

Grey Scale #13



DANES-PICTA.COM

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

022813

**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO**  
im. Generała Broni Karola Świerczewskiego

DO UŻYTKU  
SŁUŻBOWEGO



Egz. poj. 001



**MATERIAŁY Z KONFERENCJI NAUKOWEJ**

na temat:

**PROBLEMY ZWALCZANIA CELÓW  
NA MAŁYCH WYSOKOŚCIACH**

Sekcja Przeciwlotniczej Artylerii Raketowej

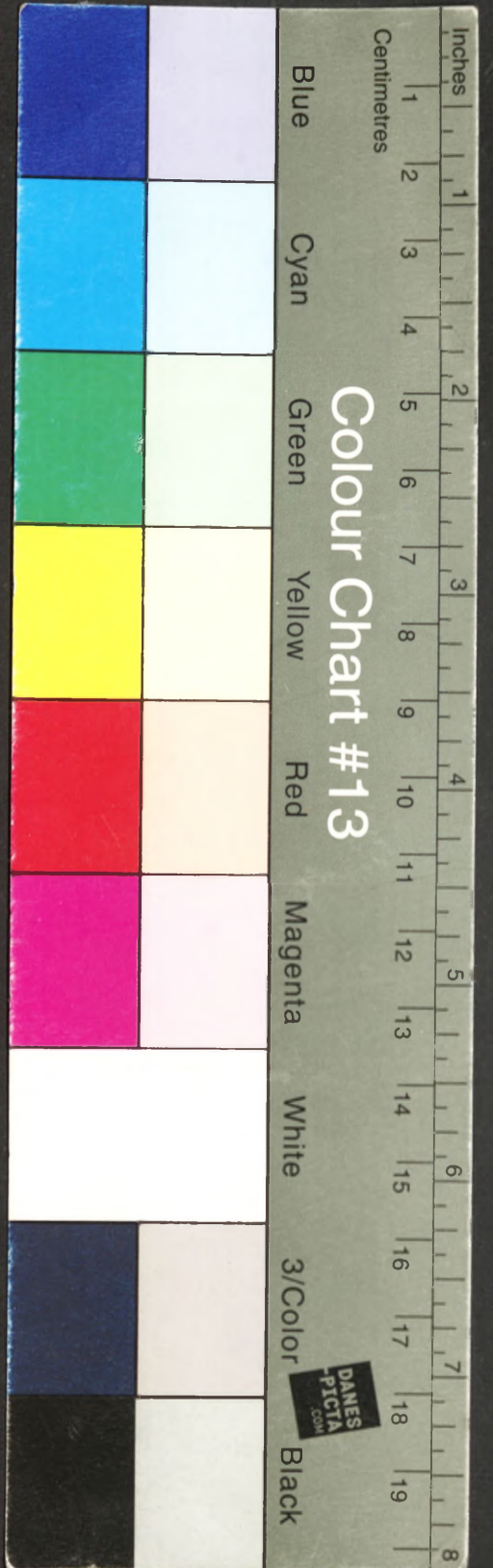


1-155

022813

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO  
KADROWE BIURO  
100-004

36659



022813

**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO**  
im. Generała Broni Karola Świerczewskiego

DO UŻYTKU  
SŁUŻBOWEGO



Egz. poj. 001



**MATERIAŁY Z KONFERENCJI NAUKOWEJ**

na temat:

**PROBLEMY ZWALCZANIA CELÓW  
NA MAŁYCH WYSOKOŚCIACH**

Sekcja Przeciwlotniczej Artylerii Rakietowej



A-155

236848

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO  
BIBLIOTEKA  
KADRY  
12-14-1968

**36659**

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO  
im. gen. broni K. Świerczewskiego

~~DO SZYTU  
SLUPOWEGO~~

PRZEKLASYFIKOWANO  
Protokół Nr 12657



~~TAJNE~~

Egz. pojedynczy

001

MATERIAŁY Z KONFERENCJI NAUKOWEJ  
na temat:

PROBLEMY ZWALCZANIA CELÓW NA  
MAŁYCH WYSOKOŚCIACH

SEKCJA "PRZECIWLOTNICZEJ ARTYLERII  
RAKIETOWEJ"



WARSZAWA

GRUDZIEŃ

1968r.

ARCHIWUM  
BIBLIOTEKI SZKOLENIOWEJ  
KADRY SZTABU GENERALNEGO  
im. gen. broni K. Świerczewskiego

36659

WYKAZ DOKUMENTÓW  
=====

- 1. Referat sekcji przeciwlotniczej artylerii raketowej. 3 -
- 2. Niektóre problemy obrony przeciwlotniczej przeciw samolotom działającym na małych wysokościach. 11 -
- 3. Niektóre aspekty techniczne efektywności systemów obrony przeciwlotniczej wojsk oraz możliwości ewentualnych zmian w systemach kierowania ogniem <sup>podczas</sup> zwalczania celów na małych wysokościach. 45 -
- 4. Zwalczanie samolotów przeciwnika działających na małych wysokościach przez artylerię raketową OPK.
- 5. Raketowa artyleria przeciwlotnicza.
- 6. Referat na temat: Modyfikacji zestawu typu "Wołchow".
- 7. Modelowanie matematyczne i maszyny liczące.
- 8. Uwagi i propozycje o potrzebach i możliwościach badań i opracowań w dziedzinie środków raketowych.
- 9. Zwalczanie samolotów przeciwnika działających na małych wysokościach.



3  
Egz. Nr. 1.

REFERAT SEKCJI PRZECIWOLOTNICZEJ ARTYLERII RAKIETOWEJ

Sekcja przeciwlotniczej artylerii raketowej rozpatrzyła problemy zwalczania celów powietrznych na małych i bardzo małych wysokościach, zgodnie z тезami podanymi w Zarządzeniu Sztabu Generalnego.

W wyniku obrad przedstawiam pogląd uczestników biorących udział w pracy tej sekcji.

Po rozpatrzeniu możliwości taktyczno-technicznych oraz ogniowych zestawów typu DWINA i WOLCHOW należy stwierdzić, że zestawy te jako zestawy rakiet średniego zasięgu mogą być efektywnie wykorzystane do zwalczania celów powietrznych w zakresie od 1000 m wzwyż - WOLCHOW i od 2000 m - DWINA. Zestawy te wg danych instrukcyjnych posiadają możliwość zwalczania celów powietrznych na wysokościach od 300 m dla zestawu WOLCHOW i od 500 m dla zestawu DWINA. W zestawie DWINA możliwość tę uzyskano dzięki wprowadzeniu przez dostawcę szeregu modernizacji. Jednak możliwość zwalczania celów na wysokościach mniejszych od 1000 m dla zestawów WOLCHOW i 2000 m dla zestawów DWINA jest znacznie ograniczona możliwościami wykrywania celów przez SNR, uwarunkowanymi między innymi wymogami bardzo małych kątów zakrycia.

22 Uzyskanie kątów zakrycia zbliżonych do zera w warunkach terenowych teatru działań wojennych dla obiektów obszaru kraju jest utrudnione, a dla wojsk operacyjnych w większości wypadków wręcz niemożliwe.

Wskaźniki skuteczności strzelania do celów powietrznych w zakresie tych obniżonych wysokości nie zostały podane przez dostawcę. W związku z powyższym nasuwa się wniosek konieczności

przebadania na poligonie skuteczności strzelania do celów leca-  
cych na wysokościach od 300 m - 1000 m, co jednoznacznie określi-  
łoby przydatność tych zestawów do zwalczania celów powietrznych  
w tym przedziale wysokości.

Przedstawiciele Dowództwa Wojsk Obrony Powietrznej Kraju  
przedstawili pogląd, że można zwalczać cele powietrzne na wyso-  
kościach od 300 m zestawami WOLCHOW i od 500 m zestawami DWINA.  
W tym celu przeprowadza się szereg zabiegów praktycznych zdąży-  
jących do obniżenia kątów zakrycia. Nie przedstawiono jednak  
konkretnych danych co do rezultatów jakie zostaną osiągnięte.  
Zabiegi te nasuwają wątpliwości, co do ich efektywności w zwią-  
zku z nieznanymi realnymi wskaźnikami skuteczności strzelania  
dla zestawów WOLCHOW i DWINA na tych wysokościach.

Rozpatrywane zestawy należy więc zaliczyć do zestawów  
skutecznie zwalczających cele powietrzne na średnich, dużych  
i stratosferycznych wysokościach. Są to zestawy stacjonarne  
przeznaczone w zasadzie do osłony obiektów obszaru kraju.  
W warunkach wojsk operacyjnych mogą być wykorzystane wyłącznie  
do osłony obiektów mało manewrowych, takich jak np. obiekty  
tyłowe frontu.

Reasumując rozważania przeprowadzone nad oceną możliwości  
taktyczno-technicznych należy wyciągnąć wniosek, że istniejący-  
mi zestawami nie zapewnimy możliwości zwalczania celów w części  
zakresu małych wysokości oraz w całym zakresie bardzo małych  
wysokości tj. poniżej 300 m.

Widzi się celowość i możliwość przeprowadzania dalszej  
modernizacji zestawów DWINA i WOLCHOW w kierunkach zwiększenia  
skuteczności tych zestawów w zwalczaniu celów na małych wyso-  
kościach i obniżenia dolnej granicy zwalczania celów powietrz-  
nych na ile to jest możliwe oraz uzasadnione technicznie.

Tego rodzaju modernizację realizuje dostawca w ramach porozumień o pomocy technicznej w państwach Układu Warszawskiego.

Biorąc pod uwagę złożoność i wagę problemów wymagających rozwiązania uważa się za celowe powołanie placówki naukowo-badawczej dysponującej odpowiednim potencjałem badawczym i kadrowym wystarczającym do kompleksowego rozpatrywania problematyki przeciwlotniczej artylerii raketowej. Tego rodzaju placówka dokonywała by również niezbędnych modernizacji w porozumieniu z producentem. Rozwijanie tych prac wymagałoby budowy poligonu z wyposażeniem w aparaturę techniczną przeznaczoną do badania rakiet w czasie lotu.

W celu zabezpieczenia skutecznego zwalczania środków napa-  
du powietrznego na małych i bardzo małych wysokościach należy wprowadzić nowy zestaw. Zestaw ten powinien posiadać przykładowo następujące parametry:

zasięg - do 15 - 20 km; wysokość zwalczania celów od 50 m do 15 - 20 km, lecących z prędkościami: na małych wysokościach do 500 m/sek /1,5 Ma/; na średnich wysokościach do 1000 m/sek /3 Ma/. Winien on również posiadać duży stopień manewrowości, by można go było wykorzystać również do osłony wojsk operacyjnych.

Niezależnie od powyższego, dla zwalczania celów na małych i bardzo małych wysokościach, należy posiadać specjalistyczny, lekki zestaw raketowy. Prawdopodobnie wymaganiom tym odpowiadają zestawy KUB i STRIELA.

Oferowany przez dostawcę zestaw NEWA nie odpowiada powyższym wymaganiom, z uwagi na:

- a/ małą głębokość strefy rażenia;
- b/ małą manewrowość operacyjną /manewrowość jego jest równa manewrowości zestawu WOLCHOW/;
- c/ nie zabezpiecza możliwości zwalczania celów na bardzo małych wysokościach;
- d/ koszt jego jest większy niż koszt zestawu WOLCHOW.

W kraju prowadzone są prace adaptacyjne w celu przystosowania pocisków klasy "powietrze-powietrze" typu K-13A do zwalczania celów na małych wysokościach: z tylnej półsfery-przy zwalczaniu samolotów odrzutowych oraz ewentualnie i z przedniej półsfery przy zwalczaniu samolotów tłokowych oraz śmigłowców. Praca ta jest na etapie analiz techniczno-ekonomicznych. Należałoby rozpatrzyć przez zainteresowane instytucje możliwości prowadzenia prac nad tą adaptacją po uprzednim przedstawieniu przez WAT w tej sprawie analizy techniczno-taktyczno-ekonomicznej. W celu przyspieszenia tych badań należy wykonawcom udzielić wszechstronnej pomocy. Według opinii przedstawicieli WAT zestaw ten zapewni zwalczanie celów na wysokościach od 0 do 1560 m dla prędkości celu 300 m/sek na odległościach od 760 do 1980 m; dla prędkości 200 m/sek na wysokościach od 0-2560 m na odległości od 1140 do 3270 m.

Kolejnym problemem rozważanym w czasie obrad sekcji jest koncentracja wysiłku ogniowego artylerii raketowej w osłonie obiektów /kierunków/ i wojsk operacyjnych zarówno w systemie OPK jak i OPL Wojsk.

Wiadomo, że dotychczas najsłabszą stroną naszego systemu osłony raketowej są małe wysokości i to nie tylko z powodu znanych nam ograniczeń technicznych. Wydaje się celowe i konieczne zwrócenie uwagi na problem koncentracji wysiłku

artylerii raketowej Obrony Powietrznej zarówno na małych wysokościach jak i w pozostałym zakresie wysokości działania zestawów raketowych.

R. 2  
Mając na uwadze względy ekonomiczne oraz możliwość wykorzystania już istniejących ugrupowań artylerii raketowej OPK należałoby przyjąć zasadę, że organizacja obrony przed celami niskolejącymi powinna polegać na wprowadzeniu w rozwinięte już ugrupowania zestawów przeznaczonych do zwalczania celów na średnich i dużych wysokościach i bardzo małych zestawów przeznaczonych do zwalczania celów na małych wysokościach oraz pododdziałów artylerii przeciwlotniczej mk i przeciwlotniczych karabinów maszynowych.

Przy współczesnych metodach i sposobach pokonywania obrony powietrznej, możliwość przenikania przeciwnika powietrznego w głąb do bronionych obiektów i rejonów zarówno obszaru kraju jak i pola walki niewątpliwie wzrosła.

Analizując taktykę działania lotnictwa potencjalnego przeciwnika dochodzimy do wniosku, że we współczesnych warunkach celem do którego może prowadzić ogień dywizjon ogniowy będzie z reguły pojedynczy samolot /samolot-pocisk/ lub para samolotów względnie co najwyżej klucz w luźnym szybku bojowym. Wynika stąd, że nalot w którym wezmą udział nawet niewielkie siły lotnictwa przeciwnika, działające w szyku par i kluczy, w stosunkowo krótkim czasie może stworzyć na określonych kierunkach wysokie nasycenie celów powietrznych.

Licząc się więc ze stosunkowo wysoką intensywnością działania przeciwnika /gęstością nalotu/, a także z możliwością "wyłączenia" z działań bojowych części dywizjonów



ogniowych na przykład przez zastosowanie silnych zakłóceń radioelektronicznych, obezwładnianie itp. celowym wydaje się koncentrować na głównych kierunkach zagrożenia wysiłki kilku dywizjonów ogniowych.

⊕ Aby spełnić powyższe wymagania i zapewnić niezbędną koncentrację wysiłku ogniowego artylerii raketowej obrony powietrznej, celowym wydaje się:

- po pierwsze - stosować odstępy między dywizjonami, nieprzekraczające wielkości maksymalnego parametru kursowego zestawu raketowego w najbardziej niekorzystnych warunkach strzelania /małe wysokości/;

- po drugie - przy zachowaniu dotychczasowej ilości dywizjonów ogniowych w osłonie obiektów, celowym jest rozpatrzenie możliwości zmniejszenia odległości rubieży ugrupowania bojowego od obiektu;

- po trzecie - dysponując różnymi typami zestawów raketowych wydaje się celowe rozwijanie na wewnętrznych rubieżach ugrupowania /bliżej obiektu/ dywizjonów ogniowych o lepszych możliwościach zwalczania celów powietrznych na małych wysokościach.

⊕ Przy organizacji ugrupowań bojowych artylerii raketowej obrony powietrznej należy, stwarzając warunki zwalczania celów powietrznych na małych wysokościach zachowywać jednocześnie możliwości zwalczania celów na wysokościach dużych i to przed osiągnięciem przez nie rubieży wykonania zadania.

Z kolei ostatni problem, który został rozpatrzony na obradach sekcji dotyczył radiolokacyjnego rozpoznania i informowania o celach działających na małych wysokościach.

Wstępne badania tej problematyki wskazują na pewne ograniczenia w zakresie efektywnego wykorzystania informacji, zarówno ogólnego, jak i własnego systemu rozpoznania radiolokacyjnego na małych wysokościach, powodowane głównie przez:

- mały zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnych na małych wysokościach;

- długi czas obiegu informacji w dotychczasowym, "ręcznym" systemie powiadamiania;

- zbyt małą dokładność i aktualność informacji o sytuacji powietrznej na małych wysokościach.

Uprzedzenie artylerii raketowej obrony powietrznej znajdującej się w niższych stopniach gotowości bojowej /nr 2 lub 3/ wymaga znacznego uprzedzenia o zagrożeniu, średnio na wysokości lotu celu rzędu 300-500 m i prędkości około 300 m/sek praktycznie dywizjony ogniowe mogą być uprzedzane o zagrożeniu i osiągnąć gotowość do prowadzenia ognia, jeżeli odległość ich ugrupowania w stosunku do rubieży najdalej wysuniętych posterunków radiolokacyjnych będzie wynosić 270 km i więcej. W przypadku korzystania z sieci przemysłowej lub forsownego włączenia elektrowni, odległość ta będzie wynosiła ponad 180 km.

Z powyższego wynika, że w przypadku małych wysokości do czasu wprowadzenia zautomatyzowanych systemów dowodzenia ogniowego należy w głównej mierze opierać się wyłącznie na danych autonomicznego systemu rozpoznania radiolokacyjnego.

W tej sytuacji, w celu zapewnienia wykrycia środków napadu powietrznego przez dywizjon ogniowy, należy go wyposażać w etatową stację radiolokacyjną zdolną do wykrywania tych celów na odległościach zapewniających wykonanie zadania.

- 8 -

Proponuje się jednocześnie rozpatrzyć możliwość automatycznego przekazywania celów z RSWP na wskaźniki SNR. Ponadto niezbędne jest już na obecnym etapie zapewnienie bezpośredniego wskazywania celów z najbliższych i wysuniętych RLP WRT dla dywizjonów ogniowych artylerii raketowej.

Nie neguje to konieczności posiadania ogólnego systemu rozpoznania i powiadamiania zwłaszcza gdy chodzi o osiągnięcie gotowości bojowej przez dywizjony raketowe.

Kompleksowość i złożoność problemów obrony przeciwlotniczej wymaga powołania zespołu specjalistów z różnych dziedzin którego zadaniem powinno być prowadzenie w sposób ciągły studiów i badań teoretycznych opartych na zasadach modelowania matematycznego zmierzających do optymalizacji systemu obrony przeciwlotniczej według zasady - maksimum skuteczności przy posiadanych nakładach. Baza badawcza i fachowa do prowadzenia tego typu prac jest w kraju wystarczająca.

✓ Odczuwa się natomiast braki rzetelnej informacji taktyczno-technicznej o zakupionym sprzęcie od dostawcy, a jeszcze bardziej dostatecznej informacji o perspektywach rozwojowych w dziedzinie artylerii raketowej obrony powietrznej, pozwalających przeprowadzać właściwą analizę i ocenę sprzętu oraz możliwości jego wykorzystania jak również perspektywicznego szkolenia kadr.

Wydrukowano w 3 egz  
Egz. Nr 1-3 Kanc. Tajna  
Wyk. Zespół oficerów  
Druk. S.Cz.  
Nr ks. ...99.

079

Zał.	NR	902226
Nr. 1	13 12	68

Egz.Nr...

11

## NIEKTÓRE PROBLEMY OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ PRZECIW SAMOLOTOM DZIAŁAJĄCYM NA NISKICH WYSOKOŚCIACH

### 1. Wstęp

Za punkt wyjścia w rozważaniach, dotyczących obrony przeciwlotniczej, zgodnie z тезami do dyskusji, przyjęto w niniejszym opracowaniu uniwersalność zagrożenia, pod którym to pojęciem należy rozumieć techniczne i operacyjne możliwości przeciwnika powietrznego w wyborze środków, pułapu, kierunku, czasu i obiektu działania oraz ilości zaangażowanych do tego celu sił. Wybór będzie bez wątpienia uwarunkowany także możliwością optymalnego pokonania obrony powietrznej.

Jeśli przyjąć, że obecnie istnieją dostatecznie skuteczne środki rakietowe do zwalczania szybkich samolotów przeciwnika na średnich i dużych wysokościach /głównie w odniesieniu do obiektów stacjonarnych/, to zasadniczej wagi nabiera zagadnienie zwalczania przeciwnika na małych wysokościach, tym bardziej, że kierunki rozwojowe lotnictwa państwa kapitalistycznych wyraźnie to potwierdzają.

A zatem z atakami lotniczymi na małych wysokościach należy liczyć się w dzisiejszej sytuacji zarówno w bezpośredniej bliskości frontu jak i na tyłach.

Drugim, bardzo istotnym momentem jest szerokie stosowanie przez nieprzyjaciela przeciwdziałania radioelektronicznego, które wywiera istotny wpływ nie tylko na problemy związane z uzyskiwaniem informacji o atakującym, ale także na rozwiązania techniczne sprzętu, przeznaczonego do zwalczania nieprzyjacielskich środków ataku.

W zależności od potrzeby nieprzyjaciel może prowadzić następujące rodzaje działań:

- rozpoznanie taktyczne,
- atakowanie celów naziemnych bronią pokładową samolotów i śmigłowców,
- atakowanie celów naziemnych bombami.

Rozpoznanie taktyczne / fotograficzne, elektromagnetyczne, wzrzkowe/ prowadzą na małych wysokościach odrzutowe samoloty rozpoznawcze, lekkie samoloty tłokowe, śmigłowce i pociski rozpoznawcze.

Cele naziemne atakowane są przy pomocy broni pokładowej / działa, broń maszynowa, pociski raketowe/ przez lotnictwo taktyczne. Jeśli cel jest rozpoznany i zlokalizowany, samoloty podchodzą do niego na bardzo małej wysokości i z dużą prędkością aż do początkowego punktu orientacyjnego, od którego począwszy wykonują "górkę" na wysokość od 300 do 3000 m i atakują następnie cel z lotu nurkowego. Jeśli cel nie jest zawczasu rozpoznany, samoloty przelazują najpierw na małej wysokości nad danym rejonem lub wzdłuż pewnej trasy a następnie po wykonaniu odpowiedniego manewru atakują cel.

We wszystkich tych przypadkach atakujący prowadzi atak w warunkach widoczności wzrokowej.

Bombardowanie przy użyciu środków klasycznych może być wykonywane albo z lotu poziomego albo z lotu nurkowego. W przypadku pierwszym atak wykonuje się na małej wysokości /np. bombardowanie napalmem lub bombami z urządzeniami hamującymi/. W przypadku drugim atak bombowy jest wykonywany pod kątem nurkowania 45 - 60°.

W odniesieniu do wymienionych metod atakowania można na podstawie licznych rozważań i doświadczeń stwierdzić, że:

- pilot przed rozpoczęciem ataku musi przebyć dość znaczny odcinek drogi po linii prostej,
- prędkość przy atakowaniu na niskich wysokościach jest ograniczona do około 250 m/sek.,
- w terenie nieprzejrzyście atakowanie celów nie rozpoznanych uprzednio a zwłaszcza celów zamaskowanych i nieruchomych jest możliwe dopiero przy drugim zejściu samolotu.

Wymienione momenty mają istotne znaczenie przy rozpatrywaniu zagadnień, związanych z obroną przeciwlotniczą na małych wysokościach.

Jeśli chodzi o taktyczne bombardowanie jądrowe z niskich wysokości może być ono wykonywane dwoma metodami. Metoda pierwsza polega na zrzucaniu bomb na kątach wznoszących a druga na stosowaniu środków /lub sposobów/ opóźniających tj. zapalników czasowych, spadochronów lub wyrzucanie bomb do góry.

Biorąc więc pod uwagę sposoby atakowania lotnictwa na niskich pułapach oraz cele, jakie lotnictwo to będzie zwalczalo, /wojska operacyjne i obiekty tyłowe/ można sprecyzować następujące wymagania jakie winny spełniać środki obrony przeciwlotniczej.

W odniesieniu do systemów przeznaczonych do osłony wojsk system powinien:

1. cechować się taką samą ruchliwością jak i wojska, do osłony których jest przeznaczony,
2. osiągać gotowość bojową w możliwie najkrótszym czasie,
3. być przystosowanym do zwalczania śmigłowców i nisko lecących samolotów, operujących przy prędkościach do 1,3 Ma,

4. uniemożliwiać wykonanie ataku lotniczego lub ograniczać tę możliwość do minimum w zasadzie w każdych warunkach atmosferycznych a w każdym razie w warunkach widzialności wzrokowej,
5. cechować się dużą skutecznością niszczenia samolotów przeciwnika,
6. cechować się prostotą obsługi i niskim kosztem,
7. posiadać przy sobie odpowiedni zapas amunicji lub rakiet,
8. zapewniać ochronę przed środkami ABC.

W odniesieniu do systemów przeznaczonych do osłony obiektów stałych system powinien:

1. zapewniać możliwość użycia w każdych warunkach atmosferycznych,
2. zapewniać wysokie prawdopodobieństwo rażenia, przy zwalczaniu celów poruszających się z prędkością od 0 do 2,5 Ma o powierzchni odbicia od 0,1 do 1,0 m<sup>2</sup>,
3. mieć minimalną obsługę i działać w istniejącym systemie powiadamiania i dowodzenia,
4. cechować się zautomatyzowanym procesem strzału lub startu, zautomatyzowanym sterowaniem rakieta oraz minimalnym czasem reagowania,
5. posiadać zasięg równy co najmniej 10 km i wysokość zwalczania celów do wysokich pułapów włącznie,
6. cechować się odpornością na działanie środków ABC.

## 2. Uniwersalność zagrożenia a uniwersalność środków obrony przeciwlotniczej

Przez uniwersalny środek przeciwlotniczy należałoby uznać taki środek, który spełniałby wymagania zarówno w stosunku do osłony wojsk jak i osłony obiektów a także w stosunku do skutków, wynikających z uniwersalności zagrożenia.

Przyjmując w naszych rozważaniach podział całego zakresu wysokości, na jakich może działać lotnictwo nieprzyjaciela na trzy strefy, załóżmy umownie, że są one określone następującymi liczbami:

- a/ niskie wysokości od 0 do 2000 m,
- b/ średnie wysokości od 2000 do 6000 m,
- c/ duże wysokości od 6000 do 30 000 m.

W myśl przyjętego na wstępie określenia, uniwersalnym środkiem przeciwlotniczym należałoby nazwać środek, którego efektywność byłaby określona dla całego zakresu wysokości tj. od 0 do 30 000 m.

W chwili obecnej a także przypuszczalnie i w najbliższej przyszłości nie ma technicznych możliwości na zrealizowanie takiego środka jakkolwiek przesłanki teoretyczne w ogóle istnieją.

Istniejące obecnie środki przeciwlotnicze zarówno lufowe jak i raketowe ze względu na ich skuteczną wysokość działania można podzielić na trzy grupy:

- a/ w zakresie od 0 do 2000 m,
- b/ w zakresie od 0 do 6000 m,
- c/ w zakresie od około 500 m do 30 000 m.

Jeśli więc wziąć pod uwagę środki przynależne do wszystkich trzech grup, to stwarza to przesłanki do rozpatrywania uniwersalnego systemu środków osłony plot zamiast uniwersalne



go środka osłony plot, co rzecz jasna pociąga za sobą określone konsekwencje w traktowaniu całości problemu ale nie wyklucza pojęcia uniwersalności.

Perspektywy rozwojowe sprzętu plot wykazują na tendencję wyrażającą się w podziale tego sprzętu na dwie grupy:

a/ w zakresie wysokości od 0 do 6000 m,

b/ w zakresie wysokości od 0 do 30 000 m.

Grupa a/ obejmująca sprzęt lufowy i rakietowy odznaczałaby się w porównaniu z grupą b/ przede wszystkim wysoką mobilnością i stanowiłaby wyposażenie wojsk operacyjnych /głównie na szczeblu dywizji/ jakkolwiek także mogłaby uzupełniać sprzęt przeznaczony do osłony obiektów stacjonarnych. Grupa b/, w skład której wchodziłyby w zasadzie tylko systemy rakietowe, odznaczałaby się mniejszą mobilnością i stanowiłaby środki obrony przeciwlotniczej na szczeblu armii i frontu a także do obrony obiektów stałych.

Podane perspektywy są oczywiście uwarunkowane postępem technicznym i możliwościami ekonomicznymi danego państwa. I jakkolwiek powinny wytyczać kierunek poczynąń, to nie eliminują możliwości szukania rozwiązań, których wyrazem jest podział środków obecnie istniejących.

### 3. Wnioski wynikające z obecnego stanu rozwojowego środków lufowych

Przeciwlotnicza broń lufowa dużych kalibrów osiągnęła w zasadzie swój szczyt rozwojowy jeśli chodzi o wysokie pułapy oraz szybkostrzelność, za-tęm dalszego wzrostu tych parametrów nie należy obecnie oczekiwać. Jeśli chodzi o wysokości średnie, to współczesne armaty średnich kalibrów /30 - 57 mm/ osiągają pułap rzędu 4500 m. Armaty małych kalibrów

/20 - 23 mm/ osiągają pułap rzędu 2000 m a więc pokrywają niskie wysokości lotu samolotów.

Duża prędkość lotu współczesnych samolotów stawia armatom małych i średnich kalibrów następujące wymagania:

1. zautomatyzowanie procesu ładowania i strzelania,
2. wysoka szybkostrzelność,
3. duże prawdopodobieństwo trafienia,
4. duża skuteczność rażenia pocisku,
5. duża mobilność w przypadku gdy działa są przeznaczone do osłony wojsk operacyjnych.

Wymagania te znajdują swoje urzeczywistnienie w tzw. czolgach przeciwlotniczych lub samobieżnych armatach przeciwlotniczych. Stanowią one zestaw złożony ze sprzężonych podwójnie lub poczwórnie automatycznych armat przeciwlotniczych, stacji radiolokacyjnej wykrywania i śledzenia, przelicznika oraz innych elementów zmontowanych na podwoziu gąsienicowym. Szybkostrzelność tego rodzaju systemów może dochodzić nawet do 3000 strzałów na minutę.

Systemy te, oprócz szeregu oczywistych zalet takich jak:

- możliwość rażenia w granicach od 0 do maksymalnego zasięgu skutecznego,
- możliwość zwalczania celów w marszu,
- możliwość użycia w dowolnych warunkach atmosferycznych,
- praktycznie natychmiastowa gotowość do otwarcia ognia,
- prostota obsługi,
- stosunkowo wysoka niezawodność sprzętu,

posiadają szereg istotnych wad, które w zasadzie wykluczają możliwość wykorzystania ich jako jedyne go środka do walki z samolotami nieprzyjaciela w przypadku średnich i niskich wysokości.

Do wad tych należy zaliczyć:

- konieczność bezpośredniego kilkakrotnego, w zależności od kalibru/ trafienia w cel, aby spowodować jego zniszczenie,
- stosunkowo małe prawdopodobieństwo trafienia dla pojedynczego strzału,
- mały zasięg, co wobec dużego zasięgu broni ofensywnej samolotu prowadzi do tego, że atakujący może zwalczać środki przeciwlotnicze sam będąc poza ich zasięgiem,
- szybko malejący czas skutecznego ostrzału ze wzrostem prędkości, wysokości i parametru samolotów,
- coraz mniej pewne określenie punktu spotkania z celem.

#### 4. Raketowe systemy przeciwlotnicze

Podstawową zaletą rakiet przeciwlotniczych w porównaniu z pociskami artylerii przeciwlotniczej jest ich zdecydowanie większa celność oraz większy pułap i zasięg. W obecnym stadium rozwoju raketowe systemy przeciwlotnicze odznaczają się dużą skutecznością w całym zakresie wysokości, z tym, że w zdecydowanej większości są to systemy stacjonarne lub półstacjonarne o bardzo małej ruchliwości, przeznaczone głównie do ochrony obiektów bądź też do osłony przeciwlotniczej wojsk na szczeblu armii lub frontu. Jedną z podstawowych tendencji modernizacyjnych jest przystosowanie tych systemów do zwalczania celów na niskich wysokościach.

Szczególną wagę przywiązuje się obecnie do rozwoju raketowych systemów przeciwlotniczych o dużej mobilności, przeznaczonych do osłony wojsk operacyjnych na szczeblu dywizji. Zadaniem tych systemów powinno być zwalczanie nieprzyjaciela na średnich a przede wszystkim na małych wysokościach. W perspektywie powinno dojść do opracowania systemów, wypo-

sażonych w pociski, przeznaczone do zwalczania celów o prędkościach od 0 do 2 Ma na wysokościach od 0 - 8000m przy zasięgu 15 do 20 km.

Z taktycznego punktu widzenia najbardziej optymalnym raketowym pociskiem kierowanym jest pocisk raketowy, zdolny do skutecznego zwalczania nisko lecących celów powietrznych z przedniej półsfery. Nie wszystkie jednak systemy sterowania dopuszczają atak z tej półsfery. Dotyczy to przede wszystkim systemów pasywnych /z głowicami na podczerwień/ w stosunku do samolotów odrzutowych. Problem jednak nie sprowadza się wyłącznie do samego systemu sterowania. W dużej mierze odgrywają tu rolę zdolności manewrowe pocisku, a ściślej dopuszczalne efekty dynamiczne, oddziaływujące na pocisk w czasie jego lotu. Zazwyczaj działają one na niekorzyść ataku z przedniej półsfery.

Jednym z najczęściej spotykanych sposobów sterowania pociskami typu ziemia-powietrze, przeznaczonymi do zwalczania celów powietrznych z przedniej półsfery jest aktywne sterowanie metodą wiązki prowadzącej. Zakładając, że manewrowość pocisku jest tak duża, że przeciążenie może przekroczyć liczbę 16 /tj. siła sterująca jest 16-tokrotnie większa od ciężaru pocisku/, wtedy przy prędkości własnej pocisku  $v = 400$  m/sek. i przy prędkości celu  $v_c = 200$  m/sek. atak z tylnej półsfery nie posiada ograniczeń przy wysokości celu większej od 1000 m przy czym cel może być atakowany przy dowolnym kącie podniesienia wyrzutni. Atak z przedniej półsfery posiada ograniczenie teoretycznie do kąta podniesienia wyrzutni równego  $55^\circ$ . W rzeczywistości ograniczenie to jest jeszcze większe i sprowadza się do  $30^\circ$ .

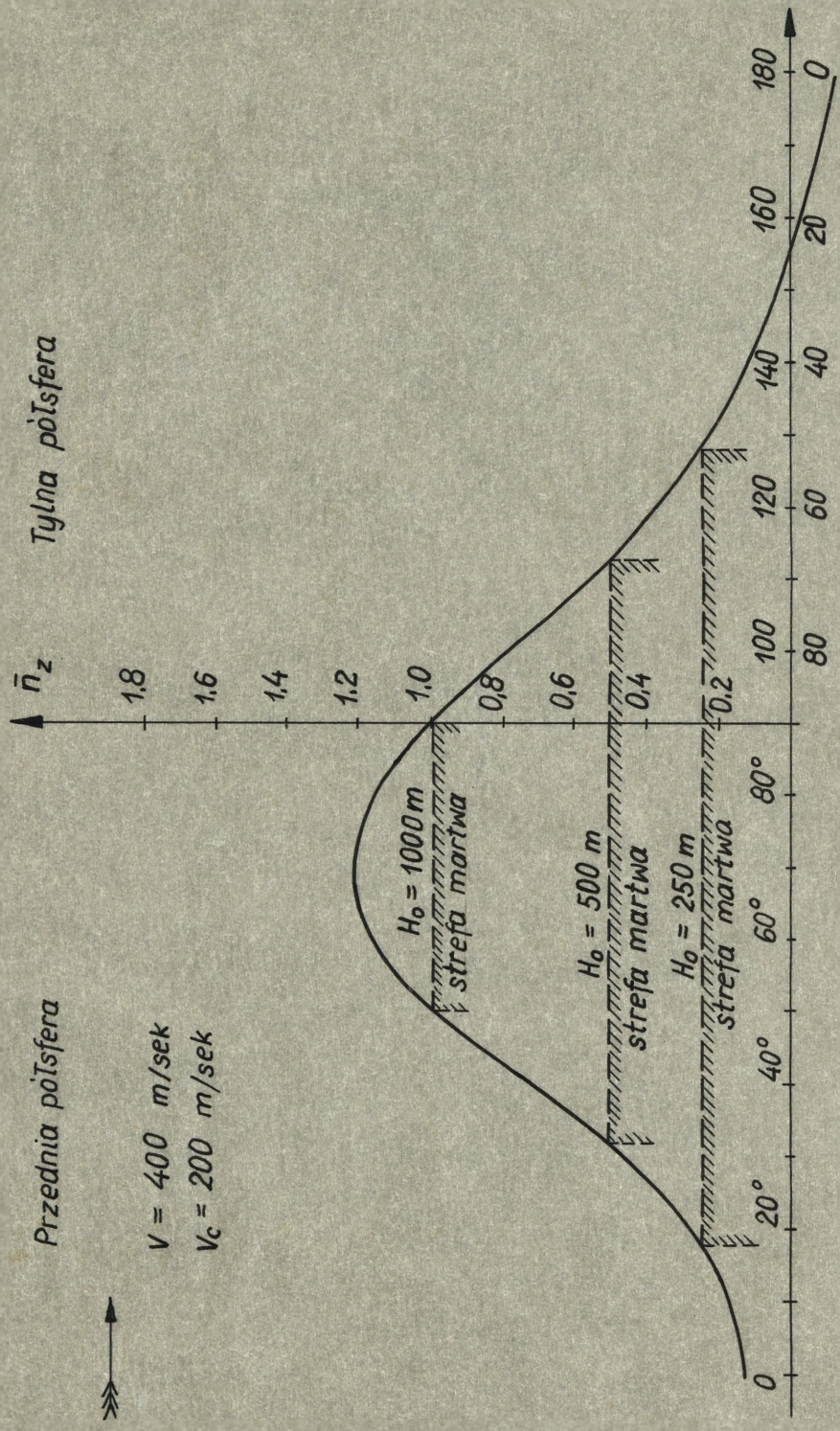
W miarę zmniejszania się wysokości lotu dopuszczalny kąt podniesienia wyrzutni z przedniej półsfery szybko maleje. Dla wysokości  $H = 250$  m dopuszczalny kąt podniesienia wyrzutni przy starcie jest mniejszy od  $15^{\circ}$ , a biorąc pod uwagę wzrost przeciążeń w czasie lotu, pocisk nie dojdzie do celu, jeśli kąt podniesienia wyrzutni będzie większy od  $8^{\circ}$ . Natomiast w przypadku tylnej półsfery strefa ataku dochodzi do  $60^{\circ}$  i nie jest ograniczona dalszymi etapami naprowadzania pocisku gdyż przeciążenia w miarę czasu lotu rakiety maleją. Na wykresie /rys. 1/ pokazano strefy martwe w przypadku przedniej i tylnej półsfery ataku.

Podobnie przedstawia się problem stref ataku przy półaktywnym i pasywnym sposobie naprowadzenia w przypadku ataku z przedniej półsfery.

