387

4/0

(26) IIB 31 A

Załącznik [illegible] do pisma [illegible] Nr 01460
z dnia „10" 10 1968 r.

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. generała broni K. Świerczewskiego

KATEDRA OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ

JAWNE

[redacted]

Egz. Nr 1

[illegible]
1114
1114
0044 42

ppłk dypl. Józef ZABŁOTNI

ZWALCZANIE PRZEZ ARTYLERIĘ PRZECIWLOTNICZĄ MAŁEGO I ŚREDNIEGO KALIBRU SAMOLOTÓW DZIAŁAJĄCYCH NA MAŁYCH WYSOKOŚCIACH Z DUŻYMI PRĘDKOŚCIAMI

Rozprawa doktorska

ASG

40784

BIBLIOTEKA NAUKOWA ASG WP
Archiwum Działu Zbiorów Specjalnych
Nr ewid. [redacted]

WARSZAWA STYCZEŃ 1968

4

01460
z dnia 10 10 1968 r.

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. generała broni K. Świerczewskiego

KATEDRA OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ

JAWNE

Egz. Nr 1

ppłk dypl. Józef ZABŁOTNI

ZWALCZANIE PRZEZ ARTYLERIĘ PRZECIWLOTNICZĄ MAŁEGO I ŚREDNIEGO KALIBRU SAMOLOTÓW DZIAŁAJĄCYCH NA MAŁYCH WYSOKOŚCIACH Z DUŻYMI PRĘDKOŚCIAMI

Rozprawa doktorska

40784
BIBLIOTEKA NAUKOWA ASG WP
Archiwum Działu Zbiorów Specjalnych
Nr ewid.

WARSZAWA STYCZEŃ 1968

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. generała broni K. Świerczewskiego

KATEDRA OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ

Ustawa z dnia 22 stycznia 1999 roku
art. 86 ust. 2
(Dz.U. RP Nr 11 poz. 95)
podpis

JAWNE

PRZEKLASYFIKOWANO
Protokół Nr 12657

[redacted]

Egz. Nr 1

11147

ppłk dypl. Józef ZABŁOTNI

ZWALCZANIE PRZEZ ARTYLERIĘ PRZECIWLOTNICZĄ MAŁEGO I ŚREDNIEGO KALIBRU SAMOLOTÓW DZIAŁAJĄCYCH NA MAŁYCH WYSOKOŚCIACH Z DUŻYMI PRĘDKOŚCIAMI

Rozprawa doktorska

BIBLIOTEKA NAUKOWA ASG WP
Archiwum Działu Zbiorów Specjalnych
Nr ewid. 40784

Opracowano
pod kierownictwem naukowym
płk doc. dr. W. KOSTRZEWSKIEGO

W A R S Z A W A S T Y C Z E Ń 1 9 6 8

295/XD

T R E S C

WSTEP

I. CHARAKTERYSTYKA SPOSOBOW DZIAŁANIA LOTNICTWA NA MAŁYCH WYSOKOSCIACH
   1. Skład grup i ugrupowanie bojowe samolotów;
   2. Pokonywanie obrony przeciwlotniczej;
   3. Możliwości wyjścia na obiekt ataku;
   4. Sposoby wykonywania ataków z małych wysokości;
   5. Ocena działań lotnictwa na małych wysokościach z punktu widzenia strzelań artylerii przeciwlotniczej.

II. MOŻLIWOSCI TECHNICZNE SPRZETU ARTYLERII PRZECIWLOTNICZEJ MAŁEGO I SREDNIEGO KALIBRU
   1. Możliwości wykrywania celów na małych wysokościach;
   2. Możliwości ostrzelania celu na granicy strefy ostrzału;
   3. Ograniczenia techniczne sprzętu baterii artylerii przeciwlotniczej;
   4. Możliwości przeniesienia ognia;
   5. Skuteczność strzelania;
   6. Możliwości manewrowe;
   7. Ogólne wnioski z oceny sprzętu artylerii przeciwlotniczej będącego w wyposażeniu wojsk i jego przydatność do zwalczania celów na małych wysokościach.

III. ORGANIZACJA ZWALCZANIA SAMOLOTOW NA MAŁYCH WYSOKOSCIACH
   1. Ugrupowanie bojowe oddziału artylerii przeciwlotniczej;
   2. Organizacja wykrywania samolotów na małej wysokości;
   3. Kierowanie ogniem baterii;
   4. Wnioski.

IV. NIEKTORE WARIANTY WYPOSAŻENIA ZWIAZKOW TAKTYCZNYCH W SRODKI OPL
   1. Ogólne wymagania dla artylerii przeciwlotniczej wojsk lądowych przewidzianej do walki z samolotami działającymi z małych i średnich wysokości;
   2. Ocena efektywności bojowej sprzętu artylerii przeciwlotniczej;

3. Wymagana liczba środków OPL do osłony DZ /DPanc/;
4. Warianty wyposażenia DZ /DPanc/ w środki OPL;
5. Wnioski.

V. ZAKONCZENIE

INDEKS OZNACZEN

BIBLIOGRAFIA

ZAŁACZNIKI.

W S T E P

Okres drugiej wojny światowej i okres powojenny cechuje szybki rozwój środków napadu powietrznego, jak i środków obrony przeciwlotniczej. Doświadczenia drugiej wojny światowej, wojny w Korei, kilka lat trwającej agresji USA w Wietnamie i konflikt blisko-wschodni wykazują, że na polu walki największą rolę spełniają taktyczne samoloty myśliwskie /myśliwsko-bombowe/, łączące cechy /walory/ z jednej strony samolotu myśliwskiego, a z drugiej - lekkiego bombowca. Tym bardziej jest to istotne, że możliwości wykonywania uderzeń przez samoloty myśliwsko-bombowe bronią jądrową sprawiły, iż kwestia udźwigu bomb utraciła swoje pierwotne znaczenie. Pojedynczy samolot myśliwsko-bombowy lub mała grupa uzbrojona w broń jądrową może wykonać zadanie, które przedtem wykonywało tysiące samolotów.

Współczesne lotnictwo taktyczne dysponuje naddźwiękowymi samolotami myśliwskimi głównie F-104 G, F-105 D, F-100 D, F-4 C, MIRAGE-III E oraz pewną ilością starych typów samolotów, np. F-84 F. Ponieważ serie wprowadzanych typów są nieduże /200-500 samolotów/, a czas służby rzędu 10 lat, dlatego należy się liczyć z wprowadzaniem coraz nowszych wersji samolotów /np. F-5, F-111 A i B itp./. Samoloty te przystosowane są do działań w różnych warunkach meteorologicznych i wyposażone w elektronowe przeliczniki i celowniki bombardierskie oraz urządzenia nawigacyjne. W poszukiwaniu jak najlepszego samolotu do działań na polu walki dąży się do opracowania samolotu naddźwiękowego skróconego lub pionowego startu. Samoloty takie są opracowywane i w najbliższej przyszłości zostaną wprowadzone w wyposażenie wojsk. Zaletą samolotów myśliwsko-bombowych jest ich przystosowanie do różnych wariantów uzbrojenia, które umożliwiają wykonywanie różnorodnych zadań bojowych.

Rozwój lotnictwa nie pozostał bez wpływu na rozwój środków obrony przeciwlotniczej. Już w czasie II wojny światowej szeroko zostaje zastosowana radiolokacja w służbie

środków OPL. Pod koniec wojny pojawiają się pierwsze rakiety przeciwlotnicze. Radiolokacja i rakiety przeciwlotnicze po drugiej wojnie światowej szybko rozwijają się. Powstaje szereg różnych konstrukcji. Zwiększa się zasięg i pułap wykrywania /przez środki radiolokacyjne/ i zwalczania /przez rakiety przeciwlotnicze/ celów powietrznych.

Lepsze rezultaty uzyskują środki OPL w zwalczaniu celów na średnich /1000-4000 m/, dużych /4000-12000 m/ i stratosferycznych wysokościach. W zwalczaniu samolotów na małych wysokościach zarysowują się poważne trudności. Jeden z najtrudniejszych do rozwiązania problemów technicznych stanowi wykrywanie celów na małych wysokościach.

Ten niedostatek obrony przeciwlotniczej jest wykorzystywany przez lotnictwo, które działając na małych wysokościach, unika strat zyskując jednocześnie względnie duże prawdopodobieństwo wykonania zadań. Działania wietnamskie potwierdzają, że naloty na małych wysokościach będą tak długo opłacalne, dopóki obrona przeciwlotnicza nie będzie dysponowała odpowiednio dużą ilością środków zdolnych zagrozić /ograniczyć/ swobodne działanie na tych wysokościach.

Analizując sposoby działania lotnictwa i stan /przede wszystkim techniczny/ obrony przeciwlotniczej w poszczególnych pasach wysokości dochodzi się do wniosku, że przejście lotnictwa do działań przede wszystkim na małych wysokościach jest niczym innym jak taktyczno-technicznym wyzyskaniem najsłabszego miejsca systemu OPL.

Nic też dziwnego, że od momentu kiedy wykryto tę słabość OPL walka z celami działającymi na małych wysokościach stała się istotnym problemem wszystkich armii i jak dotychczas problem ten nie został definitywnie rozwiązany. Znane są dwie koncepcje zwalczania samolotów nieprzyjaciela na małych wysokościach: przy pomocy środków klasycznych /działek małego kalibru, wielkokalibrowych karabinów maszynowych/ oraz rakiet przeciwlotniczych specjalnie przeznaczonych do zwalczania celów na tych wysokościach /Hawk, Mauler, Blowpipe , Red Eye,

Harpy, Bombini, Parami itp./. Przeważa koncepcja rakietowa, gdyż w rakietach widzi się skuteczny, przyszłościowy środek obrony przeciwlotniczej. Dotychczasowe konstrukcje mimo poważnych nakładów finansowych nie osiągnęły jeszcze zadawalającego poziomu.

W warunkach polskich uwzględniając nasze ograniczone potrzeby wojsk w sprzęcie artylerii przeciwlotniczej, jak również aktualny poziom i możliwości techniczno-produkcyjne można problem ten rozwiązać przez zakupy wysoko wydajnego /nowoczesnego/ i perspektywicznego sprzętu w ZSRR. Obok tego należy stale poszukiwać i opracowywać optymalne rozwiązania taktyczno-ogniowe dla sprzętu będącego aktualnie w wyposażeniu wojsk. Trzeba jednak otwarcie powiedzieć, że będą to tylko półśrodki. Należy bowiem pamiętać, że skuteczna walka z współczesnymi samolotami działającymi z małych i bardzo małych wysokości może być prowadzona jedynie przy pomocy środków w pełni do tego przystosowanych. Nie można wymagać, aby konstrukcje sprzętu[x/] przystosowanego do walki z celami na średnich wysokościach odpowiadały również warunkom walki z celami na małych wysokościach. Skoro warunki walki na tych wysokościach są odmienne, to siłą rzeczy i wymagania techniczne dla sprzętu muszą być jakościowo różne, niemniej każdy sprzęt artylerii przeciwlotniczej należy wykorzystać w mniejszej lub większej mierze do zwalczania takich celów.

Opracowane dotychczas zasady strzelań podane w obowiązujących instrukcjach strzelania artylerii przeciwlotniczej dotyczą przede wszystkim średnich wysokości i warunków bardziej zbliżonych do tych, które miały miejsce w drugiej wojnie światowej, a więc mało aktualnych w świetle współczesnych osiągnięć technicznych lotnictwa, jak i sposobów jego działania. Kilka artykułów opublikowanych w prasie wojskowej na ten temat należy oceniać jedynie jako próbę oceny możliwości zwalczania przez artylerię przeciwlotniczą samolotów na małej wysokości.

- - - - - - - - - - - - - -

x/ Działa 85 mm jak również i 57 mm nie są typowym sprzętem konstrukcyjnie przewidzianym do strzelań na małych wysokościach.

Brak jednak nadal dokładnie sprecyzowanych możliwości i zasad zwalczania samolotów działających na małych wysokościach, z dużymi prędkościami /około 1÷1,2 M/, przy użyciu sprzętu będącego aktualnie w wyposażeniu wojsk skłoniły mnie do podjęcia próby teoretycznego i częściowo praktycznego zbadania możliwości i sprecyzowania ogólnych zasad zwalczania takich celów przez artylerię przeciwlotniczą.

I. CHARAKTERYSTYKA DZIAŁANIA LOTNICTWA NA MAŁYCH WYSOKOSCIACH

1. Skład grup i ugrupowanie bojowe samolotów

W działaniach wojennych przewidywane jest użycie lotnictwa taktycznego w sposób zmasowany[x/]. Zmasowanie takie może nastąpić na szerokim lub wąskim froncie w postaci nalotu małych i dużych grup na kilku kierunkach i różnych wysokościach /małych-średnich-dużych/.

Podstawowymi założeniami zmasowanego działania lotnictwa jest z jednej strony szybkie osiągnięcie celów operacyjno-strategicznych stawianych lotnictwu taktycznemu, z drugiej zaś wywołanie stanu przeciążenia systemu obrony przeciwlotniczej. Cele te lotnictwo taktyczne może osiągnąć działając małymi grupami w krótkich odstępach czasowych. Nie wykluczone jest również działanie dużymi grupami, lecz jak wykazują doświadczenia wietnamskie, naloty dużymi grupami polegają właśnie na uderzeniach małych grup w krótkich odstępach czasu /falami-potokiem/ i z różnych kierunków.

Doświadczenia wietnamskie wskazują, że skład dużych grup waha się w granicach od 20÷60 samolotów /działają one falami w składzie małych grup/, a małych od 2÷12 samolotów. Najczęściej wykonywane są jednak ataki grupami w składzie 2-4 samolotów /para-klucz/. Liczba samolotów w grupach

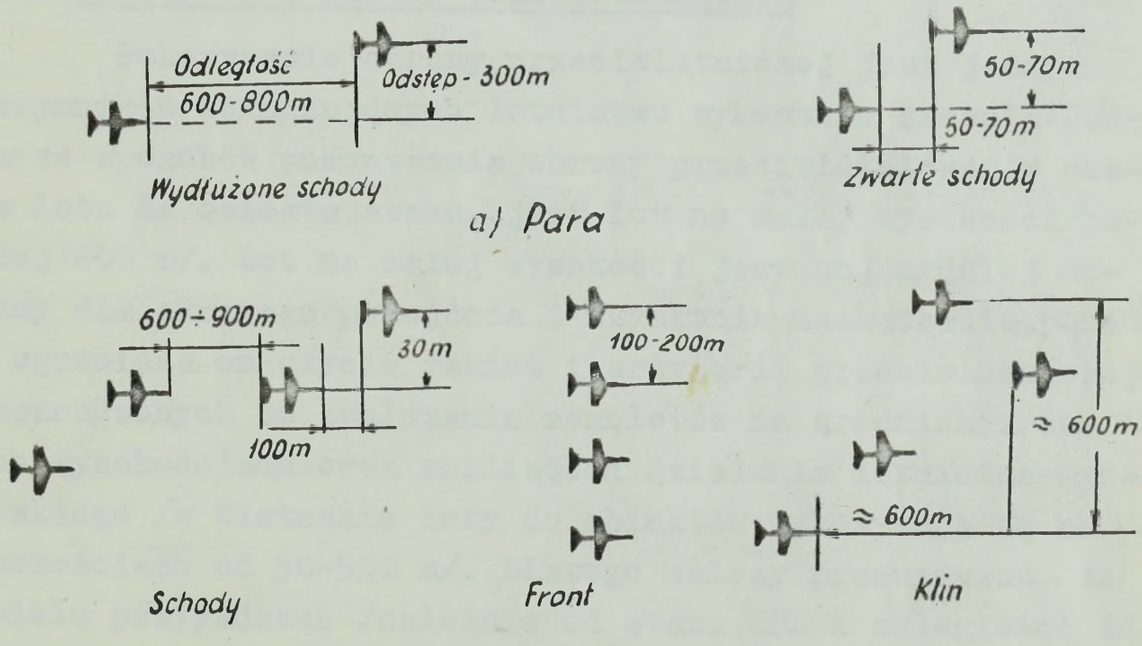
- - - - - - - - - - - -

x/ Pod pojęciem zmasowanego użycia lotnictwa należy rozumieć maksymalną możliwą liczbę samolotów wykonujących uderzenia w krótkim czasie.
Ponieważ w literaturze nie ma sprecyzowanych pojęć dotyczących zmasowanego użycia lotnictwa a wyłaniają się dwa rodzaje nalotów przy masowym użyciu samolotów - nalot zmasowany i nalot ześrodkowany, dlatego przyjąłem następujące kryteria dotyczące tych nalotów:
- zmasowany nalot, to nalot maksymalną liczbą samolotów na maksymalną liczbę obiektów określonego typu i znaczenia /uderzenie lotnictwa izraelskiego na Egipt/;
- ześrodkowany nalot, to nalot maksymalną liczbą samolotów na jeden lub kilka obiektów, będących dla nieprzyjaciela najważniejszymi w danym okresie /etapie/ walki.

uderzeniowych i ich ugrupowanie zależą od: obiektu ataku, środków rażenia, przeciwdziałania środków OPL i warunków meteorologicznych. Według danych z działań w Wietnamie do najczęściej stosowanych ugrupowań bojowych należy zaliczyć:

- w parze - schody w prawo lub lewo;
- w kluczu - klin, front oraz schody na jednej lub różnych wysokościach;
- w większych grupach - klin, schody, kolumna kluczy /w kluczach schody w prawo lub w lewo/ na jednej wysokości.

Najbardziej typowe ugrupowanie pary /stosowane w Wietnamie/ to wydłużone lub zwarte schody /rys. 1a/.



Rys.1. Ugrupowanie bojowe pary i klucza.

Wydłużone schody stosowane są w przewidywaniu spotkania z lotnictwem myśliwskim. W przypadku złej pogody lub nieprzewidywaniu spotkania z lotnictwem myśliwskim odległość i odstęp jest zmniejszany do 50-70 m.

Ugrupowanie bojowe klucza może być różne /klin, front, schody; przy czym klin i front jest ugrupowaniem bardziej zwartym i stosowany jest gdy atak wykonywany jest jednocześnie przez cały klucz /rys.1b/.

Wydłużone schody pary i schody klucza mają zapewnić swobodny manewr samolotom w przypadku ataku myśliwców, jak również swobodę w wykonywaniu ataków na cele naziemne.

Większe grupy samolotów wykonują lot kluczami /klucze schody w prawo lub w lewo/ w postaci klinu, schodów lub kolumny. Grupa może lecieć szykiem zwartym, tzn. przy odległości między kluczami rzędu 600-1200 m i odstępach 200-400 m, lub szykiem rozczłonkowanym /najczęściej przy locie w kolumnie/, gdzie odległości między kluczami /w czasie/ są rzędu 0,3-1,2 minuty /przykład ugrupowania- załącznik 1 rys.7/.

2. Pokonywanie obrony przeciwlotniczej

Pokonywanie obrony przeciwlotniczej jest jednym z czynników warunkujących lotnictwu wykonanie zadania. Jednym ze sposobów pokonywania obrony przeciwlotniczej, w czasie lotu do obiektu ataku, jest lot na małej wysokości/poniżej 600 m/. Lot na małej wysokości jest najbardziej dogodny dla skrytego podejścia i uzyskania zaskoczenia, ponadto ogranicza on użycie rakiet i artylerii przeciwlotniczej przeznaczonych do zwalczania samolotów na średnich i dużych wysokościach oraz możliwości działania lotnictwa myśliwskiego /w Wietnamie loty do obiektów wykonywane są na wysokościach od 50-500 m/. Dlatego należy przewidywać, że w wielu przypadkach /zależnie od stanu OPL i odległości do obiektu/ samoloty myśliwsko-bombowe będą wykonywały lot do obiektu na małej wysokości. Taktyczny promień działania na małych wysokościach wynosi średnio 500 km, tzn. uderzenia mogą być wykonane na obiekty położone na głębokości nawet do 350-450 km od linii styczności wojsk.

Dolot do obiektów położonych głębiej względem własnych lotnisk niż taktyczny promień działania na małej wysokości, lotnictwo myśliwsko-bombowe może wykonywać według profilu mieszanego. Polega on na tym, że samoloty określoną część trasy lecą na wysokościach optymalnych /od 6-11 km/, pozostałą część trasy lecą na małej wysokości. Odległość

przejścia do lotu na małej wysokości względem obiektu ataku może być różna. Zależy to od wielu czynników, najczęściej jednak od liczby i jakości środków OPL, które samoloty muszą sforsować na drodze do obiektu. W Wietnamie odległość ta waha się od 60÷150 km. Po wykonaniu zadania samoloty odlatują na małej wysokości, następnie przechodzą do lotu na średnich lub dużych wysokościach.

Oprócz odpowiedniego profilu lotu w płaszczyźnie pionowej lotnictwo taktyczne będzie stosowało manewr w płaszczyźnie poziomej polegający na zmianach kursu w połączeniu ze zmianą prędkości lotu /może być połączony również ze zmianą wysokości lotu/ w celu ominięcia rozpoznanych rejonów rozmieszczenia naziemnych środków OPL, dezorientacji co do kierunku lotu, jak również dla zmniejszenia skuteczności ognia.

Prędkość na trasie, przy locie na małej wysokości może zawierać się w granicach od 0,6÷0,9 M /200-300 m/sek/. W ograniczonym czasie /1÷5 minut/ samoloty typu F-101, F-105, F-104, Mirage III i F-5 /F-111 A i B/ mogą lecieć z prędkością w granicach 0,95÷1,15 M /335-380 m/sek/[x]. Maksymalną, dopuszczalną prędkość na małych wysokościach samoloty mogą stosować podczas przelatywania przez strefy ognia naziemnych środków OPL, wychodzenia na obiekt w celu zaskoczenia, ataku bronią jądrową, wychodzenia ze strefy ognia po wykonaniu ataku itp. Możliwość stosowania szerokiego manewru prędkością lotu jest jednym ze sposobów obniżających skuteczność naziemnej OPL.

Pokonywanie naziemnej obrony przeciwlotniczej atakowanego obiektu polega na intensywnych atakach na obiek /krótkie odstępy czasu/ wyczerpujących możliwości ogniowe

---

x/ W Wietnamie samoloty nie przekraczyły prędkości dźwięku, maksymalna prędkość rozwijana przez samoloty nieprzyjaciela waha się w granicach 300-330 m/sek.

tych środków, zakłócenia i obezwładnienie. Jak wykazują działania lotnictwa amerykańskiego w Wietnamie w celu wyczerpania możliwości ogniowych[x/], a co za tym idzie zmniejszenia skuteczności naziemnej obrony przeciwlotniczej, stosowane są grupy pozorujące, zakłócenia środków rozpoznania radiolokacyjnego oraz grupy obezwładniające.

Zakłócenia stacji radiolokacyjnych /aktywne i pasywne/ mogą być stosowane przez samoloty myśliwsko-bombowe wyposażone w aparaturę zakłóceniową /F-105 z nadajnikiem zakłóceń QRC-160 A/ lub samoloty specjalnie do tego przeznaczone /RB-66 - QRC-279/. Z działań w Wietnamie wynika, że zakłócenia aktywne /pasywne/ stosowane są z odległości 20-50 km i więcej /zależy od środka zakłócania i jego mocy/ od obiektu i wyprzedzają one już podejście grup pozorujących o 1-2 minuty lotu i więcej. Czas trwania zakłóceń waha się w granicach 5-10 minut, co zapewnia wykonanie ataków małych grup samolotów. Przy nalotach dużych grup czas ten dochodzi do 1-1,5 godziny. Grupy pozorujące mają na celu wyczerpanie możliwości ogniowych naziemnych środków OPL, odciągnięcie uwagi od grup uderzeniowych i umożliwienie grupom obezwładniającym, w przypadku równoczesnego działania, wykonanie ataku na środki OPL i ich obezwładnienie. Samoloty grup pozorujących wlatują w strefę ognia na dużych prędkościach wykonując manewr przeciwartyleryjski. W tym czasie grupy uderzeniowe podchodzą do obiektu z zasady na małej wysokości i z innego kierunku wykonując atak.

W celu zapewnienia właściwych warunków podczas pokonywania systemu obrony przeciwlotniczej przypisuje się dużo uwagi dokładnemu rozpoznaniu tras przelotu, rejonu obiektu i rozmieszczenia naziemnych środków OPL. W związku z tym należy przypuszczać, że działanie grup lotnictwa

- - - - - - - - - -

x/ Pod pojęciem możliwości ogniowych, należy rozumieć wszystko to co wpływa na skuteczność broni w odpieraniu nalotu, tzn. należy wziąć nie tylko techniczne możliwości sprzętu ale i fizyczne możliwości obsług.

taktycznego będzie poprzedzało intensywne rozpoznanie lotnicze /samolotami rozpoznawczymi pilotowanymi i samolotami bezpilotowymi/.

3. Możliwości wyjścia na obiekt ataku

Zgodnie z aktualnymi poglądami na użycie lotnictwa, zasadnicze znaczenie ma zaskoczenie, uzyskanie którego warunkuje wykonanie zadania, szczególnie przy atakowaniu obiektów silnie bronionych przez środki OPL. Podstawowym warunkiem osiągnięcia zaskoczenia jest wyjście na obiekt ataku na małej wysokości z maksymalną dopuszczalną prędkością i wykonanie ataku z jednego zalotu.

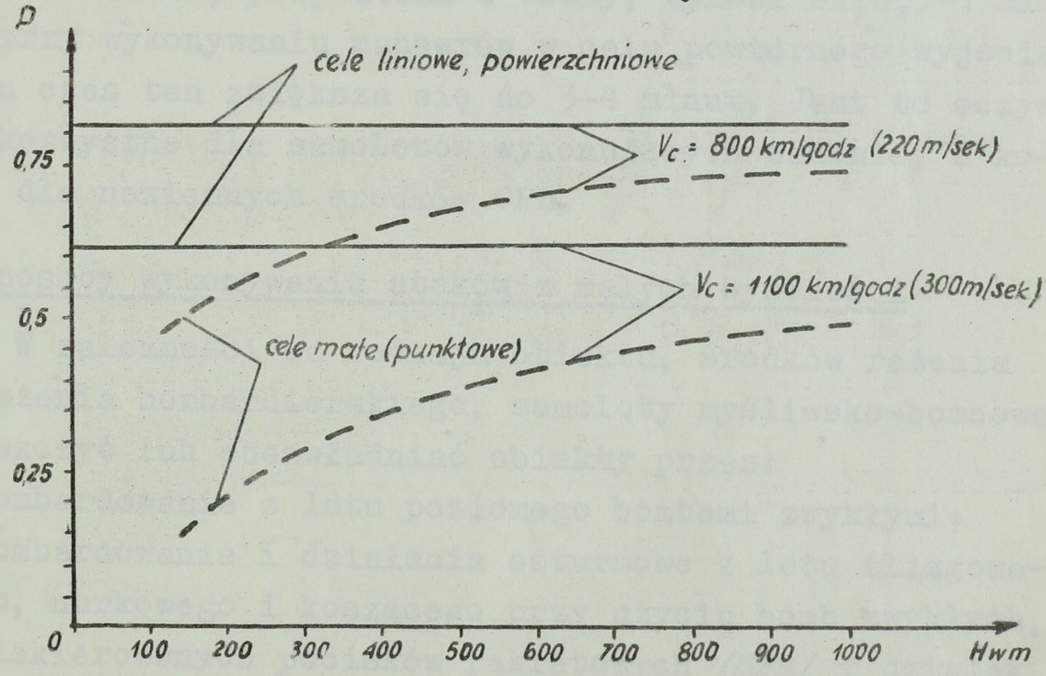
Wyjście na obiekt ataku przy lotach na małych wysokościach jest bardzo trudne i zależy przede wszystkim od sposobu naprowadzania, wyposażenia nawigacyjnego, znajomości przez pilotów terenu, wyszkolenia pilotów itp.
Przy wykorzystaniu elektronicznych urządzeń naprowadzania /np. systemu Tacan/ oraz urządzeń pokładowych samoloty mogą wyjść w rejon obiektu ataku z dokładnością równą 0,5 odległości od lotniska do obiektu lub między punktami kontrolnymi. Lot prowadzony według obserwacji wzrokowej obarczony jest większymi błędami; wymagana jest duża ilość punktów orientacyjnych. Brak w terenie takich punktów, przede wszystkim liniowych - drogi, rzeki itp., może spowodować, że wyjście na obiekt ataku obarczone będzie błędami rzędu kilku kilometrów.

W prasie zachodniej podkreśla się jednak, że w działaniach wietnamskich lotnicy zwracają dużą uwagę na wzrokową orientację przy lotach na małych wysokościach, gdyż wykorzystanie elektronicznych systemów samonaprowadzenia na tych wysokościach jest utrudnione. Wzrokowa orientacja przy lotach na małych wysokościach wymaga odpowiedniego przygotowania praktycznego, polegającego na dokładnym zapoznaniu się z terenem według zdjęć lotniczych, wykonaniu kilku treningowych lotów na małej wysokości nad podobnym terenem.

Takie dokładne przygotowanie lotników może odnosić się jednak tylko do obiektów stałych.

Jednym ze sposobów naprowadzenia grupy uderzeniowej na obiekt ataku /stosowanym w Wietnamie/ jest lot według samolotu "lidera", który leci na wysokości 8000-10000 m z przodu grupy. Prowadzący grupę obserwuje lot "lidera" przy pomocy pokładowego radiolokatora i dokonuje poprawek kursu zapewniającego wyjście na obiekt ataku.

Prawdopodobieństwo wyjścia na obiekt ataku może równać się jedności, jeśli sposoby naprowadzania i nawigacji zapewniają wyjście na punkt początkowy z dużą dokładnością. Ponieważ obecne sposoby naprowadzania nie są zbyt dokładne, ponadto w większości wypadków, aby wykonać atak wymagane jest wizualne wykrycie celu, to prawdopodobieństwo wyjścia na obiekt ataku przy jednym zalocie będzie zależało od prędkości i wysokości lotu /rys. 2/.



Rys. 2. Prawdopodobieństwo wyjścia na obiekt ataku przy wizualnym wykryciu celu[x/]

Drugim czynnikiem warunkującym to, że atak na obiekt będzie wykonany z pierwszego zalotu zależy od odległości wykrycia, na co wpływa szereg czynników takich, jak: kształt,

x/"Osnowy taktiki istrebitielno-bombardirowocznoj awiacji" 1961 r. Monino.

wymiary, kontrastowość, kolor, maskowanie obiektu, rzeźba terenu, warunki oświetlenia itp. Doświadczalnie ustalono, że odległość wykrycia obiektu małego z wysokości 200-500 m wynosi około 3-6 km, a dużego nieco więcej. Niezbędna odległość wykrycia celu, aby wykonać atak powinna być tym większa, im większa jest prędkość samolotu.

Przy użyciu środków klasycznych /zwykłych bomb burzących, rakiet klasy powietrze-ziemia i broni strzeleckiej/ konieczne jest w większości przypadków wizualne wykrycie celu, co przy zbyt późnym wykryciu obiektu ataku lub jego niewykryciu, powoduje konieczność wykonywania odpowiednich manewrów w rejonie obiektu i powtórnego podejścia do ataku. Wszelkie manewry zwiększają czas przebywania samolotów w rejonie obiektu. Jeśli czas przebywania samolotu w rejonie obiektu, przy ataku z trasy, wynosi od 0,5-1 minuty, to przy wykonywaniu manewrów w celu powtórnego wyjścia do ataku czas ten zwiększa się do 3-4 minut. Jest to oczywiście niekorzystne dla samolotów wykonujących zadanie, a korzystne dla naziemnych środków OPL.

4. Sposoby wykonywania ataków z małych wysokości

W zależności od rodzaju obiektu, środków rażenia i wyposażenia bombardierskiego, samoloty myśliwsko-bombowe mogą niszczyć lub obezwładniać obiekty przez:

- bombardowanie z lotu poziomego bombami zwykłymi;
- bombardowanie i działania szturmowe z lotu ślizgowego, nurkowego i koszącego przy użyciu bomb zwykłych, niekierowanych pocisków rakietowych /NPR/ i działek lotniczych;
- atak kierowanymi pociskami rakietowymi /KPR/ klasy "powietrze-ziemia";
- bombardowanie z lotu wznoszącego bombami atomowymi.

Zasadniczą cechą samolotów myśliwsko-bombowych jest przystosowanie do różnych wariantów uzbrojenia. Podstawowe typy samolotów myśliwsko-bombowych mogą brać kilka środków rażenia i wykonywać atak kombinowany, np.: zrzut bomb zwykłych, odpalenie NPR, strzelanie z działka itp.

Atak z małych wysokości przy dużych prędkościach lotu jest trudny do wykonania, dlatego odpowiednio do sposobu ataku dobierane są właściwe prędkości lotu, wysokości i kąt nachylenia kursu względem poziomu.

Doświadczenia z działań lotnictwa amerykańskiego w Wietnamie wykazują, że poszczególne sposoby ataku charakteryzują następujące parametry:x/

1/ Bombardowanie z lotu poziomego może odbywać się z wysokości 400-600 m, z prędkością 200-300 m/sek, odstęp bombardowania odpowiadający tym wysokościom i prędkościom waha się w granicach 1,7÷3,2 km /załącznik 1 tab.2, rys.1/.

2/ Bombardowanie z lotu nurkowego może być wykonane z różnych wysokości /H_w = 1500÷6000 m, H_z = 800-2400 m/, przy różnych kątach nurkowania - $\lambda = 20 \div 60^o$ i więcej. Prędkości wprowadzenia w lot nurkowy mogą wahać się od 200-300 m/sek /im większa wysokość, tym mniejsza prędkość wejścia w lot nurkowy/, a w momencie zrzutu bomb około prędkości dźwięku a nawet więcej. Czas nurkowania waha się od 7,5-15,5 sek.- zależnie od wysokości. Odstęp bombardowania również zależy od wysokości wejścia /H_w/ i wynosi 1,2÷2,6 km /mniejszy dla większych H_w - załącznik 1 tab.4 i rys. 2/.

3/ Bombardowanie z lotu ślizgowego charakteryzuje najczęściej kompleksowe użycie środków rażenia /odpalenie NPR z odległości 1600-1800 m i wysokości 600-1000 m - samolot przed atakiem nabiera wysokości, ostrzelanie z działka z odległości 1200-1000 m, zrzucenie bomb lub powtórne odpalenie NPR/. Wymienione odległości są zarazem odstępem bombardowania dla tego sposobu. Atak może być zakończony na odległości 200÷300 m od obiektu. Atak tym sposobem wykonywany jest przy $\lambda = 15\text{-}20^o$ i V_c = 200÷300 m/sek /załącznik 1 rys. 3/.

- - - - - - - - - - - -

x/ Podstawowe charakterystyki samolotów, warianty uzbrojenia oraz opis sposobów ataku - załącznik nr 1.

4/ Atak z lotu koszącego jest bombardowaniem z lotu poziomego z wysokości rzędu 20-50 m lub przy λ =5-10°. Wejście w lot koszący odbywa się z wysokości rzędu 300-500 m z prędkością jak w locie ślizgowym. Użycie środków może być również kompleksowe. Typowym bombardowaniem z lotu koszącego jest bombardowanie bombami napalmowymi, bombami wolno opadającymi i ze zwłoką /załącznik 1 rys.4/.

5/ Najbardziej rozpowszechnionymi KPR są pociski typu "Bullpup AGM-12 A, B i C /amerykańskie/ oraz Nord AS-20, 25 i 30 /francuskie/. Prędkości własne pocisków wynoszą 1,5-2,1 M, a minimalne wysokości odpalania 400-500 m. Metody kierowania tymi pociskami wymagają wykrycia obiektu ataku i lotu samolotu w czasie naprowadzania po prostej: "samolot-pocisk-obiekt". Tak więc odpalenie tych pocisków z małych wysokości /400-500 m/ może odbywać się z odległości 5-6 km, przy czym samolot zmuszony jest lecieć dalej według tego samego reżimu około 1-2 km. Stąd też odległość samolotu od obiektu w momencie zakończenia naprowadzania waha się od 3,3-4,4 km. Atak KPR z małych wysokości będzie w pierwszej fazie podobny do lotu ślizgowego. Atakowanie KPR z maksymalnych odległości /15-17 km/ wymaga nabrania wysokości rzędu 3-7 km na odległości od obiektu rzędu 20 km. Atak taki nie będzie miał nic wspólnego z działaniem na małych wysokościach. Charakterystyczną cechą ataków KPR są mniejsze prędkości lotu, najczęściej rzędu 200-250 m/sek, rzadziej 300 m/sek /załączni 1 tab. 5, rys. 5/.

6/ Bombardowanie z lotu wznoszącego przewidziane jest do zrzutu bomb atomowych, lecz nie wyklucza zrzutu bomb zwykłych w przypadku celu powierzchniowego /lotnictwo USA stosowało ten sposób w Wietnamie bez większego powodzenia/ lub bomb kulkowych. Podstawową charakterystyką tego sposobu są: duże prędkości lotu /250-400 m/sek/, gwałtowny manewr w płaszczyźnie pionowej /od H = 300-4000 m/, duży odstęp bombardowania /szczególnie przy α = 40-60°, A = 4-7 km//załącznik 1, tab. 3, rys. 6/.

Wszystkie sposoby ataku z małych wysokości cechuje skryte podejście w rejon obiektu ataku, duże prędkości lotu, manewr w rejonie obiektu celem poprawienia warunków ataku, stosowanie różnorodnych kombinacji środków rażenia oraz bardzo krótki czas przebywania w rejonie obiektu ataku. Czas przebywania samolotów w rejonie obiektu ataku może zwiększyć się tylko wtedy, gdy nalot będzie powtarzany.

5. Ocena działań lotnictwa na małych wysokościach z punktu widzenia strzelań artylerii przeciwlotniczej

Z punktu widzenia artylerii przeciwlotniczej najistotniejszymi czynnikami wpływającymi na skuteczność jej ognia są: wysokość lotu, prędkość, profil kursu w płaszczyźnie pionowej i poziomej, ugrupowanie bojowe.

Z rozpatrzenia zasad lotu samolotów do obiektu i podczas ataku wynika, że wysokości lotu będą zawarte w granicach od 50-500 m na trasie i od 20-6000 m i więcej w rejonie obiektu ataku. Najbardziej prawdopodobnymi wysokościami lotu /na podstawie danych z Wietnamu/ będą wysokości zawarte w granicach 150-500 m. Mała wysokość celu z jednej strony jest korzystna dla strzelań artylerii przeciwlotniczej ze względu na małe błędy powstające podczas rozwiązania zadania spotkania pocisku z celem, z drugiej zaś strony skraca się bardzo czas trwania strzelania /opóźnione wykrycie celu/ co ujemnie wpływa na skuteczność strzelania.

Prędkości maksymalne samolotów myśliwsko-bombowych na małej wysokości są różne dla różnych typów samolotów i wynoszą od 0,9-1,15 M /około 300-380 m/sek/. Należy jednak podkreślić, że nie wszystkie samoloty mogą lecieć z prędkością tak dużą i przez dłuższy czas. Oprócz tego wykrycie celu, dokładność ataku jest również uzależniona od prędkości /przy mniejszej prędkości warunki polepszają się/, co w pewnej mierze ogranicza prędkości samolotów.

Według danych z Wietnamu w czasie ataku klasycznymi środkami rażenia prędkości samolotów wahają się od 0,6-0,9 M /200-300 m/sek/. Należy przypuszczać, że jedynie przy atakach bombami atomowymi i w sporadycznych wypadkach przy użyciu broni klasycznej prędkości samolotów będą przekraczać prędkość dźwięku.

Bardzo istotnym czynnikiem wpływającym na skuteczność strzelania jest zgodność kursu celu z hipotezą ruchu celu przyjętą w konstrukcji przeliczników i celowników artylerii przeciwlotniczej. Rozwiązanie przeliczników i celowników, zastosowane w sprzęcie będącym aktualnie w wyposażeniu wojsk oparte jest na założeniu, że w czasie wyprzedzenia cel będzie poruszał się prostoliniowo, jednostajnie w dowolnej płaszczyźnie. Przekrój pionowy trasy dolotu na małej wysokości będzie charakteryzował się wahaniem wysokości. Wahania wysokości będą uzależnione od rzeźby terenu, przedmiotów terenowych /szczególnie przy lotach bardzo niskich - 50-100 m/. W rejonie obiektu ataku pilot będzie starał się utrzymać jednakową wysokość /przy bombardowaniu z lotu poziomego/ lub będzie leciał po kursie prostoliniowym pod pewnym kątem λ względem poziomu aż do momentu zrzutu bomb, odpalenia NPR /KPR/, ostrzelania obiektu itp/atak z lotu ślizgowego, nurkowego i koszącego/, albo też po łuku w płaszczyźnie poziomej lub pionowej. Wszystkie odcinki kursu prostoliniowego dą dogodne do prowadzenia skutecznego ognia przez artylerię przeciwlotniczą, z jednym zastrzeżeniem, tzn. przy kursach prostoliniowych nachylonych pod pewnym kątem λ wystąpią błędy systematyczne wynikające z nieuwzględnienia przez przelicznik /celownik/ przyśpieszenia samolotu. Będą one tym większe, im większy będzie kąt nurkowania. Lot po łuku tak w płaszczyźnie pionowej, jak i poziomej jest typowym manewrem przeciwartyleryjskim, zmniejszającym skuteczność strzelania artylerii przeciwlotniczej. Wykonywanie tych manewrów daje lotnictwu dwie podstawowe korzyści: zmniejsza skuteczność ognia artylerii plot.

i pozwala na zajęcie dogodnej pozycji do ataku. Dlatego też konieczne jest prowadzenie ognia do samolotów wykonujących manewr szczególnie w płaszczyźnie pionowej.

Państwa zachodnie dysponują bardzo różnorodnymi typami samolotów myśliwsko-bombowych o różnych wymiarach gabarytowych /powierzchnie samolotów wahają się w granicach - z dołu od 30-55 m^2, z boku od 19-38 m^2 i z przodu od 5-6 m^2/. Im większa jest sylwetka /powierzchnia/ samolotu, tym łatwiej go wykryć /większa powierzchnia odbicia fal elektromagnetycznych i lepsza rozróżnialność dla oka przy obserwacji wzrokowej/i łatwiej uzyskać jest trafienie, lecz z drugiej strony im większy samolot, tym większa jest ilość wymaganych trafień. Z rozpatrzenia powierzchni samolotów wynika, że aby zniszczyć samolot myśliwsko-bombowy wystarczy 3-5 trafień pociskiem 23 mm, 1-2 trafienia pociskiem 57 mm lub kilkanaście trafień odłamkami pocisku 85 /100/ mm o energii rażenia conajmniej 150 kGm każdy. Nieduża ilość wymaganych trafień wynika stąd, że współczesne samoloty myśliwsko-bombowe cechuje duża wrażliwość /około 60-80 % powierzchni samolotu jest bezwzględnie wrażliwa/.

Ugrupowanie bojowe samolotów wywiera wpływ na możliwości ogniowe naziemnych środków OPL. Celem dla baterii jak wiadomo może być pojedynczy samolot, para lub klucz w szyku zwartym. Biorąc pod uwagę aktualnie stosowane ugrupowanie bojowe należy stwierdzić, że celem dla baterii będzie najczęściej pojedynczy samolot, rzadko zaś para lub klucz. Odstępy i odległości między samolotami w parze lub par w kluczu są zbyt duże, aby bateryjny rozrzut torów pocisków /rozprysków/ mógł objąć cały szyk samolotów.

Z rozpatrzenia charakterystyk działania i sposobów wykonywania ataków przez lotnictwo taktyczne na obiekty naziemne wynikają następujące wnioski, które należy brać pod uwagę rozpatrując możliwości zwalczania przez artylerię przeciwlotniczą samolotów działających na małych wysokościach.

a/ Wnioski dotyczące lotniczych środków napadu

1. Samoloty myśliwsko-bombowe stanowią dla artylerii przeciwlotniczej cel o niedużych wymiarach, dużej wrażliwości na działanie pocisków /odłamków/, lecz silnie i różnorodnie uzbrojony, o dużych możliwościach manewrowych, zdolny do działania w dowolnych warunkach meteorologicznych.

2. Zasadniczą cechą współczesnych samolotów myśliwsko-bombowych jest przystosowanie ich do działania na małych wysokościach od 600-20 m przy dużej rozpętości prędkości - od 0,6-1,15 M /200-380 m/sek/.

3. Profil kursu samolotów na trasie, między punktami orientacyjnymi, tak w płaszczyźnie poziomej, jak i pionowej będzie zbliżony do prostoliniowego, natomiast w bezpośrednim pobliżu atakowanego obiektu będą wykonywane manewry stosownie do możliwości jego wykrycia i sposobu zaatakowania oraz rodzaju użytej broni.

4. Sposoby wykonywania uderzeń większymi grupami, ze względu na ataki parami /kluczami/ w odstępie czasu od pół do kilku minut oraz grupy pozorujące /demonstracyjne/ mają na celu przeciążenie systemu OPL atakowanego obiektu.

5. Stosowanie zakłóceń radiolokacyjnych przez samoloty myśliwsko-bombowe ma na celu wyeliminowanie podstawowego środka rozpoznania OPL, a tym samym skrytego podejścia w rejon obiektu ataku.

b/ Wnioski dotyczące artylerii przeciwlotniczej

1. Aktualne konstrukcje sprzętu artylerii przeciwlotniczej można wykorzystać do strzelania w zasadzie tylko na prostoliniowych odcinkach kursu, które ze względu na duże prędkości samolotów i małą wysokość są bardzo krótkie /w strefie ognia/. Strzelanie do samolotów w czasie wykonywania lotu po łukach będzie mało skuteczne ze względu na szybką zmianę parametrów ruchu i niezgodność hipotezy ruchu celu z hipotezą przyjętą w konstrukcjach przeliczników i celowników.

2. Celem dla baterii artylerii przeciwlotniczej będą w zasadzie pojedyncze samoloty lub pary lecące w szyku zwartym. Klucze i większe grupy samolotów wykonują zadanie w szyku przy zachowaniu dużych odległości i odstępów /w wyjątkowych wypadkach w szyku zwartym/, dlatego też klucz samolotów w zasadzie będzie tworzył minimum dwa cele.

3. Rozłożenie działań małych grup samolotów w czasie /od kilku do kilkudziesięciu minut/ powoduje przeciążenie artylerii przeciwlotniczej /normy ogniowe, zmęczenie ludzi itp./, utrudnia /uniemożliwia/ przenoszenie ognia na kolejne grupy, a tym samym obniża ogólną efektywność bojowego wykorzystania artylerii przeciwlotniczej.

4. Stosowanie zakłóceń radiolokacyjnych ogranicza lub wręcz uniemożliwia wykorzystanie stacji radiolokacyjnych w procesie kierowania ogniem oddziału i baterii, zmusza to do stosowania obserwacji wzrokowej, zawęża działanie artylerii przeciwlotniczej do warunków dobrej widzialności przy uproszczonych sposobach strzelania, a tym samym mniej skutecznych.

x x x

II. MOŻLIWOSCI TECHNICZNE SPRZETU ARTYLERII PRZECIWLOTNICZEJ MAŁEGO I SREDNIEGO KALIBRU

1. Możliwości wykrywania celów na małej wysokości

Artyleria przeciwlotnicza dysponuje dwoma środkami bezpośredniego wykrywania i rozpoznawania celów powietrznych, tzn. stacjami radiolokacyjnymi /RSWP, RSA/ i przyrządami optycznymi do obserwacji wzrokowej.

Stacje radiolokacyjne RSWP /środek rozpoznania oddziału/ posiadają anteny z zasady obracające się wokół osi pionowej. Jedynie niektóre typy stacji mają możliwość ustawienia anteny pod pewnymi kątami pionowymi. Charakterystyki promieniowania tych stacji przedstawiają wąską wiązkę w płaszczyźnie poziomej a szeroką i wyciągniętą w płaszczyźnie pionowej. Wykrywanie celów na małej wysokości zależy przede wszystkim od położenia dolnej granicy strefy widzialności, kątów ukrycia oraz powierzchni odbijającej samolotu. Dopuszczalne kąty ukrycia, które leżą poniżej dolnego zakresu charakterystyki promieniowania są następujące: P-15 i JAWOR- 0^{o} a P-8 i P-10 - $+1^{o}$. Powierzchnia odbijająca zależy od typu samolotu. Samolot bombowy może być wykryty na odległości większej o około 20-30 % niż myśliwsko-bombowy[x/], a cel grupowy /zwarta grupa samolotów/ może być wykryty na odległości większej o około 30 % niż samolot pojedynczy. Srednie odległości wykrycia samolotu myśliwsko-bombowego ustalone doświadczalnie przedstawia tabela 1.

Tabela 1

Odległości wykrycia /km/ samolotu myśliwsko-bombowego z prawdopodobieństwem 50 %

Wysokość w m / Typ stacji	100	200	300	400	500	600
P-8, P-10	15[xx/]	20[xx/]	25[xx/]	29[xx/]	32	35
JAWOR	20[x/]	30[xx/]	39[xx/]	46[xx/]	52	58

x/ Porównanie między samolotem Ił-28 a samolotem typu Mig. Efektywna powierzchnia odbijająca oceniana jest dla średniego bombowca 40-70 m^2, dla samolotu myśliwskiego 5-15 m^2

xx/ Wykrywalność z prawdopodobieństwem niższym niż 50 %,

Doświadczenia wykazały, że mimo stosowania w stacji JAWOR urządzenia do tłumienia ech stałych /TES/ prawdopodobieństwo wykrycia celów na odległościach mniejszych niż 30 km jest bardzo małe /poniżej 50 %/. Oprócz tego na wykrycie celów wpływa i wysokość lotu. Dla stacji typu JAWOR prawdopodobieństwo wykrycia celów rzędu 50 % występuje dopiero przy wysokościach powyżej 500 m.

Baterie posiadają stacje RSA typu SON-9, SON-9 A i STRZAŁA[x] /stacje o prawie jednakowych charakterystykach/. RSA posiadają wąską wiązkę promieniowania kierunkowego o kącie bryłownym około 1-00 i dlatego wykrywanie celów powietrznych bez uprzedniego ich wskazania, na przykład przez RSWP, jest poważnie ograniczone. Dla wykrywania celów stacje posiadają specjalny system przeszukiwania przestrzeni, przy pomocy którego oś anteny szybko przeszukuje dany wycinek, na przykład: po spirali - SON-9. Srednie odległości wykrycia samolotów myśliwsko-bombowych określone na podstawie doświadczeń[xx] dla stacji SON-9 A przedstawia tabela 2.

