AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH
KATEDRA TAKTYKI WOJSK OPL

ASG WP wewn. 3640/81

Egz. nr 1

Płk dr inż. Stanisław RUTECKI

MOŻLIWOŚCI ZWALCZANIA RAKIET SAMOSTERUJĄCYCH CRUISE PRZEZ SIŁY I ŚRODKI OPL WOJSK LĄDOWYCH

Studium teoretyczne

WARSZAWA 1981

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH
KATEDRA TAKTYKI WOJSK OPL

JAWNE

ASG WP wewn. 3640/81

Egz. nr 1

Płk dr inż. Stanisław RUTECKI

MOŻLIWOŚCI ZWALCZANIA RAKIET SAMOSTERUJĄCYCH CRUISE PRZEZ SIŁY I ŚRODKI OPL WOJSK LĄDOWYCH

Studium teoretyczne

WARSZAWA 1981

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH

KATEDRA TAKTYKI WOJSK OPL

JAWNE

[redacted]

Egz.nr 1

ASG WP wewn. 3640/81

Przekłas. -
prot 1 z dn. 2.01.97
Dy -

Płk dr inż. Stanisław RUTECKI

MOŻLIWOŚCI ZWALCZANIA RAKIET SAMOSTERUJĄCYCH CRUISE PRZEZ SIŁY I ŚRODKI OPL WOJSK LĄDOWYCH

Studium teoretyczne

WARSZAWA 1981

SPIS TREŚCI

Str.

WSTĘP 5

I. CHARAKTERYSTYKA I OCENA BOJOWEGO ZASTOSOWANIA RAKIET SAMOSTERUJĄCYCH CRUISE 6

1.1. Charakterystyka rakiet samosterujących CRUISE 6

1.2. Ocena zagrożenia wojsk i obiektów przez rakiety samosterujące CRUISE 14

1.3. Bojowe wykorzystanie i sposób działania rakiet samosterujących CRUISE 17

II. ANALIZA MOŻLIWOŚCI ŚRODKÓW OPL WOJSK LĄDOWYCH W ZAKRESIE ZWALCZANIA RAKIET SAMOSTERUJĄCYCH CRUISE 22

2.1. Właściwości wykrywania i śledzenia rakiet samosterujących CRUISE przez środki rozpoznania wojsk OPL 22

2.2. Możliwości w zakresie wykrywania rakiet samosterujących CRUISE przez środki rozpoznania wojsk OPL 25

2.3. Możliwości w zakresie zwalczania rakiet samosterujących CRUISE przez środki OPL wojsk lądowych 32

III. WŁAŚCIWOŚCI UŻYCIA I DZIAŁANIA ŚRODKÓW OPL WOJSK LĄDOWYCH W WALCE Z RAKIETAMI SAMOSTERUJĄCYMI CRUISE 45

3.1. Użycie środków rozpoznania wojsk OPL w aspekcie zapewnienia wykrywania ŚNP na bardzo małych wysokościach 45

3.2. ORGANIZACJA INFORMOWANIA środków ogniowych wojsk OPL o wykrytych rakietach samosterujących CRUISE 48

3.3. Użycie środków ogniowych wojsk OPL w walce z rakietami samosterującymi CRUISE 52

3.4. Możliwości ogniowe środków OPL w niszczeniu rakiet samosterujących CRUISE 57

WNIOSKI OGÓLNE /PODSUMOWANIE/ 65

WYKAZ LITERATURY: 69

ZAŁĄCZNIKI

1. Bezwładnościowy układ sterowania lotem rakiety 71
2. Zasada pracy systemu sterowania i korekcji TERCOM 72
3. Planowane rozmieszczenie nowej generacji rakiet amerykańskich na kontynencie europejskim 73
4. Sposoby wykonywania lotu rakiet CRUISE do obiektu WOPL 74
5. Właściwości wykorzystania bojowego rakiet CRUISE /widok z boku/. 75
6. Dopuszczalne nierówności terenu w zależności od odległości dla RLS zakresu centymetrowego będących w uzbrojeniu WOPL 76

7. Dopuszczalne nierówności terenu w zależności od odległości dla RLS zakresu metrowego i decymetrowego będących w uzbrojeniu WOPL..... 77
8. Możliwości środków OPL w zwalczaniu rakiet CRUISE w przedziale ich prędkości lotu..... 78
9. Możliwości środków OPL w zwalczaniu rakiet CRUISE w przedziale ich wysokości lotu..... 79
10. Model sieciowy możliwości zwalczania rakiet skrzydlatych CRUISE przez środki ogniowe wojsk OPL..... 81
11. Graniczne odległości strzelania zestawem rakiet plot KRUG w zależności od kątów zakrycia pozycji..... 83
12. Graniczne odległości strzelania zestawem rakiet plot KUB w zależności od kątów zakrycia pozycji..... 84
13. Graniczne odległości strzelania zestawem rakiet OSA-AK plot w zależności od kątów zakrycia pozycji..... 85
14. Możliwości zestawu 2K12M1-3 "KUB" w zwalczaniu rakiet CRUISE..... 86
15. Możliwości wykrywania i zwalczania rakiet CRUISE przez zestaw rakiet przeciwlotniczych OSA-AK..... 87
16. Wpływ opóźnienia obiegu informacji radiolokacyjnej przekazywanej z RPW na możliwości zwalczania rakiet CRUISE przez środki OPL ZT oraz zestawy rakietowe KUB i OSA-AK..... 89
17. Wpływ opóźnień obiegu informacji radiolokacyjnej przekazywanej z RSWP na możliwości zwalczania rakiet CRUISE przez środki OPL ZT oraz zestawy rakietowe KUB i OSA-AK..... 90
18. Obieg informacji radiolokacyjnej oraz decyzyjnej przy wykorzystaniu urządzenia DUNAJEC..... 91
19. Sposób wykonania uderzenia rakietą CRUISE na obiekt..... 92
20. Organizacja podsystemu ognia przeciwlotniczego do walki z rakietami CRUISE..... 93
21. Porównanie głębokości strefy startu przy locie celu na średnich i na bardzo małych wysokościach..... 94

W S T Ę P

Początki praktycznego zastosowania rakiet samosterujących datują się od wyprodukowania niemieckiego pocisku V-1 w okresie II wojny światowej. Wkrótce po wojnie w niektórych krajach przystąpiono do prac badawczo-rozwojowych nad nowymi typami rakiet o różnym przeznaczeniu i zasięgu działania /taktyczne, strategiczne/.

Dzięki rewolucji naukowo-technicznej obserwujemy bardzo dynamiczny rozwój różnej generacji broni rakietowej, w tym rakiet s a m o s t e r u j ę c y c h.

W 1972 r. ożyło amerykańskie zainteresowanie ich rozwojem, kiedy to fakt dysponowania nową bronią zamierzono wykorzystać do przetargów w rokowaniach SALT.

Od 1977 r. obserwujemy nowy okres szczególnego zainteresowania się rakietami CRUISE, kiedy to prezydent CARTER powziął decyzję o wycofaniu nowego samolotu bombowego B-1. Decyzja ta była podyktowana między innymi względami ekonomicznymi. Dysponowanie bowiem taką liczbą samolotów B-1, która byłaby równoznaczna odpowiedniej liczbie samolotów B-52 wyposażonych w rakiety CRUISE, byłoby o 40% kosztowniejsze. Prócz tego postęp w zakresie produkcji zintegrowanych zespołów elektronicznych, miniaturyzacji i dokładności systemów naprowadzania spowodował, że rakiety te mogą wykonywać lot na bardzo małych wysokościach, wykorzystując ukształtowanie terenu i przenosząc jednocześnie głowicę bojową o mocy do 340 kt.

Działanie na bardzo małej wysokości stwarza przeciwnikowi znacznie większe trudności przy wykrywaniu rakiet o małej skutecznej powierzchni odbicia niż w warunkach zastosowania urządzeń zakłócania elektronicznego samolotu B-1. Oprócz tego cztery silniki samolotu B-1 wytwarzają znacznie więcej promieniowania podczerwonego niż jeden miniaturowy silnik rakiety CRUISE, stąd samolot jest bardziej narażony na zniszczenie przez rakiety samonaprowadzające się na podczerwień niż rakieta CRUISE.

Planowane rozmieszczenie w Europie Zachodniej zgodnie z decyzją NATO 464 rakiet CRUISE stwarza poważne zagrożenie dla wojsk i obiektów rozmieszczonych w strefie operacyjnej oraz na obszarze całego kraju.

Analizując powierzchnię naszego kraju, można wysnuć wniosek, że minimalna średnia wysokość lotu rakiet CRUISE może wynosić 50-100 m.

Jednym z najbardziej skomplikowanych zagadnień jest stworzenie ciągłego, stałego pola radiolokacyjnego. Aby zapewnić ciągłość pola

radiolokacyjnego na wysokości około 50 m, należałoby rozmieszczać RPW w odległości jeden od drugiego około 15-20 km. Ze względów ekonomicznych takich możliwości nie będzie. Dlatego istotnym zagadnieniem jest właściwe ugrupowanie tych środków /RPW/ oraz innych środków rozpoznania przeciwnika powietrznego i włączenie ich w jednolity system rozpoznania wojsk operacyjnych.

Możliwości wojsk OPL są zróżnicowane. Zestawy KRUG praktycznie nie mogą być wykorzystywane do zwalczania rakiet CRUISE. Pozostałe zestawy ogniowe z punktu widzenia parametrów taktyczno-technicznych, właściwości sprzętu bojowego w rozpatrywanym przedziale wysokości i prędkości lotu będą mogły zwalczać rakiety CRUISE z mniejszą skutecznością ogniową w stosunku do zwalczanych samolotów przeciwnika. Podstawowym sposobem kierowania ogniem pododdziałów OPL jest decentralizacja do szczebla pododdziału ogniowego, a w wielu przypadkach nawet do pojedynczego środka ogniowego. Dla niektórych środków ogniowych /jak S-1, S-2/ jako podstawowy sposób niszczenia rakiet CRUISE należy przyjąć strzelanie na kursach oddalających /decyzję do otwarcia ognia podejmuje dowódca wozu/.

I. CHARAKTERYSTYKA I OCENA BOJOWEGO ZASTOSOWANIA RAKIET SAMOSTERUJĄCYCH CRUISE

1.1. Charakterystyka rakiet samosterujących CRUISE

W wyniku prowadzonych prac badawczo-rozwojowych, inspirowanych przez administrację Cartera, powstały - wyróżnione ze względu na rodzaj nosiciela - trzy podstawowe typy rakiet Cruise: ALCM, SLCM i GLCM.

Rakieta ALCM /Air Launched Cruise Missile - rakieta Cruise wystrzeliwana z powietrza/ jest przeznaczona do uzbrojenia bombowców strategicznych celem wykonywania uderzeń jądrowych na cele naziemne.

Do chwili obecnej, zgodnie z decyzją administracji Cartera, prowadzone są badania nad dwoma typami rakiet wystrzeliwanych z powietrza /w celu stworzenia możliwości wyboru wariantu, który okaże się lepszy/. Jeden z nich po modernizacji oznaczono AGM-86B. Jest on opracowywany przez firmę Boeing. Drugi opracowywany przez General Dynamics oznaczono AGM-109. Jest to rakieta Tomahawk /wystrzeliwana z okrętów/ przystosowana do wystrzeliwania z powietrza.

Podstawowymi nosicielami wymienionych wyżej rakiet są samoloty B-52. Jeden samolot może zabierać 20 rakiet, z tego 12 podwieszanych pod skrzydłami i 8 w ładowni kadłuba. Przygotowanie wyrzutni samolotu B-52,

typowej dla rakiet SRAM, do wystrzeliwania rakiet CRUISE o wydłużonym zasięgu sprawiło, że zwiększyła się wartość bojowa tego samolotu i mogą one pozostać efektywną bronią nawet w latach dziewięćdziesiątych. Jako samoloty-nosiciele mogą być wykorzystywane również samoloty FB-111 /12 rakiet/ oraz specjalnie oprzyrządowane wojskowe i cywilne samoloty transportowe C-5A, DC-10, C-130N, L-1011, Boeing-747. W kadłubie Boeinga-747 przewiduje się umieścić na rewolwerowych stanowiskach startowych do 90 rakiet /start wszystkich rakiet przez luk boczny w ciągu 20 min./.

Przed załadowaniem rakiety do samolotu skrzydła składane są do wnętrza kadłuba rakiety, którego średnica wynosi około 0,6 m. Przed załadowaniem do samolotu składany jest także wlot powietrza do silnika i usterzenie ogonowe. Po odłączeniu się rakiety od samolotu wlot powietrza wysuwa się, rozwija się także usterzenie i skrzydła, a równocześnie uruchamiany jest silnik. Do wysuwania skrzydeł, usterzenia i wlotu powietrza używa się ładunków wybuchowych. Lotki skrzydeł uruchamiane są silnikami elektrycznymi, które stanowią część systemu kontroli lotu. Procedura rozwijania poszczególnych części trwa około 10 sekund.

Rakiety SLCM /Sea Launched Cruise Missile/ Tomahawk /ACM-109/ przeznaczone jest do uzbrojenia atomowych okrętów podwodnych /12 rakiet/ i okrętów nawodnych /20-30 rakiet/. Rakiety te są przystosowane do standardowych wyrzutni torpedowych, dzięki czemu każdy okręt podwodny nadający się do wystrzeliwania pocisków Harpoon jest również odpowiedni do wystrzeliwania pocisków Tomahawk. Rakiety te przed załadowaniem do lufy wyrzutni zaopatruje się w łuski ze stali nierdzewnej, dzięki czemu pozostają one suche po zanurzeniu lufy w wodzie. Rakieta tego typu wyposażona jest w silnik pomocniczy na paliwo stałe /silnik ten nie jest używany w wersji rakiety startującej z powietrza/, który napędza ją przez około 10 sekund od momentu startu, dopóki nie rozwiną się skrzydła i usterzenie ogonowe oraz zostanie włączony silnik turboodrzutowy, następnie silnik pomocniczy i łuska ochronna zostają odrzucone. Rakieta Tomahawk ma dwie wersje: strategiczną o zasięgu 2500 km /przewiduje się również rakiety Tomahawk /YBGM-109/ o zasięgu 3700 km/ i taktyczną, której maksymalny zasięg wynosi: przy starcie z okrętu nawodnego - 550 km, a przy starcie z okrętu podwodnego - 260 km.

Rakiety te wykorzystuje się do zwalczania celów naziemnych i do zwalczania okrętów. Rakieta przeznaczona do zwalczania okrętów jest wyposażona w zmodyfikowaną głowicę do samonaprowadzania z radarem aktywnym pocisku Harpoon. Rakiety te będą leciały w stronę okrętu

początkowo na całej wysokości, następnie zwiększają ją na krótki okres czasu i obniżają w momencie uchwycenia celu.

Rakieta samonaprowadzająca się GLCM /Ground Launched CRUISE Missile/ wystrzeliwana z ziemi jest opracowywana w oparciu o rakietę SLCM i przeznaczona do startu z naziemnych ruchomych wyrzutni startowych typu LANCE. Rakiety GLCM w odróżnieniu od ALCM posiadają /oprócz marszowego silnika turboodrzutowego na paliwo płynne/ w części ogonowej kadłuba silnik startowy /siła ciągu 3200 kG/ na paliwo stałe, usamoistniający start z wyrzutni na ziemi. Przeciwnik będzie się posługiwał odpalonymi z ziemi rakietami CRUISE do zwalczania celów naziemnych w sytuacjach wymagających szybkiej reakcji. Będą to rakiety wyposażone w różnego typu klasyczne lub jądrowe głowice bojowe.

Po starcie wysuwają się z rakiety płaszczyzny nośne, stery i wlot powietrza do silnika. Zaczyna pracę marszowy silnik turboodrzutowy oraz inercyjny i korelacyjny system naprowadzania, następnie zostaje odrzucony silnik startowy.

W zasadzie wszystkie omawiane wyżej typy rakiet CRUISE wykorzystują tę samą technikę nawigacyjną, taki sam silnik i taką samą głowicę nuklearną. Główne różnice kryją się w samym płatowcu.

Bardzo istotnym elementem, który decyduje o efektywności wykorzystania tych rakiet, jest system nawigacyjny. Dopiero w ostatnich kilku latach przemysł opanował technikę budowy mikroelektronicznego sprzętu /komputery, silniki, czujniki itp./. Dzięki czemu można było zbudować inercyjny system nawigacyjny - znany jako TAINS[1/] - wykorzystywany przez rakiety CRUISE. W jego skład wchodzi urządzenie TERCOM[2/], które porównuje przechowywane w pamięci komputera dane o zaprogramowanej uprzednio trasie lotu rakiety z aktualnymi danymi dostarczonymi przez radar śledzący oraz optycznego lub radiometrycznego systemu sterowania w końcowej fazie lotu rakiety.

Z powyższego wynika, że rakieta będzie naprowadzana na cel za pomocą kombinowanego systemu naprowadzania składającego się z systemu inercyjnego /bezwładnościowego/ i systemu korelacji TERCOM. System inercyjny pracuje na całej trasie lotu rakiety. Korelacja błędów prowadzona jest

---

1/ TAINS - Terrain Contour Matching Inertia Navigation System - nawigacyjny inercyjny system porównywania mijanego terenu z zaprogramowaną trasą.

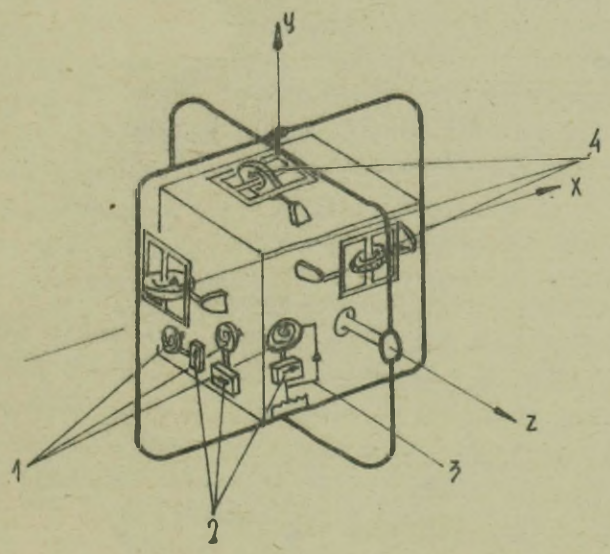
2/ TERCOM SYSTEM - Terrain Contour Matching System - system zestrajania danych terenowych.

w rejonach określonych za pomocą systemu TERCOM. Zasada działania systemu inercyjnego /w załączniku 1/ polega na pomiarze przyspieszeń rakiety w inercyjnym /nieobracającym się/ układzie współrzędnych. Automatycznie tworzona jest płaszczyzna stabilizowana żyroskopowo proporcjonalna do odchyleń rakiety od toru obliczeniowego w azymucie i do pomiaru wysokości rakiety w stosunku do poziomu morza, mierzonej za pomocą wysokościomierza barometrycznego. Przyspieszenie powstałe w wyniku zmian ruchu rakiety wywołane działaniem różnych sił zewnętrznych mierzy się według osi x,y i stosownie do ich wielkości wylicza odchylenia rakiety od toru obliczeniowego.

Stosunkowo prosty system inercyjny składa się z:

- stabilizowanej płaszczyzny;
- przyspieszeniomierzy;
- układów całkujących;
- pokładowej maszyny liczącej;
- zegara.

Elementy te pokazano na rys. 1.



Rys.1. Schemat prostego inercyjnego systemu kierowania.

1 - układ całkujący;
2 - przyspieszeniomierz;
3 - napięcie proporcjonalne do przyspieszenia;
4 - żyroskopy stabilizujące

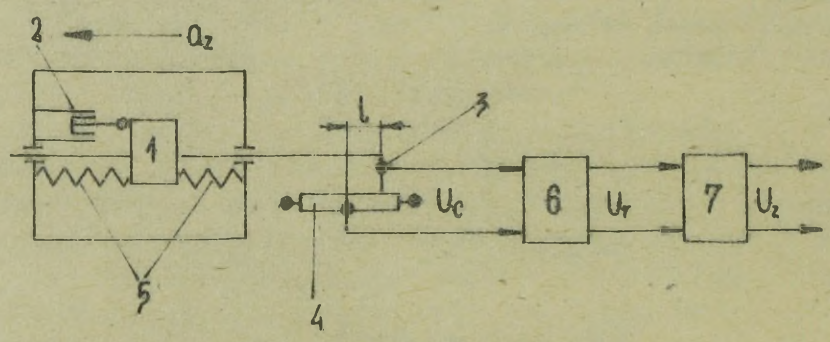
Płaszczyzna stabilizowana składa się z trzech żyroskopów - stanowi system odniesienia, względem którego można dokonywać pomiarów.

Przyspieszeniomierze wykrywają i mierzą zmiany przyspieszenia ruchu na osiach X,Y,Z.

Układy całkujące na podstawie przyspieszeń określają wielkość odchylenia rakiety od toru, a pokładowa maszyna obliczeniowa zamienia te wielkości na współrzędne toru lotu i wydaje sygnały kierowania w celu wyeliminowania błędów.

Zegar podaje czas dla wyliczenia prędkości rakiety i określenia jej położenia w przestrzeni.

Dokładność pracy systemu zależy od dokładności żyroskopów i przyspieszeniomierzy. Obecnie stosowane żyroskopy charakteryzują się dużymi dokładnościami pracy. W zależności od przeznaczenia przyspieszeniomierze mogą być liniowe i kątowe dla pomiaru przyspieszenia liniowego i kątowego. Przyspieszeniomierze liniowe mogą być różne: jeden z nich posiada ciało inercyjne, którego masa reaguje na przyspieszenie /rys.2/.