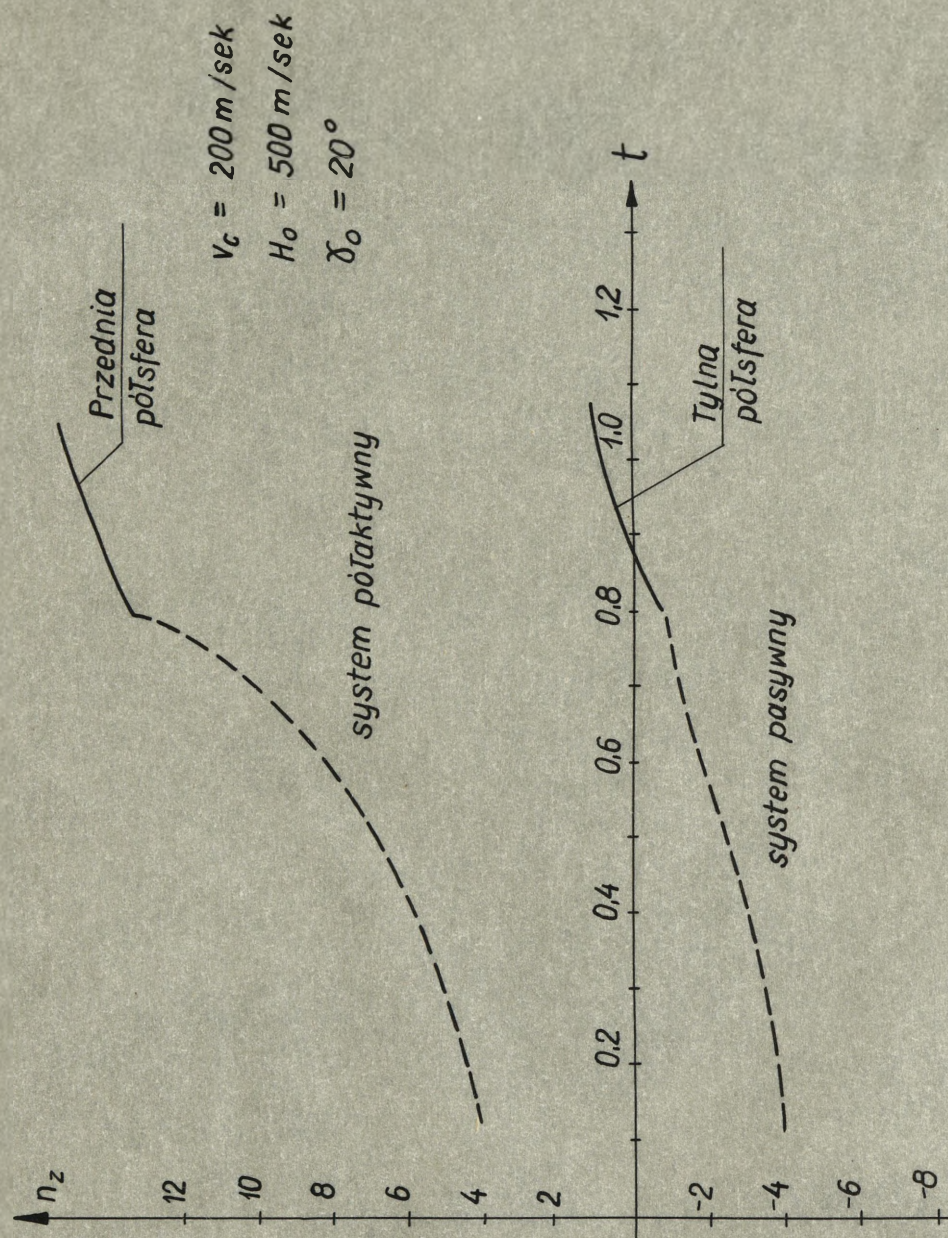
Dla podkreślenia różnicy pomiędzy atakiem<sup>z</sup> przedniej i tylnej półsfery pokazano na rys. 2 wykres zmian przeciążeń normalnych, potrzebnych do skutecznego naprowadzania rakiety na cel w funkcji czasu lotu rakiety przy tym samym kącie podniesienia wyrzutni. Jak widać z wykresu, przeciążenia w przypadku ataku z przedniej półsfery są znacznie większe od przeciążeń w przypadku ataku z tylnej półsfery. Fakt ten pociąga za sobą dodatkowe skomplikowanie aparatury pokładowej systemu sterowania a także i rozwiązań konstrukcyjnych samego pocisku/ kadłuba i usterzenia/.

Zatem o możliwościach skutecznego ataku z przedniej półsfery zarówno przy sterowaniu metodą wiązki prowadzącej jak i przy pomocy systemów półaktywnych czy pasywnych decydują efekty dynamiczne. Eliminują one możliwość zastosowania wymienionych metod sterowania tym bardziej, im mniejsza jest wysokość lotu celu i im większa jest jego prędkość.

Metoda wiązki prowadzącej



Rys. 1. Wykres przeciętnych normalnych w funkcji kąta podniesienia wyrzutni.



Rys. 2. Wykres przeciężeń normalnych w funkcji czasu.

Możliwość złagodzenia efektów dynamicznych istnieje dla systemów półaktywnych poprzez zastosowanie układu przeliczającego, którego zadaniem byłoby wypracowanie odpowiedniego kąta wyprzedzenia. Nie rozwiązuje to jednak całkowicie problemu a w poważnym stopniu komplikuje układ sterowania wyrzutnią. Trudność w całkowitym rozwiązaniu problemu polega na zwiększaniu się czasu przebywania pocisku na wyrzutni po przechwyceniu celu, który to czas jest potrzebny do wypracowania kąta wyprzedzenia. Fakt ten pogarsza warunki przechwycenia celu ze względu na jego przemieszczanie się.

Najskuteczniejszym sposobem zlikwidowania lub co najmniej zmniejszenia "martwej strefy" przy ataku z przedniej półsfery jest zastosowanie sterowania potiskiem za pomocą dwóch oddzielnych układów: Jednego - śledzącego cel, i drugiego, prowadzącego pocisk. W przypadku sterowania dwuwiaźkowego radiolokacyjnego system taki jest skomplikowany i kosztowny, głównie ze względu na konieczność zastosowania dwóch stacji radiolokacyjnych i skomplikowanego przelicznika. Nadaje się on przede wszystkim na systemy stacjonarne lub półstacjonarne. Realizacja tego typu systemu jako systemu mobilnego /przeznaczonego do osłony wojsk operacyjnych/ jest w chwili obecnej trudna do zrealizowania. Natomiast systemy dwuwiaźkowe, charakteryzujące się dużą mobilnością są realizowane jako następujące rozwiązanie:

- jedna wiązka śledząca - śledzenie wizualne celu,
- druga wiązka śledząca - śledzenie pocisku przy pomocy detektora na podczerwień.

System taki jest odporny na zakłócenia radioelektromiczne lecz z drugiej strony może być użyty w dobrych warunkach meteorologicznych.

Jak z powyższego wynika, najbardziej przydatnymi systemami raketowymi do zwalczania nisko lecących celów powietrznych są:

- systemy dwuwiazkowe - w przypadku przedniej i tylnej półsfery,
- systemy pasywne na podczerwień - w przypadku tylnej półsfery /samoloty odrzutowe/ i przedniej półsfery /samoloty tłokowe i śmigłowce/.

W systemie dwuwiazkowym istnieje narazie odległa perspektywa wyeliminowania optycznego śledzenia celu i pocisku przez zastosowanie radiolokatorów koherentno-impulsowych, uodporniających system na wpływ bliskości ziemi.

Podane tu stwierdzenia wytyczają w zasadzie kierunki rozwojowe dla systemów raketowych przeznaczonych do zwalczania celów na niskich wysokościach.

W chwili obecnej zrealizowanie wszystkich tych postulatów napotyka na szereg istotnych trudności natury technicznej, zatem wprowadzone są do uzbrojenia systemy, których osiągi odbiegają od zamierzonych, ale które w danej chwili wypełniają w określony sposób istniejące luki, stanowiąc pewien etap rozwojowy.

Obecny stan rozwoju mobilnych systemów, przeznaczonych do zwalczania samolotów na niskich i częściowo średnich wysokościach można scharakteryzować następującymi danymi:

- pułap . . . . . 0 - 4 km
- zasięg . . . . . do 8 km
- prędkość pocisku. . . . . około 2 Ma
- ciężar pocisku. . . . . 60-80 kG
- sterowanie. . . . . samonaprowadzanie na podczerwień, sterowanie zdalne za pomocą komend radiowych

- liczba wyrzutni na pojeździe . . . . . 2 - 4
- podwozie . . . . . gąsienicowe
- celowanie . . . . . - optyczne/z ewentualnym wstępnym radiolokacyjnym/.

Należy jednakże stwierdzić, że systemy raketowe posiadają oprócz szeregu zalet również wady, które powodują, że systemów tych nie można uważać - podobnie jak i broń lufową - za jedyny skuteczny środek przeciw nisko lecącym samolotom. Do wad tych należy zaliczyć przede wszystkim:

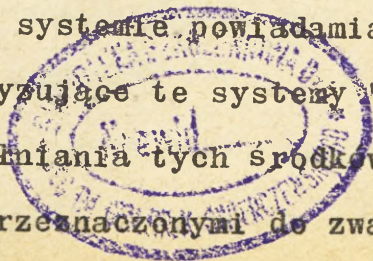
- w przypadku pocisków sterowanych na zasadzie radiolokacyjnej - niemożliwość niezawodnego przechwycenia, zlokalizowania i śledzenia celu lecącego poniżej 200 m a także małą odporność na zakłócenia radioelektroniczne,
- w przypadku pocisków sterowanych na podczerwień - mała efektywność przy słabych źródłach promieniowania i przy niesprzyjających warunkach meteorologicznych.

Ponadto systemy raketowe cechują:

- strefy martwe, ze względu na niesterowność rakiet po starcie, uwarunkowane szeregiem różnorodnych czynników,
- dłuższy czas niż w przypadku broni lufowej, potrzebny do uzyskania gotowości bojowych.

5. Pogląd na organizację obrony przeciwlotniczej z punktu widzenia stosowanych środków płót

Do osłony obiektów stałych najbardziej przydatnymi są stacjonarne lub półstacjonarne systemy raketowe o pułapie od 0 do 30000 m, działające w ogólnym systemie powiadamiania i dowodzenia. Z ewzględu na charakteryzujące te systemy "strefy martwe" zachodzi konieczność uzupełniania tych środków systemami raketowymi lub lufowymi, przeznaczonymi do zwalczania



nia samolotów na niskich wysokościach.

Do osłony wojsk operacyjnych najbardziej celowe i uzasadnione jest wyposażenie pododdziałów plot w sprzęt lufowy jak i systemy raketowe w przybliżeniu w jednakowych ilościach. Środki lufowe o dużej szybkostrzelności lecz małym zasięgu i pułapie są przeznaczone do tworzenia zapory ogniowej w obszarze, którego znaczną część stanowi strefa martwa pocisków raketowych. Natomiast zadaniem systemów raketowych jest skuteczne zwalczanie celów, podchodzących do obszaru bronionego przez środki lufowe na większych odległościach i pułapach niż zasięg broni lufowej /tj. z przedniej półsfery/ oraz niszczenia tych celów, które przebyły obszar skutecznego ognia broni lufowej / z tylnej półsfery/. Środki te powinny mieć możliwość działania niezależnie od ogólno-operacyjnego systemu powiadamiania i dowodzenia a zatem pododdziały plot szesbla dywizji powinny posiadać odpowiednie stacje radiolokacyjne służące do wykrywania zbliżających się samolotów przeciwnika i do wskazywania kierunku, z którego ma nastąpić atak, środkiem obrony plot. Jak wynika z dostępnych materiałów przedstawiony pogląd na organizację osłony plot dywizji pancernych i zmechanizowanych znajduje obecnie swój wyraz w organizacji pododdziałów obrony plot w niektórych państwach kapitalistycznych. I tak w USA przewiduje się utworzenie dywizjomów przeciwlotniczych na szesblu dywizji pancernych i zmechanizowanych, wyposażonych w 32 wyrzutnie "Chaparłal" z pociskami stanowiącymi adaptację samonaprowadzających się pocisków p-p Sidewinder oraz w 32 działa plot kalibru 20mm typu Vulcan. Przewiduje się również wprowadzenie do uzbrojenia kompanii pocisków przeciwlotniczych " Redeye".

W NRF przewiduje się utworzenie w ramach nowej organizacji dywizji pancernych dywizjonu plot w składzie 6 baterii 40 mm

dział plot. Dywizjony te mają być stopniowo wyposażane w pociski przeciwlotnicze "Roland".

We Francji, w składzie nowo sformowanej dywizji zmechanizowanej wprowadzono pułk pocisków przeciwlotniczych "Roland" które będą później przezbrajane w pułki plot w istniejących dywizjach zmechanizowanych.

Anglia wprowadza do uzbrojenia system "Rapier" w której mają być wyposażone wojska operacyjne.

#### 6. Ogólne tendencje rozwojowe środków obrony plot a możliwości własne

Opierając się na charakterystykach sprzętu, będącego aktualnie na wyposażeniu WP można stwierdzić że środkami przydatnymi do zwalczania nisko lecących samolotów są:

- system plot "Wołchow" / "Dwina" / po odpowiednich modyfikacjach
- 57mm armaty plot S-60,
- 23 mm armaty plot ZSU-23-4.

W wersji zmodyfikowanej system "Wołchow" stanowiłby podstawowy środek obrony plot obiektów stałych a także środek obrony plot na szczeblu armii i frontu.

Natomiast oba typy działają znajdują swoje zastosowanie głównie do osłony wojsk operacyjnych.

Poniżej rozważono ograniczenia, jakie wnoszą w tej chwili oba systemy rakietowe tj. "Wołchow" i "Dwina" ze względu na możliwość użycia ich do zwalczania nisko lecących samolotów a także podano możliwości przystosowania tych systemów do zwalczania celów na niskich wysokościach.

I. Analiza przyczyn ograniczających możliwości skutecznego zwalczania celi niskolejących przez zestawy PPK. Dźwina i Wołchow.

Dolna granica strefy ognia zestawów została określona ze względu na szereg czynników takich jak.

1. Możliwość wykrycia celów niskolejących
2. Dokładność określania współrzędnych.
3. Możliwość zadziałania radiozapalnika od ziemi.
4. Możliwość zderzenia rakiety z ziemią.

Należy przeanalizować które z tych czynników limituje skuteczność strzelania celi niskolejących.

Od. 1. Zasięg wykrycia celi niskolejących uwarunkowany jest ukształtowaniem terenu wokół stacji naprowadzania w szczególności kątami zakrycia.

Wymagany zasięg zakrycia celu zależy od tego czy dywizjon wykrywa cele samodzielnie czy też otrzymuje dane z sieci powiadamiania. Przy otrzymywaniu dokładnych danych o celu wymagany zasięg wykrycia umożliwiający ostrzelanie celi niskolejących /na H=0,3-0,5 km/ wynosić powinien 30 km. Przy braku danych o celach, gdy trzeba prowadzić poszukiwania w sektorze stacją naprowadzania rakiet wymagany zasięg wykrycia wynosi 48 km dla zestawu Wołchow i 64 km dla zestawu Dźwina.

Ze względu na zasięg wykrycia dopuszczalne kąty zakrycia mogą wynosić dla Wołchowa przy H=300m

dξ <sub>max</sub> = 00-06	<u>z danymi o celu</u>
	00-10

dla Dźwiny przy H=500m

dξ <sub>max</sub> = 00-08	00-17
---------------------------	-------

2. Dokładność określania współrzędnych katowych przy obserwacji celów niskolejących maleje ze względu na niekorzystny wpływ interferencyjnych odbić od ziemi. Błędy określenia azymutu celu stosunkowo niewiele zmieniają się ze zmianą wysokości celu, natomiast wysokość

celu ma istotny wpływ na błędy w określaniu kąta położenia celu. Wzrost błędów kąta położenia celu na skutek odbić od ziemi staje się zauważalnym z chwilą gdy cel jest obserwowany pod kątem mniejszym niż szerokość wiązki przeszukującej. Jeśli cel leci na stałej wysokości to największe błędy w określeniu współrzędnych katowych, będą miały miejsce tuż po wykryciu. Wraz ze zbliżaniem się celu wielkość i znak błędu w określaniu kąta położenia będzie się zmieniał w zależności od terenu, kształtującego interferencyjną charakterystykę opromieniowania. Będą to zmiany wolne, tak, iż dla krótkich odcinków czasu można ten błąd traktować jako systematyczny. Ponieważ jednak punkt spotkania rakiety z celem nie jest wielkością zdefiniowaną, należy traktować względne błędy spotkania pocisku z celem jako błędy przypadkowe. Wielkość tych błędów prawdopodobnie kilkakrotnie większa niż błędów fluktuacyjnych od zmian powierzchni skutecznej samolotu.

Do przybliżonej oceny ich wielkości proponuje się przyjąć następujący wzór.

$$\mathcal{E}_{int} = \frac{\mathcal{E}_o}{\mathcal{E}_c} \mathcal{E}_{flukt}$$

gdzie  $\mathcal{E}_{int}$  - błąd średniokwadratowy pochodzący od interferencji.

$\mathcal{E}_o$  - kąt graniczny od którego zauważa się wpływ odbić od ziemi.

$\mathcal{E}_c$  - kąt położenia celu

Przyjmując dla Wołchowa  $\mathcal{E}_o = 1^\circ$  dla Dzwiny  $\mathcal{E}_o = 2^\circ$  oraz  $\mathcal{E}_{flukt} = 00-01$  otrzymane następujące wielkości błędu średniokwadratowego od interferencji w zależności od wysokości i od odległości dla obu zestawów.

$\mathcal{E}_{h_{int}}$  - liniowy błąd średniokwadratowy naprowadzania.

Tabela 1

$H_m$	$D_{km}$	30		20		10	
		$E_{int}$	hint	$E_{int}$	hint	$E_{int}$	hint
500	W	00-01	30m	00-01	20m	00-01	10m
	D	00-02	60m	00-01,3	26m	00-01	10m
300	W	00-01,6	48m	00-01	20m	00-01	10m
	D	00-03,2	96m	00-02,1	42m	00-01	10m
100	W	00-05	150m	00-03	60m	00-01.6	16m
	D	00-10	300m	00-06	120m	00-03,2	32m

Z powyższej tabeli wynika, iż nawet przy  $H = 100$  m. na bliskich odległościach  $\sim 10$  km otrzymujemy takie błędy naprowadzania od interferencji, iż nie wykluczają one celowości strzelania.

3. W zestawie Wołchowa przewidziano zabezpieczenie przed zadziałaniem radiozapalnika od ziemi do  $M=135 - 165$ m. Tak, iż ze względu na pracę radiozapalnika można ostrzeliwać cele od  $H \geq 165$ m.

W zestawie Dźwina takiego zabezpieczenia nie ma i graniczna wysokość  $H=500$  m określona jest również możliwością zadziałania zapalnika na odbicie od ziemi. Dla wody z tego względu przyjmuje się minimalną wysokość 800 m. Obniżenie dolnej granicy w zestawie Dźwina wymaga przeróbek w radiozapalniku.

4. Po wprowadzeniu modernizacji na zestawach Dźwina w obu zestawach przewidziane są środki zapobiegające zderzeniu rakiety z ziemią przy wprowadzeniu jej na tor. Rakieta na skutek sztucznego podniesienia toru kinematycznego będzie zawsze podchodziła do celu z góry, co pozwala na ostrzeliwanie nawet celi naziemnych bez obawy o zderzenie rakiety z ziemią.

## II. Analiza możliwości poprawienia skuteczności zwalczania celi niskolecących.

Wydaje się, że wymagany zasięg wykrycia pozwalający na ostrzeliwanie celu przy otrzymaniu dodatkowej informacji o celu może być bez trudu osiągnięty. W wielu przypadkach można dobrać takie warunki terenowe, że osiągnie się również wymagany zasięg wykrywania przy braku informacji o celu, dla zestawu Wołchow, gdzie dane potrzebne do strzelania określa się automatycznie. Natomiast dla zestawu Dźwina gdzie dane określone są ręcznie nie uda się osiągnąć wymaganego zasięgu wykrycia samolotów myśliwsko-bombowych. Ograniczeniem są tu nie tylko wymagane zerowe kąty zakrycia ale potencjał energetyczny stacji zapewniający wykrycie małych samolotów na odległości nie większej niż 55 km. Na zestawy Dźwina należy zaadaptować przeliczniki APP-75 wycofane z Wołchowa. W WAT taką adaptację przeprowadzono. Skróci się wówczas czas określenia danych i zasięg wykrycia może wynosić 48 km co jest osiągalne. Jak z analizy błędów określania współrzędnych wynika, iż w pobliżu bliższej granicy strefy ognia błędy te są najmniejsze.

W pobliżu bliższej granicy strefy ognia trzeba się zawsze liczyć z ujemnym wpływem odbić od przedmiotów miejscowych co utrudnia obserwację i określanie współrzędnych celu.

Wprowadzenie do zestawu Dźwina układów tłumienia cech stałych /SCR/ znacznie zmniejszyłoby wpływ odbić od przedmiotów miejscowych.

Ponieważ w kraju produkuje się układy do tłumienia cech stałych a zestaw Dźwina był przewidywany do zainstalowania takich układów, należy przewidywać zaadaptowanie tych układów, co poprawi warunki strzelania do celów niskolecących i uodporni zestaw na zakłócenia pasywne. Z przytoczonej analizy wynika, że w zestawie Wołchow można obecnie ostrzeliwać cele do  $M \geq 150$  m z prawdopodobieństwem porażenia  $P = 0,7 - 0,6$  pod warunkiem, że kąty zakrycia nie przekroczą

00 - 03 = 11'. Wprowadzenie nieliniowego sterowania pozwoli na podniesienie prawdopodobieństwa porażenia do  $P_p = 0,8$  dla  $H = 150$  natomiast zmodyfikowanie reżymu pracy "Ziemia" pozwoli na ostrzeliwanie celi ~~0,3~~ do 50 m. z prawdopodobieństwem porażenia 0,3.

W zestawie Dźwina bez przeróbek nie można ostrzeliwać celi na  $H = 500$ m.

Najprostsz~~y~~ sposób obniżenia dolnej granicy strefy ognia to zmodyfikowanie reżymu "Ziemia". Można wówczas spodziewać się osiągnięcia dla  $H = 200$  prawdopodobieństwa porażenia  $P=0,5$ , w korzystnych warunkach terenowych. Wprowadzenie takich zmian jak:

- zainstalowanie przeliczników danych;
- wprowadzenie nieliniowego sterowania;
- zaadaptowanie układów tłumienia cech stałych;
- Przekonstruowanie radiozapalnika;

pozwoli na uzyskanie dla  $H = 200$  m  $P_p = 0,8$  dla  $H < 200$ m.  $P_p = 0,3$

Odległość do bliższej granicy strefy ognia określona jest przez wielkości błędów dynamicznych stanu nieustalonego i stanu ustalonego. Błędy dynamiczne stanu ustalonego dla celi nisko-lecących są małe gdyż rakieta leci po torze o małej krzywiznie. Natomiast błędy stanu nieustalonego zależą od błędu wstrzelenia i przy obecnej metodzie sterowania mogą być dość znaczne. Błędy te można zmniejszyć wprowadzając sterowanie nieliniowe, zapewniające najszybsze wprowadzenie rakiety na tor kinematyczny.

Jak wynika z badań przeprowadzonych w WAT metodą modelowania <sup>\*</sup>, zastosowanie sterowania nieliniowego pozwoli na zbliżenie bliższej granicy strefy ognia z 10 km do 5 km. dla obu zestawów. Zbliżenie bliższej granicy strefy ognia z 10 km do 5 km. poprawia warunki

---

\* Szczegółowy w sprawozdaniu z pracy naukowo-badawczej Nr.0087/0/II przesłanym do Zarządu Techn.Sztabu Gen.WP. i Szefostwa Strylerii WP.

określania współrzędnych kątowych, przez co zwiększa się prawdopodobieństwo zniszczenia celu lecącego na niskich wysokościach.

Prawdopodobieństwa zniszczenia celi lecącego na  $H = 100$  m w zależności od odległości spotkania rakiety z celem przedstawia wykres 1. Przy sporządzeniu którego przyjęto następujące założenia. Błędy naprowadzenia w płaszczyźnie przyjęto w/g tabeli 1. Błąd średniokwadratowy określenia kąta azymutu  $\sigma_{\beta} = 00-01$ . Promień skutecznego rażenia głowicy bojowej  $\rho = 60$  m. Błąd wstrzelenia  $h_{\max} = 250$  m. Zmiana błędu naprowadzenia w czasie przedstawiono funkcją

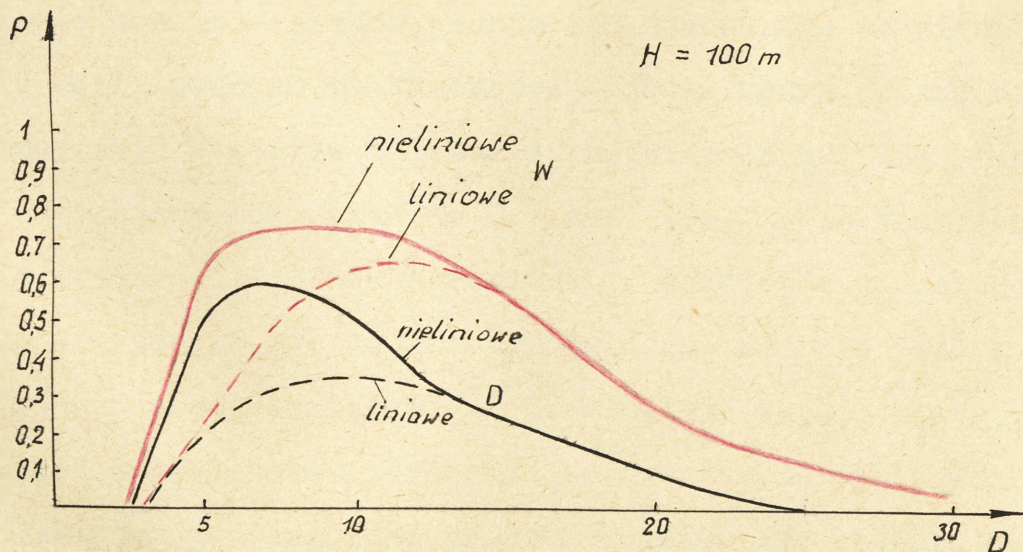
$$\Delta h = 250 \cdot e^{-\frac{t}{9}} = 36n$$

Błąd naprowadzenia przy sterowaniu nieliniowym  $\Delta h_{nl} = 40m = 36n$

Błąd systematyczny naprowadzania  $\Delta h = 20m$

Cel leci na stację  $P=0$   $\beta=0$

Radiozapalniki pracują idealnie.



Z przytoczonego wykresu wynika, że zastosowanie sterowania nieliniowego daje przyrost prawdopodobieństwa porażenia celu jedną rakieta z 0,62 do 0,75 tj. o 13% dla zestawu Wołchow oraz z 0,34 do 0,55 tj. o 21% dla zestawu Dzwina. Przy sterowaniu nieliniowym strzelanie zestawu Wołchow 2 raketami zapewnia  $P_{por} = 0,94$  takie jak przy sterowaniu liniowym i użyciu 3 raket. Realizacja techniczna układu do nieliniowego sterowania na początkowym odcinku toru sterowanego nie jest skomplikowana. Do bloku realizującego sterowanie nieliniowe wejdzie - 15 lamp elektronowych i 8 przekaźników na kanał sterowania. Podstawa trudności to uzyskanie ścisłego opisu matematycznego pocisku w celu udokładnienia badań przeprowadzonych na modelu uproszczonym. Inne sposoby zwiększania skuteczności zestawów przez zmianę bramek śledzących w zależności od terenu i odległości, są bardziej kłopotliwe i mniej skuteczne. Z tego względu przytoczony powyżej wykres należy uważać jako orientacyjny w odniesieniu do przesunięcia bliższej granicy do 5 km. Po otrzymaniu dokładnego opisu obliczenia trzeba uściślić.

Usunięcie możliwości zadziałania radiozapalnika od ziemi przy zwalczaniu celi lecących na wysokości - 100m. mpżna przeprowadzić sposób następujący. W zestawie Wołchow w radiozapalniku 5IE-11 skrócić impuls odykający odbiornik do  $0,7\mu$  sek. Realizacja techniczna nie przedstawia trudności, jednak ogranicza to działanie radiozapalnika jedynie do przypadków gdy sumaryczny błąd prowadzenia jest mniejszy od 80 m co odpowiada zasięgowi RZ do samolotu typu JK-28. Przy takim uchybie prawdopodobieństwo porażenia celu o dużych wymiarach wynosi jeszcze 0,5. Dywizjony obsługujące zestawy Wołchow już obecnie bez przeróbek mogą, w korzystnych warunkach terenowych zwalczać cele lecące na  $H = 165$  m w pobliżu bliższej granicy strefy ognia. Te dywizjony są w stronie skutecznie bronic się przed atakami celi lecących na małych wysokościach. Jeśli cel będzie leciał na wysokości mniejszej niż 150m

to należy podnieść tor lotu rakiety do  $H = 150m$ , lub też przejść do strzelania z wykorzystaniem działania fali podmuchu. Jak wynika z obliczeń w radiozapalniku "Trzmiel" stosowanym w zestawie Dźwina wielkość sygnału odbitego od ziemi przekracza - 1300 razy wielkość sygnału odbitego od samolotu. Aby więc usunąć możliwość zadziałania R2 od ziemi należy we wzmacniaczu niskiej częstotliwości zastosować filtr tłumiący sygnał o częstotliwości i dopplerowskiej odbić od ziemi. Ponieważ sygnał o tej częstotliwości trzeba stłumić o 30 db więc zachodzi konieczność zastosowania filtrów aktywnych, co wymaga gruntowej przeróbki wzmacniacza małej częstotliwości. Tak przekonstruowany radiozapalnik nie będzie działał skutecznie przy niektórych kursach spotkaniowych co wpłynie na zawężenie strefy strzału dla małych wysokości tylko do pewnych kątów kursowych. Celowym wydaje się wprowadzenie dwóch reżymów pracy radiozapalnika - jeden dla  $H < 1$  z filtrem tłumiącym i drugi dla  $H > 1$  km bez filtru tłumiącego. Przełączanie tych reżymów można przeprowadzić podobnie jak obecnie obniża się czułość RZ w zestawach Wołchowa. ~~W~~głowicy bojowej nastąpi gdy odległość do celu wyniesie - 30 m i istnieje pewne prawdopodobieństwo, że cel zostanie zniszczony falą uderzeniową. Można wprowadzić modyfikację tej metody polegającą na tym że opóźnienie wydania się komendy  $K_3$  będzie się zmieniało w zależności od prędkości celu co pozwoliłoby na zoptymalizowanie momentu poderwania głowicy i zwiększenie prawdopodob. porażenia. Po wprowadzeniu zmian otrzymamy następujące wymiary stref ognia w płaszczyźnie poziomej.

Bliższe granice strefy dla obu zestawów = 5 km

Dalsze granice dla Wołchowa 18 km

dla Dźwiny 12 km.

Parametr maksymalny dla Wołchowa - 15 km

dla Dźwiny - 10 km

Wymiary strefy ognia ze zrozumiałych względów są mniejsze niż na

wyższych wysokościach, na skutek czego przy planowaniu obrony okrężnej obiektu dla dużych wysokości, na małych wysokościach powstaną luki. Luki te należy zapełnić innymi środkami obrony przeciwlotniczej np. art. plot mk. lub zestawami rakiet do zwalczania celi niskolejących. Rozmieszczenie dodatkowych środków dla zapewnienia okrężnej obrony obiektu dla małych wysokości należy planować jak najbardziej obiektu co pozwoli na bardziej skuteczne wykorzystanie tych środków. Można również przewidzieć przekonstruowanie radiozapalnika na impulsowy radiozapalnik. Wydaje się, że obecnie w systemie Dwina dla celów samoobrony przed celami niskolejącymi można wykorzystać reżym "ziemia" gdzie komenda  $K_3$  wydaje się na odległości = 45 m.

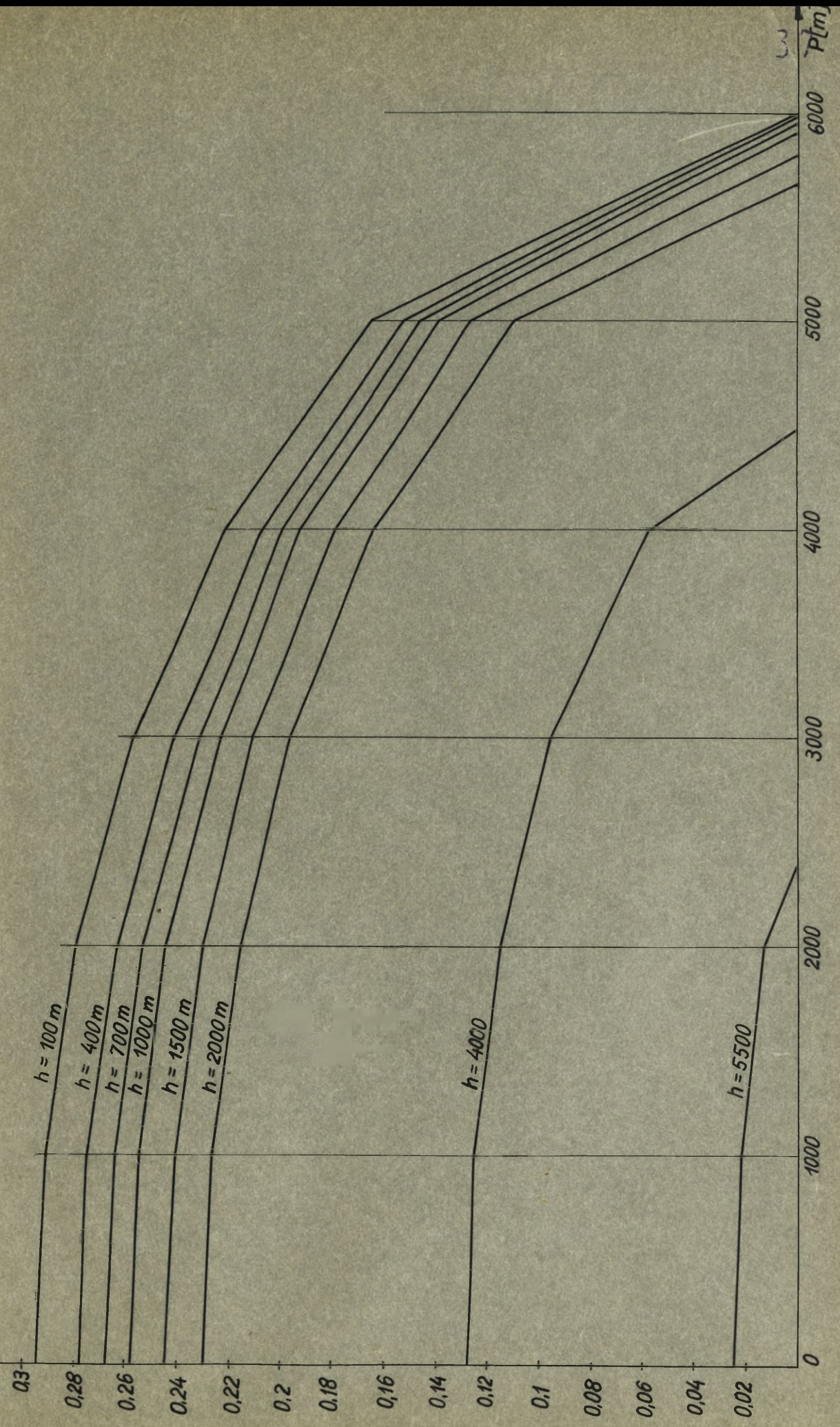
### III. Środki przeciwlotnicze do osłony wojsk

Obecnie osłona przeciwlotnicza wojsk dysponuje wyłącznie sprzętem lufowym:

- 57mm armatami plot S-60, -
- 57mm armatami ZSU - 57-2,
- 23mm armatami plot ZSU-23-4.

Jak wynika z dokonanych obliczeń oba typy armat kalibru 57mm umożliwiają teoretycznie zwalczanie samolotów w promieniu 6 km lecz posiadają stosunkowo nie wysokie wskaźniki skuteczności. Na wykresie/rys. 4/ pokazano skuteczność 57mm armaty plot S-60 wyposażonej w przyrząd centralny, wyrażoną w liczbie straconych samolotów w funkcji wysokości lotu celu i parametru celu w przypadku gdy jego prędkość wynosi 250m/sek.

Jak wynika z wykresu, przy wysokościach powyżej 2000 m maksymalny parametr, przy którym liczba straconych samolotów jest różna od 0 szybko maleje i przy  $H= 5500$  m wynosi zaledwie 2 km.



Rys. 4. Efektywność armaty S-60 w funkcji parametru  $P$

Znacznie gorsze wskaźniki efektywności posiada armata ZSU - 57-2, wyposażona tylko w celownik optyczny.

Najlepszymi wskaźnikami odznacza się zestaw ZSU - 23 -4 /wykres na rys.5/, który do wysokości celu  $H = 1500m$  może zapewnić dużą skuteczność zwalczania celów powietrznych.

W tej sytuacji istnieje konieczność powiększenia skuteczności osłony plot wojsk zarówno w zwyż jak też w szerz i w głąb, głównie poprzez wprowadzanie systemów raketowych, jako że zasięg skuteczny broni lufowej jest ograniczony.

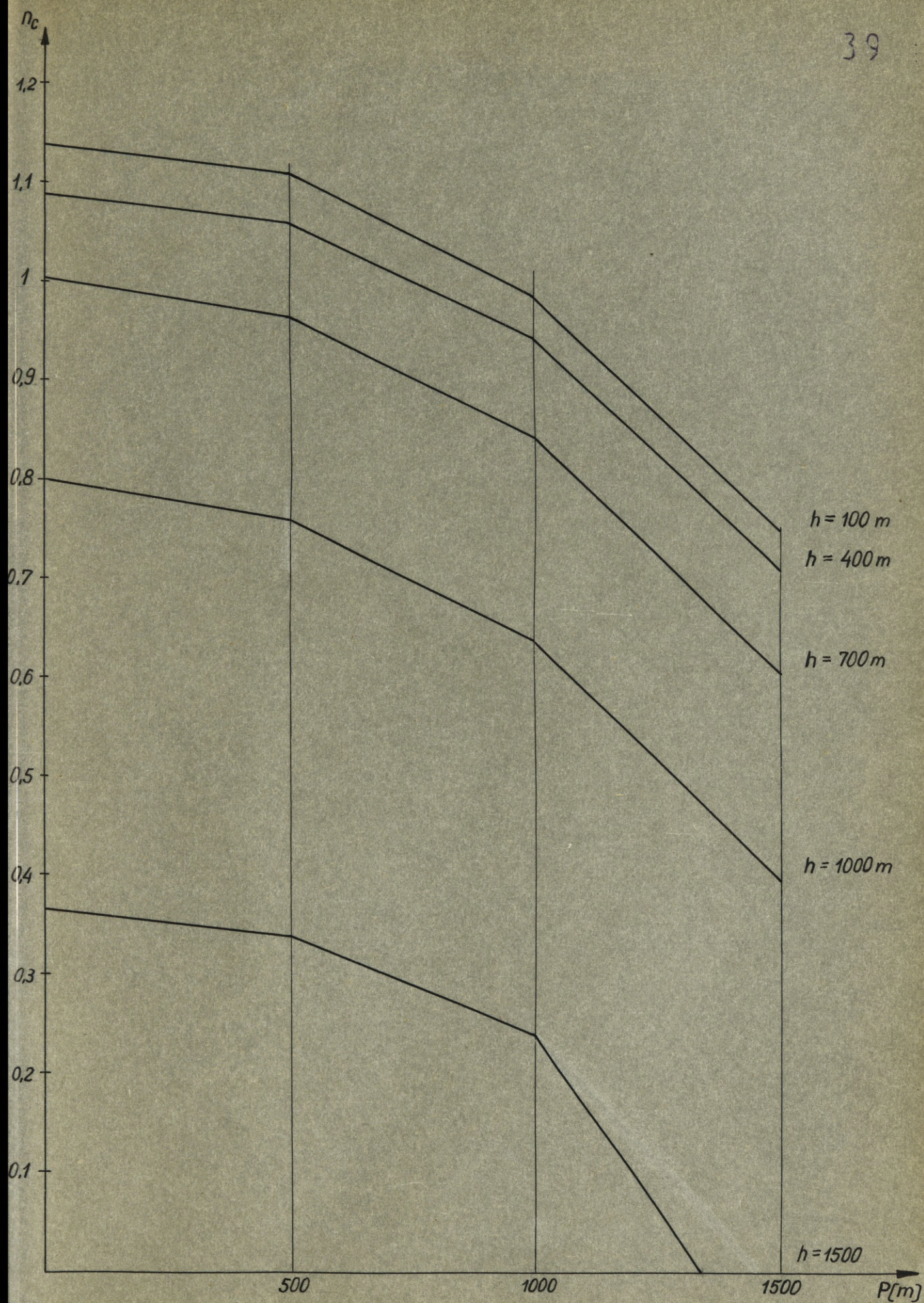
Wprowadzenie systemów raketowych do osłony wojsk przeciw nisko lecącym samolotom jest możliwe przez:

- zakup odpowiednich zestawów,
- opracowanie i wykonanie zestawów w ramach własnych możliwości

Pomijając kwestję zakupu jako wykraczającą poza rozeznanie autorów rozważymy drugą ewentualność.

