



022844

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. generała broni K. Świerczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA ORAZ KATEDRA OPL



DO UŻYTKU
OLUSZCZAKO

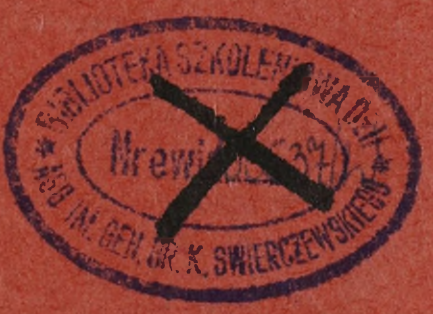
Egz. Nr 01

MATERIAŁ NA KONFERENCJĘ NAUKOWĄ

na temat:

ZWALCZANIE CEŁÓW NA MAŁYCH WYSOKOŚCIACH

(SEKCJA ARTYLERII RAKIETOWEJ)



ARCHIWUM
BIBLIOTEKI SZKOLENIA NADEK
KATEDRY WYDZIAŁU GEN. ŚWIERCZEWSKIEGO
im. gen. broni K. Świerczewskiego

36660

WARSZAWA

GRUDZIEŃ

1968



022814

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. generała broni K. Świerczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA ORAZ KATEDRA OPL

2/5

DO UŻYTKU
SLUSZCZEGO



Egz. Nr 001

MATERIAŁ NA KONFERENCJĘ NAUKOWĄ

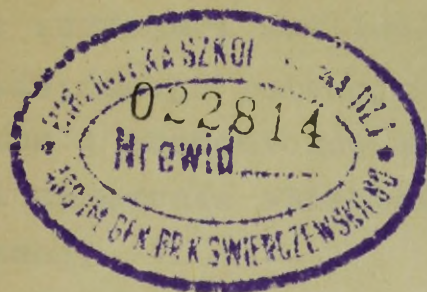
na temat:

ZWALCZANIE CEŁÓW NA MAŁYCH WYSOKOŚCIACH
(SEKCJA ARTYLERII RAKIETOWEJ)



ARCHIWUM
BIBLIOTEKI SZKOLENIA NA DEK
KATEDRY SZTABU GENERALNEGO
im. gen. broni K. Świerczewskiego
236660

Inskt. prot. K657.



DO UŻYTKU
SŁUŻBOWEGO

~~TAJNE~~

Egz.nr ...001

płk mgr inż. A. ZOŃ
płk dypl. W. BOJKO
ppłk dypl. T. KROPIOWSKI
ppłk dypl. T. MIROWSKI
ppłk mgr inż. J. ZDZIECH

OGÓLNA OCENA TAKTYCZNO-TECHNICZNYCH MOŻLIWOŚCI ART. RAKIE-
TOWEJ OP BEDACEJ AKTUALNIE NA WYPOSAŻENIU WP I OKREŚLENIE
PRZYDATNOŚCI W ZWALCZANIU CELÓW POWIETRZNYCH W CAŁEJ
STREFIE WYSOKOŚCI ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM MAŁYCH
I BARDZO MAŁYCH WYSOKOŚCI



ARCHIWUM
BIBLIOTEKI SZKOLENIOWEJ
KADREMI SZTABU GENEZAŁNEGO
GEN. BRONI K. ŚWIERCZEWSKIEGO

36660

W S T Ę P

Rozwój artylerii raketowej OP uwarunkowany jest wieloma czynnikami. Zasadniczymi z nich są:

- kierunki rozwoju i możliwości działań bojowych środków napadu powietrznego potencjalnego nieprzyjaciela;
- techniczne i ekonomiczne możliwości budowy systemu OP;
- jakość i znaczenie obiektów /kierunków/ wymagających obrony powietrznej;
- wymagany procent udziału artylerii raketowej w całości aktywnych środków OP na danym obszarze;
- możliwości szerokiego współdziałania z sąsiednimi systemami OP.

Artyleria raketowa OP może odgrywać istotną rolę w obronie powietrznej terytorium kraju i działań wojsk operacyjnych na polu walki pod warunkiem, że będzie ona dostosowana do wykonania nałożonych na nią zadań tak pod względem ilościowym jak i jakościowym.

Dostosowanie pod względem jakościowym jest to odpowiedni dobór zestawów artylerii raketowej OP pod względem skutecznego zasięgu działania /rakiety małego zasięgu, średniego i dużego/ jak też i ze względu na możliwości zwalczania celów w przedziałach wysokości bardzo małych, małych, średnich i stratosferycznych.

Dostosowanie pod względem ilościowym, jest to ilość zestawów i PRK w oddziałach, w związkach taktycznych i operacyjnych wojsk, ogólne nasycenie w obronie odpowiedniego obiektu lub kierunku.

Podział artylerii raketowej według zasięgów nie jest pojęciem jednolitym dla różnych krajów. Nie mniej jednak na podstawie różnych materiałów podział ten można przedstawić następująco:

- a. Rakiety "ziemia - powietrze" małego zasięgu, są to rakiety o zasięgu od kilku do 15 ÷ 20 km. Do rakiet małego zasięgu możemy zaliczyć następujące typy rakiet: S-125, Hawk, Rapier, Indigo, Redeye, Mauler, Tigercat.
- b. Rakiety "ziemia- powietrze" średniego zasięgu, są to rakiety o zasięgu 15 ÷ 20 km do 70 ÷ 75 km.

Do nich należy zaliczyć następujące zestawy PRK:

Dźwina, Wołchow, Nike- Ajax, MR-27.

c. Rakiety "ziemia-powietrze" dużego zasięgu, są to rakiety o zasięgu ponad 70 + 75 km. Typowymi raketami dużego zasięgu są np.: Nike-Hercules, Parka, Bloodhound, Typhoon itp.

Rakiety "ziemia-powietrze" ulegają systematycznemu udoskonalaniu i rozbudowie tak przez państwa Zachodnie jak i przez ZSRR. Z dotychczas istniejących najbardziej popularnymi są rakiety średniego zasięgu. Umożliwiają one zwalczanie celów na średnich, dużych i stratosferycznych wysokościach. Temu typowi raket udziela się najwięcej uwagi. Nie mniej jednak próby przystosowania ich do zwalczania celów na małych wysokościach, jak dotychczas, nie dają pożądanych efektów. To wywołało konieczność budowy zestawów PRK małego zasięgu, dostosowanych do zwalczania celów na małych wysokościach w granicach 100 + 600 m. Ponadto zestawy te powinny posiadać możliwość zwalczania celów na bardzo małych wysokościach, to jest w granicach 15 + 100 m.

Jak dotychczas odczuwa się poważny brak na wyposażeniu wojsk PRK, które mogłyby wypełnić lukę w zwalczaniu celów na małych, a tym bardziej na bardzo małych wysokościach.

Brak ten odczuwa się na równi w wojskach OPK jak i w obronie powietrznej wojsk operacyjnych. Rakietowa obrona powietrzna PRL oparta jest o rakiety średniego zasięgu, mogące zwalczać cele na średnich, dużych i stratosferycznych wysokościach.

Niedostateczne zabezpieczenie przed działaniami lotnictwa na małych wysokościach spowodowała zrozumiałe zainteresowanie się sprawą zwalczania celów działających na tych wysokościach. Powstał problem budowy specjalnego systemu raket małego zasięgu, posiadającego możliwość zwalczania celów na małych i bardzo małych wysokościach.

Poważną rolę w zwalczaniu celów powietrznych, działających na małych wysokościach, odgrywa artyleria lufowa małego kalibru. Możliwości rozwojowe artylerii lufowej w zakresie zwiększenia efektywności bojowej są ograniczone.

Nie mniej jednak, artyleria lufowa małego kalibru będzie spełniała poważną rolę w zwalczaniu celów na małych wysokościach do czasu uzyskania odpowiedniej jakości i ilości rakiet przeciwlotniczych małego zasięgu, dostosowanych do zwalczania celów na małych wysokościach.

W chwili obecnej udoskonala się niektóre rakiety małego zasięgu, będące już na uzbrojeniu wojsk, np. Redeye, jak również przystosowuje się niektóre rakiety klasy "powietrze - powietrze", np. "Sidewinder" do wykonywania zadań wchodzących w zakres klasy rakiet "ziemia - powietrze" /Chaparral/.

Obok udoskonaleń istniejącego sprzętu prowadzi się prace nad nowymi typami rakiet klasy "ziemia - powietrze".

Tendencje rozwojowe zmierzają w kierunku zwiększenia prędkości rakiet, zwiększenia odporności na zakłócenia radioelektroniczne oraz w kierunku zwiększenia manewrowości zestawów rakiet, co jest szczególnie ważne przy osłonie wojsk operacyjnych we współczesnym manewrowym charakterze prowadzenia działań bojowych. W tym celu prowadzone są usilne badania nad udoskonaleniem technologii silników raketowych oraz nad samą konstrukcją silników. Ma to doprowadzić do zwiększenia prędkości o około 50 %.

Prace w kierunku uodpornienia na zakłócenia radioelektroniczne prowadzone są w zasadzie drogą doboru odpowiednich sposobów kierowania rakieta oraz przechodzenia na zakres fal milimetrowych, jak również technicznych udoskonaleń niektórych podzespołów.

W celu zwiększenia mobilności buduje się samobieżne wyrzutnie 2 + 6 -cio prowadnicowe. Przy czym na takim wozie bojowym montuje się radiolokator, tworząc w ten sposób najmniejszą jednostkę ogniową, zdolną do samodzielnego prowadzenia ognia po uzyskaniu wstępnej radiolokacyjnej informacji o celu z ogólnego lub innego systemu rozpoznania radiolokacyjnego. Ma to olbrzymie znaczenie przy rozwiązywaniu problemu rozśrodkowania sprzętu w warunkach wojny z użyciem broni jądrowej. Duża natomiast mobilność rozwiązuje zagadnienie uzyskania ciągłej osłony wojsk operacyjnych na polu walki, a w systemie OPK umożliwia dokonanie szybkiego manewru sprzętu z zachowaniem prawie ciągłej gotowości do zwalczania celów powietrznych. Nie wyklucza to możliwości

posiadania w systemie OP wyrzutni w wersji ciągnionej. Tego typu zestawy małego zasięgu ze względu na znacznie mniejszy ciężar mogłyby być przewożone środkami transportu powietrznego i odgrywałyby poważną rolę w koncentracji wysiłku tak w działaniach wojsk operacyjnych jak i w obronie powietrznej kraju.

Zmiany jakościowe zestawów rakiet "ziemia-powietrze" można osiągnąć również dzięki rozwojowi elektroniki kwantowej i zastosowania jej do nowego systemu kierowania rakietami "ziemia-powietrze".

Nowy system może mieć znaczne zalety w porównaniu z dotychczasowymi. Do zasadniczych z nich można zaliczyć: dużą kierunkowość charakterystyki przy znacznej gęstości promieniowanej energii oraz wysoką odporność na zakłócenia energii wypromieniowanej.

Badania nad opracowaniem rakiet z wykorzystaniem takiego sposobu kierowania są już prowadzone w krajach o wysokim postępie technicznym i mogą być wprowadzone do wojsk w ciągu najbliższego okresu czasu w bardzo małych ilościach w charakterze serii eksperymentalnej. Do masowej produkcji tego rodzaju urządzenia nie wejdą prawdopodobnie w najbliższym czasie.

I. PROBLEMY MODERNIZACJI ZESTAWÓW PRK W CELU PRZYSTOSOWANIA ICH DO SKUTECZNEGO ZWALCZANIA CEŁÓW NA MAŁYCH I BARDZO MAŁYCH WYSOKOŚCIACH

Wiadomo jest, że obecnie na wyposażeniu artylerii rakietowej Wojsk OP znajdują się dwa typy przeciwlotniczych zestawów raketowych:

1. SA-75M /"Dźwina"/
2. S-75M /"Wołchow"/

Pierwsze z nich zostały już dokładnie sprawdzone w rzeczywistych działaniach bojowych w Wietnamie i w zasadzie potwierdziły określone dla nich dane taktyczno-techniczne i skuteczność strzelania. Najskuteczniejsze okazały się strzelania do celów grupowych w składzie 2-4 samolotów w przedziale wysokości 2 do 12 kilometrów. Duża skuteczność strzelania PRK na średnich wysokościach, zmusiła lotnictwo Stanów Zjednoczonych do wykonywania lotów, w strefach działania przeciwlotniczych zestawów raketowych, na wysokościach mniejszych od 2 km. Skuteczność rozpatrywanego zestawu PRK, przy zwalczaniu celów lecących na małych wysokościach, jest znacznie mniejsza. Istotny wpływ, w tym wypadku, mają odbicia od ziemi. Praktycznie, przy pomocy zestawu "Dźwina", można zwalczać cele na wysokościach od 1 do 27 km. / $1 \text{ km} \leq H \leq 27 \text{ km}$ /, lecące z prędkością do 560 m/sek. Strefa ognia w płaszczyźnie pionowej, przy parametrze kursowym równym zero / $P = 0$ /, wyznaczana jest następującymi wielkościami:

- bliższa granice strefy ognia - $D_b = 12 \text{ km}$;
- minimalna wysokość strzelania - $H_{\min} = 1 \text{ km}$;
- maksymalna wysokość strzelania - $H_{\max} = 27 \text{ km}$;
- dalsza granica strefy ognia jest funkcją wysokości i kształtuje się jak w poniższej tabeli Nr 1.1.

Tabela Nr 1.1.

H	1	2	3	4	5	6	7-8	9	10	11	12-13	14-15	16-22	23-27
D_d	18	19	24	25	26	27	28	29	30	30	31	32	33	34

- maksymalny kąt położenia celu - $E_{\max} = 60^\circ$

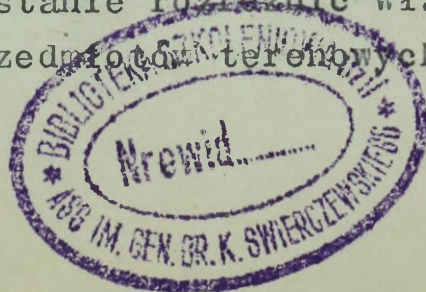
Zestawy typu "Dźwina" nie posiadały możliwości prowadzenia ognia do celów lecących na wysokościach mniejszych od 1 km. / $H < 1$ km/, do celów naziemnych oraz do balonów. Prowadzenie ognia do celów lecących na małych wysokościach było niemożliwe, ponieważ tor lotu rakiety mógł bardzo łatwo zetknąć się z ziemią przed momentem spotkania się z celem. Prowadzenie ognia do celów naziemnych nie było możliwe, ponieważ zapalnik radiowy, stosowany w rakiecie, nie mógł działać prawidłowo z powodu bardzo wielu różnorodnych odbić od powierzchni ziemi, w okolicy właściwego celu, Strzelanie do balonów nie było możliwe z powodu słabych odbić od ich powierzchni, co mogło być przyczyną niezadziałania zapalnika radiowego.