Rys.2. Schemat liniowego przyspieszeniomierza
1 - ciało inercyjne; 2 - tłumik drgań; 3 - suwak potencjometra; 4 - potencjometr; 5 - sprężyny równoważące; 6 - pierwszy układ całkujący; 7 - drugi układ całkujący; l - przemieszczenie suwaka proporcjonalnie do a_z; U_c - napięcie proporcjonalne do a_z; U_v - napięcie proporcjonalne do prędkości bocznej; U_z - napięcie proporcjonalne do kierunku przyspieszenia a_z;

Przy powstaniu np. bocznego przyspieszenia rakiety a_z ciało inercyjne przyspieszeniomierza o masie m działa na sprężynę i z siłą $P = m \cdot a_z$ ściska ją o wielkość l. Siła przeciwdziałania $P_1 = cl$ /c - współczynnik proporcjonalności/. Wiadomo, że jeżeli $P = P_1$, to

przemieszczenie potencjometra L można określić z wyrażenia $l = \frac{m}{c} a_z$, co oznacza, że na wyjściu przyspieszeniomierza powstaje napięcie U_c proporcjonalne do bocznego przyspieszenia rakiety a_z.

Zmierzone przyspieszenie w postaci napięcia podaje się na dwa szeregowo włączone układy całkujące. Pierwszy z określonego przyspieszenia wylicza prędkość, a drugi na podstawie prędkości określa drogę rakiety /odchylenie od toru/ w odpowiednim kierunku.

Sygnały z układów całkujących są podawane do maszyny liczącej, która wypracowuje sygnał błędu proporcjonalny do odchylenia. Sygnały te następnie są wzmacniane i przekazywane na stery rakiety.

Inercyjne systemy naprowadzania - jak widać z powyższych rozważań - stanowią autonomiczne układy zamknięte; nie otrzymują żadnych informacji ani z punktów kierowania, ani od celu, dlatego obecnie nie ma możliwości zakłócania ich pracy. System ten zapewnia odchylenie 750 m/h lotu, co jest jednak niewystarczające. W związku z tym system sterowania jest dodatkowo wyposażony w układ rozpoznawania kształtu terenu.

Zasada pracy systemu korelacji TERCOM - przedstawiona w załączniku 2 polega na porównywaniu /korelacji/ wprowadzonej do pokładowej EMC matrycy cyfrowej, przedstawiającej zobrazowanie terenu w jednostkach umownych w płaszczyźnie pionowej, z rzeczywistą rzeźbą terenu, nad którym przechodzi tor lotu. Przez takie porównanie określa się odchylenie rakiety od założonego toru lotu, zostaje wypracowany sygnał korekcji i rakieta wprowadzana jest na zaprogramowany tor lotu. Określenie rzeźby terenu odbywa się w następujący sposób: w czasie wchodzenia rakiety do rejonu korekcji radiowysokościomierz mierzy faktyczną wysokość lotu rakiety nad powierzchnią ziemi, a wysokościomierz barometryczny w tym samym czasie określa wysokość względem poziomu morza. Różnica wskazań obu wysokościomierzy pozwala określić przekrój pionowy terenu. Takie pomiary wykonuje się dla całego szeregu komórek /punktów terenu/ rejonu korekcji.

Ze względu na gromadzenie dużej ilości danych o terenie, nad którym leci rakieta, nie można posługiwać się metodą porównywania terenu w sposób ciągły, lecz jedynie metodą uaktualniania, korygowania danych wyjściowych z bezwładnościowego systemu nawigacyjnego. W sposób ciągły dokonuje się pomiaru faktycznej wysokości lotu rakiety w stosunku do ziemi. Na tej podstawie utrzymywana jest /zaprogramowana stosownie do kształtu terenu/ stała wysokość lotu rakiety względem powierzchni ziemi. Nad morzem rakieta może lecieć na wysokości 15 m, lecz nad lądem stałym wysokość powinna zostać zwiększona do 50 m. Nad terenem

górzystym rakieta powinna lecieć na wysokości około 100 m nad ziemię.

Pierwszy rejon korekcji planuje się rozmieszczać w odległości do 700 km od punktu startu; następne - w odstępach około 200 km jeden od drugiego. W czasie lotu na maksymalny zasięg liczba rejonów korekcji może dochodzić do 10.

W przypadku startu rakiety z okrętu podwodnego pierwsza poprawka kursu powinna być wykonana możliwie wcześnie, jak tylko rakieta znajdzie się nad lądem stałym. Szerokość pierwszego rejonu korekcji wynosi 16 km, a głębokość 8 km. Rozmiary pozostałych rejonów - 10 x 5 km.

Rejon korekcji podzielono na określoną liczbę części. Średnią wysokość każdej części zapisano w pamięci EMC w postaci matrycy. Ilość średnich wysokości rejonu korekcji zawartych w matrycy zależy od rozróżnialności radiowysokościomierza /np. rozróżnialność 100 m będzie wymagać naniesienia na matrycę 5000 wartości wysokości i powinna wystarczyć do sprowadzenia pocisku na wymagany tor lotu/. Radiowysokościomierz zostaje nastawiony w ten sposób, że podaje kolejne wyniki pomiaru wysokości w takich odstępach, jakim odpowiadają dane zawarte w matrycy. Dane radiowysokościomierza są porównywane z danymi matrycy aż do znalezienia odpowiednich wartości wysokości terenu, nad którym przelatuje rakieta. Wartości te służą do określenia położenia rakiety w stosunku do zaprogramowanego jej toru lotu, a tym samym zmniejszenia błędów nawigacyjnych.

Rozróżnialność radiowysokościomierza rakiety CRUISE jest proporcjonalna do wielkości anteny i częstotliwości. Wysokościomierze odpalanych w powietrzu rakiet CRUISE i rakiet TOMAHAWK pracują na częstotliwościach rzędu 4-8 GHz. Przy nominalnej częstotliwości roboczej 6 GHz i wielkości średniej anteny około 25 cm szerokość wiązki wysokościomierza wyniesie ok. 13°. Rakieta lecąca na wysokości 50 m nad ziemią będzie więc "oświetlać" pas szerokości ok. 12 m. Wyznacza to minimalne odstępy między pomiarami wysokości na matrycy systemu TERCOM równe w przybliżeniu 10 m, co daje uchylenie od punktu zerowego rzędu kilkudziesięciu metrów. Trasa dolotu do celu będzie zaprogramowana w ten sposób, aby rakieta przelatywała nad terenami odwzorowanymi w matrycach EMC. Matryce, w których odwzorowano teren o mniejszej powierzchni, ale z większą rozróżnialnością niż w matrycy pierwszego rejonu korekcji, są wykorzystywane do uaktualniania systemu nawigacyjnego w regularnych odstępach.

Do ostatniej kontroli nawigacyjnej przed celem służy matryca odwzorowująca wybrane moduły terenu z wystarczającą rozróżnialnością dla sprowadzenia rakiety możliwie najbliżej wymaganego toru lotu, po którym będzie kierowana za pomocą bezwładnościowego systemu wprost na cel.

6.

Do maszyny cyfrowej samolotu-nosiciela wprowadza się dużą liczbę programów lotu rakiety dla wcześniej ustalonych /znanych/ celów. Następnie w trakcie lotu - w zależności od postawionego zadania bojowego i konkretnej sytuacji - załoga samolotu może przed startem wprowadzić do pamięci EMC rakiety niezbędne informacje o dziesięciu różnych trasach lotu do celów i wykonać start rakiety według jednego z nich. Dla zapewnienia dokładności samonaprowadzanie start rakiety odbywa się w granicach okręgu o promieniu 15-10 km z centrum w obliczeniowym punkcie startu.

Efektywność systemu TERCOM zależy od dokładności danych o ukształtowaniu terenu zgromadzonych w komputerze. Informacja ta musi być oczywiście zgromadzona wcześniej, przypuszczalnie w okresie pokoju, i chociaż nie ustalono jednoznacznie, w jaki sposób, jedną z możliwości pozostaje niewątpliwie satelity rozpoznawcze. Najnowszy obecnie opracowywany system ma wykorzystywać 24 satelity rozmieszczone w ten sposób, że w każdej chwili dany fragment Ziemi będzie obserwowany przez co najmniej 4 satelity. Wszystkie satelity będą emitowały co 1/1000 s sygnały synchroniczne, które będą odbierane przez rakietę CRUISE. Poprzez określenie różnic czasowych dotarcia tych 4 sygnałów komputer pokładowy będzie wyznaczał odległość rakiety CRUISE od każdego satelity. Ponieważ jednocześnie będą one emitować nieustannie sygnały opisujące ich orbity, możliwe będzie wyznaczenie położenia rakiety z dokładnością do 10 m w każdym wymiarze /bez żadnych dodatkowych danych zewnętrznych/.

Opisana korekcja ma wiele specyficznych cech. Jedną z nich jest złożoność algorytmu sterowania, jaka jest realizowana w komputerze na pokładzie rakiety. Druga - to czas zbieżności algorytmu, czyli czas korekcji niezbędny do sprowadzenia rakiety na wymagany tor. Trzecią własnością jest dokładność uzyskiwanych danych pomiarowych, a czwartą - dynamika rakiety. Na dwie z nich nie mamy wpływu, tj. na algorytm działania pokładowego komputera oraz na dynamikę rakiety, natomiast dwie pozostałe umożliwiają nam ingerencję. Konkretnie rzecz biorąc, chodzi o zbieżność algorytmu oraz dokładność uzyskiwanych danych przez urządzenia pomiarowe znajdujące się na pokładzie. Jeżeli chodzi o zbieżność algorytmu, to z danych taktyczno-technicznych wynika, że czas korekcji jest rzędu 40 s i musi być ona realizowana w terenie górzystym pofałdowanym. Jeżeli jest jedno wzgórze i dookoła równina ciągnąca się kilka kilometrów, to najprawdopodobniej rakieta nie będzie tam przelatywała /nie ma możliwości dokonania korekcji/.

Na podstawie analiz można wyznaczyć kształty terenu, które są najbardziej przydatne do korekcji, np. dwa wzgórza w kształcie litery T. Na pierwszym prostopadłym wzgórzu dokonuje się korekcji w odległości, następnie korekcji w kącie. Może to być również np. jedno wzgórze z rowem w poprzek tego wzgórza. Idealnym jest lot rakiety między dwoma wzgórzami. Analizując właściwości topograficzne terenu, możemy wyznaczyć hipotetyczne trasy lotu tych rakiet. Fakt ten pozwoli nam odpowiednio ugrupować środki radiolokacyjne i ogniowe.

W trakcie budowy znajduje się inny nowoczesny system nawigacyjny, znany pod nazwą radiometrycznego. Stosowane w nim urządzenia radiolokacyjne do obserwacji terenu pracuje na częstotliwości zbliżonej do podczerwieni i jest w stanie wykryć minimalne nawet różnice temperatury wszystkich charakterystycznych elementów terenu. Na tej podstawie sporządzona zostaje mapa terenu, nad którym przelatuje rakieta. Zostaje na niej uwydatnione wszystko, co stanowi wyraźne źródło promieni podczerwonych, a więc pola, domy, fabryki itd. Mapa ta porównywana jest z podobną mapą przechowywaną w komputerze - również mapą konturową. Tak więc obydwa systemy kontrolują się wzajemnie, przyczyniając się do zwiększenia dokładności, dzięki czemu udaje się osiągnąć mały współczynnik uchylenia rakiety.

Mimo że nie zakończono prac nad obecną generacją rakiet CRUISE, Stany Zjednoczone już dzisiaj rozwiązują problemy ich dalszego usprawnienia. Będą one posiadać nowy nawigacyjny system, dzięki któremu stanie się możliwe sterowanie nad dużymi obszarami wodnymi. Planuje się zwiększyć jej szybkość do ponaddźwiękowej, wyposażyć w głowicę neutronową o zmiennej sile wybuchu oraz możliwość sterowania po starcie - przekierunkowywanie w locie na inny cel. Zostaną wyposażone w urządzenia samoniszczące włączające się na określony sygnał, będą odznaczać się jeszcze mniejszą niż dotychczas wykrywalnością radiolokacyjną. Planuje się również istotne udoskonalenie wyrzutni.

1.2. Ocena zagrożenia wojsk i obiektów przez rakiety samosterujące CRUISE

Jednym z istotnych czynników decydujących o skali zagrożenia ze strony rakiet CRUISE jest teren, pozwala on bowiem zlokalizować odcinki bardziej lub mniej zagrożone, które następnie stanowią podstawę do organizacji rozpoznania i sposobu ugrupowania środków zwalczania.

Warunki wojenno-geograficzne zachodniego i południowo-zachodniego TDW pozwalają na stosowanie rakiet samonaprowadzających się CRUISE do ataku na obiekty państw UW.

Naziemne stanowiska startowe mogą być rozmieszczone w zachodniej części RFN, państwach Beneluxu, na terytorium Norwegii, Anglii, Włoch, Grecji i Turcji.

Nosiciele morskich rakiet samonaprowadzających się mogą działać na Morzu Północnym, w Zatoce Biskajskiej, na morzach Tyreńskim i Jońskim.

Równinna powierzchnia większej części obszaru państw UW /północna część NRD, większa część obszaru PRL, WRLD oraz zachodnia część ZSRR/ sprzyja zastosowaniu rakiet na małych wysokościach. Natomiast górzysty teren CSRS, BRL, SRR, południowej części NRD i południowo-zachodniej części ZSRR będą utrudniały przeciwnikowi ich wykorzystanie. Jednak i tu istnieje szereg przełęczy o szerokości około 20 km, umożliwiających zastosowanie rakiet CRUISE.

Charakterystyka warunków terenowych obszaru Polski wskazuje, że jesteśmy krajem zdecydowanie nizinnym. Tereny górskie ponad 500 m n.p.m. zajmują niespełna 3% całej powierzchni, w tym ponad 1000 m - tylko 0,1% powierzchni, natomiast obszarów leżących na wysokościach do 300 m n.p.m. mamy w kraju aż 91,5%.

Powierzchnia naszego kraju składa się z szeregu pasów niższych i wyższych kolejno po sobie następujących, biegnących na ogół z zachodu na wschód i rozszerzających się ku wschodowi. Obszar Polski należy do silnie uprzemysłowionych o gęstej sieci linii wysokiego napięcia, wystających kominów, masztów antenowych pokrywających obszar Polski do wysokości 40-50 m, a często i wyżej.

Wszystkie te czynniki będą odpowiednio wpływały na minimalną wysokość lotu, która dla obszaru naszego kraju powinna wynosić dla kierunku nalotu:

- północno-zachodniego około 50 m;
- południowo-zachodniego około 100 m;
- zachodniego około 100 m, a przy wykorzystaniu przełęczy, kotlin i różnego rodzaju obniżeń terenowych około 50 m.

Loty na małych i bardzo małych wysokościach mogą wykonywać także inne ŚNP, jak: samoloty myśliwsko-bombowe, taktyczne samoloty myśliwskie oraz szturmowe lotnictwo pokładowe państw NATO. Uwzględniając jednak małą efektywną powierzchnię odbicia /około 0,3 m^2/, lot na małych wysokościach i stałych wysokościach w stosunku do ukształtowania terenu, moc głowicy jądrowej, można stwierdzić, że w najbliższej przyszłości największe zagrożenie dla obszaru PRL z bardzo małych wysokości będą stwarzać manewrujące rakiety CRUISE.

Dowództwo Sił Powietrznych Stanów Zjednoczonych planuje w 1982 r. posiadanie pierwszej eskadry bombowców B-52G, uzbrojonych w rakiety CRUISE. Obecnie siły powietrzne posiadają 173 samoloty tego typu, z których każdy może zabierać do 20 rakiet.

Pentagon przewiduje seryjnę produkcję powyżej 3000 rakiet przeznaczonych do uzbrojenia bombowców B-52G. Jednostki sił powietrznych planuje się wyposażać w te rakiety w okresie 1978-1986 r. W celu wykonania zamierzonych planów zgodnie z oceną amerykańskich ekspertów należy zabezpieczyć tempo produkcji seryjnej nie mniejsze niż 60 rakiet w ciągu miesiąca. Około roku 1985 będzie można uzbroić do 180 bombowców B-52G, wyposażając każdy w 20 tych rakiet.

Poważną siłę uderzeniową będą stanowiły rakiety TOMAHAWK. Siły morskie Stanów Zjednoczonych traktują te rakiety wersji strategicznej jako oddzielne wzmocnienie obecnej triady strategicznej: naziemnych rakiet balistycznych, rakiet balistycznych wystrzeliwanych z okrętów podwodnych oraz bombowców załogowych. Wzmocnienie to może stanowić wyjątkowy środek dla kontrolowanej odpowiedzi, a także nieocenioną broń rezerwową.

Rakiety CRUISE - twierdzi dowództwo sił morskich - można rozmieszczać w małych ilościach po 5-10 na atomowych okrętach podwodnych, których liczba wynosi obecnie około 70. Niekoniecznie byłyby one rozmieszczane na strategicznych pozycjach uderzeniowych, lecz w normalnych rejonach operacyjnych.

W przypadku ataku nuklearnego mogłyby spełniać rolę trzeciej siły uderzeniowej.

Perspektywiczny rozwój produkcji tych rakiet, planowana liczba rozmieszczonych w Europie /464 rakiety - załącznik 3/ stanowią poważne zagrożenie dla obiektów i wojsk lądowych. Możliwość zmasowanego użycia tych rakiet jeszcze bardziej zwiększa stopień jakościowego zagrożenia chociażby dlatego, że trzeba będzie wykorzystać do walki z nimi znaczną ilość sił i środków OPL, a tym samym wzrośnie możliwość pokonania OPL przez lotnictwo przeciwnika. Należy jednak zauważyć, że w tym przypadku na stopień zagrożenia mniejszy wpływ będzie wywierał niekorzystny dla OPL stosunek sił /środki OPL /ŚNP/ aniżeli mała skuteczność zwalczania ich przez środki OPL. Należy przypuszczać, że wojska lądowe będą miały dostateczną ilość środków OPL, ażeby ostrzelać wszystkie ŚNP wchodzące w ich strefy, ale skuteczność ich działania. w przypadku zwalczania rakiet CRUISE będzie prawdopodobnie niska, co niewątpliwie wpłynie na wzrost zagrożenia.

Nie bez znaczenia pozostaje fakt, że w przypadku zwalczania rakiet CRUISE zmniejszenie ich potencjału bojowego jest możliwe tylko poprzez ich skuteczne niszczenie; na zmniejszenie potencjału bojowego samolotów często wpływa sam fakt ich ostrzeliwania /wpływ czynnika psychicznego na wykonanie zadania/.

Czas lotu rakiet balistycznych trwa najczęściej mniej niż pół godziny, a sumaryczny czas lotu samolotu - nosiciela od lotniska do punktu startu i rakiety CRUISE od startu do celu może wynosić 6-10 godzin. W związku z tym amerykańscy eksperci uważają, że bardziej celowe będzie planowanie wykorzystania tych rakiet nie w pierwszym uderzeniu, lecz w drugim i następnych. Informacja taka może być bardzo istotna dla organizacji systemu rozpoznania.

Duża dokładność trafienia rakiet CRUISE umożliwia z jednej strony stosowanie tych rakiet do niszczenia obiektów i siły żywej wojsk lądowych położonych nawet w pobliżu linii styczności wojsk /z zachowaniem pasa bezpieczeństwa/, z drugiej zaś strony ich długi czas dolotu do celu może zdezaktualizować wybrany cel. W ciągu kilkugodzinnego lotu - położenie wojsk może ulec istotnej zmianie w rejonie wybranego celu. mogą znaleźć się już wojska własne. Aby uniknąć rażenia swoich wojsk, nieprzyjaciel może wykorzystywać rakiety wystrzeliwane z wyrzutni naziemnych, które będą rozmieszczone bliżej linii styczności bojowej wojsk niż samolot-nosiciel, w związku z czym czas dolotu do obiektu będzie krótszy. Taki sposób również może być rzadko stosowany, ponieważ ogranicza możliwości rakiet, szczególnie pod względem zasięgu.

Z powyższych rozważań należy wysnuć wniosek, że obiekty i wojska znajdujące się w pobliżu linii styczności mogą być atakowane przez rakiety samonaprowadzające się o mniejszym zasięgu oraz przez inne środki ogniowe, a tylko w wyjątkowych przypadkach przez rakiety CRUISE.

1.3. Bojowe wykorzystanie i sposób działania rakiet samosterujących CRUISE

Strategiczne rakiety CRUISE są przeznaczone do niszczenia wybranych wcześniej obiektów stacjonarnych, do których można zaliczyć:

- ośrodki polityczno-administracyjne;
- duże miasta przemysłowe;
- ośrodki przemysłu zbrojeniowego;
- ośrodki kierowania, stanowiska dowodzenia, węzły łączności;
- elektrownie, węzły kolejowe, ważne mosty i tunele;
- stanowiska dowodzenia rakiet klasy ziemia-ziemia, ich stanowiska ogniowe, magazyny atomowe;

- obiekty wojsk obrony powietrznej;
- ważne lotniska;
- bazy marynarki wojennej, porty i okręty marynarki wojennej;
- rejony zaśrodkowania wojsk itp.

Rakiety te mogą być stosowane zarówno w czasie wojny jądrowej, jak i konwencjonalnej.