Wprowadzenie do produkcji na podstawie dokumentacji licencyjnej samonaprowadzającego się pocisku raketowego K-13A stworzyło przesłanki do rozpoczęcia studiów i analizy możliwości adaptacji tego pocisku do zwalczania nisko lecących celów powietrznych.

Pracę taką rozpoczęto 1.10.1967r w katedrze Urządzeń Elektomechanicznych Uzbrojenia Rakietowego, wchodzącej w skład Instytutu Techniki Rakietowej i Lotniczej WAT. Dnia 30.06.68r zakończono pierwszy etap pracy, obejmujący analizę wstępną problemu. W dniu 31.12.1968r zakończony zostanie drugi etap, obejmujący uściśloną analizę konstrukcyjną oraz analizę sieciową przedsięwzięcia, obejmującego wykonanie projektu wstępnego, technicznego, i wykonanie prototypu. Wyniki obu etapów analizy pozwalają stwierdzić co następuje.



Rys. 5. Efektywność systemu ZSU-23-4 w funkcji parametru  $P$

Istnieje możliwość adaptacji pocisku K-13A w s<sup>1</sup>ecie wystrzeliania go z wyrzutni naziemnej, wyposażonej odpowiednio w zestaw mechanizmów i urządzeń do kierowania ogniem przeciw nisko lecącym celom powietrznym, przy czym:

- w przypadku samolotów odrzutowych - z tylnej półsfery,
- w przypadku samolotów tłokowych i śmigłowców - z przedniej i tylnej półsfery.

W wersji istniejącej, to jest bez zmiany napędu, pocisk może być użyty do zwalczania celów na niskich wysokościach, lecących z prędko<sup>s</sup>cią nieprzekraczającą 150m/sek / 550km/godz/

Do zwalczania celów lecących z prędkością rzędu 300 m/sek /1100 km/godz/ konieczne jest zwiększenie prędkości pocisku do 800m/sek przez zastosowanie silników startowych lub zastosowanie nowego silnika. Najwłaściwszym rozwiązaniem jest zastosowanie nowego silnika /tj.nowego napędu o zwiększonym impulsie całkowitym/. Jako rozwiązanie przejściowe można uznać zastosowanie silników startowych, odpadających po zakończeniu pracy /na odległości około 60 do 100 m od wyrzutni /

Jako pojazd dla wyrzutni przewiduje się transporter opancerzony TB-40 po odpowiednich, stosunkowo niedużych przeróbkach. Na pojeździe zmontowana będzie wieża bojowa, wprowadzana w ruch przy pomocy napędów elektro-hydraulicznych. Na wieży umieszczone będą 4 prowadnice. Wewnątrz wieży znajdować się będzie operator, zadaniem którego będzie przechwycenie celu, wycelowanie wyrzutni i odpalenie pocisku. Przewiduje się następujący sposób prowadzenia ognia.

Operator na podstawie informacji o kierunku, z którego zbliża się cel, naprowadza przy pomocy celownika kolimatorowego wyrzutnię ze znajdującymi się na prowadnicach pociskami.

Po uchwyceniu celu w celowniku i ustaleniu przynależności samolotu, operator prowadzi cel do chwili jego wejścia w obszar nienadążania wyrzutni, uwarunkowany dopuszczalną prędkością kątową wieży ze względu na pocisk, przy czym droga celu w tym obszarze zależy od parametru, na jakim cel mija wyrzutnię. W czasie obrotu wieży w obszarze nienadążania, operator traci cel z pola widzenia w celowniku kolimatorowym a przechwytuje ponownie cel po wyjściu wyrzutni z obszaru nienadążania. O przechwyceniu celu przed głowicę koordynatora powiadamia operatora sygnał, po otrzymaniu którego operator powoduje start pocisku, który przechwycił cel. Przewiduje się możliwość automatycznego startu pocisku tj. bez udziału operatora. W przypadku gdy cel będzie się znajdował poza strefą strzału, układ odpalania będzie zablokowany dzięki informacji dostarczonej przez radiodalmierz. Po odpaleniu pocisku istnieje możliwość przechwycenia przez operatora następnego celu i odpalania pocisku, jednakże poza granicami stożka widzenia pierwszego pocisku i pierwszego celu przez drugi pocisk.

Po odpaleniu pocisków, znajdujących się na prowadnicach należy je ponownie załadować rakietami z zapasu, przewożonego w wyrzutni /przewiduje się zapas w liczbie 4 lub 8 rakiet/.

Na rysunku 6 pokazano strefy strzału dla pocisku o prędkości równej 750 m/sek, w przypadku gdy prędkość celu wynosi 200, 250, 300 m/sek.

Pod pojęciem strefy strzału należy rozumieć obszar położenia celu w chwili odpalania zwalczającego go pocisku.

Wielkość strefy wyznaczona jest szeregiem parametrów technicznych pocisku, wyrzutni i cel. Parametry te wyrażono na rysunku w sposób graficzny.

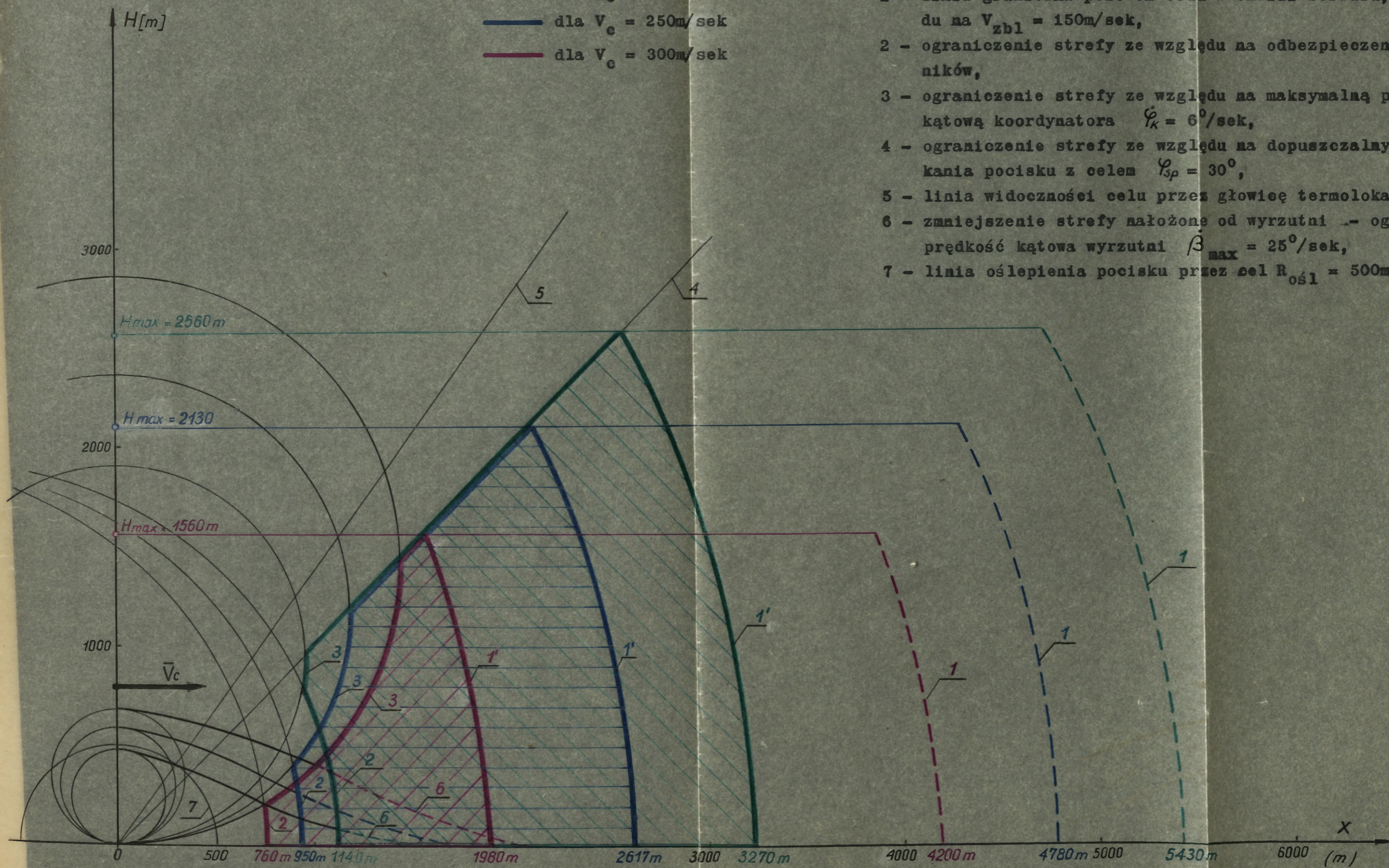
Przy wyznaczaniu strefy strzału uwzględniono:

STREFA STRZAŁU POCISKIEM O  $V_p \text{ max} = 750\text{m/sek}$

-Oznaczenie linii

- dla  $V_c = 200\text{m/sek}$
- dla  $V_c = 250\text{m/sek}$
- dla  $V_c = 300\text{m/sek}$

- 1 - linia graniczna punktów spotkań pocisku z celem,
- 1' - linia graniczna położenia celu w chwili strzału, ze względu na  $V_{zbl} = 150\text{m/sek}$ ,
- 2 - ograniczenie strefy ze względu na odbezpieczenie zapalników,
- 3 - ograniczenie strefy ze względu na maksymalną prędkość kątową koordynatora  $\dot{\varphi}_k = 6^\circ/\text{sek}$ ,
- 4 - ograniczenie strefy ze względu na dopuszczalny kąt spotkania pocisku z celem  $\varphi_{sp} = 30^\circ$ ,
- 5 - linia widoczności celu przez głowicę termolokacyjną,
- 6 - zmniejszenie strefy nałożone od wyrzutni - ograniczona prędkość kątową wyrzutni  $\dot{\beta}_{\text{max}} = 25^\circ/\text{sek}$ ,
- 7 - linia oślepienia pocisku przez cel  $R_{ośl} = 500\text{m}$ .



Rys. 6

1. Charakterystyki energobalistyczne pocisku jak ciąg silnika współczynnik oporu itp.
2. Charakterystyki koordynatora pocisku jak: czułość koordynatora, obszar widzenia koordynatora, prędkość kątowna śledzenia celu, sztywność aretowania koordynatora,
3. Charakterystyki działania zapalnika jak: czas odbezpieczenia zapalnika, minimalna prędkość zbliżania pocisku do celu, kąt spotkania pocisku z celem.
4. Charakterystyki strzału jak: ograniczenie prędkości ruchu wyrzutni podczas śledzenia celu, ograniczenie prędkości ruchu wyrzutni w momencie strzału, czas pobytu pocisku na wyrzutni po sygnale odpalenia.
5. Charakterystyki promieniowania celu.

Ponieważ parametry wyznaczające strefę strzału nie zależą od kąta nachylenia płaszczyzny strzału, to przestrzenny obszar strefy strzału uzyskuje się poprzez obrót wyznaczonej na płaszczyźnie strefy - wokół osi  $ox$  - równoległej do kierunku wektora prędkości lotu celu  $V_c$ .

Jak wynika z wykresu, ewentualne wprowadzenie do osłony przeciwlotniczej systemu "Turkus" powoduje w stosunku do systemu ZSU-23-4 powiększenie skuteczności osłony głównie w głąb i w pewnym sensie polepsza też skuteczność osłony w zwyż ale w granicach pułapu systemu ZSU-23-4, gdyż w przeciwieństwie do systemów lufowych prawdopodobieństwo trafienia pocisków rakietowych zmienia się bardzo nieznacznie z wysokością. W tej sytuacji system Turkus służył by do zwalczania tych wszystkich celów, które przeszły przez obszar skutecznego ognia systemu ZSU-23-4.

Bardzo istotnym czynnikiem, który przemawiał by także za wprowadzeniem do uzbrojenia systemu "Turkus" w razie jego po-

myślnego rozwiązania jest czynnik ekonomiczny, polegający na tym że system ten byłby produkowany prawie w całości w kraju.

Wychodząc z założenia, że system "Turkus" może być traktowany jako system tymczasowy byłoby celowe albo rozpocząć prace w ramach własnych możliwości nad nowym systemem, przeznaczonym do zwalczania samolotów w przedniej półsfery o pułapie do 6 km i zasięgu do 8 km lub doprowadzić w perspektywie do zakupu takich systemów względnie dokumentacji licencyjnej dla własnego przemysłu.

Referat opracowali:

- płk doc dr inż. S. H I P S Z
- płk dr inż St. D U B I E L
- ppłk mgr inż. H. GRYCEWICZ

Wydrukowano w 3 egz.

- egz.Nr. 1 - ASG
- egz.Nr. 2 - ASG
- egz.Nr. 3 - a/a

Wykonali: płk HIPSZ  
 ppłk GRYCEWICZ  
 D r u k: Swigoń w dniu 10.11.68r  
 nr.ks.masz.00536

17 20 2096  
T A J N E  
13 12 Egz. Nr 1  
5

NIEKTÓRE ASPEKTY TECHNICZNE EFEKTYWNOŚCI SYSTEMÓW OBRONY  
PRZECIWLOTNICZEJ WOJSK ORAZ MOŻLIWOŚCI EWENTUALNYCH ZMIAN  
W SYSTEMACH KIEROWANIA OGNIEM PODCZAS ZWALCZANIA CELÓW  
NA MAŁYCH WYSOKOŚCIACH.

1. Uwagi ogólne.

W Wojskowej Akademii Technicznej począwszy od roku 1966 były prowadzone prace inicjatywne oraz powierzone w trybie służbowym z zakresu analizy efektywności systemów obrony przeciwlotniczej wojsk oraz z zakresu badań nad możliwościami określonych zmian w systemach kierowania ogniem przy zwalczaniu celów niskolecących. Z uwagi na to, że wspomniana analiza efektywności OPL wojsk była przeprowadzona w zakresie wysokości lotu zwalczanych celów począwszy od  $h = 100$  m wnioski, jakie w wyniku przeprowadzenia tej analizy były osiągnięte, zostaną również omówione w niniejszym referacie.

Poza tym pragniemy na wstępie ustosunkować się w sposób ogólny do tez opracowanych przez ASG, pomyślanych jako węzłowe zagadnienia, które winny być przede wszystkim przedyskutowane podczas planowanej Konferencji.

Z uwagi na kompleksowość tez podanych do przedyskutowania przeważnie w aspekcie taktyczno-operacyjnym organizacji obrony plot wojsk i obszaru Kraju nie możemy ustosunkować się do wszystkich punktów przedstawionych tez w sensie merytorycznie dotyczącym technicznej realizacji poszczególnych zamierzeń. Uwaga ta wydaje się być tym bardziej uzasadniona jeżeli weźmie się pod uwagę dwa względy:

- bardzo ogólny charakter sformułowań tez przedstawionych do przedyskutowania w Sekcji Operacyjnej;
- poza opracowanymi tezami nie są nam znane żadne inne opracowania krajowe /ASG i innych instytucji/, których przedmiotem byłaby analiza systemu obrony plot w tym również i pod kątem widzenia

możliwości zwalczania celów na małych wysokościach.

Ze względu na wspomniane prace, które w ostatnim okresie były wykonywane w WAT pragniemy ustosunkować się szczegółowo do pierwszej i ostatniej tezy podanej do przedyskutowania w Sekcji Operacyjnej. Odnośnie pozostałych tez, pewne uwagi natury raczej ogólnej będą zamieszczone i omówione w ostatnim punkcie referatu.

Ponadto załączamy materiały opracowane dla potrzeb innych sekcji.

Uwagi dotyczące tez wymienionych na pierwszej i ostatniej pozycji będą oczywiście skupiać się głównie na technicznych aspektach rozwiązań i przedsięwzięć w zakresie zwalczania celów na małych wysokościach.

Z punktu widzenia określonych ewentualnych rozwiązań technicznych uważamy, że na wstępie należałoby zdefiniować przynajmniej na okres obecny, jaki zakres wysokości lotów uważa się za małe wysokości. Chodzi tu przede wszystkim o określenie dolnej granicy. Ma to decydujące znaczenie już na etapie analizy technicznych możliwości istniejącego sprzętu a tym bardziej przy formułowaniu wymagań dla nowych technicznych realizacji systemów OPL wojsk i obszaru Kraju.

W zagadnieniach węzłowych /w tezach/, opracowanych przez ASG analizuje się stosunkowo szeroko jedynie zasięg samolotów npla, które mogą wykonywać zadania na małych wysokościach. Ma to oczywiście zasadniczy wpływ na konstrukcję modelu OPL, zgodnie z określeniem użytym w tezach, w t.zw. "płaszczyźnie poziomej", jednak nie pozwala na określenie maksymalnych możliwości sprzętu jak np. wymaganej prędkości śledzenia /nadażania/ w układach półautomatycznych i automatycznych obrony przeciwlotniczej wojsk i obszaru Kraju.

2. Uwagi i wnioski dotyczące kryteriów efektywności systemu obrony przeciwlotniczej wojsk, sformułowane w wyniku opracowania "Wstępnej analizy taktyczno-technicznej systemu obrony przeciwlotniczej wojsk" /WAT - 1967/.

2.1. W "analizie" jako kryterium oceny efektywności systemu obrony przeciwlotniczej przyjęto oczekiwaną stopę strat przy określonym poziomie ufności.

Do oszacowań efektywności obrony plot wojsk według powyższego kryterium przyjęto sposób obrony obiektowej co jest zgodne z obecnie zalecanymi sposobami, biorącymi pod uwagę realne możliwości zastosowania środków OPL na szczeblu DZ lub DPanc. Możliwości te wynikają bezpośrednio z analizy liczebności środków etatowych.

Główne założenia natury taktyczno-technicznej jakie były przyjęte w "analizie" są następujące:

- do analizy przyjęto efektywność systemu obrony DZ i DPanc w warunkach, gdy broniony jest dywizjon rakiet taktycznych /jeden obszar wszystkimi środkami etatowymi dywizji/;
- rozważono możliwości obrony, wyrażone w zdefiniowanej poprzednio efektywności, w podstawowych ugrupowaniach bojowych dywizji /przemarsz przyjęto w dwóch marszrutach/;
- przyjęto maksymalną ilość samolotów npla w jednym nalocie wynoszącym 75 samolotów, z których każdy traktowano jako oddzielny cel;
- przyjęto, że nalot odbywa się w jednej fali i że ewentualne przeniesienie ognia z uwagi na ugrupowanie celów "w głąb" jest nie-możliwe/ze względów czasowych/;
- przyjęto rozmieszczenie nadlatujących celów jako równomierne na całej szerokości ugrupowania bojowego DZ i DPanc w obronie i w natarciu;

- przyjętą do analizy /i założoną w zadaniu naukowym/ stopę strat wynoszącą 25 % przy poziomie ufności 0,9, odnoszoną w wyliczeniach końcowych do tej ilości samolotów npla, jaka zgodnie z założeniem poprzednim atakuje broniony obiekt w ugrupowaniu dywizji;
- odniesioną do całkowitej liczby samolotów npla wyliczone wartości stopę strat należy skorygować stosując odpowiednie współczynniki, które w zależności od rozpatrywanych wariantów przyjmować winny wartości:

$$k = \frac{15}{75} = 0,2 \quad + \quad k = \frac{30}{75} = 0,4 \quad ;$$

- poza środkami obrony plot aktualnie znajdującymi się na uzbrojeniu wojsk, w strukturze proponowanych systemów poddano analizie zestaw "Sziłki" /ZSU - 23-4/, modyfikację pocisku R-3S do zwalczania celów w systemie z-p oraz system "Wołchow" /zestaw S-75 M/;

Przyjęty w "analizie" tok obliczeń osiąganej stopy strat, które mogą być scharakteryzowane jako obliczenia metodą kolejnych prób, był wykonywany według następującej kolejności:

1. obliczenie prawdopodobieństwa trafienia jednym strzałem;
2. określenie ilości samolotów;
3. przyjęcie czasu przelotu nad strefą bronioną;
4. przyjęcie ilości samolotów nad strefą bronioną /obszarem bronionym/;
5. przyjęcie szybkostrzelności praktycznej;
6. wyznaczenie ilości oddanych strzałów;
7. określenie promienia skutecznego rażenia /w funkcji wysokości/;
8. obliczenie t.zw. współczynnika pokrycia;
9. wyznaczenie prawdopodobieństwa poprawionego ze względu na współczynnik pokrycia większy od jednościi;

10. wyznaczenie potrzebnej ilości strzałów na jedno strącenie /rażenie/;
11. wyliczenie ilości strąceń;
12. wyliczenie stopy strat.

Zasadniczy wysiłek położony był na wyliczenie prawdopodobieństwa trafienia jednym strzałem, a przyjęta w analizie kolejność obliczeń decyduje o określonej "elastyczności" zastosowanej metody.

Niestety, w pierwszym okresie opracowana w WAT "analiza" była poddana ze strony ASG bardzo powierzchownym studiom, w wyniku czego zwrócono tam jedynie uwagę na fakt nieuwzględnienia wszystkich czynników limitujących prawdopodobieństwo trafienia jednym strzałem i uzyskania jakoby z tego względu nie realnych wyników końcowych.

W toku późniejszych wzajemnych konsultacji uzgodniono wspólnie te zasadnicze czynniki, które winny być brane pod uwagę przy wyliczaniu prawdopodobieństwa jednostkowego. W odniesieniu oczywiście jedynie do środków uzbrojenia klasycznego, dla którego dysponujemy niezbędnymi danymi doświadczalnymi i obliczeniowymi.

Obliczenie prawdopodobieństw jednostkowych /trafienia jednym strzałem/ wykonano na podstawie algorytmu uwzględniającego wykorzystanie maszyny "URAZ 2". Wszystkie dalsze obliczenia według przytoczonej poprzednio kolejności były przeprowadzone przy użyciu zaprojektowanych tabel, co zdaniem autorów ma określone zalety, stwarzając dogodne możliwości wnoszenia różnych poprawek i korekt /między innymi i tych jakie były proponowane przez specjalistów z ASG/ ze strony instytucji, planującej strukturę systemu również z uwzględnieniem strony ekonomicznej.

Do oszacowania efektywności systemów w zależności od składu ilościowego poszczególnych środków OPL zaproponowano metodę grafo-analityczną, którą praktycznie wykorzystano w "analizie" dla wszystkich

środków, których efektywność oszacowana została analitycznie według opisanej metody.

Wyniki analizy efektywności wyrażone w stopie strat /przy poziomie ufności 0,9/ dla stanów etatowych i proponowanych, są przedstawione na rys. 1,2,3,4, oraz 5, gdzie zostały zamieszczone również wartości stopy strat z uwzględnieniem zdefiniowanego poprzednio współczynnika  $k = 0,2$ .

## 2.2. Ogólne kryteria oceny systemu obrony.

W odniesieniu do istniejącej organizacji oraz struktury i liczebności posiadanych środków, podstawowym kryterium oceny jest efektywność systemu, która może być np. wyrażona w stopie strat /przy danym poziomie ufności/ ujmująca gęstości niszczenia przeciwnika.

Ponadto na etapie planowania mogą być stosowane inne kryteria efektywności, takie jak stopień lub jakość wykonania zadań poprzez możliwości operacyjne jako oczekiwany wynik działań, wyrażony przez liczbę działań poszczególnych środków, oraz głębokość przenikania środków napadu do bránionego obszaru itp. Ponadto mogą być stosowane kryteria czasu czy też kryteria kosztów.

2.2.1. Każde rozsądne kryterium oceny jakiegokolwiek działania dowolnego systemu musi zawierać:

- ocenę wyników działania;
- ocenę poniesionych kosztów.

2.2.2. Przy ocenie działań bojowych wynikiem działania są straty przeciwnika a kosztami są straty własne.

2.2.3. W najbardziej ogólnych kryteriach oceny systemów obrony powietrznej wynikiem działania jest oczekiwana ilość zniszczonych samolotów przeciwnika, a kosztami są: oczekiwana ilość strąconych własnych środków obrony i oczekiwany stopień zniszczenia brónionych obiektów.

2.2.4. Jeżeli oznaczymy przez:

$n_a$  - oczekiwaną ilość zniszczonych samolotów przeciwnika;

$n_o$  - oczekiwaną ilość straconych własnych środków obrony;

$\alpha$  - stopień zniszczenia bronionego obiektu /obiektów/.

to typowymi kryteriami oceny systemu obrony powietrznej są następujące funkcje:

Różnica strat /funkcja wypłaty/

$$F = C_a \cdot n_a - C_o \cdot n_o - C.$$

Efektywność systemu

$$\eta = \frac{C_a \cdot n_a - C}{C_o \cdot n_o + C}.$$

Koszty zniszczenia

$$k = \frac{C_o \cdot n_o + C}{C_a \cdot n_a} \quad \text{przy założeniu } C_a = 1$$

Współczynniki  $C_o$ ,  $C_a$ ,  $C$  są liczbami odziorciadlającymi zamiar dowództwa obrony powietrznej i określającymi zadanie systemu.

Przykładowo:

Jeżeli zadaniem systemu jest jedynie obrona obiektu bez względu na poniesione straty własne wtedy  $C=0$ ,  $C_a=0$ ,  $C_o \neq 0$  i kryterium oceny jest funkcja  $F$ , której wartość jest zależna od wielkości  $\alpha$  będącej funkcją ilości samolotów, które "prze-  
drą" się przez system obrony;

jeżeli zadaniem systemu jest niszczenie sił przeciwnika bez względu na straty własne to  $C = 0$ ,  $C_a \neq 0$ ,  $C_o = 0$  i kryterium oceny jest funkcja  $F$ ;

jeżeli zadaniem systemu jest "przetrwanie" celem zaoszczędzenia sił na dalsze etapy walki, wtedy  $C \neq 0$ ,  $C_a = 0$ ,  $C_o = 0$  i kryterium oceny jest funkcja  $F$ .

itd.

W przypadku szeregu innych zadań systemu obrony powietrznej wyżej nie wymienionych jako kryteria działalności systemu



mogą być używane także kryteria efektywności i kosztu niszczenia. Należy zwrócić uwagę na fakt że zadanie systemu obrony powietrznej może się zmieniać w czasie - to znaczy wielkości  $C_a, C_o, C$  mogą być funkcjami czasu.

2.2.5. Najbardziej typowymi zadaniami takich elementów systemów obrony powietrznej jak baterie artylerii klasycznej lub rakietowej, samoloty myśliwskie, jest zniszczenie celu minimalną ilością "strzałów". W tym przypadku mamy  $C = 0, C_a \neq 0, C_o \neq 0$ . Najczęściej spotykanymi kryteriami oceny tych elementów systemu obrony jest efektywność

$$\eta = \frac{C_a \cdot \eta_a}{C_o \cdot \eta_o}$$

Dla ustalonego typu samolotu przeciwnika i ustalonego rodzaju artylerii, to znaczy dla ustalonej wartości  $\frac{C_a}{C_o}$ , używa się jako kryterium efektywności stosunku

$$P = \frac{\eta_a}{\eta_o}$$

zwanego prawdopodobieństwem zniszczenia celu wtedy gdy strzelamy jednym pociskiem do jednego celu /dla pocisków zgłowicą atomową kiedy możemy zniszczyć jednocześnie więcej aniżeli jeden cel, stosunek  $p = \frac{\eta_a}{\eta_o}$  nie jest oczywiście prawdopodobieństwem zniszczenia samolotu przeciwnika/.

Prawdopodobieństwo zniszczenia celu  $p$  może być używane jako kryterium oceny w przypadku analizy sposobów niszczenia celu dla ustalonego środka obrony, lecz nie może służyć do porównywania efektywności r óżnych rodzajów środków obrony.

2.2.6. Dla środków zwalczania niskolejących celów można ocenić, że nie jest możliwym /w sensie ekonomicznym / budowanie wielkich zorganizowanych systemów i że będą one działały samodzielnie w składzie dywizjonów ogniowych. Wydaje się, że zadaniem dywizjonów powinno być niszczenie każdego nisko lecącego celu i dla oceny

ich działalności może być przyjęte kryterium efektywności, podobnie jak dla pojedynczych baterii artylerii i pojedynczych samolotów myśliwskich.

2.2.7. Dla porównania efektywności działalności różnych środków zwalczania niskolejących celów należy:

- po pierwsze - przyjąć dla porównywanych systemów to samo zadanie, zakładając  $C = 0$ ;
- po drugie - przyjąć ten sam typ zwalczanego celu zakładając  $C_a = \text{const}$ ;
- po trzecie - wyznaczyć różne wartości  $C_i$  dla różnych środków;
- po czwarte - wyznaczyć różne wartości  $p_i$  dla różnych środków.

Jeżeli różne rodzaje środków zwalczania niskolejących celów ponumerujemy liczbami  $i = 1, 2, \dots, J$  to efektywność każdego z nich możemy wyznaczyć wg wzoru:

$$\eta_i = \frac{C_a}{C_i} \cdot p_i$$

Dla uniknięcia trudności przy wyznaczaniu wartości  $C_a$ , która jest stałą dla wszystkich rodzajów środków, celowo jest używać kryterium kosztu zniszczenia:

$$k_i = \frac{C_i}{p_i}$$

2.2.8. Wartość prawdopodobieństwa zniszczenia celu  $p_i$  oraz koszt  $C_i$  winny być wyznaczone dla jednokrotnego przelotu celu nad stanowiskiem dywizjonu artylerii lub dla jednokrotnego przechwyty celu przez samolot myśliwski.

W koszcie  $C_i$  winna być uwzględniona ewentualna strata samolotu myśliwskiego lub dywizjonu w wyniku działania samolotu przeciwnika. Wartości  $p_i$  oraz  $k_i$  /lub  $C_i$ / mogą służyć do oceny "jakości" i "kosztów eksploatacji" już istniejących systemów.

2.2.9. W przypadku podejmowania decyzji o budowie systemu

koniecznym jest dodatkowo, określenie niezbędnych nakładów inwestycyjnych oraz czasu jego budowy.

Dla oszacowania tych wielkości należy ustalić wielkość bronionego obszaru, którego powierzchnię oznaczymy literą  $A$  oraz uwzględnić współczynnik gotowości bojowej  $q_i$  dla rozpatrywanych środków rodzaju  $i$ .

Współczynnik  $q_i$  możemy obliczyć jako stosunek maksymalnego czasu "dyżuru" bojowego do sumy czasu dyżuru i czasu obsługi technicznej. Jeżeli przez  $a$  oznaczymy powierzchnię bronioną przez jeden element obrony /dywizjon, bateria, samolot/ to koszt  $Q_i$  budowy systemu /opartego na wykorzystaniu środków typu  $i$  / bez inwestycji towarzyszących możemy obliczyć wg wzoru:

$$Q_i = \frac{A}{a} \cdot \frac{B_i}{q_i}$$

gdzie  $B_i$  - koszt jednego elementu typu  $i$  / dywizjonu, baterii, samolotu/ wraz z częścią niezbędnego zaplecza technicznego.

Czas  $T_i$  budowy systemu winien być oszacowany oddzielnie na podstawie sporządzonego harmonogramu realizacji.

2.2.10. Ostatecznie, przy podejmowaniu decyzji o budowie systemu zwalczania niskolejących celów /a także każdego innego systemu wojskowego / winny być wzięte pod uwagę dla każdego rodzaju środków co najmniej następującej wielkości:

$p_i$  - prawdopodobieństwo zniszczenia celu

$k_i$  - koszt zniszczenia celu / koszty eksploatacji systemu/

$Q_i$  - koszt inwestycji

$T_i$  - czas realizacji inwestycji

Dopiero na podstawie tych wielkości oraz możliwości ekonomicznych państwa i stopnia zagrożenia wojennego może być podjęta prawidłowa decyzja.

2.2.11. Niezbędnym warunkiem poprawnej oceny współczesnych

środków walki jest uwzględnienie niezawodnościowych parametrów zarówno środków technicznych jak i ludzi - operatorów.

Wiąże się to z tym, iż wykonanie zadania bojowego - użytkowania jest niemożliwe bez właściwej organizacji zabezpieczenia technicznego - obsługi. Nieuwzględnianie, jak to dotychczas ma miejsce w praktyce codziennej, wszystkich faz eksploatacji /rys. 6 / prowadzi do zbyt dużych uproszczeń oceny chociażby gotowości bojowej jednostek czy też związków taktycznych lub systemów obrony. Proponuje się więc przyjąć za obowiązujące u nas w kraju przynajmniej takie wskaźniki niezawodnościowe operacyjno - taktyczne i techniczne jak w ZSRR /norma Moroz 2 z 1964 r i inne / a które znajdują się w opracowaniu nowelizacyjnym SUE60, przygotowanym przez Zarząd Techniczny Sztabu Generalnego. Są to następujące wskaźniki operacyjno-taktyczne :

- ustalony w WTT lub WT czas ciągłej lub sumowanej pracy bojowej czy też gotowości do startu w zależności od kategorii sprzętu;
- prawdopodobieństwo poprawnej pracy sprzętu w ciągu czasu pracy bojowej;
- gotowość lub współczynnik gotowości sprzętu przechowywanego oraz będącego na wyposażeniu jednostek;

techniczne:

- średni czas między uszkodzeniami;
- średni czas naprawy bieżącej;
- okresowość i średni czas profilaktyki;
- prawdopodobieństwo uszkodzenia się sprzętu.

Ponadto jest niezbędne wytyczenie kierunków badań i określenie

parametrów niezawodnościowych ludzi w celu przygotowania ludzi poprzez szkolenie do działania w coraz trudniejszych warunkach z bardziej złożonym sprzętem.

### 2.3. Uwagi końcowe

Na zakończenie charakterystyki zagadnienia oszacowania efektywności systemów obrony plot należy stwierdzić, że jedyną racjonalną miarą efektywności takich systemów musi być taka miara, która charakteryzuje w pewien określony sposób potencjalne możliwości systemu w zwalczaniu celów powietrznych, ponieważ jedynie do tych a nie innych przeznaczeń systemy te są budowane. W ten sposób ocena efektywności systemu OPL będzie zgodna ze stosowaną powszechnie oceną efektywności wszelkich struktur materialnych i ekonomicznych, powstałych w wyniku świadomego i planowego wysiłku społecznego.

Dyskusyjne jedynie mogą być kryteria i miary efektywności systemów OPL jak również przyjęcie pewnego pojęcia tzw. efektywności wystarczającej, zadowalającej lub wymaganej / na danym etapie rozwoju środków napadu i obrony przeciwlotniczej oraz na danym etapie rozwoju możliwości ekonomicznych kraju /.

W tym sensie, należy sądzić, planowana Konferencja powinna przyczynić się do uzgodnienia tego typu pojęć podstawowych jak również wyjaśnić pewne niejasności w sformułowaniu wspomnianych tez / str. 24 /.

Ponadto, jak wynika z tez, autorzy uważają, że uniwersalność zagrożenia powinna prowadzić do uniwersalności środka OPL działającego skutecznie na wszystkich wysokościach. Wydaje się jednak, że kalkulacje tego typu są czysto teoretyczne ponieważ w skali światowej w okresie obecnym zbudowanie takiego systemu jest niemożliwe i ze względów technicznych i tym bardziej ze względów ekonomicznych oraz taktycznych.

Jak należy się bowiem domyślać, taki uniwersalny środek OPL winien być również stosowany w sposób uniwersalny a więc na wszystkich szczeblach organizacyjnych gdzie dotychczas używane są organiczne środki OPL.

3. Analiza możliwości zmian w systemach kierowania ogniem podczas zwalczania celów na małych wysokościach.

3.1. Ogólna charakterystyka zagadnienia.

W warunkach znacznego rozwoju maszyn cyfrowych i ich zastosowania w złożonych systemach automatycznego sterowania procesami technologicznymi i organizacją produkcji wyłania się realna możliwość zbudowania i zastosowania integralnego systemu kierowania ogniem artyleryjskim w danym obszarze obrony niezależnie od rodzaju środków miotających / dział, wyrzutni / i charakteru wykrytego i zwalczanego celu.

Proponowany system w celu maksymalnego wykorzystania oraz zwiększenia skuteczności rażenia istniejących środków ogniowych winien mieć strukturę hierarchiczną. Centralne urządzenie wyliczające / dyspozycyjne / otrzymuje informacje od różnego rodzaju środków rozpoznania i pomiaru. W systemie rozpoznania główną rolę będą naturalnie odgrywać środki rozpoznania radiotechnicznego / radiolokacyjnego/. Centralne urządzenie wyliczające przetwarza otrzymane informacje, dokonuje ich transformacji oraz wyznacza / wylicza / odpowiednie komendy / instrukcje / dla poszczególnych podsystemów automatycznego kierowania ogniem, które pracują w pewnym stopniu w sposób autonomiczny.

Wyliczenie tych komend i instrukcji odbywa się na podstawie informacji pierwotnych otrzymywanych z urządzeń pomiarowych. Dotyczą one czasu pomiaru, współrzędnych celu, prędkości celu oraz w pewnych przypadkach również innych jego cech charakte-

rystycznych:

$$\begin{aligned} & t, x_1, y_1, z_1, x_1, y_1, z_1, \\ & t, x_2, y_2, z_2, x_2, y_2, z_2, \\ & \dots \dots \dots \\ & t, x_n, y_n, z_n, x_n, y_n, z_n \end{aligned} \quad /1/$$

Do centralnego urzędnictwa wyliczającego dostarczone również być muszą informacje, określające uogólnione współrzędne stanowisk ogniowych środków miotających:

$$\begin{aligned} & t, x_{m1}, y_{m1}, z_{m1}, x_{m1}, y_{m1}, z_{m1} \\ & t, x_{m2}, y_{m2}, z_{m2}, x_{m2}, y_{m2}, z_{m2} \\ & \dots \dots \dots \\ & t, x_{mm}, y_{mm}, z_{mm}, x_{mm}, y_{mm}, z_{mm}, \end{aligned} \quad /2/$$

System rozpoznania dokonuje pomiarów w jednolitym układzie współrzędnych / prostokątnym, sferycznym lub innym /. Informacje /1/ oraz /2/ są w centralnym urządzeniu wykorzystywane do wyznaczenia danych wstępnych do strzelania. Dane te są przekazywane do odpowiednich zespołów / podsystemów/ zwalczających cele ogniem artyleryjskim lub rakietami różnego rodzaju.

Przeliczniki działowe, bateryjne na podstawie otrzymanych danych wstępnych z centralnego urzędnictwa wyliczającego / dyspozycyjnego/ rozwiązują zagadnienie trafienia / spotkania pocisku z celem/. Urządzenia te rozwiązują wszystkie funkcje balistyczne dla konkretnego przypadku odpowiednio do wprowadzanych na bieżąco współrzędnych celu i stanowiska ogniowego oraz charakterystyk balistycznych dział, wyrzutni i pocisku.

Oprócz informacji przetworzonych, dostarczających aktualnych wiadomości o położeniu celu i jego ruchu względem poszczególnych stanowisk ogniowych, urządzenie centralne winno przekazy-

wać odpowiednie komendy zezwalające na otwarcie skutecznego ognia dla poszczególnych stanowisk.

Wyliczone dane do strzelania / nastawy działowe / należy podać na automatyczne napędy poszczególnych dział lub wyrzutni. Jeżeli napędy automatyczne nie są stosowane to komendy do strzelania należy podawać na odpowiednie wskaźniki dla wykorzystania przez obsługę działa lub wyrzutni przy jej napędzie ręcznym lub półautomatycznym.

W zależności od rodzaju wykrytego celu powinien być wybrany automatycznie sposób przekazywania informacji / ciągły lub dyskretny z odpowiednią, optymalną częstotliwością/.

W zależności od charakterystyk celu może być również wybrany sposób przetwarzania informacji pierwotnych, obejmujących również częściowe rozwiązanie problemu trafienia / balistycznego / dla poszczególnych stanowisk ogniowych lub ugrupowań tych stanowisk / baterii lub dywizjonu /.

Ten sposób należałoby stosować w tych przypadkach, kiedy warunki strzelania ze względu na określoną specyfikę zwalczanego celu pozwalają na zasadnicze uproszczenia<sup>w</sup> rozwiązaniu zależności balistycznych. Może to mieć miejsce wtedy, kiedy nie muszą lub nie mogą być uwzględnione wszystkie warunki meteorologiczne i balistyczne jak również i wtedy, kiedy strzelanie prowadzi się na niewielkie odległości w porównaniu z donośnością. Wtedy funkcje balistyczne /np. kąt celownika / mogą być aproksymowane prostymi wyrażeniami analitycznymi przy zachowaniu dużej dokładności odwzorowania.

