomu możliwe przy strzelaniu do samolotu manewrującego, w pewnym stopniu kompensowane są tym, że na różnych działach baterii dane te nastawiają celownikowi samodzielnie, co powoduje rozrzut pocisków baterii wystarczający do skompensowania wyżej wymienionych błędów.

Zgodnie z zasadami Instrukcji strzelania, strzelanie do samolotów manewrujących prowadzi się baterią /plutonem/.
Prędkość na celownikach nastawia się przez skalowanie, zgodnie z zasadami podanymi wyżej.
Otwarcie i prowadzenie ognia, jak również obserwację strzelania, prowadzi się tak samo jak do celów lecących poziomo.
Poprawek strzelania do celów manewrujących nie stosuje się.

5. Strzelanie do samolotów niespodziewanie pojawiających się na małych odległościach.

Jednym z głównych warunków skuteczności działania samolotów szturmujących jest skrytość podejścia do obiektu na odległość skutecznego ognia.
Pojawienie się takich celów na małych odległościach od baterii wymaga natychmiastowego otwarcia ognia. W tym celu Instrukcja strzelania powoduje skrócenie do minimum czasu potrzebnego na przygotowanie pierwszej serii, co osiąga się przez nastawienie na celownikach armat:
- prędkości celu /V_c/ na podstawie dotychczasowej działalności samolotów szturmujących;
- strzałkę kursową na baterię /q = 0/;
- odległość do celu 2000 m.

Po wykryciu celu dane wejściowe na celowniku udokładnia się.

Do samolotów niespodziewanie pojawiających się na małych odległościach /mniejszych niż 2000 m/ z za chmur, zasłon terenowych lub od strony słońca, strzelanie prowadzi się długimi seriami baterii /plutonu lub pojedynczych dział/. Sposób prowadzenia strzelania plutonem i pojedynczymi armatami ustala dowódca baterii zawczasu.

W tych przypadkach ogień otwiera się natychmiast po uchwyceniu celu przez celowniczych. Celowanie udokładniają celowniczowie w czasie strzelania.

Czas potrzeby na przygotowanie pierwszej serii, uwzględniając, że na celownikach zawczasu nastawio-

nych wejściowe /jak wyżej/, sprowadza się praktycznie do czasu potrzebnego na uchwycenie celu w przeziernik. Przy półautomatycznym naprowadzeniu armat dla zmiany kierunku strzelania do 180^0 potrzebny jest czas rzędu 5 - 6 sek., a dla uchwycenia celu z odwróceniem armat o 180^0 - rzędu 10 - 12 sek. Jeżeli zawczasu skierować armaty w kierunku, skąd najprawdopodobniej może pojawić się samolot szturmujący i zawczasu nastawić na celownika dane wejściowe, to czas na przygotowanie pierwszej serii sprowadzi się do czasu uchwycenia celu /4-5 sek/. W tym czasie samolot przeleci około 600-800 m /przy V_c = = 150-200 m/sek. i czasie na uchwycenie celu 4 sek/.

Prędkość celu wyznacza się charakterystyczną dla najczęściej spotykanych w danym czasie, na danym odcinku frontu typów samolotów.

Wprowadzanie poprawek w czasie strzelania nie stosuje się.

6. Strzelanie do samolotów nurkujących /planujących/.

Bombardowaniem z lotu nurkowego nazywa się taki sposób bombardowania, przy którym celowanie i zrzucanie bomb dokonuje się z samolotu, którego wektor prędkości tworzy z płaszczyzną poziomą kąt λ . Kąt ten nazywa się kątem nurkowania.

Zasadniczymi zaletami bombardowania z lotu nurkowego są:
- stosunkowo duża dokładność bombardowania;
- możliwość, przy jednym zajściu, jednoczesnego ostrzału celu i zrzucenia bomby na ten cel;
- moralne oddziaływanie na wojska.

Zwalczanie samolotów nurkujących jest jednym z zasadniczych zadań art. plot. małego kalibru, które szczególnie jest ważne przy osłonie wojsk w marszu. Nurkowanie pozwala do minimum skrócić czas przebywania samolotu w strefie najbardziej skutecznego ognia artylerii przeciwlotniczej. Samoloty, zarówno przy wejściu w lot nurkowy jak i przy wyjściu z niego, stosują gwałtowny manewr co jeszcze bardziej komplikuje strzelanie artylerii przeciwlotniczej.

Konstrukcja współczesnych samolotów pozwala im dokonywać zrzutu bomb pod kątami od 30 - 90° i z różnych wysokości. Im większa wysokość nurkowania, tym prawdopodobieństwo dokonania nurkowania pod większym kątem jest większe i na odwrót. Czas przebywania w locie nurkowym waha się w granicach 4 - 10 sek. Dla jednakowych wysokości nurkowania czas przebywania w locie nurkowym jest tym krótszy im kąt nurkowania większy.

Przy strzelaniu do samolotów nurkujących stosuje się długie serie lub ogień ciągły całej baterii /plutonu/.

Strzelanie do samolotów nurkujących jest zazwyczaj przedłużeniem strzelania do tego samego samolotu na kursie poziomym do wejścia jego w lot nurkowy.

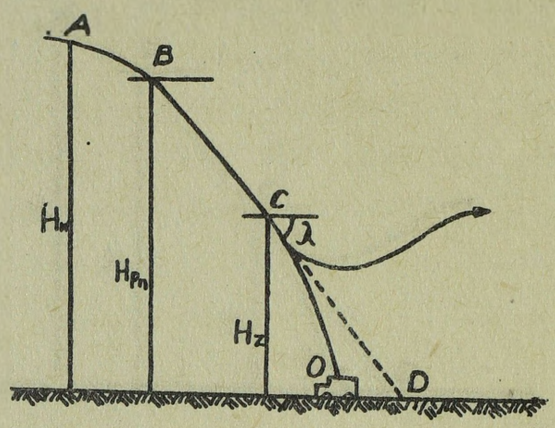
Przejście do prowadzenia ognia do celu nurkującego wykonuje się na komendę dowódcy baterii /dowódcy plutonu/, po zauważeniu pierwszych oznak wejścia samolotu w lot nurkowy.

Ogień otwiera się nie oczekując na pełne nastawienie danych wejściowych na celownik.

Na celowniku nastawia się: prędkość nurkowania określa dowódca baterii /plutonu, działa/ według typu samolotu z uwzględnieniem doświadczeń poprzednich strzelań do tego rodzaju samolotu. Na celownikach nastawia się prędkość większą od określonej według typu samolotu o 10%. Kąt kursowy, kąt nurkowania i odległość nastawiają celownicy zgodnie z poznanymi zasadami.

Prędkość celu należy wprowadzać wzdłuż kursu nurkowania. Wartość tej prędkości zależy od wielu czynników, w pierwszym rzędzie od wielkości kąta nurkowania, czasu nurkowania i konstrukcyjnych właściwości samolotów nurkujących. Wartość prędkości przy stałym kącie nurkowania nie jest stała na całym odcinku lotu nurkowego, a wzrasta od prędkości przelotowej /V_c/, charakterystycznej dla danego typu samolotu na początku nurkowania do największej dopuszczalnej wartości w końcowej fazie nurkowania /V_{km}/. Z dostateczną dla praktyki dokładnością można przyjąć, że obniżenie wysokości o każde

1000m powoduje wzrost prędkości wzdłuż kursu o 4-5 m/sek.



Rys. 16.