Oprócz niszczenia wyżej wymienionych obiektów rakiety CRUISE mogą być wykorzystywane do rozpoznania. Ich lot będzie zaprogramowany w taki sposób, aby przeleciały nad wyznaczonym obszarem przeciwnika i powróciły do punktu startowego, zrzucając na spadochronie kamerę z filmami. Wyposażone w innego rodzaju systemy nawigacyjne będą mogły latać nad oceanami, atakując okręty.

Amerykańscy specjaliści uważają, że duża dokładność trafienia i dostatecznie duża moc ładunku jądrowego stwarza możliwość wykorzystywania tych rakiet do niszczenia celów o dużej odporności /np. wyrzutnie startowe rakiet balistycznych znajdujące się w tunelach/. Na podstawie doświadczeń ustalono, że prawdopodobieństwo zniszczenia celu o odporności 14 kG/cm^2 wynosi 0,9.

Według poglądów specjalistów zachodnich wypracowanie sposobów zastosowania bojowego rakiet CRUISE powinno opierać się na trzech podstawowych zasadach:

- wykorzystania rakiet CRUISE zarówno z dużych, jak i małych wysokości w połączeniu z rakietami sterowanymi SRAM, ASALM oraz bombami jądrowymi, w zależności od konkretnego zadania bojowego;
- zmasowane ich uderzenie;
- nalot z różnych kierunków.

Podstawowym sposobem zastosowania bojowego rakiet CRUISE jest wykonanie uderzenia bez wchodzenia bombowca w strefę działań aktywnych środków OPL. Przewiduje się przy tym start rakiety z dużych wysokości przy prędkości samolotu do 950 km/godz. oraz małych wysokości przy prędkości samolotu 650 km/godz. W tym przypadku samoloty bombowe uzbrojone będą głównie w rakiety CRUISE.

Przypuszcza się, że przy odległościach lotu rakiety 2500 km samolot-nosiciel będzie dokonywał startu w odległości 600-800 km od granicy prawdopodobnego przeciwnika. Podczas wykonywania uderzenia na obiekty znajdujące się na głębokich tyłach samoloty-nosiciele będą mogły podchodzić do granic przeciwnika na odległość nie mniejszą niż 370 km ze względu na ich bezpieczeństwo. Zakres możliwych startów rakiet będzie się więc zmieniał w przedziale 370-800 km.

Starty rakiet mogą odbywać się praktycznie w małym zakresie wysokości, przy czym minimalna wysokość startu uwarunkowana jest wyłącznie bezpieczeństwem, które wynika z oddzielenia się rakiety, pełnego rozwinięcia sterów i uruchomienia silnika. Mając na uwadze powyższe warunki bezpieczeństwa, ustalono minimalną wysokość startu rakiety ALCM około 150 m a TALCM[1/] nie mniej niż 150 m.

Przewiduje się również, że samoloty-nosiciele mogą pokonywać pierwszą rubież obrony powietrznej. W tym przypadku start rakiety będzie odbywał się na małych wysokościach i bombowce uzbraja się nie tylko w rakiety CRUISE, lecz ponaddźwiękowe rakiety SRAM, a w przyszłości wielogłowicowe rakiety ASALM.

Nie można wykluczyć wykorzystania bombowców do działań na obiekty położone w głębi terytorium. Wtedy samolot-nosiciel będzie zmuszony pokonywać wielostrefową obronę powietrzną i przewiduje się uzbrajać go oprócz rakiet CRUISE w inne środki rażenia.

Ogólny szyk bojowy w nalocie zmasowanym może mieć szerokość wzdłuż frontu 50-100 km oraz głębokość 50-100 km. Taka grupa rakiet może być utworzona po starcie ze wszystkich samolotów skrzydła lotniczego. Minimalna odległość między sąsiednimi rakietami powinna wynosić 3-5 km. Na każdym kierunku przy zmasowanym uderzeniu może być sformowanych 5-7 takich grup. Według poglądów dowództwa wojskowego Stanów Zjednoczonych zasadniczymi kierunkami działania bombowców-nosicieli rakiet CRUISE są północny i północno-zachodni.

Zasięg rakiet startujących w powietrzu w poważnym stopniu zależy od wysokości startu z nosiciela. W zależności od tego przyjęto trzy warianty lotu rakiety do celu: na bardzo małych wysokościach, według profilu "mała-duża-mała wysokość", według profilu "duża-mała wysokość".

Pierwsze dwa warianty są charakterystyczne dla rakiet TALCM, a trzeci dla ALCM. W pierwszym wariancie rakiety, lecąc ze stałą prędkością V_r = 0,7M na wysokości 30-60 m, osiągają odległość ok. 700 km /załącznik 4a/. W drugim wariancie po starcie na małych i średnich wysokościach rakieta powinna stopniowo nabierać wysokości do 6000 m i na niej kontynuować lot z prędkością dodźwiękową. W miarę zbliżania się do stref środków obrony powietrznej wykonać zniżenie lotu do 100 m i na tej wysokości lecieć do celu. Taki sposób lotu może zabezpieczyć odległość strzelania 1600-2000 km /załącznik 4b/. W trzecim wariancie startu rakiety dokonuje się na wysokościach 11000-12000, po czym przy prędkości lotu V_r = 0,55M stopniowo obniża ona wysokość

1/ TOMAHAWK ALCM

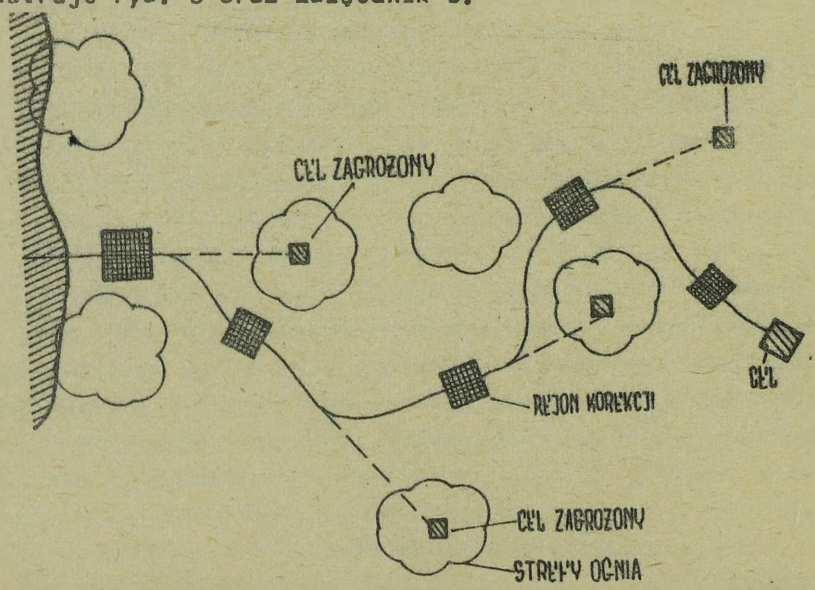
lotu, aby na odległości 80-90 km od celu osiągnąć wysokość około 20 m. Następnie zwiększa prędkość lotu do V_r = 0,7M w celu zwiększenia prawdopodobieństwa pokonania OPL. Taki lot zapewnia zwiększenie odległości odpalenia do 2500 km i więcej /załącznik 4c/.

Według poglądów dowództwa marynarki wojennej Stanów Zjednoczonych rakiety SLCM TOMAHAWK startujące z atomowych okrętów podwodnych i atomowych okrętów rakietowych przeznaczone są przede wszystkim do zwalczania okrętów i wywalczenia panowania na morzu. Można je również wykorzystywać do niszczenia obiektów znajdujących się na lądzie.

Zasięg rakiet SLCM z kierunku północno-zachodniego i południowo-zachodniego obejmuje wszystkie państwa UW i prawie całą europejską część obszaru ZSRR.

Rakiety GLCM przeznaczone są do wykonywania uderzeń na pozycje startowe rakiet średniego zasięgu, lotniska, stanowiska dowodzenia, ważne węzły komunikacyjne oraz do działań przeciw flotom morskim przeciwnika. Zasięg rakiet zlokalizowanych w Europie obejmuje państwa UW i europejską część ZSRR.

Zasięg rakiet CRUISE przedstawiony w części opisowej i w tabelce nr 1 odnosi się do promienia odległości między punktami startu i celem /zasięgu operacyjnego/. Ponieważ rakieta może wielokrotnie zmieniać swój kurs w celu skomplikowania sytuacji powietrznej, uniknięcia przeszkód i rejonów, które są silnie bronione, jego rzeczywista trasa może być znacznie dłuższa od zasięgu operacyjnego. Zagadnienie to ilustruje rys. 3 oraz załącznik 5.



Rys. 3. Właściwości wykorzystania bojowego rakiet CRUISE /widok z góry/

Rakiety CRUISE mogą działać pod osłoną zakłóceń. W zasadzie będzie to mieć miejsce w rejonie startu oraz rejonach przygranicznych. W głębi terytorium jest to możliwe tylko w przypadku przerwania się samolotu zakłócającego w głąb terytorium państw UW.

Tabela 1

Podstawowe dane taktyczno-techniczne rakiet samosterujących CRUISE

Rodzaj charakterystyki	ALCM	SLCM	GLCM
1	2	3	4
Ciężar /kG/	1000	1225	1225
Długość /m/	5,49	6,40	6,40
Rozpiętość /m/	2,9	2,54	2,54
Średnica kadłuba /m/	0,63	0,53	0,53
Ciężar głowicy bojowej /kG/	120	453	453
Moc ładunku jądrowego /kt/	do 340	do 340	1-10-340
Zasięg /km/	2600	2600	2600
Odpalenie rakiety z nosiciela z okrętu w promieniu /km/	do 18	do 18	do 18
Wysokość lotu /m/ - do 1. rejonu korekcji - minimalna	3000-60 30-100	3000-60 30-100	3000-60/do strefy działania OPL 30-100
Odległość rejonu korekcji od m. startu /km/ - pierwszego - kolejnych między sobą	do 700 do 200	do 700 do 200	do 700 do 200
Prędkość przelotowa /km/godz./	750-850	750-850	750-850
Rozmiary rejonu korekcji /km/	10x5	10x5	10x5
Błąd kołowy naprowadzania /m/	200	200	200
Skuteczna powierzchnia odbicia /m^2/	0,1	0,1	0,1
Przeciążenie dopuszczalne	2-4	2-4	2-4

1	2	3	4
Silnik marszowy	TRDD 272 kg WR-19-A7-1	TRDD 272 kg lub F 107-WR-100	TRDD 272 kg
Silnik startowy	-	PDTT 3200 kg	PDTT-3200 kg
Wysokość odpalania /m/	3000-14000	z okr.nawod. z okr.podw.	z naziemnych wyrzutni
System sterowania	Kombinowany, inercyjny i korelacyjny TERCOM		
Nosiciel /środek startu/	B-52, B-1, FB-111 Możliwe: Boeing-747 C-5A,DC-10	-atom.podw. łódź torp.; -atom.kręż. rakietowy	naziemna wyrzutnia LANCE

II. ANALIZA MOŻLIWOSCI ŚRODKÓW OPL WOJSK LĄDOWYCH W ZAKRESIE ZWALCZANIA RAKIET SAMOSTERUJĄCYCH CRUISE

2.1. Właściwości wykrywania i śledzenia rakiet samosterujących CRUISE przez środki rozpoznania wojsk OPL

Rozpoznanie nieprzyjaciela powietrznego jest jednym z podstawowych zadań wojsk OPL. Informacje o SNP przekazywane oddziałom /pododdziałom/ OPL powinny umożliwić prowadzenie z nimi walki na maksymalnym zasięgu ognia.

Szczególne wymagania środkom rozpoznania stawia się w przypadku wykrywania rakiet CRUISE. Rakiety te ze względu na małą skuteczną powierzchnię odbicia i lot na bardzo małych wysokościach stwarzają środkom rozpoznania duże trudności w ich wykrywaniu.

Do zasadniczych rodzajów rozpoznania, dostarczających informacji o celach powietrznych wojskom OPL, należy zaliczyć:

- rozpoznanie radiolokacyjne;
- rozpoznanie radiopelengacyjne;
- rozpoznanie telewizyjno-optyczne;
- rozpoznanie wzrokowe.

Pole radiolokacyjne w wojskach lądowych tworzą: frontowe radiolokacyjne posterunki wykrywania /RPW, RPW - armijne, RSWP - dywizyjne, RSWP - paplot, RSWP - prplot /KUB, OSA/, RSWP-BRPlot. Pole to jest

uzupełniane przez stacje naprowadzania rakiet /SNR/, radiolokacyjne stacje artyleryjskie /RSA/, zestawy radiolokacyjne przelicznikowe /ZRP-1 baplot, ZRP-2 ZSU-23-4/ oraz poprzez odbieranie informacji z brt wojsk OPK.

W przypadku wykrywania celów na małych i bardzo małych wysokościach szczególnego znaczenia przy budowie pola radiolokacyjnego nabierają takie parametry, jak:

- dolna ciągła granica wykrywania;
- wielkość ciągłej granicy wykrywania w płaszczyźnie poziomej;
- współczynnik zazębienia.

Praktycznie jednak parametry te jest trudno zrealizować. Jednym z najbardziej skomplikowanych zagadnień jest stworzenie ciągłego, stałego pola radiolokacyjnego, za pomocą którego można by we właściwym czasie wykrywać cele, określać ich parametry i wskazywać środkom OPL. Odległości wykrywania współczesnych stacji radiolokacyjnych na małych wysokościach są małe, wykryte cele przebywają w strefach wykrywania krótko, pole radiolokacyjne nie jest ciągłe.

Średni czas ciągłego śledzenia celu powietrznego przez stacje radiolokacyjne może wynosić zaledwie 1-3 min. - przy wysokości lotu 100 m, a poniżej tej wysokości i w przypadku celów o małej skuteczności powierzchni odbicia w ogóle nie można zabezpieczyć ciągłości śledzenia.

Przy rozpatrywaniu właściwości pola radiolokacyjnego na małych wysokościach w wojskach lądowych należy uwzględnić dynamiczne działanie wojsk, z czego wynika specyfika działania i pracy stacji radiolokacyjnych.

Do głównych czynników wpływających na pracę systemu rozpoznania wojsk lądowych należy zaliczyć:

- ciągłą zmianę linii styczności walczących wojsk;
- konieczność pracy RLS w terenie, jaki mu przypadnie w wyniku wytworzonej sytuacji naziemnej, a nie w takim, jaki odpowiadałby wymogom RLS;
- niemożliwość jednoczesnego wykorzystania wszystkich środków do pracy bojowej z powodu manewrowych warunków działania;
- brak uprzedzenia o nalotach ŚNP, co jest spowodowane bezpośrednią stycznością z nieprzyjacielem.

Charakterystyczną cechą wykrywania nisko lecących celów jest nakładanie się sygnałów odbitych od ziemi na sygnał odbity od celu. Fakt ten utrudnia wykrywanie a często wręcz uniemożliwia. Granice strefy odbić od przedmiotów terenowych prawie pokrywają się z zasię-

giem wykrywania RLS. Analiza realnych zaświeceń wskaźników RLS /przy zerowych położeniach anten/ rozwiniętych na obszarze naszego kraju wskazuje, że promień zaświeceń wskaźników stacji radiolokacyjnych w pasie centralnym waha się w granicach 25-30 km. W terenie górzystym zaświecenia wynoszą 70 km i więcej.

W przypadku wykrywania rakiet samosterujących CRUISE zasięg wykrywania w stosunku do samolotów będzie zmniejszony ze względu na małą skuteczną powierzchnię odbicia /0,1-0,3 m^2/. Zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnej jest wprost proporcjonalny do pierwiastka czwartego stopnia z wartości skutecznej powierzchni odbicia.

Na zasięg wykrywania i śledzenia celów nisko i bardzo nisko lecących ma istotny wpływ-szczególnie dla stacji zakresu metrowego i decymetrowego-obszar wokół miejsca rozmieszczenia stacji radiolokacyjnej. Obszar ten powinien być względnie równy, aby nie powodował strat charakterystyki promieniowania. Dopuszczalne nierówności terenu w zależności od odległości od RLS przedstawiają załączniki 6,7.

Nie bez znaczenia pozostaje wpływ kątów zakrycia na odległość wykrywania celów nisko lecących, np. stacja radiolokacyjna p-15M przy H_c = 100 m i kącie zakrycia 0° może wykrywać na odległości 30 km, a przy kącie zakrycia $0^o 50'$ - tylko 5 km.

Istotny wpływ na zasięg wykrywania będą miały zakłócenia aktywne i pasywne. Dla obecnie posiadanych w wyposażeniu wojsk OPL stacji radiolokacyjnych najbardziej niekorzystne są zakłócenia maskujące. Do najbardziej rozpowszechnionych zakłóceń maskujących zalicza się: zakłócenia szumowe, zakłócenia odzewowe wielokrotne, zakłócenia impulsowe ze stałym lub zmiennym cyklem powtarzania oraz zakłócenia pasywne.

Niewątpliwie na zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnych na małych wysokościach będą miały wpływ i inne czynniki, jak:

- długość fali roboczej RLS;
- wysokość zawieszenia anteny oraz ustawienia elementu promieniującego;
- krzywizna powierzchni ziemi /tj. ograniczenie zasięgu stacji horyzontem radiowym/;
- rodzaj podłoża odbijającego;
- reżimy pracy stacji;
- wyszkolenie obsług itd.

Umiejętne wykorzystanie systemu tych czynników może przyczynić się do zwiększenia zasięgu wykrywania.

Czynnikiem, który zasługuje na szczególne podkreślenie i wywiera bardzo duży wpływ na zasięg wykrywania jest stopień wyszkolenia obsług. Dobrze wyszkoleni operatorzy przez właściwe wykorzystanie walorów technicznych sprzętu, predyspozycji psychicznych i wzrokowych mogą poważnie zwiększyć zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnych.

Innym rodzajem rozpoznania jest rozpoznanie radiopelengacyjne, za pomocą którego można określać kierunek celu. Jednak w przypadku wykrywania rakiet CRUISE lecących na bardzo małych wysokościach może okazać się ono mało skuteczne, ponieważ z zasady będzie zakłócane przez stacje radiowe, własne i nieprzyjaciela. Oprócz tego rakieta CRUISE nie promieniuje energii w kierunku naszych środków rozpoznania.

Przy jej wykrywaniu istotną rolę może odegrać rozpoznanie wzrokowe. Posterunki obserwacji wzrokowej należy wysuwać na kierunku najbardziej prawdopodobnych nalotów na takie odległości, ażeby zapewniły środkom OPL ostrzelanie ich w strefach rażenia. Rozpoznanie wzrokowe powinno być ujmowane w system łączący posterunki obserwacji wzrokowej różnych szczebli dowodzenia, zabezpieczających szybką wymianę informacji o celach powietrznych.

2.2. Możliwości w zakresie wykrywania rakiet samosterujących CRUISE przez środki rozpoznania wojsk OPL

Rakiety CRUISE stanowią szczególny rodzaj obiektów powietrznych dla systemu rozpoznania wojsk lądowych. Specyfika ta będzie się zawierać przede wszystkim w ich locie na bardzo małych wysokościach oraz w małej skutecznej powierzchni odbicia. Dlatego też ich wykrywanie i śledzenie będą poważnie utrudnione. Stacje radiolokacyjne powinny zabezpieczyć wykrywanie celów powietrznych na odległościach zapewniających niszczenie ich przez środki OPL w granicach stref rażenia. Inaczej mówiąc, głębokość strefy rozpoznania /D_r/ powinna być większa /lub równa/ od wymaganej głębokości rozpoznania /D_{wym}/:

$$D_r \geqslant D_{wym} \qquad /2.1/$$

Głębokość strefy rozpoznania można określić ze wzoru:

$$D_r \geqslant D_{wyk} \pm a \qquad /2.2/$$

gdzie: D_{wyk} - odległość wykrywania danego źródła rozpoznania na określonej wysokości;

a - oddalenie środków rozpoznania od stanowisk ogniowych środków OPL.

Wymaganą głębokość strefy rozpoznania można określić według zależności:

$$D_{wym} = V_c \,/t_{SD} + t_{bp} + t_{rd} \,/t_{rb}/ + D_d \,/D_b/ \qquad /2.3/$$

gdzie: V_c - prędkość celu;

t_{SD} - czas potrzebny na powzięcie decyzji i postawienie zadań ogniowych na określonym szczeblu dowodzenia;

t_{bp} - czas bezpośredniego przygotowania strzelania;

t_{rd} - czas lotu rakiety /pocisku/ do dalszej granicy strefy rażenia /na określonej wysokości/;

t_{rb} - czas lotu rakiety /pocisku/ do bliższej granicy strefy rażenia /na określonej wysokości/;

D_d - odległość pozioma od stanowiska ogniowego do dalszej granicy strefy rażenia;

D_b - odległość pozioma od stanowiska ogniowego do bliższej granicy strefy rażenia.

W przypadku kiedy nierówność /2.1/ jest zachowana - system rozpoznania zabezpiecza przekazywanie informacji radiolokacyjnej środkom OPL we właściwym czasie i pozwala prowadzić ogień sposobem scentralizowanym /na określonym szczeblu dowodzenia/.

Przy pewnych wysokościach nierówność ta może być naruszona /odwrócona/, co oznacza, że nie można kierować ogniem środków OPL sposobem scentralizowanym na danym szczeblu dowodzenia. Centralizację tę jednak można zachować na niższym szczeblu dowodzenia, a w niektórych pododdziałach OPL należy przejść do zdecentralizowanego sposobu kierowania ogniem.