Ogólnie charakteryzując taki przypadek należy stwierdzić, że częściowe rozwiązanie problemu trafienia / problemów balistycznych / w centralnym urządzeniu wyliczającym należy stosować wtedy, jeżeli taka organizacja systemu doprowadzić może do radykalnego uproszczenia urządzeń wyliczających /przeliczników/

na stanowiskach ogniowych / w bateriach / aż do ich wyeliminowania z zestawu środków miotających wogóle.

Taki właśnie przypadek zostanie omówiony w dalszym ciągu referatu jako przykład proponowanej metody automatycznego, integralnego systemu kierowania ogniem. Jest to przypadek zwalczania celów powietrznych szybko i nisko lecących. Realizacja ogólnie scharakteryzowanego systemu kierowania ogniem prowadzi do zmodyfikowania zestawu przeciwlotniczego / baterii małokalibrowych dział plot/ w drodze wyłączenia z baterii przelicznika /przysządu centralnego,/odpowiedniej modernizacji sterowania automatycznymi napędami nadążnymi poszczególnych dział i podzieleniu wykonywania zadania bojowego na dwa cykle: rozpoznanie, pomiar i wyliczenie danych wstępnych oraz praca zestawu /baterii lub dywizjonu/ według wybranego automatycznie programu. W referacie zamieszczono jedynie ogólną charakterystykę technicznej realizacji zaprojektowanej metody. Projekt koncepcyjny wstępny wymaga kompleksowego rozwiązania szeregu zagadnień jak np. opracowanie racjonalnego algorytmu wyliczania danych wstępnych, racjonalnych sposobów aproksymacji zależności balistycznych, modyfikacji sterowania napędem itp.

### 3.2. Charakterystyka proponowanego systemu w przypadku zwalczania celów szybkich i niskolecących.

W zestawach przeciwlotniczych artylerii klasycznej stosowany jest przelicznik /tzw.przysząd centralny/, który służy do wyliczania w sposób automatyczny nastaw działowych. Nastawy te /azymut punktu trafienia, kąt położenia lufy odpowiednio do kąta położenia i odległości do punktu trafienia oraz w pewnych przypadkach ustawienie zapalnika/ wylicza się na podstawie danych otrzymanych ze stacji radiolokacyjnej. Dane te dotyczą położenia i parametrów ruchu celu czyli wielkości określających wektor prędkości celu.

Współrzędne punktu trafienia mogą być wyznaczone po-  
przyjęciu tzw. hipotezy ruchu celu, jeżeli ma się do czynienia  
ze zwalczaniem celów pociskami niekierowanymi.

Ze względów praktycznych wynikających w głównej mierze  
z dążeniem do niekomplikowania i tak złożonej struktury prze-  
liczników analogowych, ogranicza się ilość możliwych do wyboru  
w czasie strzelania hipotez ruchu celu. Prowadzi to w zasa-  
dzie do zastosowania hipotezy najmniej komplikującej kon-  
strukcję przelicznika, a mianowicie hipotezy o prostoliniowym  
ruchu celu ze stałą prędkością i na stałej wysokości. Kieru-  
nek lotu i wartość prędkości jest taka, jaką cel miał w chwili  
oddania strzału lub bezpośrednio przed tym momentem.

Wyliczone nastawy działowe przekazywane są z przeliczni-  
ka do poszczególnych dział wyposażonych w automatycznie dzia-  
łające napędy elektryczne lub elektrohydrauliczne.

Przy takiej organizacji zestawu przeciwlotniczego dokład-  
ność czyli skuteczność strzelania określona jest dokładnością  
pomiarów współrzędnych i parametrów ruchu celu, dokładnością  
wyliczania danych wyjściowych z przelicznika, dokładnością  
przekazania danych do dział, dokładnością /uchybami dynamicz-  
nymi/ napędów działowych oraz tzw. błędami hipotezy. Błędy  
hipotezy wynikają z faktu, że ruch celu w czasie lotu pocisku  
nie jest taki jaki przyjęty został w hipotezie ruchu celu.

Śledzenie celu przez stację radiolokacyjną oraz wylicze-  
nie nastaw /komend/ do strzelania w sposób ciągły umożliwiają  
wprawdzie określanie parametrów ruchu celu na bieżąco w cza-  
sie strzelania i niejako zmniejszają wpływ błędów hipotezy,  
jednak w przypadkach w których czas przebywania celu w strefie  
skutecznego rażenia jest bardzo mały czynnik ten odgrywa rolę  
raczej nieistotną.

Jest to przypadek rozpatrywany a mianowicie przypadek zwalczania celów szybkich i niskolejących.

Zakłada się, że w przypadku zwalczania celów szybkich i niskolejących istotne dla skuteczności strzelania jest przede wszystkim dokładne określenie współrzędnych i parametrów ruchu celu, bezpośrednio przed rozpoczęciem strzelania czyli bezpośrednio przed wejściem celu w strefę skutecznego rażenia.

Na podstawie tego założenia proponuje się wyłączenie z zestawu przeciwlotniczego przelicznika obsługującego najczęściej jedną baterię. Funkcje przelicznika będą w tym przypadku spełniać dwa urządzenia. Jedno z nich, które należy rozpatrywać jako urządzenie wypracowujące dane wstępne /początkowe/ dla całego systemu obrony danego obiektu lub zespołu obiektów, należy umieścić w systemie /zestwie/ rozpoznania / w systemie radiolokacyjnym/.

Powinien to być specjalistyczny przelicznik cyfrowy o stosunkowo prostej budowie z racji ściśle sprecyzowanego przeznaczenia. Drugą częścią urządzenia zastępującego wyeliminowany przyrząd centralny będzie przystawka, w którą należy wyposażyć każdy automatyczny napęd działowy.

Istota proponowanego uproszczenia struktury zestawu przeciwlotniczego polega na wykorzystaniu w konstrukcji proponowanej przystawki określonych analogii, istniejących pomiędzy charakterystykami elektrycznych obwodów rezonansowych RLC a charakterystykami ruchu celu lecącego na stałej wysokości i zestawu prędkości / charakterystyki te odnoszą się do przebiegu funkcji określających położenie, prędkość i przyspieszenie katowe celu względem stanowiska ogniowego /. Ze względu na uproszczenie struktury zestawu przeciwlotniczego należy spodziewać się zwiększenia skuteczności ognia i operatywności

systemu obrony danego obiektu lub grupy obiektów.

Zastosowanie wspomnianych analogii umożliwi wykorzystanie proponowanej przystawki do automatycznego sterowania napędem działą, zamiast odpowiedniego zespołu przelicznika. Przystosowanie napędu działą do takiego programowego sterowania zwiększa w znacznym stopniu uniwersalność małokalibrowego działą plot przy założeniu, że działą z tak zmodyfikowanym napędem może nadal wykonywać wszystkie dotychczas stosowane rodzaje strzelania, gdyż wymagania dotyczące OPL wojsk i obszaru Kraju zmuszają do zwielokrotnienia środków i sposobów.

Istota wykorzystania wspomnianych analogii jest dokładniej opisana w artykule: "Integralny system kierowania ogniem w przypadku zwalczania celów szybkich i niskolecących" Biuletyn WAT styczeń 1968r nr. 1A /185A/.

### 3.3. Zasada działania zestawu przeciwlotniczego w proponowanym systemie kierowania ogniem.

Zasada działania systemu sterowania napędami dział przedstawiła jest poglądowo na rys. 7. Od chwili wykrycia celu do chwili  $t_{01}$  urządzenie centralne /wyliczające/, zlokalizowane w systemie rozpoznania radiolokacyjnego, wyznacza na podstawie danych z pomiaru położenia punktu  $A_{w1n}$  / dla poszczególnych baterii /, odpowiednie parametry ruchu celu oraz odpowiednie przedziały czasu  $t_2 - t_1 = \Delta t_1$ . Równocześnie rozpoczynają pracę / zostają włączone / generatory przebiegów sinusoidalnych w przystawkach sterujących i działą w poszczególnych bateriach zmieniają swoje położenie tak, aby kąty nadawane lufom odpowiadały chwilowym wartościom  $\beta_w$  oraz  $\varphi$ , wynikającym z położenia punktu trafienia poruszającego się po prostej  $A_{01} - A_{w11}$  z prędkością  $V_w$  /zgodnie z wyliczonymi parametrami ruchu i przyjętą hipotezą ruchu celu/.

Praca poszczególnych napędów we wszystkich bateriach dywizjonu rozpoczyna się równocześnie, jednak otwarcie ognia w poszczególnych bateriach rozpocząć się może dopiero w chwili, gdy punkt trafienia przechodzi przez granicę strefy skutecznego rażenia lub granicę innego obszaru, w którym może być zwalczany. Obszar ten może być określony na podstawie innych przesłane<sup>ę</sup> aniżeli donośność działa / co może być istotne właśnie przy zwalczaniu celów niskolecących/. Dla baterii 1 jest to chwila  $t_1$  a dla baterii 2 jest to chwila  $t_3$ . Zagadnienie określania tych czasów /  $t_1$  oraz  $t_3$  / na rys. 7 może być rozwiązane automatycznie przez centralne urządzenie automatyczne lub pozostawione do rozwiązania i wykonania przez dowódców poszczególnych baterii z tym, że centralne urządzenie wyliczające uruchamiałoby w tym przypadku jedynie odpowiedni system sygnalizacji dla poszczególnych baterii.

Poszczególne baterie przerywają ogień z chwilą gdy cel /punkt trafienia / przechodzi przez punkt na parametrze. Z tą chwilą działa powinny automatycznie, z maksymalnymi prędkościami przejść do położenia wyjściowego, oznaczonego na rys. 7 symbolami  $\beta_p$  oraz  $\varphi_p$ . W sytuacji konkretnej, przedstawionej na rys. 7 bateria 1 przestaje strzelać w chwili  $t_2$  a bateria 2 - w chwili  $t_4$ . Automatyczna realizacja tego postulatu nie może natrafić na żadne poważniejsze trudności, ponieważ wartości  $t_2$  oraz  $t_4$  wyliczane są przez centralne urządzenie jeszcze przed rozpoczęciem strzelania.

System rozpoznania oraz centralne urządzenie wyliczające po przekazaniu danych wyliczonych i pomierzonych przerywają pracę w chwili  $t_{01}$  / śledzenie za celem i opracowywanie danych / Główny system rozpoznania i wyliczania danych wstępnych /centralne urządzenie wyliczające/ powinien być natychmiast gotowy do przechwycenia następnego celu / następnej atakującej broni

obiekt grupy samolotów / i do dostarczenia danych o tym celu do poszczególnych baterii.

Przy tym systemie organizacji zwalczania celów szybkich i nisko-lecących, w zestawie poszczególnych baterii nie ma urządzenia wyliczającego. Cały system na szczeblu baterii /i dywizjonu/ prowadzi ogień w czasie programowego sterowania napędami automatycznymi czyli w warunkach całkowitego praktycznie wyeliminowania czynników subiektywnych ze strony obsługi dział i przeliczników.

Centralne urządzenie wyliczające, wyznaczając odcinki czasu  $\Delta t_1$  oraz  $\Delta t_2$  niezbędne dla ustalenia częstotliwości rezonansowych w obwodach sterujących napędami określa /prognozuje/ tym samym te momenty czasu, w których cel powinien przejść przez punkty na parametrze dla poszczególnych baterii. Z uwagi na kształt funkcji  $\beta /t/$  oraz  $\varphi /t/$ , taki sposób wyboru punktu odniesienia dla określonego programu sterowania, charakteryzuje się największą dokładnością przy stałej dokładności w określeniu czasu  $t_1$  oraz położenia punktu  $A_{w11}$ .

### 3.3. Wnioski i uwagi końcowe dotyczące proponowanej modyfikacji systemu kierowania ogniem.

Proponowana i ogólnie scharakteryzowana metoda i organizacja zwalczania celów szybkich i nisko lecących może być również zastosowana do automatycznego napędu zespołów wyrzutni dla pocisków rakietowych przeciwlotniczych /z-p/, wyposażonych w układy samonaprowadzania / w systemach zwalczania celów szybkich i nisko lecących/.

W odniesieniu do zestawów przeciwlotniczych artylerii klasycznej opisana metoda jest jakościowo różna od dotychczas stosowanych sposobów strzelania artylerii plot. Dla pełnego scharakteryzowania metody z uwzględnieniem wskaźników ilości-  
cio-

wych, dotyczących osiągniętej dokładności konieczne jest rozwiązanie całego szeregu problemów z zakresu aproksymacji zależności balistycznych w nowym ujęciu oraz z zakresu technicznych sposobów realizacji samego programowego sterowania napędami wg również oryginalnej zasady, ogólnie omówionej w niniejszym referacie.

W odniesieniu do zaproponowanego integralnego systemu kierowania ogniem artyleryjskim, należy uruchomić prace rozwojowe w odpowiednich ośrodkach obliczeniowych i projektowych w dziedzinie opracowania uniwersalnego algorytmu organizacji i konstrukcji centralnego urządzenia wyliczającego /dyspozycyjnego/ dla wyliczenia danych wstępnych i komend, przekazywanych do poszczególnych podzespołów ogniowych.

W zależności od wyników i sugestii otrzymanych przy opracowaniu w/w zadań należałoby uruchomić również prace rozwojowe w zakresie konstrukcji uproszczonych przeliczników działowych /bateryjnych lub dywizjonowych/, lub ewentualnie w zakresie modyfikacji napędów automatycznych /tak jak to zostało zasugerowane w omówionym przykładzie zwalczania celów szybkich i nisko lecących/. Prace w tym zakresie winny być poprzedzone wnikliwą analizą możliwych konstrukcyjnie sposobów prostej aproksymacji zależności balistycznych. Ze względu na centralne sterowanie wyspecjalizowanych pod względem rodzaju zwalczanego celu podzespołów ogniowych, możliwość prostych sposobów aproksymacji jest raczej oczywista.

Przy opracowaniu założeń, optymalnych algorytmów oraz organizacji centralnego urządzenia wyliczającego, należałoby również poczynić starania w celu zrealizowania sprzężenia zwrotnego w obiegu informacji / od stanowisk ogniowych do centralnego urządzenia wyliczającego/. Informację tę dotyczyć

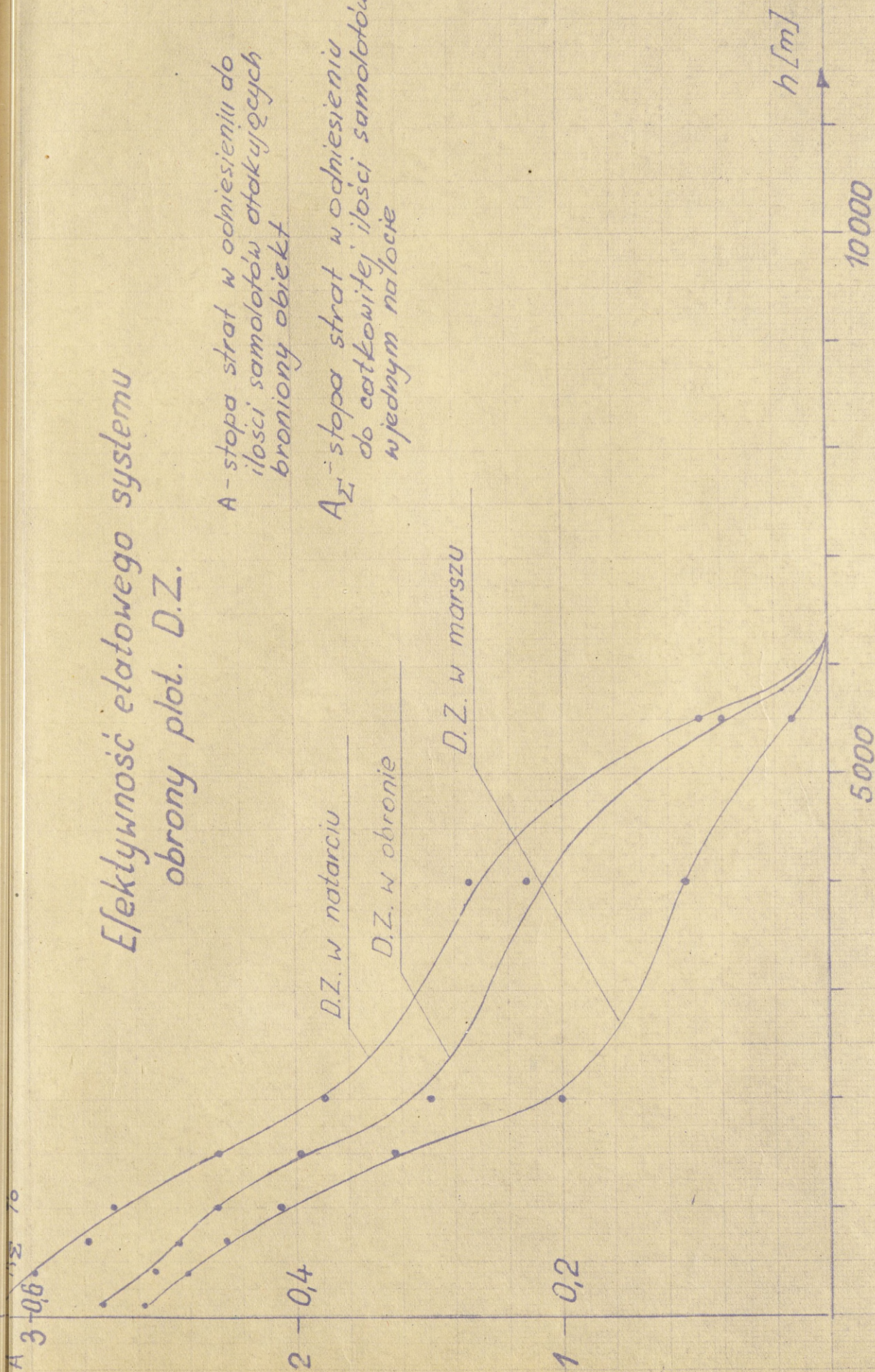
winny przede wszystkim wyników strzelania, wielkości uchyień, czasu wykonania zadania itp.

Ze względu na aktualność problemu zwalczania celów powietrznych nisko lecących, prace rozwojowe w tym zakresie mogłyby być prowadzone równoległe tym bardziej, że zaproponowana metoda w odniesieniu do tego konkretnego przypadku pozwala na wyeliminowanie przeliczników bateryjnych, przy prostej w sensie konstrukcyjnym modyfikacji napędu automatycznego małokalibrowego działka plot.

# Efektywność etatowego systemu obrony plot. D.Z.

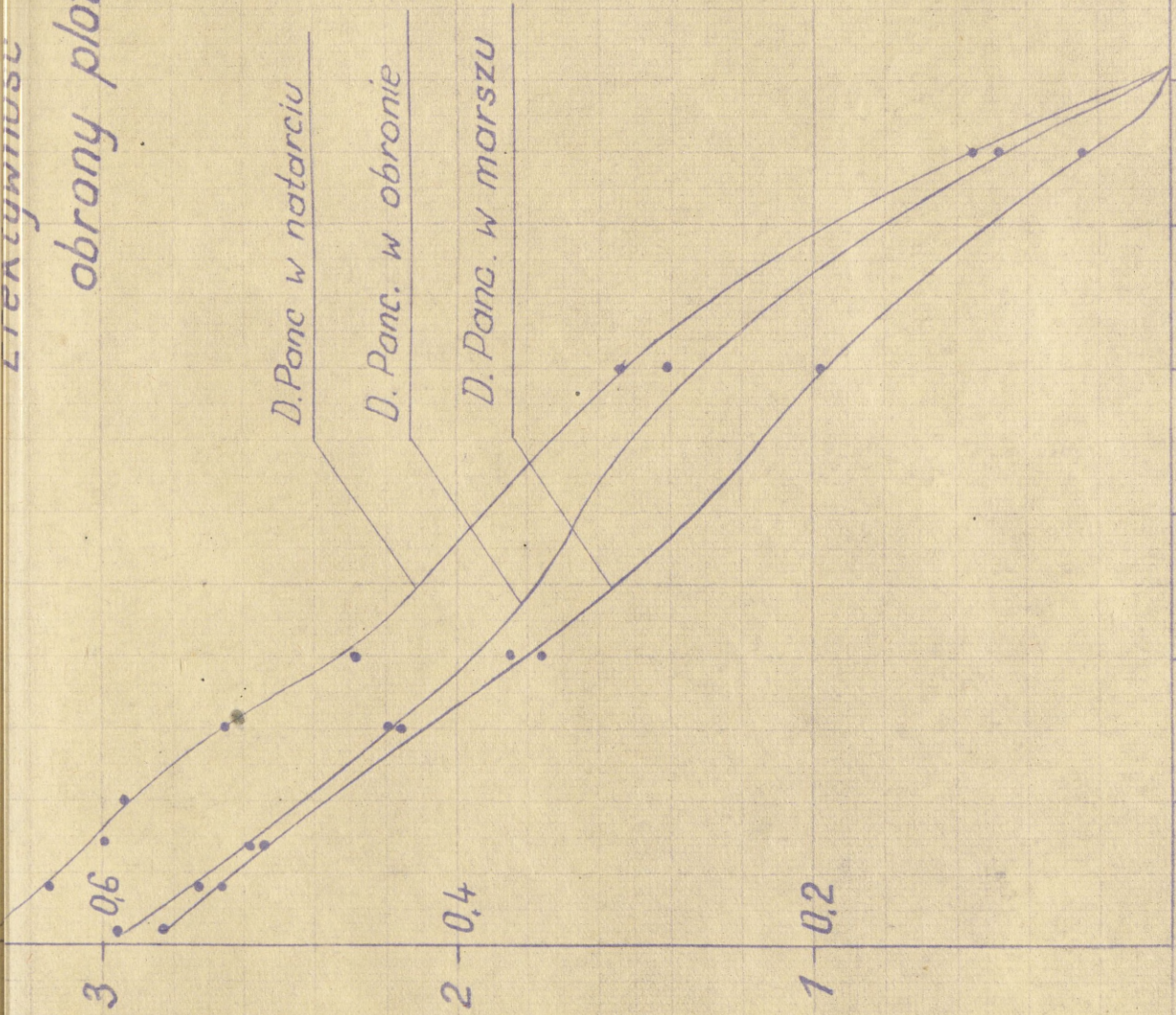
$A$  - stopa strat w odniesieniu do ilości samolotów atakujących broniony obiekt

$A_{Z}$  - stopa strat w odniesieniu do całkowitej ilości samolotów w jednym nalocie



Rys. 1.

# Efektywność etapowego systemu obrony plot. D. Panc.



A - stopa strat w odniesieniu do ilości samolotów atakujących broniący obiekt

A<sub>Z</sub> - stopa strat w odniesieniu do całkowitej ilości samolotów w jednym nalocie

59

10000

5000

Rys. 2

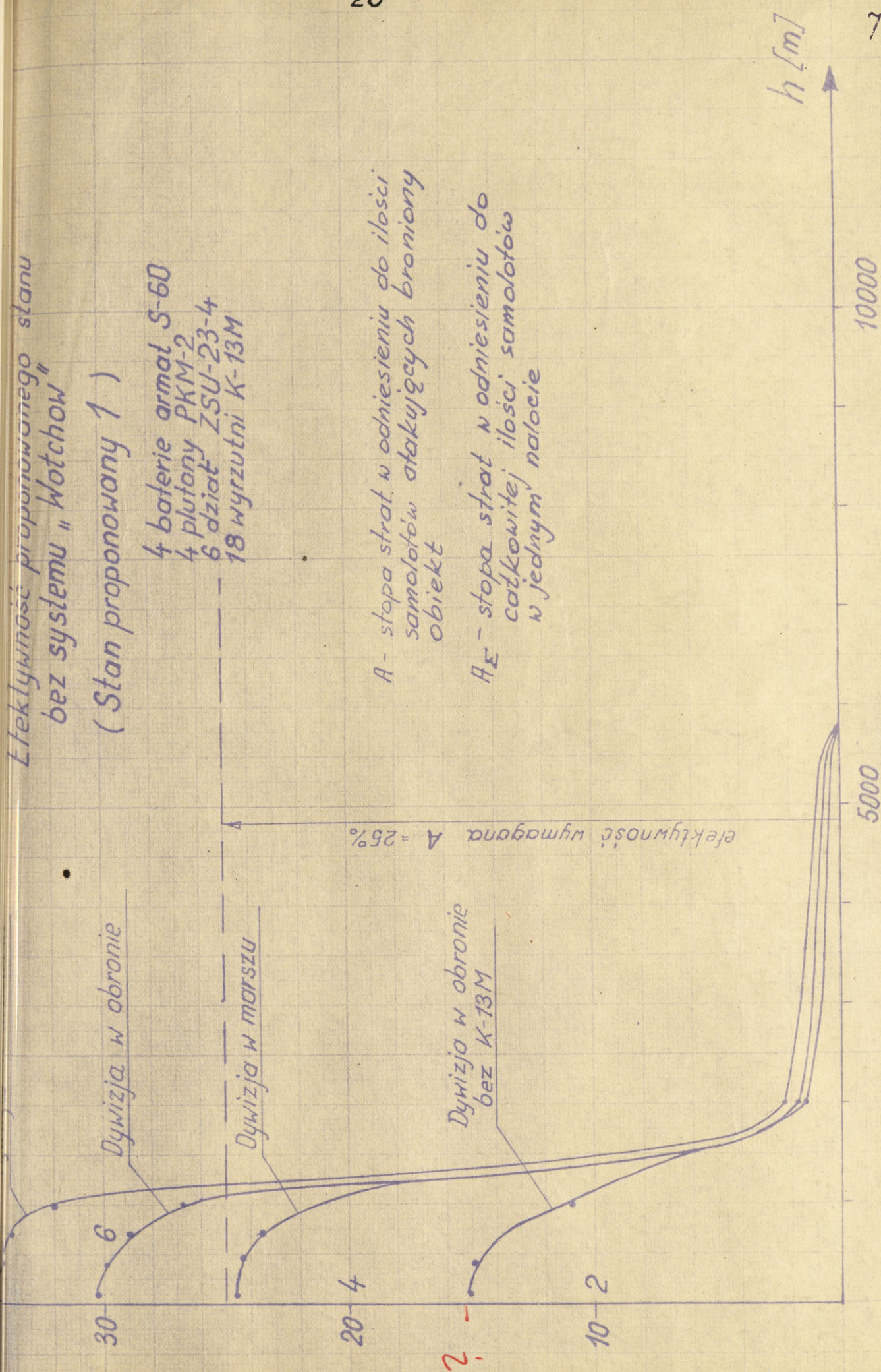
Efektywność proponowanego stanu bez systemu "Watchow"

(Stan proponowany 1)

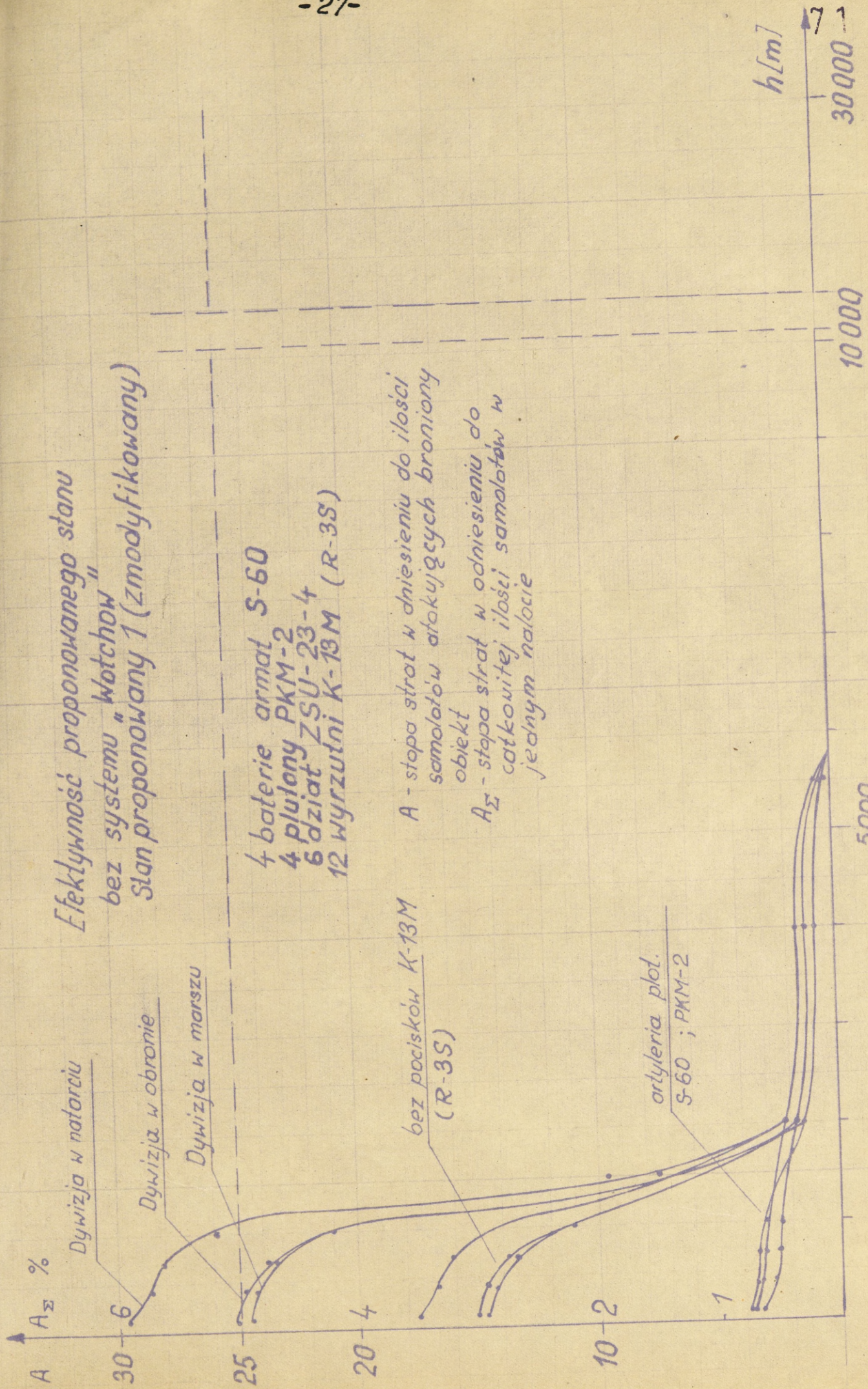
- 4 baterie armat S-60
- 4 plutony PKM-2
- 6 dział ZSU-23-4
- 18 wyrzutni K-13M

A - stopa strat w odniesieniu do ilości samolotów atakujących broniący obiekt

$A_{\Sigma}$  - stopa strat w odniesieniu do całkowitej ilości samolotów w jednym nalocie



Rys. 3

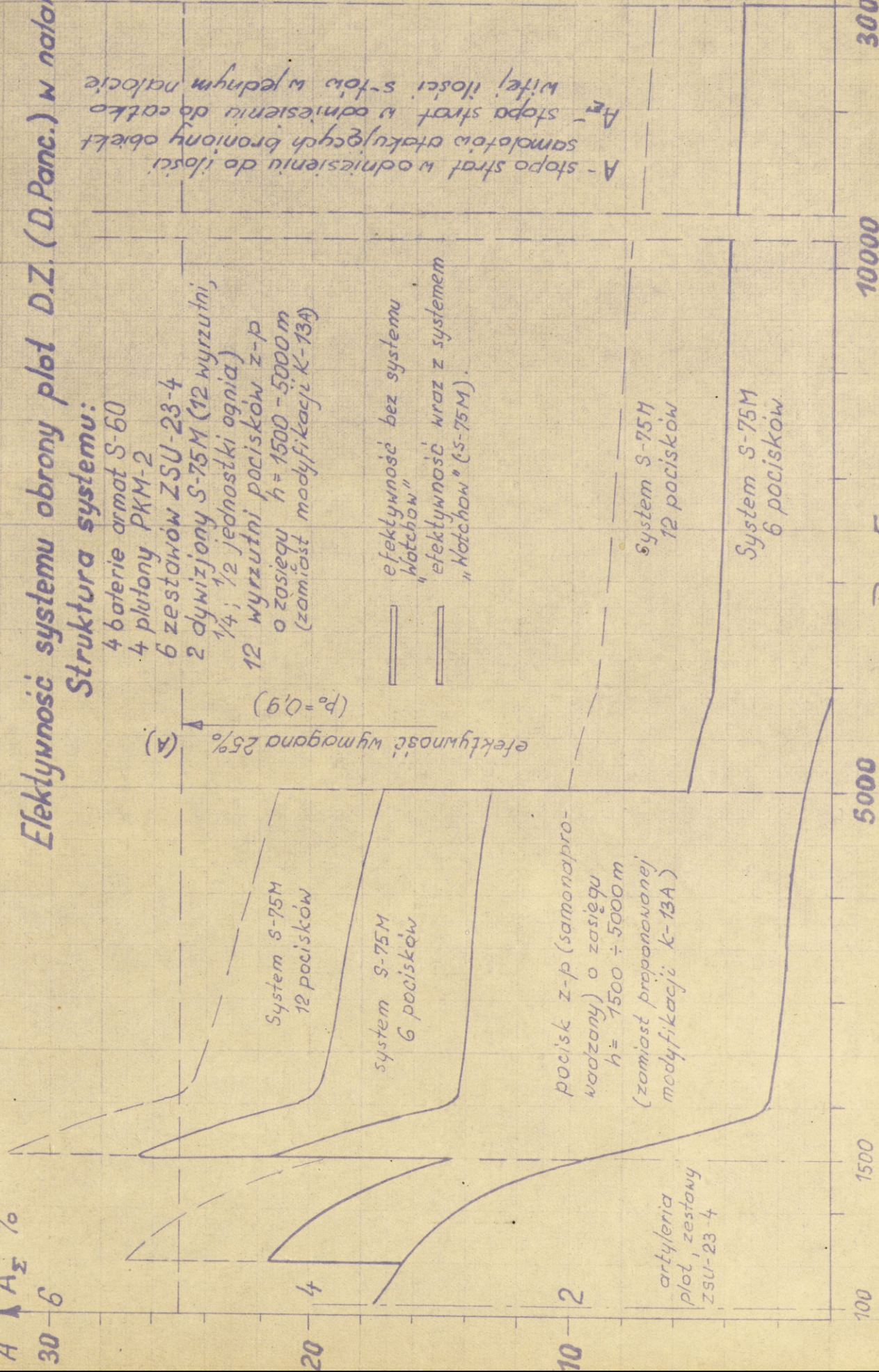


A  $\Delta$  A<sub>Σ</sub> %  
30-6

# Elektywność systemu obrony plot D.Z. (D.Panc.) w nalocie.

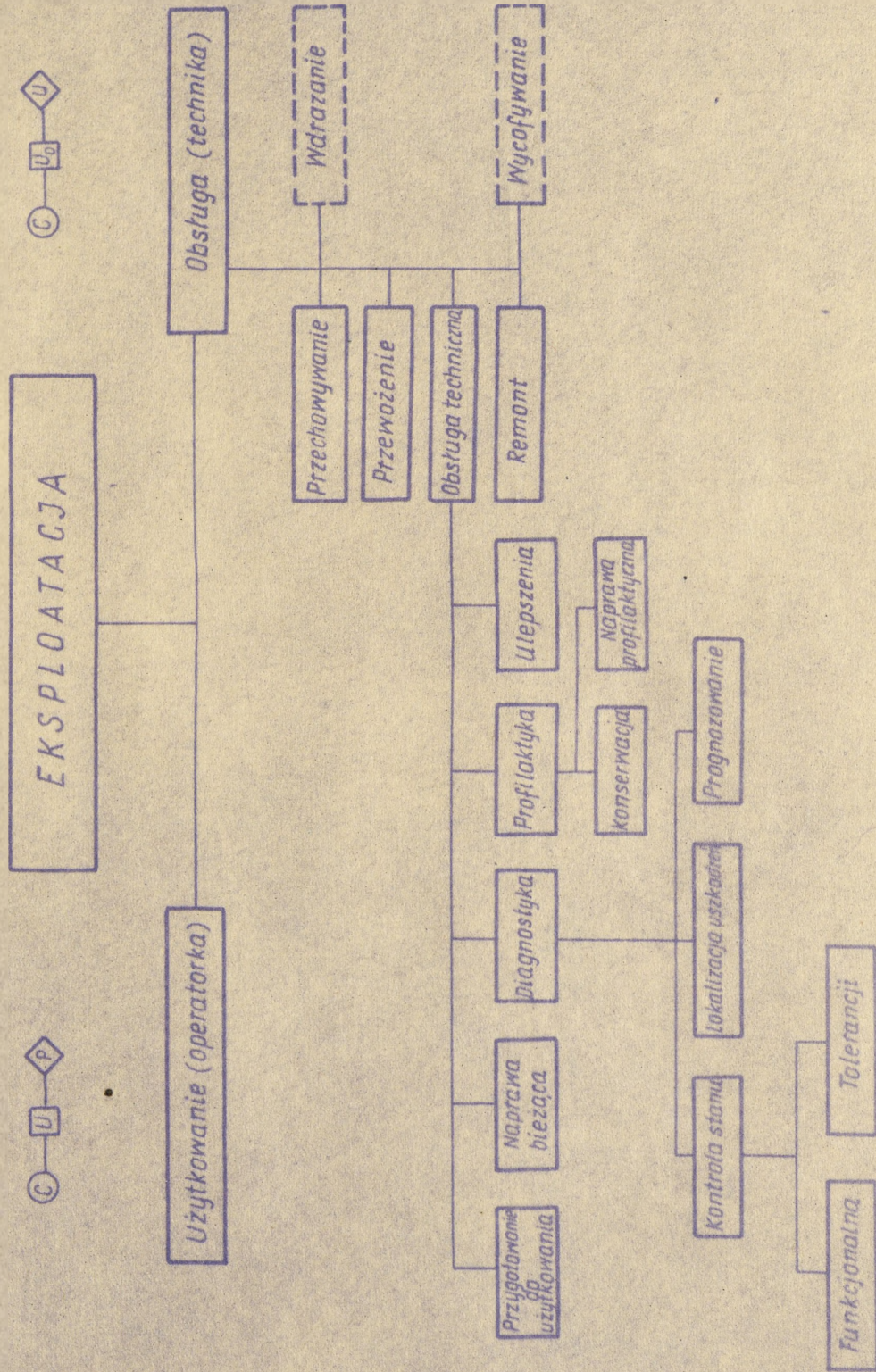
## Struktura systemu:

- 4 baterie armat S-60
- 4 plutony PKM-2
- 6 zestawów ZSU-23-4
- 2 dywizjony S-75M (12 wyrzutni, 1/4; 1/2 jednostki ognia)
- 12 wyrzutni pocisków z-p o zasięgu  $h = 1500 - 5000$  m (zamiast modyfikacji K-13A)

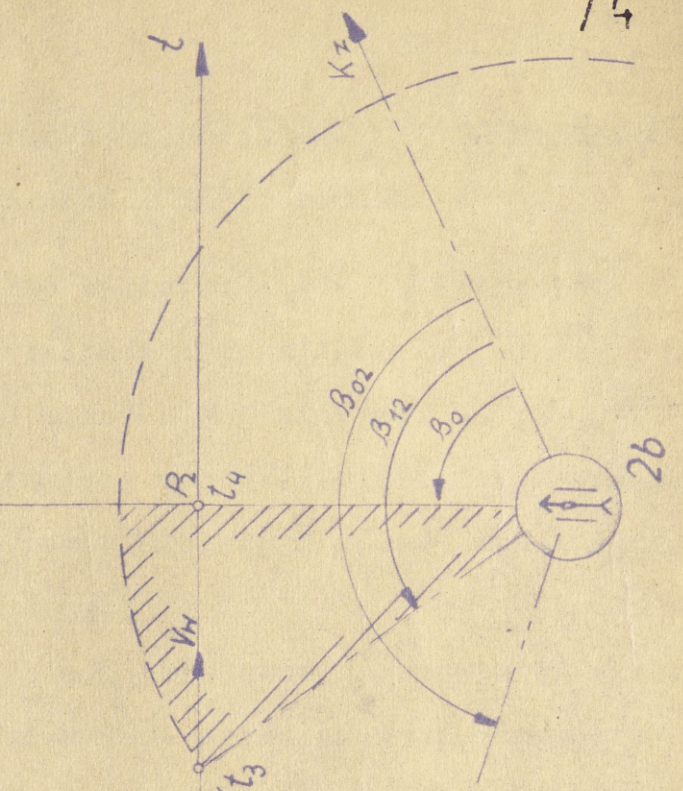
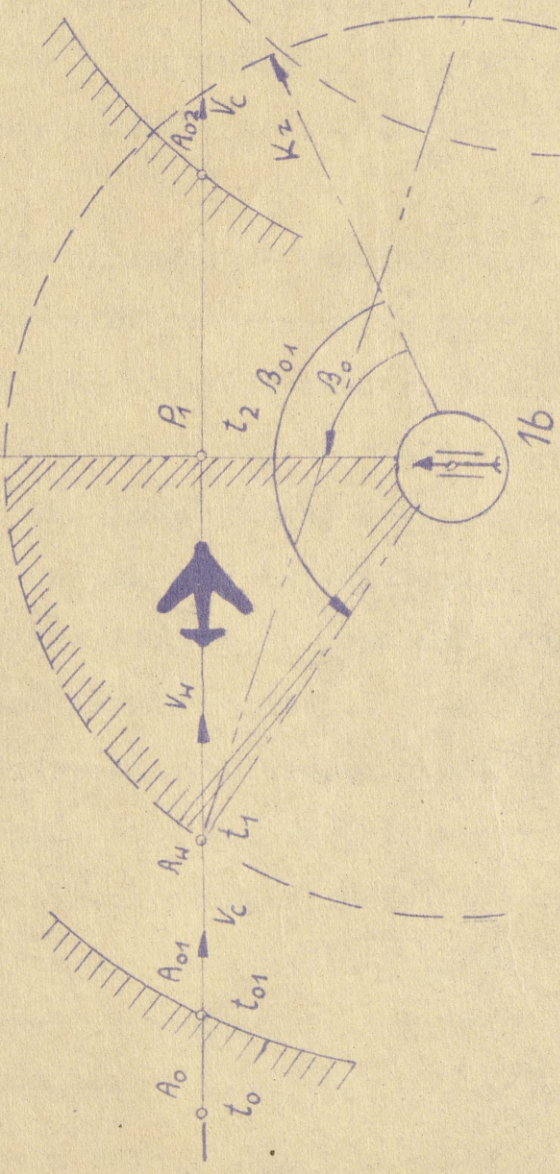
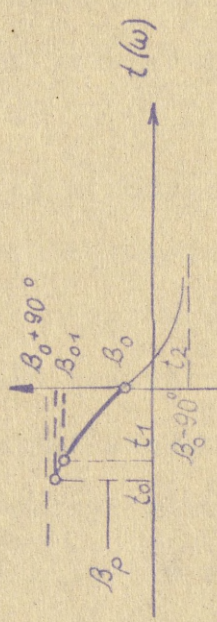
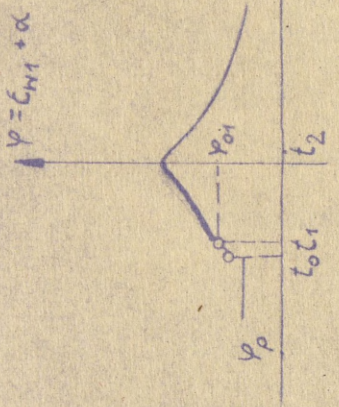


Rys. 5

# FAZY EKSPLOATACJI



Rys. 6.