Prędkość samolotu w końcowej jego fazie nurkowania można określić ze wzoru /rys. 16/.

$$V_{kn} = V_c + \frac{H_{pn} - H_z}{100} \cdot 4,5.$$

Jeżeli przyjmiemy, że wysokość rozpoczęcia nurkowania /H_{pn}/ jest rzędu 2500 m, a wysokość zrzutu bomby /H_z/ - 1000 m oraz prędkość samolotu V_c = 150 m/se , to prędkość celu w końcowej fazie nurkowania /V_{kn}/ wyniesie:

$$V_{kn} = 150 + \frac{2500 - 1000}{100} \cdot 4,5 = 217,5 =$$

$$= 1.45\ V_c.$$

Zrozumiałe, że strzelający nie może określić zmiennej wartości prędkości, a tym bardziej wyznaczyć tę zmienną wartość dla nastawienia jej na celowniku. Okazuje się, że najbardziej celowe i możliwe jest nastawienie na celowniku jakiejś średniej wartości prędkości. Załóżmy, że prędkość tę określono dla możliwego zakresu prędkości w czasie nurkowania, tj. $0,5\ /V_c + V_{kn}/ = 0,5\ /150+217,5/ =$ = 183,7 m/sek. = $1,23\ V_c$.

Nastawienie tej prędkości na celowniku spowoduje przesunięcie średniego toru w stosunku do celu.

W początkowym momencie nurkowania średni tor będzie wyprzedzającym, na środkowym odcinku drogi nurkowania - przejdzie przez cel /$V_c = V_{śr.}$/, a w końcowym momencie nurkowania, - będzie pozostający.

Z tego wynika, że przy nastawieniu na celownikach średniej wartości prędkości obliczonej dla czasu nurkowania do momentu pojawienia się pocisków w rejonie celu, tj. na najważniejszym odcinku strzelania przy końcu nurkowania będziemy z reguły obserwować trasy pozostające co wyraźnie jest niepożądane. Aby tego uniknąć przy wyznaczaniu średniej wartości prędkości nurkowania /$V_{śr.}$/, należy rozpatrywać nie cały odcinek lotu nurkowego, a tylko jego drugą część. Odpowiednio do tego dla rozpatrywanej wartości określimy:

$$V_{śr.} = V_c + \frac{3}{4} \cdot \frac{H_{pn} - H_z}{100} \cdot 4,5 =$$

$$= 150 + \frac{3}{4} \cdot \frac{2500 - 1000}{100} \cdot 4,5 =$$

$$= 200,5 \text{ m/sek.},$$

albo:

$$V_{śr.} \approx 1,33\ V_c.$$

Stąd wniosek uzasadniający stwierdzenie Instrukcji strzelania, że przy strzelaniu do celów nurkujących trzeba nastawić prędkość o 40% większą od określonej na podstawie typu samolotu, czy też inną drogą. Celowe, aby określania i nastawiania kąta nurkowania dokonywali celownikowi samodzielnie, eliminując w ten sposób czas zużywany na podanie komendy przez strzelającego. Przy dobrze wyszkolonych celownikowych błędy środkowe określenia kąta nurkowania przez nich i strzelającego będą w przybliżeniu jednakowe. Należy wziąć pod uwagę jeszcze i to, że strzelający określiwszy średnią wartość kąta nurkowania, w czasie strzelania nie może jej udokładnić podczas gdy celownikowy w czasie nurkowania celu ma takie możliwości. Aby jak najbardziej dokładnie określić dane wejściowe niezbędna jest dokładna znajomość

dotychczasowej działalności bojowej, a także taktyczno-technicznych właściwości samolotów nurkujących.

Z powodu krótkotrwałości strzelania do samolotów nurkujących /4-10 sek./, poprawianie strzelania nie może mieć miejsca.

Strzelanie do samolotów planujących /kąty nachylenia kursów mniejsze od 30°/, należy prowadzić tak samo jak do celów na kursie poziomym wprowadzając na celownik odpowiedni kąt planowania.

7. Strzelanie do celów zrzucanych na spadochronach.

Na spadochronach mogą być zrzucane następujące cele: miny, bomby lotnicze o działaniu burzącym, różnego rodzaju sprzęt, ekwipunek desantu spadochronowego, sam desant spadochronowy i inne cele. Strzelanie do celów zrzucanych na spadochronach prowadzi się tylko na rozkaz dowódcy pułków lub w wypadkach przewidzianych zarządzeniem o organizacji i prowadzeniu ognia. Do strzelania wyznacza się w każdej baterii jedną lub kilka armat.

Strzelanie prowadzi się z celownikiem. Ogień otwiera się na komendę dowódcy baterii /plutonu, działa/ i prowadzi się z reguły pojedynczymi strzałami. Odległość otwarcia ognia każdorazowo określa dowódca baterii w zależności od ważności celu.

Ponieważ cele zrzucane na spadochronach mogą znajdować się w zasięgu ognia artylerii przeciwlotniczej dostatecznie długo, a dla ich rażenia w zasadzie wystarcza jedno trafienie, dlatego w czasie strzelania należy dążyć do jak najdokładniejszego przygotowania każdego strzału, nawet gdyby miało to wpłynąć na obniżenie szybkostrzelności.

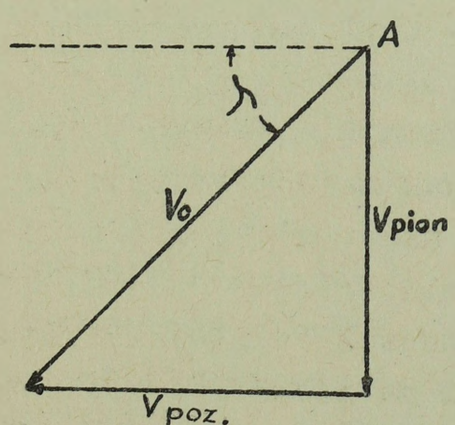
W zależności od ilości celów znajdujących się w powietrzu i na ziemi /wcześniejsze cele, które wylądowały/ może wyniknąć konieczność podziału ognia w baterii. We wszystkich jednak wypadkach należy pamiętać o tym, że największą skuteczność strzelania do omawianych celów osiąga się przez strącenie samolotu.

jeszcze zanim dokona on zrzutu desantu.

Instrukcja strzelania zaleca określać i nastawiać dane początkowe w następującej kolejności:

- prędkość wyznacza dowódca baterii /plutonu/ w zależności od prędkości wiatru przyziemnego; przy prędkości wiatru do 5 m/sek wyznacza się prędkość równą 5 m/sek, a przy prędkości wiatru ponad 5 m/sek. - prędkość 10 m/sek.;
- kąt nurkowania nastawiają celownikowi w zależności od wielkości podanych prędkości: 60^0 - przy prędkości 5 m/sek. i 30^0 - przy prędkości 10 m/sek.

Prędkość opadania celów zrzucanych na spadochronach tzw. prędkość pionowa /$V_{pion.}$/ wynosi 4 - 6 m/sek., a prędkość przesunięcia poziomego celu - prędkość ppzioma /$V_{poz.}$/ zwykle równa się prędkości wiatru. Dlatego na celowniku należy nastawiać prędkość odpowiadającą wypadkowej tych składowych prędkości. Instrukcja strzelania armat S-68 pozwala na wprowadzenie prędkości celu wzdłuż kursu przy dowolnych kątach nurkowania od $0-90^0$. Prędkość i kąt nurkowania może być określony na podstawie pionowej i poziomej składowych prędkości /rys. 17/.



Rys. 17.

Z rysunku wynika, że:

$$1/\ V_c = \sqrt{V^2_{poz.} + V^2_{pion.}}$$

$$2/\ \lambda = \operatorname{arctg} \frac{V_{pion}}{V_{poz.}}$$

Ponieważ V_{pion} jest prędkością opadania celu, to przyjąwszy ją za wielkość stałą i równą 5 m/sek., można obliczyć V_c i dla różnych prędkości wiatru /$V_{poz.}$/. Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 6.

Tabela 6.