Niewielka skuteczna powierzchnia odbicia powoduje znaczne zmniejszenie zasięgu wykrywania rakiet CRUISE przez stacje radiolokacyjne. Wpływ skutecznej powierzchni odbicia na zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnej przedstawia wzór 2.4.

$$D_{max} \sqrt[4]{\frac{P_i G^2 \lambda^2 \delta_{sk}}{(4\pi)^3 P_{0min}}} \qquad /2.4./$$

gdzie: D_{max} - maksymalna odległość wykrywania RLS;

P_i - moc nadajnika w impulsie;

λ - długość fali roboczej;

$P_{o_{min}}$ - minimalna moc sygnału odbitego od obiektu powietrznego, odbierana przez odbiornik;

G - zysk anteny;

σ_{SK} - skuteczna powierzchnia odbicia celu;

4π - współczynnik.

Z powyższego wzoru wynika, że jeżeli skuteczna powierzchnia zmaleje z około 1 m^2 do 0,1-0,2 m^2 /σ_{SK} - CRUISE zależy od długości fali stacji radiolokacyjnej/ przy constans pozostałych wielkości, to zasięg /odległości/ wykrywania stacji radiolokacyjnej poważnie się zmniejszy /wielkości te przedstawione są w tabeli 2 w mianownikach/.

Wielkości podane w tabeli 2 mogą ulec dalszemu zmniejszeniu w wyniku działania zakłóceń, szczególnie aktywnych. Problemu tego w niniejszym opracowaniu nie przedstawiono, ponieważ jako oddzielny wymagałby szerszego rozpatrzenia. Należy jedynie zaznaczyć, że zasięg wykrywania RLS zależy od stosunku poziomu mocy zakłóceń do poziomu echa sygnału i np. jeżeli ten stosunek wyniesie 10, to zasięg może się zmniejszyć 2-3 razy. W przypadku zwalczania rakiet CRUISE należy przypuszczać, że moc zakłóceń nie będzie duża, ponieważ samoloty zakłócające z zasady nie będą wchodzić w rejon działania naszych wojsk ze względu na bezpieczeństwo, a tym samym znajdą się na dużej odległości od naszych środków zwalczania i rozpoznania radiolokacyjnego. Jedynie nasze środki zwalczania i rozpoznania rozmieszczone w rejonie linii styczności wojsk mogą być stosunkowo skutecznie zakłócane.

Występowanie na ekranach RLS odbić od przedmiotów terenowych zmusza wojska rozpoznania do wykorzystywania w pracy RLS układów TES, co pozwala obserwować rakiety CRUISE w obszarze odbić od przedmiotów terenowych. Powoduje to jednak dalsze zmniejszenie zasięgu wykrywania RLS o około 15%.

Należy jednak nadmienić, że cel grupowy, w którym odległości między samolotami są małe, będzie wykrywany na odległości większej niż samolot pojedynczy. Z analizy zmasowanego nalotu rakiet CRUISE wynika, że minimalne odległości między sąsiednimi rakietami mogą wynosić 3-5 km. Fakt ten oznacza, że będą one wykrywane przez RLS jako pojedyncze cele /rozróżnialność stacji zawiera się w granicach 1500-2500 m/, a co za tym idzie to jeszcze jeden czynnik wpływający na zmniejszenie zasięgu wykrywania.

Manewrujące rakiety CRUISE są dla systemu radiolokacyjnego celami powietrznymi trudnymi do wykrycia i śledzenia nawet w warunkach nie-

Tabela 2

Średnie odległości wykrycia celów powietrznych przez poszczególne typy stacji radiolokacyjnych

Wysokość lotu celu /m/	Średnie odległości wykrywania celów /km/										
	PRW-9 /16/	P-19	P-40	P-18	JAWOR M	P-15	ZRP-1	ZRP-2	SSWN KUB	SNR KRUG	SNR OSA
50	- / 20	26 / 17	26 / 15	25 / 20	29 / 19	26 / 17	17 / 10	10 / 6	24 / 13	-	20 / 11
100	40 / 28	30 / 21	37 / 21	31 / 25	35 / 23	33 / 22	19 / 11	11 / 6	33 / 19	-	27 / 15
150	46 / 34	34 / 23	44 / 24	36 / 31	42 / 28	42 / 28	21 / 12	11 / 6	35 / 20	36 / 25	32 / 19
200	50 / 40	40 / 27	51 / 28	46 / 37	46 / 31	50 / 33	22 / 12	12 / 7	38 / 21	50 / 35	35 / 23
300	60 / 48	56 / 37	58 / 33	50 / 40	51 / 34	61 / 40	25 / 14	12 / 7	45 / 25	-	39 / 26
500	-	70 / 47	70 / 39	60 / 48	65 / 43	70 / 47	31 / 17	14 / 8	50 / 28	-	-

Uwaga: w tabeli 2 w liczniku podano odległości wykrywania celu przy skutecznej powierzchni odbicia około 1 m^2; w mianowniku - odległości wykrycia przy skutecznej powierzchni odbicia 0,1-0,2 m^2.

stosowania przez przeciwnika zakłóceń radioelektronicznych. Należy przypuszczać, że będą wykrywane i śledzone z przerwami.

Urządzenia radiopelengacyjne znajdujące się w wyposażeniu pododdziałów rakiet bliskiego zasięgu dają możliwość wykrywania celów nisko lecących /H = 50 m/ na odległościach do 12 km. Informacje o celach powietrznych przyjmowane np. przez dowódcę plplot bp w sieci dowodzenia szefa OPL pz są mało dokładne, dotyczy to tak odległości, jak i kierunku lotu. Radiopelengator pozwala śledzić cele i przez cały czas do momentu wykrycia za pomocą wzroku udokładniać kierunek: środek OPL - cel, co ułatwia wzrokowe wykrywanie. W przypadku jednak wykrywania rakiet CRUISE będzie ono nieskuteczne, ponieważ rakieta ta nie posiada urządzeń promieniujących energię w kierunku naszych środków OPL.

Rozpoznanie telewizyjno-optyczne w przypadku wykrywania rakiet CRUICE będzie mało skuteczne ze względu na bardzo małe kąty obserwacji. Nie należy oczekiwać większych trudności ze śledzeniem wykrytego już celu, natomiast samo wykrycie bez udziału stacji radiolokacyjnej może być poważnie utrudnione. Rozpoznanie to może uzupełniać rozpoznanie radiolokacyjne, szczególnie w tych wypadkach, kiedy wskaźniki stacji radiolokacyjnych będą zakłócane. Wtedy wykryte uprzednio rakiety CRUISE można śledzić na wskaźniku telewizyjnym.

Odległość wykrywania celów powietrznych za pomocą wzroku zależy od wysokości ich lotu, kątów zakrycia, pory doby, warunków atmosferycznych, rodzaju przyrządów optycznych, ostrości wzroku i umiejętności obserwatorów. W słoneczny dzień, przy dobrej widoczności pojedynczy samolot na średnich wysokościach można wykryć wzrokiem z odległości 6-8 km. Na małych wysokościach odległość wykrywania wyraźnie maleje. Zależność odległości wykrywania od wysokości lotu celu - zweryfikowana doświadczalnie - przedstawia tabela 3.

Tabela 3

Odległość wykrywania celów powietrznych za pomocą wzroku

Wysokość lotu celu /m/	Odległość wykrycia celu /km/
50	2-2,5
100	2,3-3
200	2,4-3
300	2,4-3,2
400	2,5-3,7

Odległość wykrycia celów na małych wysokościach zależy od współczynnika przejrzystości atmosfery, który może zawierać się w granicach 0,12-0,92.

W warunkach bojowych należy liczyć się z tym, że dolna warstwa atmosfery może być mało przejrzysta wskutek występowania dymu i kurzu. Podczas obserwacji z wykorzystaniem przyrządów optycznych odległość wykrycia celu powietrznego na małej wysokości w zasadzie nie wzrasta z uwagi na przeszkody terenowe. Odległość wykrywania rakiet CRUISE może częściowo ulec zmniejszeniu - ze względu na małe rozmiary - w stosunku do danych przedstawionych w tabeli 3.

Mimo małej odległości wykrywania wzrokowego, posterunki obserwacji wzrokowej - wysunięte na kierunku najbardziej prawdopodobnych nalotów i ujęte w system łączący posterunki różnych szczebli dowodzenia zabezpieczający szybką wymianę informacji - mogą zapewnić terminowe wykrycie rakiet CRUISE, a tym samym ich ostrzelanie przez środki OPL. Dobra znajomość środków rozpoznania oraz właściwe ich wykorzystanie może istotnie zwiększyć zasięg wykrywania.

Do głównych przedsięwzięć zwiększających zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnych oraz skuteczności rozpoznania można zaliczyć:

- dobór optymalnego rodzaju pracy dla poszczególnych typów stacji radiolokacyjnych stosownie do konkretnych warunków sytuacji bojowej;
- stosowanie podczas poszukiwania celów nisko lecących obserwacji okrężnej z minimalną prędkością obrotów systemów antenowych, co zwiększy prawdopodobieństwo wykrywania celów w wyniku dostatecznie dużej liczby impulsów wysyłanych przez urządzenia nadawcze;
- ustawienie systemów antenowych RLS pod optymalnymi kątami nachylenia, które na potrzeby wykrywania celów powietrznych nisko lecących mieszczą się w granicach od 0° do -2°. Przy ujemnych kątach nachylenia anteny w elewacji zasięg wykrywania każdej stacji radiolokacyjnej zwiększa się w porównaniu do zerowego położenia systemu antenowego;
- stosowanie podczas śledzenia wykrytych celów nisko lecących obserwacji okrężnej z maksymalną prędkością obrotów ich systemów antenowych;
- przemieszczanie układu antenowego RLS w kącie położenia od wartości ujemnych do 0° w miarę zbliżania się śledzonego celu. Manipulacja układem antenowym w kącie położenia pozwala w określonym stopniu zredukować ujemny wpływ zaświeceń od przedmiotów terenowych;
- stosowanie przy niektórych RLS zakresu metrowego i decymetrowego sposobu pracy z dwóch anten. Podczas poszukiwania i wykrywania celów na dalszych odległościach należy stosować antenę o podwyższonym maszcie, natomiast podczas śledzenia, kiedy cel zbliża się w stronę RLS, należy

przechodzić na antenę z niższym masztem;

- wykonywanie schematów odbić od przedmiotów terenowych oraz dokładna ich znajomość przez operatorów RLS;
- właściwe wykorzystanie układów tłumienia ech stałych. Do granicy zaświeceń układów tych nie należy włączać, lecz włączać je tylko wtedy, kiedy jest pewność, że śledzony cel powietrzny nie zostanie wytłumiony;
- właściwy dobór podzakresu wskaźnika. Podzakres pracy wskaźnika w km nie powinien być większy niż oczekiwana odległość wykrywania celów nisko lecących;
- śledzenie przez RLS tych celów, które znajdują się na trawersie lotu celu;
- praca ze stałą zmianą częstotliwości nośnych;
- z chwilą pojawienia się pierwszych celów należy poszukiwać maksymalną ilością środków rozpoznania;
- kompleksowe wykorzystanie stacji radiolokacyjnych, np. jedna stacja zakresu decymetrowego o szerokiej charakterystyce promieniowania oraz jedna stacja zakresu centymetrowego o wysokiej charakterystyce promieniowania; stacje te wzajemnie uzupełniają się i tworzą określoną całość;
- niewykorzystywanie stacji wyznaczonych do wykrywania i śledzenia celów nisko lecących do wykonywania innych zadań /wykrywania na innych wysokościach/;
- właściwe ugrupowanie środków rozpoznania /zagadnienie to będzie szerzej rozpatrzone w następnym punkcie/;
- automatyzacja przekazywania informacji o wykrytych celach powietrznych w celu likwidacji opóźnień z tym związanych;
- wprowadzenie do uzbrojenia nowych stacji radiolokacyjnych o zwiększonej odporności na zakłócenia oraz specjalnie przystosowanych do wykrywania celów bardzo nisko lecących.

Wojska OPL działające na nadmorskim kierunku do wydłużenia pola radiolokacyjnego mogą wykorzystywać informacje okrętowych dozorów radiolokacyjnych.

Planowany sposób rozmieszczenia okrętów umożliwia osiągnięcie ciągłego pola radiolokacyjnego na małych wysokościach już z odległości 60-80 km od strony morza.

Do dodatkowych źródeł informacji o sytuacji powietrznej, które mogą zwiększyć skuteczność systemu rozpoznania wojsk lądowych, można zaliczyć rozpoznanie powietrzne i ogólnowojskowe. Ten sposób rozpoznania jest obecnie dyskutowany, rozważany, opracowywany teoretycznie oraz poddany eksperymentom.

W dziedzinie rozpoznania powietrznego można wydzielić dwa kierunki rozwoju. Pierwszy - to instalowanie na pokładzie specjalnych /przeznaczonych tylko do tego celu/ samolotów lub śmigłowców stacji radiolokacyjnych, których zasięg wykrywania poważnie wzrośnie ze względu na wyniesienie anteny w górę. Zobrazowaną informację radiolokacyjną na wskaźnikach tych stacji po wstępnej obróbce, często za pomocą EMC, można przekazywać bezpośrednio /w celu zmniejszenia jej opóźnienia/ poszczególnym środkom OPL. Śmigłowce tego typu dyżurowałyby na określonej wysokości na spodziewanych kierunkach nalotu w najbardziej prawdopodobnych okresach nalotu.

Drugi kierunek to wykorzystanie własnych obiektów latających w szerokim tego słowa znaczeniu. W pasach działania związków operacyjnych i taktycznych w ciągu doby przelatuje stosunkowo dużo własnych samolotów i śmigłowców, wykonujących różne zadania. Każdy własny obiekt latający może być traktowany jako powietrzny posterunek obserwacyjny. Lotnictwo przez obserwację wzrokową może dostarczać danych o rakietach CRUISE, takich jak położenie, kierunek i wysokość lotu, z odległości ograniczonych zasięgiem łączności. Samoloty należałoby wyposażyć w radiostacje wielokanałowe i do przekazywania tej informacji bez znacznych opóźnień wydzielić oddzielny kanał łączności w celu wyeliminowania opóźnień w przekazywaniu tej informacji.

Wojska obrony przeciwlotniczej informację o przeciwniku powietrznym mogą otrzymywać również z rozpoznania ogólnowojskowego, które ze względu na charakter i sposób prowadzenia działań mogłyby dostarczać danych o rakietach CRUISE. Pododdziały te wysyłane przez związki operacyjne i taktyczne w zakresie informacji bieżącej mogą systemowi OPL dostarczać umówionymi sygnałami na częstotliwości dyżurnej: liczby przelatujących rakiet, położenie i kierunek ich lotu.

2.3. Możliwości w zakresie zwalczania rakiet samosterujących CRUISE przez środki OPL wojsk lądowych

Analiza możliwości zwalczania rakiet CRUISE przez środki OPL daje podstawę do innych rozważań, np. opracowywania możliwości ogniowych środków OPL, zasad, sposobów zwalczania tych rakiet itd. Jeżeli z analizy wynika, że środki OPL nie mają żadnych możliwości zwalczania rakiet CRUISE, to wszystkie inne rozważania mijają się z celem.

Jednym z istotnych parametrów określających możliwości zwalczania tych rakiet przez dany środek OPL jest przedział prędkości lotu celów, które może on zwalczać, wynikający z rozwiązań konstrukcyjnych. Możli-

wości środków OPL wojsk lądowych w tym zakresie ilustruje załącznik 8.

Jak wynika z danych przedstawionych w załączniku 8 rakiety CRUISE /w zakresie ich prędkości lotu/ mogą być zwalczane przez wszystkie środki OPL, poza rakietą S-2, na kursach zbliżeniowych.

Innym ważnym parametrem charakteryzującym możliwości zwalczania tych rakiet przez środki OPL jest wysokość dolnej granicy strefy rażenia danego środka ogniowego. Możliwości środków OPL w tym zakresie zobrazowano w załączniku 9.

Z treści załącznika 9 wynika, że rakiety CRUISE będą mogły być zwalczane przez wszystkie środki OPL poza zestawem KRUG, którego minimalna wysokość strefy rażenia wynosi 150 m. Dopiero w przypadku lotu rakiet powyżej tej wysokości zestaw ten będzie mógł je zwalczać.

Możliwości zwalczania rakiet CRUISE przez środki OPL w dużej mierze zależą od czasu potrzebnego na powzięcie decyzji i postawienie zadań ogniowych danemu pododdziałowi OPL, czasu niezbędnego na bezpośrednie przygotowanie strzelania przez dany pododdział OPL, czasu lotu rakiety /pocisku/ do dalszej /bliższej/ granicy strefy rażenia oraz czasu przejścia pododdziału OPL w gotowość bojową nr 1 /ten ostatni w dalszych rozważaniach będzie pominięty ze względu na małe D_{wyk} rakiet CRUISE/.

Wielkości tych czasów decydują o wymaganej głębokości strefy rozpoznania określonej za pomocą wzoru /2.1/. Wymagane głębokości strefy rozpoznania dla scentralizowanego i zdecentralizowanego kierowania ogniem oraz niszczenia rakiet CRUISE na dalszej i bliższej granicy strefy rażenia zestawiono w tabeli 4.

Do określenia możliwości przyjęto przedział wysokości lotu rakiet CRUISE 50-100 m jako stwarzający największe problemy dla wojsk OPL w zakresie ich wykrywania i zwalczania.

Z drugiej strony jest to przedział, w którym największa procentowo liczba rakiet będzie wykorzystywała loty.

Czasy podane w kolumnie 5 /tabeli 4/ /t_{SD}/ uwzględniane przy scentralizowanym kierowaniu ogniem oznaczają:

- w BRPlot - czas pracy SD dywizjonu;
- w prplot KUB - czas pracy SD pułku;
- w prplot OSA - czas pracy PD baterii;
- w paplot - czas pracy SD pułku;
- S-1, ZSU-23-4 - czas pracy PD baterii pz;
- S-2, ZU-23-2 - czas pracy PD OPL pz.

Wymagane odległości wykrywania poszczególnych zestawów ogniowych zawarte w tabeli 4 /kolumny 10,11,12,13/ wyliczono dla przypadku, kiedy środki ogniowe znajdują się w gotowości nr 1. Wyliczenia pokazały, że dla realnych odległości wykrywania tego typu celów na rozpatrywanych wysokościach /50-100 m/ żaden ze środków ogniowych nie będzie w stanie ostrzelać tych celów w strefie rażenia, jeżeli nie będzie znajdował się w gotowości bojowej nr 1.

Odległość wykrycia stacji radiolokacyjnych zależy od kątów zakrycia pozycji, na której są rozwinięte. Wymagane odległości wykrycia rakiet CRUISE przedstawione w tabeli 4 /kolumny 10,11,12,13/ mogą być zrealizowane przy określonych kątach zakrycia tej pozycji. Wymagane odległości wykrycia celu przez baterię KRUG, KUB, OSA-AK, zabezpieczające ostrzelanie go na bliższej granicy strefy rażenia, oraz powtórnego ostrzelania celu ilustrują załączniki 11,12,13.

Na podstawie wielkości zawartych w tabeli 4 oraz rysunków 9 i 10 można określić możliwości środków OPL wojsk lądowych w zakresie zwalczania rakiet CRUISE.

W odniesieniu do zestawów ogniowych będących w uzbrojeniu wojsk lądowych są one następujące:

1/ Brygada KRUG jest przeznaczona przede wszystkim do niszczenia celów lecących na średnich i dużych wysokościach. Minimalna wysokość lotu celu 250 m, a z zastosowaniem celownika telewizyjno-optycznego - 150 m, przy czym przejrzystość powinna w tym wypadku wynosić 5 km aby cel można było śledzić na odległości 25 km. Możliwości ogniowego oddziaływania baterii pierwszej linii dywizjonu są znikome; można zwalczać cele-lecące z parametrem powyżej 10 km, przy głębokości strefy rażenia na tym parametrze do 2 km. Większe możliwości strzelania posiadają baterie drugiej linii dywizjonu. Mogłyby one niszczyć tego typu cele w głębi strefy rażenia, gdzie głębokość jej wynosi 4 km. Dywizjon drugiej linii brygady może otrzymać wskazania z SD brygady wysuniętego w kierunku nieprzyjaciela, co pozwala wcześniej wskazać dywizjonowi cel. Pozwala to wykorzystać głębokość strefy rażenia.