Rys. 7

4. Niektóre zagadnienia dotyczące struktury systemów obrony przeciwlotniczej /wojsk oraz obszaru kraju/

Sprawa zwalczania nisko lecących celów powietrznych jest częścią zagadnienia walki z nieprzyjacielem, który może działać na lądzie, na morzu i w powietrzu.

Środki lądowe i ewentualnie morskie z jednej i z drugiej strony na ogół utrzymują pewne obszary i przez czas dłuższy pozostają w styczności ze sobą.

Środki powietrzne działają impulsowo /dyskretnie/, a czas ich pobytu nad przeciwnikiem jest ograniczony i w przekroju całych operacji stanowi stosunkowo nieznaczny procent. Ponadto środków powietrznych w porównaniu z naziemnymi wożami bojowymi jest stosunkowo mało a koszt ich jest natomiast wysoki.

Z drugiej strony, bojowe, latające maszyny są wyposażone w coraz skuteczniejsze środki rażenia celów naziemnych i mogą w toku nawet krótkotrwałej akcji zadawać duże straty.

Żywotność powietrznych środków napadu w konfrontacji ich z naziemnymi środkami OPL jest wysoka. Wobec broni lufowej /klasycznej/ nawet przy najoptymistyczniejszych obliczeniach jeden zestaw środków naziemnych może osiągnąć w czasie nalotu prawdopodobieństwo porażenia celu rzędu 1-2% /a przy wysoce zautomatyzowanych środkach OPL co najwyżej do kilku procent/. Wynika stąd wniosek, że aby zwalczyć co najmniej jeden cel z poziomem ufności około 80% potrzebne są dziesiątki zestawów bojowych OPL z setkami lud.

Jeżeli idzie o raketowe sterowane środki OPL to i w tym przypadku w najlepszym razie można oczekiwać przeciętnego prawdopodobieństwa strącenia celu jednym pociskiem rzędu

około 40%, a więc stosunek liczby rakiet do liczby celów powietrznych powinien być jak 3:1 aby uzyskać 80% -towy poziom ufności zdecydowanego zlikwidowania napadu powietrznego. Biorąc pod uwagę, że wspomniane prawdopodobieństwo porażenia celu powietrznego jest uzależnione od wielu warunków /powiadania, ruchu celu na dogodnej wysokości, wysoka gotowość sprzętu i techniki itd./ należy sądzić, że i stosunek 3:1 /rakiety: cele powietrzne/ okazać się może zbyt skromny.

W związku z przytoczonymi uwagami metodologicznie wydaje się, że problemu nie można rozwiązać wskazując ile i jakich naziemnych środków OPL potrzeba aby uczynić obronę powietrzną wysoko skuteczną i zagwarantować stopę strat rzędu 25-30% na wszystkich wysokościach lotu. jest to rzecz niemożliwa ani w sensie ekonomicznym ani w sensie technicznym.

Można natomiast dążyć do podwyższania efektywności naziemnych środków OPL /w miarę posiadanych funduszy/ zmierzając do tego aby stawały się one coraz bardziej odstraszające dla bojowych maszyn nieprzyjaciela tak na niskich jak i na wysokich pułapach.

#### 4.1. Wojska lądowe i OPL wojsk

Zazwyczaj rozpatrując środki napadu powietrznego bierze się pod uwagę samoloty szybkie. Jest to jednak podejście nie całkowicie prawidłowe. Zagadnienie bowiem polega na tym, że samolot poruszający się z dużą prędkością nie może prowadzić celnego ognia. Aby ogień z pokładu środka powietrznego był skuteczny prędkość kątowna celu nie powinna przekraczać 6-10<sup>0</sup>/sek. A więc dla środków latających na wysokościach do 1 km /lub na wysokościach mniejszych ale

o zasięgu celnego oddziaływania ogniowego około 1 km/ będą to prędkości marszowe nie przekraczające 200 m/sek. Będą to samoloty szturmowe i śmigłowce. Należy przy tym zaznaczyć, że ilość maszyn tego typu na Zachodzie ustawicznie wzrasta. Wydaje się, że właśnie ten typ celu powietrznego powinien stać się wzorcowym dla wszelkiego rodzaju naliczeń techniki oraz do ustalania jej parametrów w odniesieniu do pododdziałów działających w szykach rozwiniętych. Należy przy tym wziąć pod uwagę to, że takie pododdziały muszą być ruchliwe, ich ugrupowanie szybko się zmienia i nie mogą one wlec za sobą specjalizowanych ciężkich środków OPL.

Jeżeli uznamy te założenia za słuszne to dojdziemy do przekonania, iż na szczeblach kompania-batalion powinny występować jedynie uniwersalne środki lufowe nadające się do sprzelań tak naziemnych jak i przeciwlotniczych oraz ewentualnie w przyszłości indywidualne lub pokładowe sterowane rakiety przeciwlotnicze.

Uniwersalność broni pokładowej nigdy nie da w odniesieniu do pojedynczego pojazdu czy stanowiska wysokiej skuteczności, natomiast w swej masie może być groźna nawet gdy ogień będzie mieć charakter zaporowy.

Tego typu wymagania winny dotyczyć niemal wszystkich kalibrów /KM oraz armat/ będących aktualnie na uzbrojeniu. Droga podnoszenia skuteczności takiego ognia prowadzić winna przez modernizację celowników, zwiększenie nadażności mechanizmów naprowadzania oraz zwiększenie skuteczności amunicji.

Istotne znaczenie na tych szczeblach ma wstępne powiadamianie, a jeżeli idzie o same środki ogniowe - to posiadanie szerokokątnych, nowoczesnych celowników optycznych z możliwością obserwacji w obrębie dużych kątów bryłowych.

Uprzedzanie o zbliżaniu się środków napadu powietrznego powinno być raczej scentralizowane. Wyniki rozpoznania radiolokacyjnego i lotniczego powinny w formie alarmowej napływać z wyższych szczebli dowodzenia. Na szczeblu kompanii i batalionu szczególnie dużego znaczenia nabiera niezawodność i protota środków OPL oraz natychmiastowa ich gotowość do działania nawet kosztem pewnych umiarkowanych odstępstw od skuteczności ogniowej sprzętu.

Przeciwlotnicze środki specjalizowane mogą, jak się wydaje, występować od szczebla pułku wzwyż. W pułku mogą to być wyłącznie środki samobieżne typu ZSU-23-4 lub ZSU-57-2 oraz ewentualnie samonaprowadzające się pociski typu R-3S dostosowane do strzelań z transporterów. Podobny sprzęt celowym jest mieć również w dywizji oraz dodatkowo holowane działa przeciwlotnicze.

Drogi rozwojowe - przede wszystkim mobilność sprzętu i skracanie czasu gotowości do otwarcia ognia. Następnie należy wymienić doskonalenie przyrządów celowniczych w połączeniu z przystawkami analogowymi do bardziej efektywnego rozwiązywania zagadnienia trafienia i kierowania ogniem w przypadku zwalczania zwłaszcza celów na małych wysokościach. Zagadnienie to było dokładniej omówione w p. 3 tej części referatu jako wykraczające poza ramy formalnej modernizacji sprzętu OPL.<sup>Z</sup> Zagadnieniem tym /jak również z prawidłowym wykorzystaniem zestawów typu ZSU-23-4/ wiąże się problem posiadania mobilnej, mogącej pracować w ruchu artyleryjskiej stacji radiolokacyjnej wstępnego wykrywania oraz stacji radiolokacyjnej podobnego rodzaju jaka jest zastosowana w zestawie ZSU-23-4. Takie stacje potrzebne są przede wszystkim

dla kalibrów 57 mm i wyżej i nie tylko po to aby prowadzić ogień nadążny. W roku 1958 opracowano w kraju wymagania na stację tego typu pod nazwą "GROT-A".

Wszystkie wymienione środki zwalczania celów powietrznych nadają się do walki z celami nisko lecącymi z tym, że obecnie mamy zbyt małą ilość sprzętu o większych kalibrach /powyżej 23 mm /i mało ognia rozpryskowego. Tę sytuację może polepszyć wprowadzenie rakiet indywidualnych i pokładowych wspomnianych wyżej. Inaczej nie można, jak się wydaje, rezygnować z samobieżnych dział o większych kalibrach dostosowanych do strzelania przeciwlotniczych w tym stopniu chociażby jak ZSU-57-2.

Sprzęt raketowy wysokiej klasy o dużych zasięgach ze środkami powiadamiania może występować jedynie na szczeblu armii i frontu. Jednostki tego typu winny jednak dysponować sprzętem lufowym i raketowym o mniejszym zasięgu służącym do samoobrony przed nisko lecącymi celami. Mogą to być pododdziały ZSU-23-4, 57 mm artylerii plot. oraz zestawy samonaprowadzających się pocisków raketowych na transportarach.

Formacje przeciwlotnicze szczebla operacyjnego ze względu na rodzaj działania będą miały dużo wspólnego z charakterem działania 0PK. Stąd narzucają się określone wnioski dla okresu pokoju. Na tych szczeblach powinny być skoncentrowane środki lotnicze /samoloty i śmigłowce/. Mogą one w odniesieniu do nisko lecących celów o małych prędkościach - samolotów i śmigłowców npla - odegrać nader ważną rolę.

Nie mamy tu na uwadze klasycznych samolotów myśliwskich czy też myśliwsko-bombowych. W pracach rozwojowych należy szczególną uwagę zwrócić na uzbrojone wersje samolotów typu "ISKRA" oraz na uzbrojone wersje śmigłowców własnych

i przystosować te maszyny do zwalczania celów powietrznych. Takie kierunki działania mogą znacznie odciążyć lotnictwo operacyjne oraz zwielokrotnić efektywność przeciwlotniczej osłony wojsk.

#### 4.2. Wojska OPK

Jeżeli w wojskach operacyjnych zwalczanie lotnictwa npla jest problemem w głównej mierze obronnym, a więc w pewnym sensie stanowi zadanie pochodne, to w ramach wojsk OPK jest to problem główny. Szczególnie ważne jest niszczenie ewentualnych nosicieli ładunków jądrowych.

Z drugiej strony wymogi maksymalnej mobilności i ruchliwości wojsk OPK nie występują z taką ostrością. W związku z tym na równi z wysokoefektywnymi zestawami raketowymi o stałej gotowości bojowej i lotnictwem myśliwskim, w systemie obrony przeciwlotniczej Kraju powinny znaleźć się specjalizowane środki przeciwlotnicze gwarantujące możliwie najwyższą celność i skuteczność ognia. Mogą to być zestawy ZSU-23-4 oraz holowane zestawy armat 57 mm oraz 100 mm /KS-19/. Ten sprzęt może przejąć zadanie zwalczania również i nisko lecących celów, szczególnie gdy działa plot wyposaży się w urządzenia podwyższające celność ognia /o których była mowa poprzednio/.

Tak samo jak i w wojskach operacyjnych bardzo ważnym zagadnieniem jest podwyższenie efektywności rozprysku granatu przeciwlotniczego. Wydaje się, że bez opracowania chociażby uproszczonego zapalnika zbliżeniowego zagadnienie to z miejsca nie ruszy.

2  
1 Sam system /organizacja/ obrony oraz liczebność środków powinna być podliczona wtedy, gdy stanie się jasne jakie środki materialne mogą być przeznaczone oraz jakie są możliwości dostawcze sprzętu.

Przed uzyskaniem danych o liczebności i strukturze maks. możliwego arsenału środków przeciwlotniczych wszelkie rozważania na temat organizacji, proporcji środków itp. są czysto teoretyczne i w określonym sensie użytkowym - bezprzedmiotowe, tym bardziej, że proponowane rozwiązania nigdy nie będą rozwiązaniami jednoznacznymi.

Orientacyjnie możnaby powiedzieć, że jeżeli będziemy dysponować zestawami ZSU-23-4, S-60 oraz KS19 to proporcje w liczebności baterii mogą być np. jak 1:1:1. Da to niezłą i względnie dość elastyczną efektywność działania.

Jeżeli idzie o proporcje pomiędzy wysoko-efektywnymi raketami sterowanymi a bronią lufową, to należy dążyć do tego aby prawdopodobieństwo zestrzelenia co najmniej jednego celu przez artylerię lufową i inne środki na niskich pułapach było tego samego rzędu co analogiczne prawdopodobieństwo zestrzelenia przez raketę na dogodnym pułapie wyższym.

Stosowanie innego podejścia zmusza nas do pogodzenia się z istnieniem pewnych warstw przestrzeni, które będą w danej sytuacji taktycznej najbardziej dogodne dla przenikania nieprzyjacielskich środków napadu powietrznego przez nasz system obrony.

Wychodzenie z doktrynalnych ustaleń liczby środków napadu w jednym nalocie można stosować aby ustalić granicę "zatkania" systemu obrony. Środków OPL będzie zawsze za mało i żadna ekonomika nie wytrzyma całkowicie szczelnego zabezpieczenia przeciwlotniczego. W związku z tym najbardziej

miarodajnymi obliczeniami będą raczej oszacowania relatywne dotyczące proporcji środków rozpoczynając od struktur organizacyjnych umożliwiających użycie sprzętu w ogóle.

Naliczenia globalne powinny bazować na decyzjach dotyczących podziału posiadanych środków materialnych wg arbitralnie ustalonych priorytetów ważności tego czy innego rodzaju wojsk jako całości.

#### 4.3. Zakonczenie

W świetle przytoczonych wyżej uwag i wniosków można sformułować następujące odpowiedzi na pytania postawione w tezach / dla Sekcji Operacyjnej/.

##### A. Poprawność założeń aktualnego modelu OPL oraz metoda oszacowań efektywności.

Aktualnie istniejący model nie jest oparty na żadnych wymiernych /w sensie oszacowań efektywności/ przesłankach. W punkcie 2 referatu przedstawiono konstrukcję obliczeń efektywności na podstawie stopy strat przy danym poziomie ufności.

Można było-by oszacowanie kompleksowej efektywności systemu OPL przeprowadzić, wyliczając prawdopodobieństwo strącenia co-najmniej jednego samolotu w funkcji czasu przy różnych ilościach celów i dla różnych pułapów, Jeżeli założy się, że znaczenie operacyjne różnych pułapów jest jednakowe, to wymienione prawdopodobieństwa winny być jednakowe lub z odpowiednią wagą gdy obrona organizowana jest poprzecznie / w "płaszczyźnie poziomej"/. Natąką pracę trzeba jednak sporo czasu / prawdopodobnie od 6 miesięcy do 1 - roku dla 15-osobowej grupy specjalistów/.

##### B. Który sposób organizacji obrony jest najbardziej przydatny do zwalczania nisko-lecących celów.

Nisko-lecące cele mogą być zwalczane skutecznie gdy będziemy mieli dostateczną ilość środków / wystarczającą ich koncentrację/ w odpowiednim miejscu, w czasie przelotu środków napadu. Statycznie większą koncentrację /ale w określonych obszarach/ daje obrona strefowa, jeżeli cele muszą dłuższy czas przebywać nad bronionym obszarem. Wogóle obrona w większym stopniu zależy od stanu gotowości sprzętu a więc od obsługi technicznej, wyszkolenia składu osobowego i wcześniejszego

powiadamy niż od spekulacji organizacyjnych.

C. Zakres i sposoby kompleksowości obrony w skali taktycznej i operacyjnej.

Te zagadnienia w odniesieniu do techniki zostały naszkicowane wyżej /p.4.1 oraz 4.2/. Wogóle środki walki i zamierzenia co do ich ulepszenia powinny być takie, aby z biegiem czasu ich skuteczność obrona permanentnie wzrastała bez potrzeby stosowania drastycznych zmian organizacyjnych, lub gwałtownych nasileń szkolenia. Idzie o to, aby cały system w miarę możliwości był maksymalnie adaptacyjny przynajmniej w skali taktycznej. W związku z tym winny być prowadzone prace rozwojowe o charakterze ciągłym nawet przy założeniu, że nie każdy kolejny etap rozwojowy będzie wdrażany do produkcji i wprowadzany do wyposażenia systemów OPL.

D. Centralizacja dowodzenia ogniowego. \_

Centralizacja dowodzenia powinna być stosowana w zakresie powiadamy i kierowania środkami o dużym zasięgu i o małej mobilności. Nie dotyczy to oczywiście lotnictwa - gdzie centralizacja dowodzenia musi mieć miejsce w skali operacyjnej.

Centralizacja dowodzenia / w pojęciu konwencjonalnym/ w odniesieniu do środków pokładowych i mobilnych środków specjalizowanych o małym zasięgu jest szkodliwa i może doprowadzić do niewykorzystania posiadanych możliwości oraz do niedopuszczalnie dużych strat własnych.

Opracowanie niniejsze w odniesieniu do tego zagadnienia zawiera konkretne propozycje rozwiązań technicznych kierowa-

nia ogniem w warunkach hierarhicznej struktury systemu OPL jako systemu powiadamiania i zwalczania celów na małych wysokościach, gdzie poszczególne ugrupowania i zestawy działają w sposób autonomiczny / p.3 referatu/.

Opracowano przez Zespół w składzie:

Gen.bryg.dr inż. Arnold IWASZKIEWICZ

Płk dr inż. Zbigniew RĄBEK

Płk dr inż. Stanisław PIASECKI

Płk doc mgr inż. Władysław ŻELAZOWSKI

Wydrukowano w 3 egz.

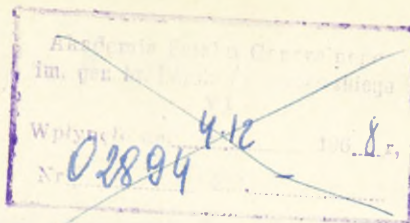
Egz.Nr. 1 - 2 ASG

Egz.Nr. 3 - a/a

Wykonał: płk RĄBEK

D r u k: MS z dnia 10.11.68r  
nr.ks.masz.0541

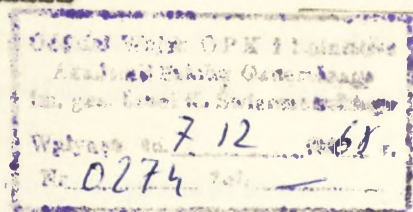
  
**DOWÓDZTWO**  
 Wojsk (Siły) Powietrznej Kraju  
 Szefostwo Artylerii OPK



Egz.Nr. 3.

Nr. 01157/mb

ZWALCZANIE SAMOŁOTÓW PRZECIWNIKA DZIAŁAJĄCYCH  
NA MAŁYCH WYSOKOŚCIACH PRZEZ ARTYLERIĘ RAKIE-  
TOWĄ OPK



1. WSTĘP

W świetle doświadczeń z wojny w Wietnamie i na Bliskim Wschodzie należy przyjąć jako zasadę, że we współczesnych działaniach bojowych obiekty obszaru kraju mogą być niszczone przede wszystkim przez samoloty działające na małych wysokościach. Ogólnie należy stwierdzić, że obrona obiektów przed celami nisko lecącymi z prędkościami jakie osiągają współczesne środki napadu powietrznego jest zagadnieniem trudnym i organizacyjnie skomplikowanym. Z punktu widzenia użycia artylerii raketowej OPK do zwalczania tego rodzaju celów, decydującego znaczenia w tym wypadku nabiera "walka" o czas, który jest niezbędny na terminowe wykrycie celu, przygotowanie danych wyjściowych do strzelania oraz ostrzelanie celu w granicach strefy ognia. W warunkach zwalczania celów nisko lecących zapas czasu, jakim możemy dysponować t.zn. od chwili wykrycia celu do momentu spotkania go z rakieta, jest dwu, a nawet trzykrotnie mniejszy od czasu jakim rozporządzamy przy zwalczaniu celów na wysokościach średnich i dużych. Dlatego też problem zwalczania celów nisko lecących powinien być rozpatrywany kompleksowo, t.zn. w świetle rozwiązania zagadnień technicznych, operacyjnych i szkoleniowych.

W artylerii raketowej OPK zagadnienie zwalczania celów nisko lecących jest stawiane jako zadanie pierwszoplanowe. Na tym odcinku poczyniono już znaczne postępy w stosunku do lat ubiegłych. Należy tutaj dla przykładu wymienić chociażby niektóre zrealizowane zamierzenia, a mianowicie:

- na przestrzeni lat 1963-66 drogą modernizacji zestawów raketowych i wprowadzenia nowych typów rakiet obniżono dolną strefę ognia z 3000 do 500 m w zestawach SA-75M "DWINA" i z 1000 m do 300 m w zestawach S-75M "WOLCHOW";
- w 1968 r. przeprowadzono modernizację SNR "DWINA" w zakresie współpracy z urządzeniem NRZ-12, co pozwala skrócić czas określania przy-

*Handwritten notes:*  
 12.68  
 20.11  
 12.11

*Handwritten note:*  
 12.68

należności obiektów powietrznych "swój - cudzy";

- realizuje się przedsięwzięcia związane z obniżaniem kątów zakrycia dla SNR poprzez wyrąb lasu w rejonach stanowisk ogniowych dywizjonów oraz podwyższanie płaszczyzn rozmieszczenia kabin PA /PW/;
- zorganizowanie baterii osłonowych mk do bezpośredniej osłony przed celami nisko lecącymi stanowisk artylerii raketowej, lotnisk, stanowisk dowodzenia, składnic itp.

Niezależnie od powyższych przedsięwzięć w jednostkach artylerii raketowej OPK prowadzi się intensywne szkolenie obsłóg z zakresu zwalczania celów nisko lecących. Również podczas wykonywania strzelań poligonowych według zadań "Szkoły Ognia" problematyka ta jest uwzględniana w całej rozciągłości.

## 2. Przystosowanie zestawów "DWINA" i "WOLCHOW" do zwalczania celów na małych wysokościach

Problem skutecznego zwalczania celów na małych i bardzo małych wysokościach w świetle wymagań stawianych obronie przeciwlotniczej, taktyki walki współczesnego lotnictwa, potwierdzonych zresztą doświadczeniami wojny wietnamskiej, jest problemem niezmiernie ważnym i jak najbardziej aktualnym przy obecnym stanie naszej obrony powietrznej kraju.

W związku z tym inicjatywa zorganizowania konferencji, na której zagadnienia z tym związane mają być przedyskutowane jest niewątpliwie słuszną i na czasie, nie mniej jednak wydaje mi się, że okres przygotowawczy przeznaczony na odpowiednie i wnikliwe opracowanie materiałów do dyskusji organizatorzy przewidzieli zbyt krótki.

W swoim wystąpieniu przedstawię stanowisko Szefostwa Artylerii OPK w zakresie:

- 1<sup>o</sup> Możliwości raketowych zestawów "DWINA" i "WOLCHOW" zwalczania celów powietrznych z uwzględnieniem ostatnio zrealizowanej modernizacji zestawów "DWINA" pod kątem zwalczania celów nisko lecących;
- 2<sup>o</sup> Możliwości i celowości /z punktu widzenia technicznego i ekonomicznego/ modernizacji posiadanych zestawów w aspekcie rozszerzenia ich możliwości zwalczania celów na małych i bardzo małych wysokościach.

Nie będę natomiast omawiał w szerszym zakresie zagadnień związanych ze zwiększeniem odporności posiadanych zestawów na zakłócenia aktywne i pasywne, gdyż w przeciwieństwie do sugestii autora tez, Szefostwo Artylerii OPK nie widzi bezpośredniego związku tego problemu z problemem rozszerzenia możliwości zestawów w zwalczaniu celów na małych i bardzo małych wysokościach, oczywiście z wyjątkiem rozważań ewentualnego wprowadzenia układów tłumienia ech do zestawów "DWINA".

Dokonanie wyczerpującej i pełnej analizy sugerowanej modernizacji, uzasadnienie jej możliwości i celowości przekracza z przyczyn obiektywnych możliwości i kompetencje użytkownika sprzętu - Szefostwa Artylerii OPK.

Znane nam są zasady taktycznego wykorzystania sprzętu, jego obsługiwanie i użytkowania oraz parametry techniczno-taktyczne jakim winny odpowiadać zestawy sprzętu przeznaczone do zwalczania współczesnych środków napadu powietrznego. Natomiast odczuwamy brak rzetelnej informacji o kierunkach rozwoju, o rozwiązaniach funkcjonalnych i konstrukcyjnych oraz o technologii produkcji nowoczesnego sprzętu raketowego klasy "ziemia-powietrze" tak niezbędnych w analizie zagadnienia stanowiącego przedmiot rozważań tej konferencji.

Nie mamy również szerszego rozeznania w aktualnych krajowych możliwościach w zakresie projektowania i wykonania nowoczesnych rozwiązań w sprzęcie raketowym.

W związku z powyższym zdajemy sobie sprawę, że nasz głos w dyskusji nie wyczerpie zagadnień w stopniu, w jakim chcieliby to widzieć organizatorzy konferencji.

Ponadto należy dodać, że problem modernizacji zestawów raketowych siłami i środkami krajowymi należy rozpatrywać w aspekcie pewnych okoliczności, z którymi nie można się nie liczyć:

Okoliczność pierwsza wiąże się z tym, że:

sprzęt raketowy klasy "ziemia-powietrze" jak wiadomo zakupujemy w ZSRR. Dostawca sprzętu nie tylko proponuje określony rodzaj zestawów ale decyduje o wyposażeniu wojsk państw Układu Warszawskiego w sprzęt o określonych parametrach techniczno-taktycznych, jak również o zasadach i możliwościach jego wykorzystania taktyczno-bojowego.

Okoliczność druga dotyczy faktu, że:

dostawca prowadzi wszechstronne badania tego sprzętu, inicjując jego modernizację w sensie dostosowywania i udoskonalania parametrów sprzętu odpowiednio do parametrów nowoczesnych środków napadu powietrznego

z uwzględnieniem możliwego, technicznie i ekonomicznie uzasadnionego zakresu modernizacji na konkretnym typie sprzętu.

Wyrazem tego jest ustalony i praktycznie realizowany system paramentalnej modernizacji zestawów raketowych.

Do chwili obecnej zrealizowano już trzy fazy modernizacji.

Istotą tych modernizacji było:

a/ w zakresie "WOLCHOW" - wymiana starych na bardziej doskonałe, automatyczne przyrządu startu;

b/ w zestawie "DWINA" - przystosowanie zestawu do strzelania do celów przy  $H < 1$ , celów naziemnych i nawodnych oraz do automatycznie kierowanych balonów, jak również do współpracy zestawu SA-75M z naziemnym radiolokacyjnym urządzeniem zapytującym NRZ-12.

Ponadto w okresie przygotowawczym jest kolejna czwarta modernizacja. Ma ona objąć: współpracę zestawów S-75M z NRZ-12, dostosowanie tego zestawu do scentralizowanego kierowania ogniem oraz podniesienie jego niezawodności.

Okoliczność trzecia wynika z istniejących ustaleń pomiędzy dostawcą a użytkownikiem a mianowicie:

dostawca zastrzegł sobie, że warunkiem wspomnianych modernizacji jest zaniechanie przez użytkownika sprzętu jakichkolwiek przeróbek, wprowadzających zmiany w jego funkcjonowaniu, konstrukcji i schematach, gdyż każda kolejna modernizacja wprowadzana przez konstruktora sprzętu uwzględnia poprzednio dokonaną.

Teraz postaram się przeprowadzić ogólną ocenę podstawowego problemu naszej dyskusji, a mianowicie taktyczno-bojowych możliwości posiadanych zestawów w zwalczaniu celów nisko lecących oraz ewentualnego zakresu modernizacji tych zestawów w sensie rozszerzenia ich możliwości skutecznego zwalczania celów na małych i bardzo małych wysokościach.

Możliwości te, moim zdaniem należy rozpatrywać w dwóch zbieżnych płaszczyznach, a mianowicie:

- możliwości wykrywania celów nisko lecących przez RSWP i SNB;
- możliwości przechwytywania, prowadzenia i zwalczania celów.

Jak wiadomo w ugrupowaniach bojowych zestawów "DWINA" i "WOLCHOW" wykorzystujemy stację wstępnego przeszukiwania typu P-12M. Ogólnie należy stwierdzić, że stacje te w wersji dotychczasowej nie są dostosowane do wykrywania celów na bardzo małych wysokościach, gdyż:

- układ tłumienia ech stałych /TES/, zbudowany na dwóch szeregowo połączonych potencjałoskopach, jest w stanie praktycznie rzecz biorąc stłumić w stopniu wystarczającym tylko niezbyt intensywne odbicia od przedmiotów terenowych. Jeśli natomiast przedmioty terenowe są odpowiednio gęste, a tak jest w większości ugrupowań - wyselekcjonowanie celu ruchomego staje się niemożliwym;
- teoretyczne odległości wykrycia przez stację P-12M, przy założeniu terenu równinnego o kącie spadu i zakrycia  $0^\circ$  oraz przy włączonym układzie TES są następujące:

$H < 50$ m	- brak danych
$H = 50$ m	- $D_w \approx 20$ km
$H = 75$ m	- $D_w \approx 25$ km
$H = 100$ m	- $D_w \approx 28$ km
$H = 150$ m	- $D_w \approx 32$ km
$H = 200$ m	- $D_w \approx 35$ km
$H = 250$ m	- $D_w \approx 38$ km
$H = 300$ m	- $D_w \approx 40$ km
$H = 400$ m	- $D_w \approx 43$ km
$H = 500$ m	- $D_w \approx 45$ km

Oczywiście, w naszych konkretnych warunkach terenowych praktyczne odległości wykrycia są o wiele mniejsze.

Jeśli chodzi o teoretyczne możliwości wykrywania celów nisko lecących przez stacje naprowadzania rakiet "DWINA" i "WOLCHOW" - brak jest danych; jedynie w objaśnieniach do zasad strzelania, co z resztą potwierdza praktyka, stacja SA-75M jest zdolna wykryć cel nisko lecący na odległościach porównywalnych ze stacją P-12M, natomiast SNR S-75M może wykryć cel na odległościach nieco większych niż stacja P-12M.

W związku z tym, zasady strzelania nakazują w przypadku spodziewanego ataku celów nisko lecących stosować równoległe poszukiwanie celu przez RSWP i SNR. Niezbędna jest również informacja z SD wyższego szczebla lub WRT o spodziewanym pojawieniu się celów nisko lecących. Informację tę SD dywizjonu musi otrzymać co najmniej dwie minuty przed rozpoczęciem poszukiwania, gdyż w trakcie poszukiwania rakiety muszą być "na przygotowaniu".

Obecnie, zarówno stacje SA-75M /po modernizacji/ jak i S-75M posiadają reżim pracy " $H < 1$ " z tym, że zestawy "WOLCHOW" w tym reżimie

mogą zwalczać cele na wysokościach do 300 m, natomiast zestawy "DWINA" do 500 m nad powierzchnią ziemi i 800 m nad powierzchnią wody.

W posiadanych przez Szefostwo Artylerii OPK materiałach brak jest danych odnośnie prawdopodobieństwa zniszczenia celu na tych wysokościach; nie znamy również odpowiednich wyników doświadczeń z praktycznych strzelań poligonowych.

Reasumując powyższe, przy pomocy posiadanych zestawów raketowych nie jesteśmy w stanie, w chwili obecnej zwalczać środki napadu powietrznego nieprzyjaciela na bardzo małych wysokościach.

Zanim jeszcze przystąpię do omówienia zakresu ewentualnej modernizacji posiadanego sprzętu pod kątem rozszerzenia jego możliwości w zwalczaniu celów na małych i bardzo małych wysokościach, uważam za stosowne krótko zastanowić się nad współczesnymi kierunkami rozwoju raketowych systemów przeciwlotniczych w skali światowej oraz warunkami jakim winien odpowiadać sprzęt raketowy stosowany do zwalczania celów na małych i bardzo małych wysokościach.

Z dostępnej literatury wynika, że współczesne kierunki rozwoju przeciwlotniczej broni raketowej zmierzają do specjalizacji zestawów raketowych w sensie dostosowania ich do zwalczania środków napadu powietrznego na określonych pułapach. Można wyodrębnić trzy podstawowe grupy:

- I grupa - zestawy raketowe przeznaczone do zwalczania celów na bardzo dużych wysokościach;
- II grupa - zestawy raketowe przeznaczone do zwalczania celów na dużych i średnich wysokościach;
- III grupa - zestawy raketowe przeznaczone do zwalczania celów na małych i bardzo małych wysokościach.

W ostatnich latach obserwujemy szczególnie burzliwy rozwój zestawów raketowych przeznaczonych do zwalczania celów na małych i bardzo małych wysokościach.

W tej grupie, w większości przypadków, stacje radiolokacyjne są przeznaczone przede wszystkim do wykrycia celu i wstępnego naprowadzania wyrzutni, optycznych celowników z detektorami podczerwieni /rakiety/ na cel oraz do ewentualnego określania odległości zbliżenia /cel - rakiet/. Dalsze kierowanie raketą odbywa się metodą samonaprowadzania, bądź też metodą dowódczą przy pomocy urządzeń optycznych z detektorami podczerwieni.

Zdaniem Szefostwa Artylerii OPK zestawy raketowe w zakresie zwalczania celów na małych i bardzo małych wysokościach powinny odpowiadać przede wszystkim takim wymaganiom jak:

- zdolność wykrycia celów lecących na wysokościach od 50 m, a nawet niższych oraz na odległościach zapewniających zniszczenia celu w strefie ognia na kursie zbliżeniowym;
- całkowite zautomatyzowanie systemu opracowania i przekazania danych na kierunku RSWP - SNR /urządzenia naprowadzania raket/;
- zdolność skutecznego niszczenia celów lecących na wysokościach od 50 m, a nawet niższych oraz z prędkościami rzędu  $\dots 1,5 \dots$  Ma.

Z konfrontacji możliwości posiadanych zestawów i wymagań jakim powinny odpowiadać zestawy do zwalczania celów na małych i bardzo małych wysokościach wynikałby ewentualny zakres modernizacji widziany ogólnie i kompleksowo, a mianowicie:

- zwiększenie odległości wykrywania celów nisko lecących przez RSWP i polepszenie systemu opracowania i przekazywania informacji o celach na kierunku RSWP - SNR;
- modernizacja SNR i raket;
- lepsze dostosowanie terenu w rejonach lokalizacji zestawów /SNR i RSWP/ w sensie odpowiedniego zmniejszenia kątów zakrycia /lasy/.

Należałoby więc posiadać RSWP zapewniającą wykrycie na odpowiednich odległościach celów lecących na dużych, średnich, małych i bardzo małych wysokościach to znaczy RSWP /jeśli byłaby to jedna/, która posiadałaby dwa reżimy pracy: jeden dotychczasowy, drugi umożliwiający wykrycie celów na małych i bardzo małych wysokościach.

Sposób orzwiązania wymagałby głębszej analizy, w wyniku której może udałoby się zmodernizować pod tym kątem posiadane RSWP, lub też zastosować inne, bardziej odpowiednie typy.

Równocześnie należałoby udoskonalić system opracowania i przekazywania informacji o celach pod kątem skrócenia czasu tych operacji, tak aby zabezpieczyć zniszczenie celu w strefie ognia zestawu.

Ewentualna modernizacja SNR powinna niewątpliwie objąć zmiany w układzie antenowym, które pozwoliłyby na uzyskanie charakterystyk kierunkowych i sposobów przeszukiwania, umożliwiających wykrycie celu na małych i bardzo małych wysokościach oraz na odpowiednich odległościach. Możliwość tu rozpatrzyć układ ze skośnym przeszukiwaniem, podwyższenie anten itp. Zasygnalizowane zmiany w układzie antenowym spowodowałyby

niewątpliwie konieczność wprowadzenia dodatkowych, odpowiednich układów elektrycznych i elektronicznych oraz przekonstruowanie anten i zespołów mechanicznych napędów anten. Ponadto w zestawach "DWINA" należałoby wprowadzić tłumienia ech stałych /TES/.

Uwzględniając powyższe, wydaje się również koniecznym dostosowanie toru i parametrów lotu rakiety do nowych wymagań oraz polepszenie parametrów niestabilnego toru lotu rakiety na początkowym kierowanym odcinku w celu zmniejszenia amplitudy wahań i czasu stabilizacji lub też uzyskanie asymptotycznego wejścia rakiety na tor kinematyczny. Pozwoliłoby to na obniżenie toru lotu rakiety i skrócenie bliższej granicy strefy ognia pożądaných przy zwalczaniu celów na małych i bardzo małych wysokościach. Zmiany te byłyby oczywiście uzależnione od właściwości dynamicznych i aerodynamicznych samych rakiet i pociągnęłyby za sobą konieczność dokonania zmian w odpowiedniej aparaturze kierowania /SNR i rakiety/ jak również w układach zadziałania radiozapalnika /filtrowanie lub podwyższenie progu zadziałania radiozapalnika.

Powyższe zmiany należy rozumieć oczywiście jako poszerzenie właściwości bojowego wykorzystania zestawów.

Przy ewentualnej więc realizacji powyższych zamierzeń należałoby liczyć się z koniecznością wprowadzenia szeregu zmian w układach SNR i rakiety nie poddanych bezpośrednio modernizacji.