Aby wyeliminować wyżej wymienione wady zestawu "Dźwina", szczególnie chodziło o zmniejszenie minimalnej wysokości strzelania, zaczęto pracować nad dokonaniem pewnej modernizacji zestawu. Prace te zostały w zasadzie zakończone w roku 1966. Po wprowadzeniu zarówno w stacji naprowadzania /SNR/ jak i w rakiecie /PRK/ szeregu udoskonaleń, udało się uzyskać dodatkowe trzy rodzaje pracy:

- rodzaj pracy " $H < 1$ km" ;
- rodzaj pracy "ZIEMIA" ;
- rodzaj pracy "BAK".

Włączenie rodzaju pracy " $H < 1$ " pozwala na prowadzenie ognia i niszczenie celów lecących na wysokościach nie mniejszych niż 500 m / $H_{\min} = 0,5$ km/ z prędkością nie większą niż 420 m/sek. Zmodyfikowana metoda naprowadzania przy rodzaju pracy " $H < 1$ " zmniejsza prawdopodobieństwo zderzenia rakiety z ziemią i nieco zmniejsza wpływ sygnałów lustrzanych w kanale rakiety.

Przy rodzaju pracy "ZIEMIA" istnieje możliwość niszczenia celów naziemnych. Należy zaznaczyć, że całkowitą nowością jest tu to, że wybuch ładunku bojowego jest dokonywany bezpośrednio komendą K_3 z pominięciem zapalnika radiowego. Konieczność wyeliminowania pracy zapalnika radiowego rakiety, wynika stąd, że nie jest on w stanie rozróżnić właściwego celu na tle innych odbić od przedmiotów terenowych.



Rodzaj pracy "BAK" umożliwia prowadzenie ognia do balonów. Wybuch ładunku bojowego następuje bez udziału zapalnika radiowego /tak jak przy rodzaju pracy "ZIEMIA"/ ze względu na to, że skuteczna powierzchnia odbicia balonów może być zbyt mała, by mogła spowodować zadziałanie zapalnika radiowego rakiety.

Po wprowadzeniu wyżej wskazanych modyfikacji, mających na celu obniżenie dolnej granicy strefy ognia - należy stwierdzić, że przeciwlotniczy zestaw raketowy typu "Dźwina" jest dostosowany do zwalczania celów na średnich /0,5 - 5 km/, dużych /5 - 12 km/ i stratosferycznych /ponad 12 km/ wysokościach. Może zwalczać cele na kursie spotkaniowym rakiety z celem w przedziale kątów kursowych do 55° włącznie / $q_{max} = 55^\circ$ / przy prędkościach lotu celu do 560 m/sek. Cele te może zwalczać na wysokościach od 0,5 km /nadładem/ do 27 km i parametrze lotu celu do 23 km w zależności od wysokości lotu i metody naprowadzania rakiety. Może zwalczać cele na kursie spotkaniowym w przedziale kątów kursowych od 55° do 70° / $55^\circ \leq q_{max} \leq 70^\circ$ / lecące z prędkością do 420 m/sek. na parametrze granicznym do 32 km, lecz tylko przy wykorzystaniu metody połowicznego prostowania. Przy strzelaniu do celów wolnolejących /balonów/ zasięg strzelania powiększa się w wysokości do 30 km i w odległości rzeczywistej do 40 km.

W przypadku strzelania do celów oddalających się, możliwości zestawu stają się bardziej ograniczone. Przy strzelaniu do celu lecącego na parametrze większym od parametru granicznego / $P > P_{gr}$ - wielkość P_{gr} zależy od wysokości lotu celu/ z prędkością do 420 m/sek, możemy prowadzić strzelanie na wysokości od 2 do 25 km i na parametrze do 28 km w zależności od wysokości. W przypadku gdy parametr lotu celu jest mniejszy od parametru granicznego / $P < P_{gr}$ / zwalczać celem możemy w wyżej podanych przedziałach, lecz przy prędkościach lotu celu do 300 m/sek.

Tak więc w przypadku strzelania do celów oddalających się dla niektórych warunków lotu celu mamy trudności z prowadzeniem strzelania na wysokościach od 0,6 do 2 km, a w pozostałych warunkach możemy prowadzić strzelanie tylko do celów, których prędkość nie przekracza 300 m/sek.

Należy zaznaczyć, że wspomniane rezultaty modyfikacji mogą być osiągnięte przy zapewnieniu dogodnych warunków pracy stacji naprowadzania /SNR/, przy kątach zakrycia nie przekraczających 40°.

Po przeanalizowaniu wyników osiągniętych w rezultacie modyfikacji zestawu "Dźwina" należy stwierdzić, że nie osiągnięto możliwości zwalczania celów lecących na bardzo małych wysokościach $15 \leq H \leq 100$ m/ i małych wysokościach $100 \leq H \leq 500$ m/.

Zastanówmy się więc czy istnieją możliwości dalszej modyfikacji przeciwlotniczego zestawu raketowego SA-75M "Dźwina" w sensie możliwości wykorzystania go do skutecznego zwalczania celów lecących na małych i bardzo małych wysokościach.

Po szczegółowym przeanalizowaniu zmian wprowadzonych w poszczególnych układach stacji naprowadzania /SNR/, należy stwierdzić, że drogą dalszych modyfikacji nie uda się osiągnąć lepszych wskaźników taktyczno-technicznych tego zestawu. Zestaw ten mimo dalszych modyfikacji nie może być dostosowany do zwalczania celów na małych i bardzo małych wysokościach. Przeprowadzona modyfikacja, naszym zdaniem, pozwoliła na osiągnięcie maksymalnych możliwości zestawu raketowego tego typu. Uzyskanie lepszych wskaźników pracy zestawu warunkowane jest daleko idącymi zmianami natury konstrukcyjnej na przykład przez dobór innego rodzaju anten o większej kierunkowości lub też przez dokonanie zasadniczych zmian konstrukcyjnych rakiety. Są to przedsięwzięcia przekraczające granice modernizacji, a prowadzą do opracowania nowego zestawu.

Rozpatrując możliwości zestawu w zwalczaniu celów lecących na małej wysokości, należy stwierdzić, że w takim samym stopniu jak SNR odgrywa tu rolę sama rakietka.

Rakieta W-750W wchodząca w skład zestawu SA-75M nie odpowiada wymogom stawianym PRK, przeznaczonym do zwalczania celów na małych i bardzo małych wysokościach, zresztą konstruktorzy projektujący ten zestaw nie stawiali sobie takiego celu. Działania bojowe w Wietnamie, gdy przeciwnik /po poniesieniu dużych strat właśnie od artylerii rakietowej wyposażonej w zestawy SA-75M/ zmienił taktykę działania, stosując między innymi loty na małych wysokościach, spowodowały powstanie problemu modernizacji zestawu. Powstał również problem wprowadzenia do działań bojowych nowych zestawów PRK przystosowanych do zwalczania celów na małych wysokościach.

Dokonajmy krótkiej analizy, dlaczego PRK typu W-750W nie odpowiada wymaganiom stawianym przed rakieta przeznaczoną do zwalczania celów na małych i bardzo małych wysokościach. Przede wszystkim jest to rakietka o znacznym ciężarze /2283 kg/ jak na tego typu PRK, a więc i jej bezwładność w czasie sterowania jest znaczna. Uwidacznia się to w niemożności szybkiego wprowadzenia rakiety na tor obliczeniowy. Dopiero na odległości około 12 km błąd, czyli odchylenie toru rzeczywistego od toru obliczeniowego jest mniejsze od 40 m. Jest to zasadniczym czynnikiem, który w zasadzie wyklucza możliwość użycia tego typu rakiety do zwalczania celów na małych i bardzo małych wysokościach, gdyż rakietka nim doleci do celu trafi w ziemię. Tej wady PRK wyeliminować nie możemy, gdyż rakietka ta jest przeznaczona, zgodnie z obliczeniami konstrukcyjnymi, w zasadzie do zwalczania celów lecących na wysokościach od 1-2 do 27 km. Działania w Wietnamie potwierdziły, że cel ten został w pełni osiągnięty. Następnym czynnikiem eliminującym możliwość użycia PRK W-750W do zwalczania celów na małych wysokościach, jest możliwość spowodowania wybuchu ładunku bojowego przez zapalnik radiowy w wyniku działania sygnałów odbitych od ziemi. Należy się zastanowić czy istnieją możliwości dalszej modernizacji PRK W-750W, w celu przystosowania jej do zwalczania celów na małych i bardzo małych wysokościach. Głównym problemem, który należałoby rozwiązać jest problem zwiększenia manewrowości rakiety. Cel ten

można osiągnąć przez zmianę układu aerodynamicznego rakiety, lecz to z kolei wiąże się z przebudową większości zespołów rakiety oraz ze wzmocnieniem jej kadłuba. Wzrost manewrowości pociąga za sobą wzrost przeciążeń, które niekorzystnie wpływają na kadłub i inne elementy konstrukcyjne. Może więc zaistnieć taki niekorzystny przypadek, że przeciążenia potrzebne N_p będą większe od przeciążeń dopuszczalnych N_d i nastąpi zgięcie lub złamanie kadłuba rakiety. Oznacza to naruszenie podstawowego warunku wytrzymałościowego

$$N_p \leq N_d .$$

Widzimy więc, że poprawienie manewrowości rakiety poprzez zmianę układu aerodynamicznego wymaga gruntownej zmiany kadłuba i innych elementów rakiety, a to już nie jest modernizacja, lecz zaprojektowanie i skonstruowanie nowego typu PRK. W świetle powyższych rozważań należy stwierdzić, że do zwalczania celów na małych i bardzo małych wysokościach konieczne są rakiety o dużej manewrowości. Pociąga to za sobą odpowiednie zmniejszenie wymiarów rakiety, wzmocnienie kadłuba i innych elementów w celu zachowania warunku $N_p \leq N_d$.

W roku 1963 do wojsk został wprowadzony nowy zestaw PRK, a mianowicie zestaw typu S-75M "Wołchow". Dokonajmy krótkiej analizy, by odpowiedzieć na pytanie, czy zestaw ten odpowiada wymaganiom uniwersalnego zestawu PRK, to znaczy takiego zestawu, przy pomocy którego można by zwalczać cele powietrzne w całym zakresie wysokości.

Przy pomocy zestawu S-75M "Wołchow" można zwalczać cele powietrzne, naziemne i nawodne. Cele powietrzne można zwalczać na wysokościach od 0,3 do 30 km lecące z prędkościami do 640 m/sek. Należy przy tym podkreślić, że ograniczenia w zwalczaniu celów na małych wysokościach są znacznie większe niż przy strzelaniu do celów lecących na średnich i dużych wysokościach, a w związku z tym i skuteczność strzelania do celów na małych wysokościach jest mniejsza. Nie mamy jeszcze żadnych danych, wynikają^{ych} z praktycznego zastosowania zestawu S-75M w działaniach bojowych.

Na podstawie takich danych można by wyciągnąć wniosek, na ile zestaw ten spełnił założenia konstruktorów. Nie wnikając w szczegóły można stwierdzić, że zestaw S-75M jest bardziej gruntowną modernizacją zestawu SA-75M. Ta gruntowna modernizacja obejmowała głównie SNR i PRK. W SNR wprowadzono szereg udoskonaleń, zabezpieczających bardziej niezawodne prowadzenie celu i rakiety w warunkach występujących odbić od ziemi /wody/, wykluczających spotkania rakiety z ziemią. Uzyskano to dzięki wprowadzeniu dodatkowych układów, wypracowujących odpowiednie sygnały, zapewniające podniesienie toru obliczeniowego rakiety. Układy te włączane są przy pracy SNR w reżimie "szeroka wiązka" przy " $H < 5$ " i " $H < 1$ ".

Przy włączeniu reżymu " $H < 5$ " dokonujemy:

- dodatkowego podniesienia układu antenowego o 3° ;
- włączenia przytykania /blankowania/ odbiornika rakiety przy kącie położenia anten równym $9,5^{\circ}$;
- podniesienia toru rakiety, przy naprowadzaniu metodą trzech punktów, w kącie położenia według zależności

$$h_{\xi} = \Delta \varepsilon \cdot R(t) + h_0 \cdot e^{-\frac{t}{T}}$$

gdzie: $h_0 \cdot e^{-\frac{t}{T}}$ - składowa zabezpieczająca podniesienie toru na początkowym odcinku, po przechwyceniu rakiety przez układy śledzące na odległości 1840 m od SNR;

- R /t/ - programowana odległość do rakiety;
- $\Delta \varepsilon$ - różnica kątowa położenia celu i rakiety;
- T - 6 sek - czas lotu rakiety na odcinku niekierowanym;
- t - czas bieżący;
- h_0 - 250 m - liniowy sygnał błędu.

Przy włączeniu reżymu pracy $H < 1$ dodatkowo włącza się:

- niesymetryczne bramki śledzenia w kącie położenia i trakcie odbiorczym celu i rakiety;
- formowanie liniowego sygnału błędu w położeniu, przy metodzie połowicznego prostosowania według zależności:

$$h_{\varepsilon} = \left[\Delta \varepsilon + \frac{K}{2 \Delta \dot{r}} \Delta r \right] R(t)$$

gdzie: K - stała prędkość kątowna wynosząca $0,6^{\circ}/\text{sek}$, zabezpieczająca podniesienie toru rakiety;

Δr - różnica odległości między położeniem rakiety i celu;

$\Delta \dot{r}$ - "prędkość" zmiany Δr .

Możliwość skutecznego zwalczania celów na małych wysokościach uwarunkowana jest wykrywalnością tych celów przez SNR. Możliwości wykrycia celów przez SNR zależą od:

- krzywizny powierzchni ziemi i ukształtowania terenu w miejscu stania SNR;
- obecności sygnałów odbitych od przedmiotów terenowych w rejonie celu.

Odległość wykrycia celu przez SNR /bez uwzględnienia mocy nadajnika/ można określić ze wzoru:

$$D_{wyk} = \left[\frac{a}{r_y} (h_y - h) - 0,5 r_y \right] + \sqrt{\left[\frac{a}{r_y} (h_y - h) - 0,5 r_y \right]^2 + 2a(H_c - h)}$$

gdy: $r_y \leq \sqrt{2a} (\sqrt{h} + \sqrt{h_y})$

lub $D_{wyk} = \sqrt{2a} (\sqrt{h} + \sqrt{H_c})$

gdy: $r_y > \sqrt{2a} (\sqrt{h} + \sqrt{h_y})$

lub $h_y = 0$

gdzie: H_c - wysokość lotu celu względem stanowiska startowego;

h - wysokość anteny promieniującej energię; elektromagnetyczną;

r_y - odległość do punktu zakrywającego widoczność;

h_y - wysokość punktu zakrywającego względem stanowiska startowego;

a - łuk ziemi /przy normalnej refrakcji/ $a = 8500$ km.

Aby zwiększyć odległość wykrycia celu przez SNR można by jedynie zwiększyć wysokość anteny / h /. Lecz podniesienie anteny /kabiny PW/ o kilka metrów jedynie nie-

znacznie zwiększy odległość wykrycia, a powstaną nowe problemy, jak np. konieczność wydłużenia kabla doprowadzającego energię wcz z nadajnika RNK do anteny i wynikające straty energii w kablu oraz szereg innych trudności.