Tabela 2

Srednie odległości wykrycia /km/ samolotu myśliwsko-bombowego

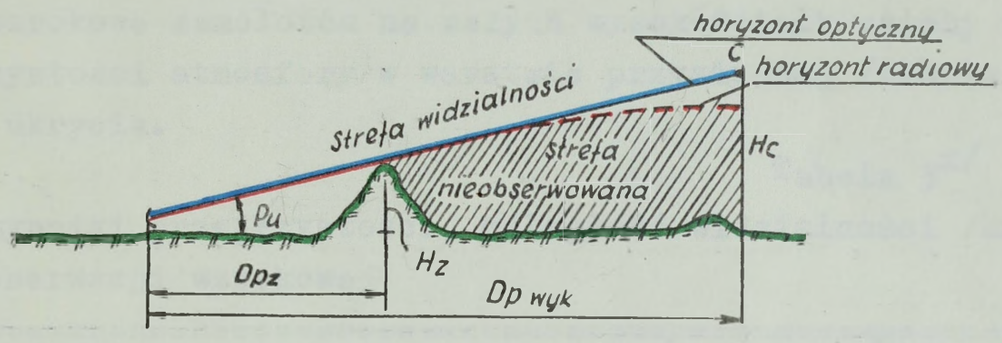
Typ stacji \ Wysokość w m	100	200	300	400	500	600
SON-9 A	8,5	11,5	14	15,5	17,5	19

- - - - - - - - - - - -

x/ Doświadczenia przeprowadzone przez Szefostwo Wojsk OPL w Lesznie /wrzesień 1967 r./ wykazały, że RSA "STRZAŁA" /2 stacje brały udział/ na 48 celów latających na wysokości od 50-600 m wykryły tylko 2 cele, tzn. częstość wykrycia wynosiła 0,042.

xx/ Doświadczenia przeprowadzono przez autora na poligonie Wicko i Mrzeżyno. Srednie obliczono na podstawie 23 lotów samolotu Lim 6-bis na H = 150-200 m, 57 lotów na H = 500-700 m. Wartości pośrednie interpolowane, dla H-100 m ekstrapolowano. Kąt ukrycia baterii w czasie doświadczeń 0-10. Nalot z jednego kierunku przy H = 150-200 m, z różnych kierunków przy H = 500-700 m.

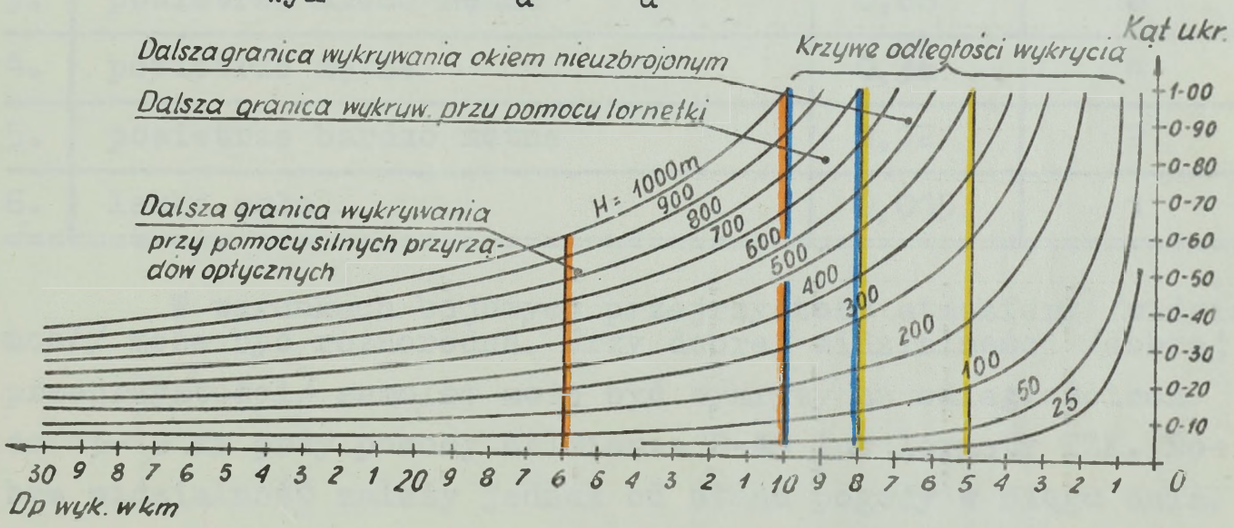
Możliwości wykrywania celów przez RSA poważnie są uzależnione od wyboru stanowiska pracy w terenie, a przede wszystkim od kątów ukrycia /rys.3/.



Rys.3. Zależność odległości wykrycia od kąta ukrycia P_u

Z rys. 3 wynika, że odległość wykrycia celu D_{pwyk} równa się:

$$D_{p_{wyk}} = \frac{H_c}{tg\ P_u} = \frac{H_c}{P_u/rd/}$$



Rys.4. Wpływ kąta ukrycia na odległość wykrycia samolotu.

Z rys. 4 wynika, że kąty ukrycia dla RSA powinny być jak najmniejsze /w granicach 0÷0-10/.

Oprócz stacji radiolokacyjnych, do wykrywania samolotów przy dobrej widoczności, baterie posiadają przyrządy optyczne /dalmierz D-49, lorneta TZK, lornetki itp./. Wykrywanie wzrokowe samolotów na małych wysokościach zależy od przejrzystości atmosfery w warstwie przyziemnej /tabela 3/ i kąta ukrycia.

Tabela 3[x/]

Współczynniki przejrzystości, odległość widzialności /km/ przy obserwacji wzrokowej

Lp.	Stan atmosfery	Współczynnik przejrzystości	Odległość widzialności
1.	dobra przejrzystość	0,92	50
2.	średnia przejrzystość	0,81	20
3.	powietrze nieco mętne	0,66	10
4.	powietrze mętne	0,36	4
5.	powietrze bardzo mętne	0,12	2
6.	lekka mgła	0,015	1

W warunkach bojowych przejrzystość atmosfery /widzialność/ może być różnorodna. Przy dobrej widzialności /dobrej przejrzystości/ samolot może być wykryty na odległościach do 13-16 km przy pomocy dalmierza D-49 lub lornety TZK. Dobra widzialność zależy jednak od stanu pogody w ciągu dnia. Z zasady, nawet przy słonecznej pogodzie, powietrze może być zmętniałe /lekkie zamglenie, zakurzenie, zadymienie/, co zmniejsza odległość wykrycia samolotów na małej wysokości do kilku kilometrów /2-10 km/. Przeprowadzone doświadczenia wykrywania samolotów za pomocą dalmierza D-49 i lornety TZK, w warunkach "powietrze nieco mętne" wykazały, że odległość wykrycia samolotu na małych wysokościach waha się w granicach od 5÷10 km /średnio 7 km/.

x/ W.Szaronow - Obserwacja i widzialność- wydawn.MON 1956 r.

Widzialność samolotów i ich detali okiem nieuzbrojonym oraz przy pomocy przyrządu optycznego /lornetki/ przedstawia tabela 4.

Tabela 4

D /km/	Widzialność samolotów i ich detali	
	Okiem nieuzbrojonym	Przy pomocy lornetki
8000--10000	Samoloty są niewidoczne /przy szczególnie ostrym wzroku widoczne są w postaci punktów/.	Sylwetki w postaci rozpływających się punktów.
5000--8000	Sylwetki w postaci punktów.	Sylwetki samolotów.
4000	Sylwetki samolotów.	1/ Kontury płaszczyzn i kadłuba. 2/ Ilość silników /zbiorników i ich rozmieszczenie/.
3000	1/ Kontury płaszczyzn i kadłuba. 2/ Ilość silników /zbiorników/.	1/ Kontury sterów. 2/ Kształt skrzydeł i kadłuba. 3/ Kształt i ilość silników /zbiorników dodatkowych/.
2000	1/ Kontury sterów. 2/ Kształt skrzydeł i kadłuba. 3/ Kształt i ilość silników /zbiorników dodatkowych/.	1/ Znaki przynależności państwowej, 2/ Kształt sterów, skrzydeł i kadłuba. 3/ Kształt i ilość silników. 4/ Podwieszone uzbrojenie. 5/ Kontury i położenie kabiny.
1000	1/ Znaki przynależności państwowej. 2/ Kształt skrzydeł, sterów i kadłuba. 3/ Kształt i ilość silników.	1/ Znaki przynależności państwowej. 2/ Kształt sterów, skrzydeł i kadłuba. 3/ Kształt i ilość silników. 4/ Kształt i położenie kabiny. 5/ Podwieszone uzbrojenie. 6/ Wyraźniejsze detale samolotu.

x/ Nastawlenije po służbie wozdusznowo nabludienia- W.J.M.M. SSSR - Moskwa 1950 r.

W warunkach bojowych należy liczyć się z tym, że dolna warstwa atmosfery może być mało przejrzysta wskutek działania wojsk na tym terenie, co będzie poważnie ograniczać wykrywalność celów.

Kąty ukrycia, niezależnie od przejrzystości powietrza ograniczają odległość wykrywania /patrz rys. 3 i 4/.

2. Możliwości ostrzelania celu na granicy strefy ostrzału

Możliwości ostrzelania celu na granicy strefy ostrzału zależą od odległości wykrycia przez środki wykrywania oddziału /baterii/ oraz wymaganych odległości wykrycia niezbędnych do przygotowania strzelania baterii. Wymagane odległości wykrycia celu zależą od czasu trwania czynności, które należy wykonać, aby przygotować strzelanie, prędkości celu i promienia płaskiej strefy ostrzału dla danej wysokości.

Doświadczenia[x/] wykazały, że przy pełnym przygotowaniu bezpośrednim bateria nie jest w stanie otworzyć ognia z przelicznikiem przy odległościach wykrycia podanych w tabeli 1 i 2. Można tego uniknąć eliminując z przygotowania bezpośredniego baterii do strzelania z przelicznikiem następujących czynności:

- ustalenie sposobu określania współrzędnych celu i rodzaju pracy przelicznika;
- nastawienie na przeliczniku składowych podstawy;
- określenie wysokości lotu celu;
- nastawienie na przeliczniku balistycznej odchyłki gęstości powietrza, azymutu i prędkości wiatru balistycznego;
- nastawienie czasu obserwacji.

- - - - - - - - - - -

x/ 23 strzelań mk przeprowadzonych przez autora na poligonie Wicko w lipcu 1965 r.

Wyeliminowanie tych czynności przy strzelaniach na małej wysokości nie wpłynie na skuteczność ognia i jest możliwe dlatego, gdyż można je ustalić w czasie przygotowania wstępnego. Sposób określania współrzędnych celu można ustalić kierując się zasadą: przy dobrej widoczności[x/] - strzelać według danych D-49, przy złej - według danych RSA. Strzelanie według danych D-49 przy dobrej widoczności jest najbardziej celowe, gdyż eliminuje zakłócenia, które może stosować nieprzyjaciel oraz jest dokładniejsze od strzelania według danych RSA /niemożliwość śledzenia automatycznego, duże błędy pomiaru azymutu i kąta położenia wynikające z wpływu odbić przedmiotów terenowych na pracę RSA/. Przy strzelaniu na małej wysokości najbardziej efektywnym jest IV rodzaj pracy[xx/], gdyż przelicznik w tym rodzaju pracy jest najbardziej wrażliwy na charakter ruchu celu. Z ustaleniem sposobu określania współrzędnych celu wiąże się nastawianie na przelicznik składowych podstawy /składowe nastawia się dla przyrządu określającego współrzędne kątowe/. Wysokość określa się tylko dla uwzględnienia warunków meteorologicznych /na stałej wysokości, przy $H < 2000$ m, strzelanie jest mało skuteczne/. Ponieważ wpływ balistycznej odchyłki gęstości powietrza oraz wiatru balistycznego na strzelanie na wysokościach od 0÷600 m jest prawie jednakowy, zatem te wartości można nastawić na przeliczniku bez znajomości wysokości lotu celu, tzn. w czasie przygotowania wstępnego. Ponieważ lot na małych wysokościach nie pokrywa się z hipotezą ruchu prostoliniowego /patrz rozdz.I pkt.5/, jak również ze względu na możliwość niespodziewanego wykonania manewru, w płaszczyźnie

- - - - - - - - - - - - - -

x/ Dla ustalania widoczności celu celowe jest wyposażyć baterie w diafanoskopy.

xx/ Strzelając z P-6 dysponujemy czterema rodzajami pracy: I-Radiolokator, II-Radiolokator tylko odległość, III-stała wysokość, IV-Dalmierz-nurkowanie /wznoszenie/ lub kąt położenia mniej 2-00. Przy każdym rodzaju pracy można korzystać z danych RSA.

pionowej lub poziomej przez ostrzeliwany cel, należy nastawić czas obserwacji 6 sek.[x/]

Jak z powyższego wynika, wszystkie wyżej wymienione czynności można i należy wykonać w czasie przygotowania wstępnego. Takie rozwiązanie zagadnienia skraca czas roboczy baterii z około 40 sek. do 9-10 sek. /czas stabilizacji pracy przelicznika 7-8 sek., czas na wyznaczenie rodzaju ognia i na wykonanie komendy ognia - 2 sek./.

Strzelanie z celownikiem wymaga nastawienia na celowniku czynników ruchu celu /Q, V_c i λ /. Czas potrzebny na określenie i nastawienie tych wartości wynosi średnio 10-15 sek. Jest to zbyt długi czas, aby można było te czynności wykonywać przy strzelaniu do celów niskolecących. Dlatego też wartości te należy nastawić w czasie przygotowania wstępnego. Doświadczenia wykazały, że czas roboczy przy strzelaniu z celownikiem przy uprzednim nastawieniu Q, V_c i λ wynosi średnio 5-6 sek.[xx/]

Praktyka wykazała również, że przy wykryciu celu przez RSA na odległościach podanych w tabeli 2, a przez D-49 /działa/ na odległościach średnio 5-6 km i wykonaniu czynności przygotowania bezpośredniego przed wykryciem celu, bateria może otworzyć skuteczny ogień na odległość 4-4,5 km przy strzelaniu według danych RSA lub na odległość 3-3,5 km przy strzelaniu według danych D-49 i z celownikiem.

- - - - - - - - - - - - - - - -

x/ W konstrukcji przelicznika założono czas obserwacji 15 i 6 sek. Czas 15 sek. stosuje się podczas strzelań do celów lecących według hipotezy - cel w czasie wyprzedzonym leci prostoliniowo, jednostajnie i poziomo, czas 6 sek. stosuje się podczas strzelań do celów lecących według hipotezy - cel w czasie wyprzedzonym leci prostoliniowo, jednostajnie i w dowolnej płaszczyźnie /przy stosowaniu przez cel jakiegokolwiek manewru/.

xx/ Jeśli obsługa otworzy ogień natychmiast po wykryciu celu to czas roboczy nie przekracza 2 sek. /w tabeli 2 i 3 załącznika 2 przyjęto ten czas za równy 2 sek./. Czas 5-6 sek. otrzymano w czasie doświadczeń z obsługami nie przeszkolonymi w strzelaniu do celów niskolecących.

Porównując wymagane odległości wykrycia celu z rzeczywistymi /załącznik 2/ można stwierdzić, że:

- Przy skróconym czasie przygotowania bezpośredniego i zmniejszonej odległości strzelania, wykorzystanie danych RSWP /kierowanie ogniem oddziału, wskazanie celów bateriom/ jest możliwe dopiero przy wysokościach lotu celu powyżej 500 m /na wysokościach 100-500 m wykrycie celu przez RSWP będzie sporadyczne i nie zapewnia możliwości kierowania ogniem ani też wskazywania celów bateriom/.

- Poszukiwanie grupowe celów przez RSA jest uzależnione poważnie od prędkości celu i jest realne tylko przy prędkościach do 300 m/sek. Przy czym należy pamiętać o tym, że cele lecące z prędkością 200 m/sek. RSA może wykryć na wymaganej odległości /przy tym sposobie poszukiwania/przy wysokości lotu 400 m i większej. Każde zwiększenie prędkości o 50 m/sek podnosi dolny pułap wykrywania o około 100 m, tzn. przy V_c = 250 m/sek - H = 500 m, a przy V_c = 300 m/sek - H = 600 m. Jak z powyższego wynika poszukiwanie grupowe będzie miało ograniczone zastosowanie, gdyż przy locie celu na mniejszych wysokościach od wyżej rozpatrzonych, a przy większych prędkościach - RSA nie wykryje samolotu /samolotów/ na odległości zapewniającej przygotowanie i otwarcie ognia na czas.

- Wykrywanie celów na wysokościach od 30÷100 m wzwyż można osiągnąć tylko przy właściwym wyborze SO baterii i dobrej organizacji rozpoznania środkami baterii /RSA, D-49, obserwacja wzrokowa/. Wykrycie celu na odległości 4-8 km zapewnia baterii otwarcie skutecznego ognia na odległość około 3 km nawet przy bardzo małych wysokościach.

3. Ograniczenia techniczne sprzętu baterii artylerii przeciwlotniczej

Do ograniczeń technicznych sprzętu baterii artylerii przeciwlotniczej, które wpływają bezpośrednio na możliwości prowadzenia ognia należy zaliczyć:

- strefy ograniczenia w celowaniu;
- ograniczenia w rozwiązaniu zadania spotkania pocisku z celem;
- normy ogniowe;
- strefa ograniczenia ze względu na bezpieczeństwo wojsk własnych.

Strefa ograniczenia w celowaniu wynika z niewystarczających dla danej prędkości celu maksymalnych prędkości celowania RSA, przeliczników i armat /tabela 5/.

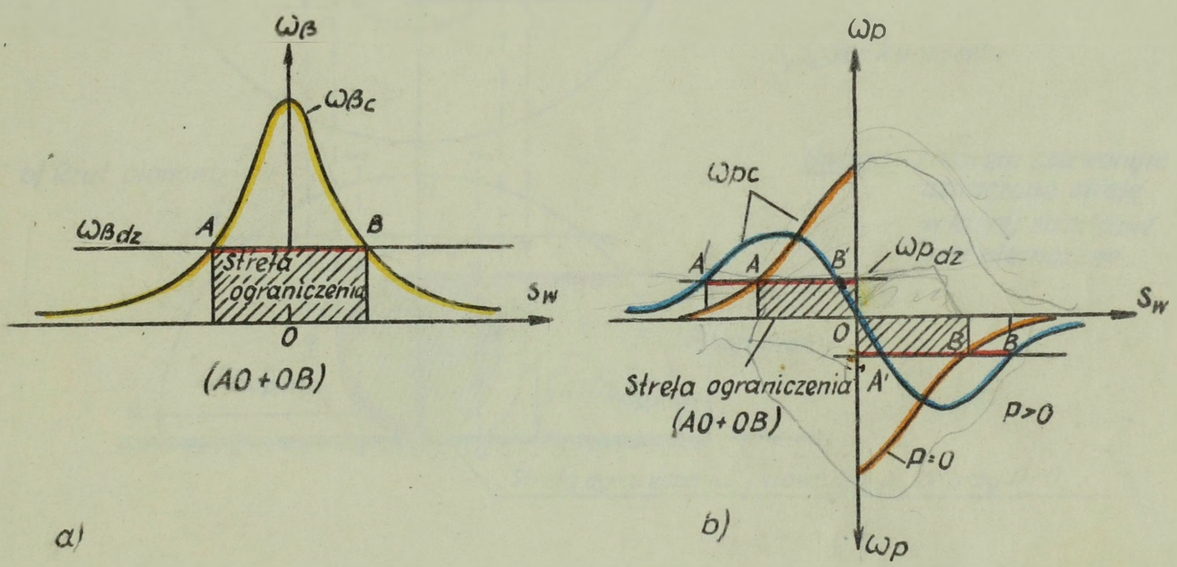
Tabela 5

Maksymalne prędkości kątowe celowania sprzętu artylerii przeciwlotniczej będącego w wyposażeniu wojsk OPL

Sprzęt	Rodzaj celowania	Prędkości kątowe w stopniach	
		ω_β	ω_p
RSA /SON-9A/	automatyczne	24°/sek	15°/sek
Przelicznik P-6	automatyczne /ręczne/	24°/sek	15°/sek
85 mm armata wz.1932	ręczne	5°/sek[x]	2°/sek[x]
57 mm armata S-60	automatyczne /półautomat./	24°/sek	15°/sek
	ręczne	13°/sek	4,5°/sek
57 mm armata S-68	półautomat.	36°/sek	20°/sek
ZU-23-2	ręczne	60°/sek	40°/sek

x/ 5°/2°/ jest to przesunięcie lufy przy jednym obrocie pokrętła, aby jednak płynnie celować, jeden obrót pokrętła można wykonać w czasie 1 sek. Bardzo dobrze wyszkolona obsługa może wykonać do 1,5-2 obr/sek przy zgrywaniu na odbiornikach działowych, tzn. można w praktyce osiągnąć ω_β = 10°/sek, ω_p = 4°/sek/średnio 7,5°/sek i 3°/sek/.

Prędkości kątowe lotu samolotu /prędkości kątowe celowania/ są wartościami zmiennymi i rosną w miarę zbliżania się celu do baterii /rys.5/. Gdy prędkość kątowa celu /ω_c/ osiągnie wartość maksymalnej prędkości kątowej celowania /ω_{dz}/ celowanie /naprowadzanie/ zostaje przerwane. Celowanie jest możliwe tylko do pkt.A przy locie celu na działo /baterię/ i od pkt.B przy odlocie celu/rys.5/.

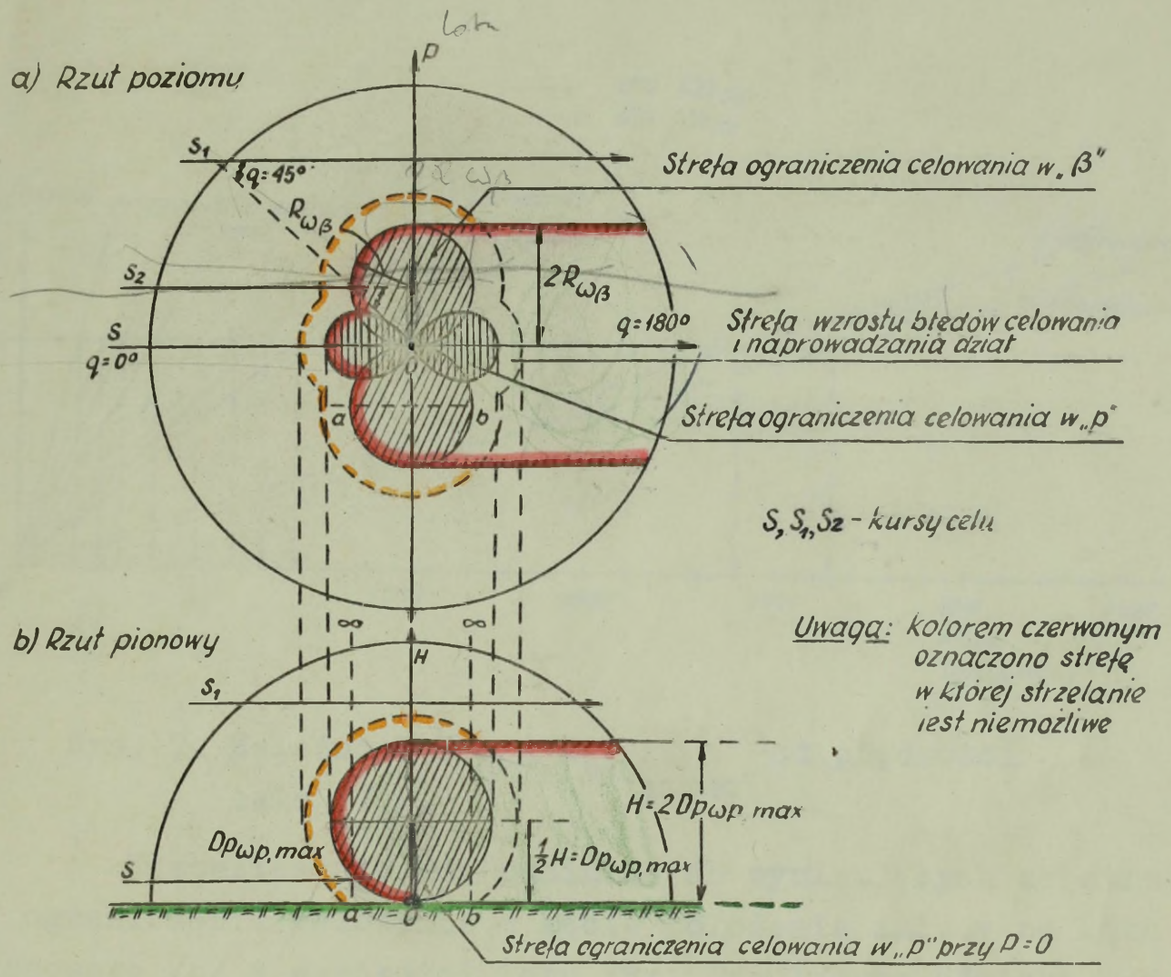


Rys.5. Prędkości kątowe celu /ω_c/ i celowania /ω_{dz}/.

W granicach od pkt. A do B wystąpi strefa ograniczenia uniemożliwiająca celowanie do danego celu. Kształt i położenie stref ograniczeń dla równości $\omega_c = \omega_{dz}$ przedstawia rys.6. Strefy ograniczenia charakteryzowane są: - strefa ograniczenia celowania w azymucie wartością $R_{\omega\beta}$, a strefa ograniczenia celowania w kącie położenia - $D_{p\,\omega p,max}$. Wartości te można obliczyć ze wzorów:

$$\left.\begin{aligned} R_{\omega\beta} &= \frac{V_c}{2\,\omega_\beta/rd/} \\ D_{p\,\omega p,max} &= \frac{V_c}{2\,\omega_p/rd/} \end{aligned}\right\} \text{ x/}$$

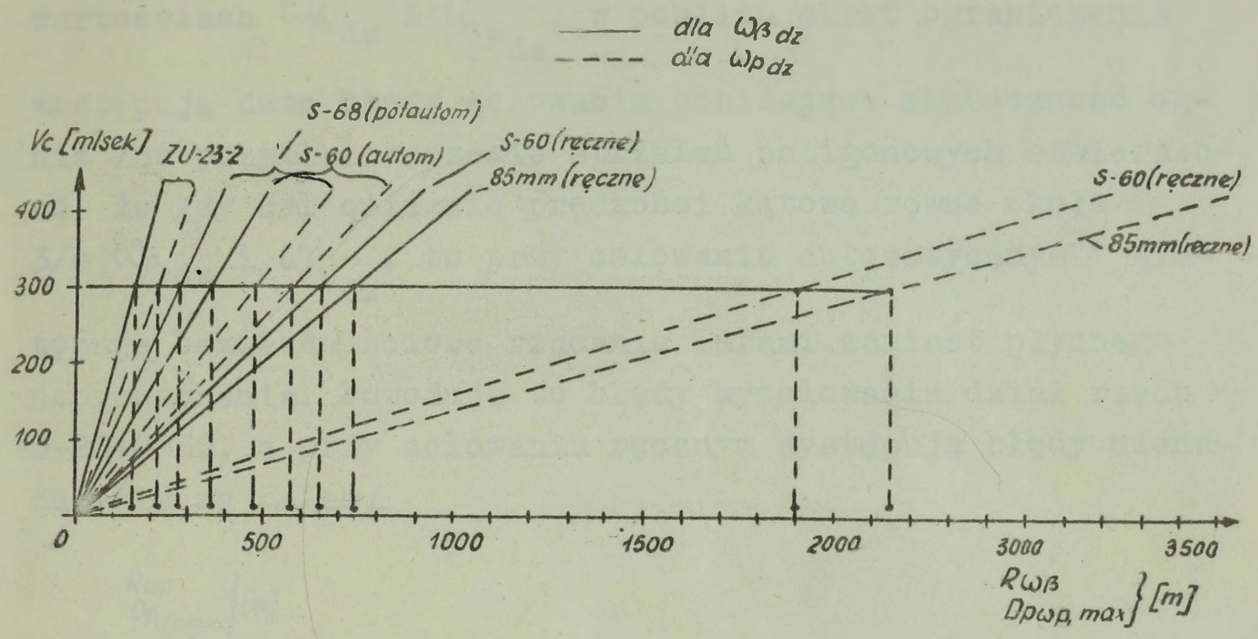
x/ Teoretyczne omówienia zagadnienia prędkości kątowych celów i celowania oraz obliczenie stref ograniczenia podane są w "Woprosy teorii PUAZO" - N.F.ŁAWROW - Gosudarstwiennoje Nauczno-techniczeskoje Izdatielstwo Oborongiz-Moskwa 1960 r.



Rys. 6. Poglądowy schemat kształtu i rozmieszczenia stref ograniczenia dla $\omega_c = \omega_{dz}$.

Wartości $R_{\omega\beta}$ i $D_{p\omega_{p,max}}$ dla różnych prędkości celu i sprzętu będącego w wyposażeniu wojsk OPL przedstawia rys. 7.

Kształtowanie się odcinków kursu /AB/ wynikających z strefy ograniczenia w celowaniu w azymucie przedstawia się następująco. Odcinki AB są równe zeru w dwóch przypadkach, gdy P = 0 i gdy $P \geqslant 2 R_{\omega\beta}$. Przy parametrze $P = R_{\omega\beta}$ /q = 45°/ odcinek AB jest największy i równa się $2 R_{\omega\beta}$ /$R_{\omega\beta}$ do parametru + $R_{\omega\beta}$ za parametrem/. W granicach od P = 0 do $P = R_{\omega\beta}$ odcinki AB rosną od 0 do $2 R_{\omega\beta}$, a od $P = R_{\omega\beta}$ do $2 R_{\omega\beta}$ - maleją do zera. Wysokość lotu celu nie wpływa na wielkość tych odcinków, ponieważ strefa ograniczenia celowania w azymucie przedstawia walec nieskończenie wysoki /rys.6/.

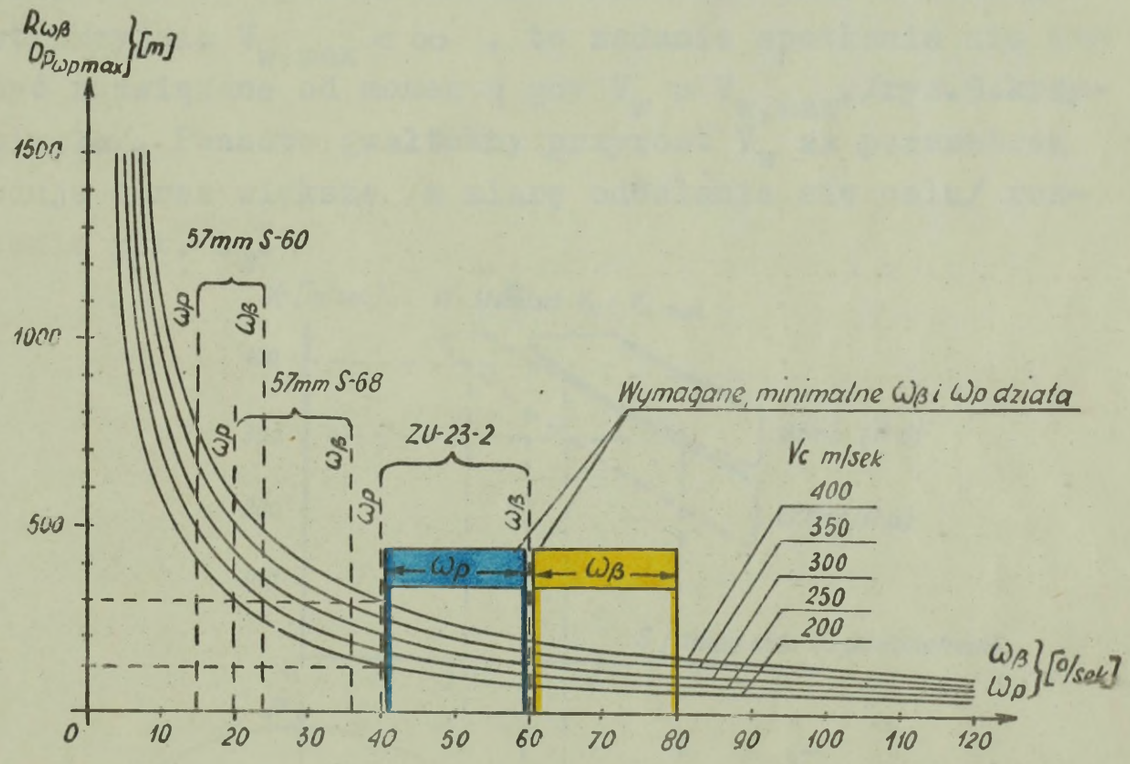


Rys. 7. Zależność $R_{\omega\beta}$ i $D_{p\omega_{p,max}}$ od prędkości celu /V_c/.

Kształtowanie się odcinków AB wynikających ze strefy ograniczenia celowania w kącie położenia zależy od kąta kursowego /q/ i wysokości lotu /H/. Najdłuższe odcinki występują przy P = 0, tzn. przy $q = 0^\circ$ i $q = 180^\circ$. Przy $q \neq 0^\circ$ /$q \neq 180^\circ$/ odcinki te maleją dążąc do zera przy $q \to 90^\circ$. Charakterystyczny jest wpływ wysokości przy P = 0. Przy H = 0 odcinek AB = 0. Odcinek AB rośnie w miarę wzrostu wysokości, osiągając maksymalną wartość przy $H = D_{p\omega_{p,max}}$ /$AB = 2\, D_{p\omega_{p,max}}$/ i następnie maleje do zera przy $H = 2\, D_{p\omega_{p,max}}$. Przy parametrach P > 0 wpływ wysokości jest podobny, z tą różnicą, że odcinki AB będą przerywane /pkt. B' i A' /na rys. 5b/, a wartość zerową osiągną przy odpowiednio mniejszej wysokości.

Występowanie stref ograniczenia w celowaniu powoduje, że strzelanie przy parametrach kursu $P \leq R_{\omega\beta}$ można prowadzić tylko do celu zbliżającego się. Przy parametrach kursu zbliżonych do zera strzelanie najłatwiej jest prowadzić przy bardzo małych wysokościach /patrz rys.6b/, na przykład przy H = 20-200 m, przy H = 300-600 m wystąpią maksymalne ograniczenia celowania w położeniu. Ponadto przy granicznych

wartościach $\omega_{\beta dz}$ i $\omega_{p dz}$, w pobliżu stref ograniczenia występują duże błędy celowania obniżające skuteczność ognia /na przykład w czasie strzelań poligonowych stwierdzono, że gdy cel osiągnie prędkości kątowe równe około 3/4 $\omega_{\beta dz}$ i $\omega_{p dz}$, to przy celowaniu automatycznym[x/] występuje bezwładnościowe rzucanie lufami zamiast płynnego naprowadzania. Powoduje to błędy wycelowania dział rzędu 0-20÷0-30, a przy celowaniu ręcznym występują błędy nienadążania za celem/.



Rys.8. Zależność $R_{\omega\beta}/D_{p\omega_{p,max}}$ /od ω_β i ω_p działa

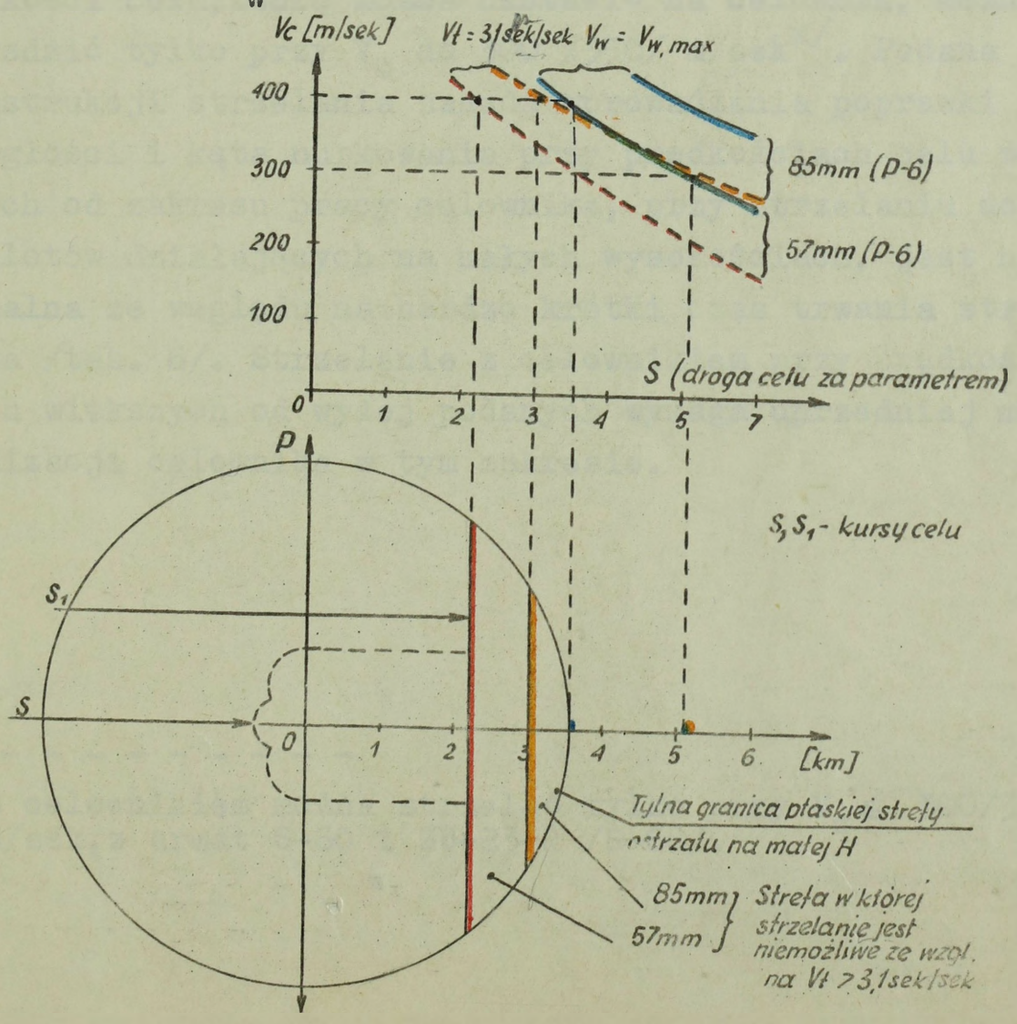
Wpływ prędkości kątowych celowania /naprowadzania/ na strzelanie jest tym mniejszy im wyższe są wartości maksymalne ω_β i ω_p sprzętu. Obliczenia wykazują, że prędkości celowania współczesnego sprzętu OPL powinny osiągać conajmniej: $\omega_\beta = 60 \div 80^\circ$/sek, a $\omega_p = 40 \div 60^\circ$/sek/patrz rys.8/.

- - - - - - - - - - -

x/ Przy strzelaniu z armat 57 mm S-60.

Ograniczenia w rozwiązaniu zadania spotkania pocisku z celem przy strzelaniu z przelicznikiem /celownikiem/ występują jedynie w czasie strzelania do celu odlatującego i uzależnione są od prędkości celu i balistyki dział. Na rozwiązanie zadania spotkania pocisku z celem za parametrem najbardziej wpływają: prędkość punktu wyprzedzenia V_w i prędkość zmiany czasu lotu pocisku-V_t.

Prędkość punktu wyprzedzenia za parametrem kursu wzrasta gwałtownie osiągając jeszcze w strefie ognia wartość nieskończoności. Od momentu osiągnięcia przez punkt wyprzedzenia $W_w = \infty$ zadanie spotkania nie może być rozwiązane. Jeśli w przelicznikach /celownikach/ założona konstrukcyjnie $V_{w,max} < \infty$, to zadanie spotkania nie może być rozwiązane od momentu gdy $V_w \geq V_{w,max}$./rys.9.krzywa ciągła/. Ponadto gwałtowny przyrost V_w za parametrem powoduje coraz większe /w miarę oddalania się celu/ rozrzucenie pkt. A_w.



Rys.9. Strefa ograniczenia w rozwiązaniu zadania spotkania pocisku z celem za parametrem.

Prędkość zmiany czasu lotu pocisku uzależniona jest bezpośrednio od balistyki działa i prędkości celu. Maksymalna wartość prędkości zmiany czasu lotu pocisku dla sprzętu artylerii przeciwlotniczej, przy której po raz ostatni może być rozwiązane zadanie spotkania, wynosi V_t = 3,1 sek/sek. Od momentu osiągnięcia przez czas lotu pocisku V_t = 3,1 sek/sek zadanie spotkania nie może być rozwiązane /rys. 9 - krzywa przerywana/.

Biorąc pod uwagę duże prędkości lotu samolotów myśliwsko-bombowych /powyżej 200 m/sek/, strzelanie za parametrem /przy $P > 2 R\omega_p$/ będzie ograniczone do 1-2 serii /salw/.

Strzelanie z celownikiem, ze względu na zakres prędkości celu, którą można nastawić na celownik, można prowadzić tylko przy V_c do 300 /350/ m/sek[x/]. Podana w instrukcji strzelania zasada wprowadzania poprawki odległości i kąta nurkowania przy prędkościach celu większych od zakresu pracy celownika, przy strzelaniu do samolotów działających na małych wysokościach, jest nieaktualna ze względu na bardzo krótki czas trwania strzelania /tab. 6/. Strzelanie z celownikiem przy prędkościach większych od wyżej podanych wymaga uprzedniej modernizacji celownika w tym zakresie.

- - - - - - - - - - -

x/ Z celownikiem można strzelać tylko przy $V_c \leq$ 300/350/ m/sek, z armat S-60 i ZU-23-2 /S-68/.

Tabela 6

Średnie czasy trwania strzelania w sek[x/]

Sposób strzelania \ V_c [m/sek]	100	150	200	250	300	350	400
Według danych RSA	60 40	40 27	30 20	24 16	20 13	17 12	15 10
Według danych D-49 i z celownikiem[xx/]	45 30	30 20	22 14	18 12	15 10	13 8	11 7
z celownikiem z dział 23 mm	37 25	25 16	18 12	15 10	12 8	-	-

Wydajność ogniowa sprzętu artylerii przeciwlotniczej uwarunkowana jest czasem przebywania celu w strefie ostrzału, szybkostrzelnością dział i normami ogniowymi. Praktyczna szybkostrzelność dział 57 mm wynosi 50÷60 strzałów/minutę /0,8÷ 1 strz./sek - biorąc pod uwagę przerwy między seriami/, a dział 85 mm przy odstępie strzelania 5 sek- 12-13 strzałów/minutę. Praktyczna szybkostrzelność dział ZU-23-2 wynosi 400 strzałów/minutę /na dwie lufy/, lecz ze względu na pojemność magazynów /50 naboi na lufę/ i na szybkie przegrzewanie się luf /po 100 strzałach na lufę trzeba je zmienić/, maksymalna liczba wystrzelonych pocisków na lufę w jednym strzelaniu nie będzie przekraczała 50.

Średnią liczbę wystrzelonych pocisków /średnią wydajność ogniową/ można obliczyć ze wzoru:

$$n = \frac{1,5 \cdot R \cdot Z}{V_c}$$

Średnią wydajność ogniowa sprzętu artylerii przeciwlotniczej przy strzelaniu do celów na małych wysokościach przedstawiono w tabeli 7.

- - - - - - - - - - - -

x/ W liczniku średni czas strzelania w całej strefie, w mianowniku - do parametru kursu.

xx/ Z celownikiem tylko do V_c = 300/350/ m/sek z S-60/S-68/.

Tabela 7

Srednia wydajność ogniowa dział artylerii przeciwlotniczej w czasie jednego strzelania[x/]

Sprzęt	V_c [m/sek] / sposób strzelania	100	150	200	250	300	350	400
85 mm	Według RSA	12/8	9/6	6/4	5/3	5/3	3/2	3/2
	Według D-49	9/6	6/4	5/3	4/3	3/2	3/2	2/2
57 mm S-60	Według RSA	50/33	33/22	24/16	21/14	18/12	14/9	12/8
	Według D-49 z celownikiem	38/26	25/17	19/13	15/10	12/8	11/7	10/6
57 mm S-68	Z celownikiem	100/52	52/34	38/26	30/20	24/16	22/14	-
ZU-23-2[xx/]	Z celownikiem	200/140	132/80	100/70	80/54	66/44	-	-

Normy ogniowe regulujące reżim ognia dział w czasie /podane w instrukcjach strzelania/ mają zapobiec nadmiernemu przegrzewaniu się luf i mechanizmów działa. Przekraczanie norm ogniowych powoduje spadek skuteczności ognia, zacięcia dział, jak również mogą wystąpić samowystrzały. Osiągnięcie temperatury granicznej + 450°C, przy której nie można prowadzić strzelania, zależy od czasu strzelania i intensywności ognia. Na przykład jeśli z dział 57 mm wystrzelimy 60 pocisków w ciągu 60 sekund, to lufy osiągną temperaturę 450°C i należy je albo chłodzić przez 4-5 minut /przy pomocy urządzenia do chłodzenia luf/, albo wymienić.

- - - - - - - - - - - - -

x/ W liczniku przy strzelaniu na całym kursie, w mianowniku- przy strzelaniu do parametru.

xx/ Przy zmianie magazynów z amunicją /prowadząc strzelanie seriami długimi lub ogniem ciągłym/ można wystrzelić 100 pocisków na lufę. Jednak chcąc prowadzić ogień celowany należy rozłożyć go na serie, co zmniejsza wydajność ogniową.

Lufy działa ZU-23-2 należy wymienić po wystrzeleniu 100 pocisków na lufę w czasie do 60 sekund. Chłodzenie naturalne luf do temperatury pozwalającej z nich strzelać jest bardzo długie i waha się od 0,5÷2 godzin. Tak więc sprawność dział jest poważnie uzależniona od prędkości celu i intensywności ognia. Im mniejsza V_c tym dłuższy czas strzelania, większe zużycie amunicji i szybsze nagrzanie luf do temperatury granicznej.

Biorąc pod uwagę normy ogniowe /tab. 8/ można stwierdzić, że im większa prędkość celu tym wpływ norm ogniowych na liczbę po sobie następujących strzelań jest mniejszy /dotyczy dział 57 i 85 mm/. O ile przy V_c=100-150 m/sek można ostrzelać kolejno 1-1,5 celów, to przy V_c = = 200-400 m/sek można ostrzelać kolejno 2-4 cele, a w czasie odpierania nalotu trwającego 30-60 minut dwa razy więcej celów bez przegrania luf. Gorzej przedstawia się to zagadnienie dla dział o dużej szybkostrzelności, lecz bez chłodzenia sztucznego luf w czasie strzelania, na przykład dla dział ZU-23-2, co omówiono wyżej.

Tabela 8

Dopuszczalny reżim ognia w ilości strzałów

Czas strzelania w minutach	1	2	3	5	10	15	30	60
57 mm	50	60	65	80	110	130	200	330
85 mm	12	24	36	45	51	55	65	110

Dodatkową strefą ograniczającą strzelanie na małych wysokościach jest strefa bezpieczeństwa własnych wojsk. Pociski artylerii przeciwlotniczej kalibru 57 mm posiadają zapalniki uderzeniowe o działaniu natychmiastowy z samolikwidatorem, który powoduje rozerwanie się pocisku po upływie 13-18 sek lotu /w przypadku chybienia celu/.

Przy małych kątach podniesienia luf otrzymamy strzały uderzeniowe[x/], co w przypadku strzelania na kierunku wojsk własnych /osłanianego obiektu, osiedli itp./ będzie równoznaczne z ich ostrzelaniem /pocisk OR-281 razi siłę żywą w promieniu 30-40 m/. Strzały uderzeniowe nie wystąpią jeśli tor średni zostanie podniesiony o wartość 5 r_H. Przy strzelaniu z przelicznikiem 5 r_H = 240-300 m, a z celownikiem 5 r_H = 300-375 m. Taką wysokość toru średniego uzyskać można przy kątach podniesienia większych od 10/12/^{o}. Jak z powyższego wynika strzelanie z dział 57 mm nad wojskami własnymi i innymi obiektami może być prowadzone bez ograniczeń na wysokościach powyżej 500 m. Na wysokościach $H \leq 500$ m odległość prowadzenia ognia będzie poważnie ograniczona i wyniesie: przy H = 500 m - 3000 m; przy H = 400 m-2500 m i przy H = 200 m - 1200 m /rys. 10a/.

Przy strzelaniu z 85 mm armat przeciwlotniczych otrzymanie rozprysku zależy od wypracowanej nastawy zapalnika /$z = f(D, p_w)$/ oraz uchyleń środkowych - r_t i r_H. Odłamki rozlatują się w postaci stożka, który charakteryzuje kąt rozlotu 2ψ . Siła żywa może być rażona odłamkami pocisku 0-365 w odległości do 100-150 m w granicach dolnej strefy stożka rozlotu odłamków. Aby wojska własne nie były rażone, pociski powinny rozrywać się na wysokości nie mniejszej niż 1 r_H.

W tabeli 9 podane są wartości uchyleń środkowych r_H uwzględniających rozrzut bateryjny wzwyż i wzdłuż torów pocisków, kąty rozlotu - ψ oraz średni odstęp rozpryskow.