$V_{poz.}$ /m/sek/		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Prędkość wzdłuż kursu celu /m/sek/	Poszczególne wartości	5,1	5,4	5,8	6,4	7,1	7,8	8,6	9,5	10,3	11,2
	średnia wartość	-	-	6,0	-	-	-	-	9,5	-	-
Kąt nurkowania /w stop/	Poszczególne wartości	79	68	59	51	45	40	36	32	29	27
	Średnie wartości	-	-	60	-	-	-	-	33	-	-

Z tabeli wynika, że nastawianie na celownikach średnich wartości prędkości, zaokrąglonej do wielkości wielokrotnej 5 m/sek. i kąta nurkowania zaokrąglonego do wielkości wektorowej 10^0, maksymalne błędy zaokrąglenia dla prędkości wiatru /$V_{poz.}$/ od 1 + 5 m/sek i od 6 + 10 m/sek. będą w zasadzie mniejsze od 2 m/sek. w prędkości i około 10^0 w kącie nurkowania.

W wypadku opadania celu z prędkością większą lub mniejszą od 5 m/sek., wynikające stąd błędy strzelania można usunąć przez wprowadzenie poprawek po zaobserwowaniu uchyleń pierwszych tras.

Kurs celu nastawiają celownikowi samodzielnie, ustawiając strzały kursowe w kierunku, w którym wieje wiatr, przy pogodzie bezwietrznej - na baterię.

Odległość mierzy się dalmierzem lub na oko i nastawia na celownik na komendę dowódcy działa.

Po otwarciu ognia nie zmienia się nastaw V_c, q i λ, ponieważ jakiekolwiek zmiany tych wielkości przez celownikowych samodzielnie utrudniałyby, a nawet wykluczałyby strzelającemu określenie i wyznaczenie poprawek.

Przy strzelaniu do celów zrzucanych na spadochronach największą skuteczność strzelania osiąga się, jeżeli każda armata prowadzi ogień do innego celu. W tym wypadku uzyskuje się dogodne warunki obserwacji strzelania i określania poprawek. Dla tych warunków najbardziej odpowiednim rodzajem ognia są pojedyncze wystrzały na komendę dowódcy działa. Tylko w wypadkach sporadycznych dopuszczalne jest prowadzenie ognia seriami krótkimi.

Prowadzenie ognia krótkimi seriami zapewnia potrzebną dokładność naprowadzenia i pewność obserwacji strzelania przy 2-3 strzałach w serii. W tym wypadku rozrzut torów nieznacznie się zwiększa w porównaniu z rozrzutem przy strzelaniu pojedynczymi działami.

W czasie strzelania dowódca działa winien prowadzić obserwację strzelania, aby na tej podstawie można było sądzić o skuteczności strzelania i w zależności od potrzeb mieć wpływ na jej zwiększenie tj. określenie i wprowadzanie poprawek.

Oznaką skuteczności strzelania jest rażenie celu, dla osiągnięcia którego wymagane jest chociażby jedno trafienie pocisku w cel.

Jeżeli w czasie strzelania nie ujawniono oznak rażenia celu i grupowanie tras wokół celu niezadawalające, to strzelający winien w czasie strzelania zrobić wszystko, aby zapewnić normalne grupowanie się tras wokół celu.

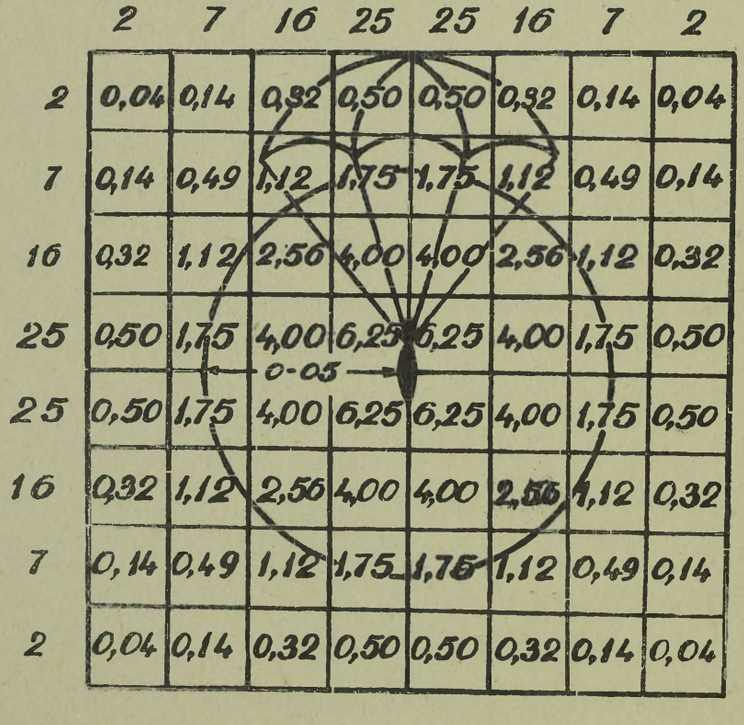
Aby dać odpowiedź na pytanie jakie grupowania tras przy strzelaniu do celów zrzucanych na spadochronach, należy uważać za normalne /prawidłowe/, rozpatrzymy przyczyny rozrzutu i wielkości uchyleń tras od celu.

Zasadniczymi przyczynami przypadkowych uchyleń tras od celu są błędy wycelowania armat i błędy określenia odległości.

Jeżeli występują tylko błędy przypadkowe, to trasy będą układały się symetrycznie w płaszczyźnie ekranowej w stosunku do celu, zarówno w kierunku poziomym jak i pionowym. Jest to jedno z wymagań, jakie stawiane są przed grupowaniem się tras wokół celu.

Jak wykazują dane z doświadczeń, dla średnich warunków strzelania do celów zrzucanych na spadochronach, sumaryczne odchylenia środkowe rozrzutu tras, przy strzelaniu z SO zarówno w kierunku jak i w położeniu wynoszą 0-02.

Jeżeli tor średni pokrywa się z celem, to rozrzut będzie takim jak na rysunku 18.



Rys. 18.

Z rysunku wynika, że przy uchyleniu środkowym 0-02, około 75% tras nie wychodzi z kręgu o promieniu 0-05. Dlatego też, przy strzelaniu do celów zrzucanych na spadochronach, grupowanie tras wokół celu winno być takim, żeby wszystkie trasy lub przeważająca ich większość nie wychodziła z kręgu o promieniu 0-05. I to jest drugie wymaganie stawiane

przed normalnym ugrupowaniem się tras przy strzelaniu do omawianego rodzaju celów.

W wypadku, gdy trasy układają się symetrycznie wokół celu, lecz większość ich nie mieści się w kręgu o promieniu 0-05, to świadczy to o tym, że celowniczowie pracują źle. Jeżeli natomiast obserwujemy niesystematyczne układanie się tras wokół celu, to mówi to o obecności błędów systematycznych. Zasadniczymi błędami tego gatunku są błędy prędkości celu, kąta kursowego i kąta nurkowania /opadania/.

Wyjaśnione na początku strzelania błędy systematyczne, mogą być usunięte w trakcie strzelania drogą wprowadzenia poprawek.

Poprawki wyznaczają dowódcy armat w tysięcznych. Wielkość poprawki równa się wielkości zmienionego uchylenia ze znakiem przeciwnym. Należy pamiętać, że dotyczy to poprawek, zarówno w kierunku jak i w położeniu. Uchylenia tras mierzy się w płaszczyźnie ekranowej, tj. uchylenia mierzymy w tym momencie, kiedy trasy i cel znajdują się na jednakowej odległości od armaty. Błędy pomiaru uchyleń przy strzelaniu do celów zrzucanych na spadochronach są mniejsze, niż przy strzelaniu do samolotów, dzięki temu, że prędkości kątowe przesunięcia celu w tym wypadku są małe.

Przy półautomatycznym naprowadzeniu armat na cel poprawki wprowadza celownicy położenia przez zmianę punktu celowania, przesuwając krzyże siatek kątomierzczych, przezierników od celu w prawo /w lewo/ w górę /w dół/ o wielkość podaną przez dowódcę działa. Przy ręcznym naprowadzeniu celownicy położenia po komendzie dowódcy działa wprowadza poprawki tylko w kącie położenia. Poprawek w kierunku dokonuje sam dowódca działa, ponieważ przy tym sposobie celowania spełnia on obowiązki celowniczego kierunku. W tym wypadku uchylenia tras określa się przy pomocy podziałek siatki przezierników. Siatki obu przezierników celownika są jednakowe.