Wraz z podjęciem ewentualnej modernizacji wykonałoby się mniejszy ale niebagatelny problem przepracowania odpowiedniej dokumentacji technicznej, eksploatacyjnej i bojowego wykorzystania zestawów.

Ewentualną modernizację należy także wiązać z zagadnieniem, które już przy aktualnych możliwościach zestawów stanowi problem we wszystkich jednostkach artylerii raketowej OPK. Chodzi mianowicie o lepsze dostosowanie zalesionego terenu w rejonach ugrupowań bojowych doar, zmniejszenie kątów zakrycia, które można uzyskać w drodze wycinku znacznych obszarów lasu. Zrealizowanie tego przedsięwzięcia umożliwiłoby tylko i wyłącznie pełniejsze wykorzystanie aktualnie posiadanych możliwości taktyczno-bojowych naszego sprzętu. W przypadku zmodernizowania zestawów - problem wycinki lasu musiałby być ponownie podjęty w nowym, znacznie szerszym jego wymiarze.

Omówiony zakres ewentualnej, wymaganej modernizacji daje ogólne pojęcie po rozmiarach całego przedsięwzięcia. W pełni kompetentną ocenę możliwości i celowości ewentualnej modernizacji może dać szczegółowa analiza. Podjąć to zadanie mogłaby i powinna odpowiednia instytucja naukowo-badawcza, przygotowana i zdolna do przeprowadzenia tego rodzaju

analizy. Po analizie jak się wydaje - powinna nastąpić faza fragmentarycznych prób i eksperymentów, które potwierdziłyby słuszność teoretycznych rozważań wynikających z analizy, faza niezbędna do podjęcia ostatecznej decyzji odnośnie modernizacji.

Do tego potrzebna jest także odpowiednio wyposażona baza naukowo-badawcza z poligonem doświadczalnym włącznie. W razie gdyby zdecydowano się na modernizację należałoby powierzyć jej opracowanie odpowiednim wyspecjalizowanym biurom konstrukcyjnym i zakładom.

Szefostwo Artylerii OPK nie ma rozeznania czy w kraju istnieją taka baza i możliwości. Wydaje nam się, że nie istnieją. W analizie możliwości i celowości sugerowanej modernizacji oczywiście należałoby także wziąć pod uwagę możliwości ekonomiczne; czy ewentualnie podniesione nakłady byłyby odpowiednie do uzyskanych efektów.

Przeprowadzenie takiej analizy przekracza - jak wspomniałem na wstępie - możliwości i kompetencje Szefostwa Artylerii OPK. Analizę taką musiałaby poprzedzić dokładna analiza techniczna - o czym także mówiłem wcześniej.

Przy rozpatrywaniu ewentualnej modernizacji nie można pomijać także czynnika czasu. Gdyby nawet podjęto modernizację zestawów, należałoby oczekiwać, że fazy projektowania, uruchamiania produkcji i realizacji modernizacji trwałyby bardzo długo, co mogłoby ujemnie odbić się na celowości modernizacji.

W rozważaniach nad możliwością i celowością modernizacji nie można także nie liczyć się z kierunkami rozwoju raketowych systemów klasy "ziemia - powietrze" w skali światowej - o czym mówiłem wcześniej.

Zdaniem więc Szefostwa Artylerii OPK, modernizacja zestawów "DWINA" i "WOLCHOW" w sensie rozszerzenia ich możliwości w zakresie zwalczania celów na małych i bardzo małych wysokościach, w naszej sytuacji - to jest wobec zależności od dostawcy oraz krajowych możliwości technicznych - nie możliwa do przeprowadzenia, a w aspekcie ogólnych kierunków rozwoju broni raketowej klasy "ziemia - powietrze" oraz ze względów ekonomicznego balansu, uzyskanych efektów przy niewątpliwie ogromnych nakładach - niecelowa.

Wydaje się nam, że jedynym kierunkiem polepszenia obrony przed celami na małych i bardzo małych wysokościach jest wprowadzenie na uzbrojenie Wojsk OPK specjalnych zestawów do zwalczania tych

celów, to jest realizacja systemu osłony obiektów przez wyspecjalizowane zestawy raketowe klasy "ziemia-powietrze" w sensie przydziału wysokości i miejsca w ugrupowaniu bojowym.

Jeśli jest to możliwe podjąć produkcję takich zestawów w kraju, a raczej - co jest realne - sprowadzać takie zestawy z ZSRR, jeśli taka oferta będzie nam przedłożona.

Nie znaczy to jednak, że Szefostwo Artylerii OPK nie widzi celowości i możliwości przeprowadzenia dalszej modernizacji zestawów w takim zakresie, w jakim jest to możliwe i uzasadnione technicznie, ale tego rodzaju modernizację sprzętu - o czym była mowa na wstępie - opracowuje i realizuje dostawca w ramach porozumień o pomocy technicznej w państwach Układu Warszawskiego.

### 3. Analiza ugrupowań bojowych artylerii raketowej OPK w świetle zwalczania celów nisko lecących oraz niektóre zasady jej wykorzystania bojowego

Zgodnie z zasadami strzelania artylerii raketowej OPK za cel nisko lecący uważa się taki obiekt powietrzny, którego wysokość lotu nie przekracza 1000 m. Rozważania teoretyczne, jak również doświadczenia uzyskane podczas ćwiczeń wskazują, że zasadnicze trudności w zwalczaniu celów nisko lecących występują na znacznie mniejszych wysokościach, a mianowicie rzędu 100-500 m. Wynika stąd potrzeba przeanalizowania ugrupowań bojowych artylerii raketowej OPK, przyjmując za podstawę dolne granice stref ognia poszczególnych typów zestawów, tj.:

SA-75M "DWINA" - 500 m; S-75M "WOLCHOW" - 300 m i S-125 - 100 m.

W warunkach zwalczania celów nisko lecących ugrupowania bojowe artylerii raketowej OPK może być organizowane podobnie jak w normalnych warunkach według zasad obrony obiektowej, strefowej lub strefowo-obiektowej. W każdym takim ugrupowaniu środki ogniowe mogą być rozmieszczone w jednym lub w dwóch rzutach. Analizując ugrupowanie bojowe pod kątem zwalczania celów nisko lecących należy widzieć w pierwszej kolejności potrzebę powiązania stref ognia na dolnych pułapach rażenia, jak również możliwość kolejnego lub równoczesnego oddziaływania ogniowego na cel przez różne typy zestawów raketowych np. "WOLCHOW" i "NEWA". W związku z tym zachodzi potrzeba ugrupowywania dywizjonów ogniowych na minimalnych odstępach, które w odniesieniu do poszczególnych typów zestawów raketowych będą wynosić:

a/ przy zwalczaniu celów od wysokości 500 m:

- zestawy "DWINA" - 30 km
- zestawy "WOLCHOW" - 38 km
- zestawy "NEWA" - 18 km

b/ przy zwalczaniu celów od wysokości 300 m:

- zestawy "WOLCHOW" - 35 km
- zestawy "NEWA" - 16 km

W podanych wielkościach odstępów przyjęto założenie, że cele na małych wysokościach będą zwalczane przy pracy zestawów rakietowych wg metody trzech punktów, a prędkość ich lotu nie będzie przekraczać 1500 km/godz. /420 m/sek./.

W celu przeanalizowania i porównania ilości dywizjonów potrzebnych do organizacji obrony obiektów przed celami lecącymi na bardzo małych i średnich wysokościach / odpowiednio 300, 500 i 10.000 m/ obliczmy przykładowo ile dywizjonów potrzeba użyć dla zorganizowania obrony wybrzeża morskiego na odcinku HEL-SWINOUJSĆIE.

Do obliczeń przyjęto dane:

- długość osłanianej rubieży około 330 km /mierząc wzdłuż wybrzeża morskiego/;
- ugrupowanie dywizjonów w jednym rzucie, na odstępach dwóch maksymalnych parametrów lotu celu dla przyjętych wysokości obliczeniowych;
- prędkość lotu celów do 1500 km/godz. /420 m/sek./;
- strzelanie wg metody naprowadzania trzech punktów /ponieważ strzelanie na małych wysokościach z zasady prowadzimy według tej metody/.

Ilość potrzebnych dywizjonów wyposażonych w zestawy "WOLCHOW", "DWINA" lub "NEWA" jest następująca:

Typ zestawu	Wysokości obliczeniowe w m:		
	300	500	10.000
S-75M "WOLCHOW"	11	10	8
SA-75M "DWINA"	-	12	8
S-125 "NEWA"	21	19	11

Z obliczeń tych wynika, że ilość dywizjonów ogniowych potrzebnych do organizacji obrony przed celami nisko lecącymi jest większa średnio

o 30 - 40% w stosunku do potrzeb organizacji obrony na wysokościach średnich, np. przy wysokości 10.000 m dla stworzenia ciągłej strefy ognia na wspomnianej rubieży potrzeba 8 zestawów "WOLCHOW" lub 11 zestawów "NEWA", a przy wysokości 300 m potrzeba 11 zestawów "WOLCHOW" lub 21 zestawów "NEWA". Charakterystycznym przy tym jest fakt, że w podziale wysokości do 1000 m /np. przy H = 300 i 500 m/ nie występują zasadnicze różnice w ilości potrzebnych do osłony dywizjonów ogniowych.

Uogólniając dotychczasowe rozważania należy stwierdzić, że jednym z zasadniczych czynników bezpośrednio wpływających na skuteczność organizacji obrony przed celami nisko lecącymi jest charakter przyjętego ugrupowania bojowego.

Zakładając do organizacji obrony obiektów na obszarze kraju dwa zasadnicze typy zestawów raketowych tj. "WOLCHOW" /"DWINA"/ i "NEWA" dochodzimy do wniosku, że optymalnym rozwiązaniem, zarówno pod względem ekonomiczności środków jak i skuteczności obrony, jest tworzenie ugrupowań mieszanych. Przykładowo w skład takiego ugrupowania wchodziłyby dywizjony wyposażone w zestawy raketowe typu "WOLCHOW" z zadaniem zwalczania celów na wysokościach stratosferycznych, średnich i małych /rzędu 300 - 30.000 m/ oraz zestawy "NEWA" do zwalczania celów na wysokościach średnich, małych i bardzo małych /rzędu 100-18.000 m/. W ugrupowaniu mieszanym istnieje możliwość utworzenia wokół bronionego obiektu dwóch stref ogniowych:

- pierwszej na odległości 35-60 km;
- drugiej na odległości 20-30 km.

Przykładowe warianty ugrupowań mieszanych /zestawów raketowych "WOLCHOW" i "NEWA" w obronie obiektowej i strefowej przedstawiono na schematach /zał. nr 1 i 2/.

Analizując przedstawione warianty ugrupowań mieszanych należałoby przyjmować następujące optymalne warunki rozmieszczania dywizjonów ogniowych:

- na rubieży oddalonej 25-30 km od granic bronionego obiektu rozmieszcza się dywizjony ogniowe typu "WOLCHOW", zachowując odstępy między nimi rzędu 35-40 km;
- na rubieży znajdującej się w odległości około 15 km od granic obiektu /t.zw. wewnętrznej rubieży/ rozmieszcza się dywizjony ogniowe typu "NEWA" w odstępach między sobą 15-20 km;

- dla zaakcentowania wysiłku osłony, na prawdopodobnych kierunkach nalotów celów nisko lecących odstępy między dywizjonami powinny być zmniejszone do 30 km między zestawami "WOLCHOW" /"DWINA"/ oraz do 12-15 km między zestawami "NEWA".

W ugrupowaniach tych nie poruszono zagadnienia rozmieszczania dywizjonów technicznych oraz problemu dowozu rakiet. Otóż jak wykazała dotychczasowa praktyka oraz doświadczenia z wojny w Wietnamie, należy przyjąć jednoznacznie, że w warunkach organizowania obrony przed celami nisko lecącymi będą z zasady tworzone usamodzielnione dywizjony pod względem przechowywania i elaboracji rakiet. Na to mają wpływ takie czynniki, jak: potrzeba rozśrodkowywania rakiet, większe zapotrzebowanie rakiet spowodowane stosunkowo dużym zużyciem /zgodnie z zasadami strzelania na każdy pojedynczy cel nisko lecący przeznaczają się maksymalną ilość rakiet w serii, np. trzy w "WOLCHOWIE", a dwie w "NEWIE"/ oraz potrzeba szybkiego dostarczenia rakiet na wyrzutnie. Warunki te mogą być spełnione jedynie przy posiadaniu bezpośrednio na SO grup technicznych do przygotowywania rakiet.

Kolejnym czynnikiem wpływającym na skuteczność obrony przed celami nisko lecącymi jest maksymalne wykorzystanie możliwości ogniowych różnych typów zestawów raketowych.

Analizując to zagadnienie należy stwierdzić, że możliwości te w porównaniu ze zwalczaniem celów na wysokościach średnich i dużych są znacznie zaniżone. Spowodowane to jest głównie tym, że na wysokościach poniżej 1000 m. zarówno rozmiary strefy ognia, jak i prawdopodobieństwo rażenia celu szybko maleje, np. głębokość strefy ognia na wysokości 300 m, w porównaniu z wysokościami średnimi /10-15 km/ odpowiednio się zmniejsza, i tak:

- w zestawie raketowym typu "WOLCHOW" - o 14 km, co stanowi około 37%;

- w zestawie raketowym typu "NEWA" - o 7 km, co stanowi 58%.

Porównanie strefy ognia w przekroju pionowym zestawów raketowych "WOLCHOW" i "NEWA" przedstawiono na schemacie /zał. nr 3/.

Podobnie przy strzelaniu do celów nisko lecących obniża się prawdopodobieństwo rażenia serii rakiet. W przybliżeniu można przyjąć, że prawdopodobieństwo to zmniejsza się średnio o około 15-20% w stosunku do zwalczanych celów na wysokościach średnich.

Rozmiary stref ognia /według wysokości i odległości do dalszej granicy/ obecnie posiadanych na uzbrojeniu zestawów raketowych są w znacznym stopniu uzależnione od kątów zakrycia dla anten SNR. Wynika to głównie z tego, że przy strzelaniu do celów nisko lecących, a szczególnie podczas naprowadzania rakiet w płaszczyźnie kąta położenia, wysokość toru obliczeniowego w pierwszych sekundach lotu jest współmierna z amplitudą wahań rakiety przy wyprowadzeniu jej na tor. W związku z tym zachodzi możliwość zderzenia się rakiety z ziemią lub rakieta może wyjść z zasięgu systemu sterowania. Uogólniająco można stwierdzić, że dolna granica strefy ognia ograniczona jest stopniem wpływu ziemi na pracę urządzeń radiotechnicznych zestawu raketowego /zarówno SNR, jak i radiozapalnika/. Biorąc powyższe pod uwagę, a zwłaszcza istniejące kąty zakrycia na SO w praktyce dolną granicę strefy ognia powinno określać się osobno dla każdego dywizjonu ogniowego w zależności od warunków terenowych i konkretnego typu zestawu raketowego.

4. Analiza systemu rozpoznania pod kątem zabezpieczenia działań artylerii raketowej OPK w warunkach zwalczania celów nisko lecących

Niezawodne i terminowe wykrycie celów nisko lecących, to jedno z ważniejszych zagadnień współczesnej obrony powietrznej. W artylerii raketowej OPK podstawowymi środkami wykrywania celów powietrznych na małych wysokościach są radiolokacyjne stacje wstępnego poszukiwania /RSWP/ typu R-12 i P-15, stacje naprowadzania rakiet /SNR/ oraz posterunki obserwacji wzrokowej. Każde ugrupowanie artylerii OPK powinno mieć zapewnione warunki do niezawodnego i terminowego wykrywania wszystkich celów powietrznych, a szczególnie działających na małych wysokościach. Można to osiągnąć tak rozmieszczając własne środki rozpoznania, aby ich sektory zazębiały się wzdłuż frontu i na głębokość w stosunku do bronionego obiektu, a także przez ścisłe powiązanie stref rozpoznania środków artylerii z radiolokacyjnym polem posterunków WRT ugrupowanych w tym rejonie.

W celu zapewnienia możliwości wykorzystania danych WRT o celach lecących na małych wysokościach dla wskazania ich autonomicznym środkiem rozpoznania radiolokacyjnego dywizjonów ogniowych konieczne jest zorganizowanie bezpośredniej łączności między SD doar a RLP znajdującym się na kierunku możliwych nalotów celów.

Informacja, która by docierała do dywizjonu poprzez chociażby batalion radiotechniczny z opóźnieniem 1-2 minutowym w tym wypadku

byłaby z reguły informacją spóźnioną.

Późne wykrycie celów a w związku z tym i brak odpowiedniego czasu na analizę sytuacji na PPSD, wypracowywanie decyzji przez dowódcę związku /oddziału/ artylerii raketowej, koordynację współdziałania z LM w ramach PPSD zmuszać będzie do decentralizacji kierowania zwalczaniem celów nisko lecących. W przewidywaniu takich sytuacji dywizjony ogniowe muszą mieć zapewnione warunki do prowadzenia samodzielnych działań bez kierowania nimi z SD związku /oddziału/. W tym celu wyznacza im się sektory odpowiedzialności, w których winny zwalczać cele nawet bez ich wskazania z SD nadrzędnego. W celu ograniczenia możliwości zniszczenia przy tym własnych myśliwców dear muszą mieć możliwość samodzielnego określenia przynależności wykrytego obiektu powietrznego. Tego typu modernizację SNR przeprowadza się.

Zgodnie z obecnie obowiązującymi w jednostkach artylerii raketowej OPK zasadami pracy bojowej, cele na małych wysokościach wskazuje się dywizjom ogniowym w pierwszej kolejności, wykorzystując dane z rozpoznania własnych RSWP lub na podstawie danych WRT. Jeśli brak jest danych z SD oddziału /związku/ i od własnej RSWP, dywizjon ogniowy jest obowiązany poszukiwać i wykrywać cele samodzielnie, wykorzystując w tym celu SNR. W tym wypadku SD oddziału /związku/ określa i przekazuje do dywizjonu ogniowego orientacyjny kierunek lub sektor, w którym należy oczekiwać pojawienia się celów na małych wysokościach.

Analizując to zagadnienie należy stwierdzić, że strzelanie do celów na małych wysokościach jest szczególnie ograniczone możliwościami wykrycia i śledzenia celów przez RSWP i SNR. Jest ono możliwe tylko wtedy, gdy odległość wykrycia celu będzie równa lub większa od minimalnej odległości wykrycia celu zapewniającej przygotowanie danych wyjściowych do strzelania, przeprowadzenia startu i skutecznego naprowadzenia rakiet.

Z pewnym przybliżeniem można przyjąć, że maksymalna możliwa odległość wykrycia celów nisko lecących równa się odległości bezpośredniej widoczności, która z kolei uzależniona jest od krzywizny ziemi i kątów zakrycia w stosunku do anten SNR. Przykładowe obliczenia wykazują, że cel lecący na wysokości 300 m teoretycznie może być wykryty przez SNR na odległościach:

- przy zerowym kącie zakrycia - 71 km
- przy kącie zakrycia 20' - 40 km
- przy kącie zakrycia 40' - 23 km

- przy kącie zakrycia  $1^{\circ}$  - niemożliwy do wykrycia.

Analizując powyższe należy stwierdzić, że kąty zakrycia w zasadniczy sposób wpływają na odległość wykrywania celów nisko lecących przez SNR oraz to, że w miarę wzrostu tych kątów odległość wykrycia celu szybko maleje. Nas interesują warunki, w jakich nasze zestawy raketowe typu "NEWA" i "WOLCHOW" mogą zwalczać cele lecące na wysokościach rzędu 100-300 m, tj. na ich dolnych granicach strefy rażenia.

Przy strzelaniu zestawem raketowym wyodrębnia się szereg czynności, które są wykonywane w ściśle określonych przedziałach czasowych, a mianowicie:

- wykrycie i uchwycenie celu przez SNR - około 7 sek.;
- przygotowanie danych wyjściowych do strzelania - 33 sek.
- start rakiet i ich lot do określonego punktu strefy ognia - 27 sek.

-----  
R a z e m : - 66 sek.

Przeliczając ten sumaryczny czas przez założoną prędkość lotu celu /np. 300 m/sek./ oraz po dodaniu odległości do punktu spotkania pierwszej rakiety z celem w strefie ognia /14 km/ otrzymamy, że minimalna odległość wykrycia celu, zapewniająca jego ostrzelanie przez zestaw "WOLCHOW" powinna przykładowo wynosić 34 km.

Obliczając w analogiczny sposób dla zestawu "NEWA" otrzymamy, że odległość ta jest mniejsza i wynosi rzędu 25-30 km.

Porównując powyższe odległości z możliwościami wykrywania celów na małych wysokościach przez SNR dochodzimy do wniosku, że dywizjony raketowe są w stanie zwalczać cele nisko lecące od wysokości 100 m przez zestawy "NEWA" i od 300 m zestawami "WOLCHOW" pod warunkiem nie przekroczenia następujących kątów zakrycia w stosunku do anten SNR:

- w zestawach "WOLCHOW" -  $25^{\circ}$
- w zestawach "NEWA" -  $15^{\circ}$

Ponadto w ramach przygotowania strzelania do celów lecących na małych wysokościach, w dywizjonach artylerii raketowej OPK zawczasu wykonuje się szereg przedsięwzięć. Do najważniejszych z nich należą:



- przeprowadzenie przeglądu terenu za pomocą SNR w celu zapoznania obsług z warunkami terenowymi, odbiciami od przedmiotów miejscowych, możliwościami wykrywania i śledzenia celów nisko lecących;
- przeprowadzenie oblotów SNR i praktyczne określenie odległości wykrywania i śledzenia celów na małych wysokościach, zwłaszcza na spodziewanych kierunkach nalotów;
- opracowanie specjalnej mapy /np. w skali 1:200.000/ na którą wrysowuje się główne punkty orientacyjne, odbicia od poszczególnych przedmiotów terenowych, faktyczne odległości wykrycia celów na małych wysokościach i przejścia na automatyczne śledzenie;
- ustalenie rubieży, na których należy włączyć rakiety na przygotowanie i synchronizację wyrzutni.

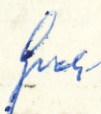
Niezależnie od powyższych przedsięwzięć, w celu polepszenia warunków wykrywania celów nisko lecących w dywizjonach ogniowych są realizowane prace związane z podwyższaniem płaszczyzn ustawienia kabin antenowych do wysokości około 5,7 m w stosunku do płaszczyzny S0. Również obniża się kąty zakrycia poprzez wyrąb lasu w rejonach S0. Prace te wykonuje się głównie na tych dywizjonach, których S0 nie spełniają wymagań dotyczących kątów zakrycia.

#### WNIOSKI KOŃCOWE:

1. Z punktu widzenia ekonomicznego oraz maksymalnego wykorzystania istniejących ugrupowań należałoby przyjąć zasadę, że organizacja obrony obiektów obszaru kraju przed celami nisko lecącymi powinna pójść drogą udoskonalania już rozwiniętych ugrupowań artylerii raketowej OPK przez włączanie specjalnie przystosowanych zestawów do zwalczania celów nisko lecących, tworząc tym samym ugrupowania mieszane.
2. W celu stworzenia lepszych warunków wykrywania celów nisko lecących dywizjony ogniowe powinny posiadać dwa własne źródła otrzymywania danych tj.:

- jedno o celach na wysokościach stratosferycznych, dużych i średnich;
- drugie o celach lecących na wysokościach małych i bardzo małych /poniżej 3.000 m/.

p.o. SZEFA ARTYLERII OBRONY POWIETRZNEJ KRAJU

  
płk mgr inż. Aleksander GRABOWSKI

Wydrukowano w 4 egz.

Egz. Nr 1 - a/a

Egz. Nr 2 - Akademia Szt.Gen.

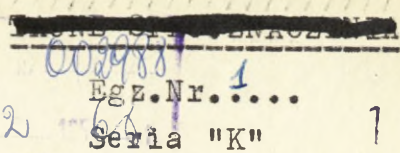
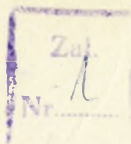
Egz. Nr 3 - Zca Szefa Sztabu WOPK

Egz. Nr 4 - Oddz. Oper. Sztabu WOPK

Wykonał ppłk PIESZCZYŃSKI

Druk M/SZARLIK 2.12.1968 r.

Nr 0397/2.



126

## RAKIETOWA ARTYLERIA PRZECIWLOTNICZA

A. Rozwój środków napadu powietrznego nieprzyjaciela, a także środków rażenia stosowanych przez lotnictwo w decydującym stopniu wpłynął na rozwój nowego, bardziej skutecznego środka walki, którym jest raketowa artyleria przeciwlotnicza.

Możliwości bojowe, którymi dysponuje współczesny sprzęt raketowy, wysunęły ten rodzaj walki na czoło naziemnych środków, OPL i obok LM stanowi on główny środek współczesnej obrony powietrznej.

Analizując możliwości bojowe sprzętu raketowego, zrozumiałym jest, że będą one zależne od możliwości ogniowych, rozmiarów strefy rażenia celów powietrznych i od możliwości manewrowych rozpatrywanego sprzętu.

Przeciwlotniczy zestaw raketowy typu "WOŁCHOW" znajdujący się w składzie wojsk obrony przeciwlotniczej na szczeblu Frontu przeznaczony jest przede wszystkim do osłony głównego ugrupowania związków operacyjnych/obiektów o znaczeniu operacyjnym

Możliwości bojowe tego sprzętu ściśle określają jego rolę w systemie obrony przeciwlotniczej. .

Prawdopodobieństwo trafienia w zależności od ilości rakiet naprowadzanych na jeden cel waha się w granicach 70 - 95% dla 1-3 rakiet. O liczbie równocześnie ostrzeliwanych celów decyduje ilość dywizjonów występujących na szczeblu pułku, z których każdy może prowadzić ogień tylko do jednego celu. Czas trwania cyklu strzelania zamyka się w granicach  $T_c = 57-142$  sek. tzn. że cele wchodzące w strefę ostrzału w odstępach 2 i więcej minut mogą być ostrzeliwane kolejno ale nie więcej niż dwiema raketami.

Praktycznie omawiany zestaw raketowy pozwala na ostrzał celów lecących na wysokościach do 30 km z prędkością do 420-640 m/sek. W odniesieniu do małych wysokości zestaw ten może zwalczać cele od wysokości 300 m na odległościach:

- 24 km przy kącie zakrycia  $30^\circ$
- 20 km przy kącie zakrycia  $1^\circ$
- 16 km przy kącie zakrycia  $1^\circ 30'$

Ostrzał celów może dokonywać się w ściśle określonej strefie rażenia, którą charakteryzują:  $H_{min}$ ,  $H_{max}$ ,  $D_{min}$ ,  $D_{max}$ ,  $E_{max}$ ,  $q_{max}$ . Rozmiar strefy rażenia zależy głównie od:

- rozmiaru strefy wykrywania i stateczności śledzenia celu przez SNR;
- dokładności naprowadzania rakiety na cel;
- czasu wyprowadzenia rakiety na kinematyczny tor lotu;
- stosunku przeciążeń rozporządzalnych do wymaganych;
- charakterystyki części bojowej rakiety i radiozapalnika;
- stosunku prędkości rakiety do prędkości celu;
- maksymalnej odległości kierowania rakieta podczas lotu.

Strefa rażenia związana jest ściśle ze strefą startu rakiety, która mieszcząc w sobie miejsca geometryczne położenia celu w chwili odpalenia rakiety zapewnia z określonym prawdopodobieństwem trafienia zaistnienie kolizji pocisku z celem w strefie rażenia.

Ścisła zależność strefy rażenia, którą w głównej mierze charakteryzują; dokładność naprowadzenia rakiety i dopuszczalne jej przeciążenia - od strefy startu, którą z kolei określają między innymi takie wielkości jak prędkość celu  $V_c$ , parametr celu  $P_c$  i wysokość lotu celu  $H_c$  klasyfikuje omawiany zestaw raketowy do zwalczania pewnej określonej klasy celów, a tym samym ogranicza warunki jego ewentualnego wykorzystania w innych przypadkach.

Oczywistym jest, że wprowadzenie na uzbrojenie zestawu raketowego zdolnego do niszczenia celów powietrznych na średnich i dużych wysokościach i dużych odległościach, przyczyniło się do uelastycznienia taktyki działania lotnictwa i stosowania różnorodnych form walki ze środkami obrony przeciwlotniczej. Analizując działalność lotnictwa głównie w Wietnamie można dojść do następujących wniosków:

- podejście do obiektów odbywa się na małych wysokościach rzędu 50-150 m według dokładnie opracowanych - najkrótszych tras. Trasy te, są ustalane z takim wyliczeniem aby popełnić najmniejsze błędy wyjścia na cel. Długość tych tras wynosi około 60-80 km. Ze względu na duże zużycie paliwa najbardziej ekonomiczną prędkością lotu stanowi przedział 780-1100 km/godz.

/0,65 - 0,9 M/ 230-300 m/sek;

- przy wizualnym wykrywaniu celu przez lotnictwo, które następuje zwykle z wys. 200-500 m i odległości 4-6 km, koniecznym jest dla wykonania ataku powtórne wyjście na cel;

- samoloty atakujące cele naziemne mogą dla zwiększenia dokładności w ustaleniu położenia celu wykonywać nad nim pętle osiągając wysokość 2000 i więcej metrów, a następnie przechodzą do ataku przy dużych kątach nurkowania;

- czas przebywania nad celem samolotów myśl. bomb. waha się w granicach 3-4 minut dla samolotów słabiej wyposażonych w aparaturę elektroniczną i 8,5 - 1 minut dla dobrze wyposażonych;

- prędkość lotu w czasie ataku wynosi przeciętnie od 0,8 - 0,95 M /250-320 m/sek/ dla większości różnych sposobów ataków;

- prędkości maksymalne rzędu 0,9 - 1,1 /300 - 350 m/sek./ stosowane są podczas bombardowania przy kątach wznoszących;

- charakter lotu na podejściach do celu prostoliniowy ze stałą prędkością i na stałej wysokości, a w rejonie celu lot nurkowy i wznoszący z kątem  $20^{\circ} < \lambda^{\circ} < 60^{\circ}$ .

Z powyższego wynika, że przestrzeń leżąca poniżej danej granicy strefy rażenia rakiet staje się kanałem wlotowym lotnictwa nie tylko w głąb terenu, ale również i przy podchodzeniu do bezpośredniego ataku na raketowe środki obrony przeciwlotniczej rozmieszczone w całej strefie ugrupowania bojowego.

Niezależnie od samej taktyki działania, lotnictwo stosuje silne i różnorodne zakłócenia radioelektroniczne.

Skala i różnorodność stosowanych zakłóceń systematycznie wzrasta. Szczególną uwagę zwraca się na aktywne zakłócenia radioelektroniczne tj. zakłócenia szumowe /selektywne i zaporowe/ oraz zakłócenia amplitudowe-modulowane, niemodulowane i odzewowo - wstrzymujące.

Stosowanie tych zakłóceń w większości wypadków powoduje poważne trudności w wykrywaniu i prowadzeniu celów.

Doprowadza to z zasady do "gubienia" celu i utraty możliwości jego śledzenia przy automatycznym prowadzeniu, a ponadto przyczynia się do powstawania poważnych błędów w umiejscawianiu celów w razie śledzenia ręcznego.

Wykrycie i śledzenie celów w tych warunkach, a tym bardziej na małych wysokościach jest bardzo utrudnione bowiem wynika głównie z nagłego zmniejszenia się zasięgów wykrywania stacji radiolokacyjnych oraz dokładności określania wszystkich współrzędnych celu na małych wysokościach lotu.

Zasięgi wykrywania celu na małych wysokościach dla etatowej stacji radiolokacyjnej P-12M przedstawiają się następująco:

H celu w m	Odł. wykrycia celu w km
300	35
500	40
1000	50

Z powyższego wynika, że zmniejszenie wysokości lotu decydująco wpływa na możliwość wykrycia celu i jego śledzenie. Ponadto na prawdopodobieństwo wykrycia celu na małych wysokościach wpływają również parametry stacji, a głównie moc, kształt charakterystyki, szybkość obrotu anteny itp.

Z rozważań tych wynika, że zestaw przeciwlotniczy typu "WOŁCHOW" posiada ograniczone możliwości zwalczania celów powietrznych na małych wysokościach szczególnie na wysokościach poniżej 1000 m.

Mając jednak na uwadze wysoki wskaźnik skuteczności rażenia celów powietrznych z omawianego sprzętu szczególnie na większych wysokościach oraz brak środka o podobnych zaletach, celowym wydaje się prowadzenie z tym zestawem prac modernizacyjnych. Prace te powinny iść głównie w kierunku zwiększenia odporności aparatury na zakłócenia poprzez znaczne skokowe odstrajanie częstotliwości zwiększanie mocy wypromieniowanej energii itp. oraz w kierunku wykorzystywania urządzeń optycznych podczas naprowadzania anten na cel. Jeżeli zaś chodzi o modernizację zmierzającą do przystosowania tego zestawu do zwalczania celów nisko lecących, a głównie przez podnoszenie anteny, to w warunkach wojsk operacyjnych nie będzie on miał zastosowania, gdyż uzyskanie wymaganych kątów zakrycia  $/30^{\circ} - 1^{\circ} 30'$  już obecnie będzie nastroczało poważne trudności.

Wszelkie prace modyfikacyjne związane z obecnie posiadany zestawem raketowym powinny odbywać się wyłącznie przy współudziale producenta lub za jego zezwoleniem oraz w zakładach dysponujących wyspecjalizowanym personelem i zapleczem technicznym.

Wydaje się więc, że prace rozwojowe w sprzęcie raketowym powinny iść głównie nie w kierunku pełnej jego modyfikacji, a przede wszystkim w celu skonstruowania zestawu raketowego zdolnego do zwalczania celów lecących na małych i średnich wysokościach.

Niezależnie od ewentualnej modyfikacji zestawu raketowego typu "WOLCHOW", którego przydatność spełnia raczej wymagania w wojskach OPK, należałoby zwrócić uwagę na możliwości wprowadzenia do wojsk OPL szeregu operacyjnego bardziej manewrowego zestawu jakim jest oddział rakiet przeciwlotniczych typu "KRUG".

Nie oznacza to jednak, że zestaw taki wykluczałby konieczność posiadania w wojskach obrony przeciwlotniczej zestawu zdolnego do zwalczania celów lecących na bardzo małych i małych wysokościach.

Do pewnego stopnia problem zwalczania celów na małych wysokościach rozwiązywać będzie adaptacja pocisku K-13 realizowana przez WAT. Pewne zastrzeżenia w odniesieniu do tego pocisku może budzić jedynie jego wykorzystanie do celów nadlatujących "od słońca" licząc w prostej łączącej wyrzutnię ze słońcem jak również podczas mgły i chmur, które w dużym stopniu pochłaniają promienie podczerwone. Wydaje się, że w odniesieniu do tego typu pocisku należałoby poczynić badania w kierunku wykorzystania jego własnych promieni podczerwonych do kierowania pociskiem podczas lotu.

System taki powinien odznaczać się dużą manewrowością

gotowością do działań w krótkim czasie, zdolnością samodzielnego pokonywania przeszkód na polu walki i posiadaniem dużej skuteczności niszczenia celów powietrznych od wysokości 50 m.

Według posiadanych danych taktyczno-technicznych wyżej wymienionym wymaganiom może sprostać obecnie raketowy zestaw przeciwlotniczy typu "KUB" produkowany w ZSRR. Zestaw ten odznacza się dużym prawdopodobieństwem trafienia sięgającym 96% dla trzech rakiet przy jednoczesnych możliwościach zwalczania celów od 50-10.000 m i maksymalnej odległości rażenia 26 km.

W raketach wykorzystano półaktywny sposób naprowadzania oraz zastosowano paliwo stałe. Wyżej wymienione czynniki oraz to, że wyrzutnia i urządzenia elektroniczne zamontowano na samobieżnych podwoziach gąsienicowych jak też przystosowano ten zestaw do rozwijania i zwijania w ciągu 5 minut, kwalifikują go jako w pełni nadający się do wprowadzenia w związkach taktycznych i niższych związkach operacyjnych.

Na uwagę zasługuje również indywidualne urządzenie raketowe noszące nazwę "STRELA", których wprowadzenie na szczeblu pułku czy też batalionu piechoty w znacznym stopniu wzmocniłaby obronę przeciwlotniczą tych pododdziałów.

B. Doświadczenia z działalności bojowej artylerii raketowej DRW w walce z lotnictwem USA oprócz rozważań teoretycznych, stanowią jedyne źródło na podstawie którego można sugerować takie czy inne rozwiązanie zagadnień organizacji obrony przeciwlotniczej wojsk w manewrowych formach ich działania.

Możliwości bojowe raketowej artylerii przeciwlotniczej w miarę dalszego postępu w dziedzinie elektroniki będą wzrastały, a tym samym zacierać się będą istniejące obecnie różnice pomiędzy możliwościami a potrzebami technicznymi sprzętu.

Oczywistym jest, że wykorzystanie sprzętu w głównej mierze zależy i zależeć będzie od jego właściwości bojowych. Ponieważ w osłonie wojsk operacyjnych istotną rolę /nie mówiąc o samych parametrach pracy/ odgrywają zdolności manewrowe sprzętu, na które rzutują podstawowe rozwiązania techniczne urządzeń elektronicznych wydaje się, że w wojskach OPL powinna być zachowana pewna gradacja zestawów raketowych dostosowana do potrzeb danego szczebla dowodzenia.

Na szczeblu taktycznym powinny obok lufowej artylerii przeciwlotniczej występować również rakiety małego zasięgu przeznaczone do zwalczania celów powietrznych na wysokości 50-8000 m. o maksymalnym zasięgu działania co najmniej 15 km. Sprzęt ten powinien być samobieżny i wysoce manewrowy.

Na szczeblu operacyjnym /armia, front/ obok raket przeciwlotniczych małego zasięgu powinny występować rakiety średniego zasięgu zdolne do zwalczania celów na wysokości 1-30 km. Sprzęt ten również cechować powinien duży stopień manewrowości.

Ponadto na szczeblu frontu powinien być oddział raket przeciwlotniczych dużego zasięgu zdolny do zwalczania celów na dużych wysokościach.

Reasumując powyższe na szczeblu frontu powinien być:

- frontowy oddział raket dużego zasięgu;
- frontowy oddział raket średniego zasięgu;
- frontowe oddziały raket małego zasięgu;
- w każdej armii oddział raket średniego i małego zasięgu;

- w każdym ZT oddział rakiet małego zasięgu.

Posiadanie w wojskach OPL wzajemnie uzupełniającego się sprzętu rakietowego w pełni umożliwi organizację strefowej obrony przeciwlotniczej w działaniach manewrowych oraz pozwoli na ewentualne przeprowadzanie manewru sprzętem na korzyść oddziałów ogólnowojskowych bez naruszania przyjętego systemu osłony.

Przy występowaniu w wojskach OPL ograniczonej ilości oddziałów rakietowych strefowa osłona wojsk operacyjnych w świetle działań bojowych w Wietnamie może być stawiana jako problem dyskusyjny. Wydaje się, że w tym przypadku należałoby opierać się głównie na osłonie obiektowej z pewnymi przejawami obrony strefowej, szczególnie na ważniejszych rubieżach i ciałninach kanalizujących działania wojsk.

Ugrupowanie bojowe oddziałów rakietowych zarówno przy ich dużym jak i ograniczonym nasyceniu powinno w możliwie maksymalnym stopniu zapewniać wykonanie zadań operacyjno-taktycznych przez związki i oddziały ogólnowojskowe.

Uwzględniając działalność lotnictwa USA w Wietnamie wydaje się koniecznym zmniejszenie przyjmowanego obecnie odstępu /odległości/ między sąsiednimi pododdziałami ogniowymi /dywizjonami/.