Należy również przeanalizować prawdopodobieństwo działania radiozapalnika rakiety. Skuteczna powierzchnia odbicia rakiety typu CRUISE dla radiozapalnika rakiety 3M8M3 wynosi o,1 m^2. Konstrukcja radiozapalnika gwarantuje prawdopodobieństwo jego zadziałania - 0,9 przy skutecznej powierzchni odbicia równej 1 m^2. W miarę zmniejszania się skutecznej powierzchni odbicia prawdopodobieństwo zadziałania radiozapalnika maleje zgodnie z funkcją

Tabela 4

ZESTAWIENIE DANYCH NIEZBĘDNYCH DO OKREŚLENIA MOŻLIWOŚCI ZWALCZANIA RAKIET CRUISE PRZEZ POSZCZEGÓLNE ŚRODKI OPL WOJSK LĄDOWYCH

Typ sprzętu	t_{bp} /s/	t_{rb} /s/	t_d /t_s/ /s/	t_{SD} /s/	D_b /km/		D_d /km/		D_{wym} scentr. KO ostrzelanie celu na D_d /km/	D_{wym} scentr. KO ostrzelanie celu na D_b /km/	D_{wym} zdecent. KO ostrzelanie celu na D_d /km/	D_{wym} zdecent. KO ostrzelanie celu na D_b /km/	D_{wyk} RSWP		D_{wyk} SSWN, ZRP wzrokowo	
					50	100	50	100					50 /m/	100 /m/	50 /m/	100 /m/
KRUG	50	11	16	60	9 dla/H=150/		11 dla/H=150/		36	33	24	21	24 dla/H=150/		/21 dla/H=150/	
KUB	40/30x	7	17/28/	50	4	3,8	8,5	9,4	31/31/	23/21/	21/21/	13/11/	15	21	12	15
OSA	20/30/	3	17/18/	30	1,5	1,5	8,5	9	22/25/	12/13/	16/18	6/8/	15	21	11	17
S-1	31/18/	4	8	30	1,2	1,2	2,5	2,5	16/14/	14/12/	10/8/	8/6/	17	22	2,5	3
S-2	17/10/	3/5/	7/9/	30	0,8/1,2/	0,8/1,2/	3,8	4	8		2		17	22	2,5	3
S-60	50/23/	-	10/20/	40	-	-	5	5	17		9		19	23	10	11
ZSU-23-4	22/12/	-	6/13/	30	-	-	2,5	2,5	11		5		17	22	6	6
ZU-23-2	20/8/	-	6/13/	30	-	-	2,5	2,5	10		4		17	22	2,5	3

x/ Liczby podane w nawiasach przyjęto zgodnie z modelem sieciowym opracowanym przez Szefostwo WOPL MON - załącznik nr 10.
Liczby przedstawione w tabeli 4 bez nawiasów wyliczono na podstawie danych zawartych w materiałach do szkolenia operacyjnego.

wykładniczą. Dane te potwierdzają doświadczenia ze strzelań bojowych w ZSRR.

Obsługa zestawu rakietowego KRUG może niszczyć rakiety CRUISE lecące na wysokości powyżej 150 m tak na kursach zbliżeniowych, jak i oddalających. Odległość wykrywania przez RSWP nie zapewnia centralizacji kierowania ogniem /na szczeblu brygady i dywizjonu/ przy wysokości lotu 150 m. W tym przypadku nie będzie możliwości niszczenia tych celów nawet na bliższej granicy strefy rażenia i chociażby jedną rakietę.

Przy zdecentralizowanym kierowaniu ogniem /na szczeblu baterii/ można je niszczyć w strefie rażenia w pobliżu bliższej granicy tej strefy. Scentralizowane kierowanie ogniem można stosować dopiero przy wysokości lotu tych celów 300 m i więcej.

Przed wykryciem celu rakiety powinny przejść cykl przygotowania i napędy wyrzutni należy włączyć, co zapewni skrócenie czasu reakcji zestawu. Graniczne odległości strzelania zestawem rakiet plot KRUG w zależności od kątów zakrycia pozycji ilustruje załącznik 11.

2/ Obsługa zestawu rakietowego KUB może niszczyć rakiety CRUISE od wysokości 50 m na kursach zbliżeniowych /zestaw 2K12M1-3 również na kursach oddalających/.Na wysokości 50 m można je niszczyć tylko w układzie zdecentralizowanego kierowania ogniem /na szczeblu baterii/ w pobliżu i na bliższej granicy strefy rażenia jedną rakietę. W przypadku lotu na wysokości 100 m również nie można kierować ogniem w sposób scentralizowany /na szczeblu pułku/.

Przy zdecentralizowanym kierowaniu ogniem /na szczeblu baterii/ na tej wysokości /100 m/ można niszczyć je w środkowej części strefy rażenia dwoma rakietami. W przewidywaniu odpierania nalotu nisko lecących celów powietrznych co najmniej trzy rakiety w baterii powinny być włączone na przygotowanie.

Przedział wysokości lotu rakiet CRUISE 50-100 m nie stwarza możliwości ostrzelania ich sposobem scentralizowanym na szczeblu pułku ani też możliwości ostrzelania ich na dalszej granicy strefy rażenia nawet sposobem zdecentralizowanym.

W przypadku lotu rakiety CRUISE na wysokości 200 m można je niszczyć dwoma rakietami na dalszej granicy strefy i w strefie rażenia zestawu KUB. Decyzje do otwarcia ognia powinien podejmować dowódca baterii. Możliwości zestawu w zakresie zwalczania rakiet CRUISE ilustruje załącznik 14, wykonany przy następujących założeniach:

- skuteczna powierzchnia rakiety CRUISE wynosi 0.1 m^2;
- prędkość lotu rakiety wynosi 200 m/s, lot wykonuje ona bez zakłóceń i w zakłóceniach;
- kąty zakrycia dla stanowisk stacji radiolokacyjnych równe zeru;
- stacje radiolokacyjne są wyposażone w elektroniczne układy tłumienia ech stałych /TES/;
- odległości rubieży bezpieczeństwa pierwszorzutowych baterii od linii styczności bojowej wojsk - 5 km;
- czas bezpośredniego przygotowania baterii do strzelania:
  - bez zakłóceń - 30 s;
  - w zakłóceniach - 55 s;
- czas strzelania - 25 s;
- czas obserwacji i przeniesienia ognia - 30 s.

Graniczne odległości strzelania zestawem rakiet plot KRUG w zależności od kątów zarycia pozycji ilustruje załącznik 12.

3/ Zestawem rakietowym OSA można niszczyć rakiety CRUISE lecące na wysokości 50 m /i niżej/ tak na kursach zbliżeniowych, jak i oddalających. Odległość wykrywania SNR zapewnia zdecentralizowane kierowanie ogniem /na szczeblu PRWB/ i niszczenie ich w głębi strefy rażenia dwoma rakietami. Natomiast przy locie na wysokości 100 m /i więcej/ można je niszczyć na dalszej granicy strefy rażenia w układzie zdecentralizowanym oraz w bliższej granicy strefy rażenia sposobem scentralizowanym /na szczeblu baterii/ dwoma rakietami. Decyzję do otwarcia ognia powinien podejmować dowódca przeciwlotniczego rakietowego wozu bojowego.

Strzelanie zestawu OSA-AK do rakiety CRUISE charakteryzuje się:
- poważnie zmniejszoną odległością wykrycia celu;
- skomplikowaniem pracy obsługi PRWB;
- występowaniem odbić od przedmiotów terenowych;
- utrudnieniem wykrywania celów w marszu;
- możliwością zadziałania radiozapalnika rakiety od ziemi;
- skomplikowaniem organizacji kierowania ogniem PRWB;
- pojawieniem się znacznika od celu w pierwszej wiązce na odległości 22-17 km /na WOO RSWW/;
- występowaniem znacznika celu na tle odbić od przedmiotów terenowych;
- półautomatyczną bądź ręczną metodą śledzenia celu.

Moment startu rakiety należy określać według niżej podanych zasad:

Położenie celu względem krzyża PTO	00-01 poniżej krzyża H_c=25 m	W środku krzyża H_c=40-50m	00-02 powyżej krzyża H_c=60-70m	00-04 powyżej krzyża H_c=100 m
Odległość od celu w momencie startu rakiety /km/ Vc=200-300 m/s	5-6	6-8	8-9	9-10

Możliwości zestawu w zakresie zwalczania rakiet CRUISE ilustruje załącznik 15.

4/ Zestawem rakietowym STRZAŁA-1M można niszczyć tego typu cele od wysokości 30 m na kursach zbliżeniach i oddalających. Odległość wykrywania przez RSWP dywizyjną przy locie celu na wysokości 50 m zapewnia scentralizowane kierowanie ogniem tych zestawów na szczeblu bplot a nawet szefa OPL pz /pcz/ i ostrzelanie celu na dalszej granicy strefy rażenia. Ponieważ wykrycie i naprowadzenie wyrzutni na cel powinno się odbywać wzrokowo, odległość wykrywania wzrokowego na tej wysokości /około 2 km/ może w niektórych przypadkach nie zapewnić ostrzelania celu nawet na bliższej granicy strefy rażenia, a dopiero na kursach oddalających. Dlatego za podstawowy sposób niszczenia rakiet CRUISE należy przyjąć strzelanie na kursach oddalających i decyzję do otwarcia ognia podejmuje bezpośrednio dowódca wozu, niszcząc cel dwoma rakietami.

Rakieta CRUISE w 6 s po przekroczeniu parametru jest w strefie startu przez 11 s. Największą skuteczność rażenia zapewnia się przy startach rakiet w 6-8 s po parametrze. Zestaw S-1 umożliwia zwalczanie rakiet CRUISE również w nocy, lecz w tych warunkach mogą być one zauważone tylko po parametrze.

5/ Strzelcy przeciwlotnicy zestawem STRZAŁA-2M mogą niszczyć rakiety CRUISE lecące na wysokości od 50 m w górę na kursach oddalających. Określenie kierunku lotu celu powinno się odbywać za pomocą radiopelengatora 1S12, a naprowadzanie wyrzutni - wzrokowo. Odległość wykrycia celu /określenie kierunku lotu celu/ na wysokości 50 m za pomocą radiopelengatora zapewnia ostrzelanie go na kursach zbliżeniowych. Wzrokowe wykrycie celu nie zawsze zapewni ostrzelanie go na kursach zbliżeniowych. Decyzję do otwarcia ognia podejmuje zawsze strzelec przeciwlotnik. Szef OPL pz powinien wskazać mu

sektor, dozór lub kierunek lotu celu, ponieważ odległość wykrywania przez RSWP dywizyjną umożliwia mu wykonanie tych czynności.

Wiadomo, że intensywność promieniowania cieplnego rakiet CRUISE w stosunku do samolotów jest niewielka, dlatego w celu zwiększenia skuteczności strzelania do zwalczania jednej rakiety CRUISE powinno się wyznaczać nie mniej niż dwóch strzelców przeciwlotników, lecz ze względu na małą odległość praktycznie możliwe będzie prowadzenie ognia przez pojedynczych strzelców w ich sektorach odpowiedzialności.

Możliwości techniczne zestawu S-2 warunkują wykorzystanie go do zwalczania rakiet CRUISE tylko w dzień, przy dobrej widoczności i na kursach oddalania. Minimalny czas reakcji zestawu wynosi 10 s i przy spóźnionym działaniu operatora nawet rozpoznanie rakiety na odległości równej 1 km zapewnia odpalenie rakiety jeszcze w strefie startu. Optymalną skuteczność strzelania S-2 osiąga się przy automatycznym rodzaju pracy; odpalenie rakiety w przedziale bliższej granicy strefy startu, tj. 2-5 s, za parametrem. Odpalenie rakiety w środkowej i dalszej granicy strefy startu, tj. 6-11 s po przejściu parametru, grozi zakłóceniem układu kierowania rakiety przez naziemne źródło promieniowania podczerwonego i obniżeniem prawdopodobieństwa trafienia.

6/ Za pomocą zestawu samoczynnych armat przeciwlotniczych 57 mm /S-60/ można niszczyć rakiety CRUISE od wysokości 50 m /i niżej/ na kursach zbliżeniowych i oddalających. Wykrycie i śledzenie celu jest praktycznie możliwe za pomocą RSA /WAZA/, CTO lub przyrządu optycznego TZK od wysokości 50 m. Odległość wykrycia przez RSWP paplot oraz z RP-1 na wysokości lotu rakiety CRUISE 50 m zapewnia scentralizowane kierowanie ogniem na szczeblu paplot.

Czas przebywania celu w strefie rażenia umożliwi ostrzelanie celu przez każde dwie serie po 10 szt. pocisków. Bateria w czasie jednego cyklu strzelania może wystrzelić do 120 pocisków. Z uwagi na wąską charakterystykę promieniowania ZRP-1 i trudności w związku z tym szybkiego wykrycia celu oraz zwiększenia jego zasięgu wykrywania zachodzi konieczność wyznaczania bateriom sektorów odpowiedzialności w granicach 30° - 60°.

7/ Obsługa 23 mm poczwórnej samobieżnej armaty ZSU-23-4 ma możliwość niszczenia rakiet CRUISE od wysokości 50 m i niżej na kursach zbliżeniowych i oddalających. Odległość wykrycia celu przez RSWP dywizyjną, od wysokości 50 m, zapewnia scentralizowane kierowanie ogniem na szczeblu bplot, a nawet szefa OPL pz /pcz/. Odległość wykrycia przez ZRP-2 wskazanego celu nie zapewnia scentralizowanego

kierowania ogniem na szczeblu baterii. Czas przebywania celu w strefie rażenia pozwala obsłudze armaty oddać jedną długą serię pocisków /120 szt./. Decyzję do otwarcia ognia powinien podejmować zawsze dowódca działa.

W celu zwiększenia skuteczności i zasięgu wykrycia należy dla armat wyznaczać sektory odpowiedzialności.

8/ Obsługa 23 mm podwójnie sprzężonej armaty przeciwlotniczej ZU-23-2 ma możliwość niszczenia rakiet CRUISE od wysokości 50 m i niżej. Odległość wykrywania przez RSWP dywizyjną przy locie celu powyżej 50 m zapewnia scentralizowane kierowanie ogniem na szczeblu szefa OPL pz /pcz/, poprzez wskazanie celu, w wypadku gdy armaty znajdują się w baterii przeciwlotniczej pz /pcz/, lub poprzez przekazanie sektora lub kierunku ataku, w wypadku gdy armaty znajdują się w plutonie przeciwlotniczym batalionu piechoty. Informacje przekazywane z RSWP należy traktować jako uprzedzenie obsługi o kierunku lotu rakiety CRUISE, ponieważ bez względu na to, gdzie ta armata będzie się znajdować, w ostatecznym rozrachunku cel należy wykryć wzrokowo.

Odległość wykrywania wzrokowego na tej wysokości może w niektórych przypadkach nie zapewnić ostrzelania celu na kursach zbliżeniowych lub ostrzelania go w bardzo krótkim czasie, a to będzie wpływało na zmniejszenie skuteczności ognia. Strzelanie tym zestawem na kursach oddalających będzie mało skuteczne, dlatego należy dążyć do ostrzelania rakiety CRUISE na kursach zbliżeniowych.

Decyzję do otwarcia ognia powinien podejmować dowódca plutonu.

W sprzyjających warunkach /dobra przejrzystość powietrza; oświetlenie słoneczne, dobra widoczność z SO/ rakieta CRUISE może być wykryta w odległości około 3-5 km /przy użyciu przyrządów optycznych/. Składowe czasu reakcji obsługi będą następujące:

- przekazywanie komendy /t_k/ - 2 s;
- czas bezpośredniego przygotowania strzelania - 8 s;
- czas ostrzelania celu /oddania n pocisków w serii/ - 8 s;
- czas dolotu pocisku do celu /t_l / - 5 s;

Sumaryczny czas reakcji T_r = 23 s.

Określony czas reakcji /przy V_r = 200 m/s/ wymaga odległości wykrycia wynoszącej 4600 m. Przy takiej odległości każda armata może oddać dwie serie. Jeżeli odległość wykrycia zmaleje, każda

armata będzie mogła oddać jedną serię i przy odległości wykrycia około 2000 m ostrzelanie celu na kursach zbliżeniowych będzie niemożliwe. W nocy i w niesprzyjających warunkach atmosferycznych strzelanie do tego typu celu będzie niemożliwe.

W celu podniesienia skuteczności ognia strzelanie należy prowadzić przy wykorzystaniu wszystkich armat ZU-23-2 występujących na danym szczeblu /plplot, bplot/. Skuteczne może okazać się strzelanie ogniem zaporowym całością pododdziału przeciwlotniczego.

Możliwości zwalczania rakiet CRUISE przez środki ogniowe wojsk OPL przedstawione na modelu sieciowym - załącznik 10.

Istotnym uzupełnieniem ognia wyżej rozpatrywanych środków OPL będzie ogień broni pokładowej i strzeleckiej, który z uwagi na mały czas reakcji może okazać się bardzo skuteczny.

WNIOSKI:

1/ Najtrudniejszym w zwalczaniu rakiet skrzydlatych CRUISE jest ich wczesne wykrycie i rozpoznanie. Odległości wykrywania ich w stosunku do samolotów poważnie maleją /tabela 2/.

2/ Znacznie lepsze możliwości wykrywania w porównaniu z RSWP posiadają stacje radiolokacyjne o cygarowych kształtach charakterystyki kierunkowej, tj. PRW-9B, PRW-16, NIDA, BOGOTA oraz P-40A1.

3/ Możliwości rozpoznania rakiet CRUISE można zwiększyć poprzez wyposażenie pododdziałów radiotechnicznych i oddziałów ogniowych w jakościowo nowe, o odpowiednim potencjale energetycznym stacje radiolokacyjne, odporne na zakłócenia z antenami na specjalnych masztach o płynnej regulacji wysokości ogniska anteny, lub radiolokacyjne stacje rozmieszczone na śmigłowcach, samolotach i sterowcach. Rozwiązanie bardzo drogie, lecz perspektywiczne, może być sukcesywnie realizowane przy wymianie starego sprzętu na nowoczesne zestawy.

4/ Dla zwiększenia prawdopodobieństwa wykrycia rakiet CRUISE celowe wydaje się stworzenie zintegrowanego systemu rozpoznania. W jego skład powinny wchodzić wszystkie RLS oddziałów rakiet artylerii, radiotechnicznych /środki rozpoznania wzrokowego, telewizyjno-optycznego i radiopelengacyjnego/. Rozwiązanie to w zasadzie nie pociąga dodatkowych nakładów na sprzęt, natomiast jest stosunkowo trudne w realizacji pod względem planistycznym i organizacyjnym. W tym też kierunku należałoby prowadzić prace oraz szkolenie w wojskach obrony przeciwlotniczej.

5/ Zapewnienie racjonalnego wykorzystania potencjalnych możliwości systemu rozpoznania i ogniowego oddziaływania wojsk OPL w zwalczaniu rakiet CRUISE wymaga ścisłego przestrzegania wykonywanych przedsięwzięć, które można podzielić na trzy grupy:

a/ przedsięwzięcia taktyczne:

- wykorzystanie wszystkich typów stacji radiolokacyjnych;
- właściwe wyznaczenie sektorów odpowiedzialności stosownie do typu stacji;
- wykorzystanie ogólnowojskowych posterunków obserwacji powietrznej i posterunków wojsk OPL;
- właściwe planowanie dyżurów bojowych /50% w got. nr 1/;
- właściwe planowanie ugrupowania bojowego oddziałów i pododdziałów rakiet i artylerii przeciwlotniczej;
- stworzenie mieszanych ugrupowań zapewniających wielowarstwowy system rozpoznania;
- przestrzeganie zasad kompatybilności elektromagnetycznej między poszczególnymi środkami własnymi i sąsiadów;
- wybór stanowiska stacji radiolokacyjnej uwzględniającego dopuszczalne nierówności wokół stacji, wymagane kąty zakrycia stosownie do typu stacji, jej częstotliwości nośnej i wysokości anteny /która nie powinna być przekroczona dla danego typu stacji/;

b/ przedsięwzięcia techniczne:

- właściwe dostrojenie i wykorzystywanie układów selekcji celów ruchomych /włączenie przy odbiciach od przedmiotów terenowych/;
- wykorzystywanie urządzeń przeciwzakłóceniowych, takich jak zasięgowa automatyczna regulacja wzmocnienia, szumowa automatyczna regulacja wzmocnienia, logarytmiczne charakterystyki wzmocnień wejściowych;
- prawidłowy wybór i włączenie obrotów anteny stacji radiolokacyjnych /im mniejsza szybkość obrotu anteny, tym większe prawdopodobieństwo wykrycia/;
- utrzymywanie parametrów technicznych stacji radiolokacyjnych w wymaganych granicach, tj. mocy układu nadawczego, czułości układu odbiorczego, stabilności pracy generatora, częstotliwości nośnej, długości impulsu sondującego i częstotliwości przetwarzania;
- wykonywanie na każdej nowej pozycji szkiców odbić od przedmiotów terenowych i obszarów niewidocznych oraz wymaganie od operatorów dokładnej znajomości ich położenia na wskaźnikach urządzeń radiolokacyjnych;

c/ przedsięwzięcia w zakresie zwiększenia wpływu operatora na możliwości rozpoznania środków radiolokacyjnych:
- dobór ludzi posiadających specjalne predyspozycje do tego typu pracy;
- wzorowe wyszkolenie operatorów;
- utrzymywanie ciągłości trenowania operatorów w celu zachowania nawyków;
- prowadzenie treningu wprowadzającego bezpośrednio przed rozpoczęciem dyżuru;
- nakładanie ciemnych okularów na 30-40 min. przed rozpoczęciem pracy bojowej w celu adaptacji wzroku;
- przestrzeganie równomiernego i jednakowego oświetlenia wskaźnika i otoczenia;
- niedopuszczanie w czasie pracy bojowej do chwilowych błysków światła /włączenia światła, wchodzenie do kabiny itp./;
- utrzymywanie określonej temperatury i poziomu szumów w kabinach;
- właściwa organizacja pracy i odpoczynku operatorów /najmniejszą wydajność pracy obserwuje się przed i po spożyciu posiłku oraz wieczorem w godzinach, w których są oni przyzwyczajeni do odpoczynku/.

6/ Z przeprowadzonych w tym rozdziale analiz wynika, że - z punktu widzenia parametrów taktyczno-technicznych i właściwości sprzętu bojowego - wszystkie środki ogniowe wojsk OPL w rozpatrywanym przedziale wysokości /poza zestawem KRUG/ i prędkości lotu mogą zwalczać rakiety samonaprowadzające się CRUISE. Skoro nie wyklucza się możliwości lotu powyżej rozpatrywanego przedziału wysokości, to zestaw KRUG również będzie mógł zwalczać te rakiety, lecz możliwości jego będą małe. Najbardziej celowe wydaje się jednak wykorzystanie tego zestawu do zwalczania innych środków napadu powietrznego, często nie mniej groźnych.