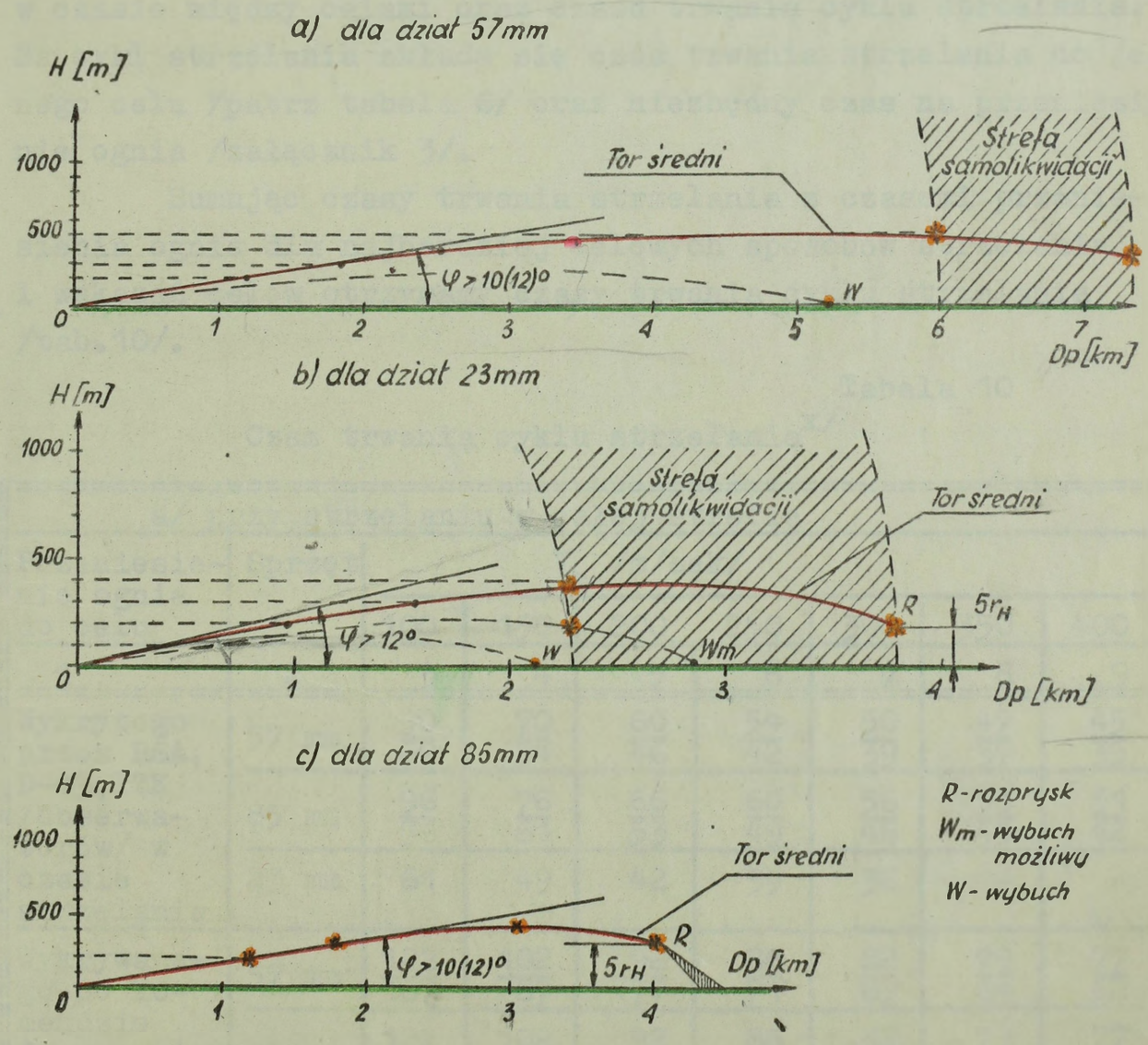
- - - - - - - - - - -

x/ Doświadczalne strzelanie przeprowadzone przez autora w lipcu 1965 r. w Wicku Morskim wykazały, że strzały uderzeniowe otrzymuje się na całym kursie celu przy wysokościach 150 m. Dotychczasowe instrukcje strzelania nakazują strzelania przy kątach podniesienia $\varphi \leq 10 \div 12^o$.

Tabela 9

Odległość strzelania w m	1000	1500	2500	4000
ψ średnie	$45^{\circ}34'$	$47^{\circ}28'$	$51^{\circ}20'$	$57^{\circ}21'$
r_H w m	25	27	35	56
5 r_H w m	125	135	175	280
Sredni odstęp rozprysków w m odpowiadający 5 r_H	219	207	237	330

Wartościom podanym w tabeli 9 odpowiada średni tor otrzymany przy kącie podniesienia $\psi > 10\text{-}12^{\circ}$. Strzelanie baterii 85 mm na kierunku wojsk i innych obiektów własnych będzie można prowadzić na takie odległości jak z dział 57 mm/rys.10c/



Rys.10. Dolna granica strefy ostrzału przy strzelaniu nad wojskami własnymi /obiektami osłony/

Przy strzelaniu z armat ZU-23-2 występuje analogiczna sytuacja jak i przy strzelaniu z armat 57 mm /zapalnik uderzeniowy z samolikwidatorem, który powoduje rozerwanie się pocisku na odległościach rzędu 2300-3800 m/. Tak więc przy kątach podniesienia $\varphi \leq 12^{\circ}$ otrzymuje się strzały uderzeniowe. Strzelanie bez ograniczeń można prowadzić do celów lecących na wysokościach większych niż 350 m. Przy H = 200 m odległość strzelania wyniesie około 1000 m, a przy H=200 m - 500 m /rys. 10b/.

4. Możliwości przeniesienia ognia

Możliwości przeniesienia ognia zależą od odstępów w czasie między celami oraz czasu trwania cyklu strzelania. Na cykl strzelania składa się czas trwania strzelania do jednego celu /patrz tabela 6/ oraz niezbędny czas na przeniesienie ognia /załącznik 3/.

Sumując czasy trwania strzelania z czasami przeniesienia ognia dla najbardziej celowych sposobów strzelania i wskazań celów otrzymamy czasy trwania cyklu strzelania /tab.10/.

Tabela 10

Czas trwania cyklu strzelania x/

a/ przy strzelaniu w całej strefie

Przeniesienie ognia do celu	Sprzęt	V_c /m/sek/ 100	150	200	250	300	350	400
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Wykrytego przez RSA, D-49, TZK /obserwatorów/ w czasie strzelania	57 mm	90/69	70/54	60/46	54/42	50/39	47/37	45/35
	85 mm	96/76	76/61	66/53	60/49	56/46	53/44	51/42
	23 mm	61	49	42	39	36	-	-
Wykrywanego po komendzie do przeniesienia ognia	57 mm	122/107	102/87	92/77	86/71	82/67	79/64	77/62
	85 mm	122/105	102/85	92/75	86/69	82/65	79/62	77/60
	23 mm	84	72	65	62	59	-	-

x/ W liczniku strzelanie według RSA, w mianowniku - według D-49 i z celownikiem.

b/ przy strzelaniu do parametru

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Wykrytego przez RSA, D-49 TZK /obserwatorów/ w czasie strzelania	57 mm	70 54	57 44	50 38	46 36	43 37	42 32	40 31
	85 mm	76 61	63 51	56 45	52 43	49 41	48 39	46 38
	23 mm	49	40	36	34	32	-	-
Wykrywanego po komendzie do przeniesienia ognia	57 mm	102 77	89 67	82 61	78 59	75 57	74 55	72 54
	85 mm	102 75	89 65	82 59	78 57	75 55	74 53	72 52
	23 mm	62	53	49	47	45	-	-

Dla najbardziej prawdopodobnych prędkości celu /200÷350 m/sek/ średnie czasy trwania cyklu strzelania będą przedstawiały się jak w tabeli 11.

Tabela 11

Srednie czasy trwania cyklu strzelania w sek.

Przeniesienie ognia do celu	57 mm	85 mm	23 mm
wykrytego przez RSA, D-49, TZK /obserwatorów/ w czasie strzelania	35÷52	42÷59	34÷39
Wykrywanego po komendzie do przeniesienia ognia	58÷85	56÷85	47÷62

Z tabel 10 i 11 jednoznacznie wynika, że przeniesienie ognia jest łatwiejsze i szybsze, jeśli kolejny cel jest wykryty w czasie strzelania do poprzedniego. Stąd też wynika następująca zasada: w czasie strzelań z przewidywaniem[x/] przeniesienia ognia należy angażować środki wykrywania celów nie biorące udziału w strzelaniu /RSA, D-49, TZK/ do poszukiwania i śledzenia celów, na które zachodzi konieczność przeniesienia ognia. W warunkach dobrej widoczności zasada ta powinna być regułą.

x/ Przewidywanie przeniesienia ognia dotyczy nalotów pojedynczych samolotów/grup samolotów/ urzutowanych w głąb. Doświadczenia wietnamskie wskazują, że prawie każdy nalot składa się z czterech-pięciu grup samolotów urzutowanych w głąb.

Porównując średnie czasy trwania cyklu strzelania z odstępami między grupami samolotów, można stwierdzić, że często będą występować przypadki nieostrzelania celów, ze względu na zbyt małe odstępy czasowe między nimi i możliwe będzie ostrzelanie tylko co drugiego celu. Każdy cel może być ostrzelany jeśli odstępy między nimi będą rzędu 1-1,5 minuty lotu.

6. Skuteczność strzelania

Ocenę skuteczności strzelania rozpatruje się z punktu widzenia bezpośredniego zestrzału celu powietrznego, tzn. pojawienia się ognia lub wybuchu samolotu, upadku lub przymusowego lądowania. Aby zestrzelić samolot należy po pierwsze trafić jednym /kilkoma/ pociskiem małego kalibru lub pewną ilością odłamków powstałych w czasie wybuchu pocisku średniego kalibru; po drugie - spowodować zniszczenie celu tymi pociskami /odłamkami/.

Skuteczność strzelania artylerii przeciwlotniczej w takim pojęciu zależy od następujących czynników:

- czasu przebywania celu w strefie ostrzału /prędkości celu i praktycznych wymiarów strefy ostrzału/;
- dokładności rozwiązania zadania spotkania pocisku z celem /dokładność pracy przyrządów i obsługi/;
- szybkostrzelność dział /wydajności ogniowej/;
- wielkości powierzchni celu;
- mocy rażącej pocisku /odłamków/;
- stopnia wrażliwości celu na działanie pocisków /odłamków/.

Cztery pierwsze czynniki decydują o prawdopodobieństwie trafienia w cel, a dwa ostatnie o prawdopodobieństwie rażenia celu. Wszystkie czynniki łącznie określają nam podstawowy wskaźnik - prawdopodobieństwo zestrzału celu.

Z wymienionych czynników jedynie wydajność ogniowa i moc rażąca pocisków są nam znane zawczasu, pozostałe czynniki noszące nazwę warunków strzelania zależą od rodzaju celu,

Wojskowe Szkolenia Nr. IV ... 480 Inż. gen. ...

charakteru ruchu względem strzelających baterii, stopnia wyszkolenia obsług, przygotowania sprzętu do strzelania itp.

W związku z powyższym wszelka ocena skuteczności strzelania artylerii przeciwlotniczej musi się ograniczyć do orientacyjnych wartości prawdopodobieństwa zestrzału celu określanych dla średnich warunków strzelania. Takie średnie orientacyjne wartości prawdopodobieństwa zestrzału celu powietrznego na małych wysokościach przedstawia tabela 12.

Tabela 12

Srednie orientacyjne prawdopodobieństwa zestrzału celu powietrznego przez baterię /działo/ artylerii przeciwlotniczej

a/ małego kalibru /8-działowa bat. 57 mm/x/

V_c /m/sek/ / P /m/	100	150	200	250	300	350	400
0	0,400 0,400	0,317 0,317	0,267 0,267	0,227 0,227	0,193 0,193	0,159 0,159	0,133 0,133
1000	0,492 0,362	0,396 0,283	0,336 0,237	0,2884 0,203	0,2464 0,170	0,2552 0,140	0,172 0,117
2000	0,420 0,293	0,334 0,228	0,281 0,189	0,240 0,160	0,204 0,135	0,169 0,111	0,141 0,092
3000	0,316 0,219	0,246 0,168	0,205 0,139	0,174 0,117	0,147 0,099	0,121 0,081	0,100 0,067
P_n średnie	0,400 0,317	0,325 0,241	0,274 0,201	0,233 0,169	0,198 0,144	0,164 0,118	0,137 0,094

- - - - - - - - - - - - - - - -

x/ Rozpatrzono średnią dla strzelań według danych RSA, D-49 lub celownikiem /licznik - w całej strefie ostrzału, mianownik - do parametru/. Przy $V_c > 300$ m/sek - strzelanie tylko z przelicznikiem.

b/ małego kalibru ZU-23-2 /pojedyncze działo/

V_c /m/sek/ / P /m/	100	150	200	250	300	350	400
0	0,124 / 0,124	0,094 / 0,094	0,077 / 0,077	0,064 / 0,064	0,054 / 0,054	-	-
500	0,131 / 0,094	0,099 / 0,071	0,082 / 0,058	0,068 / 0,049	0,057 / 0,041	-	-
1000	0,094 / 0,064	0,071 / 0,048	0,058 / 0,039	0,049 / 0,033	0,041 / 0,027	-	-
1500	0,064 / 0,041	0,048 / 0,031	0,039 / 0,025	0,033 / 0,021	0,027 / 0,017	-	-
R_n średnie	0,103 / 0,081	0,078 / 0,061	0,064 / 0,050	0,053 / 0,042	0,044 / 0,037	-	-

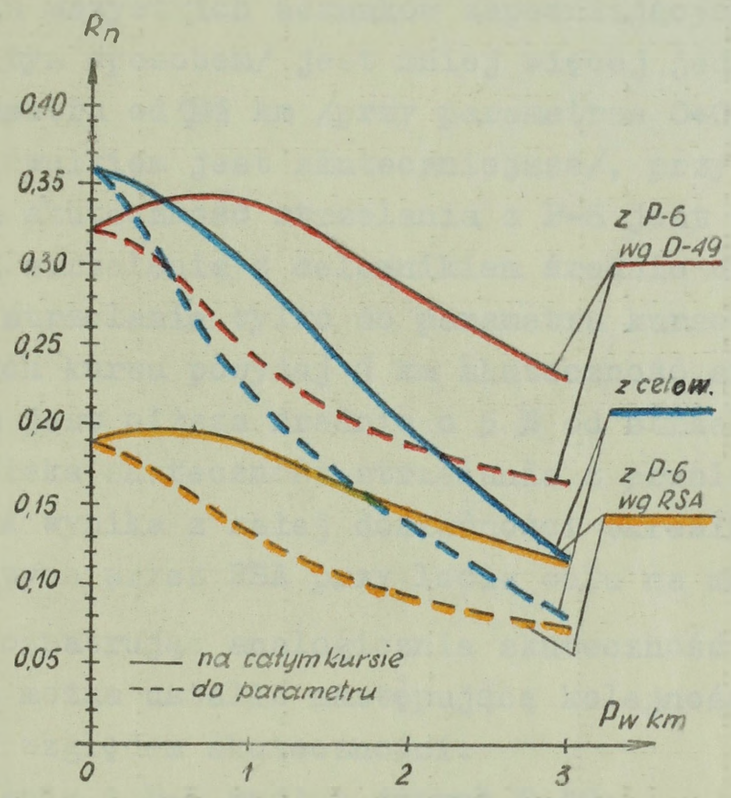
c/ średniego kalibru /8-działowa bat. 85 mm/x/

V_c m/sek / P /m/	100	150	200	250	300	350	400
0	0,281 / 0,281	0,218 / 0,218	0,181 / 0,181	0,153 / 0,153	0,129 / 0,129	0,106 / 0,106	0,088 / 0,088
1000	0,242 / 0,242	0,189 / 0,189	0,156 / 0,156	0,131 / 0,131	0,111 / 0,111	0,091 / 0,081	0,075 / 0,075
2000	0,206 / 0,206	0,158 / 0,158	0,131 / 0,131	0,110 / 0,110	0,092 / 0,092	0,075 / 0,075	0,062 / 0,062
3000	0,242 / 0,166	0,189 / 0,126	0,156 / 0,104	0,131 / 0,087	0,111 / 0,073	0,091 / 0,060	0,075 / 0,049
R średnie	0,242 / 0,219	0,189 / 0,172	0,156 / 0,143	0,131 / 0,120	0,111 / 0,101	0,091 / 0,083	0,075 / 0,069

- - - - - - - - - - - - - - -

x/ Rozpatrzono średnią dla strzałów według danych RSA i D-49 /licznik-w całej strefie ostrzału, mianownik - do parametru/.

Prawdopodobieństwa zestrzału celu podane w tabeli 12 nie dają oceny skuteczności strzelania poszczególnymi sposobami, lecz są średnimi z prawdopodobieństw strzelania poszczególnych sposobów. Chcąc ocenić skuteczność strzelania poszczególnych sposobów należy rozpatrzyć je oddzielnie /rys.11/.



Rys. 11. Prawdopodobieństwo zestrzelenia celu przez 6-działową baterię 57 mm armat przy różnych sposobach strzelania i V_c = 200 m/sek.

Z rys. 11 wynika, że sposób określania współrzędnych i sposób rozwiązania zadania spotkania pocisku z celem powoduje następującą kolejność sposobów strzelania pod względem skuteczności:

1. strzelanie z P-6 według danych D-49 /D-49 określa wszystkie współrzędne celu[x/];

- - - - - - - - - - - - - - -

x/ Odległość do celu może określać RSA, jeśli nie jest zakłócona lub nie jest zaangażowana do poszukiwania innych celów.

2. strzelanie z celownikiem /jeśli na celowniku nastawiono właściwą prędkość celu i odległość jest wprowadzona według odczytów dalmierzysty - według ZDN/;
3. strzelanie z P-6 według danych RSA.

Skuteczność strzelania z P-6 i z celownikiem /przy spełnieniu wszystkich warunków zapewniających najwyższą skuteczność tym sposobem/ jest mniej więcej jednakowa w granicach parametru od 0÷1 km /przy parametrze 0÷0,5 km strzelanie z celownikiem jest skuteczniejsze/, przy parametrach większych skuteczność strzelania z P-6 jest wyższa od skuteczności strzelania z celownikiem średnio o 9 %. Jeśli rozpatrywać strzelanie tylko do parametru kursowego, to przy parametrach kursu powyżej 1 km skuteczność strzelania z celownikiem jest niższa średnio o 5 % od strzelania z przelicznikiem. Niska skuteczność strzelania z przelicznikiem według danych RSA wynika z małej dokładności określania współrzędnych kątowych przez RSA przy locie celu na małej wysokości.

Rozpatrując analogicznie skuteczność strzelania z armat 85 mm można ustalić następującą kolejność sposobów strzelania pod względem skuteczności:
1. strzelanie z P-6 według danych D-49;
2. strzelanie z P-6 według danych RSA;
3. strzelanie celowaniem bezpośrednim.

Ustawienie na ostatnim miejscu strzelania celowaniem bezpośrednim wynika z tego, że armaty nie posiadają celownika rozwiązującego zadanie spotkania pocisku z celem, a strzelanie prowadzi się według nastaw opracowanych dla określonych warunków strzelania, które w większości wypadków nie odpowiadają rzeczywistym. Tak więc ten sposób strzelania/3/ nie może być brany pod uwagę przy $V_c > 200$ m/sek.

Prawdopodobieństwo zestrzału pojedynczego samolotu /tab.12/ przy strzelaniu jednej baterii jest za małe, aby mieć pewność nie tylko zestrzału celu, ale i wzbronienia /niedopuszczenia/ wykonania skutecznego ataku tym bardziej,

że nie zawsze cała bateria będzie mogła prowadzić strzelanie[x/].

Pewność zestrzelenia celu pojedynczego /niedopuszczenie do wykonania skutecznego ataku/ można uzyskać wtedy, gdy prawdopodobieństwo zestrzału celu pojedynczego wynosi około 90 %. Tak wysokie prawdopodobieństwo może wystąpić jedynie przy strzelaniu kilku, a nawet kilkunastu baterii do tego samego celu /tab. 13/.

Tabela 13

a/ Wymagana liczba baterii 8-działowych ześrodkowujących ogień na celu, aby uzyskać prawdopodobieństwo zestrzału 0,9[xx/].

Sprzęt	V_c/m/sek/	100	150	200	250	300	350	400
57 mm	Strzelanie w całej strefie	4,5	5,9	7,1	8,7	10,4	12,8	15,6
	strzelanie do parametru	6,0	8,4	10,3	12,4	14,8	18,3	23,3
85 mm	strzelanie w całej strefie	8,3	11,0	13,6	16,4	19,6	23,3	29,5
	strzelanie do parametru	9,3	12,2	14,9	18,0	21,6	27,6	32,2

- - - - - - - - - - -

x/ Z przeprowadzonych doświadczeń wynika, że przy rozstawieniu dział na okręgu o promieniu 30-40 m i przy strzelaniu do celów lecących na H = 50÷200 m niemożliwe jest strzelanie z dział rozmieszczonych z tyłu, ze względu na bardzo małe kąty podniesienia luf /niebezpieczeństwo rażenia ludzi i dział znajdujących się z przodu/.

xx/ Przy $V_c > 300$ m/sek - strzelanie tylko z przelicznikiem.

b/ Wymagana liczba dział ZU-23-2 ześrodkowujących ogień na celu, aby uzyskać prawdopodobieństwo zestrzału 0,9

V_c /m/sek/	100	150	200	250	300	350	400
Strzelanie w całej strefie	21,2	28,4	34,8	42,3	51,2	-	-
Strzelanie do parametru	27,3	36,6	44,9	53,7	66,6	-	-

Z danych tabeli 13 wynika, że dla osiągnięcia poziomu ufności 0,9 potrzeba ześrodkować ogień od 7÷18 baterii 57 mm, 14÷28 baterii 85 mm lub 35-67 dział ZU-23-2. Ześrodkowanie ognia takiej liczby baterii /dział/ przy strzelaniu do jednego celu praktycznie nie jest możliwe, gdyż należałoby rozmieszczać je w odległościach między sobą nieprzekraczających 200-500 m, a nawet i na jednym SO - po 2-3 baterie /w Wietnamie dla uzyskania maksymalnej liczby baterii przy ześrodkowaniu ognia tworzy się grupy baterii - kilka baterii rozmieszczonych obok siebie/. W warunkach pola walki takiego zagęszczenia środków OPL nie można uzyskać, ze względu na swobodę działania osłanianych wojsk i ich rozśrodkowanie itp. Ponadto celowe ześrodkowanie ognia przez baterie na jednym celu wymaga zorganizowanego kierowania ogniem, co przy zwalczaniu celów na małych wysokościach nie jest również możliwe /patrz rozdz.II pkt. 2/.

Tak więc w praktyce ogień na jednym celu lecącym na małej wysokości może ześrodkować nie więcej niż 2-4 baterie /przy odstępach między bateriami nie przekraczającymi 2 km/, dlatego też osiągane prawdopodobieństwo zestrzału nie przekroczy wartości podanych w tabeli 14.

Tabela 14

Prawdopodobieństwo zestrzału celu na małej wysokości przy ześrodkowaniu ognia[x/]

a/ baterii 57 mm

V_c/m/sek/	100	150	200	250	300	350	400
2 baterie á 8 dział	0,670 0,537	0,544 0,424	0,465 0,362	0,412 0,310	0,357 0,267	0,301 0,222	0,255 0,179
3 baterie á 8 dział	0,784 0,682	0,692 0,563	0,612 0,490	0,550 0,427	0,484 0,373	0,416 0,314	0,357 0,256
4 baterie á 8 dział	0,872 0,783	0,792 0,668	0,718 0,593	0,654 0,524	0,587 0,463	0,512 0,395	0,446 0,326

b/ baterii ZU-23-2[xx/]

V_c /m/sek/	100	150	200	250	300	350	400
2 baterie á 6 dział	0,728 0,634	0,622 0,528	0,546 0,457	0,401 0,397	0,420 0,344	-	-
3 baterie á 6 dział	0,859 0,781	0,768 0,677	0,695 0,601	0,628 0,534	0,559 0,470	-	-
4 baterie á 6 dział	0,926 0,866	0,856 0,777	0,794 0,705	0,730 0,636	0,664 0,562	-	-

c/ baterii 85 mm

V_c/m/sek/	100	150	200	250	300	350	400
2 baterie á 8 dział	0,426 0,390	0,342 0,315	0,288 0,266	0,245 0,226	0,210 0,192	0,174 0,159	0,144 0,133
3 baterie á 8 dział	0,565 0,524	0,466 0,433	0,399 0,371	0,344 0,319	0,298 0,274	0,249 0,229	0,208 0,193
4 baterie á 8 dział	0,670 0,628	0,567 0,531	0,493 0,461	0,430 0,401	0,376 0,347	0,317 0,293	0,267 0,249

x/ W liczniku - przy strzelaniu w całej strefie, w mianowniku - do parametru. Przy V_c > 300 m/sek - strzelanie tylko z przelicznikiem.

xx/ Przyjęto baterie ZU-23-2 w składzie 2 plutonów po 3 działa rozstawionych plutonami na SO. SO baterii w odległości nie większej niż 1,5 km względem siebie.

Biorąc pod uwagę najbardziej prawdopodobne prędkości samolotów na małych wysokościach /200÷350 m/sek/ oraz to, że do jednego celu może prowadzić strzelanie średnio 3 baterie, a w baterii nie więcej niż 2/3dział /względy bezpieczeństwa - przy bardzo małych wysokościach kąty podniesienia luf są bardzo małe - zachodzi możliwość rażenia dział i ludzi z przodu/, to średnie prawdopodobieństwo zestrzału przy ześrodkowaniu ognia wyniesie:

- dla artylerii przeciwlotniczej 57 mm - 0,288÷0,382;
- dla artylerii przeciwlotniczej 85 mm - 0,210÷0,227;
- dla artylerii przeciwlotniczej 23 mm - 0,398÷0,482.

Ponieważ prawdopodobieństwo zestrzału określone zostało dla przypadków strzelania do celu pojedynczego, zatem jest ono równe oczekiwanej liczbie zestrzałów. Łatwo zauważyć, że stopę zadanych strat /w %/ lotnictwu nieprzyjaciela przy jednym strzelaniu można obliczyć ze wzoru

$$S = \frac{R_n}{N_1} \cdot 100$$

gdzie: S - stopa zadanych strat w %,
R_n - oczekiwana liczba zestrzałów,
N_1 - liczba samolotów przelatujących nad ugrupowaniem.

Jeśli przyjmiemy, że jednocześnie na osłaniany obiekt może wykonać atak grupa składająca się z 12 samolotów, to oczekiwana stopa strat samolotów przez nieprzyjaciela wyniesie:

- dla artylerii przeciwlotniczej 57 mm - 2,4÷3,18 %,
- dla artylerii przeciwlotniczej 85 mm - 1,75÷1,89 %,
- dla artylerii przeciwlotniczej 23 mm - 3,32÷4,03 %.

6. Możliwości manewrowe artylerii przeciwlotniczej

Możliwości manewrowe oddziału /pododdziału, działa/ uzależnione są od następujących czynników:

- czasu przygotowania sprzętu do marszu;
- prędkości marszu;
- czasu osiągnięcia gotowości bojowej liczonego od momentu wjechania na stanowiska ogniowe.

Czynniki te zależą od charakterystyk taktyczno-technicznych sprzętu, stopnia wyszkolenia obsług, sytuacji taktycznej /stanu dróg, mostów, zniszczeń, regulacji ruchu, działania nieprzyjaciela naziemnego itp./, pory doby, roku. Warunki te w działaniach bojowych w zasadzie będą wywierały ujemny wpływ na manewrowość, szczególnie sprzętu holowanego przez ciągniki kołowe.

Tabela 15

Srednie dane dotyczące manewrowości baterii artylerii przeciwlotniczej /według norm/

Wyszczególnienie		Czas osiągnięcia gotowości bojowej /min/ x	Czas opuszczenia SO /min/	Prędkość marszu km/godz. xx
Bateria ZU-23-2	z celownikiem	0,5-1	1-2	20/40+75
Bateria 57 mm	z P-6 i RSA	25-35/75-95	18-21	16/60
	z celown.	6-7	18-21	
Bateria 85 mm	z P-6 i RSA	25-35/75-85	18-25	10/50
	z celowaniem bezpośrednim	8-9	18-25	
RSWP typu "JAWOR"		45-65	55-65	15/30

x/ W liczniku - bez strojenia RSA, w mianowniku - ze strojeniem RSA.

xx/ W liczniku - po bezdrożach, w mianowniku - po szosach.

Z danych tabeli 15 wynika, że pełne przygotowanie baterii do strzelania /57 i 85 mm/ może być wykonane w ciągu 1 godz. 20 min.

W warunkach dobrej widoczności czas ten tylko nieznacznie obniża możliwości bojowe artylerii przeciwlotniczej mk, gdyż baterie /działa/ mogą osiągnąć gotowość do strzelania z celownikiem po upływie 6-10 /0,5-1/ minut od momentu wjechania na stanowiska ogniowe. W warunkach złej widoczności czas osiągnięcia gotowości bojowej zależy od przygotowania do pracy RSA, przeliczników. W bateriach sk /85 mm/ czas osiągnięcia gotowości bojowej zależy przede wszystkim od przygotowania do pracy RSA i przeliczników, ponieważ strzelania celowaniem bezpośrednim do współczesnych samolotów nie można brać pod uwagę.

Czas opuszczenia stanowisk ogniowych przez baterie w warunkach pory suchej /lato/ wynosi około 20 minut, a przez RSWP typu "JAWOR" - 60 minut, jest to jeszcze dość długi czas ograniczający manewrowanie tymi środkami. W warunkach jesieni, wiosny oraz w zimie czas ten jest znacznie większy i zależy poważnie od typu i jakości ciągników użytych do holowania sprzętu oraz kwalifikacji kierowców. Te same czynniki wpływają również na marsz baterii szczególnie po drogach polnych i bezdrożach. W artylerii przeciwlotniczej /w większości oddziałów/ do holowania dział używane są samochody ciężarowo-terenowe typu ZIS-151 i Star 6x6. Uciąg tych ciągników jest wystarczający dla holowania działa S-60 /57 mm S-60-4500 kg, 85 mm wz. 1939 r. - 4900 kg/ po drogach bitych, natomiast po drogach polnych i bezdrożach - za niski /maksymalny uciąg w tych warunkach dla ZIS-151 wynosi 2500 kg a dla Stara 6x6 - 3000 kg/. Do holowania przeliczników i RSA baterie posiadają ciągniki gąsienicowe typu "MAZUR", które zapewniają pokonywanie terenów bezdrożnych, lecz mają za małą ładowność i dlatego nie mogą być typowymi ciągnikami dla dział.

Brak właściwego ciągnika dla dział powoduje zwiększenie czasów zajmowania i opuszczania stanowisk ogniowych przez baterie. W trudnych warunkach terenowych wynika konieczność wciągania na SO lub wyciągania z SO dział przy pomocy ciągników gąsienicowych /2 ciągniki etatowo w baterii/, co kilkakrotnie zwiększa czas zajmowania lub opuszczania stanowisk ogniowych.
W warunkach trudnych do działań /jesień, zima i początek wiosny/ manewr baterii, posiadającej do holowania dział samochody typu ZIS-151 i Star 6x6, będzie poważnie ograniczony a czasem wręcz niemożliwy.

Znaczny ciężar, a przede wszystkim gabaryty sprzętu /szczególnie RSWP typu "JAWOR"/ wymagają wyboru właściwych dróg, mostów, wiaduktów itp., co w warunkach bojowych ze względu na zniszczenia /zerwane mosty o większej nośności, zawały na drogach dogodnych dla ruchu, objazdy itp./może również poważnie ograniczyć a czasem wręcz uniemożliwić manewr tymi środkami.

Działa ZU-23-2, których ciężar nie przekracza 1000 kg mogą być holowane przez ciągniki samochodowe typu GAZ-63 lub "Robur" /w DPD przewiduje się do holowania tych dział samochód typu GAZ-67/. Działa te, biorąc pod uwagę czas osiągnięcia gotowości bojowej, opuszczania SO i marszu cechują się większą manewrowością niż sprzęt wyżej omówiony /zestawy bateryjne 57 mm/.

Z krótkiej oceny możliwości manewrowych sprzętu będącego w wyposażeniu wojsk OPL wynika:

1/ Ze względu na ograniczone możliwości manewrowe, wykorzystanie holowanego sprzętu artylerii przeciwlotniczej przy dynamicznym przebiegu działań, będzie ograniczone do osłony obiektów rzadko przegrupowujących się oraz obiektów stałych /mosty, lotniska itp./. Efektywność wykorzystania holowanego sprzętu /baterii 57 mm, ZU-23-2/ jest tym większa im dłużej może być on wykorzystany z jednego stanowiska ogniowego.

2/ Brak odpowiednich ciągników do holowania dział zwiększa czas wykonania manewru bateriami artylerii przeciwlotniczej /szczególnie w trudnych warunkach terenowych/ i może spowodować oderwanie się artylerii przeciwlotniczej od osłanianych obiektów i tym samym pozbawienie ich osłony.

3/ Baterie holowanych dział artylerii przeciwlotniczej powinny być wyposażone w ciągniki półgąsienicowe lub gąsienicowe o ładowności zapewniającej zabranie amunicji przypadającej na działo, części zamiennych i narzędzi, obsługi oraz uciągu w trudnych warunkach terenowych większym niż ciężar holowanego sprzętu. Oprócz tego ciągniki te powinna charakteryzować duża prędkość po drogach bitych. Ciągnik "Mazur", aczkolwiek nadaje się do holowania tak ciężkiego sprzętu jak RSA i przelicznik, to jednak posiada zbyt małą ładowność i do holowania dział raczej nie jest przydatny.

7. Ogólne wnioski z oceny sprzętu artylerii przeciwlotniczej będącego w wyposażeniu wojsk i jego przydatności do zwalczania celów na małych wysokościach

Oceniając sprzęt artylerii przeciwlotniczej będący w wyposażeniu wojsk i jego przydatność do zwalczania celów działających na małych wysokościach należy stwierdzić /ustalić/, czy odpowiada on wymaganiom wynikającym z charakerystyk współczesnego pola walki. W tym świetle sprzęt artylerii przeciwlotniczej powinien charakteryzować się następującymi walorami, tzn. być zdolny do:

- prowadzenia ognia w dowolnych warunkach meteorologicznych oraz w dzień i w nocy, odporny na zakłócenia i umożliwiający niezawodne odróżnianie "swój-obcy";
- zwalczania celów na małych /0-600 m/ i średnich /600-4000 m/ wysokościach przy prędkości ich lotu do 1,5 M oraz odległości skutecznego ognia rzędu 4-5 km;

- samodzielnego pokonywania przeszkód wodnych i terenowych oraz nadążania za osłanianymi obiektami;
- dużej wydajności i skuteczności ognia tak z miejsca, jak i w ruchu.

Ustosunkowując się do wyżej sprecyzowanych wymagań, w świetle oceny możliwości techniczno-taktycznych sprzętu artylerii przeciwlotniczej będącego w wyposażeniu wojsk przeprowadzonej w rozdziale II, można wyciągnąć szereg wniosków dotyczących jego przydatności do zwalczania celów działających na małych wysokościach i z dużymi prędkościami. Podstawowym sprzętem artylerii przeciwlotniczej będącym w wyposażeniu wojsk OPL są zestawy bateryjne dział S-60, RSA typu SON-9 lub "STRZAŁA" oraz przelicznik typu P-6-60. Sprzęt ten skonstruowany był przede wszystkim do zwalczania celów na średnich wysokościach. Działa ZU-23-2 /znajdujące się w DPD/ założeniami konstrukcyjnymi odpowiadają częściowo wymogom sprecyzowanym wyżej, niemniej jednak posiadają szereg niedostatków, które nie przemawiają za szerszym ich zastosowaniem w wojskach OPL. Wnioski, podane niżej, wypływające z oceny możliwości sprzętu artylerii przeciwlotniczej wojsk OPL oceniają stopień przydatności tego sprzętu do zwalczania celów na małej wysokości w ogóle oraz możliwość jego wykorzystania w okresie przejściowym, tzn. do czasu wprowadzenia sprzętu przystosowanego do tego typu zadań.

a/ <u>Wnioski dotyczące stacji radiolokacyjnych /RSA i RSWP/</u>

1. Z analizy możliwości wykrywania celów na małych wysokościach przez stacje radiolokacyjne, można obiektywnie stwierdzić, że artyleria przeciwlotnicza nie posiada obecnie technicznych środków zapewniających pełną wykrywalność na wysokościach od 50÷600 m.

2. RSA typu SON-9 i RSWP typu "JAWOR" zapewniają wykrycie celów /w warunkach niezakłócania/ na odległościach, które pozwalają jedynie na otwarcie ognia na odległościach około 1/2 R /promienia płaskiej strefy ostrzału/dział,

przy czym RSWP daje pewność wykrycia dopiero przy wysokościach lotu H > 500 m, na wysokościach mniejszych wykrycie celu będzie sporadyczne. Przy czym warunki stanowiska pracy stacji muszą być bardzo dobre, tzn. kąty ukrycia bliskie zeru /dla RSWP równa płaszczyzna, z lekkim nachyleniem w promieniu około 1 km/.

3. RSA typu "SON-9" i "STRZAŁA" mają zbyt małą szerokość wiązki, aby mogły samodzielnie, szybko i efektywnie poszukiwać celów powietrznych. Przy tej szerokości wiązki wymagane jest wskazanie celu dla RSA przez RSWP, co przy małych wysokościach jest praktycznie niemożliwe. Oprócz tego RSA nie posiadają obecnie urządzeń zapytujących "swój-obcy" /istnieje możliwość zamontowania tych urządzeń/, dlatego też operatorzy nie są szkoleni w tym zakresie. Gdyby nawet urządzenia te zamontowano w przypadku wojny, to jednak operatorzy nie będą umieli posługiwać się nimi. Urządzenia zapytujące "swój-obcy" powinny być zamontowane w okresie pokojowym a obsługi przeszkolone.

4. Stacje radiolokacyjne typu RSA i RSWP będące w wyposażeniu oddziałów artylerii przeciwlotniczej są mało odporne na zakłócenia. Doświadczenia wietnamskie wykazały, że stosowane przez lotnictwo amerykańskie urządzenia zakłócające są w stanie zakłócić pracę tych stacji, mimo zabiegów stosowanych zgodnie z instrukcjami o eksploatacji /zmiana częstotliwości itp./. Urządzenie TES /tłumienia ech stałych/ zastosowane w RSWP typu "JAWOR" spełnia swoje zadanie tylko częściowo, ponieważ przy tłumieniu ech stałych jest również silnie tłumiony impuls od celu, co przy odległościach rzędu 30 km /odległości wykrywania na małych wysokościach/, ogranicza możliwości wykrycia impulsu od celu przez operatora. RSA typu "STRZAŁA" jako monoimpulsowa jest bardziej odporna na zakłócenia, lecz doświadczenia wykazały, że jej zdolności wykrywania celów na małych wysokościach są jeszcze mniejsze niż RSA typu "SON-9".

5. Obydwa typy stacji /RSA, RSWP/ są zbyt ciężkim sprzętem dla oddziałów artylerii przeciwlotniczej wojsk operacyjnych. Ciężar i gabaryty wpływają ujemnie na manewrowość nie tylko stacji, ale baterii i oddziału w całości. Oprócz tego, np. stacja "SON-9" lub "STRZAŁA", potrzebują silnych ciągników gąsienicowych.

b/ Wnioski dotyczące dział artylerii przeciwlotniczej 57 i 85 mm

1. Parametry techniczne wskazują, że działa 85 mm nie można wykorzystać do zwalczania celów na małych wysokościach i w wojskach operacyjnych nie mogą być brane pod uwagę[x/], gdyż jest to sprzęt całkowicie przestarzały. Działa 57 mm mogą być wykorzystane tylko częściowo do zwalczania celów na małych wysokościach, gdyż i ich parametry techniczne nie odpowiadają wymaganiom wynikającym ze sposobów działania lotnictwa.

2. Duża odległość i przedział samolikwidacji pocisku /6000-7500 m/ powodują to, że przy znajdowaniu się wojsk i innych obiektów w promieniu 7,5 km strzelanie można prowadzić bez narażenia wojsk /obiektów/ na straty /które mogą być znaczne/ przy wysokościach H > 500 m. Strzelanie na wysokościach mniejszych może być prowadzone tylko poza sektorami zabronionymi, co w praktyce może okazać się, ze względu na dynamiczny przebieg działań, trudne do zrealizowania.

3. Zgodnie z instrukcją strzelania podstawowym sposobem strzelania jest strzelanie z przelicznikiem. Przy zwalczaniu celów na małych wysokościach /ze względu na odległość wykrycia/ są większe szanse otwarcia ognia z celownikiem. Celownik stosowany na działach 57 mm /S-60 i S-68/ - typu wektorowego wymaga określenia i wprowadzenia czynników ruchu celu. Ponieważ, przy strzelaniu do celów na małych wysokościach, nie ma czasu na ich określenie i nastawienie, zatem

- - - - - - - - - - - - - -

x/ W dalszych rozważaniach działa 85 mm nie są brane pod uwagę.

strzelanie prowadzi się na nastawach przypuszczalnych, co powoduje duże błędy strzelania a tym samym skuteczność strzelania jest mała. Oprócz tego z dział S-60 można strzelać tylko do celów nieprzekraczających prędkość 300 m/sek.

4. Stosunkowo małe prędkości celowania /naprowadzania/ powodują duże strefy ograniczenia celowania /a jeszcze większe o dużych błędach celowania/, co przy niedużej szybkostrzelności wpływa na wydajność ogniową dział, a to z kolei na skuteczność ognia. Tym bardziej jest to widoczne, gdy zachodzi konieczność celowania ręcznego.

5. Baterie wyposażone w przelicznik posiadają automatyczne /do strzelania indywidualnego - półautomatyczne[x]/ sterowanie dział przy pomocy kabli 50 m i napędów. Ta długość kabli pozwala na ustawienie dział na okręgu o promieniu do 50 m. Przy strzelaniu na małych wysokościach, ustawienie dział na okręgu /szczególnie, gdy działa są nieokopane/ eliminuje około 1/3 dział ze strzelania ze względu na bezpieczeństwo obsług i dział rozstawionych z przodu. Dogodne rozstawienie dział do zwalczania celów w określonych sektorach jest ograniczone długością kabli.

6. Czas przygotowania bezpośredniego, mimo ograniczeń czynności, jest jeszcze za długi. Aby wykorzystać przelicznik do strzelania należałoby cały czas utrzymywać go w gotowości nr 1. Na czas przygotowania bezpośredniego wpływa między innymi brak automatyzacji dowodzenia baterią przez dowódcę baterii /wszystkie komendy przekazywane są głosem i sygnałami/.

- - - - - - - - - - - - -

x/ Półautomatyczne celowanie posiadają również działa S-68.

c/ Wnioski dotyczące dział ZU-23-2

1. Działo ZU-23-2 jest typowym sprzętem do zwalczania celów na małych wysokościach, lecz poza trzema pozytywnymi charakterystykami dającymi mu przewagę nad działem 57 mm ma dużo niedostatków, które wskazują na to, że działa te nie są perspektywiczne. Do pozytywnych charakterystyk należy zaliczyć: dużą szybkostrzelność teoretyczną /do 2000 strzałów na minutę/, mały ciężar działa i wyższe prawie dwukrotnie prędkości celowaniami. Niedostatkami zaś są: stosunkowo mała szybkostrzelność praktyczna /400 strzałów na minutę/, szybkie przegrzewanie się luf /po 100 strzałach na lufę należy je zmienić/, celownik typu wektorowego z zakresem prędkości do 300 m/sek, mała pojemność magazynów oraz to, że działo jest holowane.

2. Wyposażenie działa tylko w celownik wektorowy/optyczny/ sprowadza do tego, że strzelanie z dział ZU-23-2 można prowadzić tylko w warunkach dobrej widoczności, a dokładność rozwiązania zadania spotkania pocisku z celem jest tego samego rzędu co i w dziale 57 mm.

3. Tak samo jak w działach 57 mm występuje ograniczenie strzelania na bardzo małych wysokościach ze względu na otrzymywanie strzałów uderzeniowych. Strzelanie bez ograniczeń można prowadzić przy $H > 300$ m.

d/ Wnioski ogólne

1. Uogólniając należy stwierdzić, że działa 57 mm oraz działa ZU-23-2 nie są w stanie zapewnić osłony przeciwlotniczej wojskom na polu walki. Tak jeden jak i drugi kaliber jest mało manewrowy, ograniczony w zwalczaniu celów w warunkach złej widoczności /ZU-23-2 i S-68 całkowicie, S-60 z RSA- częściowo/. Skuteczność dział jest prawie jednakowa, z tą różnicą że działo ZU-23-2 ma wyższą skuteczność na małej wysokości a 57 mm - na średniej. Są to więc działa, które mogą wzajemnie uzupełniać się.

2. Do zwalczania celów na małych wysokościach potrzebne są stacje radiolokacyjne mające możliwość samodzielnego poszukiwania celów /bez wskazywania/, tzn. stacje powinny pracować na dwóch szerokościach wiązki promieniowania:
- dużej szerokości w czasie poszukiwania;
- małej szerokości w czasie śledzenia wykrytego celu.

3. Mając do dyspozycji działa 57 mm i działa 23 mm[x/] i biorąc pod uwagę, że sprzęt ten tylko uzupełnia się wzajemnie, należałoby do osłony obiektów przydzielać jeden i drugi kaliber lub posiadać oddziały o mieszanym składzie. Taka organizacja osłony obiektów polepsza możliwości zwalczania celów na małych wysokościach oraz nurkowców.

4. Starzenie sprzętu 57 mm i ZU-23-2 postępuje bardzo szybko a jego przydatność ogranicza się do kilku najbliższych lat. Działa 57 mm powinny być zastępowane przez sprzęt jakościowo lepszy /skuteczniejszy i bardziej manewrowy/. Działa te można wykorzystać w wojskach OTK. Również działa ZU-23-2 nie są perspektywiczne jako sprzęt artylerii przeciwlotniczej, ze względu na zasięg skutecznego ognia, przyrządy celownicze, szybkie przegrzewanie się luf i ograniczoną manewrowość. Lufa i automat tego działa może być jedynie wykorzystana do uzbrojenia indywidzalnego transporterów, a nawet czołgów. Przemawia za tym większa moc rażąca pocisku oraz wyższa szybkostrzelność niż WKMcz. Taka adaptacja działka 23 mm wymaga jednak opracowania bardziej dokładnego celownika obsługiwanego przez jednego człowieka.

x

x x

- - - - - - - - - - - - - - -

x/ Działa ZU-23-2 znajdują się w WP w ograniczonej ilości, dlatego ten wniosek jest czysto teoretyczny.

III. ORGANIZACJA ZWALCZANIA SAMOLOTOW NA MAŁYCH WYSOKOSCIACH[x/]

Zwalczanie samolotów działających na małych wysokościach z dużymi prędkościami /200-400 m/sek/ może być realizowane tylko w przypadku maksymalnego i właściwego wykorzystania możliwości bojowych sprzętu artylerii przeciwlotniczej. Oczywiście skuteczność zwalczania celów na małych wysokościach zależy od tego w jakim stopniu parametry sprzętu odpowiadają wymogom wynikającym ze współczesnego pola walki. Możliwości ogniowe danego sprzętu mogą być w maksymalnym stopniu wykorzystane jeśli zostanie zapewnione właściwe /a/:

1. ugrupowanie bojowe oddziału artylerii przeciwlotniczej;
2. organizacja wykrywania samolotów na małej wysokości;
3. przygotowanie i kierowanie ogniem baterii/oddziału/.

1. Ugrupowanie bojowe oddziału artylerii przeciwlotniczej

Ugrupowanie bojowe oddziału artylerii przeciwlotniczej zależy od wielu czynników charakteryzujących obiekt osłony, działania lotnictwa, możliwości ogniowych itp. Podejmując decyzję co do ugrupowania bojowego oddziału /biorąc dowolny obiekt osłony/ w większej lub mniejszej mierze /zależnie od konkretnej sytuacji/, należy wziąć pod uwagę następujące czynniki:[xx/]

- prawdopodobne kierunki zapewniające lotnictwu nieprzyjaciela dogodne warunki podejścia i wykonania ataku na osłaniany obiekt;
- prawdopodobne sposoby wykonania ataku i środki rażenia;
- warunki terenowe rozmieszczenia sprzętu i pracy bojowej baterii /w tym środków wykrywania celów powietrznych/;

x /Dotyczy sprzętu będącego w wyposażeniu wojsk.

xx/Rozpatrując ugrupowanie bojowe oddziału artylerii przeciwlotniczej biorę pod uwagę przede wszystkim czynniki dotyczące zwalczania celów na małych wysokościach. Oczywiście, jeśli sprzęt może zwalczać cele na średnich wysokościach, to w podejmowaniu decyzji co do ugrupowania bojowego należy uwzględnić wszystkie czynniki wpływające na nie, a zależne od danego pasa wysokości.

- możliwości ogniowe baterii jako samodzielnych pododdziałów oraz oddziału w całości.

W warunkach użycia broni jądrowej dodatkowo należy ocenić:

- najbardziej prawdopodobne kierunki i sposoby wykonania ataku bronią jądrową;
- prawdopodobny wagomiar broni i strefę rażenia z tym związaną.

Ocenianie prawdopodobnych kierunków podejścia samolotów do osłanianego obiektu nie jest konieczne w przypadku dysponowania dużą liczbą baterii, gdyż jest możliwe zapewnienie obrony z jednakową skutecznością przy atakach z dowolnego kierunku. W rzeczywistości dowódca oddziału dysponuje najczęściej ograniczoną liczbą baterii /4-6/ co wymaga skupienia wysiłku osłony na najbardziej prawdopodobnych kierunkach nalotu. Jak wiadomo działanie na małych wysokościach poważnie skraca taktyczny promień działania samolotów, stąd też należałoby wyciągnąć wniosek, że dolot do obiektów/szczególnie położonych głębiej/ będzie wykonywany najkrótszymi trasami, z omijaniem rejonów bronionych przez naziemne środki przeciwlotnicze. Czynnikiem wskazującym również na prawdopodobne kierunki nalotu jest teren i sposób ataku. Z działań w Wietnamie wynika, że lotnictwo nieprzyjaciela wykonywało ataki z małych wysokości z kierunków zapewniających skryte podejście, posiadających duże przedmiotów /punktów/ orientacyjnych pozwalających wyjść na obiekt, wykrycie go i skuteczne zaatakowanie z jednego zalotu /dotyczy to przede wszystkim obiektów bronionych przez naziemne środki OPL/. Kolejnym czynnikiem jest dogodność wykonania ataku danym sposobem i danymi środkami rażenia.

Podczas oceny prawdopodobnych kierunków ataku największą uwagę należy zwrócić na te, z których nieprzyjaciel może wykonać atak przy pierwszym zalocie. Jeśli obiekt ataku nie zostanie wykryty przez pilota przy pierwszym zalocie,to atak może być powtórzony z tego samego kierunku, z kierunku

zmienionego o 180° lub 90°. Wykonywanie manewru przez pilota w rejonie obiektu ataku w celu powtórnego zalotu przedłuża czas przebywania w strefie ognia artylerii, nie jest zaskoczeniem i nie stwarza takiego zagrożenia jak atak z trasy. Stąd też osłona obiektu powinna być najsilniejsza na najbardziej prawdopodobnych kierunkach nalotu. Zgrupowanie artylerii przeciwlotniczej na najbardziej prawdopodobnym kierunku nalotu stwarza ryzyko osłabienia osłony na innych, gdyż nie ma pewności, że nieprzyjaciel postąpi tak jak wynika to z naszej oceny. Jeśli nieprzyjaciel zadziała zgodnie z naszymi przypuszczeniami, to zwiększają się szanse odparcia nalotu.