Poprawki wyznacza się na podstawie jednostronnych uchyleń tras od celu po dwu i więcej strzałach /seriach/. Wymaganie to, zawarte w Instrukcji strzelania, postawione jest dlatego, żeby upewnić się w rezultatach obserwacji, ponieważ na podstawie jednej obserwacji trudno sądzić czy jest to rezultat działania błędów systematycznych, czy też przypadkowych.

Poprawki wyznacza się wielokrotne 0-02, najmniejsza poprawka 0-02. Celowość wprowadzenia poprawek o wielkości 0-02 wynika stąd /rys. 18/, że jeżeli średni tor pocisku przechodzi przez cel, to prawdopodobieństwo trafienia w niego jest proporcjonalne do wielkości 6,25. Jeżeli tenże tor średni przechodzi w odległości od celu o 0-02 /1 uchylenie środkowe/ i więcej to prawdopodobieństwo trafienia zmniejszy się odpowiednio do 4.00 i niżej. Zmniejszenie prawdopodobieństwa trafienia przy tym jest o 36% i więcej, ponieważ

$$\frac{4,00}{6,25} = 0,64 = 64\ \%.$$

Wprowadzenie poprawek mniejszych od 0-02 jest niecelowe, ponieważ uchylenie trasy o wielkość mniejszą niż jedno uchylenie środkowe będzie przypadkowym. Prócz tego poprawkę mniejszą od 0-02 trudno jest uwzględnić wg. siatki przeziernika. Zagadnienie bezpieczeństwa własnych wojsk od rażącego działania swoich pocisków przy strzelaniu na małych wysokościach ma duże znaczenie. W tym wypadku pocisk nie spotkawszy się z celem winien rozerwać się na skutek działania samolikwidatora na wysokości bezpiecznej dla wojsk i osłanianych obiektów. Wynika stąd, że ostatni warunek nasuwa określone ograniczenia przy strzelaniu przy małych kątach podniesienia. Zapalnik MG-57 posiada samolikwidator, czas działania, którego waha się od 13÷17 sek., a dla niektórych zapalników od 12 ÷ 18 sek. Wobec tego czas samolikwidacji należy uwzględniać przy wykonywaniu zadania bojowego, aby uniknąć rażenia własnych wojsk rozpryskami pocisków na powierzchni ziemi lub w bezpośredniej jej bliskości. Jest to już możliwe przy kątach podniesienia 10^{o} i mniejszych.

W tym wypadku Instrukcja strzelania zaleca, że w wypadkach, gdy przy obniżaniu się celów możliwe jest rażenie pociskami własnych wojsk, strzelanie przerywa się.

Do skoczków, którzy wylądowali na ziemię, strzelanie prowadzi się tak samo jak do celów naziemnych.

8. Strzelanie do śmigłowców.

Cechą dodatnią śmigłowców w porównaniu z samolotami jest to, że mogą one startować pionowo z ziemi i lądować na nieprzygotowanym terenie o ograniczonych wymiarach. Natomiast ujemnymi cechami są: małe prędkości /rzędu 150 - 200 km/godz./, ograniczone możliwości transportowe oraz mały zasięg /rzędu 420-760 km/. Inne charakterystyki omawianych celów to praktyczny pułap 1750 -5790m prędkość wznoszenia 4,5 + 5 m/sek oraz lądowania 5-6 m/sek.

Według swego przeznaczenia śmigłowce dzielą się na następujące grupy:

1/ Śmigłowce desantowo-transportowe, przeznaczone do transportu wojsk i ładunków w rejony trudnodostępne, a także do desantowania oddziałów wojskowych oraz z ich wyposażeniem i uzbrojeniem.

2/ Lekkie, przeznaczone do łączności, korygowania ognia artyleryjskiego, obserwacji i dokonywania prac w zakresie ratownictwa.

Śmigłowce w zależności od ich właściwości konstrukcyjnych mogą poruszać się na kursie poziomym lub pochyłym, zawisnąć nieruchomo w powietrzu, wznosić się lub opadać pionowo. Z tego punktu widzenia Instrukcja strzelania zaleca stosować następujące rodzaje strzelań:

- do śmigłowców poruszających się na kursie poziomym lub pochyłym /kąt nachylenia lub wzniesienia nie większy od 30^{0}/;
- do śmigłowców wznoszących się i opadających /kąt wznoszenia opadania większy od 30^{0}/;

Ruch śmigłowca na kursie pochyłym jest analogiczny do ruchu samolotu szybującego. Prędkość śmigłowca na kursie pozostaje prawie stała. Dlatego otwarcie i

prowadzenie ognia, obserwacja i poprawki strzelania do śmigłowców lecących kursem poziomym /pochyłym/ praktycznie niczym się nie różni od strzelania do samolotów na kursie poziomym. Czego potwierdzenie znajdujemy w Instrukcji strzelania, która zaleca prowadzić strzelanie do takich celów, według tych samych zasad co do samolotów na kursie poziomym.

Strzelanie do śmigłowców nieruchomo zawisłych w powietrzu prowadzi się tak samo jak do celów nieruchomych. Przy tym prędkość na celowniku nastawia się równą zeru, strzałę kursową na baterię, odległość przy pomocy dalmierza lub na oko.

W celu osiągnięcia jak największej skuteczności ognia przy pierwszych seriach trzeba dokładnie wycelować armaty w cel, a także dokładnie określić odległość do niego. W zasadzie strzelanie do śmigłowców zawisłych nieruchomo w powietrzu będzie krótkotrwałe, ponieważ pilot zauważywszy pierwsze trasy pocisków będzie starał się jak najprędzej wydostać się ze strefy ognia. Wydostaniu się ze strefy ognia będą towarzyszyć poziome lub pionowe ruchy śmigłowców. W takich przykładach należy strzelać jak do śmigłowców obniżających /wznoszących/ się lub lecących kursem poziomym /pochyłym/. Przy strzelaniu do śmigłowców wznoszących /obniżających/ się pod kątem większym niż 30^0 na celownikach armat nastawia się:

- prędkość celu na kursie pochyłym, określoną według typu śmigłowca lub na podstawie doświadczeń z dotychczasowej działalności tego typu celów;
- kąt kursowy celu, ustawiając strzałę kursową równoległe do rzutu kursu na poziom i w kierunku ruchu śmigłowca;
- kąt wznoszenia /obniżania/ celu w stopniach, określa celownikowy na oko i nastawia z zaokrągleniem wielokrotnym 10^0 na skali kątów nurkowania i wznoszenia;
- odległość nastawia celownikowy w sposób ciągły na podstawie odczytów z dalmierza lub na oko.

Biorąc pod uwagę to, że prędkości obniżania /wznoszenia/ śmigłowców są małe, a dla nieruchomo zawis-

łych w powietrzu śmigłowców, praktycznie równają się zeru, oceny uchyleń tras i poprawek strzelania dokonuje się według siatki przezierników, zgodnie z zasadami podanymi przy strzelaniu do celów zrzucanych na spadochronach.

9. Osobliwości strzelania do celów powietrznych z przystanków i w marszu.

Przy osłonie wojsk w marszu lub na polu walki armaty S-68 mogą prowadzić ogień z przystanków i w marszu.