Usiłowanie organizowania strefowej osłony pułkiem w składzie 3-4 dywizjonów poprzez rozmieszczenie ich na dopuszczalnie maksymalnych odstępach nie wydaje się słusznym. Dywizjony ogniowe rozlokowane na  $P_{max} < d_{max} \ll 2P_{max}$  sięgające niejednokrotnie odległości 40 km i więcej nie są w stanie stworzyć strefowej osłony w pełnym tego słowa znaczeniu. Przy tych założeniach automatycznie wyklucza się możliwość ostrzelania dwóch i więcej celów jednocześnie wchodzących w strefę rażenia

jednego dywizjonu względnie wchodzących w odstępie mniejszym niż 2 minuty. Każdy drugi cel przy zachowaniu takiej odległości w czasie oraz przy kursie  $q \leq \frac{1}{2} P_{max}$  nie będzie mógł być ostrzelany. Ponadto przy takim ugrupowaniu nad każdym z dywizjonów powstaje martwa przestrzeń w kształcie półkuli o promieniu 10 km przechodząca następnie w stożek, która pozwala na niemalże bezkarną działalność samolotów, które zdołały pokonać strefę rażenia.

Zmniejszenie odstępów pomiędzy dywizjonami do 20-30 km pozwoli na:

- wzajemne przykrycie się stref rażenia bezpośrednio nad dywizjonami już z wysokości 1000 m i likwidację martwych stref
- ostrzeliwanie celów lecących w kierunku jednego z dywizjonów w odstępie mniejszym niż 2 minuty;
- spowoduje konieczność zaangażowania przez nieprzyjaciela większej liczby samolotów do zwalczania systemu OPL.

Z powyższego wynika, że odejście od strefowej osłony i przejście do obiektowej względnie mieszmanej przy jednoczesnym zmniejszeniu odstępów pomiędzy dywizjonami jest jak się wydaje w obecnych warunkach tj. przy ograniczonej ilości zestawów rakietowych, jedynym sposobem uzyskania koncentracji wysiłku ogniowego w osłonie wojsk i obiektów.

Przy organizacji tego typu osłony obiektami obrony byłyby:

- główne ugrupowania wojsk pierwszego rzutu na podstawach wyjściowych i na ważniejszych rubieżach w głębi ugrupowania operacyjnego oraz w toku walki;
- wojska rakietowe na stanowiskach startowych;
- polowe bazy, składy i urządzenia tyłowe;

- mosty, przeprawy, węzły komunikacyjne i inne newralgiczne punkty na kierunkach działania głównych zgrupowań wojsk;

- rejony załadownicze desantów morskich i powietrznych;

- lotniska i bazy z nosicielem broni jądrowej z analizy działalności bojowej lotnictwa USA w Wietnamie wynika, że atak na osłaniany obiekt odbywa się po uprzednim obezwładnieniu systemu obrony przeciwlotniczej względnie stosowne<sup>o/sq</sup> uderzenia równoległe.

Podejście do obiektu leżącego w strefie rażenia artylerii raketowej, bez uprzedniego jej obezwładnienia wymaga użycia większej ilości samolotów co w warunkach obustronnych działań wojennych na szerokim froncie, przy dużym nasyceniu artylerii nie będzie mogło być utrzymane w tak długim okresie jak to ma miejsce w Wietnamie.

Niemniej jednak obezwładnienie środków raketowych i radiolokacyjnych bezpośrednim atakiem z broni pokładowej samolotów, a następnie przeprowadzenie uderzeń na wojska i obiekty leżące w strefie osłony rakiet, wykonywane będzie przede wszystkim z małych wysokości. Dlatego wydaje się koniecznym posiadanie w wojskach OPL obok zestawów raketowych średniego zasięgu również i oddziałów zdolnych do zwalczania celów lecące<sup>ych</sup> na małych wysokościach.

Jednostki raketowe małego zasięgu wchodzące w skład ZT organizowałyby osłonę obiektową głównego ugrupowania tych oddziałów, a jednocześnie wspólnie z artylerią lufową i przeciwlotniczymi karabinami maszynowymi oddziałów ogólnowojskowych tworzyłyby w bezpośredniej styczności z nieprzyjacielem, zaporę ogniową dla samolotów działających z małych<sup>ych</sup> wysokości.

Wprowadzenie sprzętu raketowego zdolnego do zwalczania samolotów na małych i bardzo małych wysokościach możliwym jest obecnie wyłącznie drogą kontraktacji i zakupu w Związku Radzieckim.

W związku z tym, że również i w kraju zachodzi konieczność prowadzenia własnych badań w dziedzinie techniki raketowej przystosowanej do zwalczania celów na małych wysokościach, słusznym byłoby powołanie na szczeblu WP organu technicznego zajmującego się rozwiązaniami konstrukcyjnymi zestawów raketowych.

C. Taktyka działania lotnictwa USA w Wietnamie wskazuje na konieczność zwrócenia większej uwagi na zagadnienie radiolokacyjnego rozpoznania i powiadamiania. Stosowana obecnie technika opracowywania i przekazywania informacji o celach w ogóle, a w szczególności o nisko lecących bez oparcia się o zautomatyzowany system dowodzenia oddziałami raketowymi rozmieszczonymi w taktycznej strefie ugrupowania wojsk, wyklucza możliwość zcentralizowanego dowodzenia dywizjonami nawet na szczeblu oddziału.

Praktycznie osiągnane obecnie czasy obiegu informacji o celach powietrznych działających na małych wysokościach, leżą w sprzeczności z potrzebami oddziałów raketowych wojsk OPL, które w każdym przypadku wymagać będą uchwycenia celu przez SNR na znacznej odległości od granicy strefy startu.

Wymagane odległości wykrycia przy zcentralizowanym sposobie dowodzenia oddziałami raketowymi na szczeblu armii określić można w przybliżeniu za pomocą poniższych wzorów:

1.  $D_{SNR} = R + V_c / T_{\Sigma_1} + T_{\Sigma_2} /$
2.  $D_{RSWP} = D_{SNR} + V_c / T_{\Sigma_3} + T_{\Sigma_4} /$
3.  $D_{pola} = D_{RSWP} + V_c / T_{\Sigma_5} + T_{\Sigma_6} / ;$

gdzie:

$D_{SNR}$  - wymagana odległość wykrycia przez SNR

$D_{RSWP}$  - wymagana odległość wykrycia przez RSWP

$D_{pola}$  - wymagana odległość wykrycia w polu radiolok. batalionu r/tech

R - promień płaskiej strefy rażenia

$T_{\Sigma_1}$  -  $V_c \cdot t_r$  /lotu rakiety /strefa rażenia na określonej H/

$T_{\Sigma_2}$  - czas potrzebny na:

- poszukiwanie celu ~11 sek.
- uchwycenie i określenie jego charakterystyk ~17sek.
- przygotowanie wstępnych danych i start rakiety ~57sek.

$T_{\Sigma_3}$  - czas potrzebny na:

- wskazanie celu z SD pułku ~15sek.
- wyjaśnienie otrzymanego zadania przez dcę dywizjonu i postawienie zadania oficerowi naprowadzenia ~35sek.

$T_{\Sigma_4}$  - czas potrzebny na:

- poszukiwanie i rozpoznanie celu przez RSWP pułku ~40-60 sek.
- podjęcie decyzji przez dowódcę pułku ~30sek.

$T_{\Sigma_5}$  - czas potrzebny na:

- ocenę sytuacji i podjęcie decyzji przez SD WOPLA ~60-120 sek.

$T_{\Sigma_6}$  - czas potrzebny na:

- całokształt pracy w batalionie r/techn. ~90sek.

Uzyskane tą drogą odległości, zapewniające przy obecnie stosowanej technice opracowywania i obiegu informacji, zcentralizowany sposób dowodzenia, leżą w sprzeczności z możliwościami wykrywania celów powietrznych przez posiadane na wyposażeniu stacje radiolokacyjne, a tym samym negują całkowicie ten sposób dowodzenia w taktycznej strefie ugrupowania przy zwalczaniu celów lecących na małych wysokościach.

W związku z powyższym, w przypadku rozmieszczenia oddziału raketowego w linii styczności z nieprzyjacielem, wydaje się, że przy obecnym stanie techniki obiegu informacji i możliwości wykrycia celu jedynym sposobem zapewnienia oddziałom raketowym możliwie maksymalnego czasu na przygotowanie danych do otwarcia ognia jest oparcie się na danych ich organicznych RSWP. Nie wyklucza to oczywiście konieczności korzystania z innych źródeł ale wyłącznie z tych, które znajdować się będą bezpośrednio przed ugrupowaniem oddziałów i pododdziałów raketowych.

Przy rozmieszczeniu oddziałów raketowych w głębi ugrupowania operacyjnego wstępne otrzymane danych o celach powinno być zapewnione z nadrzędnego SD pod warunkiem, że czas dolotu celu do strefy startu będzie wystarczająco duży.

Ten sposób powinien jak wydaje się zapewnić maksymalny stopień wykorzystania możliwości ogniowych oddziałów raketowych i zabezpieczyć ściśle współdziałanie z LM organizowanym na szczeblu SD oddziału raketowego, względnie SD wyższego szczebla

#### W n i o s k i:

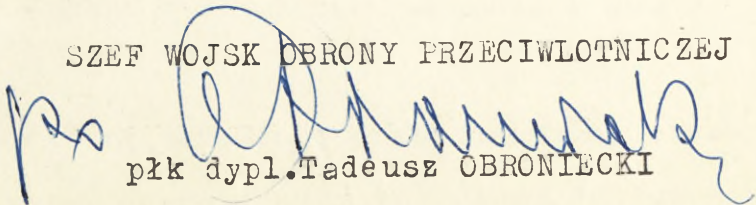
1. Mimo wysokich wskaźników skuteczności rażenia, raketowy zestaw przeciwlotniczy typu "WOŁCHOW" do zwalczania celów lecących na bardzo małych wysokościach nie nadaje się,

a zwalczanie celów lecących na wysokości poniżej 1000 m /do 300/ w warunkach wojsk operacyjnych może być brane pod uwagę jedynie w wyjątkowych przypadkach.

2. Prace modernizacyjne nad tym sprzętem można i należy prowadzić w kierunku uodpornienia sprzętu na zakłócenia, na zwiększenie stopnia jego manewrowości oraz na możliwości wykorzystania urządzeń optycznych podczas naprowadzania anten na cel. Wszelkie prace w tym zakresie muszą być prowadzone w warunkach doskonale zorganizowanego zaplecza technicznego. Główny kierunek modyfikacji powinien być nacelowany na wprowadzenie w dywizjonie raketowym urządzeń elektronicznych zapewniających bezpieczeństwo przelotów własnemu lotnictwu.
3. Koniecznym jest jak najszybsze zakończenie prac teoretyczno-badawczych i przystąpienie do doświadczeń nad możliwością praktycznego wykorzystania pocisków K-13 w wojskach OPL.
4. Słusznym byłoby prace badawcze nad rozwiązaniami konstrukcyjnymi urządzeń raketowych prowadzić w kraju przez specjalnie powołany do tego celu organ.
5. Przy ograniczonej ilości oddziałów raketowych w wojskach OPL organizacją obrony przeciwlotniczej wojsk operacyjnych opierać głównie na osłonie obiektowej.
6. Oddziały raketowej artylerii przeciwlotniczej wojsk OPL formować na zasadach 100% ukończenia w stan osobowy i sprzęt, stwarzając tym samym warunki do natychmiastowego ich wykorzystania w odpieraniu pierwszego zmasowanego uderzenia z powietrza. Sformowanym oddziałom zapewnić źródła dostawy rakiet i RMN.

7. Wprowadzenie na szczeblu ZT zestawów raketowych małego zasięgu nie wyklucza potrzebę utrzymywania tam oddziałów /pododdziałów/ artylerii przeciwlotniczej małego kalibru i przeciwlotniczych karabinów maszynowych.
8. Podczas organizowania obiektowej i mieszanej osłony wojsk, raketową artylerię przeciwlotniczą szkolić głównie w wykrywaniu i śledzeniu rzeczywistych samolotów działających na różnych wysokościach. We wszystkich ćwiczeniach ściśle współdziałać z LM oraz stosować częsty i głęboki manewr sprzętem.
9. Sprzęt raketowy zdolny do zwalczania celów lecących na małych wysokościach zakontraktować i zakupić w Związku Radzieckim.
10. Do czasu zautomatyzowania systemu obiegu informacji o celach powietrznych w oddziałach raketowych korzystać głównie z danych rozpoznania organicznych RSWP.
11. W dowodzeniu pododdziałami i oddziałami raketowymi podczas zwalczania celów na małych wysokościach jako zasadniczy sposób przyjmować system zdecentralizowany.
12. Oddziały raketowe wyposażać w niezawodne urządzenia łączności gwarantujące pracę na odległościach do 100 km.
13. Z uwagi na stopień tajności sprzętu, jego specyfikę, wartość i ciągły rozwój, oraz wzrost znaczenia w ogólnej obronie przeciwlotniczej wojsk, w poszczególnych szczeblach dowodzenia wojsk OPL utworzyć specjalne komórki organizacyjne ukierunkowane na zabezpieczenie procesu dowodzenia i szkolenia oddziałami raketowymi.

SZEF WOJSK OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ

  
płk dypl. Tadeusz OBRONIECKI

120

Wydrukowano w 3 egz.

Egz.Nr.1 - ASG

Egz.Nr.2-3 - a/a

Wyk. ppłk Zubowicz

Druk. KL/10.12.68 r.

Nr. 00743. *Lagowski*

1. Wobec braku możliwości dostarczenia w terminie...

2. Wobec braku możliwości dostarczenia w terminie...

3. Wobec braku możliwości dostarczenia w terminie...

4. Wobec braku możliwości dostarczenia w terminie...

5. Wobec braku możliwości dostarczenia w terminie...

6. Wobec braku możliwości dostarczenia w terminie...

7. Wobec braku możliwości dostarczenia w terminie...

8. Wobec braku możliwości dostarczenia w terminie...

9. Wobec braku możliwości dostarczenia w terminie...

10. Wobec braku możliwości dostarczenia w terminie...

11. Wobec braku możliwości dostarczenia w terminie...

12. Wobec braku możliwości dostarczenia w terminie...

13. Wobec braku możliwości dostarczenia w terminie...

14. Wobec braku możliwości dostarczenia w terminie...

15. Wobec braku możliwości dostarczenia w terminie...

16. Wobec braku możliwości dostarczenia w terminie...

17. Wobec braku możliwości dostarczenia w terminie...

18. Wobec braku możliwości dostarczenia w terminie...

19. Wobec braku możliwości dostarczenia w terminie...

20. Wobec braku możliwości dostarczenia w terminie...

*[Handwritten signature]*

1000

Nr 0532

9 GRUD 1968 196... r.

Szefostwo Wojsk  
Obrony Przeciwlotniczej

Wpłynęło dnia 9 12 1968 r.

Nr 01903 Zak. —

T A J N E 121

Brz. Nr 420

Zak. 1

do planu wych. 0300

z dnia 13. 12. 1968

1. W niniejszym wystąpieniu rezygnuję z rozpatrywania modyfikacji 76

zestawu typu "Wołchow", bo tylko ten rodzaj sprzętu brakiem  
wagę jako narazie typowy dla artylerii rakietowej OP wojsk  
operacyjnych.

Uzasadnione to jest małymi możliwościami dokonania wspomnianych  
w tezach dróg modyfikacji SNR, mających na celu polepszenie  
wykrywalności niskolejących celów. Poszerzenie układu przeciw  
zakłóceniom pasywnym nie jest konieczne, gdyż obecnie istnie-

jący układ jest dość silnie rozbudowany i pochłania około 15%  
mocy stacji. Dalsza jego rozbudowa nie da żadnych zadawala-  
jących rezultatów. Jeżeli chodzi o walkę z zakłóceniami aktywnymi

to teoretycznie można zastosować układ szybkiego przestrajania  
częstotliwości, który pozwoliłby zmniejszyć wpływ niektórych  
rodzajów zakłóceń. Praktycznie, zmontowanie takiego układu  
spowoduje duże zmiany konstrukcyjne w układzie nadawczo -  
odbiorczym stacji i może być wykonane tylko przez producenta.

Ponadto układ taki spowoduje dalsze zmniejszenie zasięgu stacji  
o około 10% i nie zabezpieczy przed zakłóceniami szumowymi.

Nasuwa się wniosek, że zarówno względy ekonomiczne jak  
i przewidywane rezultaty nie przemawiają za dalszą rozbudową  
układów przeciwzakłóceńowych, ze względu na zmniejszenie  
zasięgu stacji oraz małej efektywności działania tych układów  
szczególnie przy śledzeniu niskolejących celów.

Jak wiadomo dolna granica strefy porażenia zestawu  
typu "Wołchow" waha się w granicach 300 - 500 m. dla terenu  
równinnego i 1000 - 2000 m dla terenu średnio i mocno  
polałdowanego.

Przyjmując dotychczasową strukturę organizacyjną, obrony  
przeciwlotniczej wojsk operacyjnych to znaczy, że zestawy typu  
"Wołchow" będą na wyposażeniu jednostek terenowych wydaje się

*Lesnot  
wykrywalności  
Lechowski*

*Pedobas  
Operac*

*dosyć słabym  
G  
wzrost do  
65 P. 11*

mało-celowe obniżanie pułapu działania tego zestawu ze względu na:

- istnienie jednostek OPL Armii i Frontu o niższych pułapach oddziaływania na SNP nieprzyjaciela;
- system broni piechoty i innych rodzajów broni zmuszający SNP nieprzyjaciela do działania na pułapach zabezpieczających odbywanie lotów bez oddziaływania całej masy broni strzeleckiej i czołgowej.

Dowodem tego mogą służyć metody działania lotnictwa USA w Wietnamie, ulegające zmianie w miarę wzmacniania się OPL. Działalność lotnictwa Izraela w Egipcie nie należy rozpatrywać jako ogólnie przyjętą doktrynę, narzucającą się przy analizie sposobów działania lotnictwa Izraela, lecz jako konsekwentne wykorzystanie przez agresora braku przygotowania jednostek arabskich do tworzenia zwartego systemu OPL wojsk operacyjnych i nie przygotowania jednostek ogólnowojskowych do prowadzenia OPL posiadanymi środkami.

Moim zdaniem jeśli zestaw typu "Wołchow" pozostanie na wyposażeniu jednostek Frontu należałoby zwrócić większą uwagę na wypracowanie bardziej skutecznych metod ochrony SNR przed samonaprowadzającymi się rakietami różnych typów.

Z drugiej strony rozpatrując możliwości obecnie stosowanych środków OPL w wojskach operacyjnych stwierdzić należy, że nie sprostają one wszystkim stawianym przed nimi zadaniom. Nasuwa się więc wniosek o konieczności wprowadzenia artylerii raketowej OP na szczeblu Armii.

Jaki sprzęt. Napewno nie będzie to zestaw typu "Wołchow" z przyczyn, o których będzie mowa dalej. Będą więc w wojskach operacyjnych na szczeblu Front - Armia 2 - 3 typy sprzętu, gdyż mam tu na myśli zestawy typu "Krug" lub "Kub".

Byłaby więc jedna jednostka typu Brygady na szczeblu Frontu wyposażona w zestaw typu "Wołchow" i w Armjach zestawy typu "Krug" lub "Kug". Spowoduje to powstanie masę problemów tak natury technicznej jak ekonomicznej, organizacyjnej i szkoleniowej.

Zaliczyć można do nich następujące:

- problemy zaopatrzenia w rakiety i RMN / konieczność tworzenia oddzielnych baz lub składów, różnych pododdziałów dowozu itp/;
- trudności w przygotowaniu kadry i żołnierzy służby czynnej w jednym ośrodku szkoleniowym gdyż sprzęt wymaga wysokiej klasy specjalistów;
- trudniejsza rotacja sprzętu, zmniejszone możliwości remontowe jednostek i zakładów oraz utrudniony zakup części;
- prawdopodobne wstrzymanie w najbliższym czasie produkcji zestawu typu "Wołchow".

Za ujednoceniem sprzętu artylerii raketowej OP wojsk operacyjnych przemawiałby również nie tylko fakt korzyści organizacyjnych, technicznych oraz szkoleniowych ale również mniejsze prawdopodobieństwo działania SNP nieprzyjaciela na wojska z  $H > 18.000m$ , która wyznacza górną granicę strefy porażenia proponowanych zestawów.

Rozpatrując pierwsze zagadnienie czyli możliwości modyfikacji należałoby stwierdzić, że w obecnie istniejących warunkach mogą być następujące rozwiązania tego problemu stanowiące wnioski do pierwszego rozdziału:

- pozostawić zestaw typu "Wołchow" w wojskach operacyjnych ale tylko na szczeblu Frontu i to Brygadę / 24 wyrzutnie, 2 potoki technologiczne około 1000 żołnierzy i ponad 500 pojazdów mechanicznych/.

Będzie ona małowmanewrowa ze względu na ogromny spadek efektywności bojowej wskutek częstych przegrupowań;

- z drugiej strony należałoby się zastanowić czy nie jest bardziej celowe zorganizować 3 - 4 pułki a 4 baterie ogniowe / 24 wyrzutnie 48-72 rakiety, około 600-700 żołnierzy i około 200 pojazdów mechanicznych każda / typu "Krug" lub "Kub".

II. Możliwości ogniowe zestawu są ogólnie znane i nie ma potrzeby szczegółowej analizować. Chciałbym się tylko zastanowić nad sposobami zwiększenia możliwości ogniowych oraz ich szczegółową zależnością od rodzaju ugrupowania bojowego pułku /brygady/ wydajności pododdziałów elaboracji i manewrowości w toku działań.

Zwiększenie możliwości ogniowych dywizjonów może być dokonane kilkoma sposobami jak np:

- przygotowywanie danych do strzelania wyłącznie lub z zasady za pomocą plenszetu według danych RSWP wtedy czas przygotowania danych wynosi 0 sekund / ostrzał celu poprzedniego i przygotowanie danych odbywa się równocześnie/, a czas trwania cyklu strzelania wyniesie 80-90 sekund;
- wykorzystanie głębokości strefy porażenia dla ponownego ostrzału tego samego celu lub dwóch równocześnie przechodzących dalszą granicę strefy porażenia;
- wykorzystanie pasywnego odcinka toru lotu rakiety do zwalczania celów o szybkości do 300 m/sek i wysokości powyżej 2000 m.

Wyżej wymienione sposoby są znane i możliwe do stosowania raczej przy średnich i dużych wysokościach działania SNP nieprzyjaciela.

Poważny wpływ na zwiększenie możliwości ogniowych będzie miał rodzaj ugrupowania bojowego, a ściślej rzecz biorąc odległości SO dywizjonów ogniowych od przedniego skraju i między nimi. Wielkości te pośrednio lub bezpośrednio wpływają na możliwości ogniowe. Odległość SO od przedniego skraju winna uwzględniać maksymalne bezpieczeństwo i minimalne oddziaływanie naziemnych środków ogniowych nieprzyjaciela. Jeżeli będzie ona w granicach 10-20 km. od przedniego skraju to tylko 13% naziemnych środków ogniowych AP USA może oddziaływać na środki CPL, a z drugiej strony zapewni się największy zasięg strefy porażenia przed przednim skrajem / około 18 km./. Jest to zapewne pośredni sposób polepszenia możliwości ogniowych ale chyba godny zastanowienia. Drugi bardziej bezpośredni sposób wiodący do polepszenia możliwości "obsługujących" dywizjonu ogniowego, to optymalne wielkości odstępów między SO dywizjonów ogniowych. Wielkość ta zależy od wielkości parametru, który jest zależny od wielu czynników. Jednakże chcąc uzyskać zazębienie się stref porażenia i możliwość zwalczania celów na różnych wysokościach, a szczególnie małych z gęstością większą niż 0,5 celu na minutę oraz ostrzał celów manewrujących kursem przekonamy się, że przy odstępach między SO dywizjonów do 30 km. spełnimy tylko dwa wymagania z ~~czterech~~ trzech wymienionych wyżej.

Wynika to z wielkości parametru strefy startu, przy strzelaniu do celów manewrujących, która nie przekracza 15 km. i pozwoli nam na uzyskanie głębokiego zazębienia się stref porażenia.

Jeżeli chodzi o wzrost możliwości zwalczania celów o większej gęstości działania to:

$$L_1 = 2 P_{max} \cdot \frac{G_s}{G_n} = 2 \times 23 \times \frac{0,5}{23} \approx 10 \text{ km.}$$

- 2,3 celu na minutę przy  $L= 10$  km
- 1,2 celu na minutę przy  $L= 20$  km.
- 0,8 celu na minutę przy  $L=30$  km.

Przyjmując więc, że w warunkach wojsk operacyjnych SNP nieprzyjaciela działać będą przeważnie z jednego kierunku, a możliwa do ostrzału gęstość działania SNP w granicach 0,8-2,3 <sup>c/min</sup> jest wystarczająca, dlatego też optymalne odstępy między SO dywizjonów ogniowych winny wynosić 10-30 km.

Dalsze zmniejszanie odstępu między SO dywizjonów ogniowych jest niemożliwe z uwagi na występujące zakłócenia w pracy większej ilości SNR na jednakowych częstotliwościach.

Odstępy między SO dywizjonów ogniowych w głąb nie mogą przekraczać wielkości różnicy promienia strefy porażenia i odległości do bliższej granicy strefy porażenia.

$$L_1 = R - Db.$$

Uzasadnione to jest między innymi i tym, że należy się liczyć iż większość SNP nieprzyjaciela będzie działać z kierunku frontu to znaczy większość sił OPL też winna znajdować się bliżej przedniego skraju.

Przy osłonie obiektów frontowych /przepraw, lotnisk, oddziałów rakiet operacyjno - taktycznych, / SO dywizjonów ogniowych winny być rozmieszczane w ten sposób by zapewnić równoczesny ostrzał celów, działających z dowolnego kierunku wszystkimi dywizjonami ogniowymi i zniszczenie celów do rubieży wykonania zadania.

Jak wiadomo na obiekty tego typu mogą działać SNP z różnych wysokości i z szybkością dźwiękową lub ponaddźwiękową.

W tym wypadku promień osłony dla małych wysokości waha się w granicach 12-14 km. Wspomniane wyżej zastrzeżenie/równoczesny ostrzał/ będzie spełnione jeżeli  $rob \leq 6$  km tj. około  $115 \text{ km}^2$  przy osłonie przez pułk w składzie 3 dywizjonów.

Jeżeli 50 dywizjonów ogniowych będą na odległościach 30 km, a  $R = 13$  km, to 3 dywizjony ogniowe osłonią obiekt o  $rob = 28$  km, tj.  $2462 \text{ km}^2$  lecz cele będą ostrzeliwane ogniem tylko jednego dywizjonu ogniowego.

Przy 4 dywizjonach ogniowych /brygada/ wartość ta wzrośnie do około 31 km, tj.  $3018 \text{ km}^2$

Jednak i w tym wypadku konieczna jest koncentracja wysiłku, ogniowego na prawdopodobnym zasadniczym kierunku działania SNP nieprzyjaciela.

Przejdę do pozornie nie bardzo związanego z omawianym tematem zagadnienia a mianowicie wpływu wydajności pododdziałów elaboracji na możliwości ogniowe. Dwa potoki technologiczne w ciągu 16 godz. pracy na dobę, takie zresztą warunki należy przyjąć za optymalne, może przygotować i dostarczyć do dywizjonów ogniowych:

$$N = K \left( 1 + \frac{T - T_1}{T_c} \right) = 2 \left( 1 + \frac{360 - 60 \div 160}{30 \div 100 \text{ lub } 14} \right) = 18 - 132 \text{ szt.}$$

Przytoczę teraz uzasadnienie popularne w ZSRR jakie przyjmowano organizując pułki wyposażone w zestaw typu "Wołchow". Posłuży to do bardziej głębokiej analizy możliwości ogniowych w zależności od wydajności. Dokonano tego na maszynie cyfrowej M3-M modelując na niej działanie SNP nieprzyjaciela i oddziaływanie ogniowe jednego dywizjonu ogniowego w pasie szerokości 80 km,

#### REZULTATY MODELOWANIA

Lp.!	Wyszczególnienie	Ilość realizacji dokonanych na EMC		
		5	10	15
1	2	3	4	5
1.	Ogólna ilość celów, które przeszły przez rubież wyjściową	179,4	176,3	177,2

1	2	3	4	5
2.	Ilość nieostrzelanych celów ze względu na wielkość parametru	90,2	80,0	81,0
3.	Ilość nieostrzelanych celów ze względu na "obsługiwanie" przez j.o poprzedniego celu	57,1	64,1	63,7
4.	Nieporażonych celów	1,4	0,9	1,0
5.	Zniszczonych celów	30,6	31,3	31,5
6.	Z ogólnej ilości zniszczonych celów do rubieży prawdopodobnego bombardowania zniszczono	14,8	16,6	16,5
7.	Rozchód rakiet	89,2	89,3	90,5
8.	Ilość rakiet, które nie trafiły w cel	11,8	8,8	8,9
9.	Ogólna ilość celów	89,2	96,3	96,2
10.	Ilość rakiet, których wybuch nastąpił po zniszczeniu celu poprzednią rakieta tą tej samej serii	46,8	49,2	50,0

Wyżej wymienione dane upoważniają do wyciągnięcia wniosków odnośnie prawidłowości ostrzału celów jak i ekonomicznych zagadnień związanych z użyciem tego typu rakiet.

Analizując rezultaty modelowania na EMC można stwierdzić, że:

- w pasie działania przez rubież wyjściową przeszło 177,2 samolotów/ na podstawie 15 realizacji/;
- w strefę startu weszło 96,2 cele to znaczy z ogólnej ilości 177,2 w strefę startu weszło  $\frac{96,2}{177,2} = 54,2\%$ .
- nie ostrzelano ze względu na obsługiwanie poprzednich celów 63,7 celów to jest  $\frac{63,7}{177,2} = 35,9\%$ .

Znaczący się powinno być ostrzelane 96,2 - 63,7 = 32,5 celów. Z tego wynika, że % ostrzelanych celów z ogólnej ilości jaka weszła w strefę startu wynosi  $\frac{32,5}{96,2} = 33,7\%$  (a) stąd wniosek, że dla ostrzelania wszystkich 96,2 celów potrzeba 3 j.o gdyż  $32,5 \times 3 = 97,5$  celów;

- z ogólnej ilości ostrzelanych 32,5 celów zniszczono 31,5 a nie zniszczono 1 celu. Stopień porażenia wynosi więc:  $\frac{31,5}{32,5} = 96,9\%$  ;

- do rubieży prawdopodobnego bombardowania zniszczono 16,5 celów co stanowi:  
 z ogólnej ilości jakie weszły w strefę startu  $\frac{16,5}{96,2} = 17,1\%$   
 z ogólnej ilości ostrzelanych celów  $\frac{16,5}{32,5} = 50,7\%$   
 z ogólnej ilości zniszczonych celów  $\frac{16,5}{31,5} = 52,3\%$

- ogólnie zużyto 90,5 rakiet w ciągu dwóch godzin i 20 minut.

- ze wszystkich wystrzelonych rakiet 8,9 nie trafiło w cel t.j:  $\frac{8,9}{90,5} = 9,8\%$  ;

- z ogólnej ilości 90,5 rakiet wystrzelonych w 50 wypadkach wybuch rakiety nastąpił już po zniszczeniu celu poprzednią rakieta t.j:  $\frac{50,0}{90,5} =$   
 Można wnioskować, że wyznaczono zbyt dużą ilość rakiet na zniszczenie jednego celu.

- Rozchód rakiet na 1 ostrzelony cel wynosi:  $\frac{90,5}{32,5} = 2,78 \text{ szt.}$

- średni rozchód rakiet na 1 zniszczony cel wynosi :  $\frac{90,5}{31,5} = 2,87 \text{ szt.}$

- średni rozchód rakiet na 1 zniszczony cel bez uwzględnienia rakiet, których wybuch nastąpił po zniszczeniu poprzednią rakieta wynosi:  $\frac{40,5}{31,5} = 1,28 \text{ szt.}$

Porównując te wielkości z cytowaną wyżej możliwą wydajnością pododdziałów elaboracji widzimy, że nie nadążają one zaspokoić

potrzebnej ilości rakiet.

Ostatnim zagadnieniem wymagającym omówienia w pkt. II jest sprawa manewrowości dywizjonów ogniowych i pododdziałów elaboracji. Efektywność ogniowa dywizjonów ogniowych i wydajność pododdziałów elaboracji w warunkach wojsk operacyjnych zależna jest od ilości przegrupowań i długości ~~marszu~~ <sup>drogy marszu</sup>. Jasne jest, że na skutek przegrupowań efektywność ogniowa i wydajność spadną i spadek ten wyniesie:

- dla dywizjonu ogniowego

Tempo natarcia osłanianych wojsk w km/dobę	K g b w %					
	1 przesunię- cie na dobę		2 przesunię- cie na dobę		3 przesunię- cie na dobę	
	d km	Kgb %	d km	Kgb %	d km	Kgb %
50	50	68	25	53	17	39
75	75	60	37	45	25	30
100	100	51	50	36	33	22

- dla pododdziałów elaboracji

Przy przesunięciu na dobę na odległość					
50 km		75 km		100 km	
1 przesun.	2 przesun.	1 przes.	2 przes.	1 przes.	2 przesun.
50-55%	25-35%	35-45%	15-25%	25-35%	10%

Wnioski z tych tabel są oczywiste i jednoznaczne.

Potwierdza się więc sugestia ewentualnego utrzymania brygady na szczeblu Frontu o małej manewrowości z przyczyn wymienionych w tabelach.

Marginesowo chciałem wspomnieć o osłonie martwej strefy działania rakiet przeciwlotniczych. Przy średnich i dużych wysokościach działania SNP nieprzyjaciela dywizjony w zasadzie osłaniają się wzajemnie. Przy małych wysokościach działania lotnictwa nieprzyjaciela konieczne są środki obrony bezpośredniej. Należy stwierdzić, że tylko armaty 37 mm i to sprzężone podwójnie o większej szybkości początkowej lotu pocisku i wyższej szybkostrzelności, mające możliwości prowadzenia ognia w ruchu / z kół/ mogą wykonać to zadanie. Przeznaczenie do tego celu 57 mm armat w warunkach wojsk operacyjnych nie spełnia zadania obrony bezpośredniej, gdyż niepokryje całej strefy martwej o promieniu 10-12 km. oraz nie ma możliwości osłony kolumn marszowych artylerii raketowej OP.

Sprecyzowanych wniosków nie stawiam ale narzucają się one same. Na pewno nie należy angażować drogich rakiet do zwalczania celów działających w niesprzyjających dla nas warunkach a zadaniem tym obarczyć inne środki. Tym bardziej, że pominięciem celowo zagadnienie efektywności oddziaływania rakiety na cele nisko lecące tak jeżeli chodzi o działanie ładunku wybuchowego jak i ograniczone możliwości naprowadzania rakiety na cel.

Podobnie ma się sprawa z celowością montowania dodatkowych urządzeń umożliwiających zwalczanie celów naziemnych przez zestaw "Wołchow" co w warunkach wojsk operacyjnych jest wprost paradoksalne z wyjątkiem celów morskich.

Mała odległość strzelania, stosunkowo niskie prawdopodobieństwo porażenia i wprost astronomiczny rozchód rakiet oraz ogromny czas przygotowania zestawu do zwalczania celów naziemnych, wyklucza możliwość wykorzystania zainstalowanych urządzeń.

Lp.	Rodzaj celu	Maksymalna odległość prowadzenia ognia	Rozchód rakiet na	
			zniszczenie celu	obezwładnienie celu
1.	Kompania piechoty w natarciu	15-25km	15-17	5-7
2.	Okręt transportowy	40 km	14-17	4-5
3.	Kuter torpedowy	do 40km	4-5	-

Mając na uwadze optymalizację ugrupowania bojowego, potrzeby koncentracji wysiłku na określonych obiektach oraz posiadane środki OPL w wojskach operacyjnych można wnioskować, że OPL będzie organizowana na zasadzie punktowej.

III. Rozpatrując sprawę aktualnej i ciągłej informacji o SNP nieprzyjaciela w wojskach operacyjnych należy stwierdzić, że autonomiczne środki rozpoznania artylerii raketowej OP dysponują większymi możliwościami dostarczenia aktualnej informacji niż system ogólny.

Czy należy rezygnować z danych systemu ogólnego rozpoznania - raczej nie, jest on nieodzowny i to im wyższy szczebel dowodzenia środkami OPL, tym bardziej będzie on potrzebny. Dochodzi tylko jeszcze jedna trudność, z którą nie spotykają się wojska OPK, a mianowicie najbliższe lotniska lotnictwa taktycznego nieprzyjaciela są zbyt blisko przedniego skraju wojsk i mogą występować takie wypadki, że nawet przy wykryciu samolotu zaraz po jego starcie będzie za późno na dotarcie tej informacji do odpowiedniego środka OPL przy pomocy ogólnego systemu rozpoznania.

Pozornie świadczyłoby to o nieprzydatności systemu ogólnego rozpoznania i konieczności zwiększenia autonomicznych środków

jednostek OPL. Tak jednak nie jest. Nie wszystkie cele będą działać z kierunku frontu.

Cele działające na skrzydłach Armii lub Frontu, których mogą nie wykryć autonomiczne środki rozpoznania artylerii raketowej OP nawet z opóźnieniem będą mogły być odzwierciedlane na planszetach oraz cele działające z głębi ugrupowania operacyjnego nieprzyjaciela.

Druga sprawa to stopień centralizacji procesów kierowania działalnością ognicwą na różnych szczeblach dowodzenia środkami OPL. Jeżeli będziemy zakładali, że Szef Wojsk OPL Armii lub Frontu będzie za każdym razem ~~ustalał~~ konkretne cele do zwalczania przez pułk raketowej artylerii OP to obecnie stosowany system nie wytrzyma tej próby, a nawet możliwa automatyzacja do niczego dobrego nie doprowadzi.

Należy najpierw ustalić rozsądne granice tego dowodzenia.

Czy będzie to ustalenie sektorów, czy też czasu, czy innych sposobów podziału celów, trudno mi to przewidzieć i dokładnie sprecyzować, ale na pewno dowódca pułku raket winien mieć możliwość swobodnego dowodzenia dywizjonami ogniowymi, a wtedy będzie większa pewność, że cel będzie ostrzelany we właściwym czasie.

Ogólny system rozpoznania moim zdaniem powinien służyć:

- uprzedzaniu we właściwym czasie o celach na dalekich podejściach i działających ze skrzydeł;
- Umożliwieniu dokonania głębszej analizy sytuacji powietrznej i prognozowanie ewentualnych jego działań co z kolei wpłynie dodatnio na właściwe wykorzystanie wysiłków środków OPL w danym momencie i w przyszłości;
- analizowaniu sposobów działania z SNP nieprzyjaciela

*znie  
wzrost  
wskazanie*

- oraz uogólnienie zasad działania jego na różne obiekty;
- ostrzeganiu wszystkich rodzajów wojsk niedysponujących środkami rozpoznania radiolokacyjnego o zagrożeniu z powietrza.

Swoją drogą na pewno przydałyby się systemy automatyzacji dowodzenia środkami OPL, a szczególnie urządzenia pozwalające na skrócenie czasu obiegu i analizy danych o celach powietrznych. Czy może to być aparatura typu "Wozduch" raczej chyba trzeba wstrzymać się do czasu wypracowania czegoś lepszego.

Prawda - aparatura ta daje opóźnienie rzędu 30 sekund podczas gdy obecnie stosowany system przekazywania danych daje 4-5 minutowe opóźnienie/na szczeblu operacyjnym/.

Ogólnie należy stwierdzić, że drogi rozwiązania problemu zapewnienia odpowiedniej odległości wykrywania celów mogą być dokonane przez:

- zmniejszenie wymaganej odległości wykrycia niezbędnej dla artylerii raketowej OP / po ewentualnej zmianie sprzętu raketowego/;
- zwiększenie odległości wykrywania stacji radiolokacyjnej gdyż automatyzacja systemu opracowywania i przekazywania danych powiadamiania nie rozwiąże problemów potrzeb artylerii raketowej OP wynoszącej ponad 100 km przy możliwościach RSWP wynoszących 40-60 km /  $H_c = 500$  m /.

Dlatego też poraz drugi nasuwa się wniosek o konieczności ustalenia rozsądnych granic wysokości lotu celu wyznaczonego do zwalczania przez ten czy inny środek OPL.

W n i o s k i:

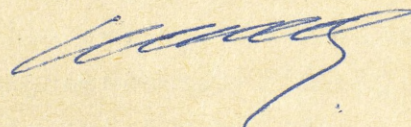
4. Zestaw typu "WOŁCHOW" może być wykorzystany w obecnym stanie urządzeń przeciwnakłóceńowych i układów antenowych do zwalczania celów działających z  $H > 1000$  m .