Rozmieszczenie baterii /dział/ względem obiektu osłony uzależnione jest od sposobów wykonywania ataków, głównie od położenia prawdopodobnej rubieży bombardowania /ataku/. Ponieważ samoloty myśliwsko-bombowe przy jednym zalocie mogą użyć kilku środków rażenia /np. bomby zwykłe, NPR, broń pokładową lub NPR, broń pokładową i bomby napalmowe itp./, dlatego oceniając sposoby ataków należy brać pod uwagę prawdopodobną rubież bombardowania /ataku/ najdalej położoną względem osłanianego obiektu. Przy czym należy zawsze liczyć się z tym, że atak współczesnymi środkami rażenia może być wykonany: z lotu poziomego /lub przy małych kątach nachylenia kursu - do 20°/, z lotu nurkowego - przy kątach nachylenia kursu 20-60° i więcej oraz ze wznoszenia pod kątami od 40-110°.

Najdalej położona jest prawdopodobna rubież bombardowania bombami atomowymi przy kątach wznoszenia 40-60°. Dla tego sposobu prawdopodobna rubież bombardowania położona jest w odległości 4-7 km od obiektu ataku. W warunkach wojny konwencjonalnej i działania z małych wysokości najdalej jest położona rubież ukończenia naprowadzania KPR "powietrze-ziemia" - 3,3÷4,4 km oraz bombardowania z lotu poziomego bombami zwykłymi - 1,7÷3,2 km /patrz załącznik nr 1/. Biorąc pod uwagę powyższe, aby uzyskać możliwość strzelania do samolotu przed wykonaniem ataku conajmniej do parametru kursu,

baterie /działa/ należy rozmieszczać w odległości rzędu 3-4 km od obiektu osłony /załącznik 4 rys. 1 i 2/. Ponieważ każdy obiekt może być bombardowany /atakowany/ z lotu nurkowego, gdzie prawdopodobna rubież bombardowania /ataku/położona jest w odległości 1,2÷2 km, dlatego należy część baterii /dział/ rozmieścić w odległości 0,5÷1 km /57 mm/ lub 1÷1,5 km /23 mm[x/]/. Dla zapewnienia zwalczania celów atakujących bombami atomowymi odległość baterii /dział/ od obiektu poważnie wzrasta i wynosi 4-7 km. Wybór odległości wysunięcia baterii względem obiektu na najbardziej prawdopodobnych kierunkach nalotu, determinują najskuteczniejsze sposoby ataku i środki rażenia stosowane przez nieprzyjaciela.Ponieważ działa 23 mm nie mogą zapewnić zwalczania samolotów nurkujących, a działa 57 mm - samolotów atakujących z małych wysokości zachodzi konieczność osłaniania obiektów używając artylerię przeciwlotniczą kompleksowo.Współczesne sposoby ataku oraz środki niszczenia używane przez lotnictwo wymagają odejścia od zasady przydzielania do osłony obiektu jednego typu artylerii przeciwlotniczej. Każdy ważniejszy obiekt osłony należy bronić przez kompleksowe użycie artylerii przeciwlotniczej. Chodzi przede wszystkim o to, aby nie stwarzać pasów wysokości, w których lotnictwo nieprzyjaciela mogłoby działać swobodniej i przy mniejszych stratach w samolotach. Na przykład jeśli obiekt będzie osłaniany tylko przez artylerię przeciwlotniczą 57 mm, to największe straty nieprzyjaciel otrzyma w pasie wysokości 1000-2500 m, w pasie wysokości do 1000 m straty będą 2-2,5 razy niższe. Odwrotnie - osłaniając obiekt tylko przez artylerię przeciwlotniczą 23 mm, stwarza się swobodne działanie lotnictwa nieprzyjaciela na wysokościach powyżej 1500-2000 m, gdzie straty będą bliskie zeru. Przy użyciu kompleksowym artylerii przeciwlotniczej najlepsze warunki osłony można uzyskać rozmieszczając baterie 57 mm na odległości 0,5-2 km, a baterie /zestawy/ 23 mm na odległości 2÷4 km od obiektu /załącznik 4 rys.3/.

x/ Działa 23 mm tylko w ograniczonym zakresie mogą zwalczać cele nurkujące przy λ do 30^{0} /w końcowej fazie lotu/.

Ze względu na skuteczność strzelania baterie/działa/ należy rozmieszczać jak najbliżej przypuszczalnych kierunków nalotów /do 1 km/. Przemawiają za tym dwa czynniki: po pierwsze strzelanie do niskolecących celów w większości przypadków będzie prowadzone z celownikiem /szybsza reakcja na późno wykryte cele, skuteczność strzelania nieco wyższa niż z przelicznikiem szczególnie przy P = 0÷500 m/; po drugie w miarę wzrostu wysokości lotu celu /od wysokości 1500-2000 m/ skuteczność strzelania z przelicznikiem jest największa przy zerowych parametrach kursu. Tak więc rozmieszczając baterie musimy dążyć do zapewnienia nie tylko najlepszych warunków zwalczania celów na małych wysokościach, lecz również na średnich.

Odległośći między bateriami uzależnione są od skuteczności strzelania i bezpieczeństwa sąsiednich baterii /w czasie strzelania do celów lecących na bardzo małych wysokościach otrzymuje się strzały uderzeniowe, które mogą razić sąsiednie baterie, gdy na ich kierunku będzie prowadzone strzelanie/. Skuteczność strzelania zależy od liczby baterii,które mogą ześrodkować ogień /patrz tab. 14/ na tym samym celu. Ześrodkowanie ognia jest możliwe jeśli odległości między bateriami /działami/ nie przekraczają 0,5÷0,75 praktycznego promienia płaskiej strefy ostrzału /R/, tzn. odległości między bateriami /działami/ nie powinny przekraczać R×/0,5÷0,75/, co dla artylerii przeciwlotniczej 57 mm wynosi 1,5÷2,3 km, a dla 23 mm - 1,o÷1-5 km. Jeśli założymy, że baterie artylerii przeciwlotniczej powinny prowadzić strzelanie,z zachowaniem wzajemnego bezpieczeństwa, do celów lecących na wysokości rzędu 50 m, to odległości między bateriami /57 i 23 mm/ nie będą większe niż 1,2 km przy ustawieniu w kwadrat i 1,5 km przy ustawieniu w trójkąt[x/] /załącznik 4 rys. 4/.

- - - - - - - - - - - - -

x/ Przy ustawieniu w trójkąt kątem w tył /do obiektu/ uzyskuje się lepsze warunki strzelań.

Przyjmując większe odstępy między bateriami należy poszczególnym bateriom wyznaczyć sektory zabronione[x/], w których możliwe będzie strzelanie do celów lecących na wysokościach powyżej 300 m dla 23 mm i 500 m dla 57 mm. Szerokość sektora dająca bezpieczeństwo sąsiednim bateriom nie powinna być mniejsza od kąta γ = 2-00 /Srednia wartość uchylenia wszerz wynosi 0-10. Aby nie ostrzelać sąsiedniej baterii należy przerwać strzelanie w momencie, gdy kąt między kierunkiem na punkt wyprzedzony a kierunkiem na sąsiednią baterię będzie równy:

$$1/2\ \gamma = 5 \cdot r_z + \Delta = 5 \cdot 10 + 50 = 100$$
$$\gamma = 2 \cdot 100 = 200 = 2\text{-}00.$$

gdzie: Δ - maksymalny błąd systematyczny, który może wystąpić w czasie strzelania/.

Warunki terenowe rozmieszczenia baterii poważnie wpływają na możliwości otwarcia ognia do celów na małych wysokościach, co ma bezpośredni wpływ na skuteczność strzelania. Jak wynika z rozważań przeprowadzonych w II rozdziale pracy możliwość strzelania do celów na małych wysokościach istnieje jedynie w terenie otwartym, gdy kąty ukrycia nie przekraczają 0-10. Im bardziej teren wybrany na stanowisko ogniowe będzie otwarty, tym większe są: prawdopodobieństwo wykrycia celu lecącego na małej wysokości, możliwości otwarcia i ześrodkowania ognia.

Konieczność uwzględnienia tych czynników wynika z ogólnej definicji optymalnego ugrupowania: "za optymalne ugrupowanie uważamy taki wariant ugrupowania, który odpowiada wymogom taktycznym /dobre warunki wykrycia celów, dowodzenia, maskowania, zaopatrywania, OPBmar itp./ a prawdopodobieństwa osłony obiektu przyjmują wartości możliwie największe".

---

x/ Oprócz sektorów zabronionych wyżej wymienionych należy mieć na uwadze i sektory zapewniające bezpieczeństwo osłanianego obiektu i innych wojsk znajdujących się w rejonie rozmieszczenia artylerii przeciwlotniczej.

Lotnictwo przeciwnika będzie dążyło zawsze do zrealizowania dwóch zasadniczych celów, tzn. przeniknięcia do obiektu ataku i jego zniszczenia. Wykonanie zadania przez lotnictwo będzie możliwe jeśli iloczyn /Q_w/ prawdopodobieństw przeniknięcia do obiektu /Q_p/ i zniszczenia obiektu /Q_z/ będzie jak największy. Prawdopodobieństwo przeniknięcia do obiektu będzie zależało od stanu obrony przeciwlotniczej /wszystkich środków OPL na drodze do obiektu, a przede wszystkim w rejonie obiektu/, natomiast prawdopodobieństwo zniszczenia obiektu-od warunków wykonania ataku /wykrycia obiektu, możliwości zastosowania najdokładniejszych sposobów ataku, środków rażenia itp./. Iloczyn prawdpodobieństw /$Q_p \cdot Q_z$/ będzie różny dla różnych kierunków, a maksymalne wartości wystąpią na tych kierunkach, na których będzie największe prawdopodobieństwo przeniknięcia i największe prawdopodobieństwo zniszczenia obiektu.

Artyleria przeciwlotnicza dąży do zrealizowania jednego podstawowego zadania - niedopuszczenia do zniszczenia obiektu przez lotnictwo przeciwnika. Ponieważ nie ma pewności co do wyboru kierunku i sposobu ataku przez przeciwnika, najprostszym rozwiązaniem, lecz nie ekonomicznym /jeśli dysponujemy dużą ilością środków OPL/ byłoby równomierne rozmieszczenie baterii /dział/ artylerii przeciwlotniczej wokół obiektu na conajmniej dwu okręgach o promieniu 3-4 km i 0,5-1 km. Biorąc pod uwagę wyżej omówione dostępy między bateriami, takie rozwiązanie wymaga 16-20 baterii artylerii przeciwlotniczej, przy zachowaniu stopy strat na poszczególnych kierunkach nalotów odpowiadającej ześrodkowaniu ognia trzech baterii. Skupienie takiej ilości baterii do osłony obiektu jest nieekonomiczne i praktycznie niemożliwe /dotyczy obiektów niedużych/.

Tak więc słusznym rozwiązaniem ugrupowania bojowego w dowolnych warunkach jest znalezienie najkorzystniejszego wariantu /uwzględniającego wyżej wymienione czynniki/, przy których główny wysiłek obrony przeciwlotniczej będzie

skupiony na kierunkach, gdzie według przeciwnika jest największe prawdopodobieństwo zniszczenia obiektu. Takich dogodnych kierunków ataku może być kilka, na przykład atakowanie celów podłużnych /mosty, pasy startowe na lotniskach itp./ najdogodniejsze jest z kierunków odchylonych od podłużnej osi do 30°, tzn. ataki na taki obiekt najprawdopodobniejsze są z dwóch kierunków w sektorach 60° /łącznie 120°/ co stanowi 1/3 całego sektora obrony /załącznik 4, rys. 5/.

Ponieważ do jednego celu działającego na małej wysokości nie można ześrodkować ognia więcej niż 3 baterii/średnio/, to aby zapewnić stopę strat na każdym kierunku, odpowiadającą prawdopodobieństwom zestrzału podanym w tabeli 14, należy do osłony obiektu wyznaczyć minimum:

$$N_{bat} = 3 \cdot K + /2 \div 3/,$$

gdzie: N_{bat} - minimalna liczba baterii do osłony obiektu;
3 - liczba baterii na prawdopodobnym kierunku nalotu;
K - liczba podstawowych kierunków ataku;
2÷3 - minimalna liczba baterii do zwalczania samolotów nurkujących.

Na przykład: Most może być atakowany z lotu poziomego i nurkowego. Najdogodniejszych kierunków do ataku z lotu poziomego jest dwa, z lotu nurkowego dowolna liczba. Zatem aby uniemożliwić swobodne działanie przeciwnika należy dla osłony mostu zaangażować minimum $N_{bat} = 3 \cdot 2 /2 \div 3/ = 8-9$ baterii.

Z rozważań przeprowadzonych w rozdziale II wynika, że do celów działających na bardzo małych wysokościach może prowadzić ogień nie więcej niż 2/3 /1/2/ dział baterii ustawionych na okręgu o promieniu 30-40 m, pozostałe działa mogą strzelać, gdy $H \geq 400$ m, a przy $H < 400$ m mogą włączyć się do strzelania w momencie gdy kąt podniesienia przekroczy $6-7^{\circ}$ /odległości otwarcia ognia przedstawiają się następująco: przy H = 300 m - D ≈ 2200 m, przy H = 200 m - 1600 m, a przy H = 100 m - 800 m/. Jeśli baterii 57 mm wyznaczono

zasadniczy sektor strzelania, to główny jej wysiłek należy skupić w danym sektorze, zatem rozstawienie dział powinno odpowiadać najlepszym warunkom strzelania w danym sektorze, co można uzyskać rozstawiając je na łuku zwróconym do sektora strzelania i opartym na cięciwie około 100 m. Rozstawienie dział w baterii nie na okręgu, lecz na łuku o cięciwie około 100 m /długość cięciwy uzależniona od długości kabli - 2 x 50 m/ pozwala prowadzić strzelanie do parametru, nawet przy wysokościach lotu celu rzędu 50 m i mniej, całej baterii sześciodziałowej. Więcej dział na tej długości łuku nie można ustawić, gdyż odległości między nimi będą mniejsze niż 20 m /załącznik 4 rys. 6/. Oczywiście ten sposób rozstawienia dział ma zalety i wady. Zaleta - to możliwość strzelania wszystkich dział baterii do samolotów działających z bardzo małych wysokości i nadlatujących na obiekt w określonym sektorze. Wada - ograniczenie strzelania do samolotów nadlatujących w sektorach usytuowanych prostopadle do najbardziej prawdopodobnego sektora strzelania. W bateriach ośmiodziałowych dwa działa nie można ustawić na łuku /ze względu na długość kabli/ i mogą być one wykorzystane do strzelania w zasadniczym sektorze tylko częściowo. Z tych dział można w miarę konieczności organizować plutony /baterie/ wędrowne do strzelania z celownikiem na kierunkach nie osłanianych itp. Na przykład w pułku sześciobateryjnym /po 8 dział w baterii/ można zorganizować 2-4 plutony 3-działowe lub 1-2 baterie 6-działowe. Z baterii przeznaczonych do zwalczania nurkowców /baterie rozmieszczone przy obiekcie/ nie należy zabierać dział, gdyż do samolotów nurkujących ogień mogą prowadzić wszystkie działa baterii.

W bateriach, gdzie istnieje niezależność dział od przelicznika czynnik ten jest nieistotny, gdyż działa można rozmieścić tak, że będą mogły prowadzić strzelanie z zapewnieniem bezpieczeństwa sąsiednim działom.

Rozstawienie dział baterii 57 mm na łuku celowe jest jedynie w przypadku, gdy te baterie będą wysunięte na kierunek najbardziej prawdopodobnego nalotu, w innych przypadkach działa baterii należy rozstawiać na okręgu, gdyż ten sposób jest najbardziej ogólnym.

2. Organizacja wykrywania samolotów na małej wysokości

Właściwa organizacja wykrywania samolotów przeciwnika jest podstawowym elementem zapewniającym walkę z nimi. Organizację wykrywania celów powietrznych etatowymi środkami należy dokładnie rozgraniczyć i wydzielić wysokości małe od średnich. Taki podział wynika z możliwości wykrywania przez środki oddziału i środki baterii. Z rozważań w rozdziale II wynika, że RSWP typu "JAWOR" może zapewnić wykrywanie celów powietrznych na wymaganych odległościach przy wysokościach lotu większych niż 500-600 m. W pasie małych wysokości /do 500-600 m/ wykrywanie może być sporadyczne, zatem nie można liczyć na RSWP przy zwalczaniu celów na tych wysokościach. Jeśli RSWP wykryje cele na tych wysokościach, to przekazane informacje o nich na baterie mogą tylko dopomóc bateriom w wykryciu i ostrzelaniu wybranego celu. Dlatego też odpowiedzialność za wykrywanie celów na małych wysokościach muszą ponosić baterie.

Podstawowym środkiem radiolokacyjnym wykrywania celów na małych wysokościach są RSA[x/]. Dlatego w oddziałach artylerii przeciwlotniczej należy zwrócić szczególną uwagę na organizację wykrywania celów przy pomocy tych stacji, uzupełniając je w miarę możliwości informacjami przekazanymi z RSWP i obserwacją wzrokową. Każdy z tych sposobów winien być realizowany równocześnie.

- - - - - - - - - - -

x/ Stwierdzenie takie dotyczy RSA typu SON-9A i jej odmian. Jak już podkreślano stacje typu "STRZAŁA" nie nadają się do wykrywania celów na małych H. Aby stwierdzić napewno jej możliwości, należy przeprowadzić jeszcze dodatkowo badania przy większej ilości stacji typu "STRZAŁA".

Ponieważ w powyższym układzie, baterie mają zwrócić szczególną uwagę na wykrywanie celów na małych wysokościach, zatem środki oddziału /RSWP/ muszą ponosić odpowiedzialność za wykrywanie celów na średnich wysokościach. Zapewnić to można jedynie przez ciągłą pracę RSWP. Zagadnienie ciągłej pracy RSWP w oddziale /jako urządzenia/ upraszcza się jeśli oddział ma dwie stacje /na przykład pułki o organizącji dywizjonowej[x]/ wystarczy ustalić dyżury stacji w czasie 4-6 godzin /czas pracy bez przerwy agregatu zasilania/. W oddziale, który posiada jedną RSWP potrzebne są dwa agregaty, aby zapewnić ciągłą pracę RSWP. Drugim czynnikiem wpływającym na ciągłość skutecznego wykrywania celów jest czas pracy operatorów. Praktyka wykazała, że operator, bez uszczerbku dla efektywności wykrywania, może pracować nie więcej niż 4-6 godzin[xx]/. Stąd wynika konieczność posiadania conajmniej dwóch zmian obsług RSWP.

Wykrywanie celów działających na małych wysokościach przez środki bateryjne decentralizuje oczywiście kierowanie ogniem. Dlatego też sztab oddziału organizując rozpoznanie powinien w wytycznych dotyczących rozpoznania dać wyczerpujące wskazówki dowódcom baterii co do:

- najbardziej prawdopodobnych kierunków nalotów;
- sposoby prowadzenia obserwacji - okrężnie czy w sektorach z wyznaczeniem ich granic;
- częstotliwości pracy stacji i ich zmiany;
- sygnałów rozpoznania lotnictwa własnego;
- czasu pracy stacji poszczególnych baterii.

- - - - - - - - - - - -

x/ W zagadnieniu 1 tego rozdziału stwierdzono, że do osłony obiektu, aby zapewnić prowadzenie ognia do celów atakujących go różnymi sposobami z małych wysokości, należy użyć około 9 baterii /przy dwóch kierunkach ataku/. Stąd też wydaje się niecelowe przydzielanie dywizjonowi obiektu do osłony.

xx/ Maksymalny czas pracy operatora, przy średniej intensywności celów /6-8 celów na minutę/.

Ponieważ utrzymanie w stanie gotowości numer jeden wszystkich RSA jest praktycznie niemożliwe /ograniczenie czasu pracy agregatów i operatorów do 4-6 godzin/, dlatego najbardziej realne i celowe jest organizowanie okrężnego poszukiwania celów przez baterie /stacje/ dyżurne. Dyżurne stacje powinny poszukiwać celów przy stałym kącie położenia anteny. Z obliczeń wynika /tabela 5 załącznik 2/, że średni kąt położenia anteny RSA przy poszukiwaniu celów na wysokościach do 600-1000 m waha się w granicach 0-30÷0-50. Liczba stacji dyżurnych zależy od liczby zasadniczych kierunków ataku. Na każdym kierunku powinna pracować jedna RSA /wynika to z tego, że odległości między bateriami wysuniętymi na poszczególnych kierunkach będą rzędu 6-8 km/. Ponieważ RSA baterii wysuniętej na określonym kierunku względem obiektu nie zapewnia wskazania celu /atakującego obiekt z innego kierunku/ dla baterii osłaniających obiekt na innym kierunku, dlatego w wypatrywaniu okrężnym należy szczególną uwagę zwracać na sektor strzelania tych baterii, w których skład wchodzi dyżurna RSA. Na przykład: atak na obiekt może być przeprowadzony z dwóch zasadniczych kierunków: nr 1 i nr 2. Wyznaczono na każdym kierunku po jednej dyżurnej RSA: RSA_1 i RSA_2. Baterie rozmieszczone na poszczególnych kierunkach otrzymały sektory odpowiedzialności nr 1 i nr 2. Dyżurne RSA pracują okrężnie z uwzględnieniem sektorów odpowiedzialności RSA_1 - sektor nr 1, RSA_2 - sektor nr 2.

Maksymalne szerokości sektora strzelania /poszukiwania szczegółowego/ na kierunkach zasadniczych /najbardziej zagrożonych/ nie powinny przekraczać 20-00 /120°/. Zazębienie sektorów poszukiwania powinno być w odległości 4-5 km. Jest to minimalna odległość wykrycia celu przez baterię.

Poszukiwanie celów tylko w wyznaczonym sektorze jest celowe w czasie gotowości numer jeden całego oddziału i jeśli baterie odpowiedzialne są tylko i wyłącznie za wyznaczone sektory. W innych przypadkach, tzn. gdy bateria obowiązana jest zwalczać cele lecące z różnych kierunków, poszukiwanie okrężne powinno być sposobem podstawowym, gdyż usamodzielnia baterię w wykrywaniu celów.

Rozpoznanie radiolokacyjne przy pomocy RSA nie jest w stanie zapewnić wykrycia wszystkich celów lecących na małych wysokościach w warunkach normalnych, a w przypadku stosowania zakłóceń przez przeciwnika możliwości wykrywania mogą poważnie się obniżyć a nawet równać się zeru. Oprócz tego agregaty jak i operatorzy nie są zamienni, zatem i czas pracy stacji będzie ograniczony. Wykrywanie celów na małej wysokości przy pomocy RSA jest możliwe tylko w przypadku, gdy RSA pracuje bez przerw.

Dlatego też rozpoznanie radiolokacyjne musi być dublowane rozpoznaniem wzrokowym.

Obserwacja wzrokowa ze stanowiska baterii może zapewnić wykrycie celu na czas tylko dla baterii będącej w gotowości numer jeden, gdyż przy przeciętnej przejrzystości powietrza, odległość wykrycia celu jest rzędu 5 km. W czasie gotowości numer jeden cały stan osobowy baterii powinien wypatrywać celów. Do wypatrywania należy zaangażować wszystkie przyrządy optyczne /D-49, TZK/, które powinny poszukiwać cele na małej wysokości na tych samych zasadach co RSA, tzn. przy stałym kącie położenia /0-20÷0-30/ i w sektorze odpowiedzialności baterii[x/]. Jeśli bateria znajduje się w gotowości numer dwa, to do obserwacji wzrokowej należy wyznaczyć dyżurnych obserwatorów na każdym dziale, którzy powinni poszukiwać celów w sektorze bateryjnym oraz obserwatorów /1-2/ do poszukiwania okrężnego.

W praktyce nie zawsze będzie możliwe wybranie takiego stanowiska ogniowego dla baterii, aby kąty ukrycia nie przekraczały 0-10. Mogą istnieć kierunki, które ze względu na rzeźbę lub pokrycie terenu będą utrudniały prowadzenie obserwacji tak przez stacje radiolokacyjne /RSA/, jak i przez obserwatorów baterii. W tych przypadkach wydaje się celowa organizacja wysuniętych posterunków obserwacji wzrokowej /WPOW/.

---

x/ Dalmierzem D-49 i lornetą TZK można prowadzić poszukiwanie tylko w sektorze. Ze względu na nieduże pole widzenia tych przyrządów przy poszukiwaniu okrężnym prawdopodobieństwo wykrycia celu jest małe.

Wysunięte posterunki obserwacji wzrokowej należy rozmieszczać na odległości nie mniejszej niż 10-12 km od baterii 57 /85/ mm i 8 km dla ZU-23-2 /wzięto pod uwagę najbardziej prawdopodobne prędkości celu - 300 m/sek - tabela 16 i 17/.

Tabela 16

Czasy przygotowania baterii /dział/ do strzelania w sek przy wysuniętych posterunkach obserwacji wzrokowej[x/]

Czynność /nazwa/		Czas trwania czynności z	
		P-6	celownikiem
Przekazanie meldunku z WPOW na SO	$-T_M$	5	5/5
Podanie komendy	$-T_k$	5	5/5
Wykrycie celu przez baterię /działo/	$-T_w$	20	20/20
Czas roboczy baterii /dział/	$-T_{rob}$	10	2/2
Czas lotu pocisku	-t	5	5/4
Czas sumaryczny	$-T_{sum}$	45	37/36

Tabela 17

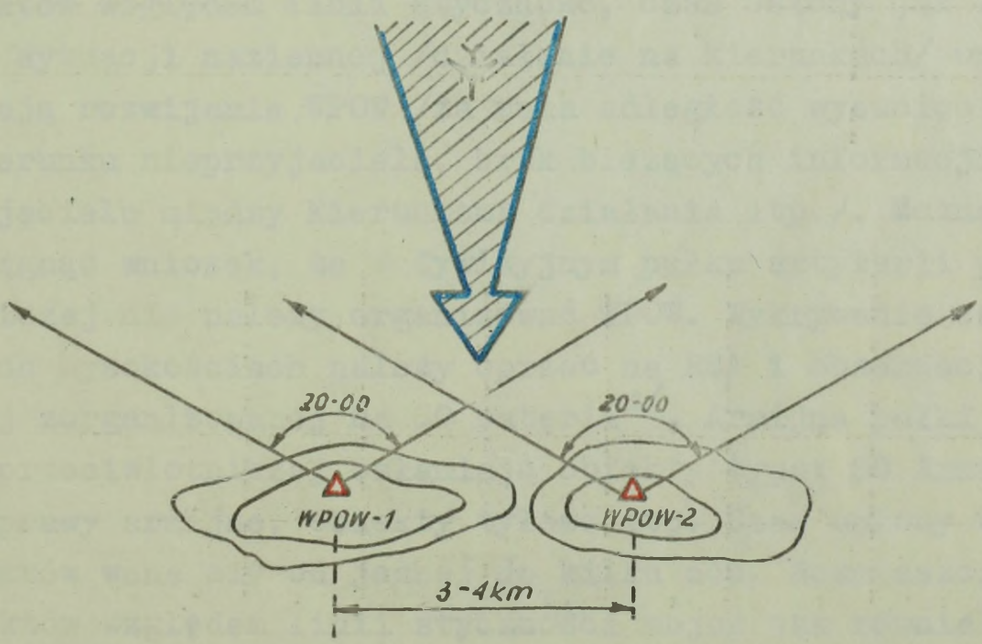
Odległość wysunięcia WPOW w km

V_c /m/sek/		100	150	200	250	300	350	400
57 mm	Strzelanie z P-6	3,0	5,3	7,5	9,8	12,0	14,3	16,5
85 mm	Strzelanie z celown.	2,2	4,1	5,9	7,8	9,6	11,5	13,3
ZU-23-2	Strzelanie z celown.	1,1	2,9	4,7	6,5	8,3	10,1	11,9

x/ W liczniku - dla dział 57 mm, w mianowniku - dla 23 mm.

Jak wykazały doświadczenia, takie wysunięcie posterunków zapewnia powiadomienie na czas baterii nawet w przypadku gotowości numer dwa /przy dobrze wyszkolonej obsłudze dział i przyrządów/. Doświadczenia wykazały również, że nie należy rozmieszczać WPOW okrężnie[x/] /wokół osłanianego obiektu/, gdyż ze względu na duże odległości wysunięcia, posterunki otrzymują duże sektory obserwacji, w związku z tym powstają luki w obserwacji wzrokowej. Stąd też wydaje się, że WPOW należy wystawiać na kierunkach najbardziej zagrożonych w odległościach między sobą nie większych niż 3-4 km /rys.12/,uwzględniając rzeźbę terenu i jego pokrycie. Innymi słowy - na kierunkach gdzie wykrycie celu przez środki baterii /z SO baterii/ jest niemożliwe a stanowią one zasadnicze kierunki nalotu.

Rejony rozmieszczenia WPOW, sektory obserwacji, dozory powinny być wyznaczane przez sztab oddziału, a ich rozmieszczenie /kierunki z baterii na WPOW/ i numery znane dla całego stanu osobowego oddziału.



Rys. 12. Rozmieszczenie WPOW względem siebie i sektory obserwacji.

x/ Biorąc pod uwagę minimalną i maksymalną odległość wysunięcia WPOW, przy osłonie obiektu punktowego potrzeba do okrężnej obserwacji 15-25 WPOW.

Rejon rozmieszczenia WPOW powinny cechować kąty ukrycia zbliżone do zera /w żadnym przypadku nie przekraczające 0-10/. Skład osobowy posterunku - czterech ludzi /dowódca-podoficer, zwiadowca-radiotelegrafista, dwóch-zwiadowców radiotelegrafistów, kierowca/. Wyposażenie posterunku: samochód terenowy, radiostacja o zasięgu 15-20 km, lorneta TZK /lornetki/. Etatowo posterunki powinne wchodzić w skład baterii, lecz dysponować nimi powinien sztab oddziału. Aby zapewnić wykrywanie celów na małych wysokościach na podstawowych kierunkach baterie powinny posiadać conajmniej 1 posterunek. Zachodzi jednak pytanie, czy we wszystkich oddziałach artylerii przeciwlotniczej celowe jest organizowanie WPOW. Celowość organizacji WPOW zależy od możliwości ich taktycznego użycia, co z kolei zależy od obiektów osłanianych przez oddziały artylerii przeciwlotniczej. Dywizyjne pułki artylerii przeciwlotniczej osłaniają obiekty dość ruchliwe /czas osłony do 2-3 godzin z jednego SO/, na przykład artylerię dywizji, dywizjon rakiet taktycznych, wprowadzenie pułku /odwodu/ do walki, przeprawy dywizyjne itp. Rozmieszczenie tych obiektów względem linii styczność, czas osłony jak i niejasność sytuacji naziemnej /działanie na kierunkach/ uniemożliwiają rozwijanie WPOW /za mała odległość wysunięcia WPOW w kierunku nieprzyjaciela, brak bieżących informacji o nieprzyjacielu między kierunkami działania itp./. Można więc wyciągnąć wniosek, że w dywizyjnym pułku artylerii przeciwlotniczej nie należy organizować WPOW. Wykrywanie celów na małych wysokościach należy oprzeć na RSA i obserwacji wzrokowej zorganizowanej na SO baterii[x/]. Armijne pułki artylerii przeciwlotniczej osłaniają obiekty typu: SD Armii, BROT, przeprawy armijne, obiekty tyłowe itp. Czas osłony tych obiektów waha się od jednej do kilku dób. Rozmieszczenie tych obiektów względem linii styczności wojsk jak również czas osłony pozwalają na organizację WPOW. Stąd też w armijnych

---

x/ Ze względu na stosunkowo krótki czas osłony obiektów dywizyjnych /2-3 godziny/, baterie na SO można trzymać w gotowości nr 1.

/frontowych/ pułkach artylerii przeciwlotniczej celowe jest organizowanie WPOW.

Powiadamianie o celach powinno odbywać się w dodatkowo zorganizowanej sieci powiadamiania. Meldunek powinien być jak najkrótszy lecz zawierać podstawowe informacje, tzn. numer posterunku /zgłoszenie numeru posterunku wskazuje kierunek na cel z baterii/, przynależność celu /można przyjąć, że tylko przy własnych samolotach podaje się "własny", natomiast brak tego słowa w meldunku oznaczałoby samolot nieprzyjaciela/, skład celu[x/].

3. Kierowanie ogniem baterii

Aby skutecznie zwalczać samoloty działające na małych wysokościach, baterie powinny być przygotowane do natychmiastowego otwarcia ognia po wykryciu celu, tak z przelicznikiem jak i z celownikiem. Dlatego też wszystkie czynności, wymienione w rozdziale II, wchodzące w skład przygotowania bezpośredniego, muszą być ustalone i uwzględnione w przerwach między strzelaniami. Decydująco na całe strzelanie będzie wpływał wybór sposobu strzelania, a ten z kolei zależy od stanu widoczności i parametru kursu. Stąd też na bieżąco należy ustalać stan przejrzystości powietrza i w zależności od niego przygotować baterię do strzelania z przelicznikiem i z celownikiem, tzn. ustalić sposób określania współrzędnych, nastawić na przeliczniku składowe podstawy, ΔG_{sum}, dane o wietrze balistycznym, czas obserwacji, rodzaj pracy przelicznika a na celowniku dane wyjściowe - kurs, prędkość i odległość.

- - - - - - - - - -

x/ Ponieważ dotychczas przyjmowano wyłącznie wykrywanie celów przy pomocy stacji radiolokacyjnych, dlatego zachodzi obecnie konieczność szkolenia całego stanu osobowego baterii w wykrywaniu i rozpoznawaniu celów wzrokowo. Szczególną uwagę należy zwrócić na rozpoznawanie samolotów własnych. Dokładna znajomość sylwetek samolotów własnych wykluczy /w warunkach dobrej widoczności/ ostrzelanie ich.

Przy wyborze sposobu strzelania /w warunkach dobrej widoczności/ należy pamiętać o tym, że strzelanie z celownikiem jest skuteczniejsze niż z przelicznikiem przy parametrach kursu 0÷500 m, przy parametrach kursu większych skuteczniejsze jest strzelanie z przelicznikiem. Parametr kursu można ustalić praktycznie tylko po wykryciu celu, co nie zawsze będzie możliwe ze względu na odległość wykrycia. Stąd wynikałaby zasada: baterie rozmieszczone bezpośrednio przy obiekcie powinny prowadzić strzelanie z zasady z celownikiem, gdyż kursy samolotów będą wychodziły na obiekt /P ≈ 0/, oprócz tego baterie te będą powiadomione o samolotach wcześniej niż baterie wysunięte na 3-4 km. Baterie wysunięte mogą prowadzić strzelanie z celownikiem w przypadku, gdy na pierwszy rzut oka będzie można ocenić, że kurs celu zbliżony jest do zerowego lub gdy cel został wykryty na odległości pozwalającej na otwarcie ognia z przelicznikiem na granicy strefy ostrzału /6 km/. W tym przypadku jest możliwość zmiany sposobu strzelania, tzn. przejść od strzelania z przelicznikiem do strzelania z celownikiem. Dobrze wyszkolona obsługa[x/] może dokonać zmiany sposobu strzelania w ciągu 2-3 sek /1-2 sekundy na zmianę sposobu celowania z automatycznego na półautomatyczny i 1-2 sekundy na poprawienie celowania/. Przy takim przejściu ogień może być wznowiony najpóźniej przy D_{p_w} = 2-2,5 km, czyli moment rozpoczęcia zmiany sposobu strzelania powinien odpowiadać odległości 2,5-3,0 km. Oczywiście taka zmiana sposobu strzelania może nastąpić tylko wtedy, jeżeli w czasie strzelania z przelicznikiem na celowniku zostaną nastawione kurs, prędkość i odległość. Jeżeli te wartości zostaną nastawione prawidłowo, cel powinien znaleźć się w polu widzenia przezierników, a przejście ograniczy się do połączenia napędów i zgrania kluczami prędkości kątowych celowania z prędkościami kątowymi celu.

- - - - - - - - - - - - - - - - -

x/ Za dobrze wyszkoloną obsługę należy uważać taką, której czasy wykonywania czynności mieszczą się w normach lub są nawet mniejsze.

Strzelanie do samolotów na małych wysokościach będzie tym skuteczniejsze im większa będzie intensywność ognia, dokładniejsze rozwiązanie zadania spotkania pocisku z celem i dokładniejsze celowanie.

Strzelanie z przelicznikiem według danych dalmierza D-49 zapewnia dokładne celowanie i rozwiązanie zadania spotkania pocisku z celem. Strzelanie z celownikiem da wyniki /omówione w rozdziale II/ jeśli nastawy na celowniku będą odpowiadały rzeczywistym parametrom lotu celu. Ponieważ po wykryciu celu nie ma praktycznie czasu na określenie takich wartości jak V_c, Q, λ i nastawienie ich na celowniku, dlatego jako zasadę przyjęto nastawianie przeciętnej prędkości celu, kursu na baterię i średniej odległości strzelania /według regulaminu V_c = 200 m/sek, kurs na baterię, D = 2000 m/. Późne wykrycie samolotów lecących z dużymi prędkościami uniemożliwia poprawienie tych wartości, zatem strzelanie odbywa się na nastawach w większości nieodpowiadających rzeczywistemu charakterowi ruchu celu. Tak więc skuteczność strzelania będzie w rzeczywistości mniejsza od możliwej, uzyskiwanej w warunkach pełnego przygotowania bezpośredniego. Ponieważ głównym czynnikiem obniżającym skuteczność strzelania jest niezgodność nastawionej na celowniku prędkości z rzeczywistą prędkością celu, dlatego wprowadzanie poprawek prędkości zwiększa skuteczność strzelania. Przy prędkościach celu ponad 200 m/sek, krótki czas strzelania /tab. 6/ nie pozwala na wprowadzanie poprawek na celownik. Zatem jedyną możliwością zwiększającą skuteczność strzelania jest stworzenie sztucznego rozrzutu przez nastawienie na celownikach poszczególnych dział różnych prędkości celu, tzn. wykonanie skalowania prędkości. Skalowanie V_c można wykonać według zasad podanych w instrukcji strzelania[x/]. Prędkość wyjściową należy oceniać na

- - - - - - - - - - -

x/ W instrukcji strzelania z 57 mm dział przeciwlotniczych, podane są zasady skalowania prędkości przy strzelaniu do samolotów stosujących manewr przeciwlotniczy. Ponieważ obliczone przez autora ΔV_c mało różnią się od instrukcyjnych, które zostały zaokrąglone z nadmiarem, dlatego zasadę podaną w instrukcji można wykorzystać przy strzelaniu na małej H.

podstawie analizy strzelań z celownikiem do określonych typów samolotów wykonujących ataki określonymi sposobami. W stosunku do prędkości wyjściowej należy dokonać jej skalowania.

Drugim czynnikiem ujemnie wpływającym na strzelanie jest sposób celowania. Celowanie ręczne ujemnie wpływa na skuteczność ognia, ponieważ przy dużych prędkościach występuje nienadążanie w zgrywaniu krzyża celownika z celem oraz gubienie celu przez celowniczych przy strzelaniu seriami długimi lub ogniem ciągłym. W tym względzie działa posiadające urządzenia do celowania półautomatycznego /automatycznego/ mają zdecydowaną przewagę nad działami wymagającymi ręcznego celowania, na przykład S-60 i S-68 nad ZU-23-2. Ponieważ celowanie półautomatyczne ma przewagę nad celowaniem ręcznym, dlatego też w bateriach 57 mm należy je wykorzystywać zawsze, gdy agregaty prądotwórcze pracują /w czasie gotowości numer jeden/. Dywizyjny pułki artylerii przeciwlotniczej w czasie osłony określonych obiektów /w dzień/ będą cały czas w gotowości numer jeden, zatem należy przyjąć jako zasadę wykorzystanie półautomatycznych urządzeń do celowania, przy strzelaniu z celownikiem. Doświadczenia wietnamskie wykazały również, że skuteczniejszy ogień /szczególnie do celów grupowych/ uzyskuje się przy jednym celowniczym /działa S-68, ZU-23-2/. Przy dwóch celowniczych /57 mm działa S-60/ zdarzają się często przypadki, że każdy z celowniczych celuje do innego samolotu[x/].

W związku z bardzo krótkim czasem przebywania celu w strefie ostrzału, dużej możliwości wykonania manewru przeciwartyleryjskiego /kursem, prędkością i wysokością/ intensywność ognia ma decydujący wpływ na skuteczność strzelania.

- - - - - - - - - - - - -

x/ Należałoby zbadać, czy istnieje techniczna możliwość zamontowania klucza azymutu PAN na kolumnie mechanizmu celowania w położeniu. Jeśli istnieje taka możliwość należy to wykonać na sprzęcie będącym w WP. Takie usprawnienie poprawi warunki celowania z armaty S-60.

Nie można w tej chwili liczyć na ogień towarzyszący, rozkładany na cały kurs w strefie ostrzału z doborem odpowiednich długości serii, zależnie od odległości strzelania, składu celu itp. Przy ogniu towarzyszącym prawdopodobieństwo zestrzału celu narasta w miarę wzrostu czasu trwania strzelania, przy czym prawdopodobieństwo trafienia pojedynczym pociskiem również rośnie /zmniejsza się odległość strzelania/. Krótki czas strzelania i możliwość wykonania gwałtownego manewru przez ostrzeliwany samolot /strzelanie do celu manewrującego jest mało skuteczne/ wymaga zwiększenia intensywności ognia celowanego, innymi słowy zrezygnowania z serii krótkich a nawet długich, a przejść do ognia ciągłego. Z armat 57 mm przy celowaniu półautomatycznym /automatycznym/ strzelając ogniem ciągłym do samolotu na małej wysokości można wystrzelić 10-20 pocisków na lufę /od momentu wykrycia do momentu wykonania przez cel manewru przeciwartyleryjskiego/. Przy celowaniu ręcznym, strzelanie celowanym ogniem ciągłym nie jest możliwe, gdyż celowniczowie będą gubili cel. Dlatego też przy celowaniu ręcznym należy ogień prowadzić seriami długimi /praktycznie z działa 57 mm będzie można wystrzelić dwie serie długie po około 8 pocisków, a z dział ZU-23-2 około trzech serii po około 20-30 pocisków/.W przerwach między seriami /około 2 sek/ celowniczowie będą mogli poprawić celowanie. Takie prowadzenie ognia nie spowoduje przekroczenia norm ogniowych[x/] oraz spadku skuteczności ognia z tego powodu.

Kierowanie ogniem oddziału artylerii przeciwlotniczej przy odpieraniu nalotów na małych wysokościach decentralizuje się przy H < 500-600 m, stąd też baterie powinny mieć dokładne wytyczne dotyczące prowadzenia ognia, a przede wszystkim znać sektor strzelania. Na najbardziej ważnych kierunkach nalotów jeden sektor strzelania może być przydzielony

- - - - - - - - - - - -

x/ W bateriach 57 mm po 2-3 strzelaniach /jedno po drugim/ należy chłodzić lufy przez około 4-5 minut, w bateriach ZU-23-2 po 2-3 strzelaniach należy zmienić lufy.

dla kilku baterii. Oprócz sektora strzelania dowódcy baterii powinni znać sektory zabronione dla strzelania.

Kierowanie ogniem baterii przez dowódcę baterii, przy odpieraniu nalotów na małej wysokości, będzie również ograniczone do zorganizowania obserwacji /wykrywania/ środkami baterii /RSA i obserwacja wzrokowa/, ustaleniu sposobów prowadzenia i przenoszenia ognia przez całą baterię, plutony lub działa. Bezpośrednie kierowanie ogniem baterii przez dowódcę baterii może mieć miejsce jedynie w przypadkach otrzymywania danych o celach z RSWP, wykryciu celu przez własną lub sąsiednią RSA, tzn. gdy postawienie zadania /wydanie komendy/ uzależnione jest od dowódcy baterii. W przypadkach wykrycia wzrokowego celu, dowódca baterii może zdecydować o sposobie prowadzenia ognia wtedy, gdy cel został uchwycony przez dalmierz D-49 wcześniej niż przez działa i jest możliwość otwarcia ognia z przelicznikiem. W wszystkich innych przypadkach o otwarciu ognia powinien decydować dowódca plutonu ogniowego a nawet dowódca działonu.

W bateriach ZU-23-2 /strzelanie tylko z celownikiem/ należy przyjąć jako zasadę, że decydować o otwarciu ognia powinni dowódcy plutonów ogniowych /przy rozmieszczeniu baterii plutonami[x/], a przy pojedynczych działach - dowódcy dział.

Uogólniając należy stwierdzić, że kierowanie ogniem baterii, przy zwalczaniu celów na małych wysokościach, jest tym sprawniejsze im mniej ogniw pośrednich jest między dowódcą baterii a strzelającymi działami. Kierowanie ogniem przez dowódcę baterii jest możliwe tylko przy właściwie rozwiązanym technicznie dowodzeniu baterii. W bateriach 57 mm konieczne jest zainstalowanie urządzeń głośnomówiących ułatwiających dowódcy dowodzenie poszczególnymi elementami baterii. Dowodzenie ogniowe w baterii powinno być jednoznaczne.

x/ Rozmieszczenie plutonami jest korzystniejsze - mogą strzelać wszystkie działa.

Aby uzyskać maksymalne efekty strzelania ogień baterii winien być ześrodkowany na jednym samolocie /jeśli strzelanie prowadzi się do klucza lub pary to ogień należy ześrodkować na samolocie prowadzącym[xx]/. Podział ognia baterii na kilka samolotów nie da efektów, ze względu na stosunkowo niską skuteczność ognia pojedynczego działa przy strzelaniu z celownikiem.

Istotnym zagadnieniem jest przenoszenie ognia baterii z jednego celu na drugi. Wiadomym jest, że nieprzyjaciel będzie stosować takie urzutowanie w głąb grup samolotów, aby utrudnić lub uniemożliwić przeniesienie ognia. Z tabeli 1 załącznik 3 wynika, że przeniesienie ognia jest możliwe, jeśli odstęp w czasie między grupami samolotów wynosi nie mniej niż 1 minuta lotu. Jeśli jednak w czasie strzelania baterii, na przykład z przelicznikiem, RSA będzie zaangażowana do poszukiwania celów i wykryje samolot /grupę/ w czasie strzelania, to możliwe jest przeniesienie ognia do celów, gdy odstęp między nimi wynosi 0,5 minuty lotu.

Wynikałaby stąd zasada, że w warunkach dobrej widoczności, gdy RSA nie jest zakłócona, należy ją wykorzystać tylko do poszukiwania celów i wskazywania celów /uprzedzania baterii/. Jeśli strzelanie prowadzone jest z celownikiem do poszukiwania celów można zaangażować również dalmierz D-49, który może wykryć cel na takiej odległości, że możliwe będzie przeniesienie ognia. W warunkach złej widoczności, jeśli RSA nie będzie zakłócona przeniesienie ognia będzie możliwe jedynie do celów, które wykryje RSA po zakończeniu poprzedniego strzelania, tzn. takich celów, które lecą w odstępach większych niż jedna minuta. Jeżeli RSA nie będzie można wykorzystać do wykrywania celów w czasie strzelania /z przelicznikiem lub celownikiem/, to należy się liczyć z tym, że ogień

- - - - - - - - - - - - - - -

x/ Z doświadczeń wietnamskich wynika, że skuteczne ostrzelanie samolotu prowadzącego powodowało odparcie nalotu jako takiego.

będzie prowadzony tylko do części celów, na przykład do co drugiego, innymi słowy mogą być ostrzelane cele o kolejności nieparzystej.

Kierowanie ogniem baterii wymaga bardzo szybkiej decyzji dowódców /od dowódcy baterii do działa/ oraz szybkiego wykonywania komend przez obsługi.

4/ W n i o s k i

Zwalczanie samolotów działających na małych wysokościach, z dużymi prędkościami, w porównaniu z wysokościami średnimi, wymaga bardziej wnikliwego podejścia do podejmowania decyzji co do ugrupowania bojowego, organizacji rozpoznania i prowadzenia ognia. Ograniczone warunki prowadzenia strzelań /mała odległość wykrycia celu, krótki czas strzelania/ i niemożność ingerencji w decyzje dowódców baterii /dział/ po wykryciu celu /dotyczy stawiania zadań bateriom/, wymagają bardzo dokładnej i przemyślanej organizacji walki z celami powietrznymi. Podjęta decyzja o ugrupowaniu bojowym, organizacji rozpoznania i wytyczne do prowadzenia strzelań mogą zdecydować o efektywności zwalczania celów na małych wysokościach przy pomocy danego typu sprzętu.

Ważnym zagadnieniem w zwalczaniu celów na małych wysokościach z dużymi prędkościami jest również wyszkolenie. Oficerowie i obsługi dział /przyrządów/ muszą wszystkie czynności wykonywać bezbłędnie i w jak najkrótszym czasie. Wymaga to dokładnego uszeregowania czynności, wyeliminowania zbędnych, a wykonywanie czynności zasadniczych doprowadzić do automatyzmu. Tylko takie przygotowanie oddziału /pododdziału/ może zapewnić właściwe wykorzystanie sprzętu artylerii przeciwlotniczej będącego jeszcze w wyposażeniu wojska do zwalczania celów na małych wysokościach.

Z analizy podstawowych zagadnień dotyczących ugrupowania, organizacji rozpoznania i prowadzenia strzelań wynikają następujące wnioski:

a/ Wnioski dotyczące ugrupowania bojowego

1. Ugrupowanie bojowe oddziału artylerii przeciwlotniczej, przy zwalczaniu celów na małych wysokościach zależy od sposobów wykonywania ataków przez lotnictwo, a te z kolei rzutują na prawdopodobne kierunki nalotu. Baterie należy rozmieszczać jak najbliżej prawdopodobnych kierunków nalotu /do 1 km/, co zapewni maksymalną skuteczność ognia na małych i średnich wysokościach. Ze względu na duże odstępy bombardowania /z lotu poziomego, ślizgowego, przy odpalaniu KPR/ oraz możliwość bombardowania każdego obiektu również z lotu nurkowego, baterie na prawdopodobnych głównych kierunkach nalotów rozmieszczać conajmniej w dwóch liniach wysuniętych na odległość: pierwsza 2-4 km, druga 0,5-2 km.