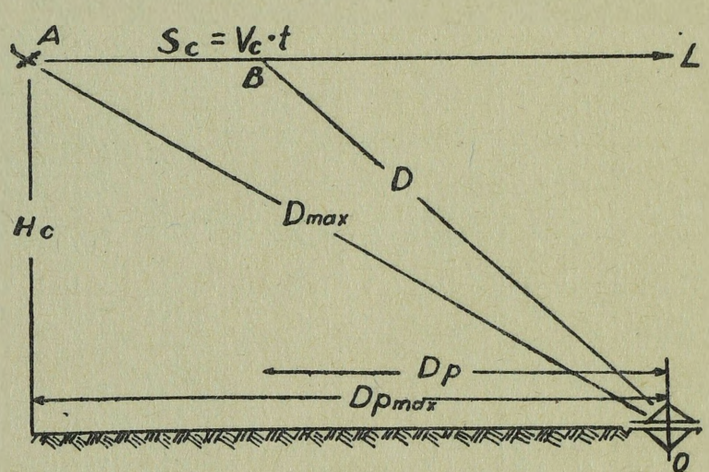
Przy strzelaniu w marszu warunki pracy obsługi armaty, a głównie celowniczych komplikują się z powodu kołysania i wstrząsów armaty w ruchu. Nie ulega wątpliwości, że skuteczność strzelania w takich warunkach mała. Dlatego też należy dążyć do tego, aby strzelanie w tych warunkach odbywało się chociażby z krótkich przystanków. Szczególne znaczenie ten sposób strzelania posiada przy osłonie wojsk, pokonywujących odcinki miejscowości skażonych pyłem radioaktywnym, a także przy rozwinięciu natarcia w warunkach całkowitego rażenia broniących się wojsk nieprzyjaciela bronią atomową.

Dla zwiększenia skuteczności strzelania, przy prowadzeniu ognia w marszu, należy naciskać na pedał spustowy w momencie wycelowania przezierników w cel, kiedy kołysania armaty zmniejszają się lub zupełnie zanikną. Uwzględniać tu należy również stałość kołysania armaty w ruchu na stosunkowo równym terenie. Aby w pewnym stopniu zmniejszyć kołysania armaty, jej kierowca - mechanik w czasie strzelania winien:

- wybierać dla ruchu armaty możliwie jak najbardziej równe odcinki drogi;
- prowadzić armatę płynnie, nie dopuszczając do raptownych zmian prędkości marszu i nie oczekiwanych zmian kierunku marszu /skrętów/.

Brak dostatecznie pewnej i systematycznej obserwacji za nieprzyjacielem powietrznym, powiadamiania i łączności przy osłonie wojsk w marszu lub w boju oraz skłonność lotnictwa nieprzyjacielskiego do zasko-

czenia wykorzystując teren, zmniejsza możliwość wykrycia samolotu w odpowiednim czasie i otwarcia do niego ognia. Okoliczność ta zmusza do tego, aby armaty S-68 w kolumnach marszowych osłanianych wojsk były zawsze przygotowane do strzelania z marszu i przystanków. Dla wykazania jak ograniczonym czasem na bezpośrednie przygotowanie strzelania dysponuje strzelający rozpatrzymy przykład poparty rysunkiem 19.



Rys. 19.

Gdzie: D_{max} - maksymalna odległość wykrycia celu wizualnie /7000 m/;

$D_{p\ max}$ - odległość pozioma odpowiadająca D_{max};

H_c - wysokość lotu samolotu /3000 m/;

S_c - droga celu w czasie t;

t - czas sumaryczny.

Do czasu t wchodzą następujące składowe: czas potrzebny na wskazywanie celu, podanie komendy do otwarcia ognia, uchwycenie celu, nastawienie danych wejściowych na celowniku i oddaleniu pierwszego strzału. Sumarycznie czas ten wynosi około 15 sek.

D - odległość rzeczywista otwarcia ognia;

D_p - odległość pozioma odpowiadająca D;

V_c - prędkość celu /150 m/sek/.

Określimy: $S_c = V_c \cdot t = 150 \cdot 15 = 2250$ m;

$$D_{p\ max} = \sqrt{D^2_{max} - H_c^2} = \sqrt{7000^2 - 3000^2} \approx 6332 \text{ m};$$

$$D = \sqrt{H_c^2 + /D_{p\ max} - S_c/^2} = \sqrt{3000^2 + /6332 - 2250/^2} = 5065 \text{ m}.$$

Jak wynika z rysunku i obliczeń graniczna odległość /D/ otwarcia ognia wynosi 5065 m. Dla prędkości V_c 150 m/sek D będzie jeszcze mniejsze. Jeżeli do tego uwzględnić jeszcze, że przy nalotach lotnictwa szturmowego nieprzyjaciela odległość wykrycia tych celów /D_{max}/ będzie mniejsza od wyżej wymienionej /7000m/, to stanie się oczywiste, że specjalnego czasu na przygotowanie armat do strzelania w marszu lub z przystanków, nie będzie.

Stąd wypływa oczywisty wniosek, że armaty S-68 winny być przygotowane zawczasu do strzelania w omawianych przypadkach. Oczywiście, że dużą rolę odgrywa tu wykrycie i uchwycenie celu na czas.

Czas potrzebny dla przejścia z położenia marszowego w bojowe, wynosi 30 - 35 sek. W warunkach stałego niebezpieczeństwa napadu z powietrza lotnictwa nieprzyjaciela, czas przygotowania armat do otwarcia ognia, należy skrócić do minimum.

W tym celu z armat należy pozdejmować zawczasu wszystkie pokrowce, odryglować części wahadłowe i korpusy wieżyczek, odciągnąć zamki do tyłu. W celu skrócenia czasu potrzebnego dla nastawienia danych wejściowych na celowniku i otwarcie ognia na czas, w czasie bezpośredniego przygotowania zgodnie z zaleceniami instrukcji strzelania nastawia się:

- odległość - 2000 m. Odległość ta jest najprawdopodobniejszą przy strzelaniu do celów na odległościach 2500 - 3000 m;
- prędkość celu - 150 m/sek, która jest zbliżona do średniej prędkości przelotowej bombowca;
- kąt nurkowania /wznoszenia/ - 0^0. Kąt λ nastawia się po wykryciu samolotu;

- kąt kursowy - O /strzałkę kursową na baterię/.

Po wykryciu celu kąt kursowy nastawia się z uwzględnieniem tego, że przy osłonie wojsk w marszu strzelanie prowadzi się do samolotów bezpośrednio atakujących kolumnę, a tym samym i armaty.

W celu przygotowania armat do strzelania w marszu a także zagwarantowania bezpieczeństwa wojsk w kolumnie, armatom nadaje się kąt podniesienia 30°.

Wielkość tego kąta odpowiada kątowi położenia celu dla średnich wysokości rzędu 2000 m i odległości wykrycia - 6000 - 7000 m.

Wszystkie dane wejściowe mogą być udokładnione jeszcze po wykryciu celu.

Poszukiwanie celu przez armaty prowadzi się wg. danych bezpośredniego wskazywania celu. Kierunek strzelania wskazuje dowódca baterii /plutonu/. Obowiązek wyboru celu i wyznaczenie rodzaju ognia spada na dowódców armat, którzy przy tym kierują się wskazówkami dowódcy baterii. Czynności obsługi armaty w czasie prowadzenia ognia w marszu niczym nie różnią się od czynności przy strzelaniu z SO lub z przystanków. Jednakże wzrost błędów strzelania, charakterystycznych dla strzelania w marszu, czyni to strzelanie mniej skuteczne niż strzelanie nawet z przystanków. Należy przy strzelaniu z marszu prócz tego uwzględnić i taki mankament, że wysokość działania lotnictwa nieprzyjaciela na kolumny marszowe są małe /1000 - 2000 m/, przy tym dużym odległościom strzelania odpowiadają małe kąty podniesienia, przy których w czasie strzelania w ruchu możliwe jest rażenie własnych wojsk.

Uwzględniając krótkotrwałość strzelania do samolotów szturmujących kolumny naszych wojsk, a także zmniejszenie możliwych błędów prędkości w celu w porównaniu z innymi błędami, przy strzelaniu w marszu poprawek strzelania nie stosuje się.