7/ Podstawowym sposobem kierowania ogniem oddziałów i pododdziałów OPL jest decentralizacja do szczebla pododdziału ogniowego, a w niektórych przypadkach nawet do pojedynczego środka ogniowego.

8/ Przeprowadzona analiza wykazuje, że scentralizować dowodzenie /kierowanie ogniem/ można do szczebla:
- w BRPlot - baterii /jeśli $H_c > 300$ m - w dywizjonie/;
- w prplot KUB - baterii;
- w prplot OSA - PRWB /jeśli $H_c > 100$ m - w baterii/;
- w paplot - baterii;
- w bplot pz /pcz/, plplot bp - pojedynczy środek.

9/ Organizacja walki z rakietami CRUISE wymaga precyzji w wyborze stanowisk ogniowych i w planowaniu dyżurów bojowych.

10/ Stopień trudności wykonania zadania w walce z rakietami CRUISE wymaga zastosowania specjalnych metod szkoleniowych i treningowych opartych na maksymalnym wykorzystaniu możliwości wprowadzanych obecnie nowoczesnych trenażerów.

11/ Brak praktycznych doświadczeń w bojowym wykorzystaniu przede wszystkim zestawu OSA-AK, szczególnie w zakresie walki z celami nisko lecącymi, powoduje, że opracowania i wnioski oparte są na dostępnych materiałach teoretycznych.

III. WŁAŚCIWOŚCI UŻYCIA I DZIAŁANIA ŚRODKÓW OPL WOJSK LĄDOWYCH W WALCE Z RAKIETAMI SAMOSTERUJĄCYMI CRUISE

3.1. Użycie środków rozpoznania wojsk OPL w aspekcie zapewnienia wykrywania ŚNP na bardzo małych wysokościach

Ugrupowanie środków rozpoznania wojsk lądowych powinno odpowiadać zamiarowi obrony przeciwlotniczej danego szczebla oraz zabezpieczyć wykrywanie, rozpoznanie i śledzenie celów szczególnie na małych wysokościach.

Głównymi elementami systemu rozpoznania wojsk lądowych są radiolokacyjne posterunki wykrywania /RPW/ szczebla armijnego i frontowego. Jednak w przypadku wykrywania rakiet CRUISE, aby zapewnić ciągłość pola radiolokacyjnego na wysokości około 50 m, należałoby rozmieszczać je w odległości około 20 km jeden od drugiego. Ze względu na możliwości ekonomiczne kraju, praktycznie rzecz biorąc, nie będzie takich możliwości nasycenia wojsk sprzętem radiolokacyjnym, które spełniałoby postawione wymagania. Oprócz tego zwiększyłaby się liczba źródeł informacji, co z kolei stwarzałoby określone trudności w sferze dowodzenia oraz w zbiorze i przetwarzaniu informacji radiolokacyjnej. Nie bez znaczenia pozostają określone trudności występujące w koordynacji promieniowania elektromagnetycznego. Dlatego istotnym elementem jest właściwe ugrupowanie /jako uzupełnienie pola radiolokacyjnego RPW/ RSWP dywizyjnych, RSWP paplot, prplot, BRPlot, RSA /WAZA/, SSWN i innych środków rozpoznania oraz włączenie ich w jednolity system rozpoznania wojsk lądowych. Ugrupowanie środków rozpoznania radiolokacyjnego powinno zapewnić:

- maksymalne wykorzystanie możliwości środków radiolokacyjnych /szczególnie na bardzo małych wysokościach;
- wykrywanie, rozpoznanie i śledzenie nieprzyjaciela powietrznego w dowolnym wariancie jego działań;
- ciągłe zabezpieczenie działań bojowych wojsk OPL na wszystkich szczeblach dowodzenia;
- niezawodne dowodzenie siłami i środkami radiolokacyjnymi;
- wyeliminowanie wzajemnych zakłóceń w pracy środków radiolokacyjnych;
- niezawodne współdziałanie tak wewnętrzne, jak i zewnętrzne;
- dużą żywotność i wysoką odporność na działania środków rażenia nieprzyjaciela powietrznego.

Skuteczne niszczenie rakiet CRUISE może odbywać się tylko z chwilą posiadania o nich wyczerpujących i aktualnych danych, szczególnie o miejscu ich położenia i wysokości lotu.

Jeżeli nie będziemy w stanie /a prawdopodobnie tak będzie/ zapewnić ciągłego pola radiolokacyjnego na bardzo małych wysokościach z wykorzystaniem wszystkich RLS w pasie działania armii, frontu, to należy wyodrębnić pasy, rejony, rubieże, gdzie prawdopodobieństwo działania tych rakiet jest bardzo wysokie. W tych rejonach i na tych rubieżach należy tworzyć ugrupowania o takim nasyceniu i z użyciem takiego sprzętu radiolokacyjnego, które zapewniłyby wytworzenie ciągłego pola radiolokacyjnego umożliwiającego ich wykrywanie i śledzenie.

Po rozwinięciu RPW należy metodą graficzno-matematyczną określić kształt ich pola radiolokacyjnego /uwzględniającego rzeźbę terenu/. Na bazie otrzymanego pola należy rozmieścić dywizyjne RLS, RSWP paplot, prplot, BRPlot i inne środki rozpoznania w taki sposób, aby zabezpieczały ciągłość pola na bardzo małych wysokościach oraz jego maksymalne wysunięcie na najbardziej spodziewanych kierunkach nalotu.

Istnieje możliwość modelowania pola radiolokacyjnego, szczególnie frontowych a nawet i armijnych RPW, ze względu na niezbyt częste ich przemieszczanie. Modelowanie takie przeprowadza się z wykorzystaniem EMC.

Modelowaną strefę wykrywania pojedynczego RPW sporządza się dookrężnie w stosunku do miejsca znajdowania się RLS oddzielnie dla każdej rozpatrywanej wysokości celów powietrznych, np. 50,100,200 itd.

Wynik modelowania przedstawiony jest zazwyczaj w formie graficznej na mapie lub też w formie wydruku z EMC.

Według podręcznika "Mietodiczeskije matieriały operatiwno-takticzeskich rozczotow, primieniajewnych w radiotechniczeskich wojskach PWO strany" obecnie eksploatowane elektroniczne maszyny cyfrowe mogą modelować /programować/ pole radiolokacyjne w obszarze 300x300 km, obejmującym do 200 oddzielnie stojących środków radiolokacyjnych. Modelowanie pola radiolokacyjnego na małych wysokościach jest procesem złożonym i pracochłonnym. Dotychczas opracowane i eksploatowane w tym zakresie programy na EMC są rzadko wykorzystywane, bowiem występujące wartości o charakterze zmiennym są trudne do ujęcia w programach na EMC. Najszersze zastosowanie w procesie modelowania pola radiolokacyjnego na bardzo małych wysokościach znalazły różnego rodzaju metody graficzno-matematyczne bez wykorzystania EMC, ponieważ nie wymagają fachowego przygotowania z zakresu informatyki i są stosunkowo łatwe do opanowania, niemniej jednak wymagają dużego nakładu pracy.

Głównym czynnikiem wpływającym na ugrupowanie środków rozpoznania jest utworzenie ciągłego pola radiolokacyjnego na bardzo małych wysokościach. Należy jednak pamiętać, że na rozmieszczenie RPW i RSWP mogą wpływać inne zależności często ze sobą sprzeczne np.:

- dla zwiększenia głębokości rozpoznania radiolokacyjnego należy rozmieszczać je jak najbliżej linii styczności wojsk, ale jednocześnie dla zmniejszenia zagrożenia przed zniszczeniem rozmieszczać możliwie daleko od tej linii;
- jeżeli rozwijać je w rejonach batalionów, to zmniejsza się możliwość działania grup dywersyjnych nieprzyjaciela, lecz jednocześnie wzrasta niebezpieczeństwo zniszczenia ich od wykonywanych uderzeń na wojska /często jądrowych/;
- inżynieryjne zabezpieczenie i częsta zmiana pozycji;
- rozmieszczenie RSWP w drugich rzutach dywizji zmniejsza niebezpieczeństwo zniszczenia jej przez naziemne środki rażenia nieprzyjaciela, lecz jednocześnie wzrasta niebezpieczeństwo zniszczenia przez lotnictwo taktyczne nieprzyjaciela itd.

Nie sposób jest utworzyć takie ugrupowanie, które spełniałoby wszystkie wymagania, często należy z jednych rezygnować na korzyść innych. Konieczne jest tylko ustalenie, które w danej sytuacji jest najistotniejsze. W przypadku wykrywania i śledzenia rakiet CRUISE podstawowym problemem jest stworzenie ciągłego pola radiolokacyjnego na bardzo małych wysokościach oraz maksymalne wysunięcie strefy rozpoznania w kierunku spodziewanego nalotu.

Ugrupowanie środków radiolokacyjnych będzie uzupełniane posterunkami obserwacji wzrokowej. W celu uzyskania dużej efektywności rozpoznania rakiet CRUISE należy tak ugrupować środki rozpoznania wzrokowego, aby zapewniały one maksymalną głębokość strefy rozpoznania. We wszystkich oddziałach i pododdziałach przy punktach dowodzenia należy organizować posterunki obserwacji wzrokowej, które należy wysuwać na kierunki najbardziej prawdopodobnych nalotów - nawet do 10 km.

3.2. Organizacja informowania środków ogniowych wojsk OPL o wykrytych rakietach samosterujących CRUISE

Przy zwalczaniu rakiet CRUISE rosną wymagania środków OPL w stosunku do środków rozpoznania nieprzyjaciela powietrznego w zakresie ciągłości wydawania informacji o nim oraz dokładności jej opracowania.

Skuteczne wykrywanie, rozpoznanie i śledzenie rakiet CRUISE przez środki radiolokacyjne zależy w dużej mierze od zastosowanych wariantów wykorzystania i niezawodności działania środków radiolokacyjnych i sprzętu łączności.

Podstawowym wariantem wykorzystania środków radiolokacyjnych przy wykrywaniu i śledzeniu rakiet CRUISE jest praca RPW w dwuwarstwowym polu radiolokacyjnym. W wariancie tym stacje o lepszych możliwościach wykrywania celów nisko lecących wszystkich RPW pracują w pierwszej warstwie, to jest od minimalnej dolnej granicy wykrywania do wysokości 2500 m. W drugiej warstwie,od 2500 m do górnego pułapu, pracują stacje o mniejszych możliwościach wykrywania celów nisko lecących.

Praca w dwuwarstwowym polu radiolokacyjnym zapewnia podział zadań na poszczególne stacje radiolokacyjne oraz ogranicza potoki informacji rozległej i zbędnej.

Szczególnego znaczenie nabiera organizacja współdziałania w zakresie wzajemnej wymiany informacji, wykorzystanie systemów automatyzacji, zapewniających szybki jej przepływ pomiędzy punktami dowodzenia OPL. Posiadanie bowiem w miarę pełnej oraz terminowej informacji radiolokacyjnej o locie rakiet CRUISE stanowi podstawę skutecznego użycia posiadanych sił do ich niszczenia.

W wojskach obrony przeciwlotniczej rozróżniamy dwa sposoby obiegu informacji, które umownie nazywamy planszetowo-fonicznym i zautomatyzowanym.

Sposób planszetowo-foniczny polega na odtworzeniu przez planszecistów bieżącej sytuacji powietrznej na planszetach rozmieszczonych na

różnych punktach dowodzenia OPL. W systemie tym prawdopodobieństwo odwzorowania trasy lotu celu równa się 0,5-0,6, a czas opóźnienia na szczeblu ZT wynosi 40-50 sekund, na szczeblu operacyjnym 1,5-2 min. Pominięto szczegółowy opis tego systemu, ponieważ jest on ogólnie znany i szczegółowo opisywany w wielu opracowaniach.

Na możliwości zwalczania rakiet CRUISE istotny wpływ mają odległości ich wykrycia przez stacje radiolokacyjne oraz czasy przekazywania informacji radiolokacyjnej różnych środków OPL.

Tabela 5

Odległość wykrycia rakiet przez różne typy stacji radiolokacyjnych

Typ RLS	Wysokość anteny /m/	H_c /m/	
		50	100
P-12	3,9	10	14
	6,35	11	15
P-18	7,9	12	16
	10,35	20	25
P-15	4,3	14	19
	6,3	17	22
P-19	4,3	14	20
	6,3	17	21
JAWOR M	5,3	19	23
JAWOR M2	5,5	18	25
P-40A1	4,5	15	21
1 S11	4	18	25
SNR OSA	4	11	15
PRW9 /16/	7,6	20	28
Nida	7	21	30
Bogota	5,8	18	26

Czas opóźnienia informacji radiolokacyjnej na szczeblu operacyjnym wynosi 1,5-2 min., a przy korzystaniu bezpośrednio z RPW około 50 s, co przy prędkości rakiety CRUISE /200 m/s/ wynosi odpowiednio 18-24 km i 10 km.

Z porównania odległości wykrywania podanych w tabeli 5 oraz odległości przemieszczania się rakiety CRUISE w czasie opóźnienia informacji wynika, że środki OPL rozmieszczone w strefie taktycznej nie będą mogły korzystać z danych przekazywanych z RPW, a tym bardziej z CRR. W czasie opóźnienia informacji radiolokacyjnej rakieta CRUISE przebędzie taką drogę, że znajdzie się już poza środkami OPL. Ilustrację graficzną tego zagadnienia pokazano na załączniku 16.

Na szczeblu taktycznym czas opóźnienia informacji radiolokacyjnej wynosi 40-50 s, co przy prędkości lotu rakiet CRUISE stanowi 8-10 km.

Analizując odległości wykrycia RSWP ZT, zestawu KUB oraz OSA podane w tabeli 4 oraz odległości przebyta przez rakietę CRUISE w czasie opóźnienia informacji radiolokacyjnej, możemy stwierdzić, że rakieta ta w chwili jej wskazania środkom OPL znajduje się w odległości 7 km /H_c = 50 m/ od stacji radiolokacyjnej. Jeżeli uwzględnimy, że niektóre środki OPL szczebla dywizyjnego będą rozmieszczone bliżej linii styczności wojsk aniżeli RSWP, to odległość ta jeszcze zmaleje. Uwzględniając jeszcze zmniejszenie tej odległości /odległości wykrywania RSWP/ w wyniku włączenia urządzeń TES oraz działania zakłóceń, należy stwierdzić, że środki OPL rozmieszczone w strefie taktycznej nie będą mogły korzystać z informacji radiolokacyjnej przekazywanej z RSWP. Ilustrację tego zagadnienia przedstawia załącznik 17[x/].

Aby środki OPL mogły korzystać z informacji przekazywanej z RSWP, należy skrócić czas przekazywania tej informacji.

W celu przyspieszenia obiegu informacji radiolokacyjnej należy stosować zautomatyzowany sposób jej zbioru, opracowania i przekazywania.

System zautomatyzowany oparty jest na urządzeniach radioelektronicznych z maszynami liczącymi włącznie. Za pomocą tych urządzeń przedstawianie sytuacji powietrznej odbywa się na wskaźnikach lub planszetach elektronicznych, a decyzje i meldunki przekazuje się w formie telekodowej środkami łączności radiowej lub przewodowej. Praw-

---

x/ Oznaczenia przyjęte w załącznikach 16,17.

t_{op} - czas opóźnienia informacji radiolokacyjnej w przypadku przekazywania jej z RPW i RSWP;

A_1 - położenie celu w momencie jego wskazania pododdziałowi OPL;

A_2 - zakończenie bezpośredniego przygotowania strzelania w danym pododdziale OPL.

dopodobieństwo odwzorowania trasy lotu celu równa się 0,8-0,9. Zaletę tego systemu jest nieporównywalnie większa dokładność i prędkość przekazywania informacji oraz jej utajnienie.

Na podstawie przeprowadzonej oceny istniejących urządzeń technicznych, które można wykorzystać do zautomatyzowanego przekazywania informacji radiolokacyjnej pododdziałom OPL na szczeblu operacyjnym, zdaniem autora najbardziej odpowiedni byłby zestaw urządzeń "DUNAJEC". Obieg informacji radiolokacyjnej w tym zestawie ilustruje załącznik 18.

Na wskaźniku pierwotnym zestawu urządzeń DUNAJEC /DP-10/ zobrazowana jest informacja radiolokacyjna, która napływa z RPW oraz RSWP /wydzielona, która będzie najkorzystniej rozmieszczona w terenie względem kierunku nalotu/. Przekazanie tej informacji na wskaźnik wtórny systemu "DUNAJEC" odbywa się w sposób półautomatyczny przez zgranie maskera wskaźnika ze znacznikiem celu i wciśnięcie przycisku. Postępując w ten sposób kolejno z każdym znacznikiem celu powietrznego, otrzymamy na wskaźniku wtórnym identyczne zobrazowanie sytuacji powietrznej jak na wskaźniku pierwszym.

W urządzeniach wtórnych dokonuje się analizy informacji radiolokacyjnej dostarczanej z poszczególnych RPW za pomocą EMC. W jej wyniku na wskaźniku wtórnym zostaje zobrazowana uogólniona informacja radiolokacyjna. Informacja ta /uogólniona/ w identyczny sposób jest przekazywana na wskaźniki znajdujące się w oddziałach OPL. Informacja radiolokacyjna ze wskaźnika pierwotnego do wtórnego i z wtórnego do wskaźników rozmieszczonych w oddziałach OPL /załącznik 18/ może być przekazywana drogą radiową lub radioliniową.

Przy wskaźniku wtórnym mogą być podejmowane decyzje ogniowe i przekazywane łącznie z informacją radiolokacyjną oddziałom OPL.

Na szczeblu związku taktycznego planuje się rozmieścić opracowywany obecnie zestaw zautomatyzowanego przekazywania informacji radiolokacyjnej oraz decyzji przydziału celów powietrznych pododdziałom OPL pod kryptonimem "ŁOWCZA".

W układzie tego systemu główny ciężar w zakresie przydziału celów powietrznych przypadałby szefom OPL pz /pcz/. Szef OPL ZT w głównej mierze zajmowałby się dowodzeniem taktycznym.

Na wskaźniku systemu "ŁOWCZA" rozmieszczonym na PD OPL pz /pcz/ jest zobrazowana informacja radiolokacyjna z RSWP /pz,ppz/ przekazywana kablem. Z tego wskaźnika na wskaźniki rozmieszczone w wozach dowodzenia zespołów ogniowych przekazywana jest informacja radio-

lokacyjna /z czasem aktualizacji co 10 s/ wraz z decyzjami przydziału celów zespołom ogniowym. Technika przekazywania jest zbliżona do właściwej systemowi "DUNAJEC". Zobrazowane na wskaźnikach zespołów ogniowych decyzje przydziału celów są przekazywane drogą radiową poszczególnym środkom OPL danego zespołu ogniowego. W przyszłości planuje się rozmieścić w każdym środku OPL danego zespołu ogniowego tabliczkę świetlną, na której te decyzje byłyby wyświetlane /np. numer pododdziału, azymut, odległość, czas dolotu/.

Należy podkreślić,że decyzje przydziału celów są przez EMC systemu "ŁOWCZA" przeliczane w stosunku do miejsca rozmieszczenia danego środka, a tym samym wskazania celu będą dokładniejsze w porównaniu do systemu planszetowego.

Decyzje przydziału celów plplot bp są zobrazowane na wskaźniku szefa OPL pz /pcz/ i drogą radiową przekazywane do plutonu. Myśli się nad tym, aby decyzje te były również wyświetlane w plplot bp.

Oprócz tego wykorzystuje się zestawy K-1 i KRUG-c. Zestaw K-1 jest przeznaczony do zautomatyzowanego kierowania ogniem oddziałów rakiet przeciwlotniczych, głównie w pułku rakiet przeciwlotniczych KUB i w brygadzie rakiet przeciwlotniczych KRUG. Zestaw ten może być również wykorzystywany do kierowania ogniem pułku artylerii przeciwlotniczej. Jednym z elementów zestawu jest maszyna licząca, za pomocą której dokonuje się analizy sytuacji powietrznej oraz obrazuje stan gotowości kierowanych pododdziałów; informacje te umożliwiają dowódcy powzięcie optymalnej decyzji.

Zestaw KRUG-c wykorzystuje się w relacji dywizjon-bateria. W jednostkach rakiet typu KRUG jest on wmontowany na stałe w urządzenia dywizjonu i baterii, stanowiąc podsystem zestawu K-1.

Tak zorganizowany /przy wysokim stopniu automatyzacji/ obieg informacji radiolokacyjnej, przy jednoczesnym wykorzystaniu specjalnych RLS przeznaczonych do wykrywania celów nisko lecących, może zapewnić środkom OPL wojsk lądowych aktualną informację radiolokacyjną.

3.3. Użycie środków ogniowych wojsk OPL w walce z rakietami samosterującymi CRUISE

W wyniku wprowadzenia do uzbrojenia wojsk przeciwnika nowoczesnych środków rażenia, jakimi są rakiety CRUISE, przed obroną przeciwlotniczą stanęło zadanie skutecznej osłony przed nimi wojsk własnych i różnego rodzaju obiektów na polu walki. Zadania te można realizować poprzez następujące sposoby walki z nimi:

- niszczenie samolotów-nosicieli rakiet CRUISE w powietrzu przed rubieżą startu tych rakiet;
- niszczenie rakiet CRUISE w locie.