2. Odstępy między bateriami, które mogą zapewnić samorzutne ześrodkowanie ognia na jednym celu przez baterie oraz bezpieczeństwo ich przed własnym ogniem nie powinny przekraczać 1,2 km przy ustawieniu baterii /dział/ w kwadrat i 1,5 km - w trójkąt. Przy odległościach większych utrudnia się ześrodkowanie ognia oraz ogranicza się strzelanie bateriom, ponieważ należy każdej baterii wyznaczyć sektory zabronione /w kierunkach na baterie sąsiednie/ rzędu 2-00. Bezpieczeństwo strzelania na stanowisku ogniowym, szczególnie do celów lecących na wysokości poniżej 400 m, nie pozwala na pełne zaangażowanie w strzelaniu wszystkich dział baterii /dotyczy baterii 57 mm/, dlatego też baterie sześciodziałowe mogą być efektywniej wykorzystane do zwalczania celów na małych wysokościach. Baterię sześciodziałową należy rozstawić na części okręgu /na łuku o cięciwie 100 m, zwróconym w kierunku sektora strzelania/. Takie rozstawienie baterii zapewnia strzelanie wszystkich dział do parametru. Zagadnienie to nie występuje w bateriach, gdzie działa są niezależne od przelicznika /RSA/, gdyż baterie można rozstawić plutonami na odległościach zapewniających bezpieczeństwo obsług i sprzętu w czasie strzelania.

3. Stanowiska ogniowe należy tak wybierać, aby zapewnić jak najlepszą wykrywalność celów oraz otwarcie ognia na możliwie największej odległości. Stanowiska ogniowe zapewniające dobrą wykrywalność i dobre warunki strzelania, powinny cechować małe kąty ukrycia - do 0-10 /szczególnie w sektorze strzelania/. Większe kąty ukrycia chociaż mogą zapewnić maskowanie baterii, na przykład przed ogniem naziemnych środków nieprzyjaciela, przy osłonie oddziałów pierwszego rzutu, lecz pogarszają warunki wykrycia celów przez RSA i obserwację wzrokową oraz zmniejszają odległość otwarcia ognia.

4. Ponieważ nie wszystkie działa w baterii ośmiodziałowej /57 mm/ mogą prowadzić jednocześnie strzelanie do celów na małych wysokościach /względy bezpieczeństwa/, z dział tych można w miarę konieczności /celowe przy dłuższym czasie osłony/ organizować plutony /baterie/ wędrowne do strzelania z celownikiem. Takie plutony /baterie/ mogą być rozmieszczone na kierunkach drugorzędnych lub wzmacniać osłonę na kierunkach zasadniczych. Z baterii przeznaczonych przede wszystkim do zwalczania samolotów nurkujących nie należy zabierać dział, gdyż one w zasadzie będą prowadziły strzelanie tylko przy $\varphi > 12^{\circ}$.

5. Ponieważ działa 57 mm są mniej przydatne do zwalczania celów na małej wysokości od dział 23 mm, lecz bardziej skuteczne do zwalczania samolotów nurkujących uwidacznia się konieczność organizowania kompleksowej osłony obiektów przez baterie 57 i 23 mm. Stosunek kalibrów powinien wynosić 1/K /gdzie K - liczba kierunków wymagających osłony/ na korzyść dział 23 mm, tzn. na jedną baterię 57 mm powinno przypadać K baterii /23 mm/. Przy takim rozstawieniu kalibrów sprzętu artylerii przeciwlotniczej baterie 23 mm należy wykorzystać do zwalczania celów działających z małej wysokości wysuwając je na odległość 2-4 km od obiektu, a baterii 57 mm użyć do zwalczania celów nurkujących.

6. Aby zapewnić stopę strat /podaną w rozdziale II/ liczba baterii w osłonie obiektów punktowych, na przykład most, nie powinna być mniejsza niż 8-9 baterii. Liczba baterii zależy od liczby prawdopodobnych kierunków strzelania /na każdym kierunku nie mniej niż 3 baterie/ oraz do zwalczania samolotów nurkujących 2-3 baterie.

b/ Wnioski dotyczące organizacji rozpoznania

1. Wykrywanie samolotów na małej wysokości należy organizować wszystkimi środkami, którymi dysponuje oddział i baterie. RSWP /"JAWOR"/ chociaż ma ograniczone możliwości wykrywania celów na małych wysokościach, może jednak przy dobrze wyszkolonej obsłudze i dobrym przygotowaniu stacji do pracy wykryć część samolotów działających na małych wysokościach. Przekazanie danych o celach z RSWP na baterie ułatwia wykrycie celu przez baterie. Głównymi środkami wykrywania celów na małej wysokości są RSA i obserwacja wzrokowa /bez i z przyrządami optycznymi/. W warunkach stosowania przez nieprzyjaciela zakłóceń radiolokacyjnych głównym sposobem wykrywania jest obserwacja wzrokowa.

2. RSA jako jeden z głównych środków wykrywania należy wyposażyć w urządzenia zapytujące. Operatorzy w warunkach pokojowych muszą nauczyć się posługiwania urządzeniem zapytującym i rozpoznawania samolotów własnych.

3. Wykrywanie samolotów na małej wysokości przez baterie należy prowadzić dookrężnie zwracając szczególną uwagę /większość środków i obserwatorów/ na sektor strzelania /odpowiedzialności/. W czasie gotowości numer jeden wypatrywanie celów prowadzą obsługi dział i przyrządów w całości. W czasie gotowości numer dwa - wyznaczeni obserwatorzy i środki.

4. Na prawdopodobnych kierunkach działania lotnictwa nieprzyjaciela, gdy nie można wybrać odpowiednich SO dla baterii, lub w sektorze strzelania znajdują się zasłony dające

kąty ukrycia większe niż 0-10, należy organizować w WPOW. WPOW należy wysuwać na odległość 8-12 km /zależnie od kalibru sprzętu/ i rozmieszczać w odległości między sobą 3-4 km. WPOW celowo jest organizować tylko w oddziałach artylerii przeciwlotniczej armii /Frontu/.

5. W szkoleniu oddziałów artylerii przeciwlotniczej należy zwrócić szczególną uwagę na szkolenie zwiadowców, obsług dział i przyrządów w szybkim poszukiwaniu i rozpoznawaniu samolotów na małych wysokościach. Podczas obserwacji wzrokowej szczególną uwagę należy zwrócić na rozpoznanie samolotów własnych. Dokładna znajomość samolotów własnych może wyeliminować /zmniejszyć/ niebezpieczeństwo ich ostrzeliwania.

6. W oddziałach posiadających tylko jedną RSWP należy przewidzieć minimum dwie zmiany operatorów, ponieważ przy dłuższym czasie efektywność pracy obniża się /szczególnie przy wykrywaniu celów na małych wysokościach, gdzie otrzymuje się na ekranie dużo odbić, a po włączeniu urządzenia TES zostają stłumione i echa do celów/.

c/ Wnioski dotyczące kierowania ogniem baterii

1. Strzelanie do samolotów na małych wysokościach cechuje późne wykrycie i krótkotrwałość. Dlatego każde strzelanie należy przygotować wstępnie tak, aby po wykryciu celu można było otworzyć natychmiast skuteczny ogień czy to z przelicznikiem, czy też z celownikiem.

2. Strzelanie z przelicznikiem jest możliwe jedynie w przypadkach wykrycia celu przez RSA lub dalmierza na odległościach nie mniejszych niż 8-9 km. Przy odległościach wykrycia rzędu 6-5 km pozostaje tylko strzelanie z celownikiem. Kierowanie ogniem przez dowódcę baterii jest celowe jedynie przy strzelaniu z przelicznikiem. Przy strzelaniu z celownikiem, kierowanie ogniem muszą przejąć dowódcy plutonów ogniowych lub działonów.

3. W czasie strzelania z celownikiem ogień należy koncentrować na czołowym samolocie grupy /klucza, pary/, gdyż jak wykazały doświadczenia wietnamskie, skuteczne ostrzelanie samolotu czołowego /prowadzącego/ rozbija skoordynowany atak. Podział ognia na kilka samolotów w grupie /kluczu/ ze względu na małą skuteczność ognia pojedynczych dział jest niecelowy.

4. Aby uzyskać maksymalną możliwą skuteczność ognia należy strzelać z maksymalną intensywnością lecz zapewniającą dokładne celowanie /dotyczy strzelania z celownikiem - w armatach 57 mm należy wykorzystywać celowanie półautomatyczne/. Maksymalną intensywność ognia uzyska się stosując serie długie /2 serie w 57 mm, a około 3 serii w ZU-23-2/ lub w sprzyjających warunkach ogień ciągły /strzelanie z przelicznikiem/. Strzelanie w zasadzie powinno być ukończone przy locie celu do parametru kursu. Warunkiem skutecznego ostrzelania celu, jest celowana, wykonana w krótkim czasie nawała ogniowa. Ogień towarzyszący w związku z dużą manewrowością celu nie da oczekiwanych efektów, ponieważ cel może wykonać gwałtowny manewr po pierwszej serii i zmienić sposób ataku itp.

5. Ze względu na dużą częstość nalotów małych grup /odstęp między grupami od 0,5 minuty/ należy być przygotowanym do szybkiego przenoszenia ognia. Przeniesienie ognia na kolejny cel jest możliwe, jeśli cykl strzelania do poprzedniego celu będzie krótki, a nowy cel będzie wykryty przez środki nie biorące udziału w strzelaniu. Stąd też zachodzi konieczność ciągłego wykrywania celów, śledzenia sytuacji powietrznej przez środki baterii w czasie prowadzenia strzelania

6. Ocena warunków lotu celu, przy strzelaniu z celownikiem, po wykryciu celu jest praktycznie niemożliwa. Aby uzyskać odpowiednio wysoką skuteczność ognia należy dokonać skalowania prędkości celu na działach względem prędkości przeciętnej ocenionej na podstawie poprzednich strzelań /dotyczy to przy strzelaniach baterii/.

x x x

IV. NIEKTORE WARIANTY WYPOSAŻENIA ZWIAZKOW TAKTYCZNYCH W SRODKI OPL

1. Ogólne wymagania dla artylerii przeciwlotniczej wojsk lądowych przewidzianej do walki z samolotami działającymi z małych i średnich wysokości

Omówione w poprzednich rozdziałach pracy zagadnienia związane ze zwalczaniem celów działających na małych wysokościach dotyczą sprzętu będącego aktualnie w wyposażeniu oddziałów artylerii przeciwlotniczej[x/]. W oparciu o przeprowadzoną analizę możliwości i szeregu strzelań przeprowadzonych przez autora w warunkach poligonowych /z dział 57 mm/ można stwierdzić, że sprzęt ten nie odpowiada już wymogom jakie narzuca mu szybki rozwój lotnictwa, środków rażenia i sposobów działania oraz charakter współczesnego pola walki. Wynika to z szeregu niedostatków tego sprzętu, które związane są z założeniami konstrukcyjnymi opracowanymi w okresie[xx/] początkowego rozwoju lotnictwa odrzutowego, nowych środków rażenia i sposobów wykonywania ataków.

Sprzęt będący aktualnie w wyposażeniu wojsk, może być wykorzystany, jak już stwierdzono, jedynie do osłony obiektów stałych i rzadko przegrupowujących się /ze stałych SO i po odpowiednim przygotowaniu/. Nie nadaje się do osłony kolumn marszowych i obiektów o dużej manewrowości na polu walki. Duża manewrowość obiektów, które należy osłaniać przez artylerię przeciwlotniczą /krótki czas osłony ze stałych SO -

---

x/ Zasadniczym sprzętem będącym w wyposażeniu wojsk są zestawy dział holowanych S-60 /57 mm/. Na bazie tego sprzętu zorganizowane są dywizyjne i armijne pułki artylerii przeciwlotniczej. Samobieżne działa przeciwlotnicze S-68 /57 mm/ występują w niewielkiej ilości w dywizjach pancernych. Działa holowane ZU-23-2 występują tylko w DPD.

xx/ Działo 85 mm opracowano w okresie międzywojennym /wz. 1939 r./, działo 57 mm S-60 i S-68 na początku lat 50, a ZSU-23-2 - w drugiej połowie lat 50.

szczególnie obiektów związków taktycznych I rzutu/, jest przyczyną spadku efektywności wykorzystania bojowego tego sprzętu. Wydawałoby się, że działo S-68 /samobieżne/ może jeszcze spełniać swą rolę. Jednak z przyczyn omówionych w rozdziale II wartość tego działa, o tak dużym kalibrze, jest mała. Podobnie należy ocenić i działu ZU-23-2.

Lotnictwo myśliwsko-bombowe jest coraz bardziej doskonalone i wyposażane w coraz bardziej skuteczne środki rażenia, dokładniejsze celowniki i urządzenia nawigacyjne. Oprócz tego dąży się do zwiększenia prędkości lotu i czasu działania na małych wysokościach. Wydaje się, że w najbliższych latach samoloty mogące kontynuować lot na małej wysokości przez dłuższy czas z prędkością dźwięku i większą, mogą wejść w wyposażenie lotnictwa taktycznego nieprzyjaciela. W takich warunkach efekty obrony przeciwlotniczej przy pomocy rozpatrywanego sprzętu sprowadzą się do zera.

Perspektywiczną bronią przeciwlotniczą, która będzie mogła przeciwstawić się skutecznie lotnictwu nieprzyjaciela są z pewnością rakiety przeciwlotnicze. Współczesne konstrukcje rakiet przeciwlotniczych mimo dużej skuteczności uzyskiwanej w warunkach poligonowych, nie zapewniają jej jednak w warunkach pola walki, szczególnie zaś na małych wysokościach /mała odległość przeciwdziałania i odporność na zakłócenia, duże koszty eksploatacji itp./. W tym świetle, obecna i przypuszczalnie w najbliższym czasie naziemna obrona przeciwlotnicza przed samolotami działającymi na małych a także średnich wysokościach musi opierać się jeszcze na lufowej artylerii przeciwlotniczej.

Współczesna artyleria przeciwlotnicza wojsk lądowych powinna zapewnić skuteczną osłonę wojsk przed atakami lotnictwa z małej i średniej wysokości przede wszystkim w ruchu. Jest to podstawowe wymaganie dla sprzętu o takim przeznaczeniu.

Zatem najwłaściwszym rozwiązaniem byłyby działa samobieżne /pływające/ z własnym radiolokacyjno-optycznym celownikiem /przelicznikiem/ o niedużym ciężarze i gabarytach, dużej prędkości marszu z możliwością strzelania w ruchu.

Należy również odpowiedzieć na pytanie - czy działa artylerii przeciwlotniczej powinne być zróżnicowane pod względem kalibrów? Sposoby działania, stosowane środki rażenia i zadania wykonywane przez lotnictwo taktyczne nieprzyjaciela, wymuszają organizowanie obrony przeciwlotniczej nie tylko najważniejszych /jak to ma miejsce dotychczas/ lecz wszystkich podstawowych oddziałów i elementów związku taktycznego /operacyjnego/. Działania wojenne na Bliskim Wschodzie wykazały, że wojska zmechanizowane i pancerne są bardzo wrażliwe na uderzenia z powietrza /ataki napalmem/. Dlatego też pododdziały /oddziały/ piechoty zmechanizowanej i czołgów muszą być osłaniane przez artylerię przeciwlotniczą przed atakami samolotów z małej wysokości. W związku z tym wydaje się konieczne posiadanie lufowej artylerii przeciwlotniczej dwojakiego rodzaju:

- samobieżne działa przeciwlotnicze zorganizowane w oddziały /pododdziały/ wykorzystywane do osłony oddziałów i elementów ugrupowania bojowego związków taktycznych /operacyjnych/ w statyce i w ruchu przed atakami lotnictwa ze średnich i małych wysokości;
- działka pokładowe do bezpośredniej osłony pododdziałów piechoty zmotoryzowanej i czołgów przed atakami lotnictwa z małych wysokości.

Badania, prowadzone w różnych krajach, dotyczące efektywności dział artylerii przeciwlotniczej wykazują, że najbardziej efektywny jest kaliber 30-40 mm /1-2 trafienia niszczą cel/[x]. Działa o tym kalibrze i dużej szybkostrzelności praktycznej, wyposażone w indywidualny radiolokacyjno-

---

x/ W armiach zachodnich opracowano szereg typów dział o kalibrze 30-40 mm. Szwajcaria: holowane działo 2x35 mm Orlikon-Contraves; samobieżne - 2x30 mm SAAM Hispano-Suisa, holowane - 30 mm Hispano-Suisa. Francja - samobieżne działo 2x30 mm AMX-30; Szwecja - samobieżne działa: 2x40 mm Bafors; 2x40 mm VEAK-40.

Biblioteka Szkoleniowa Nr IV
Nr ewid.
450 Jm. gen. bryg. [illegible]

optyczny celownik /przelicznik/, zapewniają skuteczny ogień w wysokości do 3-4 km i odległości do 4 km.

Pododdziały piechoty zmotoryzowanej i czołgów można osłaniać przed atakami z małych wysokości dwojako: przez przydzielenie czasowo lub etatowo samobieżnych dział o dużej efektywności bojowej, lub wyposażenie wozów bojowych w pokładowe działka uniwersalne. Wydaje się, że drugi sposób jest bardziej racjonalny, gdyż daje wozom bojowym /szczególnie transporterom/ środek nie tylko do walki z celami powietrznymi lecz i naziemnymi. Oprócz tego działko przeciwlotnicze zamontowane na wozie bojowym będzie można użyć do walki z celami powietrznymi w dowolnym momencie walki. Oczywiście ten sam efekt można uzyskać i typowymi działami przeciwlotniczymi, lecz musiałyby być na stałe i w odpowiedniej liczbie przydzielone do pododdziałów. Na przykład wyposażenie 10 transporterów kpzmot w 23 mm działko może zrównoważyć 4-5 ZU-23-2 /zamontowanych na transporterach/ przydzielonych do kompanii.

Sprzęt pokładowy montowany na wozach bojowych musi być lekki i nie zajmujący dużo miejsca, gdyż w innym przypadku zmieni przeznaczenie wozu. Ciężar działka i jego gabaryty uzależnione są poważnie od kalibru i wyposażenia. Ponieważ działko ma służyć do odpierania bezpośrednich ataków samolotów /broń pokładowa, NPR, bomby napalmowe itp./, dlatego i odległość skutecznego ognia może być nieco mniejsza. Biorąc pod uwagę najistotniejsze czynniki: szybkostrzelność, wymaganą liczbę trafień, ciężar i gabaryty, najodpowiedniejsze są działa kalibru 20-25 mm.x/ Porównanie działka o kalibrze 20-25 mm pod względem wymaganej liczby trafień z PKM-14,5 mm jest korzystniejsze dla pierwszego /20-25 mm - 2-5 trafień, 14,5 mm - 8-15 trafień/. Ciężar działka tego

---

x/ Kaliber ten potwierdzają również konstrukcje zachodnie, np. transportery: "Commando V-100", M-113-A1, Pbr 301 uzbrojono lub przewiduje się uzbroić w 20 mm działka uniwersalne. Druga wersja uzbrojenia M-113 i M-114 - 20 mm działko Hispano Suisa lub 25 mm działko TRW-6425. Prowadzone są również badania i próby uzbrojenia czołgów w tego typu działka.

kalibru będzie zawarty w przedziale 120-150 kg, na przykład ciężar lufy z automatem 23 mm działka wynosi 75 kg, ciężar magazynu z taśmą i 50 nabojami - 35,5 kg, jeśli założymy, że ciężar automatycznego celownika wyniesie około 20 kg, to ciężar działka /bez mechanizmów naprowadzenia i łoża/ wyniesie 130,5 kg. Wyposażenie działka pokładowego w celownik radiolokacyjno-optyczny tego typu co przeciwlotniczych dział samobieżnych jest praktycznie niemożliwe ze względu na gabaryty i ciężar tych urządzeń. Należy jednak wyposażyć je w dokładny celownik optyczny nie wymagający wprowadzania danych wejściowych jak: prędkość, kurs i odległość. Może to być celownik tachometryczny rozwiązujący zadanie spotkania tylko w oparciu o prędkości celowania i średni czas lotu pocisku.

Założenie, że działka przeciwlotnicze wozów bojowych należy wyposażyć tylko w celowniki optyczne ma uzasadnienie. Wynika to przede wszystkim z tego, że atakowanie na polu walki czołgów lub transporterów może odbywać się tylko w warunkach dobrej widoczności, zatem i obrona przeciwlotnicza będzie miała takie same warunki prowadzenia ognia. Obiekty o niedużej ruchliwości na polu walki, jak artyleria klasyczna, rakietowa itp. oraz obiekty stałe mogą być dokładniej rozpoznane i atakowane w dowolnych warunkach meteorologicznych oraz w nocy. Stąd też do osłony tego typu obiektów potrzebny jest sprzęt o dużej efektywności bojowej. Nie wyklucza to użycia artylerii przeciwlotniczej o dużej efektywności bojowej do osłony oddziałów ogólnowojskowych mających broń pokładową, na przykład : w marszu, w czasie wejścia do walki itp.x/

Liczbę dział przeciwlotniczych kalibru 30-40 mm w związku taktycznym można ustalić dopiero po opracowaniu i skonstruowaniu takiego działa oraz po poligonowym zbadaniu jego skuteczności /teoretyczne obliczenia mogą poważnie

- - - - - - - - - - -

x/ Podstawowe wymogi dotyczące proponowanego sprzętu - załącznik 5.

różnić się od rzeczywistych/. Ponieważ konstrukcja i produkcja działa 30-40 mm w naszych warunkach jest problematyczna, dlatego też zagadnienie sprzętu artylerii przeciwlotniczej rozwiązać można przez częściowy zakup wysoko efektywnego sprzętu w ZSRR, uruchomienie własnej produkcji najefektywniejszych typów sprzętu oraz modernizację dotychczasowych.

2. Ocena efektywności bojowej sprzętu artylerii przeciwlotniczej

Obecnie i w najbliższej przyszłości do zwalczania samolotów na małych i średnich wysokościach może być brany pod uwagę następujący sprzęt przeciwlotniczy:

a/ wielkokalibrowy karabin maszynowy PKM-2 - 14,5 mm[x/];
b/ działko podwójnie sprzężone ZU-23-2;
c/ samobieżne poczwórnie sprzężone działo ZSU-23-4;
d/ zestawy dział S-60 z P-6-60 i RSA;
e/ samobieżne działo S-68;
f/ zestawy rakiet przeciwlotniczych do zwalczania celów na małych i średnich wysokościach typu "X"[xx/].

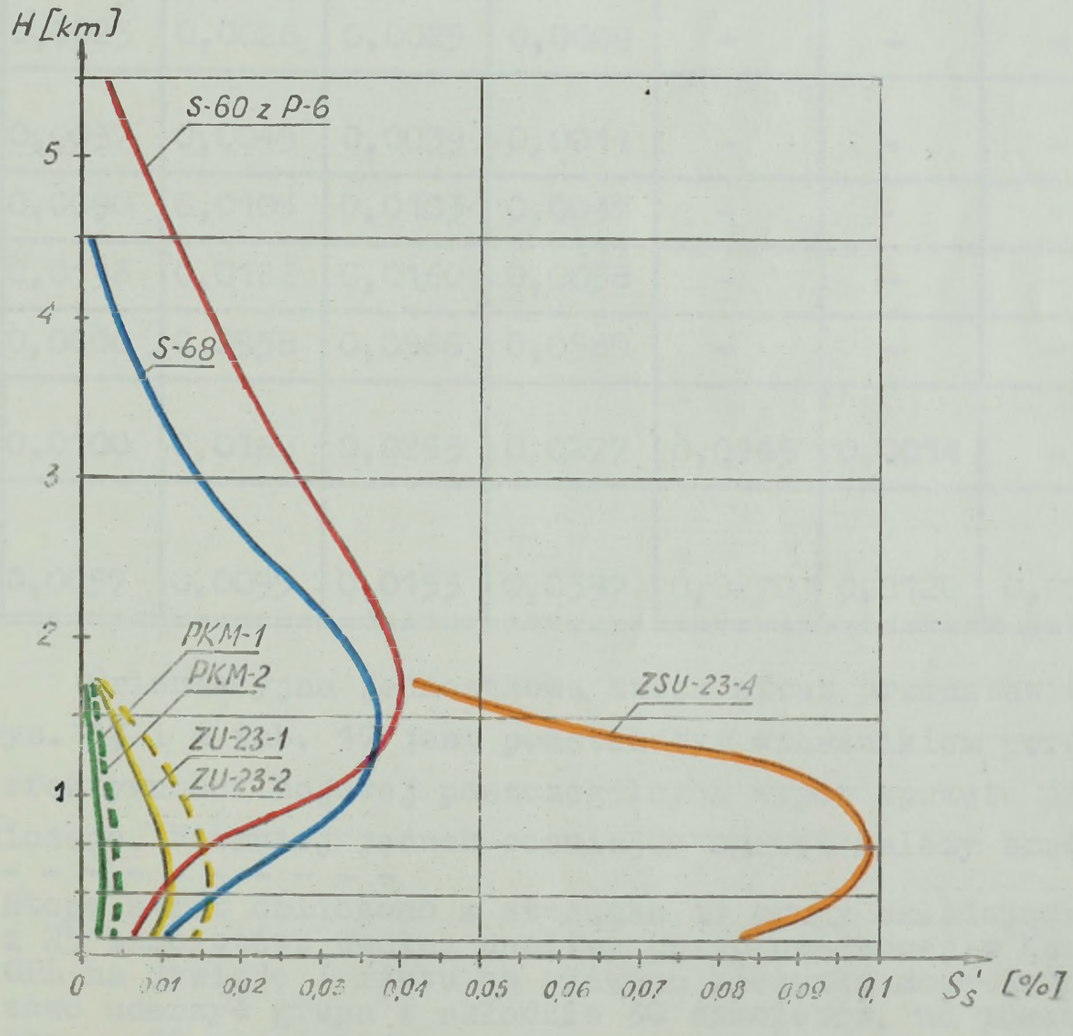
Podany w punktach b, d i e sprzęt przeciwlotniczy został omówiony w poprzednich rozdziałach. Nowym działem /zestawem/, które może być wprowadzone w wyposażenie wojsk jest ZSU-23-4. Samobieżne działo ZSU-23-4 chociaż posiada rozwiązania nowoczesne, to jednak posiada i szereg niedostatków /niedopracowań/. Do najważniejszych należy zaliczyć:

- - - - - - - - - - -

x/ Na uzbrojeniu części czołgów znajduje się WKMcz-12,7 mm, ponieważ skuteczność tej broni jest nieznacznie niższa od pojedynczego karabinu 14,5 mm, dlatego w dalszych rozważaniach będzie brany pod uwagę tylko WKM-14,5 mm.

xx/ Ponieważ brak jest danych o konkretnym typie rakiet przeciwlotniczych, dlatego podanie typu "X" jest zasygnalizowaniem tego, że liczba środków klasycznych w ostateczności musi być zmniejszona odpowiednio do ilości i efektywności tego typu rakiet.

ograniczone możliwości samodzielnego wykrywania /rozpoznania/ celów przy pomocy stacji radiolokacyjnej i wizualnie, ograniczone możliwości strzelania w ruchu, transporter niepływający, silnie rozbudowane zaplecze zaopatrzeniowe -techniczne. Tak więc i działu ZSU-23-4, mimo nowoczesnej konstrukcji, nie odpowiada wszystkim wymaganiom stawianym artylerii przeciwlotniczej pierwszego typu. Sprzęt wymieniony w punktach a, b i c jest przystosowany do zwalczania celów powietrznych na małych i częściowo średnich wysokościach /do 1800 m/, natomiast w punktach d, e i f - do zwalczania celów przede wszystkim na średnich wysokościach /600-5000 m/.



Rys.13. Orientacyjna jednostkowa stopa strat przypadająca na pojedynczy egzemplarz przy 2 kolejnych strzelaniach.

Orientacyjną efektywność bojową /przy poziomie ufności 0,9/, wyżej wymienionego sprzętu, wyrażoną w jednostkowej stopie strat - S_s' /%/[x/] przypadającą na pojedynczy egzemplarz /zestaw/ przedstawia rys. 13 i tabela 17.

Tabela 17

Orientacyjna, jednostkowa stopa strat S_s'/%/ przypadająca na pojedynczy egzemplarz /zestaw/ artylerii przeciwlotniczej

Typ sprzętu	H /m/						
	100	400	700	1500	3000	4500	5500
PKM-1 14,5 mm	0,0023	0,0028	0,0025	0,0009	-	-	-
PKM-2 14,5 mm	0,0037	0,0045	0,0039	0,0014	-	-	-
ZU-23-1[xx/]	0,0090	0,0105	0,0103	0,0037	-	-	-
ZU-23-2	0,0138	0,0162	0,0160	0,0058	-	-	-
ZSU-23-4	0,0800	0,0958	0,0966	0,0589	-	-	-
S-68 /57 mm/	0,0100	0,0169	0,0263	0,0277	0,0149	0,0014	-
6xS-60 z P-6 /57 mm/	0,0057	0,0095	0,0153	0,0397	0,0270	0,0120	0,0032

Orientacyjna jednostkowa stopa strat przedstawiona na rys. 13 i w tab. 17 jest podstawowym wskaźnikiem porównania efektywności bojowej poszczególnych typów sprzętu przeciwlotniczego. Niemniej jednak oceniając sprzęt należy brać

- - - - - - - - - - - -

x/ Stopę strat obliczono w stosunku do grupy składającej się z 25 samolotów. Według analizy przeprowadzonej w Katedrze OPL na dywizję I rzutu na głównym kierunku może jednorazowo uderzyć grupa w składzie 30 samolotów, na pomocniczym - 20 samolotów.

xx/ Działa ZU-23-1 nie ma. Wszystkie rozważania przedstawione w pracy a dotyczące tego typu działa oparto na założeniu, że automat z działa ZU-23-2 zostanie adaptowany w wersji pojedynczej jako broń pokładowa wozów bojowych.

i inne czynniki. Jednym z takich czynników jest ilościowy stan obsługi oraz środków transportu działa /zestawu/.

Tabela 18

Etatowy stan obsługi bojowej dział /zestawów/ artylerii przeciwlotniczej[x/]

Typ sprzętu	Oficerów	Podoficerów	Szeregowców
PKM-1 14,5 mm	-	-	1
PKM-2 14,5 mm	-	-	4+1
ZU-23-1	-	-	1
ZU-23-2	-	1	4+1
ZSU-23-4	1	1	1+1
S-68	-	1	4+1
6xS-60 z P-6 i RSA	5	9	58+12

Z tabeli 18 wynika, że do obsługi PKM-1 lub ZU-23-1 montowanych na wozach bojowych /czołgach i transporterach/ angażuje się jednego żołnierza z obsługi /załogi/ etatowej, natomiast dla PKM-2 i ZU-23-2 obsługa bojowa składa się z 6 żołnierzy /w tym 1 podoficer/. Mniejszej liczby żołnierzy wymaga zestaw ZSU-23-4, lecz o wysokich kwalifikacjach[xx/]. Najmniej efektywne z tego punktu widzenia są zestawy bateryjne uzależnione od jednego przelicznika i RSA. Biorąc pod uwagę etatowe stany osobowe i transport dział /zestawów/ najefektywniejszy jest sprzęt samobieżny o wysokim stopniu automatyzacji strzelania. Tym większe ma to znaczenie, że skuteczność tego typu dział dorównuje skuteczności zestawów bateryjnych /z P-6 i RSA/ składających się z 4-6 dział.

- - - - - - - - - - -

x/ Nie liczono ludzi z elementów gospodarczych baterii.

xx/ Rozpatrując zestaw ZSU-23-4 należy pamiętać, że na każdy zestaw przypada 1-2 wozy z amunicją i częściami zamiennymi itp., tzn. zestaw wymaga dużego zaplecza tak w środkach transportu, jak i w ludziach.

Jeśli chodzi o sprzęt typu WKM-1 /WKM-2/ oraz ZU-23-1 /ZU-23-2/, to mimo tego, że podwójnie sprzężony sprzęt wykazuje się wyższą skutecznością /około 1,5 raza/ niż w wersji pojedynczej, to jednak pod względem ilości żołnierzy potrzebnych do obsługi korzystniejsze są wersje pojedynczej broni w postaci uzbrojenia wozów bojowych. WKM-1 lub ZU-23-1 w ten sposób wykorzystane nie wymagają dodatkowych środków transportu. Oddział /pododdział/ uzbrojony w indywidualne środki OPL może w dowolnym momencie walki bronić się przed bezpośrednimi atakami z powietrza oraz wykorzystać tę broń do zwalczania celów naziemnych /szczególnie działka 23 mm/[x].

3. Wymagana liczba środków OPL do osłony DZ /DPanc/

Wyposażając DZ /DPanc/ w środki OPL należy mieć na uwadze, aby sprzęt przeciwlotniczy zapewnił:

- oddziałom związku taktycznego osłonę przed bezpośrednimi atakami lotnictwa nieprzyjaciela w dowolnym rodzaju działań /marsz, natarcie, obrona, ześrodkowanie itp./;
- możliwie maksymalną uzasadnioną potrzebami stopę strat lotnictwu nieprzyjaciela w przedziale wysokości od 0÷6000 m;
- minimalny wzrost stanu osobowego związku taktycznego oraz środków transportu.

Osłonę oddziałów związku taktycznego w dowolnym rodzaju i momencie działań można uzyskać tylko przez odpowiednie nasycenie oddziałów, a nawet pododdziałów środkami OPL, które mogłyby towarzyszyć im w toku walki. Przy czym walory taktyczno-techniczne środka powinny być tak dobrane, aby oddziały /pododdziały/ nie straciły ruchliwości na polu

- - - - - - - - - -

x/ Ocena efektywności sprzętu artylerii przeciwlotniczej powinna obejmować oprócz podstawowych czynników /skuteczności bojowej, stanu ilościowego obsługi, środków transportu/ i czynnik ekonomiczny, tzn. koszty produkcji /zakupu/ i eksploatacji pojedynczego egzemplarza. Ze względu na brak konkretnych danych dotyczących tego zagadnienia nie będzie ono rozpatrywane w pracy.

walki. Wyposażenie oddziałów w nieodpowiedni sprzęt,między innymi zwiększa stan osobowy, liczbę środków transportu/wydłużenie kolumn marszowych/, utrudnia dowodzenie i zaopatrzenie itp.

Jak już stwierdzono głównym kryterium,według którego należy oceniać walory sprzętu jest jednostkowa stopa strat lotnictwa nieprzyjaciela /%/. Liczba określonych egzemplarzy sprzętu przeciwlotniczego zależy od jednostkowej stopy strat, jaką może zadać określonej grupie samolotów dany typ broni oraz od sumarycznej stopy strat jaką chcemy zadać lotnictwu nieprzyjaciela w każdym nalocie. Zakładając wojnę krótkotrwałą, która współcześnie jest najbardziej prawdopodobna, należy zadać lotnictwu nieprzyjaciela taką sumaryczną stopę strat, która mogłaby zmusić przeciwnika do zmniejszenia intensywności nalotów i zmian sposobów działania.Jeśli założymy, że określone straty zostaną zadane przeciwnikowi przez uderzenia na lotniska, to można przyjąć /dla współczesnych warunków/ stopę strat nie większą niż 8-10 %, która wydaje się już bardzo wysoką[x/].

- - - - - - - - - - - - - - -

x/ Ustalenie stopy strat jest zagadnieniem trudnym i łączącym się ściśle z założeniami strategiczno-doktrynalnymi. Stopę strat możemy ustalić jedynie orientacyjnie na podstawie danych statystycznych z ostatnich wojen uwzględniając czynniki, które przypuszczalnie będą charakteryzowały przyszłą wojnę, a wynikających z współczesnych środków napadu powietrznego. Według danych brytyjskich "The Strategic Air Offensive ageinst Germany" 1939-1945. T.IV" stopa strat, która jest nie do przyjęcia na dłuższą metę wynosi 5-7 %. Te związki lotnictwa, które ponosiły straty tego rzędu wycofywane były z walki celem przeszkolenia. Średnia stopa strat lotnictwa brytyjskiego wynosiła w II wojnie światowej średnio 2,3 %. Stopa strat lotnictwa amerykańskiego w Korei oraz obecnie w Wietnamie ma być podobno niższa /Technik und Soldat nr 11/64/. Należy podkreślić, że straty w II wojnie światowej są oceniane jako wynik działania lotnictwa i artylerii przeciwlotniczej, przy czym przyjmuje się, że LM zniszczyło 2-3 razy więcej samolotów, niż artyleria przeciwlotnicza. Biorąc to pod uwagę, należy przypuszczać, że na artylerię przeciwlotniczą przypada stopa strat rzędu 1,8-1,2 %.

Przykładami potwierdzającymi, że przyjęcie tego rzędu stopy strat jest zadawalające są działania w Wietnamie. Jeśli w czasie nalotów na określone obiekty lotnictwo amerykańskie traciło około 10 % samolotów /atak na most w Hanoi - strata 9 z około 60-70 samolotów/ - naloty na nie przerywano na pewien czas. Dążenie do uzyskania większej stopy strat w wyniku działania naziemnych środków OPL /artylerii przeciwlotniczej/ jest niecelowe, gdyż wymaga bardzo dużej liczby sprzętu o dużej skuteczności. Założona stopa strat będzie określała liczbę sprzętu, którą należy posiadać, aby ją uzyskać /oczekiwać/.

W tabeli 19 przedstawione są liczby poszczególnych typów broni, przy pomocy których można uzyskać stopę strat samolotów nieprzyjaciela /z grupy 25 samolotów/ równą 9 %.

Tabela 19

Wymagana liczba dział przy założonej stopie strat S_s = 9 %

Typ sprzętu	H /m/						
	100	400	700	1500	3000	4500	5500
PKM-1	3913	3214	3600	10000	-	-	-
PKM-2	2432	2000	2308	6429	-	-	-
ZU-23-1	1000	857	874	2432	-	-	-
ZU-23-2	623	555	562	1551	-	-	-
ZSU-23-4	112	94	93	152	-	-	-
S-68	900	532	341	238	604	6427	-
S-60 z P-6 i RSA	1594	947	588	226	333	750	2812

Z tabeli 19 wynika, że liczba sprzętu przy założonej stopie strat jest różna dla poszczególnych wysokości. Oprócz tego liczba określonego typu sprzętu zależy od jego parametrów techniczno-taktycznych. Im sprzęt jest mniej

doskonały, tym więcej należy go posiadać, aby uzyskać wymaganą stopę strat. Ponieważ określony typ sprzętu może najskuteczniej zwalczać cele w określonym pasie wysokości, dlatego należy przyjmować jako średnią liczbę sprzętu odpowiadającą wysokości, w której dany typ sprzętu jest najbardziej efektywny /w tabeli 19 ujęto w ramkę/. W ten sposób określona liczba sprzętu przedstawiona jest w tabeli 20.

Tabela 20

Średnia wymagana liczba dział określona dla najbardziej efektywnego pasa wysokości

H /m/	PKM-1	PKM-2	ZU-23-1	ZU-23-2	ZSU-23-4	S-68	S-60
do 700	3214	2000	857	555	94	-	-
700 + 3000	-	-	-	-	-	238	-
700 + 4500	-	-	-	-	-	-	226

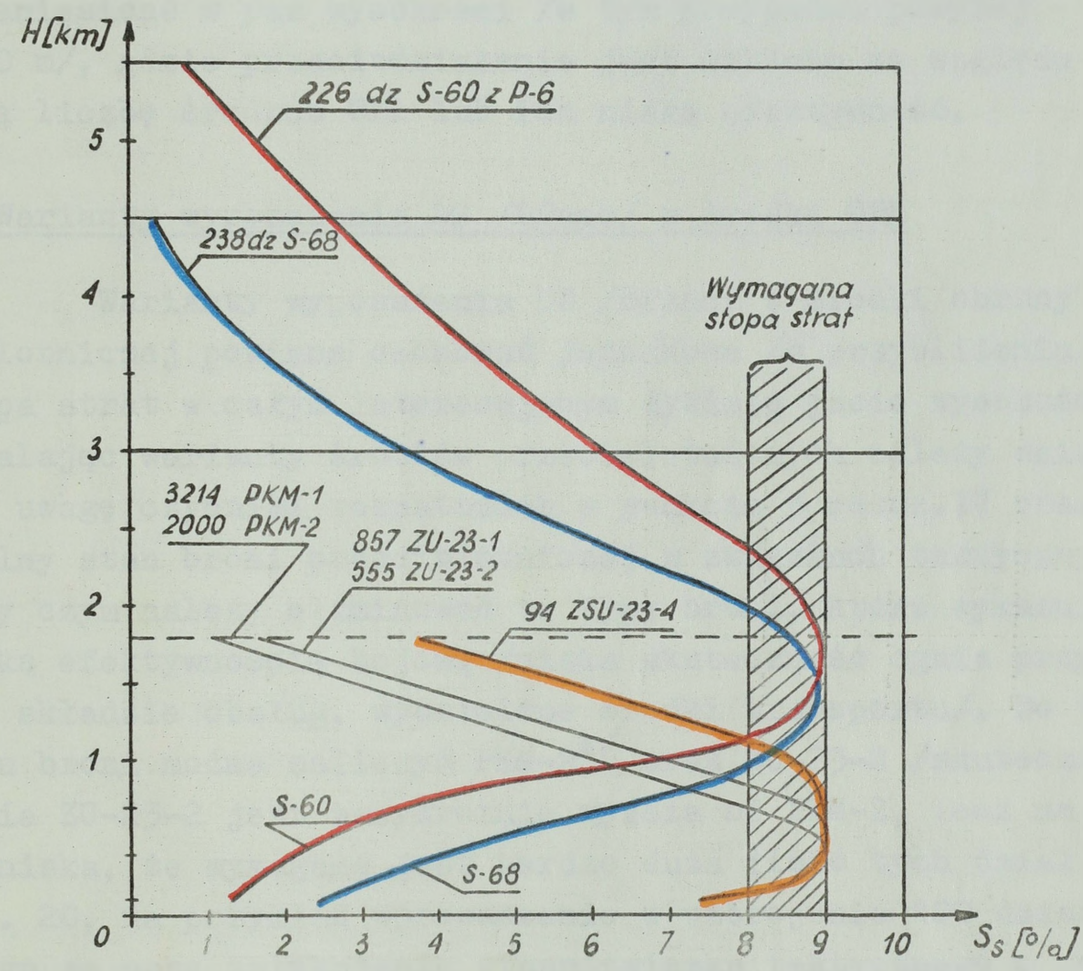
Przyjętej średniej liczbie środków przeciwlotniczych przedstawionych w tabeli 20 odpowiada przebieg stopy strat przedstawiony na rys. 14.

Z rys. 14 wynika, że przyjęcie średniej liczby środków przeciwlotniczych różnicuje poważnie stopę strat w wysokości lotu celu. Określona liczba środków przeciwlotniczych daje wymaganą stopę strat jedynie w wąskim przedziale wysokości:

- PKM 14,5 mm - od 150 + 700 m;
- ZU-23 /1 i 2/ - od 150 + 850 m;
- ZU-23-4 - od 150 +1100 m;
- S-68 - od 1000+2000 m;
- S-60 z P-6 i RSA - od 1100+2400 m.

Tak więc jeden wybrany typ sprzętu przeciwlotniczego nie może zapewnić osłony oddziałom i elementom ugrupowania bojowego związku taktycznego /operacyjnego/. Aby zapewnić osłonę przeciwlotniczą elementom ugrupowania bojowego związku

taktycznego /operacyjnego/ należy posiadać różnorodne typy sprzętu, które łącznie dałyby w przybliżeniu wymaganą stopę strat w całym przedziale wysokości.



Rys. 14. Przebieg stopy strat odpowiadający średniej liczbie środków przeciwlotniczych.

Związki taktyczne będą skutecznie osłaniane, jeśli organicznymi i przydzielonymi środkami przeciwlotniczymi będą w stanie zadać jednakowe straty /w przybliżeniu/ lotnictwu nieprzyjaciela działającemu na wysokościach od 20-6000 m. Wynika stąd podstawowy wniosek: rozpatrując zagadnienie obrony przeciwlotniczej wojsk nie można zajmować się jej wzmocnieniem tylko w określonym pasie wysokości, na przykład: rozpatrując zagadnienie wzmocnienia OPL związków taktycznych na małych wysokościach /wiąże się z tematem pracy/, należy pamiętać o wysokościach średnich a nawet dużych.

Zabieg wzmocnienia OPL na małej wysokości sprowadzimy do zera, jeśli równolegle nie wzmocnimy OPL na wysokościach średnich, ponieważ działanie lotnictwa nieprzyjaciela zostanie przeniesione w pas wysokości /w tym przypadku powyżej 1500 m/, gdzie przeciwdziałanie jest słabsze ze względu na małą liczbę środków OPL lub ich niską efektywność.

4. Warianty wyposażenia DZ /DPanc/ w środki OPL

Warianty wyposażenia DZ /DPanc/ w środki obrony przeciwlotniczej powinna cechować jednakowa /w przybliżeniu/ stopa strat w całym interesującym dywizje pasie wysokości. Ustalając warianty środków przeciwlotniczych należy wziąć pod uwagę czynniki rozpatrzone w punkcie 3 rozdz.IV oraz aktualny stan broni przeciwlotniczej w związkach taktycznych. Przy czym należy eliminować te typy broni, które wykazują się niską efektywnością bojową /niska skuteczność ognia przy dużym składzie obsług, wydzielone środki transportu/. Do tego typu broni można zaliczyć PKM-2[x/] oraz ZU-23-2 /skuteczność ognia ZU-23-2 jest trzykrotnie wyższa od PKM-2, lecz na tyle niska, że wymagana jest bardzo duża ilość tych dział - tab. 20, na przykład wprowadzenie w uzbrojenie 100 dział pociąga za sobą zwiększenie stanu związku taktycznego o około 600 żołnierzy i 100 środków transportu/.

Z pośród szeregu wariantów wynikających z organizacji DZ /DPanc/ i środków przeciwlotniczych, którymi możemy dysponować /w mniejszej lub większej mierze/, najbardziej typowymi są warianty przedstawione w tabeli 21.

- - - - - - - - - - - - - -

x/ Są w większej ilości w wyposażeniu wojsk.

Tabela 21

Warianty wyposażenia DZ /DPanc/ w środki OPL[x/]

Typ sprzętu	W-1	W-2	W-3	W-4	W-5	W-6	W-7
WKMcz /12,7 lub 14,5/	213/295	213/295	213/295	213/295	213/295	213/295	213/295
WKMtr/14,5/	0/0	396/198	0/0	396/198	396/198	0/0	396/198
PKM-2/14,5/	10/14	16/16	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
ZU-23-1 tr.	0/0	0/0	198/99	0/0	0/0	396/198	0/0
ZSU-23-4	9/3	34/24	32/36	32/36	36/48	36/48	72/72
S-68	2/6	0/6	0/0	0/0	0/6	0/6	0/6
S-60 z P-6	24/24	24/24	24/24	24/24	24/24	24/24	24/24

Wymienionym w tab. 21 wariantom wyposażenia DZ /DPanc/ w środki OPL odpowiada orientacyjna sumaryczna stopa strat przedstawiona w tab. 22, a jej przebieg zależnie od wysokości celu jest pokazany na rys. 1 i 2 załącznika 6.

Tabela 22

Orientacyjna, sumaryczna stopa strat $S_{s,sum}$ /%/[x/]

Warianty	H /m/						
	100	400	700	1500	3000	4500	5500
W-1	1,40 1,17	1,77 1,51	1,86 1,61	1,76 1,64	0,68 0,74	0,29 0,30	0,08 0,08
W-2	3,52 3,31	4,30 4,02	4,27 4,05	2,93 3,15	0,65 0,74	0,29 0,30	0,08 0,08
W-3	4,97 4,59	6,03 5,60	6,03 5,60	3,76 3,68	0,65 0,65	0,29 0,29	0,08 0,08
W-4	4,20 4,15	5,06 5,45	4,98 5,35	3,38 3,51	0,65 0,65	0,29 0,29	0,08 0,08
W-5	4,42 5,17	5,44 6,70	5,36 6,67	3,61 4,54	0,65 0,74	0,29 0,30	0,08 0,08
W-6	7,07 6,50	8,41 7,89	8,46 7,93	4,39 4,99	0,65 0,74	0,29 0,30	0,08 0,08
W-7	7,30 7,09	8,89 9,00	8,85 8,99	5,74 5,96	0,65 0,74	0,29 0,30	0,08 0,08

x/ W liczniku w DZ, w mianowniku - DPanc. Naliczenie czołgów i transporterów według etatu ćwiczebnego z 1.10.1967 r.

Rozpatrując przebieg stopy strat /rys. 1 i 2 załącznika 6/ w wysokości dla wyżej wymienionych wariantów wyposażenia związku taktycznego w środki OPL można stwierdzić, że branie pod uwagę tylko małych i częściowo średnich wysokości /do 1500-1800 m/ jest rozwiązaniem połowicznym. Przyjęcie jednego z wariantów /od 2 ÷ 7, 1 wariant jest zgodny z etatem ćwiczebnym z dn. 1.10.1967 r./ zapewnia osłonę związku taktycznego z określoną stopą strat tylko do wysokości rzędu 1500-1800 m, natomiast na wysokościach większych osłona oparta jest tylko na pułku 57 mm armat przeciwlotniczych, wchodzącym organicznie w skład związku taktycznego. Ponieważ stopa strat nawet w wąskim pasie wysokości jest znacznie zróżnicowana, dlatego najlepiej rozpatrywać ją jako średnią dla interesującego nas pasa wysokości /tabela 23/.