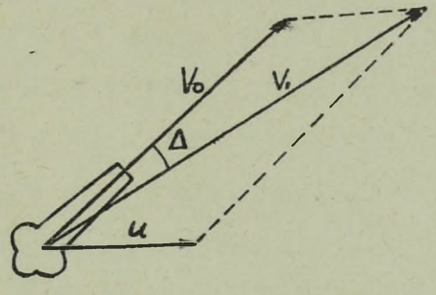
Strzelanie z przystanków niczym nie różni się od strzelania z miejsca. Jednakże, strata czasu potrzebna na zatrzymanie armat i wyboru dla nich miejsca

powoduje to, że strzelanie zwykle rozpocznie się na mniejszej odległości niż przy strzelaniu z SO.

Poprawki przy strzelaniu z przystanków stosuje się wg. tych samych zasad co i przy strzelaniu z SO.

Na zakończenie należałoby się jeszcze zastanowić nad zagadnieniem wpływu ruchu armaty /marsz, przeładznie kolejąg/ na strzelanie.

Wpływ ruchu armaty S-68 przy strzelaniu wpływa na rozwiązanie zadania spotkania, ponieważ z powodu ruchu samej armaty zmienia się kierunek i wielkość prędkości lotu pocisku/rys. 20/.



Rys. 20

Na rysunku:

$\bar{V}_0$ - prędkość początkowa pocisku;

$\bar{U}$ - prędkość ruchu armaty;

$\bar{V}_1$ - prędkość wypadkowa pocisku, będąca sumą geometryczną $\bar{V}_0$ i $\bar{u}$.

Nie uwzględniając zboczenia pocisku można uważać, że tor pocisku przy strzelaniu w ruchu leży w płaszczyźnie pionowej przechodzącej przez wektor prędkości wypadkowej $\bar{V}_1$, tj. ów tor odchyla się od osi przewodu lufy o wielkość kąta Δ - zwanego kątem wzniesienia.

Dla wysokości lotu celu od 500 do 2000 m, p = 0 + 500m i V_c = 150 m/sek, wielkości błędów od nie uwzględnienia ruchu armaty z prędkością do 20 km/godz. we wszystkich wypadkach jest mniejsza niż 0,5 błędu środkowego w określeniu prędkości /E_V = 10% V_c/. Stąd wniosek, że przy

ruchu armaty do 20 km/godz. nie ma potrzeby uwzględniać tego ruchu przy strzelaniu.

Przy prędkości ruchu armaty większej od 20 km/godz. celowo uwzględniać ten ruch. Uwzględnianie wspomnianego ruchu armat - proces dość złożony przy strzelaniu. Potrzeba tu uwzględnić kilka poprawek: poprawki prędkości nastawionej na celowniku, poprawki na zmianę czasu lotu pocisku i poprawki kąta celownika. Wielkości tych poprawek zależą od warunków strzelania i zmieniają się w czasie każdego strzelania. Poprawka prędkości okazuje się jednak największą. I tę poprawkę należy uwzględniać w tych wypadkach, kiedy armata i cel poruszają się równolegle, lub na kierunku bliskim do równoległego /w granicach do 30^{0}/. Doświadczenia wykazują, że przybliżona wartość poprawki przy $U > 20$ km/godz. i dla średnich warunków strzelania, wynosi 2/3 prędkości ruchu armaty. Uwzględniając prędkość ruchu armaty, należy uwzględnić również zjawisko nienadążania wycelowania armat w cel. Poprawka prędkości, kompensująca to zjawisko, według danych z doświadczenia, wynosi 5% V_c.

Stąd $\Delta V_{c\ sum} = 0{,}05\ V_c \overset{+}{-} 2/3\ U$.

Znak "$\overset{+}{-}$" uwzględnia się przy przeciwnym kierunku ruchu celu i armaty, "-" przy jednakowym kierunku ruchu celu i armaty. Jeżeli założymy, że: V_c = 150 m/sek i U = 20 km/godz. /5,6 m/sek./, $\Delta V_{c\ sum}$ = 3,8 m/sek. i 11,2 m/sek. odpowiednio do znaków "-" i "+" uwzględnionych we wzorze.

Poprawkę prędkości przy zgodnym ruchu celu i armaty /3,8 m/sek/ nie uwzględniamy, a dla przeciwnego ruchu celu i armaty uwzględnia się ją równą 10 m/sek.

Powyższe rozwiązania rozpatrzone zostały dla średnich warunków strzelania w marszu.

Jeżeli dokonać obliczeń dla armaty, prowadzącej strzelanie z platform kolejowych w ruchu, to zakładając przeciętną prędkość pociągu 40 km/godz. /około 11 m/sek/ i prędkość samolotu 200 m/sek. stwierdzamy, że poprawka prędkości wynosi 0,2 m/sek. przy zgodnym kierunku ruchu

celu i pociągu oraz 14,8 m/sek w przeciwnym wypadku. Widzimy, że nawet dla skrajnego wypadku, poprawka prędkości nie przekracza 15 m/sek. Dlatego też przy prędkościach pociągu 20 km/godz. i większych, można ograniczyć się zwiększeniem prędkości celu o 10 m/sek. /przy różnych kierunkach ruchu celu i pociągu/. Założenie to odpowiada najczęściej spotykanym warunkom. Ponieważ najczęściej prędkość poruszania się wojsk w kolumnie marszowej i na polu walki nie będzie przekraczała 20 km/godz. to poprawkę prędkości należy wprowadzać tylko w wyjątkowych wypadkach.

10. Przygotowanie pułku armat ZSU-57-2 do strzelania.

Przygotowanie pułku do strzelania składa się ze wstępnego i bezpośredniego przygotowania.

Wstępne przygotowanie pułku do strzelania obejmuje wszystkie przygotowawcze prace z zakresu organizacji i kierowania ogniem, jak również przygotowanie baterii do strzelania /o baterii była mowa wyżej/. Po wykonaniu tych prac pułk winien być gotowy do przyjęcia wiadomości /informacje i wskazywanie' o celu /celach/ od starszego przełożonego i do prowadzenia ognia do celów powietrznych. Nie jest wykluczony wypadek, że nieprzyjaciel powietrzny pojawi się jeszcze przed zakończeniem wstępnego przygotowania. W tym wypadku trzeba normalnie przystąpić do strzelania, mającego na celu zniszczenie samolotu, a nie dokończone wstępne przygotowanie kontynuować w przerwach między nalotami powietrznych środków napadu nieprzyjaciela.

Bezpośrednie przygotowanie wykonuje się w celu przygotowania pułku armat S-68 do strzelania do celu wskazanego przez starszego przełożonego lub wybranego przez dowódcę pułku. Rozpoczyna się ono od momentu otrzymania na stanowisku dowodzenia dowódcy pułku pierwszych wiadomości o nieprzyjacielu powietrznym i powinno być zakończone z takim wyliczeniem, żeby wszystkie baterie pułku były w stanie otworzyć ogień na maksymalnej odległości strzelania. Reguła ta nie wyklucza wypadków otwarcia ognia i na mniejszych

odległościach, co zazwyczaj podyktowane będzie sytuacją powietrzną.

Istotne znaczenie, w przygotowaniu wstępnym pułku do strzelania, ma zagadnienie przygotowania do pracy środków rozpoznania powietrznego i wskazywania celów.