Polepszenie warunków wykrywalności stacji na małych wysokościach możemy osiągnąć również przez zmniejszenie kąta zakrycia anteny. Dla małych wysokości odległość wykrycia stacji kształtuje się jako jej bezpośrednia widoczność uwarunkowana krzywizną ziemi, wysokością lotu celu i kątem zakrycia / ϵ_z /. Odległość tę możemy obliczyć ze wzoru:

$$D_{bw} = -a \sin \epsilon_z + \sqrt{(a \sin \epsilon_z)^2 + 2H_c a}$$

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń w ZSRR dla zestawu S-75M otrzymano następujące wartości D_{bw} w zależności od kąta zakrycia i wysokości lotu celu /tabela nr 1.2./

Tabela nr 1.2.

H_c [m]	100	300	400	600	800	1000	1500	2000
ϵ_z /stopnie, minuty/								
0'	42	71	82	100	116	130	-	-
20'	15	40	47	63	77	90	-	-
40'	-	23	30	42	54	65	-	-
1°	-	-	21	32	40	49	69	88
1° 20'	-	-	-	24	32	39	57	73
1° 40'	-	-	-	-	26	32	47	60
2°	-	-	-	-	-	27	40	53
3° -	-	-	-	-	-	-	29	36

Jak z powyższej tabeli wynika należy zapewnić dla SNR kąty zakrycia zbliżone do zera.

W rezultacie udoskonaleń rakiety uzyskano większą jej prędkość, większy zasięg oraz zmniejszono prawdopodobieństwo zadziałania zapalnika radiowego od sygnałów od-

bitych od ziemi /wody/.

Zasięg rakiety zwiększono między innymi przez zwiększenie zbiorników paliwa i utleniacza. Tym samym jednak zwiększono ciężar startowy rakiety o ponad 100 kg w porównaniu z rakieta W-750W. Ponieważ wymiary rakiety również nie uległy zmniejszeniu wobec tego nie można było zmienić układu aerodynamicznego np. na układ typu "kaczka" w celu poprawienia manewrowości rakiety, gdyż to z kolei prowadzi do konieczności wzmocnienia konstrukcji kadłuba i innych urządzeń rakiety w celu zachowania podstawowego warunku wytrzymałościowego w czasie sterowania lotem rakiety $/N_p \leq N_d/$.

Oczywiste jest, że naruszenie tego warunku prowadzi do uszkodzenia lub całkowitego zniszczenia rakiety w czasie lotu. Nie zmniejszono więc bezwładności rakiety, co w dalszym ciągu uwidacznia się w niemożliwości szybkiego wprowadzenia rakiety na tor obliczeniowy.

Obniżenie dolnej granicy zwalczania celów do 300 m osiągnięto przede wszystkim na drodze udoskonaleń SNR. Udoskonalenia rakiety w celu przystosowania jej do zwalczania celów na małych wysokościach dotyczyło tylko radiozapalnika.

Nie wnikając w szczegóły można stwierdzić, że zestaw S-75M jest bardziej gruntowną modernizacją zestawu SA-75M. Chodziło o przystosowanie zestawu PRK przeznaczonego głównie do zwalczania celów na dużych i średnich wysokościach do możliwości zwalczania celów na możliwie najmniejszych wysokościach.

Rozpatrzmy jeszcze odporność zestawów na zakłócenia radioelektroniczne. Rozpatrywane zestawy pracują na częstotliwościach nośnych zakresu centymetrowego /nadajniki w płaszczyźnie β i ϵ / oraz decymetrowego /nadajnik RNK/, podatnych na wszelkiego rodzaju zakłócenia, tak naturalne jak i sztuczne powodujące obniżenie możliwości bojowych zestawu. Zakłóceniami sztucznymi są zakłócenia aktywne i pasywne.



Zakłócenia aktywne, wytwarzane są za pomocą specjalnych nadajników umieszczonych na samolotach lub balonach. Do najczęściej stosowanych zakłóceń należą szumowe oraz odzewowo-impulsowe. Należy stwierdzić, że zakłócenia szumowe, objawiające się na ekranach wskaźników SNR w postaci pasm wzdłuż całej podstawy czasu w odległości, są skutecznymi zakłóceniami przy dostatecznej mocy nadajnika zakłócającego. Intensywność świecenia pasm na ekranach wskaźników jest znaczna i na ich tle nie można wydzielić sygnałów od celu.

Zakłócenia odzewowo-impulsowe jednokrotne czy wielokrotne mogą być modulowane w amplitudzie, częstotliwości i fazie oraz mogą być opóźnione w czasie. Zakłócenia te dla pracy bojowej zestawów rozpatrywanych, są wysoce skuteczne.

Zakłócenia pasywne są to zakłócenia wytwarzane za pomocą sztucznych elementów, odbijających energię elektromagnetyczną, zrzucanych z samolotów lub raket. Zrzucone elementy tworzą "obłok", od którego odbijają się fale elektromagnetyczne, wysyłane przez SNR /lub dowolną stację radiolokacyjną/. Przy zastosowaniu znacznej gęstości zrzucanych elementów ekrany wskaźników SNR zostają rozjaśnione sygnałami odbitymi od "obłoku" zakłóceń. Rozjaśnienie ekranu następuje w rejonie celu rzeczywistego. Zakłócenia tego typu w znacznym stopniu utrudniają śledzenie celu przez SNR.

Do czynników utrudniających pracę SNR zaliczamy również zakłócenia naturalne. Są to zakłócenia przemysłowe, wzajemnie sąsiednich pracujących stacji radiolokacyjnych, atmosferyczne /wyładowania elektryczne, odbicia od chmur, deszczu itp/ oraz odbicia od przedmiotów terenowych szczególnie istotne przy zwalczaniu celów na małych wysokościach.

Urządzenia w zestawach przewidziane do obniżenia skuteczności oddziaływania zakłóceń w znacznym stopniu spełniają swoją rolę. W zestawie SA-75M uzyskano to dzięki zastosowaniu:

- różnej częstotliwości nośnej w kanale azymutu i kąta położenia celu. Różnica ta wynosi 60 MHz / $\Delta F = 60$ MHz/. Natomiast RNK pracuje na innym zakresie częstotliwości;

- natychmiastowej automatycznej regulacji wzmocnienia /NARW/;
- automatycznej i ręcznej regulacji wzmocnienia odbiorników celu /ARW, RRW/, regulacji jasności i ostrości obrazu na ekranach wskaźników SNR;
- możliwości dowiązania układu śledzącego w odległości do dowolnego kanału, azymutu lub kąta położenia;
- możliwości naprowadzania rakiet metodą trzech punktów, przy której nie jest potrzebna odległość do celu;
- dodatkowych układów umożliwiających pracę stacji przy celach na wysokościach mniejszych od 1 km / $H < 1$ km/, eliminujących sygnały odbić lustrzanych oraz odbić od przedmiotów terenowych na wskaźnikach SNR.

W zestawie S-75M wprowadzono znacznie więcej urządzeń obniżających skuteczność oddziaływania zakłóceń.

Oprócz urządzeń, o których była mowa dodatkowo wprowadzono:

- większą ilość podzakresów częstotliwości w kanałach β i ϵ /5 podzakresów/;
- skokową zmianę częstotliwości o pewną stałą wartość ΔF_{sk} w dowolnym kanale lub w obydwu kanałach;
- układy selekcji celów ruchomych tzw. SCR;
- układ "paczkowania" zakłóceń aktywnych.

Zastosowanie dwu różnych częstotliwości nośnych w kanale azymutu i kąta położenia, jest zasadniczym przedsięwzięciem obniżającym skuteczność działania zakłóceń aktywnych. Wydaje się, że jednym nadajnikiem przeciwnik nie będzie w stanie zakłócić oba kanały z wystarczającą intensywnością, ze względu na ograniczoną moc urządzenia zakłócającego. Do skutecznego zakłócenia wymagana jest moc rzędu 50-60 Wat na 1 MHz. By to osiągnąć dla obydwu kanałów przy różnicy częstotliwości $\Delta F = 60$ MHz moc nadajnika zakłócającego winna być około 3600 wat. Przy stosowaniu zakłóceń odzewowo-impulsowych mogą być stosowane zakłócenia wąskopasmowe dla każdego kanału oddzielnie.

Wszelkie odstrojone powyżej 1,5 MHz wymagają ponownego rozpoznania częstotliwości. W przypadku nadajników azymutu i kąta położenia, po wykryciu częstotliwości jednego

Skąd

kanalu, do wykrycia częstotliwości drugiego kanału tym samym urządzeniem wymagany jest czas 60 do 90 sek. Lecz znając, że różnica częstotliwości w poszczególnych kanałach β i ϵ jest wartością stałą równą ΔF , a skokowa zmiana częstotliwości wynosi ΔF_{sk} oraz, że między poszczególnymi dywizjonami wyposażonymi w ten sam zestaw różnica częstotliwości wynosi $\Delta F_d = 15$ MHz, jak również, że różnica częstotliwości nośnej RNK, w poszczególnych dywizjonach ogniowych oddziału /ZT/ różni się o $\Delta f = 11$ MHz o wiele łatwiej możemy dokonać rozpoznania częstotliwości pracy SNR.

Układy SCR należy włączać okresowo, gdyż włączenie ich zmniejsza odległość wykrycia celu o 10-15%.

Eliminacja zakłóceń pasywnych przez układy SCR jest skuteczna do pewnego stopnia. W przypadku zastosowania przez przeciwnika dużej gęstości elementów zakłócających, tak że w jednej objętości impulsowej stacji radiolokacyjnej czynna powierzchnia odbicia wytworzona przez te elementy przekroczy o około 80-100 razy czynną powierzchnię maskowanego ugrupowania bojowego lotnictwa nieprzyjaciela, to układy SCR spełnią swoją rolę ze znacznym ograniczeniem.

Przy rozpatrywaniu obiektów stacjonarnych, typowych dla OPK, możliwości zestawów pod względem zwalczania celów na dowolnej wysokości, mają decydujący wpływ. Jednak rozpatrując OP wojsk operacyjnych nie możemy rozpatrywać skuteczności przeciwlotniczych zestawów raketowych w oderwaniu od osłanianych obiektów. Dla obiektów w ramach wojsk operacyjnych istotny ma wpływ, na wskaźniki efektywności, mobilność zestawów w systemie OP.

Współczesne działania bojowe charakteryzują się wysokim tempem natarcia, wysoką manewrowością i zastosowaniem dużej ilości różnego typu techniki wojennej, wrażliwej na działania lotnictwa nieprzyjaciela.

Do skutecznej realizacji OP wojsk, obiektów tyłowych frontu i armii we współczesnej operacji, szczególnie ważnym problemem staje się organizacja współdziałania wojsk OP z osłanianymi obiektami, które znajdują się w ruchu, realizując założenia operacji. Z powyższego wypływa ko-

nieczność rozwiązania zadania terminowego przegrupowania środków OP w toku operacji, w celu połączenia strefowej osłony wojsk, realizowanej w skali związków operacyjnych i bezpośredniej osłony poszczególnych związków taktycznych. Przegrupowanie oddziałów rakiet przeciwlotniczych powinno być zgrane z położeniem obiektów osłony, czyli system OP powinien ciągle zgrywać swoje strefy osłony /rozpoznania/ z rejonami rozmieszczenia wojsk i obiektów. Zdolność zgrywania strefy osłony OP z rejonami rozmieszczenia wojsk i obiektów uwarunkowana jest, między innymi, możliwościami manewrowymi przeciwlotniczych zestawów rakietowych. Porównanie średnich prędkości osłanianych wojsk, ze średnimi prędkościami zestawów rakietowych, pozwoli nam na określenie wartości, która będzie charakteryzowała zdolność nadążania systemu OP za osłanianymi wojskami. Przy obliczaniu średniej prędkości ruchu systemu OP należy uwzględnić prędkości marszowe w terenie, czas zwijania i rozwijania zestawów, czas przygotowania się do walki oraz inne czynniki opóźniające ruch środków OP. Dla charakterystyki systemu OP wojsk operacyjnych możemy również przyjąć wskaźnik możliwości zachowania ciągłej osłony manewrujących wojsk posiadanych środkami OP lub wskaźnik możliwości stworzenia na czas założonego ugrupowania artylerii rakietowej OP na określonej rubieży. Porównanie jednak prędkości ruchu daje wystarczająco realny obraz zdolności manewrowych środków współdziałających ze sobą na polu walki.

Dla współczesnej operacji tempo natarcia wojsk przyjmuje się średnio 4 km/godz. dla warunków przełamania oraz około 10 km/godz. dla walki w głębi. Można powiedzieć, że nacierające dywizje pierwszego rzutu w ciągu pierwszego dnia walki osiągną rubież odległą od przedniego skraju o 50 - 60 km. Dzień walki przyjmuje się średnio 10 godz. Rozpatrzymy pobieżnie w jaki sposób będą kształtowały się położenia artylerii rakietowej i związków pierwszego rzutu przy jednokrotnym przegrupowaniu dywizjonu ogniowego /pułku/ w ciągu dnia walki.

odpowiedniej ilości artylerii raketowej w związkach taktycznych, zadaniem których będzie zwalczanie celów działających na te wojska. Jednak mobilność rozpatrywanych zestawów jest zbyt niska by można było je stosować w związkach taktycznych pierwszego rzutu, charakteryzujących się dużą manewrowością na polu walki.

Po przeanalizowaniu możliwości zestawów SA-75M i S-75M należy wyciągnąć wniosek, że artyleria raketowa wyposażona w te zestawy przy ich odpowiedniej ilości i optymalnym ugrupowaniu może skutecznie zwalczać cele na średnich, dużych i stratosferycznych wysokościach. Możliwości zwalczania celów na małych wysokościach /100 - 600 m/ są ograniczone. Przy pomocy zestawu S-75M można zwalczać cele od wysokości 300 m wzwyż, a zestawu SA-75M od 500 m wzwyż. Skuteczność zwalczania celów na małych wysokościach jest znacznie mniejsza niż w pozostałym zakresie wysokości. Przy czym do osiągnięcia tej skuteczności powinny być spełnione dodatkowe warunki jak np. bardzo małe wartości kątów zakrycia. Powinny one być zbliżone do zera, co w terenie średnio pociętym jest trudne do osiągnięcia. W warunkach realnie istniejących stanowisk startowych kąty zakrycia posiadają praktycznie takie wartości, które wykluczają zwalczanie celów na małych wysokościach, a często utrudniają zwalczanie celów w pewnym zakresie średnich wysokości.

Uważamy, że dalsze przedsięwzięcia zdążające do obniżenia dolnej granicy strefy ognia dla tych zestawów są niecelowe. Będą wymagały one dużych nakładów pieniężnych, przy czym skutek może okazać się znikomy w stosunku do kosztów. Dalsze modyfikacje i usprawnienia powinny iść w kierunku polepszenia wskaźników skuteczności strzelania na wysokości 300 - 1000 dla zestawu S-75M oraz 500 - 2000 dla zestawu SA-75M oraz polepszenia właściwości tych zestawów w całym zakresie wysokości. Przedsięwzięciami zdążającymi w tym kierunku mogą być następujące usprawnienia i modyfikacje:

1. Podniesienie o kilka metrów anten SNR - w przypadku niemożliwości osiągnięcia wymaganego minimalnego kąta zakrycia ze względów terenowych.
2. Wprowadzenie dla zestawów zasady nierównomiernego odstrajania częstotliwości (ΔF , ΔF_{sk} , ΔF_d , Δf), co w znacznym stopniu uodporni SNR na zakłócenia aktywne.