Tabela 23

Srednia sumaryczna stopa strat $S_{s,sum}$ /%/

Związek taktyczny	/H /m/	W-1	W-2	W-3	W-4	W-5	W-6	W-7
DZ	0÷1800	1,70	3,76	5,20	4,38	4,71	7,07	7,69
	1800÷5000	0,48	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
DPanc	0÷1800	1,48	3,73	4,87	4,61	5,77	6,83	7,76
	1800÷5000	0,52	0,52	0,45	0,45	0,52	0,52	0,52

Z analizy danych tabeli 21 i 23 wynika, że zadawalającym może być wariant 6 lub 7. Zdaję sobie sprawę, że realizacja proponowanego, docelowego wariantu nie może być osiągnięta natychmiast. Celowe jest więc widzieć warianty pośrednie, jako kolejne fazy dozbrajania docelowego. Warianty 2÷5 są wariantami pośrednimi między wariantem obecnego wyposażenia /W-1/ a wariantami, które należy realizować /W-6 lub W-7/. Realizację wariantu 6 można uzyskać poprzez wariant 3, gdyż w jego założeniu występują dwa nowe środki:

ZSU-23-4 oraz ZU-23-1, w które należy uzbroić transportery. Realizację wariantu 7 można uzyskać poprzez warianty: 2,4 i 5, które zakładają uzbrojenie transporterów w WKM-1 tr /14,5 mm/. Realizacja wariantu 6 pociąga za sobą konieczność uruchomienia produkcji automatów działa 23 mm, skonstruowanie nowego celownika, odpowiedniej adaptacji wieży transportera oraz zakupu a nawet uruchomienia produkcji /jeśli byłoby to opłacalne/ dział ZSU-23-4. Realizacja wariantu 7, biorąc pod uwagę uzbrojenie transporterów typu "Skot"/, jest prostsza, gdyż wymaga jedynie adaptacji wieży transportera do strzelań przeciwlotniczych oraz skonstruowania odpowiedniego celownika. Lecz z drugiej strony wymaga zakupienia /wyprodukowania/ 1,6 razy więcej dział ZSU-23-4 /stosunek dział ZSU-23-4 w DZ i DPanc wariantu 7 do tychże dział w wariancie 6/. Wariant 6 wymaga mniejszej liczby dział ZSU-23-4, która może być jeszcze zmniejszona o liczbę zestawów odpowiadającą stopie strat zadawanych w pasie wysokości do 1500-1800 m przez środki uzupełniające niedobór tej stopy w pasie wysokości powyżej 1500-1800 m, na przykład działo 30-40 mm lub rakiety przeciwlotnicze typu "X" /oczywiście zagadnienie to dotyczy również wariantu 7, lecz stosunek między liczbą ZSU-23-4 wariantu 7 a liczbą ZSU-23-4 wariantu 6 wynoszący 1,6 pozostanie bez zmiany/. Oprócz tego realizacja wariantu 6, tzn. uzbrojenie transporterów w działka 23 mm zwiększa możliwości obrony przeciwlotniczej pododdziałów piechoty zmotoryzowanej przed bezpośrednimi atakami z powietrza.

Urzutowanie środków OPL w związku taktycznym powinno zapewnić osłonę przed atakami z powietrza podstawowym oddziałom. Podstawowe oddziały związku taktycznego /pułki zmechanizowane i czołgów/ powinny posiadać odpowiednią liczbę organicznej artylerii przeciwlotniczej oprócz działek /WKM/ pokładowych transporterów i czołgów. Do osłony pozostałych oddziałów i elementów /artyleria dywizji, dywizjon rakiet taktycznych, SD, przeprawy, oddziały tyłowe itp./ należy

posiadać w związkach taktycznych organiczne oddziały artylerii przeciwlotniczej i rakiet przeciwlotniczych. Związek taktyczny powinien posiadać liczbę środków przeciwlotniczych zapewniających mu swobodę działania. Działając w warunkach szczególnych, na przykład na głównym kierunku uderzenia armii lub samodzielnym powinien być odpowiednio wzmocniony /w zależności od potrzeb/ przez armię. Takie rozwiązanie jest najbardziej ekonomiczne, ponieważ nie obciąża ponad minimalne potrzeby związku taktycznego środkami przeciwlotniczymi oraz pozwala dowódcy armii skupić wysiłek obrony przeciwlotniczej w zależności od potrzeb. W świetle powyższego środki OPL mogą być urzutowane w związku taktycznym /środki przeciwlotnicze według wariantu 1-7/ w sposób podany w tabeli 24.

Tabela 24

Urzutowanie środków OPL w DZ /DPanc/[x/]

Oddz. /Związek/	Typ sprzętu	W-1	W-2	W-3	W-4	W-5	W-6	W-7
pz / pcz[xx]	WKMcz	43/84	43/84	43/84	43/84	43/84	43/84	43/84
	WKMtr	0/0	132/22	0/0	132/22	132/22	0/0	132/22
	PKM-2	2/4	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
	ZU-23-1 tr	0/0	0/0	66/11	0/0	0/0	132/22	0/0
	ZSU-23-4	3/0	4/4	4/8	4/8	4/8	4/8	12/12
	S-68	0/2	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
	S-60 z P-5	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Organiczne DZ / DPanc	ZSU-23-4	0/0	8/8	12/8	12/8	16/20	16/20	24/24
	S-68	0/0	0/6	0/0	0/0	0/0	0/6	0/6
	S-60 z P-6	24/24	24/24	24/24	24/24	24/24	24/24	24/24

x/ W liczniku w pz /DZ/, w mianowniku - pcz /DPanc/.
xx/ Pułk czołgów DZ nie posiada kompanii piechoty zmotoryzowanej, dlatego nie wlicza się w nim 22 WKMtr /22- ZU-23-1 tr./.

Z wyliczeń przedstawionych w tabeli 24 wynika, że pułkowi zmechanizowanemu lub czołgów przydzielono baterie ZSU-23-4 w składzie 4 lub 8 dział przeciwlotniczych. Natomiast w dyspozycji dowódcy związku taktycznego pozostawiono od 2 + 6 baterii w składzie 4 lub 1-2 baterie w składzie 8 dział przeciwlotniczych. Typowy skład baterii to 4 działa przeciwlotnicze ZSU-23-4. Ze względu na samochody transportowo-techniczne /zipy bateryjne/, które przewidziane są dla 4 dział ZSU-23-4, można organizować baterie wielokrotne liczbie 4, tzn. 8, 12 itd. Nie celowe wydaje się jednak organizowanie baterii w składzie większym niż 8 dział przeciwlotniczych ZSU-23-4. Bateria w składzie 8 dział ZSU-23-4 może osłaniać obiekt przed atakami samolotów z małej wysokości na 1-2 kierunkach /jedno działo przeciwlotnicze ZSU-23-4 odpowiada 4-6 działom S-60 z P-6, tzn. jedna bateria ZSU-23-4 równoważy w przybliżeniu pułk artylerii przeciwlotniczej 57 mm/. W wyniku rozważań dochodzę do wniosku, że 1 bateria składająca się z 4 /8/ ZSU-23-4 w pułku zmechanizowanym /czołgów/ powinna zapewnić, wspólnie z pokładową bronią przeciwlotniczą /WKMcz i WKMtr lub ZU-23-1 tr./, osłonę najważniejszych elementów ugrupowania. Baterie będące w dyspozycji dowódcy związku taktycznego mogą być wykorzystane przede wszystkim do osłony tych elementów dywizji, które są pozbawione broni pokładowej, jak również do wzmocnienia osłony pułków. Najważniejsze obiekty związku taktycznego należy osłaniać kompleksowo. Konieczność przestrzegania tej zapodstawowej zasady wykorzystania artylerii przeciwlotniczej wymaga również, aby dowódca związku taktycznego dysponował oprócz pułku artylerii przeciwlotniczej 57 mm kilkoma bateriami ZSU-23-4.

Wydaje się, że działa S-68 nie należy przydzielać organicznie do pułków czołgów, jak to ma miejsce obecnie /według etatu ćwiczebnego z dn. 1.10.1967 r. - 2 działa S-68 w pcz/, lecz zorganizować z nich baterię 6 działową, włączając ją w skład pułku artylerii przeciwlotniczej 57 mm i wykorzystywać do osłony obiektów dywizyjnych o dużej manewrowości, na przykład OW dywizji.

5. Wnioski

Ocena efektywności bojowej różnych typów broni przeciwlotniczej pozwala wyciągnąć wnioski co do najbardziej właściwego wyposażenia wojsk w naziemne środki OPL. Główne postulaty w tym zakresie są następujące:

1. Wzmocnienie osłony przeciwlotniczej wojsk /obiektów/ przed atakami lotnictwa nieprzyjaciela z małych wysokości musi odbywać się równolegle ze wzmocnieniem jej na średnich wysokościach. Wyposażenie wojsk w odpowiednią liczbę środków OPL zdolnych zadać lotnictwu nieprzyjaciela wymaganą stopę strat tylko na małej wysokości /do pułapu rzędu 1500-1800 m/, spowoduje przeniesienie działań lotnictwa na wysokości średnie i duże /2000-6000 m/, co tym samym sprowadzi celowość zabiegu do stanu wyjściowego. Dlatego nieodzownym jest utrzymanie średniej, oczekiwanej stopy strat w przybliżeniu na jednakowym poziomie w całym paśmie wysokości /do 5-6 km/, z których mogą być wykonywane efektywne ataki na wojska i obiekty pola walki. Aby zapewnić w przybliżeniu wyrównany poziom stopy strat w pasie małych i średnich wysokości należy, proporcjonalnie do efektywności środków OPL, wyposażyć związki taktyczne /operacyjne/ w środki klasyczne oraz w samobieżne rakiety przeciwlotnicze typu "X" /małego zasięgu/.

2. Podstawowym uzbrojeniem oddziałów /pododdziałów/ ogólnowojskowych do odpierania ataków lotnictwa z małych wysokości, powinny być lekkie działka uniwersalne z automatycznym celownikiem montowane na wozach bojowych. Do osłony ważniejszych elementów ugrupowania, oddziały ogólnowojskowe powinny posiadać 1-2 baterie samobieżnych dział przeciwlotniczych /na przykład kalibru 30-40 mm/. Dowódca związku taktycznego powinien również dysponować oddziałem samobieżnych dział przeciwlotniczych oraz oddziałem rakiet przeciwlotniczych o pułapie działania do 6-7 km. Ta sama struktura osłony, podobne proporcje między rodzajami środków dotyczą

również związków operacyjnych, tzn. do osłony przeciwlotniczej obiektów armijnych /poza dywizjami ogólnowojskowymi/. Dowódca armii powinien posiadać, oprócz oddziałów rakiet przeciwlotniczych średniego zasięgu, oddziały artylerii przeciwlotniczej i rakiet tego samego rodzaju co związki taktyczne. Liczba tych środków powinna zapewnić wspólnie z lotnictwem myśliwskim, które posiada dogodne warunki działania w tym rejonie, wymaganą stopę strat lotnictwu nieprzyjaciela działającemu grupami w składzie około 50-60 samolotów na małych i średnich wysokościach oraz 20-25 samolotów na dużych wysokościach.

3. Analiza efektywności bojowej sprzętu przeciwlotniczego do zwalczania celów na małych wysokościach, a możliwych do wprowadzenia w wyposażenie wojsk wykazuje, że najbardziej przydatne są działa ZSU-23-4 oraz ZU-23-1. Działa ZSU-23-4 muszą być organizowane w baterie /4-8 dział/,które powinny wchodzić organicznie w skład pułków ogólnowojskowych oraz organicznego pułku /dywizjonu/ związku taktycznego i operacyjnego. Działa ZU-23-1 nadają się jako uzbrojenie pokładowe wozów bojowych /transporterów a nawet czołgów/ i w porównaniu z WKMcz i PKM-14,5 mm wykazują dwukrotnie /i więcej/ wyższą skuteczność.

4. Konieczność osłony wojsk w różnych rodzajach działań /szczególnie w ruchu/ przed atakami z małych i średnich wysokości w pewnym sensie dyskwalifikuje działa ZSU-23-4, gdyż oprócz nich potrzebny jest jeszcze inny typ samobieżnego działa przeciwlotniczego do zwalczania celów na średnich wysokościach, conajmniej do 4000 m. Działo kalibru 30-40 mm z radiolokacyjno-optycznym celownikiem o szybkostrzelności rzędu 2000 strz/minutę /na 2 lufy/, z powodzeniem może zastąpić ZSU-23-4 w zwalczaniu celów na małych wysokościach a równocześnie będzie skutecznym środkiem i na wysokościach średnich.

x x x

ZAKONCZENIE

Do podstawowych problemów przedstawionych w niniejszej pracy, które zostały zbadane teoretycznie i częściowo praktycznie należy zaliczyć.

1. Zbadanie możliwości zwalczania samolotów działających na małych wysokościach z dużymi prędkościami przez artylerię przeciwlotniczą będącą w wyposażeniu wojsk OPL.

2. Ustalenie ogólnych zasad wykorzystania tego sprzętu do zwalczania wyżej wymienionych celów powietrznych w świetle sposobów wykonywania ataków i użycia współczesnych środków rażenia.

3. Określenie przydatności poszczególnych typów dostępnej broni przeciwlotniczej i możliwości zwiększenia skuteczności OPL na małych wysokościach.

Zbadanie problemu pierwszego, pozwoliło na właściwe sprecyzowanie ogólnych zasad wykorzystania sprzętu będącego w wyposażeniu wojsk OPL oraz na ustalenie podstawowych wymagań dotyczących parametrów artylerii przeciwlotniczej do zwalczania samolotów nieprzyjaciela na małych wysokościach.

Precyzując ogólne zasady wykorzystania sprzętu artylerii przeciwlotniczej będącego w wyposażeniu wojsk przedstawiłem aktualny stan, jego strony dodatnie i ujemne oraz w miarę możliwości - drogi zmierzające do usprawnienia.

Ocena środków artylerii przeciwlotniczej pod względem ich przydatności do zwalczania celów działających na małych wysokościach, pozwoliła również na określenie niektórych wariantów w mniejszym lub większym stopniu rozwiązujących ten problem.

Przedstawiając wnioski z przeprowadzonych badań, w celu praktycznego ich wykorzystania, pragnąłem wskazać na najbardziej racjonalne, choć niewątpliwie nie jedyne sposoby rozwiązania tego problemu. Przytoczone w pracy zasady wykorzystania artylerii przeciwlotniczej i drogi rozwiązywania

obrony przeciwlotniczej na małych wysokościach są po prostu pierwszą próbą teoretycznego spojrzenia na to zagadnienie.

Uwzględniając fakt, że z ujęciem problemu jaki przedstawiłem w pracy dotychczas nie spotkałem się, niniejsze studium można uważać za pierwszą próbę naukowego ujęcia głównych zagadnień zwalczania celów na małych wysokościach przez lufową artylerię przeciwlotniczą.

Zdaję sobie sprawę, że praca niniejsza nie może pretendować do rozwiązania wszystkich problemów związanych z organizacją i wykorzystaniem środków OPL będących w wyposażeniu wojsk, ani też środków perspektywicznych, gdyż z różnych względów przerasta to możliwości jednego człowieka. Niemniej jednak może być punktem wyjścia /mimo szeregu założeń szacunkowych, a nie w oparciu o doświadczenia/ do szczegółowego rozwiązania tego problemu przy zaangażowaniu szerszego zespołu ludzi oraz odpowiednich środków technicznych i nakładów finansowych.

Wnioski wynikające z konfliktów wojennych, które miały i mają miejsce po drugiej wojnie światowej /Korea, Wietnam, Bliski Wschód/ wskazują na konieczność ciągłych badań teoretycznych i uaktualnianie systemu OPL wojsk. Dlatego też wystarczającą satysfakcją będzie dla autora jeśli problematyka przedstawiona w pracy wzbudzi szersze zainteresowanie i w konsekwencji dalsze studia teoretyczne i praktyczne.

W zakończeniu chciałbym serdecznie podziękować wszystkim, którzy udzielili mi cennych wskazówek i rad dotyczących zarówno układu, jak i treści pracy.

x x x

INDEKS OZNACZEN PRZYJETYCH W TRESCI PRACY

Oznaczenie	Nazwa
1	2
M	Liczba Macha
H /H_c/	Wysokość lotu celu
λ	Kąt nachylenia kursu celu względem poziomu
H_w	Wysokość wejścia samolotu w lot nurkowy
H_z	Wysokość zrzutu bomb
KPR	Kierowane pociski rakietowe
NPR	Niekierowane pociski rakietowe
A	Odstęp bombardowania
V_c	Prędkość celu
RSWP	Radiolokacyjna stacja wstępnego poszukiwania
RSA	Radiolokacyjna stacja artyleryjska
$D_{p_{wyk}}$	Pozioma odległość wykrycia celu
p_u	Kąt ukrycia
Q	Kąt drogi celu
ω_β (ω_p)	Prędkości kątowe lotu celu /ogólnie ω_c /
$\omega_{\beta_{dz}}$ ($\omega_{p_{dz}}$)	Prędkości kątowe celowania /ogólnie ω_{dz} /
P	Parametr kursu celu
S, S_i, S_w	Droga celu /kursy celu/
R_{ω_β}	Promień strefy ograniczenia w celowaniu wynikający z $\omega_\beta = \omega_{\beta_{dz.max}}$
$D_{P\ \omega\ p,max}$	Odległość pozioma wyznaczająca strefę ograniczenia w celowaniu dla przypadku $\omega_p = \omega_{p_{dz.max}}$ i P = 0.
q	Kąt kursu celu
V_t	Prędkość zmiany czasu lotu pocisku - sek/sek.
V_w/$V_{w,max}$/	Prędkość punktu wyprzedzenia /maksymalna/
R /R_H/	Promień płaskiej strefy ostrzału /na danej H/
Z	Szybkostrzelność działa - strzałów/minutę
n	Srednia liczba strzałów w jednym strzelaniu

Oznaczenie	Nazwa
r_H	Uchylenie środkowe rozrzutu pocisków wzwyż
r_t	Uchylenie środkowe rozrzutu czasu lotu pocisku
r_z	Uchylenie środkowe rozrzutu pocisków wszerz
ψ	Kąt rozlotu odłamków przy strzelaniu rozpryskowym
φ	Kąt podniesienia lufy
R_n	Prawdopodobieństwo zestrzelenia celu /oczekiwana liczba zestrzałów/
S''_s /%/	Oczekiwana stopa strat lotnictwa nieprzyjaciela
$S_{s,sum}$ /%/	Oczekiwana, sumaryczna stopa strat lotnictwa nieprzyjaciela
N_1	Liczba samolotów w grupie
Δ	Błąd systematyczny
γ	Kątowa szerokość sektora zabronionego
Q_w	Prawdopodobieństwo wykonania zadania przez samolot nieprzyjaciela
Q_p	Prawdopodobieństwo przeniknięcia do obiektu
Q_z	Prawdopodobieństwo zniszczenia obiektu
K	Liczba podstawowych kierunków ataku
N_{bat}	Minimalna liczba baterii /zestawów/ do osłony obiektu
D	Odległość rzeczywista do celu
WPOW	Wysunięty posterunek obserwacji wzrokowej
T_M	Czas potrzebny na przekazanie meldunku
T_K	Czas potrzebny na podanie komendy
T_W	Czas potrzebny na wykrycie celu
$T_{rob.}$	Czas roboczy baterii
t	Czas lotu pocisku
ΔG_{sum}	Balistyczna odchyłka gęstości powietrza
D_{p_w}	Pozioma odległość wyprzedzona

BIBLIOGRAFIA

Instrukcje, biuletyny, podręczniki i czasopisma.

1. Instrukcja strzelania baterii 57 mm samoczynnych armat przeciwlotniczych - MON-1959 r.
2. Instrukcja strzelania baterii 57 mm samoczynnych armat S-60 - MON-1960 r.
3. Instrukcja strzelania artylerii przeciwlotniczej średniego kalibru - MON-1957 r.
4. Instrukcja artylerii przeciwlotniczej. Kierowanie ogniem artylerii przeciwlotniczej osłony wojsk.-MON-1958 r.
5. Instrukcja artylerii przeciwlotniczej. Radiolokacyjna stacja artyleryjska SON-9.-MON-1958 r.
6. Stacja radiolokacyjna JAWOR.-MON-1964 r.
7. Regulamin polowej artylerii przeciwlotniczej wojsk lądowych.-MON-1962 r.
8. Krótki informator o podstawowym uzbrojeniu i sprzęcie bojowym głównych państw kapitalistycznych. Cz.I.-Sztab Generalny Zarząd II. 1964 r.
9. Organizacja, uzbrojenie i użycie bojowe środków OPL wojsk lądowych USA.-Sztab Generalny Zarząd II. 1964 r.
10. Krótki informator o siłach zbrojnych Francji.-Sztab Generalny Zarząd II.-1964 r.
11. Informator o siłach zbrojnych NRF.- Sztab Generalny Zarząd II - 1964 r.
12. Biuletyn wywiadowczy. Połączone siły zbrojne paktu północno-atlantyckiego i siły zbrojne państw kapitalistycznych. - Sztab Generalny Zarząd II - 1964 r.
13. Instrukcja OPL Wojsk. - Normy czasu na wykonanie zadań wojsk OPL. - MON-1967 r.
14. Rozwój działań wojennych w Wietnamie. Cz.I,II i III.- Sztab Generalny Zarząd II - 1965, 1966 i 1967 r.
15. S. Makowski, J. Zabłotni - Zasady strzelania artylerii przeciwlotniczej małego kalibru. - MON-1961 r.
16. S. Makowski, J. Zabłotni, W. Bojko, Z. Folcik - Teoria strzelania artylerii przeciwlotniczej. - MON-1962 r.

17. Zasady strzelania artylerii przeciwlotniczej średniego kalibru. - MON-1963 r.
18. Stacje radiolokacyjne artylerii przeciwlotniczej. - MON-1963 r.
19. Tabele strzelnicze do 57 mm samoczynnej armaty przeciwlotniczej S-60. - MON-1959 r.
20. Tablicy strielby 85 mm zenitnoj puszki obr. 1939 g.po wozdusznym celam. - Woj. Izd. MO SSSR - Moskwa - 1958 g.
21. D.S. Bołdakow, W.Z. Kozaczyńskij, N.J. Poczikajew, W.D. Sołodnikow - Strielba zenitnoj artilerii po wozdusznym celam. - Leningrad 1959 g.
22. N.J. Poczikajew, W.A. Timochin - Tieoria wierojatnostiej- Leningrad- 1959 r.
23. H.F. Ławrow - Woprosy tieorii PUAZO.-- G.N.T.J, Oborongiz. - Moskwa-1960 r.
24. A. Czestachowskij - Artileryjskije radiołokatory.- Leningrad-1956 r.
25. Ppłk dr A. Przeniczny - Zasady ugrupowania bojowego artylerii przeciwlotniczej lufowej w osłonie mostów /rozprawa doktorska/.- ASG - Rembertów - 1963 r.
26. Płk W.A. Kusmakow, płk J.J. Kostrin.... Osnowy taktiki istriebitielno-bombardirowocznoj awiacji. - Monino-1961 r
27. Diejstwije jadiernowo oruż**i**ja /tłumaczenie z angielskiego/. W.I. MO SSSR - 1960 r.
28. T.Ł. SATTI Matiematiczeskije metody isskolowanija opieracji /tłumaczenie z angielskiego/. W.I. MO - Moskwa-1963 r.
29. I.W. Czujew, P.M. Mielnikow i inni - Osnowy issledowanija opieracji w wojennoj technikie. Izdatielstwo "Sowietskoje Radio" - Moskwa -1965 r.
30. E. Wencel - Wwiedienije w issledowanija opieracji.- Moskwa-1965 r.
31. G.W. Feuchter - Der Luftkrieg. Cz.III. /tłumaczenie/ - Przegląd informacyjny ASG-1967 r.
32. M.P. Idatte - Efektiwnost zenitnoj strielby /tłumaczenie z francuskiego/. I.I.W.Ł. - Moskwa 1959 r.

33. W. Szaronow - Obserwacja i widzialność. - MON-1956 r.
34. M.R. Szczurek - Urządzenia radiolokacyjne i ich eksploatacja. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności - Warszawa 1961 r.
35. Naziemne stacje radiolokacyjne wojsk OPL i OPK w Polsce.- WAT Warszawa Bemowo-1963 r.
36. Wojskowy przegląd zagraniczny - roczniki 1963-1967.
37. Myśl Wojskowa nr 3. - MON-1962 r.
38. Płk G.Wasilkow, płk W.Odincew - Bombomietanije z małych wysot. - Wiertnik Wozdusznowo Fłota Nr 11/1961 r.
39. Płk A.B. Wasiliew - Diejstwija awiacji na małych wysotach Wiertnik Protiwozdusznoj oborony Nr 2/1961 r.
40. Płk W. Babicz - Sposoby diejstwij i takticzeskije prijomy amerykańskoj awiacji w Wietnamie - Awicja i Kosmonoftika Nr 8/1966 r.
41. Technik und Soldat Nr 11/1967 r.

ZAŁĄCZNIKI

Załącznik 1

Tabela 1

TAKTYCZNO-TECHNICZNE DANE PODSTAWOWYCH SAMOLOTOW MYSLIWSKO-BOMBOWYCH PANSTW NATO

Typ samolotu	Stan załogi	$V_{c,max}$ x /m/sek/	Promień xx działania/km/	Uzbrojenie				Wyposażenie				
				Działka	KPR	NPR	Bomby /udźwig maks./	Łączności	Radiolokacyjne	Identyfikacji	ostrzegawcze	Zakłócające
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
F-100 D i F "Super Sabre"	1	410	1650	4x20 mm 1028 naboi celownik A-4	2xBullpup lub 4xSidewinder celownik A-4	24x127 mm lub 42x 70 mm celownik A-4	3380 kg /maks.kaliber 90 kg burzące, napalm, jądrowe/ celownik LABS, TACAN	UKF AN/ARC-34 zasięg 400-800 km	AN/APG-30A	AN/APX-6		pasywne AN/ALE-2 aktywne AN/ALT-6 z.cz.350-10500
F-101 "VOODOO"	1	525	1000-1300	4 x 20 mm M-39 E celownik MA-7	3-6xFalcon lub 2xMB-1 z głow.at. cel.MA-7 lub MG-13	12 x 50 mm celownik MA-7 lub MG-13	1800 kg celownik LABS i MA-1	UKF AN/ARC-34	AN/APX-6A lub AN/APG-40 zas.wykr. 50 km	AN/APS-54		
F-104 "Starfighter"	1	680 / 240	1225 / 520	1x20 mm M-61 "Vulcan" 750 naboi cel. NASSAR-F-15A	2-6xSidewinder lub 2xAS.30 lub Bullpup cel.NASSAR--F-15A	38x70 mm lub 10x127 mm cel. NASSAR	1800 kg /maks.kaliber 453 kg-konwencjonalne i jądrowe/ cel.NASSAR	UKF AN/ARC-34	NASSAR i TACAN	AN/APX--46A	IFF	
F-105 "Thunderchief"	1	810 / 380	1700	1x20 mm M-61 "Vulcan" 1029 naboi cel.MA-8	4xBullpup lub 4xSidewinder cel. MA-8	167 x 70 mm cel. MA-8	5400 kg /maks.kaliber 1350 kg/ jądr.i konwencj. cel. MA-8	AN/ARC-34	AN/ASG--19 i AN/APN--105	AN/APX--37		QRC-160A
F-5 "Northrop"	1	480 / 450	1400 / 640	2x20 mm M-39 600 naboi cel.Aero-24	2xBullpup lub 4xSidewinder	zasobniki rakietowe LAU-3/A i LAU-10/A	1800 kg /maks.kaliber 900 kg/	UKF 2 AN/ARC-34	TACAN Radiolok. urządzenie kier. ogniem.		IFF	

x/ W liczniku - na pułapie optymalnym, w mianowniku - na małej wysokości /przy konfiguracji gładkiej i dopalaniu/.

xx/W mianowniku - na wysokości małej z dodatkowymi zbiornikami.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
"Mirage"IIIC	1	680	1250 550	2x30 mm DEFA 250 naboi	2xSide-winder lub 3xNORD--5103 lub 1xAS.30	32-36x68 mm Sneb	500 kg /maks.kaliber 250 kg/ System TA-CAN, CYRANO I lub II	AN/ARC--34	Cyrano I lub II zas.wykr. 30-90 km			
					Radiolokacyjne stacje przechwycenia i celowania							
G-91	1	300[xxx]	370-400	4x12,7mm KM 1200 naboi lub 2x30 mm 250 naboi	2-4xNORD--5103 lub 2xAS,20 lub 30	6-8x126 mm 12 x76,2 mm 19 x 65 mm	450 kg /maks.kaliber 227 kg/ zwykłe i napalm./	AN/ARC--34			IFF	

xxx/ Bez dopalania.

Tabela 2

Odstępy bombardowania z lotu poziomego /bombami zwykłymi/ w km x/

V_c /m/sek/ / H /m/	100	150	200	250	300	350	400
100	0,44	0,66	0,87	1,10	1,32	1,54	1,76
200	0,62	0,92	1,23	1,54	1,85	2,16	2,47
300	0,75	1,13	1,51	1,89	2,25	2,65	3,01
400	0,86	1,29	1,73	2,16	2,59	3,02	3,45
500	0,96	1,44	1,92	2,40	2,38	3,37	3,85
600	1,05	1,57	2,10	2,62	3,15	3,67	4,20

Uwaga: Najbardziej prawdopodobne wysokości i prędkości ujęto w ramkę. Dla tych prędkości i wysokości odstęp bombardowania waha się w granicach 1,7 ÷ 3,2 km.

Tabela 3

Odstępy bombardowania bombami atomowymi w km przy kącie wznoszenia 40-60° xx/

H_z /m/ / V_c /m/sek/	100	150	200	250	300	350	400
800	1,98	2,73	3,48	4,23	4,98	5,73	6,48
1000	2,10	2,85	3,60	4,35	5,10	5,85	6,60
1200	2,22	2,97	3,72	4,47	5,22	5,97	6,72
1400	2,34	3,09	3,84	4,59	5,34	6,09	6,84
1600	2,46	3,21	3,96	4,71	5,46	6,21	6,96

Uwaga: Najbardziej prawdopodobne prędkości ujęto w ramkę. Dla tych prędkości odstęp bombardowania waha się w granicach 4,2 ÷ 7,0 km.

- - - - - - - - - - - - -

x/ $A = V_c \sqrt{\frac{2H}{g}} - \Delta$ /m/

xx/ $A = 15\ V_c + 0{,}6\ H_z$ /m/

gdzie:

V_c - prędkość w m/sek; H - wysokość; g = 9,81 m/sek^2

Δ^c - zwłoka bomby; H_z - wysokość zrzutu;

15 i 0,6 - stałe współczynniki.

Tabela 4

Odstępy bombardowania w km z lotu nurkowego oraz czasy nurkowania w sek[x/]

H_w/m/	H_z/m/	$\lambda°$ \ V_c'	100	150	200	250	300	350	400
2000	1200	20	1,45 / 20,2	1,79 / 14,1	2,06 / 10,8	2,22 / 8,8	2,46 / 7,4	2,58 / 6,4	2,68 / 5,6
3000	1500	30	1,54 / 23,0	1,70 / 16,6	1,80 / 13,0	2,04 / 10,7	2,18 / 9,1	2,24 / 7,9	2,31 / 6,9
4000	1800	45	1,33 / 21,6	1,43 / 16,0	1,55 / 12,7	1,58 / 10,6	1,62 / 9,0	1,67 / 7,9	1,69 / 7,0
6000	2400	60	1,14 / 24,2	1,19 / 18,7	1,20 / 15,3	1,26 / 12,9	1,29 / 11,2	1,31 / 9,8	1,33 / 8,8

Uwaga: - Najbardziej prawdopodobne prędkości ujęto w ramkę;
- w liczniku - odstęp bombardowania, w mianowniku - czas nurkowania;
- dla najbardziej prawdopodobnych prędkości odstęp bombardowania waha się w granicach 1,2 ÷ 2,6 km, a czas nurkowania od 7,4 ÷ 15,3 sek.

Tabela 5

Prawdopodobna odległość zakończenia naprowadzania pocisku "powietrze-ziemia" w km[xx/]

D_{odp} /m/	H_{odp}/m/ \ V_c	100	150	200	250	300	350	400
6000	600	5,0	4,6	4,4	4,1	3,9	3,7	3,6
5000	400	4,2	3,9	3,6	3,4	3,2	3,1	3,0

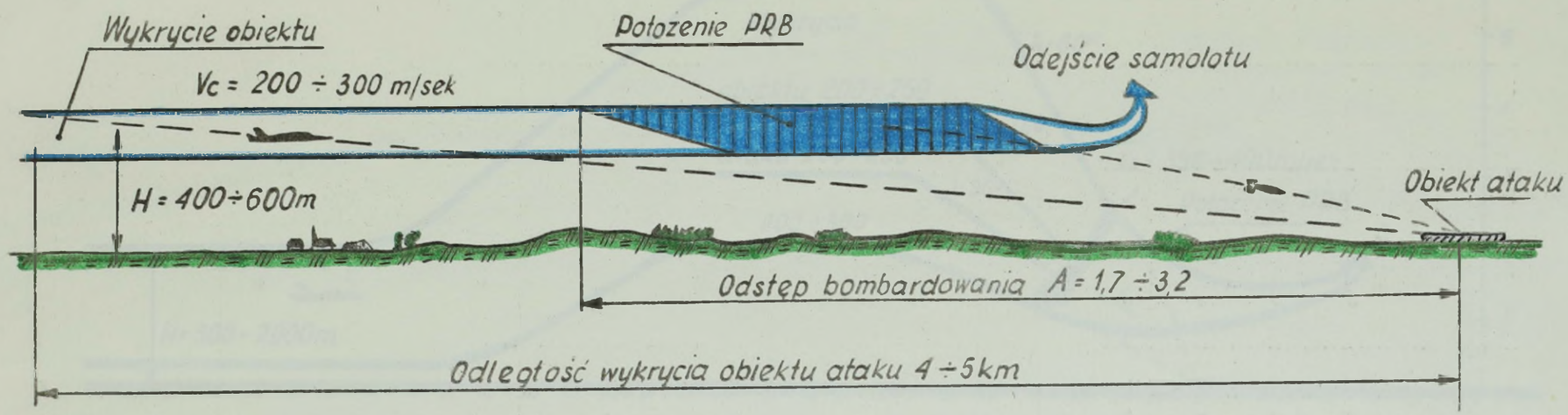
Uwaga: Najbardziej prawdopodobne prędkości ujęto w ramkę. Dla najbardziej prawdopodobnych prędkości odległość zakończenia naprowadzania waha się od 3,3 ÷ 4,4 km.

- - - - - - - - - - -

x/ $A = V_k \cdot T_b \cdot \cos\lambda$

xx/ $A = \left[D_{odp} - \left(\frac{D_{odp} \cdot V_c \cdot 0{,}75}{V_{r\ śr}}\right)\right] \cos\lambda$

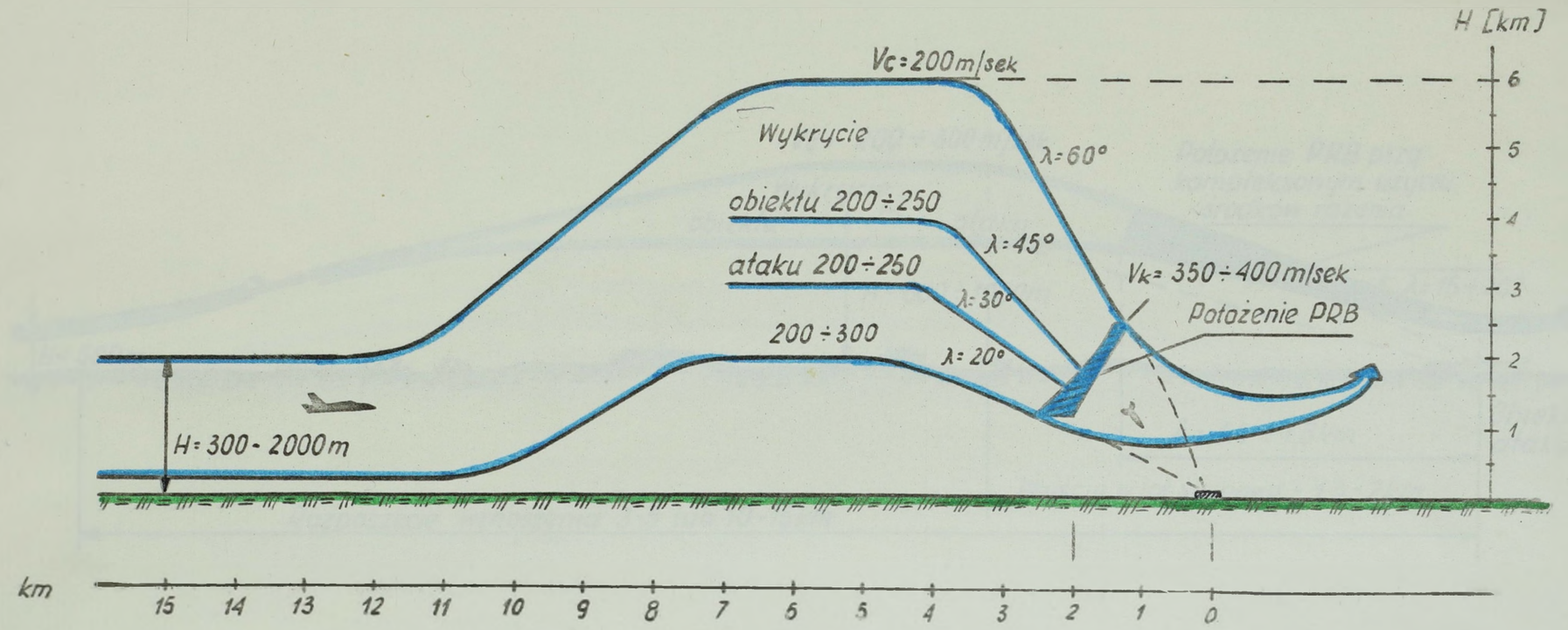
gdzie: V_k - prędkość samolotu w momencie zrzutu bomb;
T_b - czas opadania bomb w sek;
D_{odp} - odległość odpalenia KPR;
$V_{r_{śr}}$ - prędkość średnia KPR;
0,75 - współczynnik uwzględniający skrócenie naprowadzania;
V_c - prędkość samolotu w locie poziomym.



Rys. 1. Bombardowanie z lotu poziomego

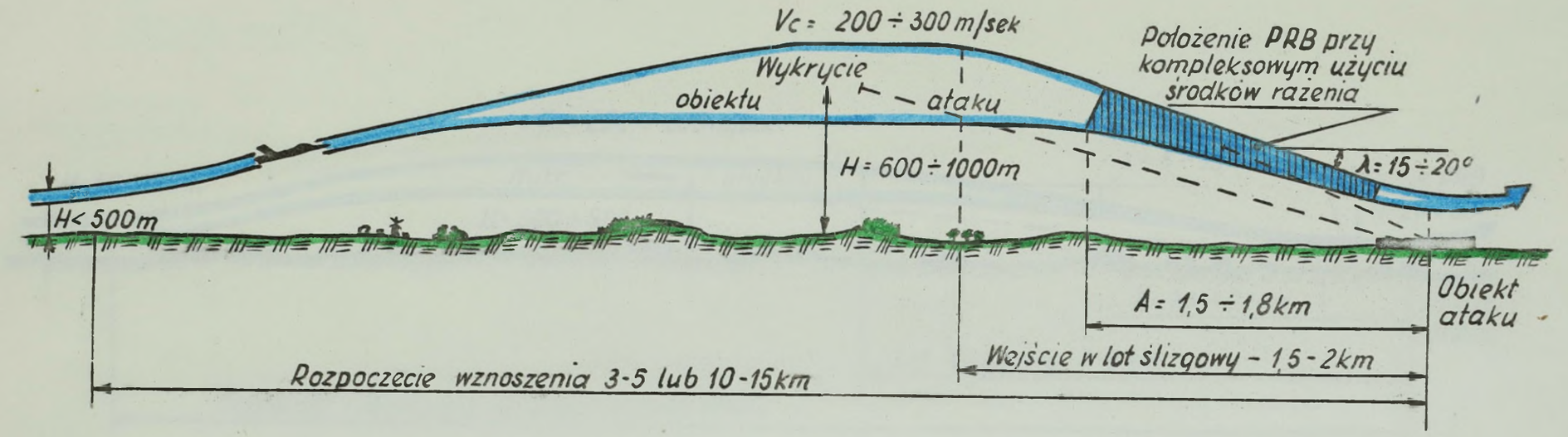
Bombardowanie z lotu poziomego jest jednym z najprostszych sposobów bombardowania, daje duże możliwości zaskoczenia, a czas przebywania samolotów w rejonie obiektu ataku jest bardzo krótki, jeśli atak wykonany z jednego zalotu. Bombardowanie z lotu poziomego i z małych wysokości wymaga bardzo ścisłego przestrzegania parametrów ruchu /wysokości, prędkości, kursu, kąta zrzutu itp./ i dlatego jest celowe tylko przy obiektach dużych /powierzchniowych/.

126



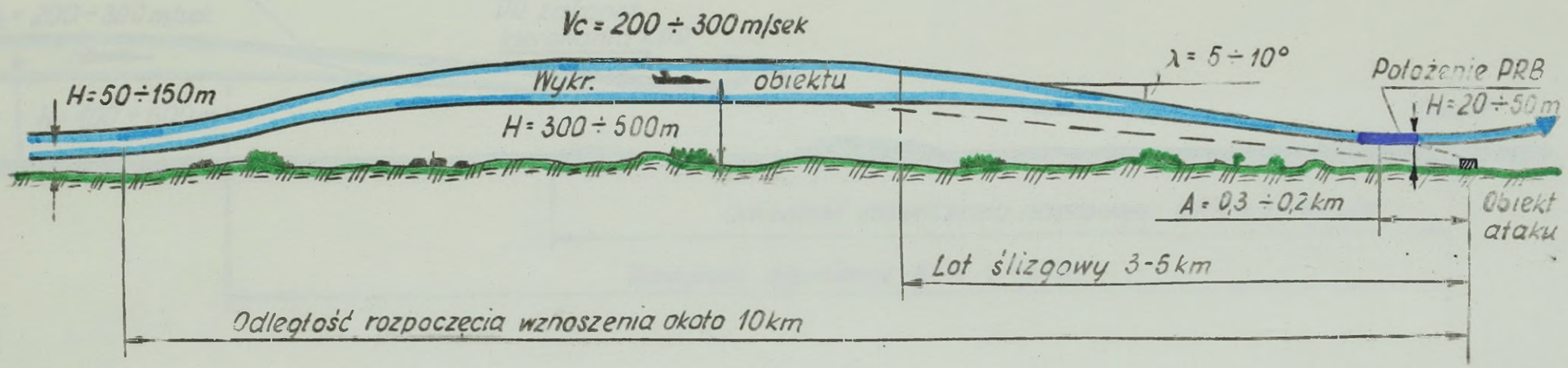
Rys. 2. Bombardowanie z lotu nurkowego.

Bombardowanie z lotu nurkowego, ze względu na dużą skuteczność, stosowane jest przede wszystkim na obiekty małe /mosty, wyrzutnie rakietowe, stanowiska artylerii itp./. W czasie bombardowania z lotu nurkowego samoloty mogą działać pojedynczo, parami a nawet kluczami, stosując jako środki rażenia bomby zwykłe, NPR, działka pokładowe. Najbardziej typowym sposobem podejścia do lotu nurkowego jest "górka", lecz może być również podejście do lotu nurkowego przez wykonanie manewrów takich jak: skręt o 80°, zwrot bojowy, półpętla i pętla. Trzy ostatnie sposoby cechuje duża trudność wykonania.



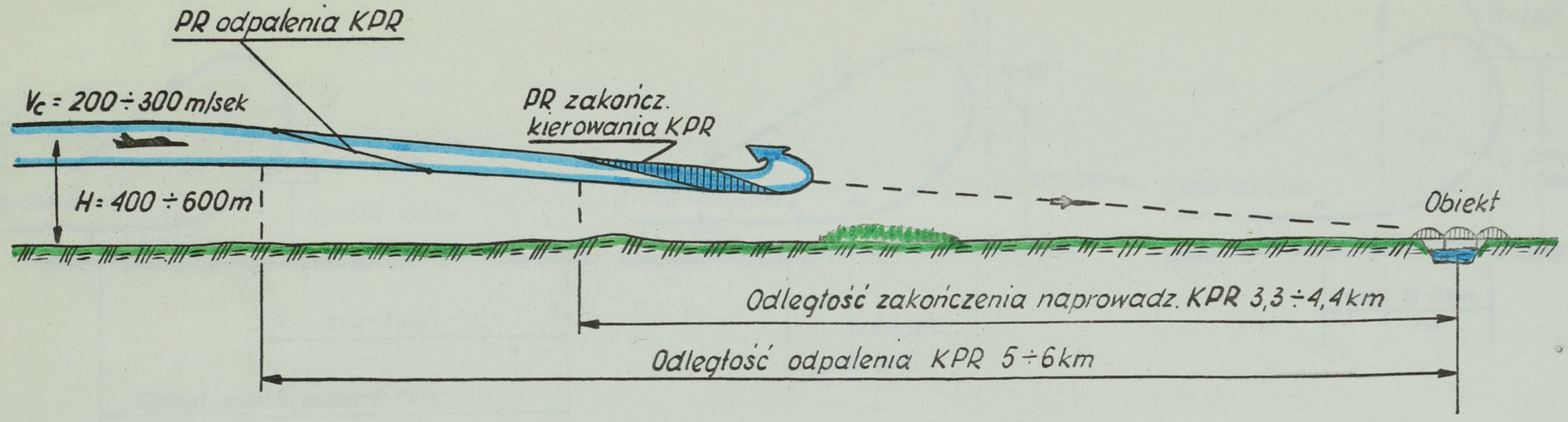
Rys. 3. Atakowanie z lotu ślizgowego

Atakowanie z lotu ślizgowego stosowane jest na dowolnego rodzaju obiekty /sposób bardzo dogodny podczas ataku na cele liniowe: kolumny wojsk, długie mosty, transport kolejowy itp./, dla rażenia których punkt upadku bomby w donośności nie ma szczególnego znaczenia. Przy tym sposobie ataku mogą być użyte kompleksowo środki rażenia: NPR, działka, bomby itp. Atak charakteryzuje się krótkim czasem przebywania w rejonie obiektu ataku, kątami nachylenia kursu 15 ÷ 20°, prędkością rzędu 200 ÷ 300 m/sek.



Rys. 4. Bombardowanie z lotu koszącego

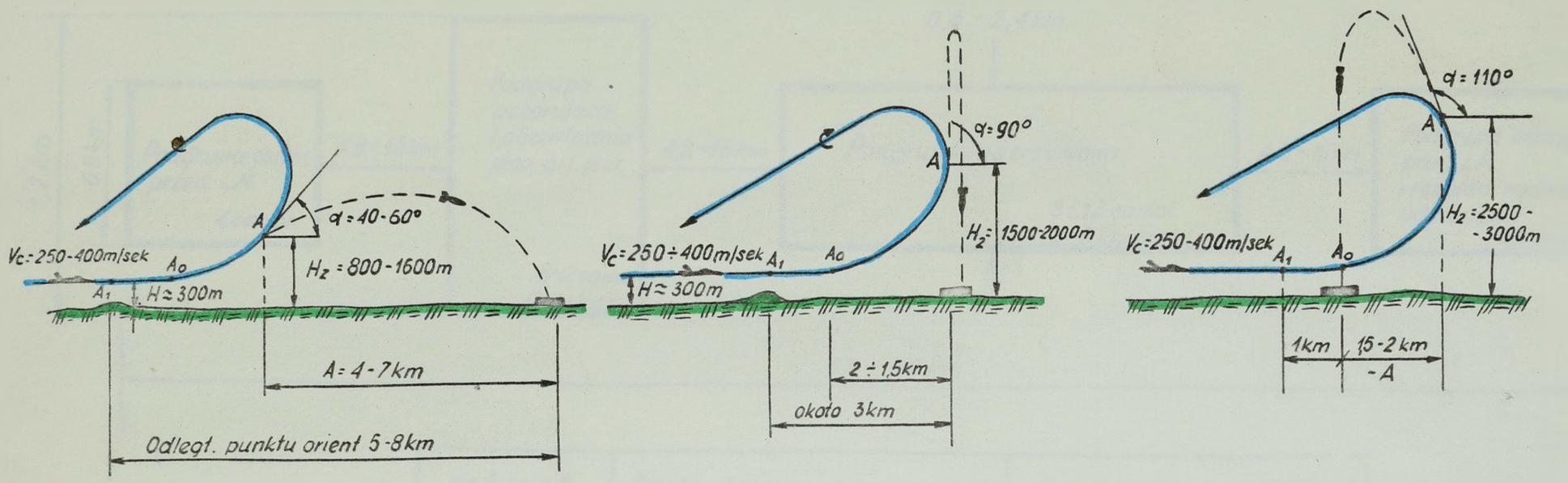
Bombardowanie z lotu koszącego stosuje się przy niszczeniu obiektów stanowiących przeszkodę pionową /tunele, budynki, urządzenia i sprzęt wojskowy wysoki, czołgi, samochody itp./. Typowym bombardowaniem z lotu koszącego jest bombardowanie bombami napalmowymi, bombami wolno opadającymi, bombami o opóźnionym działaniu itp. Atak z lotu koszącego cechuje: zaskoczenie, krótki czas przebywania w rejonie obiektu, duża skuteczność ataku.



Rys. 5. Atak KPR z małej wysokości.

Atak KPR cechuje to, że samolot w czasie naprowadzania leci po prostej "samolot-pocisk-obiekt". Ponieważ kierowane pociski rakietowe posiadają duże prędkości własne, aby skrócić odcinek naprowadzania samolot będzie leciał z prędkością małą, dlatego też przy atakach KPR prędkości samolotu nie przekraczają 300 m/sek. Należy się spodziewać, że przy tych atakach najczęściej stosowane prędkości będą wahały się w granicach 200-250 m/sek. Można się również liczyć z tym, że samolot może odpalić drugi pocisk, mniej więcej po upływie 1-1,5 sek od zakończenia naprowadzania pierwszego.