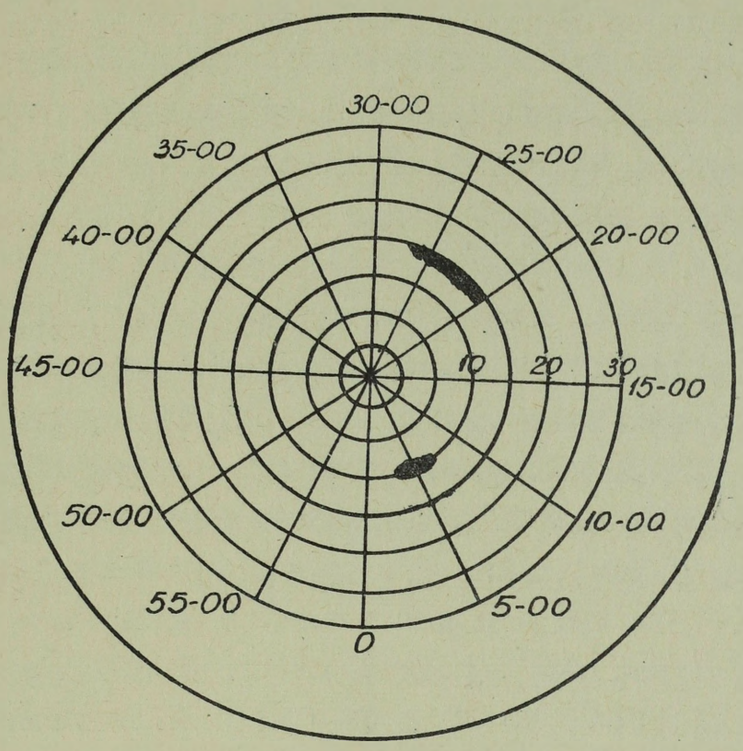
Przygotowanie do pracy środków rozpoznania i wykrywania celów obejmuje:

- ustalenie jednolitej numeracji kwadratów siatki wskazywania celów stolika sytuacji powietrznej i wskaźnika obserwacji okrężnej RSWP;
- sporządzenie schematu zakłóceń RSWP od przedmiotów terenowych;
- ustalenie ogólnych dla pułku dozorów w terenie i wskazywanie ich bateriom;
- ustalenie ciągłej obserwacji sytuacji powietrznej.

Zasadniczym źródłem rozpoznania nieprzyjaciela powietrznego w pułku artylerii przeciwlotniczej są radiolokacyjne stacje wykrywania i powiadamiania /RSWP/. Stacje te pozwalają wykryć cel i przekazać o nich dane /współrzędne/ na stanowisko dowodzenia pułku z takiej odległości, która pozwala: dokonać analizy sytuacji powietrznej, podjąć decyzję na odparcie nalotu, doprowadzić tę decyzję do pododdziałów i otworzyć ogień na czas.

Przekazywanie na czas wyczerpujących danych, o sytuacji powietrznej na stanowisko dowodzenia pułku zapewnia radiolokacyjna stacja RSWP.

Aby wykryć na jakich kierunkach lub w jakich wycinkach będą trudności w wykrywaniu celów powietrznych przez RSWP, spowodowanych zakłóceniami na skutek odbicia impulsów od przedmiotów terenowych, sporządza się dla każdej radiolokacyjnej stacji schemat zakłóceń /rys. 21/.



Rys. 21.

Dozory w terenie, w ramach pułku, wyznacza się w celu zapewnienia wskazywania celów powietrznych na małych odległościach od rubieży ognia artylerii przeciwlotniczej. Prócz tego do wstępnego przygotowania wchodzi przygotowanie do strzelania ogniem zaporowym.

Bezpośrednie przygotowanie pułku do strzelania obejmuje następujące zagadnienia:

- odzwierciedlenie sytuacji powietrznej na SD pułku i w batalionach;
- ocenę sytuacji powietrznej przez dowódcę pułku;
- przyjęcie decyzji przez tegoż dowódcę pułku po wykonaniu wyboru celu; uśrodkowanie ognia pułku do jednego celu lub rozśrodkowanie go do kilku celów;
- postawienie zadań bojowych pododdziałom;
- przygotowanie danych do ognia zaporowego.

Sytuacja powietrzna, poza zasięgiem optycznej widoczności baterii, nie może być znana dowódcom baterii bez przekazywania danych o celach ze stanowiska dowodzenia pułku /RSWP/. Jeżeli będzie brak takiego wskazywania lub jeżeli ono będzie postępowało z opóźnieniem na baterie,

to nie wykluczona jest możliwość niespodziewanego pojawienia się celu powietrznego w strefie ognia baterii. Wskazywanie celów bateriom niezbędne i dlatego jeszcze, żeby one w razie potrzeby mogły samodzielnie decydować o wyborze celu i otwarciu do niego ognia. Ażeby dowódcy baterii nie spóźnili się z otwarciem ognia dowódca pułku winien w odpowiednim czasie postawić im zadania na otwarcie i prowadzenie ognia. Zadania te będą postawione na czas, jeżeli odległość do celu w momencie rozpoczęcia strzelania zadań ogniowych z SD pułku zabezpieczą niezbędny zapas czasu dla wykrycia wskazanego celu dla baterii i dla przygotowania strzelania oraz otwarcia ognia na ograniczonej odległości. W związku z tym, najkrótsza odległość od SD pułku do celu w momencie rozpoczęcia stawiania zadań dowódcom baterii /D_b/, położonych z przodu SD pułku może być określona wg. następującego wzoru:

$$D_b = V_c / \tau_1 + \tau_2 + t / + D_p + l$$

We wzorze: τ_1 - czas potrzebny na przekazywanie komend z SD pułku na baterię;

τ_2 - czas potrzebny na bezpośrednie przygotowanie baterii do otwarcia ognia;

l - odległość od SD pułku do baterii, położonych z przodu /bateria ze znakiem"+"/ lub z tyłu /ze znakiem "-"/.

Rozpatrzmy przykład.

Czas potrzebny na postawienie zadań drogą radiową /telefoniczną/ średnio wynosi τ_1 = 10 sek.

Czas potrzebny dowódcom baterii na analizę postawionych zadań, poszukiwanie i wskazywanie celu armatom, dla określenia i nastawienia na armatach danych wyjściowych oraz podanie niezbędnych komend, może być przyjęty τ_2 = 15 sek. Czas lotu pocisku dla odległości rzeczywistej 5000 m t = 10 sek. Zakładając wysokość celu 3000 m, możemy obliczyć odległość poziomą D_p.

$$D_p = \sqrt{D^2 - H^2} = \sqrt{5000^2 - 3000^2} = 4000 \text{ m.}$$

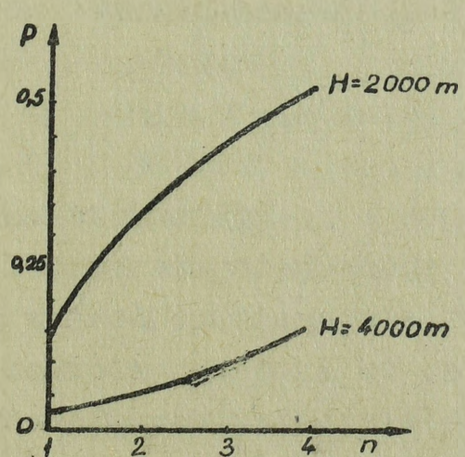
Oddalenie baterii położonej z przodu w stosunku do SD pułku = 1000 m. Prócz tego zakładając V_o = 200 m/sek, odległość D_b wyniesie:

$$D_b = 200/10 + 15 + 10/ + 4000+1000 = 12000 \text{ m.}$$

Dla baterii położonych z tyłu SD na odległości 1000 m, D_b = 10000 m.

Uwzględniając jeszcze i to, że prędkości celu mogą być większe niż 200 m/sek., stawianie zadań ogniowych bateriom należy rozpocząć już z odległości 15 km, około 1,5 min. od wejścia celu w strefę ognia baterii.

Celami dla pułku lub grupy baterii mogą być: zarówno pojedyncze samoloty jak i grupy samolotów. Wybór punktu celowania do celu grupowego o określonych wymiarach zależy od praktycznej możliwości naprowadzania na wskazany punkt. Do niedużej grupy samolotów, ogólne wymiary których nie wykraczają poza granice elipsoidy jednostkowej sumarycznego rozrzutu tras, celowe jest naprowadzać w środek grupy samolotów, niezależnie od ilości strzelających do tego celu baterii. Prawdopodobieństwo rażenia pojedynczego samolotu, przy określeniu odległości na oko, pokazano na rys. 22.