3. Zastosowanie paliwa stałego zarówno w silniku startowym jak i w marszowym. Zwiększyło by to wydajność elaboracji rakiet, poprawiło bezpieczeństwo pracy oraz ułatwiło zaopatrywanie w rakiety, a tym samym podniosło wydajność ogniową doar.

Biorąc pod uwagę położenie geograficzne PRL oraz przewidywany kierunek działań wojsk operacyjnych należy się spodziewać, że na obszarze tym potencjalny przeciwnik może działać własnym lotnictwem na $H < 300$ m. W związku z tym istnieje konieczność uzupełnienia artylerii raketowej OP zestawami przystosowanymi do zwalczania celów na $H < 300$ m.

Jak już wspomniano na wstępie w WP przewiduje się wprowadzić na uzbrojenie artylerii raketowej OP zestawu S-125 "Newa", przeznaczony⁹⁹ do zwalczania celów na małych, średnich i dużych wysokościach.

Przy pomocy zestawu S-125 można zwalczać cele na kursie spotkaniowym rakiety z celem $q \leq 60^\circ$, lecące z prędkościami $300 \leq V_c \leq 700$ m/sek, na wysokościach od 100 m do 14000 m i odległościach od $d_b = 6$ km do około $d_d \approx 12$ km. Przy prędkościach $V_c \leq 300$ m/sek na wysokościach od 300 m do 18000 m i odległościach $d_b = 6$ km do $d_d = 17$ km, o ile kąt zakrycia / ξ_z / nie przekroczy 10 minut. W przypadku stosowania przez przeciwnika zakłóceń radioelektronicznych, możliwości bojowe znacznie zmniejszają się, zwłaszcza na wysokościach dużych.

Tak więc przy zastosowaniu zestawu S-125, można skutecznie zwalczać cele lecące na małych wysokościach. Odległość wykrycia celu przez SNR około 80 km.

Na uwagę zasługuje fakt gruntownej zmiany budowy rakiety S-W-27 /W-601/ w odniesieniu do rakiety W-755, w celu między innymi, polepszenia jej manewrowości. Osiągnięto to poprzez zmianę układu aerodynamicznego na układ typu "kaczka". Możliwe to było dzięki zmniejszonym wymiarom, a w związku z tym i ciężarowi rakiety, przez co zapewniony został podstawowy warunek wytrzymałościowy w czasie manewrowania rakiety

$$n_p \leq n_d.$$

W rakiecie tej zastosowano paliwo stałe, tak w silniku startowym, jak i marszowym, przez co można uzyskać większą wydajność ogniową oraz szereg zalet w porównaniu do rakiet na paliwo ciekłe.

Jeśli idzie o mobilność zestawu S-125, to należy stwierdzić, że jest ona taka sama jak zestawu S-75M.

Analizując dane taktyczno-techniczne stwierdzimy, że przy pomocy zestawu S-125 nie można zwalczać celów na bardzo małych wysokościach. Wynika stąd podstawowy wniosek, że przy wyposażeniu artylerii rakietowej OP w zestawy PRK typu S-75M konieczne jest wprowadzenie dodatkowo zestawów małego zasięgu, do zwalczania celów na małych i bardzo małych wysokościach.

W zestawach tych mogą być wykorzystywane między innymi rakiet klasy "powietrze-powietrze" po odpowiedniej adaptacji. Wiadomo, że istnieje koncepcja modyfikacji rakiety K-13M i że znajduje się ona w opracowaniu.

II. MOŻLIWOŚCI I SPOSOBY KONCENTRACJI WYSIŁKU OGNIOWEGO ARTYLERII RAKIETOWEJ W OSŁONIE OBIEKTÓW /KIERUNKÓW/ I WOJSK OPERACYJNYCH W SYSTEMIE OP ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM MAŁYCH WYSOKOŚCI

Z dotychczasowych rozważań wynika, że aczkolwiek zestawy rakietowe SA-75M "Dźwina" i S-75M "Wołchow", przeznaczone są w zasadzie do zwalczania celów na średnich, dużych i stratosferycznych wysokościach, to jednak /zwłaszcza zestaw typu "Wołchow"/ w określonych warunkach mogą one również prowadzić walkę z celami działającymi na małych wysokościach /powyżej 300 - 500 m/.

Mając na uwadze zasadnicze zadania, jakie artyleria rakietowa OP powinna realizować, wykorzystując wspomniane wyżej zestawy rakietowe, nie można przejść obojętnie obok faktu całkowitej negacji roli jaką może ona odegrać w zwalczaniu celów na małych wysokościach, w szczególności powyżej pułapu 500 m.

Wobec różnych możliwych alternatyw działania przeciwnika na obiekty i wojska osłaniane przez artylerię rakiętową OP, najbardziej prawdopodobne są te, które umożliwiają przeciwnikowi pokonywanie systemu obrony w najsłabszych jego miejscach.

Jak dotychczas najsłabszą stroną naszego systemu osłony rakiętowej są małe wysokości i to nie tylko z powodu pewnych ograniczeń technicznych, ale również nie zawsze doskonałych rozwiązań i zabiegów taktycznych.

Wydaje się więc celowe i konieczne zwrócenie naszej uwagi na problem koncentracji wysiłku ogniowego artylerii rakiętowej OP w szerszym aspekcie obejmując cały możliwy przedział wysokości działania przeciwnika, od małych do stratosferycznych włącznie.

Zasada koncentracji /skupiania/ wysiłku jest powszechnie znaną i od dawna stosowaną zasadą sztuki wojennej. W obronie powietrznej miała szerokie zastosowanie w latach II wojny światowej i nie straciła nic na swej aktualności również po dzień dzisiejszy.

Obecnie, w obliczu zagrożenia atomowego, a także wobec stale wzrastającej siły rażenia broni konwencjonalnej i chemicznej oraz uniwersalności zagrożenia z powietrza,^{1/} zasada koncentracji wysiłku w obronie powietrznej /w tym również rakiętowej/ posiada pierwszorzędne znaczenie.

W ścisłym tego słowa znaczeniu koncentracja wysiłku artylerii rakiętowej OP oznacza skupienie odpowiedniej ilości sił i środków rakiętowych w miejscu i czasie, zapewniającym optymalne warunki osłony.

Możliwości w zakresie koncentracji wysiłku artylerii rakiętowej OP zależą od szeregu czynników, właściwych dla skali w jakiej problem ten się rozpatruje.

1/ Pod pojęciem uniwersalności zagrożenia rozumie się techniczne i operacyjne /taktyczne/ możliwości przeciwnika powietrznego w wyborze pułapu, kierunku, czasu i obiektu działania oraz ilości zaangażowanych do tego celu sił.

W skali operacyjnej /systemu OP/ koncentracja wysiłku artylerii raketowej OP może wyrażać się w różnej formie. Zależna jest ona od takich czynników, jak: ilości posiadanych jednostek raketowych, liczby i ważności obiektów /kierunków/ wymagających osłony, stanu i możliwości innych środków OP /LM, art.plot itp./. Najczęściej może mieć miejsce koncentracja wysiłku polegająca na zmasowanym wykorzystaniu artylerii raketowej OP do osłony jednego, względnie niewielkiej liczby ważnych obiektów, rejonów lub kierunków operacyjnych /np. obrona DRW - HANOI i HAIFONG/ lub zaangażowaniu większej /posiadanej/ liczby jednostek raketowych do osłony obiektów, rejonów i kierunków o ważniejszym operacyjnym lub strategicznym znaczeniu.^{2/}

W skali taktycznej - w ramach oddziału lub związku artylerii raketowej OP, koncentracja wysiłku uzależniona jest przede wszystkim od:

- spodziewanego /prawdopodobnego/ działania środków napadu powietrznego przeciwnika;
- ilości i rodzaju zestawów raketowych;
- wielkości i charakteru osłanianego obiektu, rejonu lub kierunku operacyjnego;
- ilości i rodzaju /jakości/ innych środków OP realizujących wspólne zadanie;
- możliwości systemu OP na podejściach do strefy działań bojowych oddziału /związku/ artylerii raketowej OP.

Czynnikiem zasadniczym, który w sposób decydujący wpływa na możliwość koncentracji wysiłku artylerii raketowej OP jest niewątpliwie jej ilość i jakość.

Wiadomo, że uzyskanie dostatecznie wysokiego stopnia nasycenia systemu OP /OK i wojsk/ środkami raketowymi jest z wielu względów trudne do osiągnięcia oraz, że z reguły potrzeby /wymagania/ w tym zakresie przekraczać będą realne możliwości.

^{2/} Problem ten jest przedmiotem rozważań sekcji operacyjnej, dlatego nie jest szerzej rozwijany.



Stąd też siły wydzielone do osłony poszczególnych /grupy/ obiektów, rejonu /wojsk/ lub kierunku powietrznego będą z zasady ograniczone. Wymaga to szczególnej troski o racjonalne ich wykorzystanie.

W skali oddziału lub związku taktycznego artylerii raketowej OP, koncentracja wysiłku powinna wyrażać się w postaci możliwie największego udziału /zaangażowania/ dywizjonów /ogniowych w odparciu nalotu na głównych, prawdopodobnych kierunkach zagrożenia.

Obecnie, kiedy przeciwnik dysponuje bogatym arsenalem metod i sposobów pokonywania obrony powietrznej, możliwości przenikania jego w głąb do bronionych obiektów /rejonów/ niewątpliwie wzrosły. Sprzyjają temu przede wszystkim takie czynniki jak:

- stosowane na szeroką skalę zakłócenia radioelektroniczne;
- wysoka intensywność nalotu, wyrażająca się równoczesnym działaniem większej liczby celów w odstępach czasowych wykluczających możliwość kolejnego ostrzelania celów przez jeden dywizjon ogniowy;
- możliwość obezwładnienia części środków OP;
- wykonywanie lotów na małych i bardzo małych wysokościach oraz stosowanie podczas nalotu różnego rodzaju manewrów /pionowych i poziomych/.

W tych warunkach konieczne staje się, aby system osłony raketowej w maksymalnym stopniu odporny był na tego rodzaju przeciwdziałanie.

Jeśli weźmiemy pod uwagę możliwości dywizjonu ogniowego /SA-75M lub S-75M/ w odparciu nalotu, to dla określonych warunków strzelania są one stałe. Dopuszczalne w naszych rozważaniach będzie uproszczenie jeśli przyjmiemy, że dywizjon ogniowy ostrzeliwując tylko jeden cel powietrzny, może w przeciętnych warunkach przenosić ogień na kolejne cele, kiedy odstęp czasowy między nimi / Δt / będzie większy od czasu cyklu strzelania / $\Delta t \geq T_c$ /, który przy wielokrotnym przenoszeniu ognia średnio wynosi: przy strzelaniu jedną-dwoma raketami-2 minuty i strzelaniu serią trzech

rakiet-3 minuty. Analizując taktykę działania lotnictwa przeciwnika dochodzimy do wniosku, że we współczesnych warunkach, celem, do którego może prowadzić ogień artyleria rakietowa OP będzie z reguły pojedynczy samolot lub para samolotów, względnie co najmniej klucz w "luźnym" szyku bojowym. Wynika stąd, że nalot w którym wezmą udział nawet niewielkie siły lotnictwa przeciwnika /np. eskadra, ok. 12 samolotów/, działające w szyku par i kluczy mogą w stosunkowo krótkim przedziale czasowym, stwarzać wysokie nasycenie /gęstość/ celów powietrznych na określonych kierunkach.

Z doświadczeń działań wojennych w Wietnamie wynika, /co w naszych warunkach jest zupełnie realne i możliwe/, że odległości pomiędzy parami i kluczami samolotów w grupie mogą wynosić od kilkuset metrów do kilku, a nawet kilkunastu kilometrów.

Grupa w składzie 4-8 samolotów lotnictwa taktycznego, działając parami w odstępach kilku kilometrów /kilkunastu sekund/ może praktycznie w ciągu jednej minuty stwarzać nasycenie 2-4 celów, średnio 3 cele/minutę.

W zależności od czasu trwania nalotu T_N , odstępów czasowych pomiędzy kolejnymi grupami samolotów t_0 i średniej gęstości nalotu G_N przybliżoną liczbę celów, które należy ostrzelać w czasie nalotu ilustruje tabela nr 2.1.

Tabela nr 2.1

2

Czas trwania nalotu /min/ Odstęp między grupami	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30
2 min.	3	3	4	6	7	15	21	30	36	45
3 min.	3	3	3	4	5	9	15	20	24	30
4 min.	3	3	3	3	4	7	12	15	18	22
5 min.	3	3	3	3	3	6	9	12	15	18

Uwaga: Tabelę sporządzono wg zależności:

$$N_c \cong G_N \frac{T_N}{t_0}, \text{ gdzie } T_N \geq t_0$$

Za czas trwania nalotu, dywizjon ogniowy może odbyć określoną liczbę strzelań N_{strz} , która zależy od czasu przebywania celu w strefie startu T_{ps} i możliwości w zakresie przenoszenia ognia /cyklu strzelania T_c /:

$$n_{st} = \frac{T_N + T_{ps}}{T_c} + 1$$

Liczbę możliwych strzelań dywizjonu ogniowego w czasie trwania nalotu " T_N " w warunkach posiadania dostatecznej ilości rakiet na stanowisku ogniowym ilustruje tabela nr 2.2.

Tabela nr 2.2

Czas trwania nalotu /min/	Czas cyklu strzelania										Uwagi
	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30	
2 min.	1 /2/	2	2 /3/	3	3 /4/	6	8 /9/	11	13	16	strzelanie 1 rakietą lub serią 2 rakiet
3 min.	1	2	2	2	2 /3/	4	6	7	9	11	strzelanie serią 3 rakiet

Uwaga: 1/ Czas przebywania celu w strefie startu przyjęto w granicach 1 minuty.

2/ W nawiasach podano wartości w warunkach kiedy wykorzystuje się głębokość strefy ognia.

Z powyższego wynika, że przy założonej /prawdopodobnej/ gęstości nalotu i stałych możliwościach ogniowych dywizjonu znaczna część celów nie będzie ostrzeliwana. Im mniejsze będą odstępy między grupami w nalocie urzutowanym /potokowym/, tym większa ilość celów może przenikać przez strefę ognia dywizjonu nieostrzelana.

Sytuacja może ulec radykalnej zmianie, jeśli na głównych kierunkach zagrożenia uzyskamy większą gęstość

dywizjonów ogniowych, których strefy ognia będą się wzajemnie zazębiać, stwarzając tym samym warunki ześrodkowywania wysiłku ogniowego na wymaganych kierunkach.

Zagadnienie powyższe w postaci możliwej liczby strzełań, w zależności od ilości dywizjonów ogniowych przedstawia tabela nr 2.3.