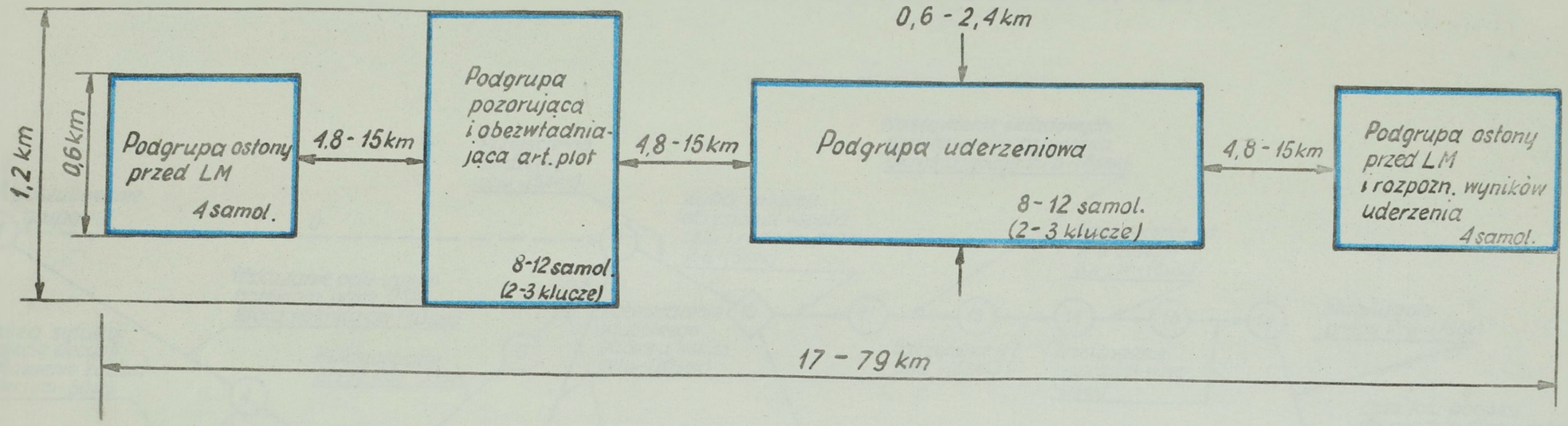
130



Rys. 6. Bombardowanie z lotu wznoszącego.

Bombardowanie ze wznoszenia wykonywane jest przy użyciu specjalnych celowników LABS lub M-1.Włączenie celownika odbywa się nad punktem orientacyjnym /przy bombardowaniu z $\alpha = 110^{\circ}$ punktem orientacyjnym jest obiekt ataku/ - A_1, w punkcie A_o-pilot rozpoczyna manewr /manewr może być wykonany automatycznie/,po osiągnięciu zadanego kąta wznoszenia pilot zrzuca bombę /pkt.A-bomba może być zrzucona automatycznie/.Lotnik kończy półpętlą, wykonuje obrót wokół półosi podłużnej i odlatuje ze zniżeniem na maksymalnej prędkości. Największy odstęp bombardowania jest przy $\alpha = 40\text{-}60^{\circ}$ i wynosi 4-7 km, przy $\alpha = 90^{\circ}$ - wynosi 0 i przy $\alpha = 110^{\circ}$ - 1,5-2 km za obiektem ataku.

131



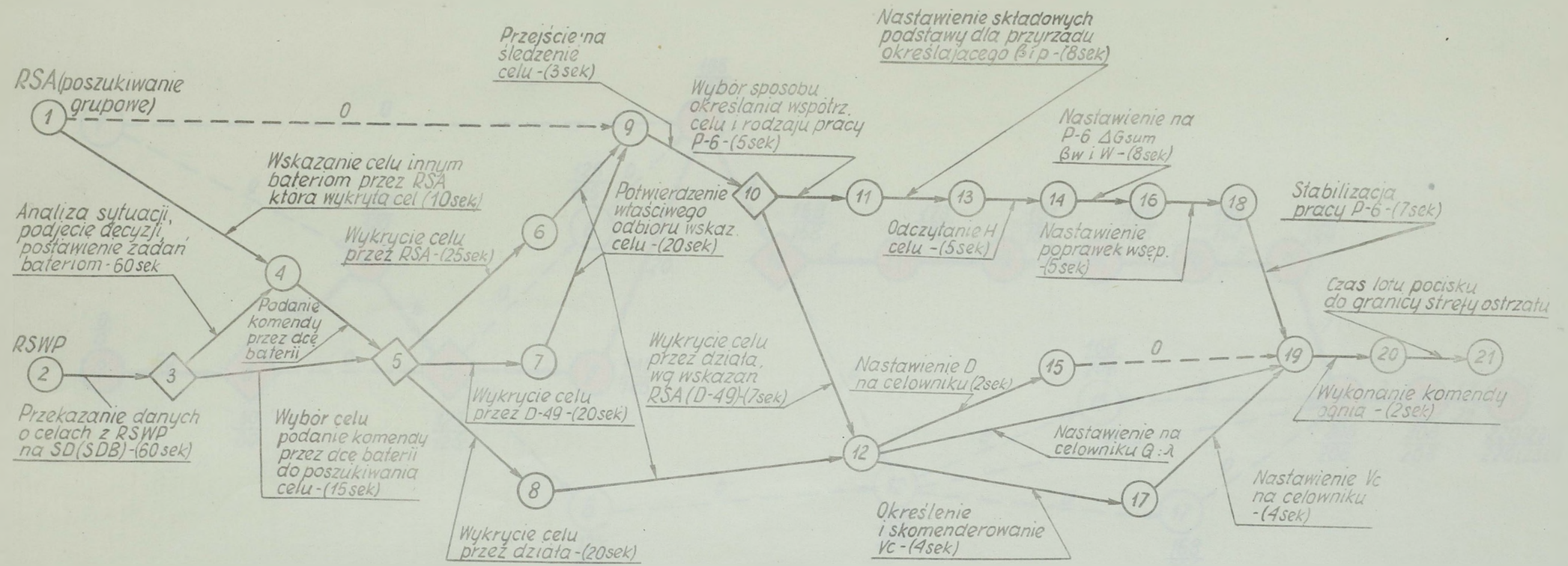
Vc [m/sek]	Odstęp między podgrupami w sek	Czas trwania nalotu w sek
200	24 - 75	87 - 393
250	19 - 60	69 - 314
300	16 - 50	58 - 262
350	13 - 43	50 - 225
Średnio	32 (0,5 minut)	182 (3 minuty)

Rys. 7. Ugrupowanie bojowe grupy samolotów MB (wariant wg danych z działań w Wietnamie)

132

OGÓLNY

MODEL SIECIOWY KIEROWANIA OGNIEM ODDZIAŁU I BATERII ART PLOT.

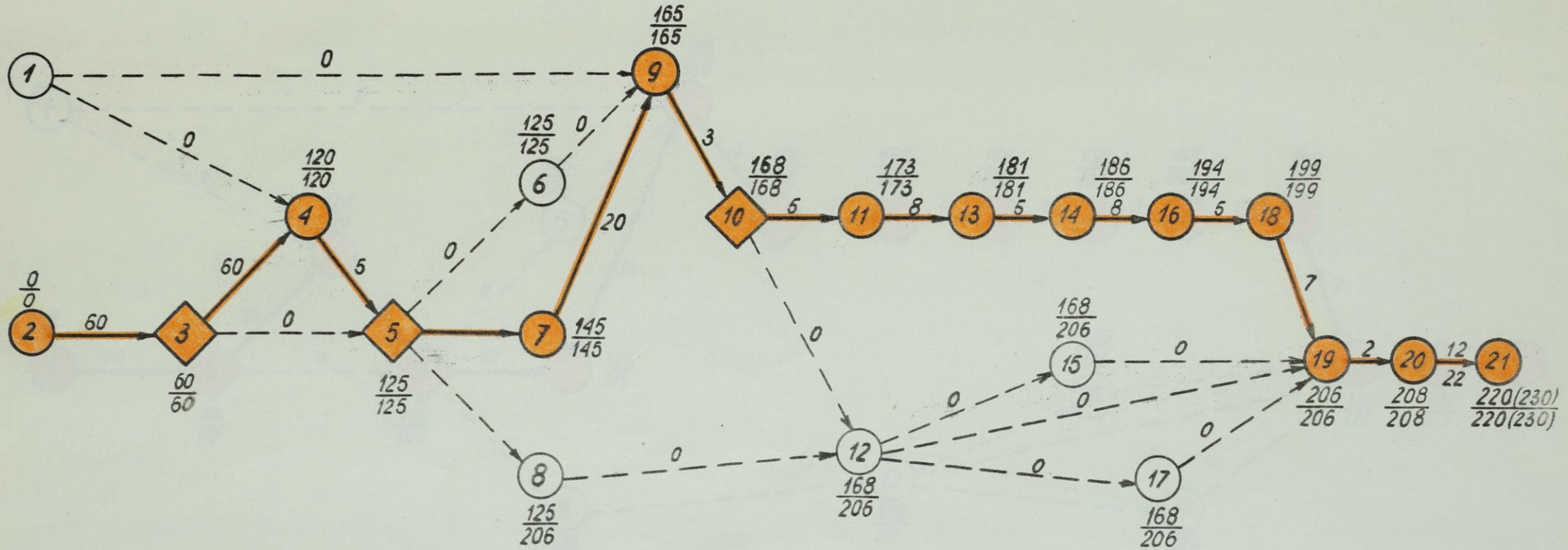


Uwaga: Z ogólnego modelu sieciowego kierowania ogniem oddziału i baterii art. plot. wynika 24 wariantów kierowania ogniem Na rys. 1 i 2 podano rozwiązania sieci kierowania ogniem dla dwóch wariantów - rys. 1 dla przygotowania bezpośredniego baterii, rys. 2 - dla skróconego przygotowania bezpośredniego i ograniczonej strefy ostrzału. Pozostałe warianty rozwiązano analogicznie i dla wszystkich wariantów zestawiono tabelę 1, a po wybraniu z nich wariantów o najkrótszym czasie Tsum (krytycznych dla danego sposobu kierowania ogniem) zestawiono tabelę 2, 3 i 4.

133

KIEROWANIE OGNIEM ODDZIAŁU I BATERII ART PLOT PRZY PEŁNYM PRZYGOTOWANIU BEZPOŚREDNIM

I R_{max}, STRZELANIE Z-P-6 WG DANYCH D-49

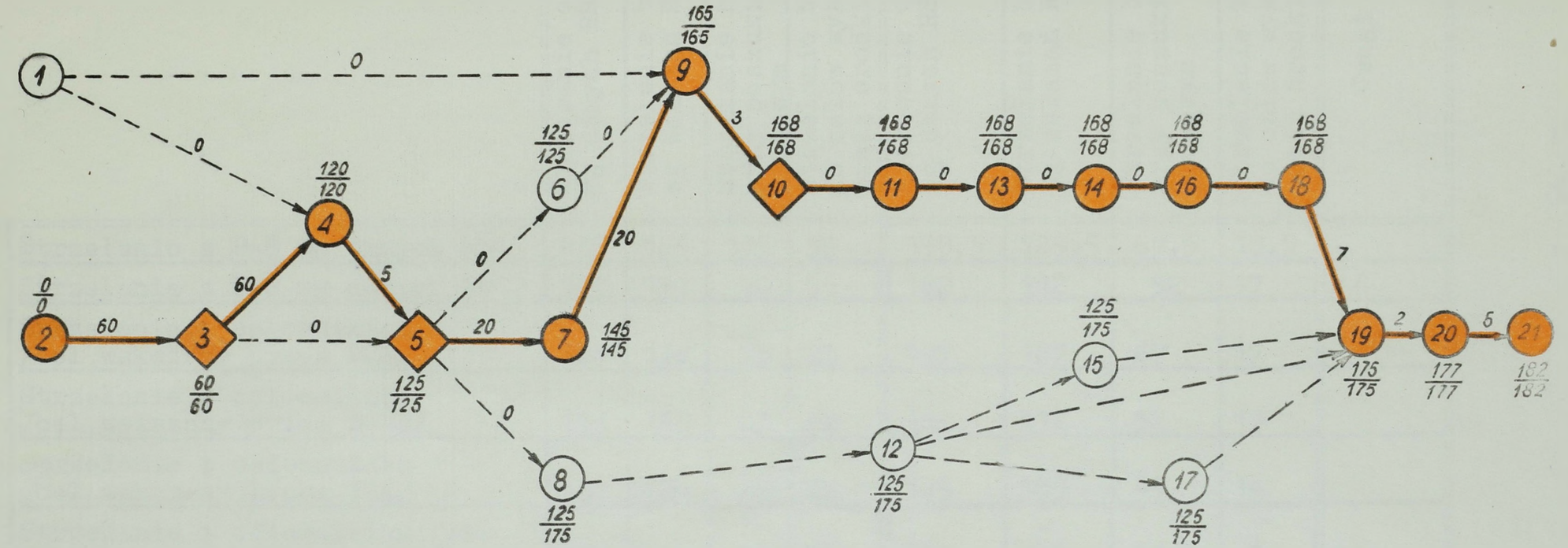


SUMARYCZNY CZAS DLA:-MK - 220 sek
-SK - 230 sek.

Rys. 1

134

KIEROWANIE OGNIEM ODDZIAŁU I BATERII ART. PLOT. PRZY SKRÓCONYM PRZYGOTOWANIU BEZPOŚRENIM I R_{rzecz}, STRZELANIE Z P-6 WG DANYCH D-49



SUMARYCZNY CZAS DLA:-MK - 182 sek
-SK - 182 sek.

Rys. 2

135

Tabela 1

CZASY PRZYGOTOWANIA STRZELANIA BATERII - T_{sum} /sek/ OKRESLONE WEDŁUG MODELU SIECIOWEGO

		T_{sum} przy pełnym przygotowaniu bezpośrednim i R_{max}				T_{sum} przy skróconym przygotowaniu bezpośrednim i $R_{rzecz.}$				
		Kierowanie ogniem wg danych RSWP	Strzelanie baterii wg wskazań RSWP	Strzelanie baterii przy poszukiwaniu grupowym	Strzelanie baterii do celów wykrytych przez środki bat.	Kierowanie ogniem wg danych RSWP	Strzelanie baterii wg wskazań RSWP	Strzelanie baterii przy poszukiwaniu grupowym	Strzelanie baterii do celów wykrytych przez środki bat.	Uwagi
mk /57 mm/	Strzelanie z P-6 wg danych RSA	235	165	105	55	199,5	129,5	69,5	19,5	
	Strzelanie z P-6 wg danych D-49	220	150	90	55	182	112	52	17	x/
	Strzelanie z celownikiem /cel wskazany przez RSA/	208	138	78	28	197	127	67	17	
	Strzelanie z celownikiem /cel wskazany przez D-49/	193	123	63	28	182	112	52	17	
	Strzelanie z celownikiem /cel wskazany przez TZK/	190	120	60	25	179	109	49	14	
	Strzelanie z celownikiem /cel wykryty przez działa samodzieln.	183	113	53	18	172	102	42	7	xx/
sk /85 mm/	Strzelanie z P-6 wg danych RSA	245	175	115	65	199,2	129,2	69,2	19,2	
	Strzelanie z P-6 wg danych D-49	230	160	100	65	182	112	52	17	xxx/

x/ Minimalne czasy przygotowania strzelania z P-6-60 /mk/;
xx/ Minimalne czasy przygotowania strzelania z celownikiem /mk/;
xxx/ Minimalne czasy przygotowania strzelania z P-6-12 /sk/.

Tabela 2

WYMAGANE ODLEGŁOSCI WYKRYCIA PRZY PEŁNYM PRZYGOTOWANIU BEZPOSREDNIM I "R_{max}"

		Kierowanie ogniem według danych RSWP			Strzelanie baterii według wskazań RSWP			Strzelanie baterii przy poszukiwaniu grupowym			Strzelanie baterii do celów wykrytych przez środki baterii		
		mk		sk	mk		sk	mk		sk	mk		sk
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
		Strzelanie z P-6-60 według danych D-49	Strzelanie z celownikiem	Strzelanie z P-6-12 według danych D-49	Strzelanie z P-6-60 według danych D-49	Strzelanie z celownikiem	Strzelanie z P-6-12 według danych D-49	Strzelanie z P-6-60 według danych D-49	Strzelanie z celownikiem	Strzelanie z P-6-12 według danych D-49	Strzelanie z P-6-60 według danych D-49	Strzelanie z celownikiem	Strzelanie z P-6-12 według danych D-49
T_{sum} /sek/		220	183	230	150	113	160	90	53	100	55	18	65
R_{max} /km/		6,0	1,5	9,0	6,0	4,5	9,0	6,0	4,5	9,0	6,0	4,5	9,0
l /km/		1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0	-	-	-	-	-	-
Wymagana odległość wykrycia D_{wyk}/km/przy V_c /m/sek/	100	29,0	23,8	34,0	22,0	16,8	27,0	15,0	9,8	19,0	11,5	6,3	15,5
	150	40,0	33,0	45,5	29,5	22,5	35,0	19,5	12,5	24,0	14,3	7,2	18,8
	200	51,0	42,1	57,0	37,0	28,1	43,0	24,0	15,1	29,0	17,0	8,1	22,0
	250	62,0	51,3	68,5	44,5	33,7	51,0	28,5	17,8	34,0	19,8	9,0	25,3
	300	73,0	60,4	80,0	52,0	39,4	59,0	33,0	20,4	39,0	22,5	9,9	28,5
	350	84,0	69,8[x]	91,5	59,5	45,1[x]	67,0	37,5	23,1[x]	44,0	25,3	10,8[x]	31,8
	400	95,0	-	103	67,0	-	75,0	42,0	-	49,0	28,0	-	35,8

x/ Tylko z armat S-68, ponieważ posiadają celownik z $V_{c_{max}}$ = 350 m/sek /S-60 - $V_{c_{max}}$ = 300 m/sek/.

Tabela 3

WYMAGANE ODLEGŁOSCI WYKRYCIA PRZY SKROCONYM PRZYGOTOWANIU BEZPOSREDNIM I "R_{rzecz}"

Wymagane odległości wykrycia D_{wyk} /km/przy V_c /m/sek/	Kierowanie ogniem według danych RSWP			Strzelanie baterii według danych RSWP			Strzelanie baterii przy poszukiwaniu grupowym			Strzelanie baterii do celów wykrytych przez środki baterii		
	mk		sk	mk		sk	mk		sk	mk		sk
	Strzelanie z P-6-60 według danych D-49	Strzelanie z celownikiem	Strzelanie z P-6-12 według danych D-49	Strzelanie z P-6-60 według danych D-49	Strzelanie z celownikiem	Strzelanie z P-6-12 według danych D-49	Strzelanie z P-6-60 według danych D-49	Strzelanie z celownikiem	Strzelanie z P-6-12 według danych D-49	Strzelanie z P-6-60 według danych D-49	Strzelanie z celownikiem	Strzelanie z P-6-12 według danych D-49
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
R_{sum} /sek/	182	172	182	112	102	112	52	42	52	17	7	17
R_{rzecz} /km/	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
1 /km/	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0
100	22,4	21,4	23,4	15,4	14,2	16,4	8,4	7,4	8,4	4,9	3,9	4,9
150	31,5	30,0	32,5	21,0	19,5	22,0	11,0	9,5	11,0	5,8	4,3	5,8
200	40,6	38,6	41,6	26,6	24,6	27,6	13,6	11,6	13,6	6,6	4,6	6,6
250	49,7	47,2	50,7	32,2	29,7	33,2	16,2	13,7	16,2	7,5	5,0	7,5
300	58,8	55,8	61,8	37,8	34,8	38,8	18,8	15,8	18,8	8,3	5,3	8,3
350	67,9	64,4[x]	68,9	43,4	39,9[x]	44,4	21,4	17,9[x]	21,4	9,2	5,7[x]	9,2
400	77,0	-	78,0	49,0	-	50,0	24,0	-	24,0	10,0	-	10,0

x/ Tylko z armat S-68.

Tabela 4

SOKOSC LOTU CELU, OD KTOREJ MOŻLIWE JEST STRZELANIE ZE WZGLEDU NA WYMAGANE I RZECZYWISTE ODLEGŁOSCI WYKRYCIA CELU /kąt ukrycia około 0-10 /

			Przy pełnym przygotowaniu bezpośrednim baterii i otwarciu ognia na R_{max}							Przy skróconym przygotowaniu bezpośrednim baterii i otwarciu ognia na R_{rzecz}						
		V_c /m/sek/	100	150	200	250	300	350	400	100	150	200	250	300	350	400
rowanie iem wg ych P	mk	Strzelanie z P-6-60 wg danych D-49	200[x]	300[x]	500	700	950	130	1600	120[x]	200[x]	320[x]	460[x]	620	800	1050
		Strzelanie z celownikiem	150[x]	250[x]	350[x]	500	650	850	-	100[x]	200[x]	300[x]	400[x]	560	750	-
	sk	Strzelanie z P-6-12 wg danych D-49	250[x]	400[x]	600	800	1100	1500	1900	140[x]	220[x]	340[x]	480[x]	700	850	1100
zelanie erii wg tazań P	mk	Strzelanie z P-6-60 wg danych D-49	120[x]	200[x]	360[x]	380[x]	500	600	800	100[x]	120[x]	160[x]	220[x]	280[x]	360[x]	450[x]
		Strzelanie z celownikiem	100[x]	120[x]	160[x]	240[x]	300[x]	400[x]	-	100[x]	100[x]	140[x]	200[x]	250[x]	300[x]	-
	sk	Strzelanie z P-6-12 wg danych D-49	160[x]	250[x]	350[x]	500	620	800	1000	100[x]	120[x]	180[x]	240[x]	300[x]	380[x]	480[x]
zelanie erii y poszu- aniu powym	mk	Strzelanie z P-6-60 wg danych D-49	350	600	800	1000	H > 1000			100	180	280	400	600	700	800
		Strzelanie z celownikiem	150	250	350	500	650	800	-	80	120	200	280	400	500	-
	sk	Strzelanie z P-6-12 wg danych D-49	550	800	1000	H > 1000				100	180	280	400	600	700	800
zelanie erii do ów wy- tych ez śro- bate-	mk	Strzelanie z P-6-60 wg danych D-49	200	350	450	600	750	850	1000	50	50	70	80	90	100	100
		Strzelanie z celownikiem	70	80	xx	xx	xx	xx	-	30	50	60	60	60	70	-
	sk	Strzelanie z P-6-12 wg danych D-49	400	550	700	800	1000	H > 1000		50	50	70	80	90	100	100

Kierowanie ogniem jak i wskazanie celów bateriom będzie występować sporadycznie ze względu na ograniczone możliwości wykrywania celów przez stację "JAWOR" na tych wysokościach.

/ Strzelanie niemożliwe - wymagana odległość wykrycia jest większa od rzeczywistej.

Tabela 5

KATY POŁOŻENIA ANTENY RSA I LICZBA RSA NIEZBEDNA
DO WYKRYWANIA CELOW NA MAŁYCH WYSOKOSCIACH

H_c /m/	V_c /m/sek/	200	250	300	350	400	Srednia
1000	P_A /tys./	0-70	0-59	0-50	0-46	0-40	0-53
	Liczba RSA	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	1
600	P_A /tys./	0-42	0-35	0-30	0-27	0-24	0-32
	Liczba RSA	0,84	0,70	0,60	0,54	0,48	1

$$P_A = \text{arc tg} \frac{H_c}{D_{RSA}}$$

$$N_{RSA} = \frac{P_A}{50}$$

gdzie: P_A - kąt położenia anteny RSA;

H_c - górna granica wysokości koniecznego wykrywania celu;

D_{RSA} -wymagana odległość wykrycia wzięta z rubryki "Strzelanie baterii przy poszukiwaniu grupowym z P-6" tabeli 3 załącznika 2;

N_{RSA} -wymagana liczba RSA;

50 -połowa szerokości wiązki w tysięcznych.

140

Tabelę 2 sporządzono obliczając wymagane odległości wykrycia przy pomocy wzorów:

1/ $D_{wyk/RSWP/} \geq R_{max} + l + V_c \cdot T_{sum}$

gdzie:

$D_{wyk/RSWP/}$ - wymagana odległość wykrycia przez RSWP niezbędna do kierowania ogniem lub wskazania celu bateriom;

l - odległość RSWP od pierwszej linii baterii;

V_c - prędkość celu w m/sek;

R_{max}-maksymalny promień płaskiej strefy ostrzału;

T_{sum}-sumaryczny czas przygotowania strzelania wzięty z tab. 1 załącznika 2.

2/ $D_{wyk} \geq R_{max} + V_c \cdot T_{sum}$.

gdzie:

D_{wyk} - wymagana odległość wykrycia przez RSA /D-49/ lub wzrokowo.

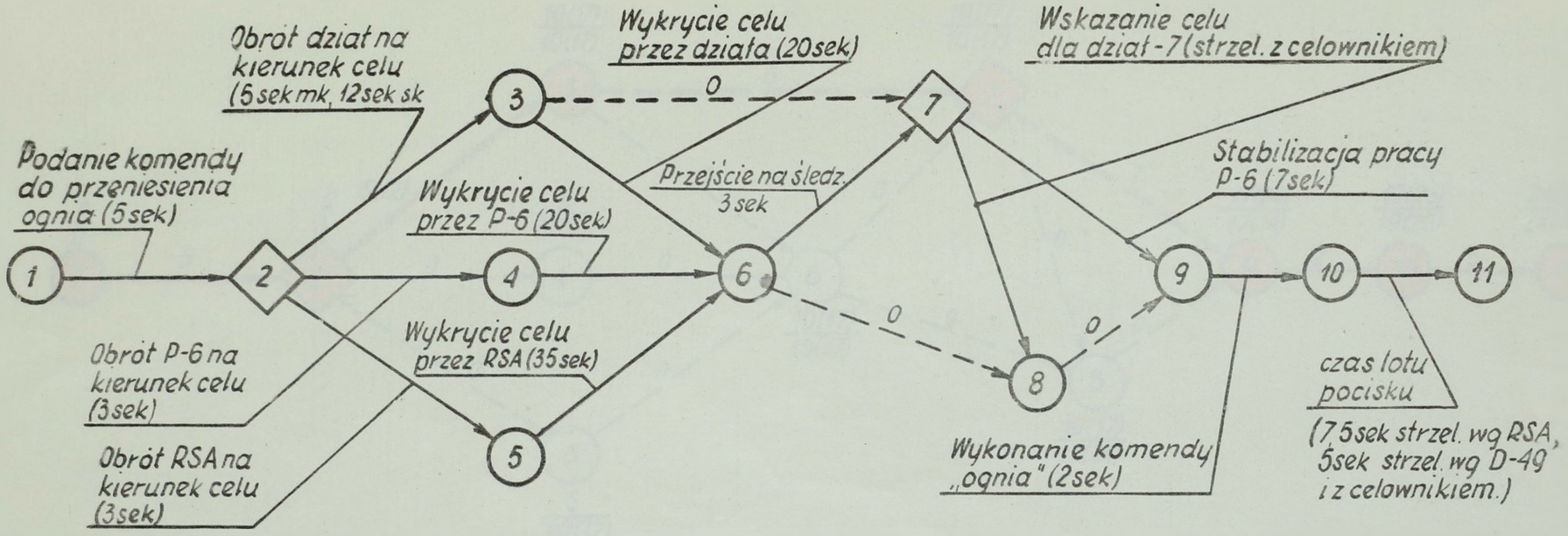
Tabelę 3 sporządzono obliczając wymagane odległości wykrycia posługując się wzorami 1 i 2 z tą różnicą, że wzięto R_{rzecz} zamiast R_{max} i odpowiadające tym warunkom T_{sum}.

Tabelę 4 sporządzono przez porównanie danych dotyczących wymaganej odległości wykrycia /tab. 2 i 3/ z rzeczywistymi odległościami wykrycia /tabele 1, 2, 4 i rysunek 11 w treści/.

x x x

OGÓLNY

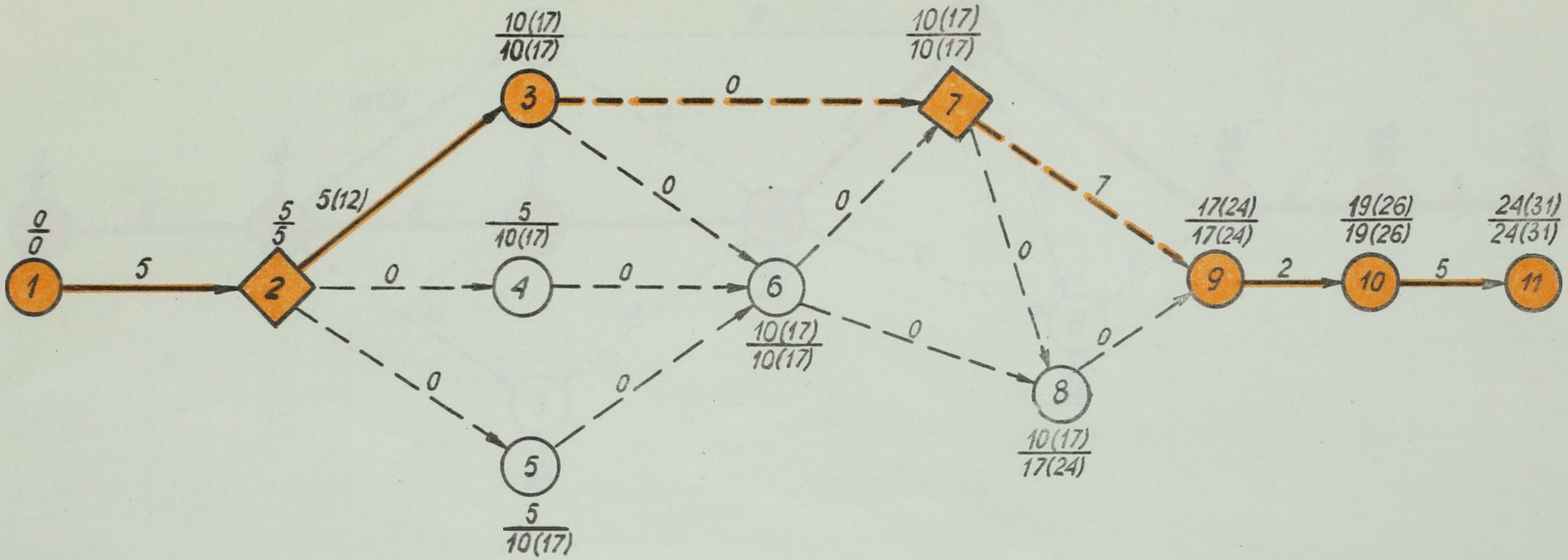
MODEL SIECIOWY PRZENIESIENIA OGNIA PRZEZ BATERIĘ ART. PLOT



Uwaga: Na rysunku 1 i 2 załącznika przedstawiono rozwiązanie sieci dla dwóch wariantów. Pozostałe warianty rozwiązano analogicznie i dane zestawiono w tabeli 1 załącznika.

142

PRZENIESIENIE OGNIA PRZEZ BAT ART PLOT I STRZELANIE WG. DANYCH D-49 JEŚLI CEL BYŁ WYKRYTY I ŚLEDZONY PRZEZ D-49 W CZASIE STRZELANIA DO CELU POPRZEDNIEGO Z CELOWNIKIEM

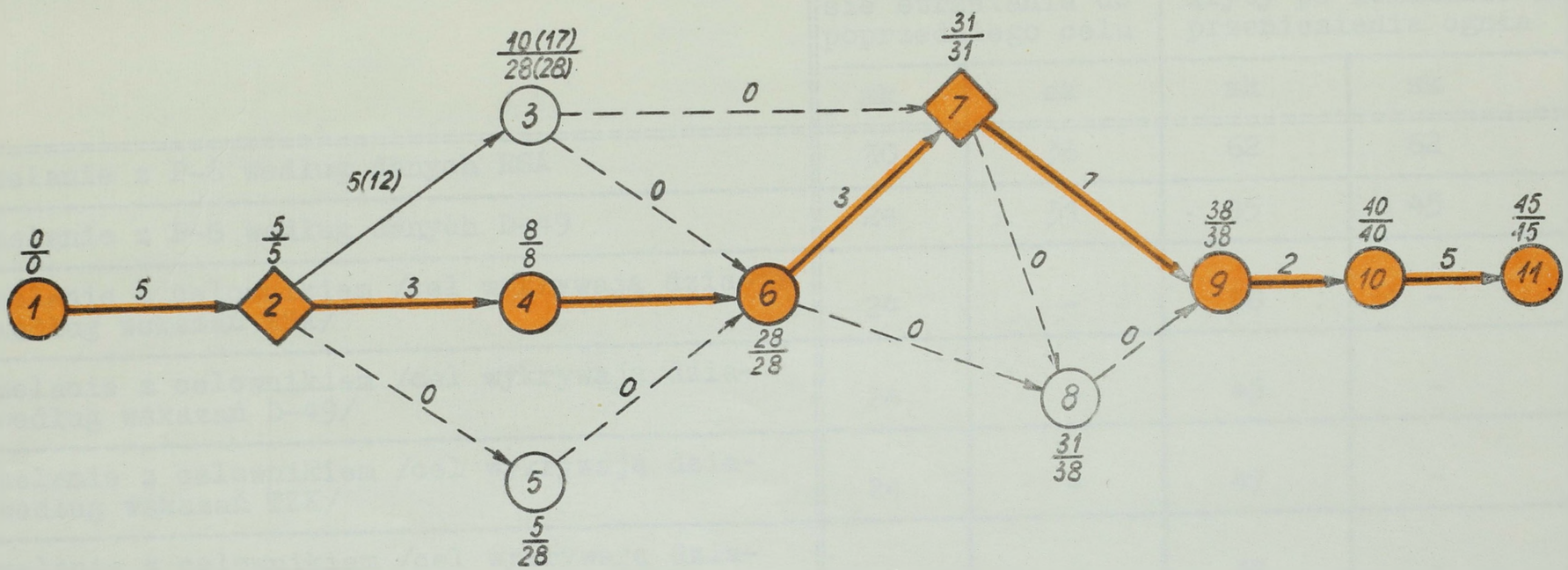


CZAS PRZENIESIENIA OGNIA - 24 sek dla MK
-"- -"- - 31 sek dla SK

Rys. 1

143

PRZENIESIENIE OGNIA PRZEZ BAT ART PLOT I STRZELANIE WG DANYCH D-49, JEŚLI CEL NIE BYŁ ŚLEDZONY PRZEZ ŚRODKI BATERII



PRZENIESIENIE OGNIA - 45 sek dla MK i SK

Rys. 2

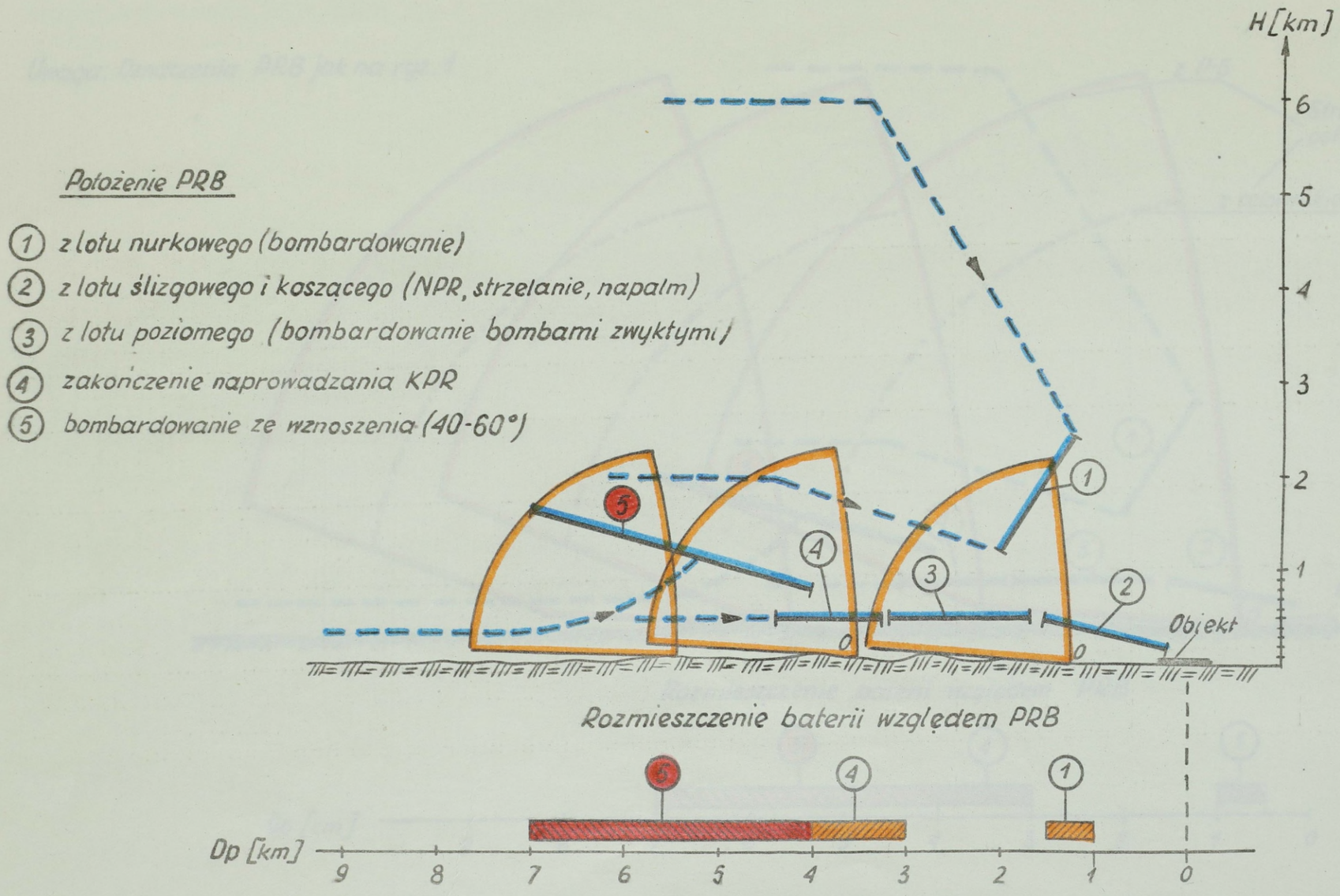
144

Tabela 1

CZASY PRZENIESIENIA OGNIA W SEKUNDACH

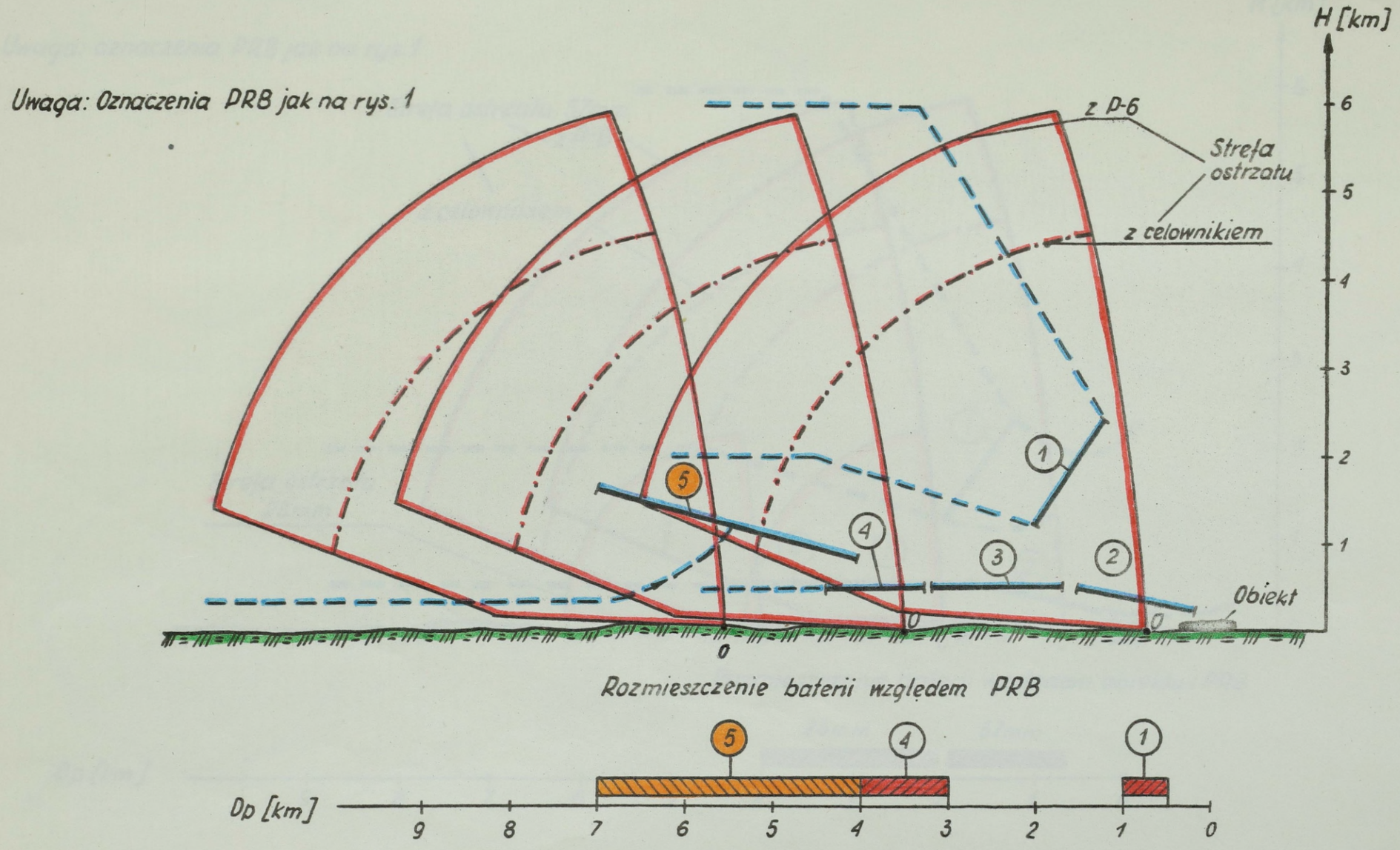
	Cel wykryty w czasie strzelania do poprzedniego celu		Cel poszukiwany i wykryty po komendzie do przeniesienia ognia	
	mk	sk	mk	sk
Strzelanie z P-6 według danych RSA	30	36	62	62
Strzelanie z P-6 według danych D-49	24	31	45	45
Strzelanie z celownikiem /cel wykrywają działa według wskazań RSA/	24	-	60	-
Strzelanie z celownikiem /cel wykrywają działa według wskazań D-49/	24	-	45	-
Strzelanie z celownikiem /cel wykrywają działa według wskazań TZK/	24	-	47	-
Strzelanie z celownikiem /cel wykrywają działa samodzielnie/	-	-	37	-

145



Rys. 1 Rozmieszczenie baterii (dział) 23 mm art. plot. pozwalająca na ostrzelanie samolotów do momentu wykonania ataku.

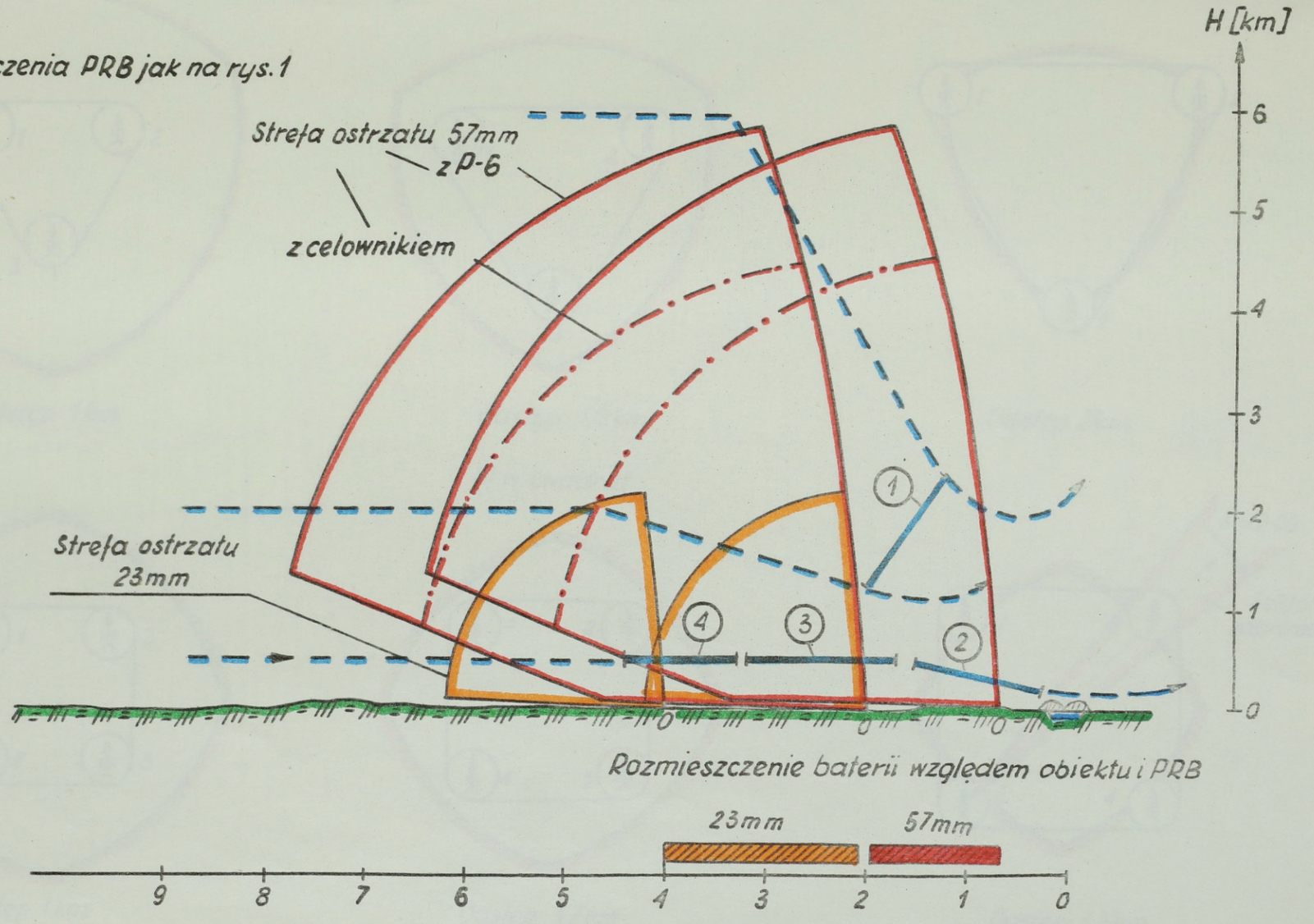
146



Rys. 2 Rozmieszczenie baterii 57mm art. plot pozwalające na ostrzelanie samolotów do momentu wykonania ataku

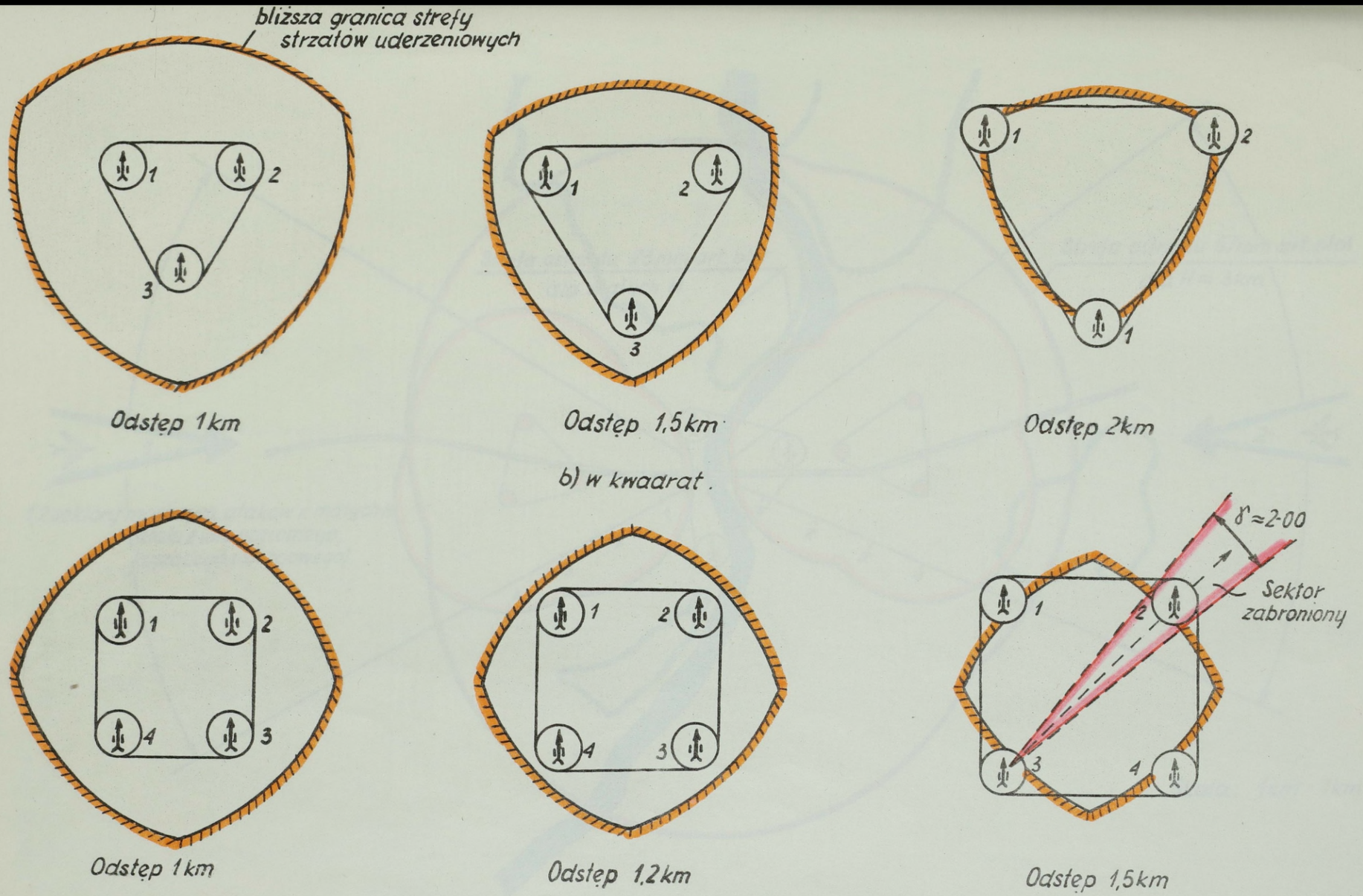
147

Uwaga: oznaczenia PRB jak na rys.1



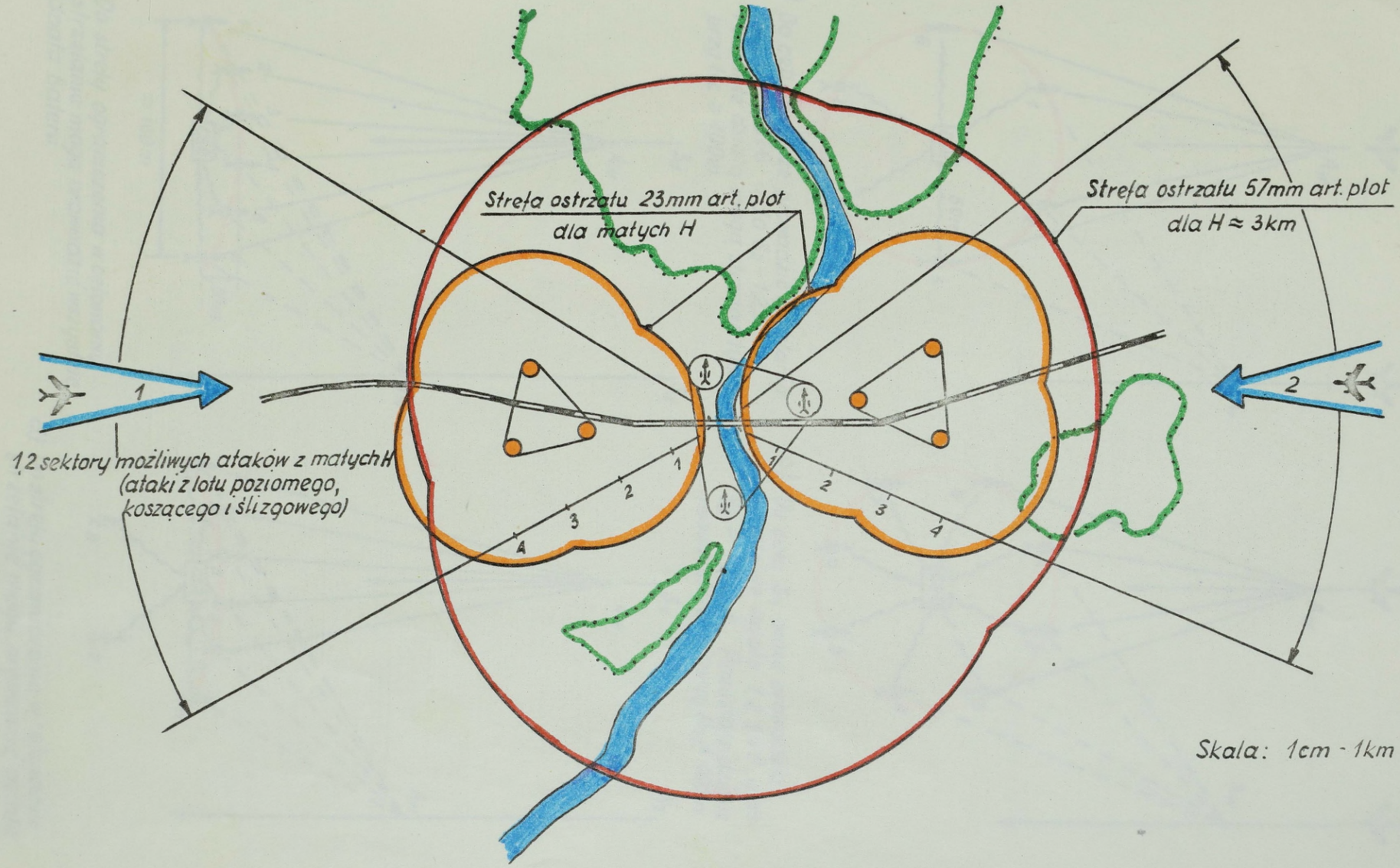
Rys. 3 Rozmieszczenie baterii (dział) art. plot względem obiektu i PRB przy kompleksowym użyciu.