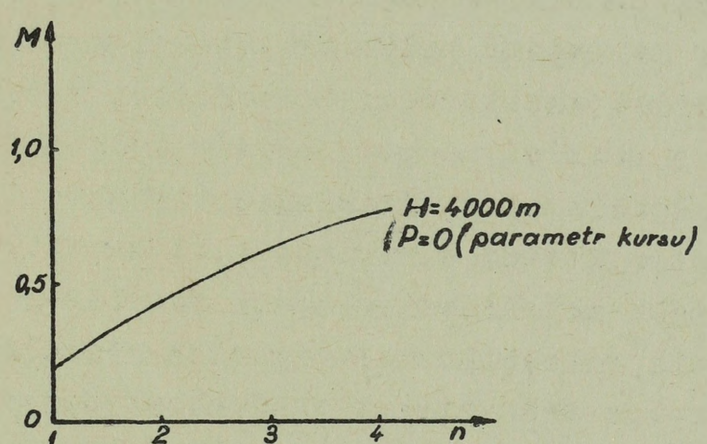
Rys. 22.

Z rysunku wynika, że to prawdopodobieństwo rażenia zwiększa się w strzelaniu proporcjonalnie do ilości zaangażowanych do niego baterii. Położenie to niewątpliwie należy wziąć pod uwagę przy strzelaniu do szczególnie niebezpiecznych dla osłanianego obiektu pojedynczych samolotów, kiedy wymagane jest możliwie w jak najkrótszym czasie zniszczenie, właśnie tego celu.

Przy strzelaniu baterii do klucza samolotów należy celować w zasadzie w czołowy samolot. Przy strzelaniu natomiast pułku do klucza samolotów w zwartym szyku bojowym każda z strzelających baterii naprowadza armaty również na czołowy samolot. W tym wypadku prawdopodobieństwo rażenia każdego samolotu znacznie zwiększa się ze wzrostem ilości strzelających baterii.Przy tym prawdopodobieństwo rażenia oddzielnych samolotów klucza pozostaje praktycznie jednakowe. Jednakże prawdopodobieństwo rażenia każdego z samolotów klucza w zwartym szyku bojowym przy naprowadzeniu wszystkich baterii do jednego samolotu wskazuje na to, że w danym wypadku nie ma konieczności podziału punktów celowania między baterie. Jeżeli klucz samolotów działa w szyku rozczłonkowanym, tj. przy odstępach wszerz i w głąb między samolotami znacznie większych od wymiarów samolotów, to prawdopodobieństwo rażenia samolotów, najbardziej oddalonych od tego samolotu, do którego dokonuje się celowanie, znacznie maleje i tym bardziej im większe odległości są między samolotami klucza. I wreszcie, przy dostatecznie dużych odległościach samoloty, do których nie odbywa się celowanie okaże się poza strefą rażenia tj. nie będą ostrzelane. Stąd możemy wyciągnąć wniosek,że klucza samolotów w szyku rozczłonkowanym w zasadzie nie można rozpatrywać jako jednego celu dla pułku lub grupy baterii. W tym wypadku trzeba w zależności od sytuacji, rozśrodkować ogień do każdego samolotu klucza.

Przy strzelaniu do grupy samolotów składających się z kilku kluczy w zwartym szyku bojowym skuteczność strzelania zależy od ilości biorących udział

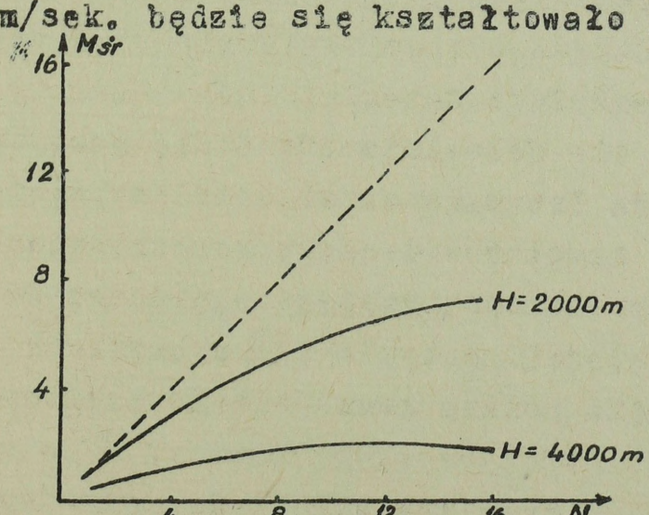
w strzelaniu baterii, od wielkości grupy i od wyboru punktu celowania przez różne baterie pułku. Ze zwiększeniem ilości baterii strzelanie do tego samego celu, skuteczność strzelania wzrasta. Wzrost jej przy strzelaniu do grupy samolotów /9 samolotów/ w składzie 3 kluczy w zwartym szyku bojowym na wysokości 4000 m i prędkości celu 200 m/sek oraz przy naprowadzeniu wszystkich baterii w czołowy samolot grupy jest pokazany na rysunku 23.



Rys. 23

Gdzie n - ilość strzelających baterii do danego samolotu.

Jeżeli w liczbie wskaźników skuteczności strzelania przyjąć średnią wartość nadziei matematycznej $M_{śr}$, to zwiększenie skuteczności strzelania pułku w składzie czterech baterii i w zależności od składu ostrzeliwanej grupy na wysokości 2000 i 4000 m oraz prędkości celu 200 m/sek. będzie się kształtowało jak na rysunku 24.



Rys. 24,

gdzie N - ilość samolotów w grupie.
Jak wynika z rysunku skuteczność ta ze wzrostem ilości samolotów w grupie wzrasta. Jednakże wzrost ten następuje do odpowiedniego momentu. Przy zwiększeniu grupy samolotów do 3 - 4 kluczy i przy zachowaniu jednego punktu naprowadzenia /czołowy samolot grupy/, skuteczność strzelania grupy wzrasta nieproporcjonalnie do ilości samolotów w grupie /na rysunku linią przerywaną przedstawiono wprost proporcjonalną zależność/.
Przy dalszym zwiększaniu ilości samolotów w grupie, skrajne samoloty coraz bardziej i bardziej wychodzą z zagęszczonej części strefy grupowania się tras, w rezultacie czego prawdopodobieństwo ich rażenia wciąż maleje. Wreszcie nastąpi taki moment, począwszy od którego zwiększenie ilości samolotów w grupie nie będzie zmieniało skuteczności strzelania. Skuteczność strzelania do takich stosunkowo dużych grup można zwiększyć drogą podziału między baterie pułku punktów celowania. Oczywiście mam tu na uwadze podział punktów celowania między te baterie pułku, które biorą udział w danym strzelaniu.
Obliczenia wykazują, że zwiększenie skuteczności strzelania pułku, w zależności od podziału punktów naprowadzenia między bateriami, zaczyna odgrywać decydującą rolę dla grupy samolotów w zwartym szyku bojowym o składzie większym niż trzy klucze /więcej niż 9- 12 samolotów/, a przy szyku rozczłonkowanym i dla grupy o mniejszym składzie.

Strzelając do dużej grupy samolotów w szyku zwartym lub przy strzelaniu do pojedynczych eskadr dużej grupy samolotów rozczłonkowanych wszerz i w głąb należy dokonać podziału ognia baterii pułku do oddzielnych części grupy lub do eskadr. Najbardziej intensywny ogień należy prowadzić do czołowych kluczy samolotów lub do czołowych eskadr. Największą skuteczność strzelania osiąga się wtedy, gdy środek grupowania tras pocisków pokrywa się ze środkiem grupy samolotów

tj. gdy celowanie odbywa się nie do czołowego samolotu, a w środek grupy. Dlatego też przy strzelaniu do grupy samolotów w składzie kilku kluczy i w szyku zwartym celowo jako punkt celowania wybrać jeden ze środkowych samolotów - czołowy samolot środkowego klucza grupy.

Wyk. w 60 egz.
Egz. nr 1-60-bibl.tajna
Wyk. CZARNOCKI, kpt.dypl.
Druk J.D., dn. 6.VIII.60 r.
Nr ks. 1627/WW.