Tabela nr 2.3

3

Czas trwania nalotu /min/	Ilość dywizjonów										
	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30	
2	2-4	4	4-6	4-6	4-8	8-12	12-18	14-22	18-26	22-32	
3	3-6	6	6-9	6-9	6-12	12-18	18-27	21-33	27-39	33-48	
4	4-8	8	8-12	8-12	8-16	16-24	24-36	28-44	36-52	44-64	
5	5-10	10	10-15	10-15	10-20	20-30	30-45	35-55	45-65	55-70	

Z dotychczasowych rozważań wynika, że licząc się ze stosunkowo wysoką intensywnością /gęstością/ nalotu przeciwnika, a także z uwagi na znaczne prawdopodobieństwo "wyłączenia" z działań części dywizjonów ogniowych wskutek silnych zakłóceń, obezwładnienia itp., należy na głównych kierunkach zagrożenia przeciwnika koncentrować wysiłek co najmniej 2-3 dywizjonów ogniowych.

W osłonie obiektów /wojsk/ i kierunków powietrznych, w głębi systemu obrony powietrznej, gdzie w wypadku silnej obrony powietrznej na podejściach do nich możliwości ^{przeniknięcia (dotarcia) przeciwnika} w głąb mogą być poważnie utrudnione, wymagania pod tym względem mogą być mniejsze /np. 1-2 dywizjony/.

Spełniając powyższe wymagania niezbędnym staje się organizowanie, na głównych kierunkach zagrożenia, bardziej zwartych i urzutowanych ugrupowań bojowych artylerii rakietowej OP. Możliwe to jest do osiągnięcia w drodze zmniejszenia odległości pomiędzy dywizjonami ogniowymi, co rzecz jasna

pociągnąć musi za sobą zwiększenie ogólnej liczby dywizjonów. Przy stałej ilości dywizjonów /pułk, brygada, dywizja/ możliwe jest natomiast przez zmniejszenie promienia ugrupowania artylerii raketowej OP /w osłonie obiektowej/ względnie zrezygnowanie z osłony mniej ważnych /drugorzędnych/ kierunków.

Jakie istnieją w tym zakresie możliwości oraz kierunku rozwiązania problemu, w skali taktycznej, zarówno z punktu widzenia małych, jak i pozostałych stref wysokości /zwłaszcza średnich i dużych/ stanowi więc główny cel dalszych rozważań.

Wiadomo, że zgodnie z aktualnymi^{ie} obowiązującymi zasadami osłony obiektowej, artyleria raketowa OP ugrupowuje się na znacznych odległościach od granic obiektu, wynoszących 20 - 30 km i więcej. Takie oddalenie powoduje, że przy osłonie okrężnej /zasada ta obowiązuje/ długość rubieży, na której rozwijają się dywizjony ogniowe jest znaczna i pociąga za sobą konieczność dysponowania dużą ilością sił i środków artylerii raketowej OP.

Ustalając więc minimalną liczbę dywizjonów ogniowych, których strefy ognia winny zazębiać się przed rubieżą wykonania zadania R_{wz} o wielkości równej odcinkowi, na którym cel może być ostrzelany trzema raketami /parametr celu równy Pgr_{max} /, przyjmuje się maksymalną odległość pomiędzy dywizjonami praktycznie równą dwu parametrom kursowym $d_{max} = 2 Pgr_{max}$.

W ten sposób minimalną ilość dywizjonów ogniowych niezbędną dla okrężnej osłony obiektu, w zależności od " Pgr_{max} " i " R_{ub} " ilustruje tabela nr 2.4.

Tabela nr 2.4.

$R_{ub} / km /$	10	15	20	25	30	35	40
$Pgr_{max} / km /$							
10	2	5	6	8	10	11	13
15	2	3	4	4-5	7	7-8	9
20	2	2-3	3	4	5	6	7
25	1-2	2	2-3	3	4	5	5
30	1	2	2	2-3	3-4	4	4-5

Uwaga: Dane w tabeli obliczono wykorzystując zależność:

$$n_{dyw} = \frac{180^\circ}{\arcsin \frac{P_{gr \max}}{R_{ub}}} \approx \frac{2\pi R_{ub}}{P_{gr \max}} \approx \frac{\pi R_{ub}}{P_{gr \max}}$$

Jeśli uwzględnić możliwe natężenie nalotu, to pociąga ono za sobą zmniejszenie odległości pomiędzy dywizjonami i w konsekwencji prowadzi do znacznego wzrostu liczby wymaganych dywizjonów, zgodnie z poniższą zależnością:

$$n_{dyw} = \frac{\pi \cdot G_n \cdot T_c \cdot R_{ub}}{P_{gr \max}}$$

W tabeli nr 2.5 podana jest niezbędna ilość dywizjonów ogniowych w zależności od wielkości promienia ugrupowania bojowego artylerii raketowej OP i natężenia nalotu.

Tabela nr 2.5

Rub /km/	Długość rubieży ugr.boj. ($2\pi R_{ub}$) w km	Natężenie nalotu - ilość celów/min.			
		0,5	1	2	3
10	63	2	3	6	10
15	94	2-3	5	9-10	14
20	126	3-4	6	12-13	19
25	157	4	8	16	23-24
30	188	5	10	19	28
35	220	5-6	11	22	33
40	250	6-7	12-13	25	37-38

Uwaga: Dane w tabeli obliczono dla: $P_{gr \max} = 20 \text{ km}$, $T_c = 2 \text{ min}$.

Analizując obowiązujące aktualnie zasady ugrupowania bojowego artylerii raketowej OP i dane zawarte w tabeli nr 4 i 5 dochodzimy do wniosku, że z punktu widzenia ilości zaangażowanych sił i środków, stopień koncentracji

wysiłku ogniowego artylerii raketowej jest stosunkowo niski i w zasadzie odpowiada natężeniu nalotu 0,5 celów/min.

Z punktu widzenia efektywności osłony obiektów, taki stan jest niezadowolający, ponieważ stwarza przeciwnikowi szanse łatwego pokonywania strefy raketowej i przenikania do obiektu, zwłaszcza na małych wysokościach.

Jakie wobec tego przyczyny mogły złożyć się na ten stan rzeczy i czy takie rozwiązanie jest we współczesnych warunkach optymalne?

Analiza tego zagadnienia pozwala wstępnie ustalić następujące przesłanki, którymi prawdopodobnie kierowano się w przyjęciu takich rozwiązań /zasad/:

Po pierwsze - sądzono, że artyleria raketowa OP powinna niszczyć cele powietrzne na rubieżach możliwie najdalej odsuniętych od osłanianych obiektów, co przy założeniu, iż przeciwnik będzie działał z dużych i stratosferycznych wysokości było zapewne słuszne. Nie liczono się zatem w takim stopniu, jak to czynimy obecnie, z możliwością działania ze średnich i małych wysokości.

Po drugie - nie posiadano dostatecznego rozeznania co do form i metod pokonywania obrony powietrznej oraz skutków jakie mogą one wywierać na skuteczność osłony, w sytuacji kiedy przeciwnik zmuszony będzie stosować je na dalekich podejściach do obiektu, a nie w pasie kursów bojowych /bliżej obiektu/.

Po trzecie - liczono się przede wszystkim z zastosowaniem przez lotnictwo przeciwnika broni jądrowej, co w metodach określania ugrupowań bojowych wyrażało się w przyjmowaniu maksymalnych prędkości lotu celu, i wysokości działania, w wyniku czego prawdopodobne rubieże wykonania zadania /a z tym związane "Rub"/ określano z dużym "zapasem".

W związku z tym brano pod uwagę maksymalne możliwości zestawów raketowych, co rzecz jasna nie zawsze odpowiadało optymalnym warunkom działania na średnich i małych wysokościach.

W wyniku takich założeń ugrupowania artylerii raketowej w osłonie określonych obiektów, nabierają współcześnie cech obrony strefowej, co w wielu wypadkach nie spełnia kryteriów ~~stosowanych~~ stawianych przed obroną obiektową. Jak wiadomo, ta ostanía stawia wymagania zniszczenia /ostrzeżenia/ możliwie największej liczby celów działających bezpośrednio na obiekt.

W obecnych warunkach optymalnym rozwiązaniem będzie niewątpliwie takie, które spełni określone wymagania w stosunku do możliwie największej liczby wariantów działania przeciwnika i uczyni ugrupowanie bojowe artylerii raketowej OP zdolne odeprzeć możliwie największą ilość celów z najbardziej prawdopodobnych kierunków zagrożenia.

Jest to zagadnienie niewątpliwie złożone i wymaga zastosowania odpowiednich metod matematycznych / 2 operacji/. Dlatego też oparcie się o metodę tradycyjną, może dać jedynie przybliżone rozwiązanie, które wymagać będzie weryfikacji przy pomocy odpowiedniego aparatu matematycznego.

Wiadomo, że uzyskanie wyższego stopnia koncentracji wysiłku ogniowego artylerii raketowej OP, wyposażonej w określony typ zestawu raketowego i stałej liczbie dywizjonów ogniowych /oddział, związek taktyczny/ jest możliwe w drodze zmniejszenia odległości pomiędzy dywizjonami, przy równoczesnym zmniejszeniu promienia ugrupowania bojowego. Warunkiem podstawowym, którego naruszyć nie można jest to, iż strefa ognia dywizjonów raketowych winna obejmować obszar powietrzny przed prawdopodobną rubieżą wykonania zadania przez przeciwnika $/R_{wz}/$. Równocześnie powinien być spełniony drugi zasadniczy warunek, aby strefa ognia obejmowała te odcinki lotu celów, na których przeciwnik dokonuje czynności bezpośrednio związanych z celowaniem /rozpoznaniem/ i znajdując się na kursie bojowym, nie może zastosować zdecydowanego manewru.

Dlatego też praktycznie, bliższa /minimalna/ granica strefy ognia na zasadniczym kierunku danego dywizjonu, powinna znajdować się w obrębie prawdopodobnej rubieży wykonania zadania /rys. nr 1/.

Wzrostek jest rośliną dwuletnią, która w pierwszym roku tworzy gęstą rozległą rozetę liściową, a w drugim roku wykształca się łodyga kwiatowa. Wzrostek jest rośliną dwuletnią, która w pierwszym roku tworzy gęstą rozległą rozetę liściową, a w drugim roku wykształca się łodyga kwiatowa.

Wzrostek jest rośliną dwuletnią, która w pierwszym roku tworzy gęstą rozległą rozetę liściową, a w drugim roku wykształca się łodyga kwiatowa. Wzrostek jest rośliną dwuletnią, która w pierwszym roku tworzy gęstą rozległą rozetę liściową, a w drugim roku wykształca się łodyga kwiatowa.

Wzrostek jest rośliną dwuletnią, która w pierwszym roku tworzy gęstą rozległą rozetę liściową, a w drugim roku wykształca się łodyga kwiatowa. Wzrostek jest rośliną dwuletnią, która w pierwszym roku tworzy gęstą rozległą rozetę liściową, a w drugim roku wykształca się łodyga kwiatowa.

Wzrostek jest rośliną dwuletnią, która w pierwszym roku tworzy gęstą rozległą rozetę liściową, a w drugim roku wykształca się łodyga kwiatowa.

Wzrostek jest rośliną dwuletnią, która w pierwszym roku tworzy gęstą rozległą rozetę liściową, a w drugim roku wykształca się łodyga kwiatowa.

Rys. 2.1

Kierując się dążeniem do maksymalnego wykorzystania możliwości bojowych zestawów raketowych, należy wziąć pod uwagę w miarę wszystkie te sposoby działania /ataku/ przeciwnika, które mogą ~~być~~^{mieć} najszersze zastosowanie a zarazem stwarzają realne szanse prowadzenia ognia.

Analizując charakter działania lotnictwa przeciwnika na obiekty osłaniane przez artylerię raketową OP należy stwierdzić, że obecnie wobec wielu możliwych sposobów /wariantów/ ataku przeciwnika trudno jest dokonać właściwego i jednoznacznego uogólnienia ich na jeden najbardziej prawdopodobny wariant działania, w oparciu o który można by ustalić odpowiednie zasady ugrupowania.

We współczesnych warunkach bombardowanie obiektów, zwłaszcza w wojskach operacyjnych, z lotu poziomego ze średnich, dużych i stratosferycznych wysokości nie można traktować jako podstawowego sposobu działania lotnictwa.^{1/} Nie można go jednak całkowicie wykluczać; szczególnie w warunkach intensywnych zakłóceń. Mało realne są zwłaszcza założenia, w których przyjmuje się możliwość wykonywania bombardowań z wysokości stratosferycznych. W zasadzie maksymalna wysokość bombardowania z lotu poziomego, prawdopodobnie obecnie i w najbliższej perspektywie, nie osiągnie w praktyce pułapu wyższego jak 10 000 m.

Tabela nr 2.6 ilustruje wielkości odstępu bombardowania dla różnych wysokości i prędkości lotu celu.

1/ Praktycznie w zasadach ugrupowania artylerii raketowej OPK ten sposób działania przeciwnika uważany jest za podstawowy /jedyne/. Działania lotnictwa amerykańskiego w Wietnamie nie potwierdzają słuszności takiego założenia.

Tabela nr 2.6

V_c km/godz. H /km/	Odstęp bombardowania "A" w m			
	1500	2000	2250	2500
5	8500	9500	-	-
10	11800	13400	14000	14700
15	15400	18400	19100	20800
20	19700	24300	26200	27900
25	23900	33400	36100	38700
30	-	-	39800	42200

Do podstawowych /głównych/ sposobów wykonywania zadań przez lotnictwo przeciwnika należy obecnie zaliczyć:

- bombardowanie z lotu nurkowego pod różnymi kątami;
- uderzenie pociskami kierowanymi pod małymi kątami nurkowania;
- bombardowanie pod kątami wznoszenia /zwłaszcza bronią jądrową/;
- bombardowanie z lotu poziomego z małych wysokości.

Z analizy powyższych sposobów ataku wynika, że praktycznie rubież wykonania zadania R_{wc} przez przeciwnika może znajdować się w obrębie obszaru powietrznego pomiędzy osłanianym obiektem, a rubieżą odległą około 15 - 20 km od granic obiektu /tabela nr 2.7/.

Hc /m/	Vc _m /sek	Odstępy bombardowania "A" dla lotu						"A" przy nurkowaniu samolotu-pocisku
		pod kątem		pod kątem		wzrostającego pod kątem		
		20°	45°	60°	45°	90°	110°	
1000	300	4200	1650	400	7950	0	-4900	1200
	400	5000	1800	450	13550	0	-8550	1200
2000	300	5100	2750	800	8550	0	-5150	2400
	400	5500	3180	850	14250	0	-8800	2400
5000	300	6750	5200	1800	10100	0	-5800	6000
	400	7750	6250	1950	16000	0	-9550	6000

Dla pocisków kierowanych typu "Bullpup" AGM-12C maksymalna odległość odpalania pocisku wynosi 17 km, minimalna ok. 6 km.