148



Rys. 4 Wpływ położenia bliższej granicy strefy strzałów uderzeniowych przy strzelaniu do celu lecącego na H=50m na odstęp między bateriami

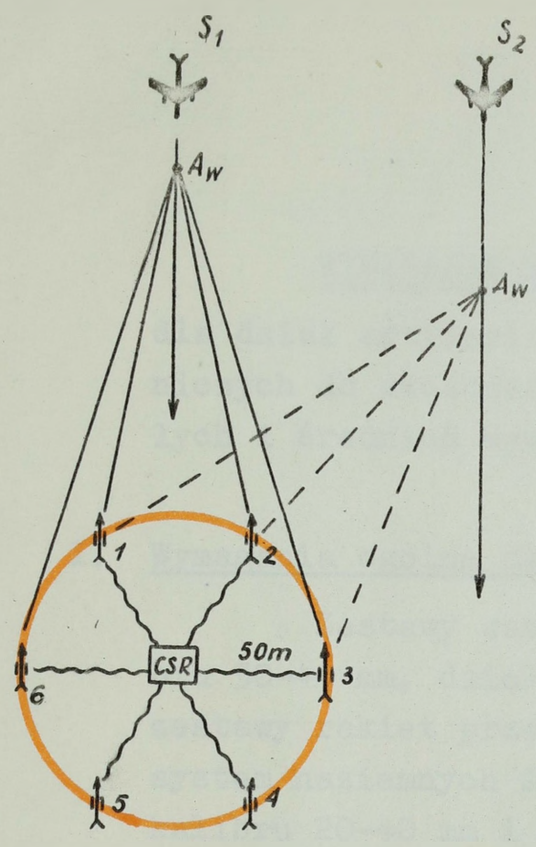
148



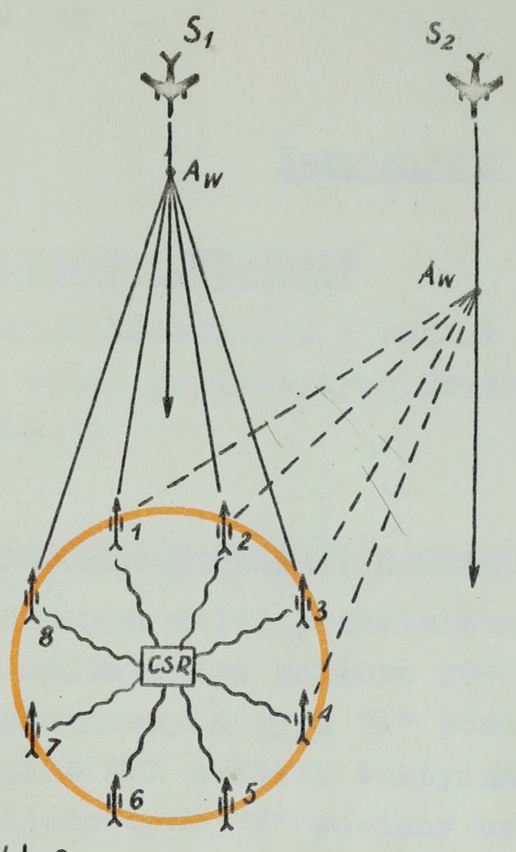
Rys. 5 Ugrupowanie bojowe art. plot przy ostonie mostu (wariant)

150

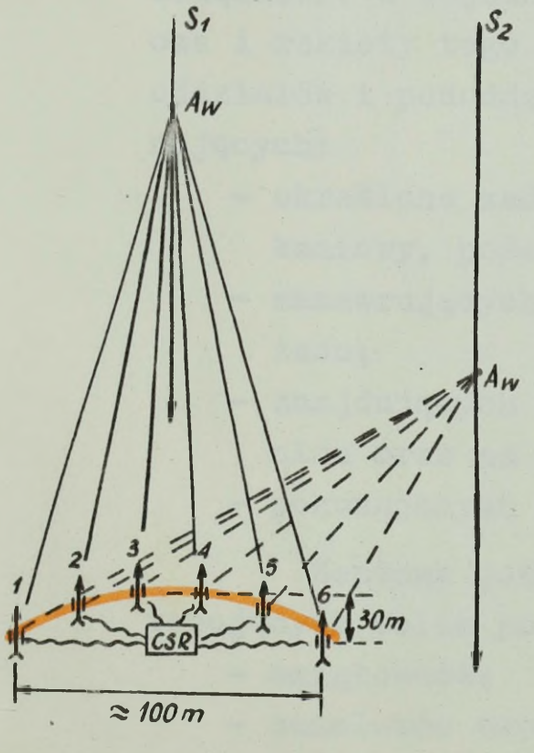
151



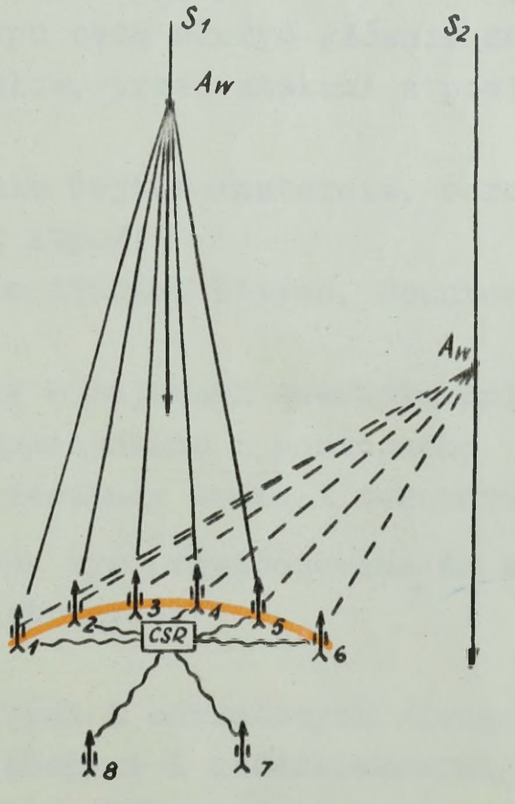
a) Do celu S_1 może prowadzić strzelanie działo 1,2,3 i 6 a do S_2 - 1,2,3 Pozostałe działa mogą strzelać tylko przy Hc ≥ 400m



b) Do celu S_1 może prowadzić strzelanie działo 1,2,3 i 8, a do S_2 - 1,2,3,4. Pozostałe działa mogą strzelać przy Hc ≥ 400m



c) Do strefy ograniczenia w celowaniu strzelanie mogą prowadzić wszystkie działa baterii



d) Do strefy ograniczenia w celowaniu strzelanie mogą prowadzić działa 1,2,3,4,5 i 6 ; 7 i 8 może

Rys 6 Możliwości strzelania baterii do celów lecących na bardzo małej wysokości w zależności od rozstawienia dział na SO (a i b - na okręgu, c i d - na łuku).

Załącznik 5

WYMAGANIA TAKTYCZNO-TECHNICZNE

dla dział artylerii przeciwlotniczej i rakiet przeciwlotniczych do zwalczania celów powietrznych działających z małych i średnich wysokości.

I. Wymagania ogólne dla sprzętu przeciwlotniczego

Zestawy samobieżnych dział przeciwlotniczych kalibru 30-40 mm, działka uniwersalne kalibru 20-25 mm oraz zestawy rakiet przeciwlotniczych typu "X" powinny stanowić system naziemnych środków OPL związku taktycznego /działa kalibru 20-40 mm i rakiety typu "X" powinny być również w związkach operacyjnych i wspólnie z LM i rakietami przeciwlotniczymi dalekiego zasięgu tworzyć system OPL tych związków/. W wojskach operacyjnych artyleria przeciwlotnicza i rakiety tego typu będą służyć głównie do samoobrony oddziałów i pododdziałów, przed atakami z powietrza, wykonujących:

- określone zadania bojowe /natarcie, obrona, bój spotkaniowy, pościg itp./;
- manewrujących po drogach bitych, gruntowych i bezdrożach;
- znajdujących się w rejonach ześrodkowania i pośrednich oraz na odpoczynkach i postojach;
- pokonujących przeszkody wodne i terenowe.

Zestawy powinne być przystosowane do zwalczania następujących celów powietrznych:

- śmigłowców;
- samolotów tłokowych i odrzutowych /lecących z prędkościami dodźwiękowymi i naddźwiękowymi/;
- samolotów pocisków, kierowanych pocisków "powietrze-ziemia".

II. Podstawowe wymagania dotyczące środka transportu

Aby sprostać zadaniom przedstawionym w punkcie I zestaw winien być manewrowy, niezależny od dróg i przeszkód /wodne, teren grząski, piaszczysty itp./. Dlatego też cały zestaw /urządzenia do wykrywania celów,- dla rakiet - naprowadzania rakiety, działa i wyrzutnie, przelicznik i inne urządzenia/ powinien być zamontowany na jednym pojeździe gąsienicowym o następujących charakterystykach:

- pływający /współczesne działania bojowe związane są nieodłącznie z częstym forsowaniem przeszkód wodnych, działaniem w różnym terenie, stąd też zestaw powinien być zdolny do niezależnego pokonywania takich przeszkód, tzn. pływający, w miarę lekki i o małym nacisku jednostkowym na podłoże/;
- rozwijający prędkość większą niż czołgi i transportery będące w wyposażeniu wojsk /przewaga prędkości jest niezbędna dla utrzymania się zestawu w kolumnach marszowych oddziałów pancernych i zmechanizowanych/;
- obudowany lekkim pancerzem /opancerzenie powinno być odporne na pociski przeciwpancerne o kalibrze do 25 mm i odłamki ciężkich pocisków artyleryjskich. Takie opancerzenie powinny mieć przynajmniej te części transportera, za którymi znajdują się podstawowe agregaty/.

III. Wymagania dotyczące zestawu rakietowego, dział sprzężonych i działek uniwersalnych

A. Dotyczące zestawu rakietowego typu "X"

Zestaw rakietowy typu "X" do zwalczania celów na małych i średnich wysokościach odpowiadać powinien następującym wymaganiom:

1. Rakieta

- ciężar rakiety nie powinien przekraczać 60-80 kg /bez zasobnika/;
- brak odpadającego członu startowego;
- napęd na paliwo stałe;
- duża siła niszcząca cel /jeden pocisk powinien niszczyć cel/;
- prędkość lotu rakiety przewyższająca prędność zwalczanych celów /lub co najmniej równa/ w końcowej fazie lotu;
- duża zwrotność /zwalczanie celów wykonujących manewr w strefie rażenia/;
- pewność samolikwidacji - natychmiast poza strefą rażenia /aby uniknąć rażenia wojsk własnych przy strzelaniu na bardzo małych wysokościach/;
- możliwość zniszczenia rakiety przez operatora zestawu;
- niezależny lub półzależny system kierowania, niewrażliwy na zakłócenia /samonaprowadzanie aktywne lub półaktywne/;
- wysokie prawdopodobieństwo trafienia /nie niższe niż 0,8-0,9/;
- duża odporność na wstrząsy /w czasie transportu dostawczego i na wyrzutni - rakieta powinna być sprawna bez sprawdzania i przygotowana do użycia po przejechaniu transportem kołowym drogi 300-400 km/ i niewrażliwa na zmiany warunków meteorologicznych;
- duża trwałość w okresie składowania /w magazynach itp./;
- zasięg skutecznego ognia - odległość do dalszej granicy strefy rażenia 8-10 km, do bliższej - 0,5-1 km, wysokość strefy rażenia od 0,02 ÷ 6 km;
- niszczenie celów na kursach zbliżeniowych i oddalających /przy $q = 0^{\circ} \div 180^{\circ}$/.

2. dotyczące urządzeń wykrywania
   - radiolokator okrężnego wykrywania pracujący okrężnie lub w wycinku /poziomym/ przeszukujący strefę w płaszczyźnie pionowej od 0-8 km i w odległości 15-20 km;
   - radiolokator do śledzenia celu naprowadzany automatycznie przez radiolokator okrężnego wykrywania /gdy celów będzie więcej niż jeden decyduje operator/ - zasięg wykrywania 15 km;
   - odporność urządzeń radiolokacyjnych na zakłócenia aktywne i pasywne;
   - panoramiczny celownik do wykrywania i śledzenia celu;
   - możliwość rozpoznania "swój-obcy" - wymagane urządzenie zapytujące;
   - sterowanie półautomatyczne i automatyczne z możliwością pracy niezależnej i z wzajemnym sterowaniem;
   - możliwość śledzenia celów o prędkości do 2 M;
   - możliwość wykrywania i śledzenia celu w ruchu.

3. Kabina, wyrzutnia i urządzenia przeliczające
   - bezpieczeństwo obsługi w czasie wystrzeliwania rakiet;
   - klimatyzacja przedziału operatora /wieża opancerzona i zamknięta/;
   - minimalny personel dla obsługi zestawu - 1-2 ludzi plus kierowca wozu;
   - możliwość szybkiego uruchomienia zestawu bez względu na porę roku /przy niskich temperaturach/ - czas uruchomienia do 30 sekund;
   - bezzwłoczna gotowość do odpalenia rakiety /czas T_{sum} nie powinien przekraczać 5 sekund/;
   - możliwość wypracowania danych dla prędkości celów rzędu 2 M;
   - wypracowanie danych i odpalenie automatyczne /po sprawdzeniu przynależności/ z możliwością decyzji operatora;
   - możliwość zniszczenia wystrzelonej rakiety w przypadku pomyłkowego określenia przynależności;

- jako szyny startowe powinny służyć zasobniki, w których rakiety będą przewożone /ciężar do 20 kg/. Rakietę ładować na wyrzutnię z zasobnikiem;
- łatwe i szybkie przeładowanie rakiet /rzędu 5 minut/;
- jednorazowe załadowanie - 6-8 rakiet /co stanowiłoby jednostkę ognia - możliwość ostrzelania 3-4 celów dwoma rakietami/;
- możliwość odpalania rakiet w ruchu /niezbędna przy osłonie kolumn marszowych itp./ - wymagana stabilizacja anten stacji radiolokacyjnych, celownika optycznego i wyrzutni;
- całość zestawu winna cechować prostota obsługi, łatwość naprawy urządzeń, wymiany części, krótki okres szkolenia obsług;
- możliwość przenoszenia ognia na cele atakujące w odstępach rzędu 0,5 minuty.

B. Dotyczące dział samobieżnych artylerii przeciwlotniczej

Zestaw samobieżnego działa przeciwlotniczego kalibru 30-40 mm do zwalczania celów na małych xxxxxxxxxxxx i średnich wysokościach powinien odpowiadać następującym wymaganiom.

1. Działa
   - działo podwójnie sprzężone z wymuszonym chłodem luf;
   - pocisk odłamkowo-burząco-zapalający z zapalnikiem uderzeniowym, samolikwidatorem i smugaczem o ciężarze 0,5-0,7 kg, przedział samolikwidacji 4000-4500 m i $V_o \approx$ 1000-1200 m/sek;
   - szybkostrzelność praktyczna około 1000 strzałów/minutę na lufę;
   - naboje podawane taśmą /załadowanie bojowe minimum 100 naboi na lufę, zataśmowanej amunicji w wozie co najmniej na jedno kolejne załadowanie bojowe/;
   - przeładowywanie pneumatyczne, odpalanie - elektrospustem, awaryjne - ręczne;

- prędkości kątowe celowania: w azymucie - 80-120°/sek; w kącie położenia - 40-60°/sek;
- celowanie automatyczne, półautomatyczne-ręczne;
- odległość skutecznego ognia - 4000 m;
- ostrzał w płaszczyźnie poziomej 360°, w pionowej - od 10-87°;
- łatwe i szybkie załadowanie działa /do 5 minut/.

2. Urządzenia celownicze

- radiolokator wykrywania i śledzenia pracujący w dwóch szerokościach wiązki - szerokiej /około 30°/ i wąskiej /6°/; odległość wykrywania rzędu 15-20 km;przejście z poszukiwania na śledzenie automatyczne z możliwością decyzji operatora;
- celownik optyczny /panoramiczny/ mogący dublować radiolokator w warunkach dobrej widoczności w czasie zakłóceń;
- dokładność pomiaru współrzędnych kątowych przez radiolokator i optycznie rzędu : $\sigma_\beta = \sigma_\varphi = 0{-}01$, a odległości /przez radiolokator/ $\sigma_D \approx 10$ m;
- odporność urządzenia radiolokacyjnego na zakłócenia aktywne i pasywne;
- możliwość rozpoznania "swój-obcy" - wymagane urządzenie zapytujące;
- sterowanie automatyczne, półautomatyczne i ręczne z możliwością pracy niezależnej i z wzajemnym sterowaniem /np. strzelanie z celownikiem optycznym - radiolokator poszukuje w sektorze lub okrężnie/;
- możliwość śledzenia celów o prędkości do 2 M z miejsca i w ruchu.

3. Przelicznik i wieża

- możliwość rozwiązania zadania w granicach $D_w = 0 \div 4000$ m; $H = 0 \div 4000$ m i $V_c = 2$ M, dokładność rozwiązania zadania spotkania pocisku z celem przy wykorzystaniu radiolokatora jak i celownika optycznego powinna zapewnić prawdopodobieństwo zestrzału w jednym strzelaniu rzędu $0{,}3 \div 0{,}4$;

- uwzględnienie warunków balistycznych automatyczne na podstawie bieżącego pomiaru prędkości początkowej pocisków w czasie strzelania;
- uwzględnienie warunków meteorologicznych na podstawie opracowanych i wprowadzonych poprawek według "meteośredniego";
- możliwość dokładnego strzelania z celownikiem optycznym w przypadku niesprawności lub całkowitego zakłócenia radiolokatora;
- czas przygotowania bezpośredniego rzędu 5 sekund;
- możliwość szybkiego uruchomienia zestawu bez względu na porę roku /do 30 sekund/;
- możliwość strzelania w ruchu przy prędkościach odpowiadających prędkości kolumn marszowych;
- wieża opancerzona /jak transporter/, zamknięta z możliwością obserwacji wzrokowej okrężnej, klimatyzowana;
- blokady urządzeń podobnie jak w ZSU-23-4;
- minimalny skład obsługi - 2 ludzi plus kierowca;
- stabilizacja działa i urządzeń celowniczych umożliwiająca dokładne strzelanie w ruchu i przy różnym położeniu wozu.

C. Dotyczące działka pokładowego

Przeciwlotnicze działko pokładowe kaliber 20-25 mm, montowane na wozach bojowych /transporterach a nawet i czołgach/ powinno odpowiadać następującym wymaganiom:

1. Działko /automat/:
   - pojedyncze działko automatyczne z polepszoną powierzchnią zewnętrzną chłodzenia /na przykład rowkowanie wzdłużne/;
   - pocisk odłamkowo-burząco-zapalający z zapalnikiem uderzeniowym, samolikwidatorem i smugaczem o ciężarze 0,2-0,25 kg, przedział samolikwidacji 2000-2500 m, $V_o \approx 1000$ m/sek;
   - szybkostrzelność praktyczna około 1000 strzałów/minutę;

- naboje taśmowane podawane z dostawnego magazynu /pojemność 50 + 100 naboi/;
- przeładowanie ręczne, odpalanie elektrospustem, awaryjne - ręczne;
- celowanie półautomatyczne i ręczne /prędkości celowania jak w dziale 20-40 mm/;
- odległość skutecznego ognia - 2000 m;
- ostrzał - jak działo 30-40 mm;
- załadowanie przez zmianę magazynu z luku;
- lufa z automatem i magazynem umieszczona na zewnątrz wieżyczki obrotowej.

2. Celownik i wieża:
   - automatyczny celownik optyczny umieszczony wewnątrz wieżyczki rozwiązujący zadanie spotkania pocisku z celem w oparciu o prędkości kątowe celowania i średni czas lotu pocisku;
   - stabilizacja działka i celownika;
   - możliwość rozwiązania zadania spotkania pocisku z celem w ruchu;
   - zakres pracy celownika: odległość rozwiązania zadania: D = 0 + 4000 m, V_c = 2 M, H = 0 + 2000 m;
   - obsługa - 1 żołnierz;
   - wieża opancerzona, kryta, umożliwiająca obserwację okrężną bez obrotu.

x x x

Załącznik 6

1. Obliczanie procentowej stopy strat

Procentową stopę strat jaką może zadać lotnictwu nieprzyjaciela pojedynczy /zestaw/ środek przeciwlotniczy obliczamy wychodząc z prawdopodobieństwa zestrzelenia celu pojedynczym pociskiem na danej wysokości i praktycznej wydajności działa oraz uwzględniając wszystkie czynniki, które ujemnie wpływają na efektywność bojową danego środka. Stąd też procentową stopę strat można obliczyć wykonując kolejno następujące działania:

a/ Obliczenie prawdopodobieństwa zestrzelenia celu w czasie jednego strzelania:

$$R = \left[1 - \left(1 - p_1 \cdot \frac{1}{\omega}\right)^n\right] \cdot K_1$$

gdzie: R - prawdopodobieństwo zestrzelenia celu w czasie jednego strzelania;

p_1 - prawdopodobieństwo trafienia celu jednym pociskiem;

$\frac{1}{\omega}$ - średnie prawdopodobieństwo rażenia przy jednym trafieniu /ω - wymagana średnia liczba trafień/.

Do obliczeń przyjęto następujące wartości $\frac{1}{\omega}$:

Kaliber	14,5 mm	23 mm	57 mm
$\frac{1}{\omega}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{1}$

n - średnie rzeczywiste zużycie amunicji w czasie jednego strzelania obliczone przy założeniu praktycznej szybkostrzelności /Z/,

promienia płaskiej strefy ostrzału /R_H/ i V_c /km/min/, ze wzoru:

$$n = \frac{1,5 \cdot R_{/H/} \cdot Z}{V_c}$$

$K_1 = K_w \cdot K_{nz} \cdot K_n$

K_w - prawdopodobieństwo wykrycia celu i otwarcia ognia na czas;

K_{nz} - prawdopodobieństwo niezakłócenia przez nieprzyjaciela stacji radiolokacyjnej zestawu;

K_n - prawdopodobieństwo /współczynnik/ niezawodności działa /zestawu/.

Wartości liczbowe K określone szacunkowo dla poszczególnych typów broni przedstawia tabelka

Typ sprzętu	PKM, ZU-23 S-60	ZSU-23-4	S-60 z P-6
H = 100 m	0,475	0,210	0,3375
H = 400 m	0,570	0,245	0,4050
H = 700 m	0,665	0,280	0,4725
H ≥ 1000 m	0,885	0,280	0,6075

b/ Obliczenie liczby pocisków dla uzyskania jednego zestrzelenia

$$n' = m \cdot n = \frac{\lg /1 - 0,9/}{\lg /1 - R/} \cdot n$$

gdzie: n' - wymagana liczba pocisków dla uzyskania jednego zestrzelenia;

0,9 - założony poziom ufności /prawdopodobieństwo pewne/;

m - wymagana liczba dział /zestawów/ dla uzyskania jednego zestrzelenia;

c/ Obliczenie jednostkowej stopy strat w %

$$S_s = \frac{A \cdot 100}{N_1} \cdot K_2$$

gdzie: S_s - jednostkowa stopa strat /%/ jaką może zadać pojedynczy egzemplarz broni przeciwlotniczej lotnictwu nieprzyjaciela;

$A = \frac{n}{n'}$ - oczekiwana liczba strąceń przez jeden egzemplarz broni przeciwlotniczej;

N_1 - liczba samolotów w grupie wykonujących atak na osłaniany obiekt;

$K_2 = K_r \cdot K_m \cdot K_g \cdot k$;

K_r - współczynnik rozmieszczenia obliczany ze wzoru

$$K_r = \frac{1{,}5 \cdot R_H}{L}$$

L - sumaryczna głębokość ugrupowania obiektów związku taktycznego /operacyjnego/. W obliczeniach przyjęto głębokość ugrupowania DZ /DPanc/ - L = 20 km;

K_m - współczynnik niewykonywania manewru przez dany środek przeciwlotniczy. Przyjęto, że w dynamice walki około 1/3 środków będzie wykonywała manewr taktyczny, stąd też współczynnik K_m dla środków holowanych przyjęto 0,67, a dla środków samobieżnych - 0,85 /możliwe jest strzelanie w ruchu/;

K_g - współczynnik gotowości bojowej środka ze względu na straty i gotowość eksploatacyjną sprzętu przyjęto szacunkowo 0,75 dla wszystkich typów broni;

k - współczynnik uwzględniający powtarzalność strzelania do samolotów grupy przyjęto średnio - 2. Wynika to z tego, że grupa w składzie 25 samolotów wykonuje atak w czasie

3 minut, ponieważ cykl strzelania wynosi średnio 1-1,5 minuty, to w czasie 3 minut średnio można wykonać 2 strzelania.

2. Obliczanie wymaganej liczby środków przy założonej stopie strat

Wymaganą liczbę środków przy założonej stopie strat obliczamy ze stosunku:

$$N = \frac{S_{s,z}\ /\%/}{S_s\ /\%/}$$

gdzie: N - wymagana liczba środków przy założonej stopie strat;

$S_{s,z}$ -założona stopa strat;

S_s - jednostkowa stopa strat.

3. Obliczanie sumarycznej stopy strat /%/

Sumaryczną stopę strat - $S_{s,sum}$/%/ możemy obliczać dla pewnej liczby środków przeciwlotniczych tego samego typu lub dla określonej liczby różnorodnych środków przeciwlotniczych w następujący sposób:

a/ dla jednego typu środka przeciwlotniczego:

$$S'_{s,sum} = N' \cdot S_s$$

b/ dla różnych środków przeciwlotniczych, gdy każdy środek występuje N' razy:

$$S_{s,sum} = \sum_{i=1}^{l} S'_{s,sum_i}$$

gdzie: l - suma typów środków przeciwlotniczych.

Obliczenia jednostkowej stopy strat i liczby środków w stosunku do grupy w składzie 25 samolotów lecących z prędkością 350 m/sek przedstawiono w tabelach 1-7.

Wartości opracowane w tabelach są orientacyjne, gdyż nie było możliwości praktycznego sprawdzenia szacunkowo założonych wartości.Po praktycznym sprawdzeniu

obliczone wartości stopy i środków mogą nieco się różnić, lecz obserwując działania wietnamskie, można twierdzić, że wyniki obliczeń są bardzo bliskie rzeczywistych.

Tabela 1

PKM-1 14,5 mm

Lp	Wyszczególnienie	H /m/						
		100	400	700	1500	3000	4500	6500
1	R_H /km/	2	2	1,85	1,35	-	-	-
2	$n = \frac{1,5 \cdot 150}{27} \cdot R_H = 10,7 \cdot R_H$	22	22	20	15	-	-	-
3	$p_1 \cdot \frac{1}{8}$	0,00067	0,00068	0,00061	0,00030	-	-	-
4	$R_n = 1 - /1 - p_1 \cdot \frac{1}{8}/^n$	0,0147	0,0148	0,0121	0,0045	-	-	-
5	$K_1 = K_w \cdot K_{nz} \cdot K_n$	0,475	0,570	0,665	0,855	-	-	-
6	$R = R_n \cdot K_1$	0,0070	0,0085	0,0081	0,0039	-	-	-
7	$m = \frac{lg\ 71 - 0,97}{lg\ 71 - R/}$	328	270	283	588	-	-	-
8	$n' = m \cdot n$	7216	5940	5660	8370	-	-	-
9	$A = \frac{n}{n'}$	0,0030	0,0037	0,0035	0,0018	-	-	-
10	$K_r = \frac{1,5 \cdot R_H}{20}$	0,150	0,150	0,138	0,102	-	-	-
11	$K_2 = K_r \cdot K_m \cdot K_g \cdot k$	0,1913	0,1913	0,1760	0,1301	-	-	-
12	$S_s = \frac{A \cdot 100}{25} \cdot K_2$ /%/	0,0023	0,0028	0,0025	0,0009	-	-	-
13	$N = \frac{9\ \%}{S_s}$	3913	3214	3600	10000	-	-	-
14	$S'_{s,sum} = 3214 \cdot S_s$ /%/	7,29	9,00	8,04	2,89	-	-	-

165

Tabela 2

PKM-2 14,5 mm

Lp.	Wyszczególnienie	H /m/						
		100	400	700	1500	3000	4500	6500
1	R_H /km/	2	2	1,85	1,35	-	-	-
2	$n = \frac{1,5 \cdot 300}{21} \cdot R_H = 21,4 \cdot R_H$	44	44	40	30	-	-	-
3	$p_1 \cdot \frac{1}{8}$	0,00067	0,00068	0,00061	0,00030	-	-	-
4	$R_n = 1 - /1 - p_1 \cdot \frac{1}{8}/^n$	0,0292	0,0295	0,0241	0,0090	-	-	-
5	$K_1 = K_w \cdot K_{nz} \cdot K_z$	0,475	0,570	0,665	0,853	-	-	-
6	$R = R_n \cdot K_1$	0,0139	0,0168	0,0160	0,007	-	-	-
7	$m = \frac{lg\ 71 - 0,97}{lg\ 71 - R/}$	164	136	143	297	-	-	-
8	$n' = m \cdot n$	7216	5984	5720	8910	-	-	-
9	$A = \frac{n}{n'}$	0,0061	0,0074	0,0070	0,0034	-	-	-
10	$K_r = \frac{1,5 \cdot R_H}{20}$	0,150	0,150	0,138	0,102	-	-	-
11	$K_2 = K_r \cdot K_m \cdot K_g \cdot k$	0,1913	0,1913	0,1760	0,1301	-	-	-
12	$S_s = \frac{A \cdot 100}{25} \cdot K_2$	0,0037	0,0045	0,0039	0,0014	-	-	-
13	$N = \frac{9\%}{S_s}$	2432	2000	2308	6429	-	-	-
14	$S'_{s,sum} = 2000 \cdot S_s$	7,40	9,00	7,80	2,80	-	-	-

9911

Tabela 3

ZU-23-1

Lp	Wyszczególnienie	H /m/						
		100	400	700	1500	3000	4500	5500
1	R_H /km/	2,3	2,25	2,15	1,7	-	-	-
2	$n = \frac{1,5 \cdot 200}{21} \cdot R_H = 14,29 \cdot R_H$	33	32	31	25	-	-	-
3	$p_1 \cdot \frac{1}{2}$	0,00153	0,00155	0,00141	0,00061	-	-	-
4	$R_n = 1 - /1 - p_1 \cdot \frac{1}{2}/^n$	0,0493	0,0484	0,0428	0,0151	-	-	-
5	$K_1 = K_w \cdot K_{nz} \cdot K_n$	0,475	0,570	0,665	0,855	-	-	-
6	$R = R_n \cdot K_1$	0,0234	0,0276	0,0285	0,0123	-	-	-
7	$m = \frac{lg\ 71 = 0,97}{lg\ 71 = R/}$	97	82	80	177	-	-	-
8	$n' = m \cdot n$	3201	2624	2480	4425	-	-	-
9	$A = \frac{n}{n'}$	0,0103	0,0122	0,0125	0,0057	-	-	-
10	$K_r = \frac{1,5 \cdot R_H}{20}$	0,172	0,169	0,161	0,127	-	-	-
11	$K_2 = K_r \cdot K_m \cdot K_g \cdot k$	0,2193	0,2410	0,2053	0,1619	-	-	-
12	$S_s = \frac{A \cdot 100}{25} \cdot K_2$	0,0090	0,0105	0,0103	0,0037	-	-	-
13	$N = \frac{9\ \%}{S_s}$	1000	857	874	2432	-	-	-
14	$S'_{s,sum} = 857 \cdot S_s$	7,71	9,00	8,83	3,17	-	-	-

191

Tabela 4

ZU-23-2

Lp	Wyszczególnienie	H /m/						
		100	400	700	1500	3000	4500	5500
1	R_H /km/	2,3	2,25	2,15	1,7	-	-	-
2	$n = \frac{1,5 \cdot 400}{21} \cdot R_H = 28,58 \cdot R_H$	66	64	62	50	-	-	-
3	$p_1 \cdot \frac{1}{3}$	0,00153	0,00155	0,00141	0,00061	-	-	-
4	$R_n = 1 - /1 - p_1 \cdot \frac{1}{3}/^n$	0,0961	0,0945	0,0838	0,0301	-	-	-
5	$K1 = K_w \cdot K_{nz} \cdot K_n$	0,475	0,570	0,665	0,855	-	-	-
6	$R = R_n \cdot K_1$	0,0456	0,0539	0,0557	0,0257	-	-	-
7	$m = \frac{Ig\ 71 - 0,97}{Ig\ 71 - R/}$	50	42	40	88	-	-	-
8	$n' = m \cdot n$	3300	2688	2480	4400	-	-	-
9	$A = \frac{n}{n'}$	0,0200	0,0238	0,0250	0,0114	-	-	-
10	$K_r = \frac{1,5 \cdot R_H}{20}$	0,172	0,169	0,161	0,127	-	-	-
11	$K_2 = K_r \cdot K_m \cdot K_g \cdot k$	0,2193	0,2410	0,2053	0,1619	-	-	-
12	$S_s = \frac{A \cdot 100}{25} \cdot K_2$	0,0138	0,0162	0,0160	0,0058	-	-	-
13	$N = \frac{9\ \%}{S_s}$	623	555	562	1551	-	-	-
14	$S_{s,sum} = 555 = S_s$	7,66	9,00	8,88	3,22	-	-	-

168

Tabela 5

ZSU-23-4

Lp	Wyszczególnienie	H/m/						
		100	400	700	1500	3000	4500	5500
1	R_H /km/	2,3	2,25	2,15	1,7	-	-	-
2	$n = \frac{1,5 \cdot 3400}{21} \cdot R_H = 242,86 \cdot R_H$	558	546	522	412	-	-	-
3	$p_1 \cdot \frac{1}{2}$	0,00359	0,00362	0,00356	0,00264	-	-	-
4	$R_n = 1 - /1 - p_1 \cdot \frac{1}{2}/^n$	0,8656	0,9053	0,8446	0,6649	-	-	-
5	$K_1 = K_w \cdot K_{nz} \cdot K_n$	0,210	0,245	0,280	0,280	-	-	-
6	$R = R_n \cdot K_1$	0,1818	0,2218	0,2365	0,1862	-	-	-
7	$m = \frac{lg\ 71 - 0,97}{lg\ 71 - R/}$	11	9	8,5	11	-	-	-
8	$n' = m \cdot n$	6138	4914	4437	4532	-	-	-
9	$A = \frac{n}{n'}$	0,0910	0,1111	0,1176	0,0909	-	-	-
10	$K_r = \frac{1,5 \cdot R_H}{20}$	0,172	0,169	0,161	0,127	-	-	-
11	$K_2 = K_r \cdot K_m \cdot K_g \cdot k$	0.2193	0,2410	0,2053	0,1619	-	-	-
12	$S_s = \frac{A \cdot 100}{25} \cdot K_2$	0,0800	0,0958	0,0966	0,0587	-	-	-
13	$N = \frac{9\ \%}{S_s}$	112	94	93	152	-	-	-
14	$S'_{s,sum} = 94 \cdot S_s$	7,52	9,00	9,08	5,52	-	-	-

169

Tabela 6

ZSU-57-2 /S-68/

Lp	Wyszczególnienie	H /m/						
		100	400	700	1500	3000	4500	5500
1	R_H /km/	2,75	3,4	4,0	4,55	3,75	1,65	-
2	$n = \frac{1,5 \cdot 120}{21} \cdot R_H = 8,57 \cdot R_H$	24	28	34	38	32	14	-
3	$p_1 \cdot 1$	0,00194	0,00188	0,00177	0,00136	0,00087	0,00042	-
4	$R_n = 1 - /1 , p_1/^n$	0,0455	0,0515	0,0585	0,0563	0,0276	0,0058	-
5	$K_1 = K_w \cdot K_{nz} \cdot K_n$	0,475	0,570	0,665	0,855	0,855	0,855	-
6	$R = R_n \cdot K_1$	0,0216	0,0294	0,0389	0,0481	0,0236	0,0050	-
7	$m = \frac{lg\ 71 = 0,97}{lg\ 71 = R7}$	105	77	58	46	96	459	-
8	$n' = m \cdot n$	2520	2156	1972	1748	3072	6426	-
9	$A = \frac{n}{n'}$	0,0095	0,0130	0,0172	0,0217	0,0104	0,0022	-
10	$K_r = \frac{1,5 \cdot R_H}{20}$	0,204	0,255	0,300	0,341	0,281	0,124	-
11	$K_2 = K_r \cdot K_m \cdot K_g \cdot k$	0,2627	0,3251	0,3825	0,4348	0,3583	0,1582	-
12	$S_s = \frac{A \cdot 1000}{25} \cdot K_2$	0,0100	0,0169	0,0263	0,0377	0,0149	0,0014	-
13	$N = \frac{9\ \%}{S_s}$	900	532	341	238	604	6427	-
14	$S'_{s,sum} = 238 \cdot S_s$	2,38	4,02	6,27	9,00	3,55	0,33	-

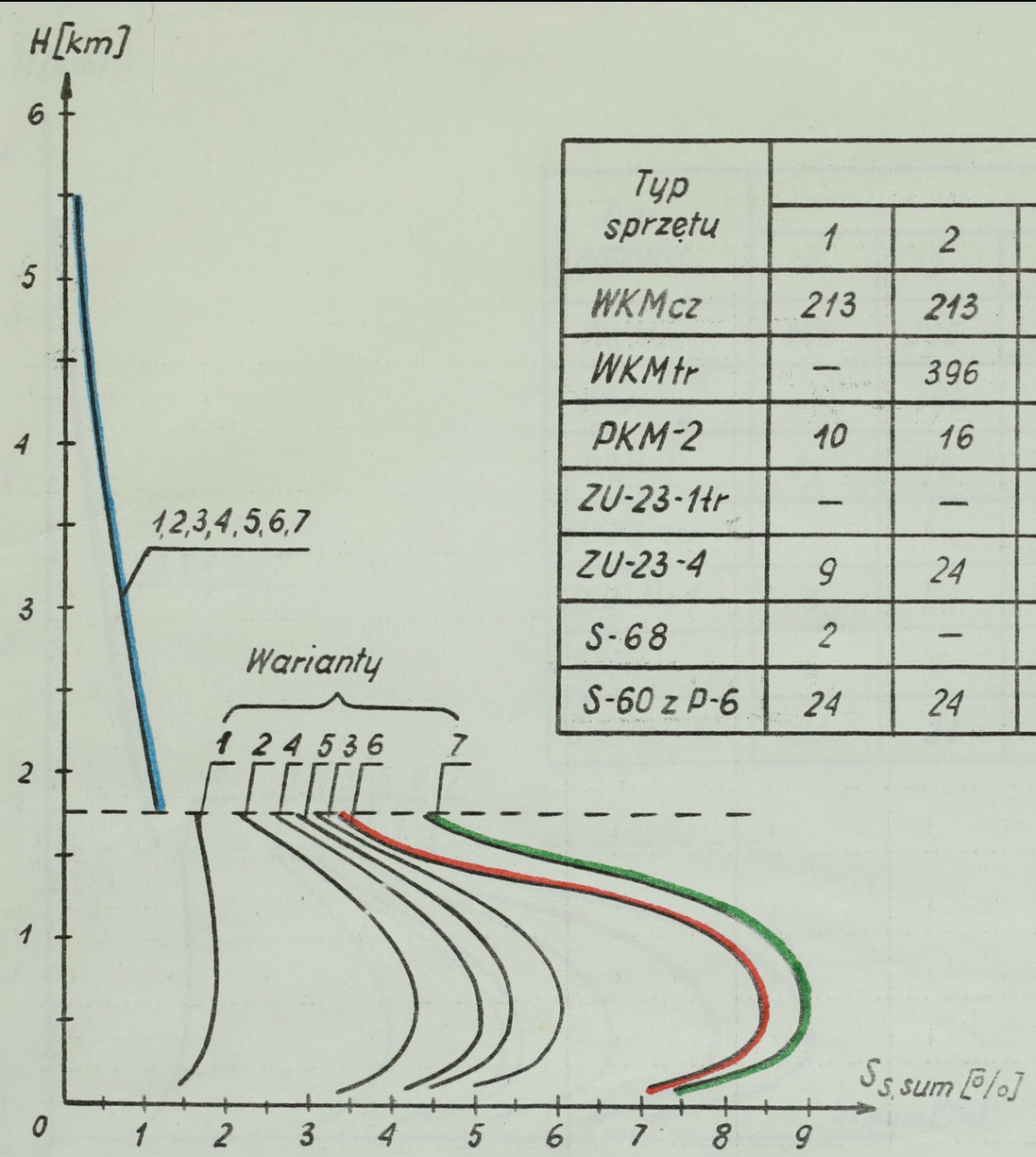
470

Tabela 7

ZU-57-1 z P-6-60 i RSA - S-60

Lp	Wyszczególnienie	H /m/						
		100	400	700	1500	3000	4500	5500
1	R_H /km/	2,75	3,4	4,0	5,8	5,2	3,95	2,35
2	$n = \frac{1,5 \cdot 60}{21} \cdot R_H = 4,29 \cdot R_H$	12	14	17	25	22	16	10
3	$p_1 \cdot 1$	0,00388	0,00376	0,00368	0,00349	0,00301	0,00236	0,00174
4	$R_n = 1 - /1 - p_1/^n$	0,0456	0,0522	0,0607	0,0838	0-0637	0,0362	0,0173
5	$K_1 = K_w \cdot K_{nz} \cdot K_{mn}$	0,3375	0,4050	0,4725	0,6075	0,6075	0,6075	0,6075
6	$R = R_n \cdot K_1$	0,0153	0,0211	0,0287	0,0509	0,0387	0,0220	0,0105
7	$m = \frac{Ig\ 71 - 0,97}{Ig\ 71 - R/}$	149	108	79	44	58	104	218
8	$n' = m \cdot n$	1788	1512	1343	1100	1276	1664	2180
9	$A' = \frac{n}{n'}$	0,0067	0,0093	0,0127	0,0227	0,0174	0,0096	0,0046
10	$K_r = \frac{1,5 \cdot R_H}{20}$	0,206	0,255	0,300	0,435	0,390	0,296	0,175
11	$K_2 = K_r \cdot K_m \cdot K_g \cdot k$	0,2070	0,2563	0,3015	0,4372	0,3920	0,2975	0,1759
12	$S_s = \frac{A \cdot 100}{25} \cdot K_2$	0,0057	0,0095	0,0153	0,0397	0,0270	0,0120	0,0032
13	$N = \frac{2\ \%}{S_s}$	1594	947	588	226	333	750	2812
14	$S'_{s,sum} = 226 \cdot S_s$	1,29	2,15	3,46	9,00	6,10	2,71	0,72

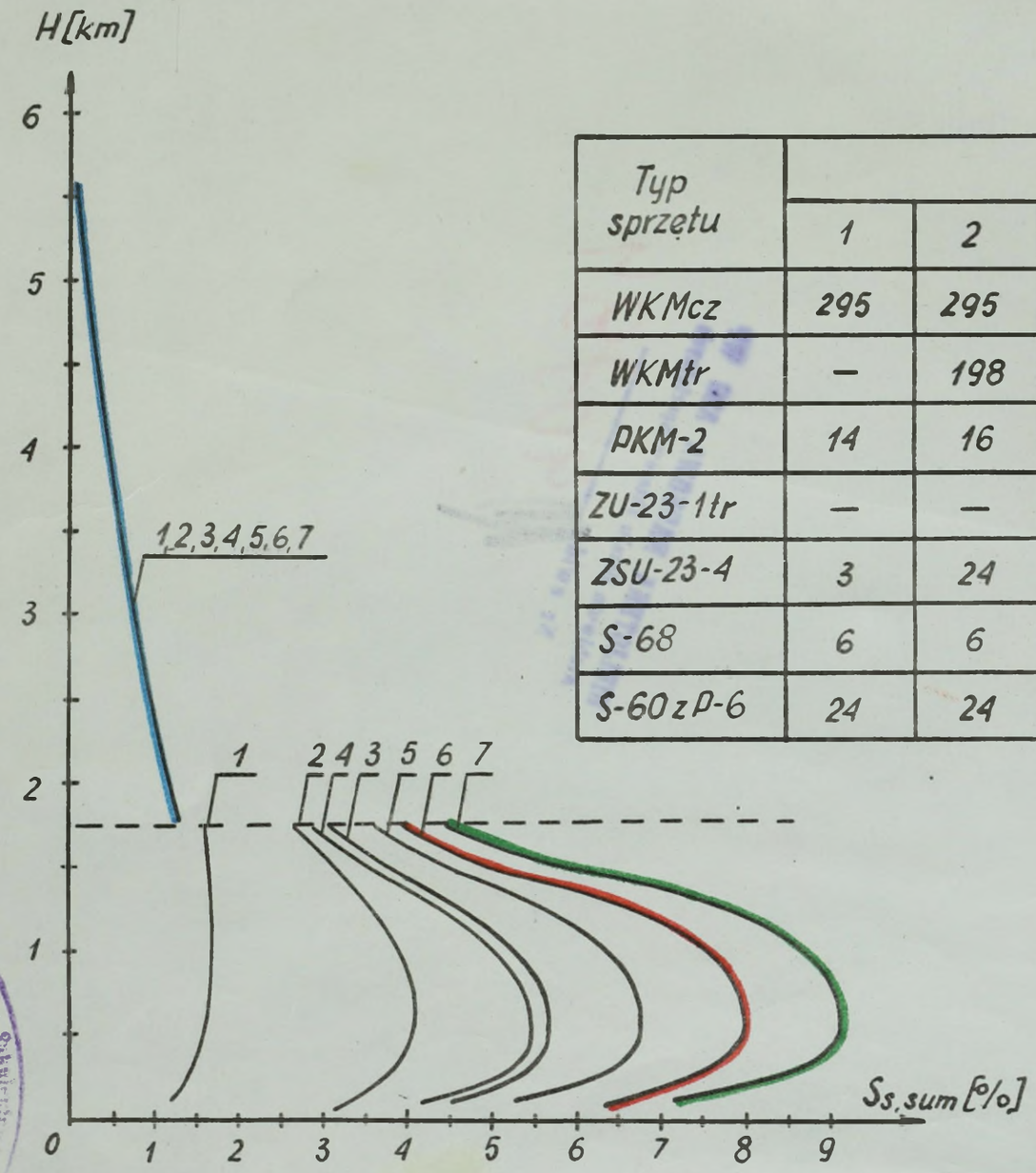
171



Typ sprzętu	Warianty						
	1	2	3	4	5	6	7
WKMcz	213	213	213	213	213	213	213
WKMtr	—	396	—	396	396	—	396
PKM-2	10	16	—	—	—	—	—
ZU-23-1tr	—	—	198	—	—	396	—
ZU-23-4	9	24	32	32	36	36	72
S-68	2	—	—	—	—	—	—
S-60 z P-6	24	24	24	24	24	24	24

Rys. 1 Warianty wyposażenia OZ w środki OPL i odpowiadający im przebieg stopy strat npla

172



Typ sprzętu	Warianty						
	1	2	3	4	5	6	7
WKMcz	295	295	295	295	295	295	295
WKMtr	—	198	—	198	198	—	198
PKM-2	14	16	—	—	—	—	—
ZU-23-1tr	—	—	99	—	—	198	—
ZSU-23-4	3	24	36	36	48	48	72
S-68	6	6	—	—	6	6	6
S-60 z P-6	24	24	24	24	24	24	24

Rys 2. Warianty wyposażenia DPanc w środki OPL i odpowiadający im przebieg stopy strat.

Biblioteka Szkoły

173

BIBLIOTEKA NAUKOWA ASG WP
Archiwum Działu Zbiorów Specjalnych
Nr ewid. 40784