Przy sposobie pierwszym, tj. niszczenie samolotów-nosicieli rakiet CRUISE w powietrzu, udział środków OPL wojsk lądowych będzie zależeć od sposobu zastosowania bojowego samolotów bombowych, uzbrojonych w rakiety CRUISE. W przypadku wykonania uderzenia rakietami CRUISE bez wchodzenia nosicieli w strefy działania aktywnych środków obrony powietrznej główną rolę w zwalczaniu tych rakiet mogą odegrać samoloty myśliwskie MiG-25, w niektórych przypadkach rakiety średniego i dużego zasięgu. Wojska OPL w tym przypadku nie będą mogły odegrać żadnej roli, ponieważ możliwości ogniowe środków OPL nie pozwolą na niszczenie samolotów-nosicieli.

Podczas pokonywania przez bombowce rubieży obrony powietrznej i działania na obiekty położone w głębi terytorium znaczącą rolę w zwalczaniu samolotów-nosicieli przypadnie środkom OPL wojsk lądowych. Skuteczność zwalczania tych samolotów powinna być duża, ponieważ duże rozmiary /duża skuteczna powierzchnia odbicia/ oraz wysokość lotu będą sprzyjać dużej odległości wykrywania ich przez stacje radiolokacyjne. Jednym z czynników utrudniających ich zwalczanie są zakłócenia radioelektroniczne, które każdy samolot niewątpliwie będzie stosował. Umiejętne jednak wykorzystanie urządzeń przeciwzakłóceniowych w RLS oraz dobre wyszkolenie obsług bojowych powinno zapewnić scentralizowany sposób kierowania ogniem oddziałów i pododdziałów OPL, a tym samym dużą skuteczność niszczenia.

Samolot-nosiciel, który znajdzie się w zasięgu ognia środków OPL osłaniających dany obiekt, nie będzie dokonywał startu rakiet przeznaczonych do niszczenia tego obiektu. Rakiety te będą atakować obiekty położone w głębi.

Z tego wynika wniosek dla wojsk OPL, że rubież wykonania zadania dla tego obiektu traci sens, środki OPL mogą zwalczać samoloty na kursach zbliżeniowych i oddalających, nie narażając na straty osłanianego obiektu /tylko w odniesieniu do rakiet CRUISE/. Nie zwalnia to środków OPL osłaniających obiekt /nr 1, załącznik 19/ od niszczenia tych samolotów przed rubieżą wykonania zadania /określaną dla zrzutu bomb/, ponieważ samoloty te mogą zaatakować obiekt za pomocą bomb /często jądrowych/. Oprócz tego w rejonie obiektu pierwszego może się znaleźć rubież wykonania zadania dla samego obiektu /nr 2, załącznik 19/. W tym przypadku środki OPL, osłaniając pierwszy obiekt,

będą działały na korzyść obiektu drugiego /osłaniając go/. Pozornie można przyjąć, że są to środki OPL innego obiektu /nr 2, załącznik 19/ wysunięte w kierunku lotu samolotu na taką odległość, aby niszczyły je przed rubieżą wykonania zadania określoną dla obiektu drugiego.

Reasumując należy stwierdzić, że w tym przypadku środki OPL osłaniające dany obiekt, niszcząc samoloty-nosiciele, z zasady będą działać na korzyść innego obiektu i nie powinny dopuszczać do przelotu samolotu-nosiciela nad własnym ugrupowaniem zasugerowane tym, że nie będzie on atakował osłanianego obiektu.

Obiekt nr 1 może być atakowany przez ponaddźwiękowe, uderzeniowe rakiety SRAM startujące z nosiciela, znajdującego się w momencie ich startu poza zasięgiem ognia obrony przeciwlotniczej. W ten sposób samolot-nosiciel będzie niszczyć obiekty i środki OPL znajdujące się na jego trasie /torując sobie drogę/ w celu uniknięcia zagrożenia ze strony tych środków OPL. Należy przypuszczać, że wojska, obiekty i środki OPL, znajdujące się w pobliżu linii styczności wojsk, nie będą atakowane przez rakiety SRAM ani też bomby jądrowe ze względu na bezpieczeństwo własnych wojsk. Fakt ten zapewni środkom OPL rozmieszczonym w tym rejonie skuteczne niszczenie przerywających się w głąb terytorium samolotów-nosicieli.

Drugi sposób walki z rakietami CRUISE /podstawowy/, tj. niszczenie ich w locie, sprowadza się do szeregu przedsięwzięć zmierzających do ich skutecznego niszczenia przez aktywne środki walki /których możliwości w tym względzie zostały przedstawione w pkt. II/ oraz obniżenie do minimum ich skuteczności działania. W tym przypadku szczególna rola w ich niszczeniu przypada środkom OPL wojsk lądowych, ponieważ posiadają one większe możliwości w zakresie zwalczania celów bardzo nisko lecących aniżeli aktywne środki OPK. Poza tym mogą działać w rejonach nie objętych osłoną wojsk OPK /między innymi teren przeciwnika/.

Wybór właściwego ugrupowania środków OPL /podobnie jak przy zwalczaniu samolotów/ będzie miał ogromny wpływ na skuteczność zwalczania tych rakiet. Na podstawie przeprowadzonej analizy różnych wariantów ugrupowania można stwierdzić, że nie ma potrzeby dokonywania zmian przyjętych struktur organizacyjnych w celu zwiększenia skuteczności ognia środków OPL, jak również tworzenia specjalnych ugrupowań pod kątem zwalczania tylko rakiet CRUISE. Przed ugrupowaniem środków OPL nie stawia się ścisłych wymagań co do maksymalnego wysunięcia strefy ognia poza rubież styczności wojsk w kierunku spodziewanego nalotu.

Uzasadnia się to tym, że wojska i obiekty w rejonie linii styczności w strefie taktycznej wojsk nie będą atakowane przez rakiety CRUISE po pierwsze ze względu na pas bezpieczeństwa, po drugie - że czas lotu rakiety liczy się w godzinach, a w tym czasie mogą zajść istotne zmiany na polu walki. Linia styczności wojsk może się przesunąć o kilka lub kilkanaście kilometrów. Nieuwzględnianie tego przez przeciwnika mogłoby doprowadzić do porażenia jego własnych wojsk.

Z tego wynika, że środki OPL rozmieszczone w tym rejonie będą miały możliwość niszczenia rakiet CRUISE na całej głębokości strefy rażenia, tak na kursach zbliżeniowych, jak i oddalających. Poza tym rubież wykonania zadania przestaje istnieć nawet w odniesieniu do środków OPL osłaniających obiekt, na który rakieta wykonuje uderzenie, ponieważ środki OPL będą osłaniać obiekt, prowadząc ogień do momentu jej upadku /a nie-jak w przypadku niszczenia samolotów-do rubieży wykonania zadania/.

Mając na uwadze taktykę działania rakiet samonaprowadzających się CRUISE, ich nalot na wybranych /dogodnych/ kierunkach, omijanie środków OPL osłaniających zgrupowanie wojsk i obiektów, celowe jest stosowanie zasady koncentracji wysiłku obrony przeciwlotniczej na wybranym kierunku. Jednym ze sposobów realizacji powyższej zasady jest tworzenie rubieży ognia przeciwlotniczego na kierunkach spodziewanych nalotów /w rodzaju doraźnych przeciwlotniczych oddziałów zaporowych - DPOZ,lub zgrupowań przeciwlotniczych/. Ogień ten powinien zapewniać równoległą bezpośrednią osłonę obiektów przed atakami lotnictwa nieprzyjaciela.

Tylko w wyjątkowych wypadkach, kiedy istnieje duże prawdopodobieństwo wykonania nalotu rakiet CRUISE w pasie nie bronionym przez nasze wojska i nie osłanianym przez wojska OPL, należałoby organizować działania w charakterze "zasadzek przeciwlotniczych". Tworzenie ich będzie niewątpliwie powodowało pewne osłabienie osłony wojsk i obiektów przed atakami lotnictwa nieprzyjaciela.

Ogień środków wchodzących w skład DPOZ powinien być wzmocniony przez tworzenie na szczeblach operacyjnych zgrupowań przeciwlotniczych. Zgrupowania te w kontekście sposobu wykonywania nalotu rakiet przeciwnika miałyby charakter "zasadzek" przeciwlotniczych. W ich skład mogą wchodzić oddziały i pododdziały OPL wyposażone w środki ogniowe małego zasięgu /KUB, OSA/, posiadające własne stacje radiolokacyjne, co ułatwi w poważnym stopniu wykrywanie tych rakiet i zapewnienie

środkom OPL wchodzącym w skład zgrupowania przeciwlotniczego aktualnej informacji radiolokacyjnej. Skład zgrupowania powinien być mieszany i zmienny w zależności od potrzeb w zakresie zwalczania i możliwości wojsk OPL.

Zgrupowanie przeciwlotnicze o mieszanym składzie /oddziały rakiet i artyleria plot/ zapewni tworzenie wielowarstwowego ognia i umożliwi uzupełnianie się możliwościami w zakresie wykrywania i zwalczania rakiet CRUISE, a tym samym zwalczanie ich niezależnie od pory dnia i warunków atmosferycznych. Powyższe rozważania ilustruje załącznik 20.

Zgrupowanie przeciwlotnicze należy rozmieszczać przede wszystkim na tych kierunkach nalotu, które przechodzą przez nie bronione /często ze względu na teren/ styki między armiami, a nawet dywizjami i sprzyjają wykorzystaniu nalotów. Zawsze jednak należy pamiętać, że tworzenie DPOZ i zgrupowań przeciwlotniczych nie może pozbawić obiektów osłony przeciwlotniczej przed atakami lotnictwa nieprzyjaciela.

W najbliższych latach wydaje się również możliwe wykorzystanie specjalnie przystosowanych śmigłowców bojowych uzbrojonych w kierowane rakiety przeciwlotnicze, które można by w krótkim czasie przerzucać na zlokalizowane kierunki nalotu rakiet CRUISE. Śmigłowce te można by wykorzystywać jako manewrowe powietrzne DPOZ, których efektywność byłaby większa od naziemnych "zasadzek przeciwlotniczych" ze względu na większe odległości wykrywania i lepsze warunki prowadzenia ognia. Przerzut powietrznego DPOZ na wybraną rubież może nastąpić po określeniu realnego kierunku nalotu tych rakiet.

Oprócz ciągłego doskonalenia istniejących aktywnych środków walki, ich taktyki działania, prowadzone są badania nad innymi sposobami walki, a mianowicie:

1/ zdławienie pokładowych środków radioelektronicznych zakłóceniami aktywnymi. Będą one głównie oddziaływać na radiowysokościomierze, co doprowadza do zwiększenia wysokości lotu rakiet, a tym samym zwiększa się skuteczność oddziaływania środków OPL;

2/ zniekształcenie ogólnej mapy profilu terenu za pomocą specjalnych środków odbijających i aerozoli, co powoduje wzrost błędów w pracy układu inercyjnego;

3/ zniszczenie pokładowych urządzeń elektronicznych silnymi krótkotrwałymi impulsami laserowymi.

Jeżeli rakiety będą wyposażone w półaktywne i aktywne radiolokacyjne głowice samonaprowadzające wykorzystywane w końcowym odcinku toru lotu, to wskazane jest do walki z nimi wykorzystywać obiekty

pozorowane szczególnie do osłony samolotów na ziemi i okrętów, jak również pułapek, których parametry powinny odpowiadać parametrom obiektu. Na pułapkach ustawia się pasywne /odbijacze kątowe, soczewki Luneberga i inne/ lub aktywne urządzenia odbijania /systemy odbiorcze - przekaźnikowe/. W walce z cieplnymi głowicami samonaprowadzającymi stosuje się przedmioty nagrzane, ogniska itp.

Prawdopodobnie w rakietach CRUISE w końcowym odcinku toru lotu będą wykorzystywane optyczne systemy naprowadzania; wtedy do zakłócenia ich pracy należy wykorzystywać zasłony dymne.

Należy jednak obiektywnie stwierdzić, że najbardziej skutecznymi sposobami walki z rakietami CRUISE jest ich niszczenie w wyniku oddziaływania aktywnych środków OPL, OPK, MW i LM. Inne sposoby, mimo że mniej lub więcej chronią atakowany obiekt, nie zapobiegają jednak wybuchom ładunków jądrowych, a to łączy się z powstawaniem stref skażeń i niszczeniem innych obiektów. Przy obecnym nasyceniu pola walki trudno będzie znaleźć takie miejsca, w których wybuchy jądrowe nie powodowałyby żadnych strat bezpośrednio lub pośrednio.

Do aktywnych środków walki z rakietami CRUISE należą również ładunki /fugasy/ o dużej mocy z autonomicznymi czujnikami wybuchu. Takie ładunki ustawia się na najbardziej prawdopodobnych kierunkach lotu rakiet na małych wysokościach. Czujniki zapewniają wybuch ładunku w momencie przelotu nad nimi rakiety lecącej na bardzo małej wysokości.

W tym miejscu należy nadmienić, że część rakiet CRUISE mimo ich zniszczenia /trafienia/ przez aktywne środki walki będzie powodowała wybuchy ładunku jądrowego, lecz jest to problem złożony i wymaga oddzielnego opracowania.

3.4. Możliwości ogniowe środków OPL w niszczeniu rakiet samosterujących CRUISE

Podstawowymi wskaźnikami możliwości ogniowych środków OPL wojsk lądowych są:

1/ rozmiary strefy rażenia danego środka OPL;
2/ cykl strzelania;
3/ czas przejścia w gotowość do otwarcia ognia z różnych stopni gotowości bojowej;
4/ prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego określoną liczbą rakiet /amunicji/;

5/ liczba celów, które mogą być ostrzelane jednocześnie i w określonym czasie /w czasie trwania nalotu/ wydzieloną liczbą rakiet /amunicji/;

6/ wartość oczekiwana liczby zniszczonych celów w jednym cyklu strzelania i w określonym czasie.

Strefą rażenia danego środka OPL nazywamy przestrzeń, w której możliwe jest niszczenie celów powietrznych z prawdopodobieństwem nie mniejszym od założonego.

Tabela 6

Rozmiary stref rażenia środków OPL w przypadku niszczenia rakiet CRUISE

Typ sprzętu	Odległość do bliższej granicy strefy rażenia /D_b km/		Odległość do dalszej granicy strefy rażenia /D_d km/	
1	2		3	
	50 m	100 m	50 m	100 m
KRUG	9/H = 150/		11/H = 150/	
	6		56	
KUB	4/3,5	3,8/3,5	8,5/17	9,4/17
OSA	1,5/1,5	1,5/1,5	8,5/10	9/10
S-1	1,2/0,7	1,2/0,7	2,5/4,2	2,5/4,2
S-2	0,8/1,2	0,8/1,2	2,2/4,2	2,2/4,2
S-60	-	-	5	5
ZSU-23-4	-	-	2,5	2,5
ZU-23-2	-	-	2,5	2,5

Uwaga: W tabeli 6 liczniki oznaczają odległości do bliższej i dalszej granicy strefy rażenia w przypadku zwalczania rakiet CRUISE, mianowniki - minimalną i maksymalną odległość do bliższej i dalszej granicy strefy rażenia.

Z przedstawionych w tabeli 6 danych wynika, że głębokość strefy rażenia wszystkich środków rakietowych w przypadku zwalczania rakiet CRUISE poważnie maleje. Maleją również głębokości strefy startu, a tym samym czas przebywania celu w strefie startu /T_{ps}/. Zagadnienie to ilustruje załącznik 21.

Tabela 7

Czasy przebywania rakiety CRUISE w strefie poszczególnych środków ogniowych

Typ sprzętu	T_{ps} /s/
KUB	33
OSA	50
S-1	9
S-2	10
S-60	34
ZSU-23-4	17
ZU-23-2	17

Wielkości podane w tabeli 7 wyliczono według wzoru:

$$T_{ps} = t_{rd} - t_{rb} + \frac{d_1 - d_2}{V_c}$$

gdzie: t_{rd} - czas lotu rakiety /pocisku/ do dalszej granicy strefy rażenia;

t_{rb} - czas lotu rakiety /pocisku/ do bliższej granicy strefy rażenia;

d_1 - pozioma odległość do dalszej granicy strefy rażenia;

d_2 - pozioma odległość do bliższej granicy strefy rażenia.

Na możliwości ostrzelania kolejnych rakiet CRUISE w nalocie /często zmasowanym/ istotny wpływ będzie wywierał cykl strzelania poszczególnych środków OPL. Jest on sumą czasu zużytego na strzelanie do jednego celu i czasu przeniesienia ognia do kolejnego celu; można go wyrazić następującym wzorem:

$$T_c = T_{strz} + T_{po}$$

$$T_{pc} = t_p + t_{pw} + t_{rd}$$

gdzie: t_p - czas przeniesienia wyrzutni /armaty/ na kierunek kolejnego celu;

t_{pw} - czas poszukiwania i wykrycia celu oraz przygotowania danych do strzelania;

t_d - czas lotu rakiety /pocisku/ do dalszej granicy strefy rażenia.

Cykl strzelania poszczególnych środków OPL wynosi:

- KRUG - 90 sek.;
- KUB, ZSU-23-4, S-60 - 60 sek.;
- S-1, S-2, ZU-23-2 - 30 sek.

Środki OPL mogę zniszczyć kolejne cele tylko wtedy, kiedy odstęp czasowy między nimi jest większy lub równy cyklowi strzelania. Jeżeli odstęp czasowy jest mniejszy od cyklu strzelania, to mogą być one ostrzeliwane z wykorzystaniem głębokości strefy rażenia, czyli z uwzględnieniem czasu przebywania celu w strefie startu /T_{ps}/. Wtedy sumaryczny czas odstępu czasowego między celami /T_{Δ} / i czasu przebywania celu w strefie startu powinien być większy od cyklu strzelania.

Tabela 8

Zestawienie czasów niezbędnych do ustalenia możliwości przeniesienia ognia do następnej rakiety CRUISE w nalocie

Typ środka OPL	T_{ps}	Odstęp czasowy między celami T_{Δ}	Sumaryczny czas $T_{ps}+T_{\Delta}$	Znak większy lub mniejszy	Cykl strzelania T_c	Czy środek OPL może przenieść ogień do kolejnego celu
KUB	33	15	48	<	60	nie
OSA	50	15	65	>	50	tak
S-1	9	15	24	<	30	nie
S-2	10	15	25	<	30	nie
S-60	34	15	49	<	60	nie
ZSU-23-4	17	15	32	<	60	nie
ZU-23-2	17	15	32	>	30	tak

Z analizy danych zawartych w tabeli 8 wynika, że bez wykorzystania głębokości strefy rażenia żaden ze środków OPL nie może zniszczyć następnej w locie rakiety CRUISE, lecz dopiero trzecią, a niektóre środki OPL /KUB, S-60, ZSU-23-4/ piątą. W razie

wykorzystania głębokości strefy ognia tylko dwa środki OPL mogę przenieść ogień do następnej rakiety CRUISE, pozostałe w dalszym ciągu nie mają takiej możliwości, ale zamiast piątej mogą już niszczyć trzecią.

Powyższe rozważania mają rację bytu tylko wtedy, kiedy środki rozpoznania przeciwnika powietrznego zapewnią środkom ogniowym niszczenie rakiet CRUISE na dalszej granicy strefy rażenia /lub w jej pobliżu/. W przeciwnym razie, gdy środki rozpoznania zabezpieczają niszczenie rakiet zaledwie na bliższej granicy strefy rażenia, nie może być mowy o wykorzystaniu głębokości strefy rażenia.

Mały czas przebywania rakiet CRUISE w strefach startu /ognia/ powoduje zmniejszenie prawdopodobieństwa rażenia ich przez artylerię plot na skutek krótkiego czasu ostrzeliwania. Środki rakietowe /z wyjątkiem zestawu OSA/ nie będą miały możliwości powtórnego ostrzelania rakiety CRUISE, która nie zostanie zniszczona pierwszą rakietą, nawet gdy odległości wykrywania zapewniają ich ostrzeliwania na dalszej granicy strefy rażenia. W celu zwiększenia prawdopodobieństwa rażenia można wyznaczać więcej niż jedną rakietę na powtórne ostrzeliwanie, jednak w kontekście powyższych wywodów należy to wykluczyć.

Z analizy przeprowadzonej w pkt. II.2.3. wynika, że wszystkie środki OPL powinny znajdować się w gotowości nr 1, w przeciwnym przypadku nie będą mogły ostrzelać tych rakiet.

Liczba ostrzeliwanych jednocześnie celów /w jednym cyklu strzelania/ jest ściśle uzależniona od liczby kalkulacyjnych jednostek ogniowych /KJO/ lub - inaczej - kanałów celowania. Jako jeden kanał celowania przyjmuje się:

- baterię KRUG;
- baterię KUB;
- pułk S-60;
- pluton /baterię/ ZSU-23-4;
- wóz bojowy OSA;
- pluton STRZAŁA-1;
- pluton /baterię/ ZU-23-2;
- drużynę strzelców przeciwlotników - 4 strzelców STRZAŁA-2M.

Liczbę celów powietrznych ostrzeliwanych przez środki OPL, wchodzące w skład dowolnego systemu, w czasie jednego cyklu strzelania można określić według następującego wzoru:

$$S_c = \sum_{i=1}^{k} N_{oi} \cdot K_{ui} \qquad 3.1.$$

gdzie: N_{oi} - liczba kalkulacyjna jednostek ogniowych i-tego typu;

K_{ui} - współczynnik udziału kalkulacyjnej jednostki ogniowej i-tego typu;

k - maksymalna ilość różnych typów środków OPL.