Największe odległości do rubieży wykonania zadania są przy sposobie ataku pod kątami wznoszenia około 45° i w przypadku ataku pociskami kierowanymi typu "Bullpip"; najmniejsze zaś przy działaniu z lotu poziomego /małe wysokości/ i nurkowego.

Ugrupowanie bojowe artylerii raketowej OP powinno więc zapewniać optymalne warunki zwalczania środków napadu powietrznego nie tylko na dalszych ale i na bliskich podejściach do osłanianego obiektu /grupy obiektów/ oraz umożliwiać wykorzystanie w maksymalnym stopniu możliwości dywizjonów ogniowych w walce z celami działającymi zarówno na małych jak i średnich i dużych wysokościach.

Spełniając zatem powyższe wymagania oraz mając na uwadze potrzebę odpowiedniej koncentracji wysiłku ogniowego, przy minimalnym zaangażowaniu sił i środków /na obecnym poziomie/ oraz maksymalne wykorzystanie możliwości bojowych zestawów raketowych nieodzownym staje się:

Po pierwsze - stosowanie na głównych kierunkach zagrożenia zmniejszonych odstępów /odległości/ pomiędzy dywizjonami ogniowymi, nieprzekraczających wielkości maksymalnego parametru kursowego zestawu raketowego - w najbardziej niekorzystnych warunkach strzelania /małe wysokości, metoda naprowadzania "trzech punktów"/.

Po drugie - utrzymując dotychczasowe /minimalne/ normy /potrzeby/ w zakresie ilości sił i środków artylerii raketowej OP do osłony obiektów /oddział, związek taktyczny/ należy zmniejszyć odległość rubieży ugrupowania bojowego dywizjonów ogniowych i przybliżyć ją do obiektu /grupy obiektów/. Zapewni to możliwość uzyskania ciągłej, wielowarstwowej strefy ognia.^{1/}

Po trzecie - w ugrupowaniach bojowych artylerii raketowej OP, w których występują różne typy zestawów

1/ W osłonie obiektów DRW najbliższa rubież ugrupowania artylerii raketowej OP znajduje się w odległości około 10 - 15 km.

rakietowych, na wewnętrznych rubieżach ugrupowania /bliżej obiektu/ powinny być rozwijane dywizjony ogniowe o lepszych możliwościach zwalczania celów na małych wysokościach /u nas aktualnie zestawy typu S-75M "Wołchow"/.

V Rysunki ^{2.2} ^{2.3}
~~Wysunok~~ nr ~~2.2~~ i ~~2.3~~ ilustrują warianty ugrupowania bojowego artylerii rakietowej OP z punktu widzenia możliwości koncentracji wysiłku ogniowego na małych wysokościach.

III. ROLA I WYKONANIE DZIAŁALNOŚCI PRACOWNIKÓW
I WYKONANIE DZIAŁALNOŚCI PRACOWNIKÓW
WYKONANIE DZIAŁALNOŚCI PRACOWNIKÓW
WYKONANIE DZIAŁALNOŚCI PRACOWNIKÓW

W tym celu należy przede wszystkim wypracować jednolity system polityki i strategii, który będzie miał na celu zwiększenie efektywności i jakości usług świadczonych przez przedsiębiorstwo.

Ważnym elementem jest również wypracowanie jasnych zasad i procedur, które będą miały na celu zwiększenie efektywności i jakości usług świadczonych przez przedsiębiorstwo.

Na obecnym etapie rozwoju przedsiębiorstwa należy przede wszystkim wypracować jednolity system polityki i strategii, który będzie miał na celu zwiększenie efektywności i jakości usług świadczonych przez przedsiębiorstwo.

Ważnym elementem jest również wypracowanie jasnych zasad i procedur, które będą miały na celu zwiększenie efektywności i jakości usług świadczonych przez przedsiębiorstwo.

Rys. nr 2.3

III. ROLA I MOŻLIWOŚCI OGÓLNEGO SYSTEMU ROZPOZNANIA
I POWIADAMIANIA ORAZ MOŻLIWOŚCI AUTONOMICZNYCH
ŚRODKÓW /SYSTEMÓW/ RADIOLOKACYJNYCH W ZABEZPIE-
CZENIU DZIAŁAŃ BOJOWYCH ARTYLERII RAKIETOWEJ OP

Wskaz

We współczesnych warunkach skuteczne działanie artylerii raketowej OP jest niemożliwe bez należyście zorganizowanego i sprawnie funkcjonującego systemu zabezpieczenia radiolokacyjnego.

Walka z celami, zwłaszcza działającymi na małych wysokościach i w warunkach zakłóceń radioelektronicznych, stawia zarówno przed systemem ogólnego rozpoznania i powiadamiania, jak i autonomicznymi systemami /środkami/ radiolokacyjnego rozpoznania artylerii raketowej OP wysokie wymagania.

Na obecnym etapie wyłania się zasadnicze pytanie: Po pierwsze: w jakim stopniu współczesny system ogólnego rozpoznania i powiadamiania spełnia swoją funkcję w zakresie: uprzedzenia artylerii raketowej OP o zagrożeniu z powietrza oraz na ile informacja radiolokacyjna /o sytuacji powietrznej/ może być praktycznie wykorzystana w dowodzeniu artylerią raketową na szczeblach taktycznych i w niższych ogniwach dowodzenia /dywizjonie raketowym/. Po drugie: w jakim stopniu własne, autonomiczne systemy /środki/ rozpoznania zabezpieczają walkę z celami działającymi na małych wysokościach; i po trzecie: jaki możliwy i celowy jest kierunek zmian i usprawnień natury organizacyjno-taktycznej i technicznej, umożliwiające poprawienie obecnego stanu w tej dziedzinie z punktu widzenia wymagań artylerii raketowej OP.

Zdajemy sobie sprawę z tego, że uzyskanie odpowiedzi na te pytania nie są rzeczą łatwą i wymaga szczegółowych badań nie tylko w odniesieniu do artylerii raketowej OP, lecz również i innych środków OP, w szczególności lotnictwa myśliwskiego, w konsekwencji czego niezbędnym stanie się dokonanie odpowiednich uogólnień odpowiadających także wymaganiom stawianym w dowodzeniu i współdziałaniu sił i środków w całym systemie OP /OPK i wojsk operacyjnych/.

Zajmiemy się więc jedynie częścią ogólnego problemu. Tym niemniej wnioski jakie wynikają z tych rozważań mogą być podstawą dla poszukiwań odpowiednich rozwiązań w celu podniesienia na wyższy poziom skuteczności zwalczania celów na małych wysokościach.

Rolę ogólnego systemu rozpoznania radiolokacyjnego i powiadamiania w dowodzeniu artylerią raketową OP należy rozpatrywać z punktu widzenia: a/ warunków jakie powinny być spełnione w celu utrzymania sił i środków raketowych w odpowiednim stopniu gotowości bojowej i b/ możliwości wykorzystania informacji o sytuacji powietrznej w kierowaniu działaniami bojowymi w czasie odpierania nalotu, w warunkach braku dostatecznie wczesnej informacji z własnych /autonomicznych/ środków rozpoznania.

Możliwości współczesnego systemu ogólnego rozpoznania i powiadamiania w zakresie uprzedzenia o zagrożeniu.

Jedną z podstawowych funkcji jaką powinien spełniać system ogólnego rozpoznania i powiadamiania w stosunku do artylerii raketowej OP /i nie tylko, w stosunku do LM podobnie/ jest dostatecznie wczesne uprzedzenie o zagrożeniu z powietrza, umożliwiające przejście w wymaganym czasie od niższych do wyższych stopni gotowości bojowej.

Spełnienie warunków w tym zakresie posiada zasadnicze znaczenie, w szczególności dla utrzymania wysokiej sprawności fizycznej stanów osobowych jednostek raketowych oraz wyższej pewności eksploatacyjnej techniki bojowej. W konsekwencji prowadzi to do znaczenie wyższych efektów ogniowych w toku odpierania nalotu.

Należy jednak zdawać sobie sprawę z tego, że w szeregu sytuacjach osiągnięcie takiego stanu będzie wprost niemożliwe i konieczne będzie szukanie innych rozwiązań w tej dziedzinie.

Zasadniczy wpływ na możliwości uprzedzenia artylerii raketowej OP o zagrożeniu z powietrza posiada przede wszystkim głębokość strefy rozpoznania radiolokacyjnego, a ściślej mówiąc wyprzedzenie tej strefy w stosunku do ugrupowań bojowych artylerii raketowej.

Zarówno w systemie OPK jak i OPL wojsk operacyjnych możliwości w tym zakresie mogą być różne i w głównej mierze zależą od:

- oddalenia rubieży najdalej wysuniętych posterunków radiolokacyjnych ogólnego systemu rozpoznania, w stosunku do czołowych dywizjonów w ugrupowaniu artylerii raketowej OP;
- możliwości wykrywania /zasięgu/ i ciągłego śledzenia celów powietrznych przez stacje radiolokacyjne wchodzące w skład tych posterunków, zwłaszcza na małych wysokościach;
- sposobu i czasu obiegu /opóźnienia/ informacji o sytuacji powietrznej.

Odpowiadając na postawione pytanie, skonfrontujemy aktualne wymagania artylerii raketowej OP z realnymi możliwościami systemu ogólnego rozpoznania i powiadamiania. Wymagana głębokość strefy rozpoznania radiolokacyjnego zapewniająca wykorzystanie dywizjonów raketowych w odpieraniu nalotu /walce/ w sytuacji kiedy znajdują się one w gotowości bojowej nr 2, jest znaczna. Określa się ją wykorzystując poniższą zależność:

$$D_{rozp} \geq D_{ds} + V_c (t_{sd} + t_{wtsnr} + t_{do} + t_{op})$$

przy założeniu, że $t_{wtsnr} \geq t_{wtrswp}$

Biorąc za podstawę warunki pokonywania przez przeciwnika systemu OP na małych wysokościach oraz przyjmowane aktualnie normy czasowe na realizację poszczególnych czynności, otrzymujemy interesującą nas - wymaganą minimalną głębokość strefy rozpoznania / D_{rop} /.

Wielkości " D_{rozp}/min " ilustruje tabela nr 3.1.

Tabela nr 3.1

6

Rodzaj zestawu	Źródła zasilania	V_c m/sek Hc	150	200	250	300	350	400	450
SA-75 "Dźwięk"	własne elektrycznie	300- 1000m	178	231	283	336	388	440	493
	sieć przemysłowa	1000 m	133	171	208	246	283	320	358
S-75M "Wołchow"	własne elektrycznie	300- 1000m	182	235	288	340	394	447	500
	sieć przemysłowa	1000 m	137	175	213	251	289	327	361

Uwaga: Obliczenia wykonano przyjmując: Dd_s - maksymalną dla danej wysokości i prędkości lotu celu: $t_{wł_{SNR}} = 11/6 / \text{min}$, $t_{SD} = 1 \text{ min}$, $t_{do} = 2 \text{ min}$, $t_{op} = 3 \text{ min}$.

Jeśli weźmiemy pod uwagę zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnych, to wymagana głębokość strefy rozpoznania, zapewniająca niezbędne warunki w zakresie uprzedzenia artylerii raketowej OP o zagrożeniu z powietrza będzie możliwa w tych sytuacjach, kiedy rubież najdalej wysuniętych posterunków radiolokacyjnych /RLP/ będzie w odległości równej /co najmniej/ różnicy głębokości strefy rozpoznania i zasięgu stacji radiolokacyjnej na danej wysokości.

Rubież tę można określić wychodząc z poniższej zależności:

$$d_{rub PRL} \geq D_{rozp} - R_{wykr} H$$

W naszym przypadku " D_{rozp} " określa tabela nr 1, natomiast " R_{wykr} ", dla interesującego nas przedziału małych wysokości ilustruje tabela nr 3.2.

Tabela nr 3.2

Typ stacji Wysokość /m/	P-10	P-12M	P-14	P-15	JAWOR	P-30	P-35
300	30	35	60	60	60	46	56
500	35	40	80	70	70	60	60
1000	50	65	105	90	100	80	80

Uwaga: Odległość wykrycia dotyczy celu o powierzchni odbicia odpowiadającej wielkości średniego bombowca.

Z analizy i porównań danych zawartych w tabeli nr 3.1 i 3.2 wynika, że możliwości uprzedzenia artylerii raketowej OP o zagrożeniu z powietrza są w wielu wypadkach poważnie ograniczone. Średnio, dla wysokości lotu celu rzędu 300 - 500 m i prędkości w granicach 300 m/sek dywizjony raketowe wykorzystując własne elektrownie mogą być uprzedzone o zagrożeniu i osiągnąć gotowość bojową do odparcia nalotu, jeśli odległość ich ugrupowania w stosunku do rubieży najdalej wysuniętych posterunków radiolokacyjnych będzie wynosić około 280 km i więcej.

W wypadku korzystania z sieci przemysłowej /co w warunkach/ wojny jest mało prawdopodobne/ odległość ta wynosi ponad 160 km.

Zagadnienie powyższe dla niektórych typów stacji radiolokacyjnych ilustruje rys. nr 3.1.

W świetle dotychczas obowiązujących zasad należy obiektywnie stwierdzić, że w systemie OPL wojsk, jak również w systemie OPK w przypadku otwartych kierunków operacyjno-powietrznych /w nadmorskich rejonach OPK/, artyleria raketowa OP nie może liczyć na dostatecznie wczesne uprzedzenie o zagrożeniu z powietrza i musi praktycznie pozostawać w najwyższym stopniu gotowości bojowej /got. nr 1/, jeśli stawia się przed nią zadanie odparcia nalotu na małych wysokościach.

W tym celu należy przede wszystkim zwrócić uwagę na...

W tym celu należy przede wszystkim zwrócić uwagę na...

W tym celu należy przede wszystkim zwrócić uwagę na...

W tym celu należy przede wszystkim zwrócić uwagę na...

W tym celu należy przede wszystkim zwrócić uwagę na...

Rys. nr 3.1

W związku z powyższym chodzi przede wszystkim o to, aby system ogólnego rozpoznania i powiadamiania stwarzał realne warunki dla minimalnego zaangażowania sił i środków artylerii raketowej OP w okresach między nalotami, poprzez odpowiednio wczesne, a z drugiej strony możliwie najszybsze przejście do wyższego stopnia gotowości bojowej.

W tym celu niezbędne są usprawnienia zarówno poprzez dalsze doskonalenie istniejącego systemu rozpoznania i powiadamiania, jak też przez wprowadzenie pewnych zmian w sposobie i trybie utrzymywania artylerii raketowej OP w odpowiednich stopniach gotowości bojowej, różniących się zasadniczo od obowiązujących w tym zakresie zasad /przepisów/ w okresie pokojowym, z wyjątkiem okresu bezpośredniego zagrożenia bezpieczeństwa państwa.

W ogólnych zarysach można powiedzieć, że celowe i możliwe jest pójście w kierunku:

Po pierwsze - skrócenia czasu obiegu informacji o sytuacji powietrznej przede wszystkim w drodze automatyzacji czynności związanych z opracowaniem i przekazaniem danych o przeciwniku do zainteresowanych stanowisk dowodzenia artylerią raketową OP. Istnieje ponadto celowość szczegółowego rozpatrzenia możliwości wykorzystania informacji radiolokacyjnej bezpośrednio w relacji: wysunięty posterunek radiolokacyjny - SD artylerii raketowej OP.