2. Ewentualne drogi modyfikacji sprzętu dotyczyły by tylko szybkości przestrajania urządzeń do walki z zakłóceniami aktywnymi i wprowadzania na wyposażenie stacji urządzeń zapytujących, ale nie widzimy możliwości modyfikacji mającej na celu obniżenie dolnej granicy strefy rażenia.
3. Optymalizacja ~~u~~grupowania bojowego może być rozważana przez ustalenie najbardziej celowych wielkości odległości od przedniego skraju /przy osłonie wojsk I rzutu / oraz wielkości odstępów między SO dywizjonów wzdłuż i w głąb w granicach 10 - 30 km co daje możliwość zwalczania celów działających z gęstością 0,8 - 2,3 celu/min.
4. Problem bezpośredniej osłony /przykrycie martwej strefy działania rakiet/ może być rozwiązane tylko klasycznymi środkami OPL, ale lepszymi, bardziej manewrowymi zapewniającymi również osłonę podczas marszu.
5. W świetle rozpatrywanej możliwej manewrowości jednostek wyposażonych w zestaw typu "WOŁCHOW" celowym jest na szczeblu frontu zorganizować brygadę przeznaczoną do osłony małomanewrowych obiektów typu frontowego co niewątpliwie w pośredni sposób zwiększy efektywność ogniową.
6. Ze względu na ograniczone możliwości pododdziałów elaboracji oraz ograniczenia w możliwym zużyciu rakiet koniecznym jest selekcja wyznaczonych celów do zwalczania przez pułk, działających w najbardziej sprzyjających do ich zniszczenia lotach tzn. raczej na wysokościach średnich i dużych.
7. Dane ogólnego systemu rozpoznania mogą w obecnych warunkach służyć jedynie do uzyskania informacji dla dokonania analizy sytuacji powietrznej i ewentualnego prognozowania działalności

SNP oraz opracowania wniosków co do metod i sposobów  
działania na różne obiekty osłony.

O p r a c o w a ł:

ppłk dypl. Rafał WALERYCH



Wydrukowano w 2 egz.

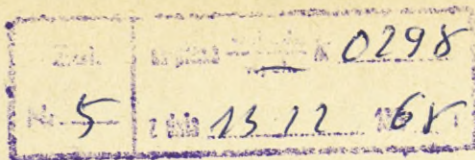
Egz.Nr.1 - SW OPL MON

Egz.Nr.2 - a/a

Wyk. ppłk Walerych

Druk.WK dnia 6.12.68 r.

Nr 0798.



=====

Egz. Nr. 236

134

MODELOWANIE MATEMATYCZNE I MASZYNY LICZĄCE  
=====

W ZASTOSOWANIU DO ANALIZY SKUTECZNOŚCI ZWALCZANIA CELÓW  
=====

POWIETRZNYCH RAKIETAMI KIEROWANYMI  
=====

/opracowano w Wojskowym Instytucie Technicznym Uzbrojenia/

Warunkiem koniecznym zniszczenia celu powietrznego przez znane nam obecnie rakiety jest doprowadzenie rakiety do bezpośredniego trafienia w cel lub do takiego zbliżenia aby cel znalazł się w strefie niszczącego działania głowicy.

Bardzo skuteczną i wygodną metodą badania złożonych procesów do jakich zalicza się naprowadzanie pocisku na poruszający się cel jest modelowanie. Istnieją dwa sposoby modelowania: matematyczne i fizyczne.

Modelowanie matematyczne polega na tym, że wszystkie bloki układu automatycznej regulacji opisuje się matematycznymi zależnościami, które następnie rozwiązuje się programując na maszynę obliczeniową.

W programowaniu fizycznym obok maszyn obliczeniowych wykorzystuje się rzeczywiste urządzenia automatycznego układu, spełniające w modelu te same funkcje co w rzeczywistym układzie. Przy pomocy zaprogramowanych równań rozwiązuje się tylko te procesy, które nie mogą być zrealizowane w warunkach laboratoryjnych /np. ruch pocisku, celu/.

Modelowanie fizyczne jest dokładniejsze. Opis matematyczny nie zawsze jest ścisły szczególnie gdy dotyczy elementów nieliniowych. Modelowanie takie jest jednak bardziej kłopotliwe i mniej uniwersalne. Model fizyczny umożliwia badanie tylko tego systemu dla którego został skonstruowany. Bardziej uniwersalny i dogodniejszy w użyciu jest model matematyczny.

Przykładem zastosowania modelowania matematycznego mogą posłużyć prace przeprowadzone w Wojskowym Instytucie Technicznym Uzbrojenia, które miały na celu, przeanalizowanie możliwości dostosowania lotniczego pocisku K13 do zwalczania niskolatających celów z ziemi.

Samonaprowadzający się pocisk raketowy K-13 wyposażony jest w układ biernego śledzenia źródła promieni podczerwonych

wysyłanych przez atakowany cel. Naprowadzanie na cel odbywa się metodą proporcjonalnego zbliżenia, tzn. że pocisk naprowadzany jest na cel z wyprzedzeniem tak, aby boczne przeciążenie pocisku było proporcjonalne do prędkości kątowej obrotu linii wizowania /linia "Rakieta - cel"/.

Na rys.1 przedstawiono schemat naprowadzania się pocisku na cel metodą proporcjonalnego zbliżenia.

Na rys.2 umieszczono ogólny schemat układu naprowadzania pocisku na cel.

Przyjęto, że w czasie w którym pocisk atakuje cel, wektor prędkości oraz wysokość lotu celu nie ulegają zmianie.

Po wyprowadzeniu oraz odpowiednich przekształceniach mających na celu doprowadzenie równań do postaci dogodnej do zaprogramowania na maszynę cyfrową otrzymano następującą postać modelu matematycznego układu automatycznego naprowadzania pocisku na cel /rys.3/.

Przedstawiony model matematyczny został zaprogramowany na maszynę cyfrową "Odra 1013". Równania różniczkowe wchodzące do modelu matematycznego rozwiązano metodą Rungego-Kutta.

Podprogramy na obliczenie stabelaryzowanych funkcji dwuzmiennych  $\mathcal{J}(u_p, M)$  i  $\mathcal{L}(C, M)$  oraz jednozmiennych  $C_x(M)$  ułożono rozwijając je na szereg Taylora. Wartości tych funkcji określa się doświadczalnie /najczęściej w tunelu aerodynamicznym/.

Zaprogramowany model umożliwia badanie za pomocą maszyny cyfrowej "Odra 1013" procesu naprowadzania pocisków o różnych parametrach technicznych na cele powietrzne poruszające się z różnymi prędkościami, na dowolnie wybranej wysokości i odległości lotu w stosunku do wyrzutni.

Do zmiany charakterystyk technicznych pocisku służą: parametry :  $P_1, P_6, P_7, P_8$  oraz współczynniki:  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$ , które uwzględniają właściwości aerodynamiczne pocisku.

Do programu modelu wprowadzono szereg istotnych ograniczeń wynikających z rzeczywistych właściwości technicznych badanego obiektu. I tak:

1. W przypadku, gdy prędkość kątowa śledzenia celu przekroczy dopuszczalną maksymalną wartość  $|\dot{\delta}|_{max}$  zostaje wyłączone kierowanie pociskiem i pocisk porusza się ruchem

niekierowanym. Zgodnie z życzeniem badającego można do programu wprowadzać dowolną wartość dopuszczalnej prędkości kątowej śledzenia;

2. Kierowanie pociskiem również zostaje wyłączone gdy kąt śledzenia celu przez koordynator przekroczy dopuszczalną wartość  $|\gamma - \beta| > 26^\circ$
3. Ograniczenie kąta wychylenia *stewca* do wartości  $\mathcal{J} = \pm 18^\circ$  uwzględniono w taki sposób, że gdy z zależności opisującej blok 3 wynikało, że

$$\mathcal{J} > +18^\circ \text{ to przyjmowano } \mathcal{J} = +18^\circ$$

$$\mathcal{J} < -18^\circ \text{ to przyjmowano } \mathcal{J} = -18^\circ$$

4. Istniała również możliwość przerywania obliczeń w przypadku gdy:
  - kąt spotkania  $|\gamma - \theta|$  z celem przekroczył graniczną wartość ze względu na działanie zapalnika zbliżeniowego;
  - prędkość zbliżenia  $V_{zb} < 150$  m/sek. również graniczna wartość ze względu na działanie zapalnika zbliżeniowego;
  - prędkość zbliżenia  $V_{zb} < 0$  co sygnalizuje moment rozpoczęcia oddalania się celu.

Tak zaprogramowany model umożliwił śledzenie całego procesu naprowadzania na cel w dowolnie wybranych warunkach strzelania. Na warunki strzelania składają się: charakterystyki techniczne pocisku i celu, tor lotu celu oraz prędkość poruszania się celu po nim, położenie początkowe celu w momencie odpalania rakiety i jak już wspomniano można je było zmieniać poprzez dobór odpowiednich wartości parametrów  $P_1$  do  $P_8$  oraz współczynników konstrukcyjnych  $A_1$  do  $A_7$ .

Po opracowaniu i zaprogramowaniu modelu jego uruchomienie w maszynie w celu odtworzenia przebiegu pogoni pocisku za celem było technicznie proste. Należałowczytać do pamięci maszyny program oraz podprogramy co w sumie trwa około 30 min. Rozpoczęcie obliczeń następuje po dodatkowym wczytaniu wartości parametrów oraz przy zmianie charakterystyk aerodynamicznych pocisku współczynników  $A_1$  do  $A_8$  w których zakodowano żądane warunki lotu.

Rysunek 4 przedstawia jeden z wariantów toru lotu pocisku.

Czas obliczeń jednego toru zależy przede wszystkim od przyjętego kroku całkowania /odstępów czasu/, który z kolei uzależniony jest od wymaganej dokładności obliczeń. Średnio czas obliczeń jednego toru wynosił od 2 do 4 godz., a więc jest dość długi, ale to wynika przede wszystkim z małej prędkości obliczeń maszyny "Odra 1013".

Ilość wariantów toru, które zostały obliczone podczas analizy była duża /około 100/.

Opierając się o te obliczenia można było wyznaczyć między innymi tak cenne dla analizy dane jak:

1. Obszary rażenia przy pomocy niezmienionej wersji pocisku celów poruszających się z prędkościami 100, 200 i 300  $\frac{m}{sek}$
2. Zależność odległości skutecznej zwalczania celów od maksymalnej prędkości pocisku i od ciężaru początkowego rakiety wersji jedno stopniowej i dwu stopniowej /pocisk K-13 z silnikami startowymi/;
3. Obszary rażenia wybranych wariantów pocisku wersji jedno stopniowej / $Q_0 = 120 \text{ kg}$ / oraz dwu stopniowej / $Q_0 = 118 \text{ kg}$ /. Warianty te uznano jako optymalne.

Zastosowanie modelowania matematycznego do badań tego typu układów automatycznej regulacji jakim jest pocisk naprowadzany na poruszający się cel daje szereg istotnych korzyści, a mianowicie:

1. Umożliwia śledzenie naprowadzania pocisku na cel w całym procesie naprowadzania. W wyniku obliczeń otrzymuje się przebieg w czasie wszystkich ważniejszych charakterystyk dynamicznych i kinematycznych pocisku oraz celu jak: prędkości liniowe, kątowne, współrzędne położenia, kąty lotu, odchylenia, natarcia, śledzenia i tp. jak również przeciążenia działające na badane układy.
2. Badając przy pomocy modelu gotowy obiekt /istniejący lub będący w rozpracowaniu pocisk/ można określić strefy skutecznego rażenia podczas strzelania do celów o różnych charakterystykach lotnych.
3. Mając narzucone parametry celu oraz strefy w których powinny być zwalczane, przy pomocy modelowania można określić podstawowe parametry dynamiczne pocisku, które zapewnią spełnienie założonych wymagań.

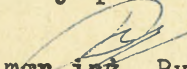
Stąd możliwe jest określenie podstawowych danych technicznych pocisku.

Zadania wymienione w pkt. 2 i 3 były celem badań przedstawionego modelu pocisku K-13.

4. Zmodelowany proces walki pocisku z samolotem lub innym celem powietrznym umożliwia badanie taktyki zwalczania latających obiektów nieprzyjaciela pociskami raketowymi w różnych warunkach lotu, jak:
  - zwalczanie celów różniących się charakterystykami dynamicznymi /prędkością, możliwością zmiany prędkości i kierunku lotu/, jak również poruszających się w różnej odległości i wysokości w stosunku do wyrzutni;
  - w warunkach wykonywania przez cele powietrzne zamierzonego manewru antyraketowego.
5. Modelowanie może być również wykorzystane dla określenia taktyki lotu własnych samolotów w celu zmniejszenia do minimum niebezpieczeństwa rażenia przez znane rakiety przeciwnika.
6. Model pojedynczej walki rakiety z samolotem jest jednym z ważnych elementów kompleksowej analizy obrony przeciwlotniczej uwzględniającej większą ilość i różnorodność środków zwalczania nieprzyjacielskich obiektów latających jak również dynamiczny charakter walki.

Ze względu na wiele korzystnych cech modelowania matematycznego szczególnie w zastosowaniu do analizy procesów walki należałoby rozszerzyć jego zastosowanie. Istnieje możliwość zaprogramowania bardziej złożonych procesów walki jak np. obrona pewnych obiektów przez cały zespół środków.

Modelowanie jako metoda badań wymaga dużego nakładu pracy w okresie przygotowawczym. Jednak po wypracowaniu metod sam proces badania trwa krótko, nawet jeżeli szczególne nieprzewidziane w programie warunki wymagają dostosowania <sup>do nich</sup> istniejącego modelu. To jest właśnie bardzo istotna <sup>modelowanie</sup> zaleta w zastosowaniu do analizy pola walki.

Referuje: mjr  inż. Ryszard Vogt

142  
Wydrukowano w 2 egz.

Egz. Nr 1 - ASG

Egz. Nr 2 - a/a

Wyk. mjr Vogt

Druk HK dn. 11.12.68 r.

Nr 04156

Zak.	Woj. Nr	0298
4	13 12	1968

Egz. Nr 7.

143  
147

UWAGI I PROPOZYCJE O POTRZEBACH I MOŻLIWOSCIACH  
BADAN I OPRACOWAN W DZIEDZINIE ŚRODKÓW RAKIETO-  
WYCH PRZEZNACZONYCH DO ZWALCZANIA CELÓW POWIETRZ-  
NYCH NA MAŁEJ WYSOKOŚCI

/Opracowano w Wojskowym Instytucie Technicznym Uzbrojenia/

W świetle ważności i złożoności problemu, jakim jest obrona przeciwlotnicza, zwołanie konferencji należy uznać jako ważną i pożyteczną inicjatywę kształtowania poglądów na to zagadnienie i poszukiwania koncepcji nowych rozwiązań organizacyjnych i technicznych.

Wobec braku w naszym wojsku środków rakietowych przeznaczonych wyłącznie do walki z celami powietrznymi na małej wysokości, zrozumiałym stało się, że w tezach położono nacisk na koncepcję przystosowania do tych zadań zestawów "Dźwina" i "Wołchow", będących w naszym uzbrojeniu. Biorąc pod uwagę parametry taktyczno-techniczne tego sprzętu, poprawienie osiągnięć rakiety na bliższych odległościach nie będzie można uważać jako rozwiązanie wystarczające w zakresie środków przeznaczonych do zwalczania celów powietrznych na małej wysokości.

Niezależnie od wyników prac nad wymienionymi zestawami konieczne jest posiadanie uzbrojenia rakietowego przeznaczonego wyłącznie do walki z celami niskolotowymi.

Walka z tymi celami jest bardzo trudna tym bardziej, że stale ma miejsce doskonalenie aparatów latających oraz taktyki wykonywania zadania bojowego, co dobitnie widoczne jest na przykładzie wojny w Wietnamie.

Wiele krajów wysoko rozwiniętych nie rozwiązało tych problemów jeszcze w sposób zadowalający i w dalszym ciągu prowadzi się w tej dziedzinie intensywne prace.

Obecnie obserwujemy równoległy rozwój artylerii lufowej i rakietowej. Uważa się również, że okres obecny jest przejściowy, po którym nastąpi zastępowanie artylerii środkami rakietowymi. Tendencja ta jest zrozumiała, bowiem rakiety kierowane dysponują lep-

szymi osiągnięciami, a przede wszystkim zapewniają znacznie wyższą skuteczność działania. Znane konstrukcje rakiet kierowanych krajów zachodnich wskazują na tendencje zmierzające do opracowania systemów /pocisków/ nadających się do wykorzystania w ramach pododdziałów i sprzętu o osiągnięciach większych, których wyrzutnie i pozostałe wyposażenie znajdują się na jednym pojeździe mechanicznym.

Pociski raketowe tu stosowane posiadają parametry umożliwiające obronę przed pociskami taktycznymi, przed pociskami kierowanymi klasy "Powietrze-Ziemia" oraz przede wszystkim przed samolotami. Na bazie tego typu sprzętu organizowana jest obrona wojsk i obiektów. Wymaga się od tego typu sprzętu wysokich walorów pod względem mobilności, ruchliwości w różnych warunkach terenowych i skuteczności.

Biorąc pod uwagę możliwości techniczno-ekonomiczne naszego kraju należy przypuszczać, że długo utrzymywać będziemy mieszane uzbrojenie przeciwlotnicze wykorzystując obecne uzbrojenie artyleryjskie, jak również wymienione wyżej zestawy raketowe "Dźwina" i "Wołchow".

Planowanie wyposażenia naszego wojska w nowe rodzaje sprzętu przeciwlotniczego - podobnie jak i w innych dziedzinach uzbrojenia - realizowane jest w oparciu o osiągnięcia ZSRR w drodze zakupu gotowych zestawów lub dokumentacji i produkowania niektórych rodzajów sprzętu w kraju. W związku z tym kształtowanie kierunków unowocześnienia i rozwoju środków obrony przeciwlotniczej jest ograniczone i sprowadza się w zasadzie do wykorzystania sprzętu proponowanego nam przez ZSRR. Zrozumiałe ze względów politycznych i wojskowych utrzymywanie w ścisłej tajemnicy przez ZSRR najnowszych osiągnięć oraz kontynuowanych i planowanych kierunków opracowań i badań utrudnia racjonalne i technicznie uzasadnione perspektywiczne planowanie unowocześniania środków obrony przeciwlotniczej.

W ukształtowanej po wyzwoleniu sytuacji nie zdołaliśmy stworzyć własnej bazy, mogącej sprostać stojącym obecnie do rozwiązania problemom naukowo-technicznym w dziedzinie raketowej. Z każdym rokiem wobec dynamicznego rozwoju techniki raketowej w świecie i stale rosnących wymagań ze strony jej użytkowników, wynikających z przeobrażeń zachodzących na współczesnym polu walki, mimo ogólnego rozwoju kadrowego i technicznego kraju stale powiększa się dystans między potrzebami, a naszymi możliwościami w tej dziedzinie. Istnieje wprawdzie pewna liczba kadr technicznych obeznanych z zagadnieniami poszczególnych specjalności w technice raketowej, jednak

kadry te są rozproszone w różnych ośrodkach wojskowych i cywilnych i często są zatrudniane w innych specjalnościach. Brak jest również bazy aparaturowo-badawczej zarówno do prowadzenia badań podstawowych, jak i końcowych badań dynamicznych.

Z treści tez na konferencję wyczuwa się tendencję do poszukiwania własnych dróg częściowego rozwiązywania problemów obrony przeciwlotniczej. O ile możliwa jest pewna realizacja tej tendencji w artylerii lufowej, a szczególnie w adaptacji i nowym wykorzystaniu broni maszynowej, to takie możliwości w technice raketowej są poważnie ograniczone. Na przykład, adaptacja lotniczej rakiety kierowanej K-13 do zwalczania celów na niskim pułapie, jaką opracowuje w chwili obecnej WAT jest przedsięwzięciem kompleksowym, bardzo złożonym i trudnym do realizacji w obecnych warunkach. Można mieć nadzieję, że zespołowi WAT uda się osiągnąć zamierzone efekty, jednak i w tym wypadku problem raketowych środków do zwalczania celów na niskim pułapie, jakkolwiek może ulec pewnej poprawie, nie może być uznany za rozwiązany.

Chociaż obecne nasze możliwości w dziedzinie samodzielnego podejmowania prac nad raketowymi środkami przeciwlotniczymi są bardzo ograniczone, to wydaje się, że własne prace i badania są niezbędne w tych dziedzinach, w których dysponujemy pewnym potencjałem kadrowym i aparaturowym.

W warunkach nieprzerwanego rozwoju i doskonalenia środków napadu powietrznego, rozwoju i doskonalenia organizacji i sposobu walki obserwowanych u naszych potencjalnych przeciwników, czego przykładem może być wojna w Wietnamie, konieczne jest stałe śledzenie i analizowanie rozwoju tej sytuacji na rzetelnych podstawach naukowych. Tak więc, prowadzenie studiów i badań teoretycznych w zakresie obrony przeciwlotniczej wymaga stałego wysiłku specjalistów z różnych dziedzin. Prace nad tymi zagadnieniami wymagają stworzenia odpowiednich zespołów, których wstępnym zadaniem powinno być opracowanie metod badań i analiz z uwzględnieniem szerokiego wykorzystania maszyn matematycznych.

W ostatnim okresie uczyniono pewne kroki w tej dziedzinie. Opracowano analizę obrony przeciwlotniczej w WAT i WITU. Również w ramach wstępnych studiów prowadzonych przez WITU nad możliwością wykorzystania rakiety K-13 do zwalczania celów powietrznych opracowano i wykorzystano program na maszynie cyfrową "Odra 1013" umożliwia-

jący badanie osiągnięć rakiety w zależności od jej parametrów dynamicznych oraz charakteru ruchu celu. Podobne programy odpowiednio dostosowane, mogą być wykorzystane do analizy i oceny przydatności do zwalczania celów powietrznych interesujących nas typów rakiet z uwzględnieniem różnych wariantów ruchu celu. Pewne możliwości wykorzystania takiego programu zostały przedstawione na konferencji w oddzielnym opracowaniu Wojskowego Instytutu Technicznego Uzbrojenia.

Celem dalszej części referatu będzie omówienie możliwości wykorzystania przeciwpancernych pocisków kierowanych przewodowo do zwalczania celów powietrznych, działających na małej wysokości.

Biorąc pod uwagę charakterystyki techniczne tych pocisków należy przewidywać ich ewentualne zastosowanie do zwalczania takich celów powietrznych, które posiadają małą prędkość lotu oraz działać będą na niewielkiej wysokości.

Zastosowanie rakiet kierowanych przewodowo do zwalczania celów powietrznych nie jest zagadnieniem nowym. Już w czasie II wojny światowej Niemcy skonstruowali i wykorzystali rakietę kierowaną przewodowo na samolotach. Po zakończeniu wojny wiele krajów bardziej rozwiniętych prowadzi wielokierunkowe prace badawcze i konstrukcyjne w technice raketowej. Wśród dużej liczby rakiet kierowanych opracowano i zastosowano również w uzbrojeniu rakiety kierowane ręcznie - przewodowo i radiowo. Z rakiet kierowanych ręcznie przez operatora można wymienić przeciwlotniczy pocisk kierowany radiowo "Seacat", który wprowadzony został do uzbrojenia w W. Brytanii w roku 1960 oraz dużą rodzinę pocisków przeciwpancernych kierowanych przewodowo. Pociski kierowane przeciwpancerne są stosowane również jako uzbrojenie śmigłowców z przeznaczeniem do zwalczania celów naziemnych. Należy podkreślić, że w uzbrojeniu armii poszczególnych krajów nie występują obecnie pociski kierowane przewodowo do zwalczania celów powietrznych. Brak jest na ten temat jakichkolwiek danych literaturowych.

Rakiety kierowane przewodowo odznaczają się w grupie rakiet kierowanych stosunkowo najprostszą konstrukcją. Posiadają wiele niedoskonałości, a w tym szczególnie niedoskonały system naprowadzania, jak i ograniczony zasięg, co uniemożliwia ich wykorzystanie do walki z szybko poruszającymi się celami powietrznymi.

W związku z powyższym można postawić pytanie, czy jest uzasadnione przystosowywanie rakiet kierowanych przewodowo do zwalczania

celów powietrznych, mając na względzie wiele ich niedostatków. Dużo przemawia za tym, że prowadzenie studiów i badań w tym kierunku jest usprawiedliwione tym bardziej, że istniejące środki w systemie obrony przeciwlotniczej Wojska Polskiego nie są wystarczające dla stworzenia niezbędnej osłony wojsk przed działaniem lotnictwa nieprzyjaciela. W obecnej sytuacji należy badać i oceniać każdą możliwość powiększenia liczby tych środków.

Jest niezmiernie trudno opracować taki sprzęt uzbrojenia, który byłby przeznaczony do wykonywania różnych zadań, jak np. do obrony przeciwpancernej, przeciwlotniczej itp. W tym względzie najbardziej uniwersalna była i jest artyleria lufowa. Armata przeciwlotnicza oprócz swojego zasadniczego przeznaczenia z powodzeniem może być użyta do zwalczania pojazdów opancerzonych, siły żywej ogniem pośrednim i bezpośrednim, jak również do wykonywania wielu innych zadań ogniowych. Jest to możliwe wówczas, jeśli dla oddania strzału wystarcza proste wycelowanie, a lot pocisku odbywa się po tprze baliistycznym kosztem energii kinetycznej. Systemy raketowe, szczególnie te, u których istnieje potrzeba ingerencji w korygowaniu lotu pocisku, posiadają ściśle określone przeważnie jedno tylko przeznaczenie. Wynika to z wielu przyczyn obiektywnych uwarunkowanych możliwościami technicznymi rozwiązań, jak i warunkami eksploatacji.

Należy zaznaczyć, że tendencja do budowy sprzętu coraz bardziej wyspecjalizowanego jest w gruncie rzeczy ujemną jego cechą z punktu widzenia wojskowego i ekonomicznego. Stwierdzenie to znajduje pełne uzasadnienie szczególnie w odniesieniu do tych rodzajów sprzętu uzbrojenia, które znajdują się w uzbrojeniu wojsk lądowych - zmechanizowanych i pancernych.

Różnorodność i zmienność sytuacji bojowych w obronie i w natarciu w pierwszych rzutach, jak i na głębokich tyłach wojsk czyni sprzęt o wąskim, często jednym tylko zakresie użycia w wielu wypadkach nieprzydatnym i łatwym do zniszczenia przez nieprzyjaciela. Tak np. przeciwpancerne pociski kierowane znajdują pełne wykorzystanie w oddziałach związanych walką bezpośrednio z nieprzyjacielem. W innych sytuacjach bojowych wykorzystanie tego sprzętu nie jest możliwe. Biorąc to pod uwagę, jak również tendencje do automatyzacji naprowadzania tych pocisków na cel jest uzasadnione poszukiwanie technicznych rozwiązań umożliwiających rozszerzenie zakresu ich stosowania.

Jedną z istotnych wad przeciwpancernych pocisków kierowanych jest ich mała prędkość lotu i w znanych typach pocisków nie przekracza 200 m/sek. Pociski będące na uzbrojeniu naszego wojska 3M6 i 9M14M posiadają prędkość lotu w granicach 120 m/sek.

Przy ręcznym naprowadzaniu pocisków na cel, tzw. metodą trzech punktów prędkość lotu reprezentowana przez pociski pierwszej generacji jest ustalona stosownie do możliwości spostrzegania i reakcji operatora i ma na celu zagwarantowanie możliwie wysokiego prawdopodobieństwa trafienia celu.

Wykorzystanie przeciwpancernych pocisków kierowanych do walki z celami powietrznymi wiąże się z wieloma zagadnieniami technicznymi, w tym ze zmianami konstrukcyjnymi w sprzęcie naziemnym.

Przeciwpancerne pociski kierowane przystosowane do zwalczania celów powietrznych będą musiały w pierwszym rzędzie posiadać zdolność zwalczania czołgów i innych celów naziemnych. Również wyrzutnia dla takich pocisków musi odznaczać się wieloma parametrami w zakresie naprowadzania i celowania, których nie posiadają wyrzutnie etatowe będące na wyposażeniu naszego wojska. Organizacyjne wykorzystanie zestawu przeciwpancernego przystosowanego do zwalczania celów powietrznych nie ulegnie zmianie, tzn. będą one wchodziły w skład dywizji zmechanizowanych i pancernych, przede wszystkim jako środki obrony przeciwpancernej.

W roku 1969 planowana jest w WITU praca mająca na celu sprecyzowanie możliwości wyposażenia transporterów opancerzonych, będących w uzbrojeniu Wojska Polskiego w przeciwpancerne pociski kierowane. W pracy tej należy przeanalizować możliwość uzyskania rozwiązań uwzględniających również walkę z celami powietrznymi.

Jak już zaznaczono przeciwpancerne pociski kierowane będą miały stosunkowo ograniczone możliwości walki z celami powietrznymi, szczególnie z tymi, które odznaczają się stosunkowo dużą prędkością lotu. Przyjmuje się w związku z tym, że mogą być one wykorzystywane jako ewentualne środki do zwalczania śmigłowców różnych typów i przeznaczenia.

Wszystko wskazuje na to, iż śmigłowce w nowoczesnych działaniach bojowych odgrywać będą coraz większą rolę. Z jednej strony służyć one mogą, jako bardzo efektywny środek do przewozu ludzi i zaopatrzenia, zdecydowanie zwiększając ruchliwość piechoty zmechanizowanej we wszystkich rodzajach działań.

Poza tym śmigłowce mogą stanowić silny środek ogniowy zdolny skutecznie prowadzić atak z powietrza na cele naziemne opancerzone /np. czołgi i wozy bojowe/, stanowiska ogniowe artylerii i moździerzy, umocnienia, stanowiska dowodzenia itp. Przykładem takiego typu śmigłowca może być amerykański śmigłowiec UH-1B uzbrojony w system M-22, składający się z 6-ciu wyrzutni pocisków SS-11 lub śmigłowce UH-1 uzbrojone w system broni XM16, w skład którego wchodzi 4-ry sprzężone karabiny maszynowe oraz uchwyty na wyrzutnie pocisków kalibru 70 mm.

W związku z tym, iż śmigłowce charakteryzują się niedużą szybkością lotu wynoszącą przeciętnie ok. 200 - 250 km/godz., a także uwzględniając wyraźne tendencje stosowania niskopułapowych lotów śmigłowców w czasie wykonywania przez nie zadań bojowych wydaje się celowym rozpatrzenie możliwości zastosowania przeciwpancernych pocisków kierowanych do ich zwalczania.

Wprowadzanie w chwili obecnej na uzbrojenie naszego wojska przeciwpancernych pocisków kierowanych 9M14M uzasadnia rozpatrzenie możliwości przystosowania tego właśnie pocisku do zwalczania śmigłowców. Aktualne parametry taktyczno-techniczne tego pocisku pozwalają ocenić wstępnie obszar rażenia śmigłowców w sposób następujący.

Przyjmując:

- średni ciężar pocisku na marszowym odcinku toru lotu  
 $Q_{sr} = 8,3 \text{ kg};$
- średnią składową osiową ciągu silnika marszowego  
 $P = 7,09 \text{ kg};$
- czas pracy silnika marszowego  $t_m = 27 \text{ sek.};$
- długość linii kierowania  $l_p = 3200 \text{ m},$

a także uwzględniając minimalną szybkość rakiety, przy której możliwe jest jeszcze skompensowanie jej ciężaru siłą nośną oraz krytyczną wartość kąta natarcia  $/\alpha_{kr} 10^0/$ , przy której nie następują jeszcze większe deformacje opływu powietrza, z równania na prostoliniowy ruch wznoszący rakiety /zakładając wstępne wycelowanie układu - zespołu prowadnic na cel/

$$V_{min} = \frac{67}{\cos \epsilon_c}, \text{ gdzie } \epsilon_c - \text{ kąt położenia celu.}$$

Z porównania  $V_{\min}$  z prędkością ruchu ustalonego dla tego pocisku

$$v = \sqrt{\frac{7,09 - 8,3 \sin \epsilon_c}{0,000519}}$$

wynika, że dopuszczalny maksymalny kąt położenia celu do przeciwpancerne go pocisku kierowanego 9M14M -  $\epsilon_{c\max} = 21,5^\circ$ .

Osiągi w/w pocisku w płaszczyźnie pionowej dla zakresu kąta  $\epsilon_c$  od 0 do  $\epsilon_{c\max}$  kształtują się w sposób następujący:

Kąt położenia celu $\epsilon_c$	Prędkość lotu pocisku $V$	Maksymalna odległość $X_{\max}$	Donośność $X$	Pułap $Z$
stopnie	m/sek.	m	m	m
0	116,5	3155	3155	0
5	110,6	2990	2980	260
10	104,4	2820	2778	490
15	97,6	2635	2545	682
20	90,2	2435	2280	845
21,5	88,4	2110	1963	772

Rozpatrując możliwość zastosowania przeciwpancerne go pocisku kierowane go do zwalczania śmigłowców należy brać również pod uwagę konieczność odpowiedniego przystosowania wyrzutni. Wyrzutnie przeciwpancerne ych pocisków kierowane ych zbudowane są na transporterach opancerzonych BRDM odznaczające ych się dobrymi charakterystykami eksploatacyjnymi, w tym wysoką manewrowością i krótkim czasem przejścia z położenia marszowe go do bojowe go - rzędu 20 sek.

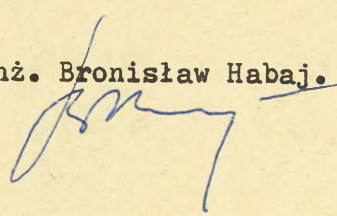
Z przytoczone ych wyżej dane ych taktyczno-techniczne ych pocisku 9M14M oraz właściwe ych jemu parametrów charakteryzujące ych jego osiągi w pionowej płaszczyźnie naprowadzania wynika, że skuteczność tego pocisku w zwalczaniu nisko latające ych celów może być znacznie zwiększona w przypadku zastosowania w systemie naprowadzania półautoma-tycznego układu kierowania. Aktualnie wiadomym jest, że w ZSRR zastosowany został do tego typu pocisków taki układ, w związku z czym można przypuszczać, iż w niedalekiej przyszłości wyrzutnie takie mogą być zakupione i wprowadzone na uzbrojenie naszego wojska.

Wydaje się, iż bezpośrednim następstwem wprowadzenia półautomatycznego układu naprowadzania i kierowania będą zmiany idące w kierunku zwiększenia szybkości lotu rakiety. W wypadku, gdyby zmiany związane z wprowadzeniem półautomatycznego układu kierowania dotyczyły wyłącznie wyrzutni, celowym będzie podjęcie odpowiednich prac badawczych zmierzających do zwiększenia prędkości lotu rakiety w warunkach krajowych. Konieczne to będzie dla uzyskania bardziej efektywnego wykorzystania wszystkich możliwości, jakie daje półautomatyczny system kierowania.

Wydaje się również celowym rozpatrzenie możliwości wykorzystania wyników prac nad półautomatycznym systemem kierowania pociskami przeciwpancernymi, kontynuowanych obecnie przez Wojskową Akademię Techniczną.

Omówiony przykład rozszerzenia zakresu bojowego stosowania przeciwpancernych pocisków kierowanych, będących na uzbrojeniu naszego wojska jest uzasadniony względami wojskowymi, technicznymi i ekonomicznymi.

Referuje: ppłk mgr inż. Bronisław Habaj.



Wydrukowano w 2 egz.

Egz. Nr 1 - ASG

" Nr 2 - a/a

Wyk. ppłk Habaj

Druk I.Z. 1.12.68 r.

Nr 04165

Zak.	28 21 28	nr. 0278
h	12 12	68.

Egs. nr 4

150  
152INSTYTUT TECHNICZNY WOJSK LOTNICZYCH

Mjr mgr inż. Mikołaj Poltyniewicz

Zwalczanie samolotów przeciwnika działających na małych  
wysokościach.

/Seksja artylerii rakietowej/.

Rozwój samolotów będących środkiem napadu powietrznego stawia przed artylerią rakietową wraz z większe wymagania. Wymagania te wynikają z właściwości tych samolotów oraz ze sposobu i warunków ich wykorzystania. Należy się liczyć z sytuacją, że lotnictwo nieprzyjaciela działać będzie na różnych przedziałach wysokości dobierając je tak aby optymalizować warunki pokonania obrony powietrznej i wykonanie przewidzianego zadania. Działać ono będzie z różnymi prędkościami w różnych /również trudnych/ warunkach meteorologicznych oraz różnych porach doby. Należy również przyjąć, że ataki lotnictwa nieprzyjacielskiego odhycać się będą z wykorzystaniem urządzeń przeciwdziałania radioelektronicznego.

Z powyższego wynika, że artyleria rakietowa przeznaczona do zwalczania powietrznych środków nieprzyjacielskiego napadu winno być zdolne i skutecznie odpiierać ataki nieprzyjacielskich samolotów na różnych wysokościach manewrujących szybkością i wysokością, w różnych warunkach meteorologicznych, w różnych porach doby przy zastosowaniu środków przeciwdziałania radioelektronicznego.

Jest to zadanie bardzo trudne szczególnie dla zwalczania samolotów lecących na małych wysokościach i z dużą prędkością.

Będące na wyposażeniu zestawy przeciwołotniczych pocisków kierowanych artylerii rakietowej "Bzwin" i "Wołchow" przeznaczone są głównie do zwalczania samolotów na średnich, dużych i stratosferycznych wysokościach. W celu zwiększenia efektywności zwalczania samolotów na małych wysokościach modernizacja obecnych i wyzagania w stosunku do przyszłych zestawów przeciwołotniczych pocisków kierowanych winna iść w kierunku:

1. Zwiększenia odległości wykrywania.

Zwiększenie odległości wykrywania można uzyskać poprzez zwiększenie odległości wykrywania stacji naprowadzania rakiet /BNR/ /np. przez podnoszenie anten BNR, odpowiednie ukształtowanie charakterystyki antenowej itd/ lub też metodę pośrednią przez wykorzystanie wysuniętych stacji radiolokacyjnych albo wykorzystanie informacji z systemu centralnego. Wycuniętymi stacjami radiolokacyjnymi mogłyby być także stacje radiolokacyjne wykorzystujące efekt Dopplera z automatycznym wykrywaniem i przekazywaniem informacji o wykrytych celach do dywizjonów radiotechnicznych.

2. Zmniejszenie czasu przekazywania informacji o celach.

W tym celu należy dążyć do zastosowania z/s z automatycznym lub półautomatycznym wykrywaniem wraz urządzeniami transmisji danych.

Prowadzone w ITWL badania nad automatycznym wykrywaniem i przekazywaniem informacji radiolokacyjnej dały pozytywne rezultaty. Należałoby przeprowadzić podobne badania z wykorzystaniem środków bojowych w realnych warunkach oraz zastosować automatyczne względnie półautomatyczne nakierowywanie BNR wykorzystując do tego celu dane cyfrowe o po-

łożeniu celi przychoząco z łącza transmisji danych. Tak zautomatyzowany czy też automatyczny system wykrywania, przeszukiwania SNR zapewni minimalne opóźnienie informacji radiolokacyjnej.

3. Wyposażenie zestawów przeciwlotniczych pocisków kierowanych w różne typy rakiet.

Wyposażenie zestawów w co najmniej dwa typy pocisków kierowanych np. do zwalczania na małych wysokościach i do zwalczania na średnich dużych wysokościach w ilości o odpowiednich propozycjach zwiększy gotowość bojową zestawów.

Każdy zestaw przeciwlotniczych pocisków kierowanych winien być przygotowany do pracy autonomicznej oraz do pracy w systemie ORK.

Powyższe uwagi i propozycje nie rozwiązują całości zadań stojących przed przeciwlotniczą artylerią raketową, jedynie wskazują pewne kierunki modernizacji i rozwoju zestawów przeciwlotniczych pocisków kierowanych w celu polepszenia ich efektywności szczególnie przy zwalczaniu samolotów lecących na małych wysokościach.

Wydrukowano w 5 egz.

Egz. nr 1 - 2 - Sekretariat Konferencji ASO

Egz. nr 3 - 5 - a/a

Wyk. mjr Poltyniewicz

Druk. 2.3. dn. 6.III.68 r.

Nr masz. 0308/1

155

152 Kart

~~152~~