Takie rozwiązanie w sposób zasadniczy może skrócić czas obiegu informacji, który praktycznie w stosunku do czasu opóźnienia, przy pełnym cyklu obiegu informacji, dać może zysk czasowy rzędu 2 minut i więcej /w zależności od ogólnego czasu opóźnienia/.

Po drugie - podwyższenia stopnia gotowości w tych ogniach zestawu raketowego, które stanowią "punkty krytyczne" w całokształcie osiągnięcia gotowości bojowej przez dywizjon raketowy i których intensyfikacja wysiłku /pracy/ jest możliwa ze względów organizacyjno-eksploatacyjnych /większa ilość równorzędnych podzespołów - np. elektrowni/.

W warunkach bojowych kiedy zasilanie z własnych zespołów prądotwórczych jest podstawowym, celowe i możliwe jest skrócenie czasu osiągnięcia pełnej gotowości dywizjonów do odparcia nalotu przez:

- a/ włączenie elektrowni polowych z chwilą ogłoszenia gotowości bojowej nr 2 /dotychczas elektrownie pracują kiedy dywizjon znajduje się w got. boj. nr 1/;
- b/ okresowe, w zależności od sytuacji i spodziewanego zagrożenia, utrzymywanie /podanie/ na SNR niskiego napięcia w czasie kiedy dywizjon znajduje się w gotowości nr 2;
- c/ forsowne włączenie elektrowni polowych w sytuacjach szczególnych, zwłaszcza kiedy ze względów eksploatacyjnych ciągła praca zespołów prądotwórczych jest niemożliwa /np. ograniczona ilość sprawnych elektrowni/.^{1/}

Po trzecie - skrócenia czasu niezbędnego na bezpośrednie przygotowanie strzelania przez dywizjon ogniowy t_{do} . Obecnie czas ten w poważnym stopniu zdeterminowany jest czasem osiągnięcia gotowości przez rakiety, po włączeniu ich "na przygotowanie" t_{prz} = 2 min/. W warunkach bojowych, kiedy "żywołność" rakiety przeciwlotniczej jest krótkotrwała, czas bezpośredniego przygotowania dywizjonu do strzelania " t_{do} " można praktycznie skrócić do 1 minuty przez wcześniejsze włączenie rakiet "na przygotowanie" z chwilą przejścia dywizjonu do gotowości bojowej nr 1/.

W wyniku powyższych zabiegów /pkt. 2 i 3/ w toku działań bojowych /wojny/, a także w okresie bezpośredniego zagrożenia bezpieczeństwa państwa, możliwe jest skrócenie czasu osiągnięcia gotowości do odparcia nalotu o 5-6 minut, bez włączania niskiego napięcia na SNR /gorszy wariant/ i o 11-12 minut gdy napięcie na SNR/^{podane} zostanie wcześniej.

Wynika stąd, że zasady określające sposób utrzymywania sił i środków artylerii raketowej OP w odpowiednich stopniach gotowości bojowej winny być elastyczne i każdorazowo dostosowane do konkretnych warunków, a przede wszystkim do aktualnych możliwości uprzedzenia o zagrożeniu.

W miarę jak system ogólnego rozpoznania i powiadamiania będzie doskonałony, możliwości w tym zakresie będą wzrastały. Odpowiednio do tego muszą być korelowane wysiłki zmierzające do utrzymania wysokiego stopnia gotowości bojowej artylerii raketowej OP.

Obecnie, wnioski sformułowane w punkcie 2 i 3 wynikają

1/ Czas forsownego włączania elektrowni wynosi około 2 minuty. Żywołność zespołu prądotwórczego, przy forsownym włączaniu elektrowni określa się ok. 300 operacji /włączeń/

z obiektywnej konieczności i winny znaleźć pełne zastosowanie w warunkach systemu OPL wojsk operacyjnych /zwłaszcza armii pierwszego rzutu/, a także w systemie OPK kiedy artyleria raketowa OP wysunięta jest na czołowe rubieże w nadmorskim rejonie działań bojowych.

Możliwości wykorzystania informacji ogólnego systemu rozpoznania i powiadamiania w kierowaniu działaniami bojowymi artylerii raketowej OP w czasie odpierania nalotu.

Kierowanie działalnością ogniową artylerii raketowej OP związane jest w sposób bezpośredni z posiadaniem aktualnej i dokładnej informacji o sytuacji powietrznej.

Dla potrzeb kierowania walką wykorzystuje się obecnie oprócz własnych /automatycznych/ środków rozpoznania, również informacje ogólnego systemu rozpoznania i powiadamiania. Te ostatnie interesują nas głównie z punktu widzenia: aktualności danych rozpoznania i dokładności informacji radiolokacyjnej dla wskazywania celów SNR.

Aktualność informacji o sytuacji powietrznej należy rozpatrywać w ścisłym związku z wymaganiami jakie w tym zakresie stawia artyleria raketowa OP, ponieważ tylko na tej drodze jesteśmy w stanie ustalić realne możliwości wykorzystania danych o sytuacji powietrznej podczas kierowania walką.

Jeśli weźmiemy za podstawę naszej oceny kryterium czasu, to wynikiem warunkującym aktualność informacji radiolokacyjnej jest odpowiednia głębokość strefy rozpoznania, która może zapewnić dostatecznie wczesne wskazanie celu /postawienie zadań/ SNR i ostrzelanie jego na dalszej granicy strefy ognia.

W tym wypadku wymaganą głębokość strefy rozpoznania /D_{rozp}/ można określić wykorzystując zależność:

$$D_{rozp} \geq D_{ds} + V_c (t_{do} + t_{op}),$$

przy założeniu, że $D_{ds} < D_{wykr_{SNR}}$

Wielkości minimalnej głębokości strefy rozpoznania /Drozp_{min}/ w zależności od prędkości lotu celu /Vc/ i czasu opóźnienia informacji ilustruje tabela nr 3.3.

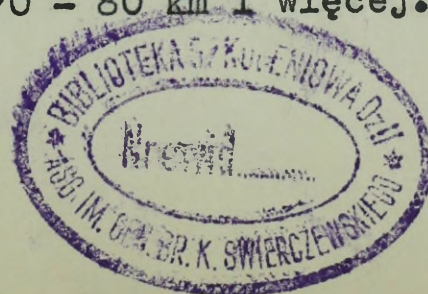
Tabela nr 3.3

Rodzaj zestawu	Czas opóźn. inform.	Vc m/sek Hc _m	150	200	250	300	350	400	450
			SA-75M "DZWINA"		500- 1000m	70	85	108	120
2 min.		79	97	118		138	157	176	196
3 min.		88	109	133		156	178	200	223
4 min.		97	121	148		174	199	224	250
5 min.									
S-75M "WOŁ- CHOW"		300- 1000m	74	90	108	125	142	159	176
2 min.			83	102	123	143	163	183	203
3 min.			92	114	138	159	184	207	230
4 min.			101	126	153	179	205	231	257
5 min.									

Uwaga: Obliczenia wykonano przyjmując: Dd_s - maksymalną w przedziale małych wysokości, $t_{SD} = 1 \text{ min}$, $t_{do} = 2 \text{ min}$

Biorąc za podstawę aktualne możliwości w zakresie wykrywania celów powietrznych na małych wysokościach /tabela nr 3.2/ i porównując je z danymi zawartymi w tabeli nr 3.3 możemy ustalić pewne granice, w ramach których możliwe lub niemożliwe staje się wykorzystanie informacji ogólnego systemu rozpoznania i powiadamiania w kierowaniu działalnością ogniową artylerii raketowej OP /rys. nr 3.2./.

Uogólniając powyższe należy stwierdzić, że w przeciętnych warunkach /Vc = 300 m/sek, H = 500-800 m, $t_{sum} = 6 \text{ min}$ / istnieje możliwość wykorzystania informacji ogólnego systemu rozpoznania i powiadamiania przez artylerię raketową OP, której ugrupowanie oddalone jest od czołowej rubieży posterunków radiolokacyjnych średnio 70 - 80 km i więcej.



Wzrost i rozwój człowieka w okresie dojrzewania i młodości. W tym czasie następuje intensywny wzrost i rozwój organizmu, który trwa do około 25 roku życia. W tym czasie następuje również dojrzewanie układu rozrodczego i powstanie gamet. Wzrost i rozwój człowieka w okresie dojrzewania i młodości jest podległy wpływom hormonalnym, szczególnie hormonów przysadki mózgu i tarczycy.

Wzrost i rozwój człowieka w okresie dojrzewania i młodości jest podległy wpływom hormonalnym, szczególnie hormonów przysadki mózgu i tarczycy. Wzrost i rozwój człowieka w okresie dojrzewania i młodości jest podległy wpływom hormonalnym, szczególnie hormonów przysadki mózgu i tarczycy.

Wzrost i rozwój człowieka w okresie dojrzewania i młodości jest podległy wpływom hormonalnym, szczególnie hormonów przysadki mózgu i tarczycy. Wzrost i rozwój człowieka w okresie dojrzewania i młodości jest podległy wpływom hormonalnym, szczególnie hormonów przysadki mózgu i tarczycy.

Wzrost i rozwój człowieka w okresie dojrzewania i młodości jest podległy wpływom hormonalnym, szczególnie hormonów przysadki mózgu i tarczycy. Wzrost i rozwój człowieka w okresie dojrzewania i młodości jest podległy wpływom hormonalnym, szczególnie hormonów przysadki mózgu i tarczycy.

Wzrost i rozwój człowieka w okresie dojrzewania i młodości jest podległy wpływom hormonalnym, szczególnie hormonów przysadki mózgu i tarczycy. Wzrost i rozwój człowieka w okresie dojrzewania i młodości jest podległy wpływom hormonalnym, szczególnie hormonów przysadki mózgu i tarczycy.

Wzrost i rozwój człowieka w okresie dojrzewania i młodości jest podległy wpływom hormonalnym, szczególnie hormonów przysadki mózgu i tarczycy. Wzrost i rozwój człowieka w okresie dojrzewania i młodości jest podległy wpływom hormonalnym, szczególnie hormonów przysadki mózgu i tarczycy.

Wzrost i rozwój człowieka w okresie dojrzewania i młodości jest podległy wpływom hormonalnym, szczególnie hormonów przysadki mózgu i tarczycy. Wzrost i rozwój człowieka w okresie dojrzewania i młodości jest podległy wpływom hormonalnym, szczególnie hormonów przysadki mózgu i tarczycy.

Wzrost i rozwój człowieka w okresie dojrzewania i młodości jest podległy wpływom hormonalnym, szczególnie hormonów przysadki mózgu i tarczycy. Wzrost i rozwój człowieka w okresie dojrzewania i młodości jest podległy wpływom hormonalnym, szczególnie hormonów przysadki mózgu i tarczycy.

W systemie OPL wojsk operacyjnych w stosunku do linii frontu odległość ta praktycznie może wynosić 80 - 100 km i więcej /ponieważ posterunki radiolokacyjne mogą być rozwijane w odległości 10-20 km od linii styczności bojowej wojsk/.

Wynika stąd, jednocześnie, że chcąc wykorzystywać informacje o sytuacji powietrznej z ogólnego systemu rozpoznania i powiadamiania należy przede wszystkim skrócić do minimum czas obiegu informacji. Ponadto aktualny jest również postulat sformułowany uprzednio w punkcie 3.

Zasadnicze znaczenie w kierowaniu działalnością ogniową artylerii raketowej OP posiada również dokładność informacji radiolokacyjnej.

Dokładność informacji charakteryzują błędy /przypadkowe i systematyczne/ jakie popełniane są w procesie obiegu informacji wskutek niedoskonałości środków i sposobów /metod/ jej opracowywania i przekazywania.

W systemie "ręcznego" przekazywania informacji na jej dokładność przede wszystkim wpływają:

- błędy posterunku radiolokacyjnego / S_{RLP} /, na które składają się: błędy zdjęcia współrzędnych ze wskaźnika RLS / δ_{zdj} /, błędy wrysowania położenia na planszet sytuacji powietrznej / δ_{nan} /, błędy przekształcenia /przetwarzania/ współrzędnych / δ_{prz} /^{1/}, błędy przyjmowania odległości rzeczywistej /pochyłej/ za poziomą / ξ_D /, błędy powstałe w wyniku opóźnienia informacji / $\xi_{opózn_{PRL}}$ /^{2/};
- błędy posterunku radiotechnicznego /PRT, GPRT/, wynikające z opóźnienia informacji radiolokacyjnej. Błędy te zależą od szeregu czynników i mogą być traktowane jako pewna ekwiwalentna tolerancja pomiaru płaskich współrzędnych / x, y / B, β , równa w przybliżeniu drodze jaką przebędzie cel za czas opóźnienia informacji / $\xi_{opózn_{PRT}}$ /.

W warunkach małych wysokości błąd wynikający z przyjmowania odległości rzeczywistej za poziomą można praktycznie pominąć. Stąd średni sumaryczny błąd kwadratowy określania płaskich współrzędnych celu przy wyjściu z posterunku radio-

- 1/ Wymienione błędy należą do błędów przypadkowych.
- 2/ Błędy systematyczne, do których ponadto można zaliczyć błąd dowiązania topograficznego RLS oraz błąd orientowania stacji.

lokacyjnego określić można jako:

$$\delta_{RLP} = \sqrt{\delta_{zdi}^2 + \delta_{nan}^2 + \delta_{prz}^2 + \xi_{opozn}}$$

Tabela nr 3.4 ilustruje wielkości tego błędu dla różnych odległości wykrycia i śledzenia celu na małych wysokościach.

Tabela nr 3.4

Typ RLS Odległ. wykrycia celu /km/	P-12M	P-15	JAWOR	P-35	Warunki
	$\delta_{RLP} = \text{w km}$				
20	10,4	10,5	10,3	10,3	Vc = 300 m/sek topóź _{RLP} = 30 ⁰ sek Planszet RLP z siatką OP wz. 1960 r. gdzie: $\delta_{nan} = 1 \text{ km}$ $\delta_{\beta opozn} = 1^{\circ}$
40	10,5	10,6	10,4	10,3	
60	10,8	10,7	10,6	10,4	
80	11,2	10,9	10,7	10,4	
100	11,6	11,0	10,9	10,4	

Wartość liniowa błędu powstała w wyniku opóźnienia informacji w wyższych ogniwach systemu rozpoznania jest funkcją dwóch zmiennych prędkości lotu celu /Vc/ i czasu opóźnienia /t_{opóź}/:

$$\xi_{opozn_{PRT}} = V_c t_{opozn}$$

Wielkości tego błędu dla różnych prędkości lotu celu i czasu opóźnienia informacji zestawiono w tabeli nr 3.5.

Tabela nr 3.5

Vc m/sek	150	200	250	300	350	400	450
t _{opóź}	$\xi_{opozn_{PRT}} \text{ w km}$						
2 min.	18	24	30	36	42	48	54
3 min.	27	36	45	54	63	72	81
4 min.	36	48	60	72	84	96	108
5 min.	45	60	75	90	105	120	135

Z powyższego wynika, że dokładność informacji radiolokacyjnej ogólnego systemu rozpoznania i powiadamiania jest obecnie bardzo mała. Praktycznie w płaskim układzie współrzędnych sumaryczny średni błąd kwadratowy jakim obarczona jest informacja radiolokacyjna w stosunku do rzeczywistego /aktualnego/ położenia celu może być rzędu dziesiątków kilometrów. Na przykład przy prędkości lotu celu $V_c = 250-300$ m/sek i średnim czasie opóźnienia informacji $t_{opó\acute{z}} = 2$ min. oraz odległości wykrycia i śledzenia celu od 80 do 200 km / $H_c = 500$ m/ błąd informacji zawiera w granicach 32-38 km.

Nie wdając się w szczegółową analizę innych czynników, między innymi takich jak: niższe prawdopodobieństwo wykrycia celów na małych wysokościach, przerwy w ciągłości pola radiolokacyjnego powodujące zanikanie, gubienie i mylenie celów, zagubienie informacji radiolokacyjnej podczas jej obiegu i przetwarzania, wpływ zakłóceń i manewru celów, przepustowość kanałów meldowania itp, należy stwierdzić, że możliwości wykorzystania przez artylerię rakietową OP informacji ogólnego /"ręcznego"/ systemu rozpoznania i powiadamiania dla celów kierowania działalnością ogniową są ograniczone i co najmniej wątpliwe.

W warunkach stosowanych przez przecięwnika sposobów pokonywania OP i taktyki działań, a w szczególności przy większej liczbie celów działających z jednego kierunku /duża intensywność nalotu/ wskazywanie celów SNR w oparciu o tak mało dokładną i mało aktualną informację radiolokacyjną nie daje żadnej gwarancji właściwego zrozumienia postawionych zadań ogniowych i ostrzelania wskazanego celu, ponieważ:

- za czas opóźnienia informacji /np. 2-3 min/ położenie dowolnego celu powietrznego, którego współrzędne i tak obarczone są poważnymi błędami /tabela nr 4/, może ulec radykalnej zmianie, której nie jest w stanie przewidzieć podejmujący decyzję do odparcia nalotu;

- identyfikacja wskazanego dla SNR celu, wskutek znacznej rozbieżności pomiędzy odtwarzanymi, a rzeczywistymi /"władzianym" przez SNR/ obrazem sytuacji powietrznej, będzie w większości wypadków niemożliwa i w praktyce prowadzi do dowolnej interpretacji stawianych zadań, bądź wprost do samodzielnego decydowania o wyborze celu /z reguły/;
- nie zapewnia bieżącego i elastycznego reagowania organów dowodzenia na szybkie zmiany sytuacji oraz wyklucza możliwość koordynacji wysiłku artylerii raketowej OP z LM, przy współdziałaniu we wspólnej strefie.

Kwestie powyższe w sposób istotny mogą być rozwiązane jedynie w drodze zautomatyzowania procesu obiegu informacji, a także poprzez wykorzystywanie w głównej mierze informacji radiolokacyjnej pochodzącej ze stacji o większej dokładności określenia współrzędnych.

Możliwości autonomicznych systemów /środków/ rozpoznania w zakresie zabezpieczenia działań artylerii raketowej OP na małych wysokościach.

Oddziały i związki taktyczne artylerii raketowej OP dla potrzeb kierowania ogniem organizują autonomiczny system rozpoznania radiolokacyjnego oparty na organicznych /własnych/ środkach rozpoznania.

Aktualnie podstawową stacją radiolokacyjną /RSWP/ wykorzystywaną do tych celów jest stacja P-12M, która wchodzi etatowo w skład dywizjonów ogniowych. W wojskach operacyjnych RSWP występują również na szczeblu oddziału /1-2 RSWP/.

Strzelanie do celów na małych wysokościach ograniczone jest przede wszystkim możliwościami wykrycia i śledzenia celu przez RSWP i SNR. Jest ono możliwe tylko wtedy, gdy odległość wykrycia celu /Dwykr/ będzie równa lub większa od wymaganej minimalnej odległości wykrycia celu /Dwykr_{min}/ zapewniającej podjęcie decyzji, przygotowanie danych wyjściowych do strzelania, dokonanie startu i naprowadzania raket na cel /Dwykr \geq Dwykr_{min}/.

Porównując osiągi RSWP i SNR w zakresie wykrywania celów na małych wysokościach należy stwierdzić, że są one bardzo zbliżone. Zasięg stacji P-12M na wysokości 300-500 m jest prawie równy odległości wykrycia celu przez SNR /35 - 40 km/. Na wysokości 1000 m jest natomiast większy zaledwie o około 15 - 25 km /P-12 M 65 km, SNR 40-50 km/.

Jeśli chodzi o wymaganą minimalną odległość wykrycia celu, zapewniającą otwarcie ognia na dalszej granicy, strefy startu /maksymalne wykorzystanie możliwości bojowych/, to zależy ona od: prędkości lotu celu /Vc/, czasu roboczego SD kierującego ogniem /t_{SD}/, czasu przygotowania strzelania przez dywizjon /t_{do}/:

$$D_{wykr}_{min} = D_{ds} + Vc /t_{SD} + t_{do}/$$

Z analizy powyższych czynników /zależności/ wynika, że nawet w warunkach całkowitej decentralizacji kierowania ogniem /samodzielny wybór celu przez dywizjon ogniowy/, przy prędkości lotu celu rzędu 200 - 250 m/sek i wymaganym czasie przygotowania strzelania t_{do} = 2 min, występują poważne trudności w odpowiednio wczesnym wykryciu celu przez RSWP i wskazaniu go SNR.

W tym wypadku wymagana odległość wykrycia celu wynosi bowiem 55 - 60 km.^{1/} Wymaganie powyższe może więc być spełnione jedynie na wysokościach powyżej 500 m.

Wynika stąd, że na małych wysokościach nie ma praktycznie możliwości wykorzystania informacji RSWP dla realizacji scentralizowanego /na szczeblu oddziału lub związku/ wskazywania celów. Możliwości takie zaistnieją z chwilą wprowadzenia zautomatyzowanych systemów dowodzenia artylerią rakietową OP.

W zwalczaniu celów na małych wysokościach należy więc położyć główny nacisk na zdecentralizowane działanie, lecz i w tym wypadku konieczne jest szukanie rozwiązania mają-

1/ Maksymalną odległość do dalszej granicy strefy startu przyjęto $D_{ds} = 30$ km.

cego na celu skrócenie do minimum czasu realizacji w najniższym ogniwie dowodzenia artylerii raketowej OP.

Sprzyja temu niewątpliwie wysokie zautomatyzowanie procesu samego przygotowania strzelania oraz wskazywania celów bezpośrednio z urządzenia wynośnego RSWP.

Wydaje się, że w obecnych warunkach szukanie rozwiązania polegającego na bezpośrednim wykorzystaniu SNR do wykrywania celów /samodzielnego poszukiwania/ bez udziału RSWP jest przedsięwzięciem, które może mieć miejsce w wyjątkowych sytuacjach.

Doświadczenia wietnamskie wykazują, że opromieniowanie celu przez SNR powinno być możliwie najkrótsze, przez co zmniejsza się szansa wczesnego rozpoznania częstotliwości pracy stacji, utrudnia dostrojenie nadajników zakłóceń, a w wielu wypadkach pozwala uzyskać zaskoczenie przeciwnika.

Zabiegi mające na celu skrócenie czasu reakcji dywizjonu ogniowego, wobec ograniczonych możliwości wykrywania RSWP na małych wysokościach, powinny polegać nie na eliminacji RSWP jako zasadniczego ogniwa rozpoznania, lecz na skróceniu cyklu czynności wchodzących w zakres przygotowania strzelania.

W warunkach działania przeciwnika na małych wysokościach nieodzownym więc staje się, posiadanie takiego stanu gotowości bojowej dywizjonów, w którym w zakres przygotowania strzelania wchodziłyby tylko takie czynności, jak:

- ocena sytuacji i podjęcie decyzji na podstawie 2-3 pierwszych informacji o położeniu celu. Praktycznie czynność tę można wykonać w czasie jaki niezbędny jest na dokonanie dwu-trzykrotnego obrotu anteny RSWP, co przy częstotliwości 6 obr/min. wynosi 20-30 sek / $t_{dec} \approx t_{rozp}$ /;
- wydanie komendy i wskazanie celu SNR / $t_k = 5$ sek/;
- przeniesienie układu antenowego SNR na wskazany cel
/ $t_{pa} = 11$ sek/;
- wykrycie /zidentyfikowanie/ i przechwycenie celu przez SNR / $t_{wp} = 7$ sek/;

- wypracowanie danych wyjściowych do strzelania z wykorzystaniem przyrządu APS-75 / $T_{pd} = 10$ sek/, lub na podstawie danych RSWP / $t_{pd} = 0$ sek/.

Tak więc łączny czas przygotowania strzelania przez dywizjon ogniowy nie powinien przekraczać 53-63 sek.
/ $t_{do} = 1$ min/.

Możliwe to będzie pod warunkiem, jeśli rakiety włączone zostaną "na przygotowanie" wcześniej /got. boj. nr 1/. Skracamy więc w ten sposób czas przygotowania dywizjonu, praktycznie o 1 minutę.

Mimo wszystko i w tym przypadku wymaganka odległość wykrycia celu przez RSWP /P-12M/ na wysokościach 300 - 500 m nie zapewnia ostrzelania celu na dalszej granicy strefy ognia / $D_{wykr}_{min} = 42-45$ km, dla $V_c = 200-250$ m/sek/. Istnieją jednak możliwości ostrzelania celu, wykorzystując głębokie strefy ognia.

Z powyższego wynika, że: po pierwsze - wykorzystanie autonomicznego systemu /środków/ rozpoznania artylerii raketowej OP do scentralizowanego wskazywania celów z SD oddziału lub związku jest możliwe dopiero na wysokościach powyżej 1000 m; po drugie - dywizjony ogniowe, które wykorzystują urządzenia wynośne stacji P-12M zdolne są samodzielnie dokonywać wyboru celu w oparciu o dane rozpoznania RSWP, na wysokościach powyżej 500 m.

WNIOSKI KONCOWE

1. Zestawy S-75M i SA-75M jako zestawy rakiet średniego zasięgu mogą być efektywnie wykorzystane do zwalczania celów w zasadzie od wysokości 1000 - 2000 m wzwyż. Przy zwalczaniu celów na małych wysokościach możliwości ich są ograniczone i w tym wypadku uzyskujemy je dzięki wszelkiego rodzaju modyfikacjom oraz pod warunkiem rozmieszczenia zestawów na stanowiskach startowych, dla których kąty zakrycia są bliskie zeru.

2. Wspomniane zestawy, a szczególnie zestaw SA-75M posiadają stosunkowo słabą odporność na zakłócenia radio-

elektroniczne. Zwiększenie odporności zestawów na zakłócenia możemy osiągnąć wprowadzając szereg usprawnień natury technicznej, takich na przykład, jak różne odstrajanie skokowe częstotliwości w odpowiedniej płaszczyźnie i między płaszczyznami oraz między poszczególnymi dywizjonami.

3. Rozpatrywane zestawy są mało mobilne i mogą być wykorzystane wyłącznie do osłony obiektów stacjonarnych małomanewrowych typu obiektów OK i tyłowych armii lub frontu.

4. Istniejącymi zestawami nie zapewnimy możliwości zwalczania celów w części zakresu małych wysokości oraz w całym zakresie bardzo małych wysokości.

5. Wprowadzenie zestawów S-125 obniży dolną granicę wysokości zwalczania celów, lecz nie zapewni możliwości zwalczania celów na bardzo małych wysokościach, a ze względu na mobilność nie odpowiadają one wymogom wojsk operacyjnych.

6. Wprowadzenie zestawów PRK małego zasięgu, zwalczającego cele na małych i bardzo małych wysokościach uzupełniałoby strefę ognia zestawów SA-75M i S-75M, tworząc skuteczną strefę osłony raketowej.

7. Jeżeli będą możliwości wprowadzenia do wojsk manewrowych zestawów małego zasięgu, przeznaczonych do skutecznego zwalczania celów na małych i bardzo małych wysokościach, przy założeniu, że w dalszym ciągu utrzymywane będą zestawy S-75M, zbyt dużym staje się wprowadzanie na wyposażenie wojsk zestawów typu S-125 "Newa".

8. W celu zapewnienia odpowiedniej koncentracji wysiłku artylerii raketowej OP w osłonie obiektów /kierunków/ z uwzględnieniem małych wysokości niezbędnym jest stosowanie zmniejszonych odstępów /odległości/ pomiędzy dywizjonami ogniowymi, pozwalających na uzyskanie wielowarstwowej, ciągłej i głębokiej strefy ognia. Biorąc pod uwagę prawdopodobny charakter działań środków napadu powietrznego przeciwnika oraz możliwości posiadanych zestawów raketowych, należałoby wydzielić do osłony na głównych kierunkach zagrożenia większą, niż ma to obecnie miejsce, ilość dywizjonów ogniowych

i o lepszych parametrach taktyczno-technicznych /w przypadku kiedy występują różne typy zestawów raketowych/.

9. Przy stałej liczbie dywizjonów ogniowych /oddział, związek taktyczny/, nadmierne zwiększenie promienia ugrupowania bojowego artylerii raketowej OP nie zapewnia uzyskania wymaganej gęstości ognia na poszczególnych kierunkach zagrożenia, w rezultacie czego efektywność osłony obiektu zmniejsza się.

10. Obecny /"ręczny"/ system ogólnego rozpoznania i powiadamiania nie we wszystkich warunkach spełnia stawiane, przez artylerię raketową OP wymagania w zakresie dostatecznie wczesnego uprzedzenia o zagrożeniu z powietrza oraz dokładnego i terminowego wskazywania celów dla potrzeb kierowania ogniem.

Ograniczone możliwości uprzedzania artylerii raketowej OP występują w szczególności w nadmorskich rejonach OPK oraz w systemie OPL wojsk operacyjnych, zwłaszcza w obszarze działania armii pierwszego rzutu frontu.

Wymaga to utrzymywania sił i środków artylerii raketowej OP w najwyższych stopniach gotowości bojowej, co powoduje nadmierne obciążenie techniki bojowej i potrzeby posiadania kilku pełnych zmian obsługi.

11. Autonomiczny system /środki/ rozpoznania wymaga dalszego doskonalenia, zwłaszcza w zakresie zwiększenia zasięgu wykrywania na małych wysokościach oraz automatyzacji systemu rozpoznania i dowodzenia na szczeblach taktycznych.

12. Na małych wysokościach i w warunkach skomplikowanej sytuacji powietrznej istniejący /"ręczny"/ system rozpoznania i dowodzenia nie zapewnia scentralizowanego kierowania ogniem /wskazywania celów/.

Wykonano w 5 egz.

Egz.nr 1-5 kanc.tajna spec.znacz.ASG

Wyk. zespół oficerów

Druk. Olszewska, dnia 6.12.68r.

Nr brudn.00187/39/68

Nr ks. 003369/WW