Liczbę celów ostrzeliwanych w czasie trwania nalotu można określić według wzoru:

$$S_{T_n} = \sum_{i=1}^{k} N_{oi} \cdot K_{ui} \cdot n_i \qquad 3.2.$$

gdzie: n_i - liczba oddziaływań jednej kalkulacyjnej jednostki ogniowej i-tego typu;

$n_i = \min /n_{1_i}, n_{2_i}/$

$n_{1_i} = \frac{N_i}{C_i}$; $n_{2_i} = \frac{T_n}{T_{ci}}$

N_i - liczba rakiet /amunicji/ w kalkulacyjnej jednostce ogniowej i-tego typu, które można zużyć w czasie odpierania nalotu;

C_i - liczba rakiet /amunicji/ przeznaczona do zniszczenia jednego celu w kalkulacyjnej jednostce ogniowej i-tego typu;

T_n - czas trwania nalotu;

T_{ci} - cykl strzelania środka ogniowego i-tego typu.

Porównując liczbę celów biorących udział w nalocie z liczbą celów, które mogą być ostrzelane w czasie jego odpierania, można ocenić na jaką część atakujących samolotów będą oddziaływać naziemne środki OPL i jakie są możliwości ześrodkowania ognia do celów najważniejszych. Należy jednak pamiętać, że stosując ten wskaźnik możliwości ogniowych środków OPL, nie uwzględnia się skuteczności działania ogniowego. Aby dowódca /szef OPL/ określonego szczebla, organizując system obrony przeciwlotniczej, mógł otrzymać bardziej dokładny obraz możliwości ogniowych rozpatrywanego zgrupowania, należy oprócz poprzedniego

wskaźnika określić wskaźnik skuteczności ogniowej wyrażony przez wartość oczekiwaną liczby zestrzelonych samolotów. Wskaźnik ten można określić według wzoru:

a/ dla cyklu strzelania

$$M_c = \sum_{i=1}^{k} N_{oi} \cdot K_{ui} \; P_i K_{ti} \cdot K_{zi} \cdot K_{di} \qquad 3.3.$$

b/ dla czasu trwania nalotu

$$M_{t_n} = \sum_{i=1}^{k} N_{oi} \cdot K_{ui} \cdot n_i \; P_i \; K_{ti} \cdot K_{zi} \cdot K_{di} \qquad 3.4.$$

gdzie: P_i - prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego jedną rakietą /lub określoną liczbą rakiet - amunicji/ i-tym środkiem OPL;

K_{ti} - współczynnik niezawodności technicznej środka OPL i-tego typu;

K_{zi} - współczynnik wpływu zakłóceń radioelektronicznych przeciwnika na i-ty środek OPL;

K_d - współczynnik dowodzenia i-tym środkiem OPL.

Z kolei sama wartość oczekiwana liczby zniszczonych samolotów nie przedstawia pełnego obrazu możliwości ogniowych środków OPL, ponieważ ważne jest również, jaka liczba ostrzeliwanych samolotów daje wartość oczekiwaną. Często czynniki oddziaływania psychicznego na pilotów przeciwnika /sam fakt ostrzeliwania samolotów/ mogą poważnie wpłynąć na wykonanie przez nich zadań bojowych.

Powyższe rozważania co do liczby ostrzeliwanych samolotów i wartości oczekiwanej liczby zniszczonych odnoszą się do niszczenia samolotów-nosicieli tych rakiet. W przypadku niszczenia samych rakiet liczy się tylko wartość oczekiwana liczby zniszczonych rakiet /ŚNP - bezpilotowe/ i czynnik psychiczny nie występuje.

Zgodnie z poglądami specjalistów wojskowych USA naloty będą wykonywane na określonych kierunkach /dogodnych do wykonywania nalotu na bardzo małych wysokościach/, a nie w pasie całego frontu równomiernie. Z tego względu rozpatrywanie możliwości ogniowych środków OPL frontu czy też armii mijałoby się z celem.

W zależności od przewidywanego pasa działania rakiet CRUISE należy określać możliwości tych środków OPL, które będą w tym pasie rozmieszczone, oraz znajdujących się poza pasem, ale mogących zwalczać ra-

kiety na tym kierunku nalotu. Korzystając z podanych wzorów 2.7, 2.8., można określić możliwości ogniowe środków OPL dowolnego szczebla dowodzenia lub określonego zgrupowania bojowego.

Jako przykład możliwości ogniowych określono wartość przeciętną i procent zniszczenia rakiet CRUISE przez środki OPL DZ, DPanc i armii. Wielkości te przedstawiono w tabeli 9,10,11.

Tabela 9

Wartość przeciętna i procent zniszczonych rakiet CRUISE przez środki OPL DZ

Wysokość lotu /m/	Pora doby			
	w dzień		w nocy	
	100% środków	50% środków	100% środków	50% środków
50	3,96 / 79,2	2,76 / 55,2	2,13 / 42,6	1,38 / 27,6
100	4,47 / 89,4	3,35 / 67,6	2,13 / 42,6	1,38 / 27,6

Uwaga: Liczba rakiet CRUISE na DZ - 5,
licznik - liczba zniszczonych rakiet,
mianownik - % zniszczonych rakiet.

Tabela 10

Wartość przeciętna i procent zniszczonych rakiet CRUISE przez środki OPL DPanc

Wysokość lotu /m/	Pora doby			
	w dzień		w nocy	
	100% środków	50% środków	100% środków	50% środków
50	3,94 / 78,8	2,80 / 56	3,18 / 63,6	1,96 / 39,2
100	4,37 / 87,4	3,41 / 68,2	3,78 / 75,6	2,5 / 50

Uwaga: Liczba rakiet CRUISE na DPanc - 5.

Tabela 11

Wartość przeciętna i procent zniszczonych rakiet CRUISE przez środki OPL armii

Wysokość lotu /m/	Pora doby			
	w dzień		w nocy	
	100% środków	50% środków	100% środków	50% środków
50	13,83 / 69,2	9,72 / 48,6	8,93 / 44,6	5,64 / 28,2
100	15,5 / 77,5	11,87 / 59,3	9,76 / 48,8	6,39 / 31,9

Uwaga: Liczba rakiet CRUISE na armię - 20.

WNIOSKI OGÓLNE /PODSUMOWANIE/

1. Rozmieszczenie w Europie Zachodniej, zgodnie z decyzją NATO, 464 rakiet samonaprowadzających się CRUISE stwarza poważne zagrożenie dla wojsk i obiektów rozmieszczonych w strefie operacyjnej oraz na obszarze całego kraju. Perspektywiczny rozwój produkcji, ich ciągła modernizacja, możliwości zmasowanego użycia jeszcze bardziej zwiększają stopień zagrożenia, chociażby i dlatego, że trzeba będzie wykorzystać do walki z nimi znaczną ilość sił i środków OPL, a tymczasem wzrośnie możliwość pokonania obrony plot przez lotnictwo przeciwnika.

2. Minimalna średnia wysokość lotu rakiet CRUISE nad obszarem naszego kraju może wynosić dla kierunku nalotu:
- północno-zachodniego-około 50 m;
- zachodniego - około 100 m, a przy wykorzystaniu przełęczy, kotlin około 50 m;
- południowo-zachodniego - około 100 m.

3. Specjaliści amerykańscy przyjmują trzy warianty lotu rakiety do celu:
- na bardzo małych wysokościach;
- według profilu "mała-duża - bardzo mała wysokość";
- według profilu "duża - bardzo mała wysokość".

4. Odległość startu rakiet z nosiciela od granicy państwowej będzie się zawierać w przedziale 370-300 km, czyli z zasady nosiciel nie będzie wchodził w zasięg ognia środków OPL naszych wojsk, chociaż przewiduje się przypadki, kiedy nosiciel może wchodzić w głąb naszego terytorium, pokonując obronę powietrzną.

5. Wojska i obiekty znajdujące się w strefie taktycznej z zasady nie będą atakowane przez rakiety CRUISE, chociaż całkowicie takiego przypadku wykluczyć nie można.

6. Rozpoznaniu radiolokacyjnemu na bardzo małych wysokościach będzie towarzyszył szereg ujemnych zjawisk wpływających poważnie na zmniejszenie zasięgu wykrywania. Dobrze wyszkolone obsługi bojowe mają jednak możliwość stosowania szeregu przedsięwzięć eliminujących niektóre ujemne zjawiska i korzystnie wpływających na zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnych.

7. Istniejący obecnie podsystem rozpoznania wojsk OPL posiada możliwości wykrywania rakiet CRUISE, lecz nie zabezpiecza wykrywania i śledzenia tych rakiet na odległościach niezbędnych dla scentralizowanego kierowania ogniem środków OPL na szczeblu oddziału i ZT.

8. Podsystem rozpoznania przeciwnika powietrznego wojsk OPL należy organizować kompleksowo, uwzględniając wszystkie środki radiolokacyjne, przyrządy telewizyjno-optyczne, przyrządy optyczne, radiopelengatory i wykrywanie wzrokowe. Najlepsze możliwości wykrywania i rozpoznania rakiet CRUISE mają stacje radiolokacyjne o charakterystykach promieniowania cygarowych /PRW-9B, PRW-16, BOGOTA-M, SNR, WAZA/.

9. Po rozwinięciu frontowych i armijnych RPW należy metodą graficzno-matematyczną określić kształt ich pola radiolokacyjnego /uwzględniającego rzeźbę terenu/. Na bazie otrzymanego pola należy rozmieścić RSWP dywizyjne, RSWP paplot, prplot, BRplot i inne środki rozpoznania w taki sposób, aby zabezpieczały ciągłość pola na bardzo małych wysokościach oraz jego maksymalne wysunięcie na najbardziej spodziewanych kierunkach nalotu.

10. W celu likwidacji opóźnień oraz zwiększenia skuteczności rozpoznania radiolokacyjnego należy automatyzować przekazywanie informacji o wykrytych celach powietrznych.

11. W celu zwiększenia efektywności rozpoznania radiolokacyjnego należy wprowadzać do uzbrojenia nowe RLS o zwiększonej odporności na zakłócenia oraz specjalnie przystosowane do wykrywania celów bardzo nisko lecących.

12. Należy opracowywać plan dyżurów bojowych z takim wyliczeniem, aby w okresie zagrożenia użyciem rakiet CRUISE nieprzerwanie do 50% środków ogniowych było w gotowości nr 1.

13. Należy ściśle przestrzegać zasad kompatybilności między poszczególnymi urządzeniami radiotechnicznymi wykrywania i śledzenia celu, aby wyeliminować zakłócenia.

14. Należy przestrzegać obowiązku dokładnego nastrajania aparatury przeciwzakłóceniowej szczególnie układów TES.

15. Należy wprowadzać do uzbrojenia i wykorzystywać śmigłowce wyposażone w stacje radiolokacyjne, dyżurujące na określonej wysokości i spodziewanych kierunkach w najbardziej prawdopodobnych okresach wykonania nalotu przez przeciwnika.

16. Z przeprowadzonej analizy możliwości wynika, że z punktu widzenia parametrów taktyczno-technicznych sprzętu bojowego wszystkie środki ogniowe wojsk OPL - poza zestawem KRUG - w rozpatrywanym przedziale wysokości /50-100 m/ mogą zwalczać rakiety samonaprowadzające się CRUISE. Skoro nie wyklucza się lotu rakiet powyżej rozpatrywanego przedziału, to zestaw KRUG również będzie mógł zwalczać te rakiety. Najbardziej celowe wydaje się jednak wykorzystanie tego zestawu do zwalczania innych ŚNP często nie mniej groźnych, lecących na odpowiednich dla tego zestawu wysokościach.

17. Skuteczność ognia środków OPL przy zwalczaniu rakiet CRUISE będzie mniejsza niż w przypadku zwalczania samolotów. Główny wpływ będzie mieć na to:

- słabe promieniowanie cieplne i małe wymiary tych rakiet;
- lot rakiety na wysokości dolnych granic stref rażenia wszystkich zestawów rakietowych, co jest jednoznaczne ze zmniejszeniem prawdopodobieństwa rażenia;
- mała skuteczna powierzchnia odbicia /0,1-0,3 m^2/;
- zdecentralizowany sposób kierowania ogniem pododdziałów OPL;
- powstawanie martwych stref ognia wewnątrz ugrupowania;
- brak oddziaływania czynnika psychicznego itd.

18. W celu zwiększenia możliwości niszczenia rakiet CRUISE przez obecnie posiadane w uzbrojeniu wojsk OPL środki ogniowe należy prowadzić ich ciągłą modernizację i wprowadzać do uzbrojenia nowe środki ogniowe, bardziej przystosowane do zwalczania tego typu celów.

19. Podstawowym sposobem kierowania ogniem oddziałów i pododdziałów OPL jest decentralizacja do szczebla pododdziału ogniowego, a często nawet do pojedynczego środka ogniowego. Nie zapewni to maksymalnego wykorzystania możliwości ogniowych środków OPL, dlatego też należy wprowadzać zautomatyzowane systemy kierowania ogniem środków OPL. Wydaje się, że do tego celu najbardziej odpowiednimi będą:
- na szczeblu operacyjnym - urządzenie DUNAJEC /wykorzystywane obecnie w wojskach OPK/;
- na szczeblu taktycznym - zautomatyzowany wóz dowodzenia ŁOWCZA przeznaczony dla szefów OPL pz /pcz/ i dowódców pododdziałów ogniowych.

20. W celu zwiększenia możliwości wykrywania i zwalczania celów, zapewnienia tworzenia wielowarstwowego ognia środków OPL, należy tworzyć mieszane ugrupowania bojowe oddziałów i pododdziałów rakiet i artylerii plot tak na szczeblach taktycznych, jak i operacyjnych.

21. Z taktyki działania przeciwnika wynika, że celowe jest stosowanie zasady koncentracji wysiłku obrony przeciwlotniczej na wybranym kierunku. Jednym ze sposobów realizacji powyższej zasady jest tworzenie DPOZ - na szczeblach taktycznych, i zgrupowań przeciwlotniczych - na szczeblach operacyjnych. DPOZ i zgrupowania przeciwlotnicze miałyby raczej charakter zasadzek przeciwlotniczych. Zawsze jednak należy pamiętać, że tworzenie DPOZ i zgrupowań przeciwlotniczych nie może pozbawić obiektów osłony przeciwlotniczej przed atakami lotnictwa nieprzyjaciela.

22. Należy opracowywać sposoby niszczenia rakiet nie tylko w locie, ale ich powietrznych i morskich nosicieli, a także naziemnych stanowisk startowych w miejscach ich dyslokacji /bazowania/.

23. Oprócz ciągłego doskonalenia istniejących środków ogniowych w zakresie zwalczania rakiet CRUISE należy opracowywać inne sposoby walki z tymi rakietami, a mianowicie:
- zdławienie pokładowych środków radioelektronicznych zakłóceniami aktywnymi;
- zniekształcenie ogólnej mapy profilu terenu za pomocą specjalnych środków odbijających;
- zniszczenie pokładowych urządzeń elektronicznych silnymi krótkotrwałymi impulsami laserowymi;
- zasłony dymne /zakłócanie optycznych systemów naprowadzania/;
- ładunki o dużej mocy z automatycznymi czujnikami wybuchu ustawiane na najbardziej prawdopodobnych kierunkach lotu rakiet CRUISE;
- stosowanie obiektów pozorowanych;
- stosowanie pułapek.

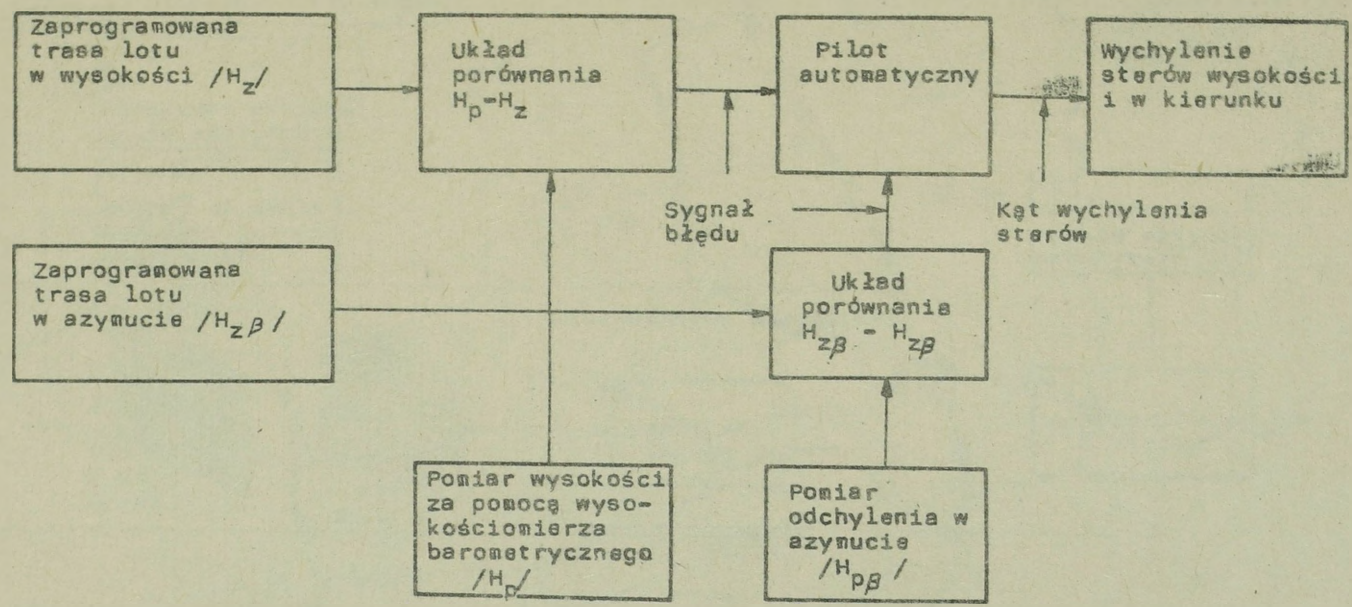
WYKAZ LITERATURY

1. Banach J : Pułk rakiet przeciwlotniczych małego zasięgu w walce. Podręcznik ASG WP. Warszawa 1975.
2. Dane o środkach napadu powietrznego przeciwnika. Szefostwo WOPL SOW, Wrocław 1980.
3. Grzeszek E.: Problemy wykrywania i śledzenia obiektów /celów/ powietrznych na małych wysokościach przez wojska radiotechniczne w warunkach PRL. Rozprawa doktorska.
4. Kirsanow W.: Kryłatyje rakiety wozdusznogo bazirowanija /w/ Zarubieżnoje Wojennoje Obozrienie 10/1979.
5. Latuchin A.N.: Bojewyje uprawlajenyje rakiety. Moskwa 1978.
6. Loveridge D.: Pociski Cruise i ich implikacje dla obrony zachodnioeuropejskiej/w/ Sygnały nr 5/28/ 1975.
7. Mirowski T.: Metodyka oceny możliwości ogniowych i efektywności systemów /środków/ obrony przeciwlotniczej wojsk operacyjnych. ASG, Warszawa 1980.
8. Materiały do szkolenia operacyjno-taktycznego /problematyka wojsk OPL/. MON, Warszawa 1976.
9. Możliwości bojowe środków obrony przeciwlotniczej. ASG, Warszawa 1978.
10. Metodyka oceny możliwości bojowych systemu OPL na szczeblach taktycznych i operacyjnych. Szefostwo WOPL SOW, Wrocław 1977.
11. Materiały ze szkolenia zbiorowego kierowniczej kadry wojsk obrony przeciwlotniczej kraju. DWOPK, Warszawa 1978.
12. Materiały ze szkolenia zbiorowego kierowniczej kadry wojsk obrony powietrznej kraju. DWOPK, Warszawa 1979.
13. Możliwości zwalczania pocisków Cruise /w/ Sygnały nr 2/49/ 1980.
14. Narriott J.: Pociski Cruise /w/ Sygnały nr 4/27/ 1978.
15. Nowe konstrukcje lotnicze /tłumaczenia/ /w/ Zeszyt 1/I PWL, Warszawa 1977.
16. Objaśnienia do zasad strzelania zestawów rakietowych KUB. MON, Warszawa, 1976.
17. Pociski samonaprowadzające - przedmiot rozmów z SALT II. Międzynarodowy Instytut Badań Pokoju /w/ Sygnały nr 7/30/ 1978.
18. Raport o możliwościach wojsk OPL zwalczania rakiet balistycznych Pershing II oraz rakiet skrzydlatych Cruise. MON, Warszawa 1980.
19. Wytyczne w zakresie zwalczania rakiet skrzydlatych przeciwnika siłami i środkami OP Państw UW. DWOPK, Warszawa 1979.

20. Wytyczne do zwalczania rakiet skrzydlatych Cruise przez siły i środki wojsk obrony przeciwlotniczej /projekt/. Szefostwo WOPL MON, Warszawa 1980.
21. Wykorzystanie oddziałów i pododdziałów radiotechnicznych wojsk OPL w walce. Podręcznik, MON, Warszawa 1975.
22. Zwalczanie celów powietrznych na małych wysokościach. MON, Warszawa 1970.
23. Zasady obrony przeciwlotniczej wojsk. Podręcznik MON, Warszawa 1977.
24. Zwalczanie rakiet Pershing II i Cruise przez środki OPL. Szefostwo WOPL SOW, Wrocław 1980.
25. Zbiór informacji o niektórych środkach napadu powietrznego. Szefostwo WOPL SOW, Wrocław 1980.

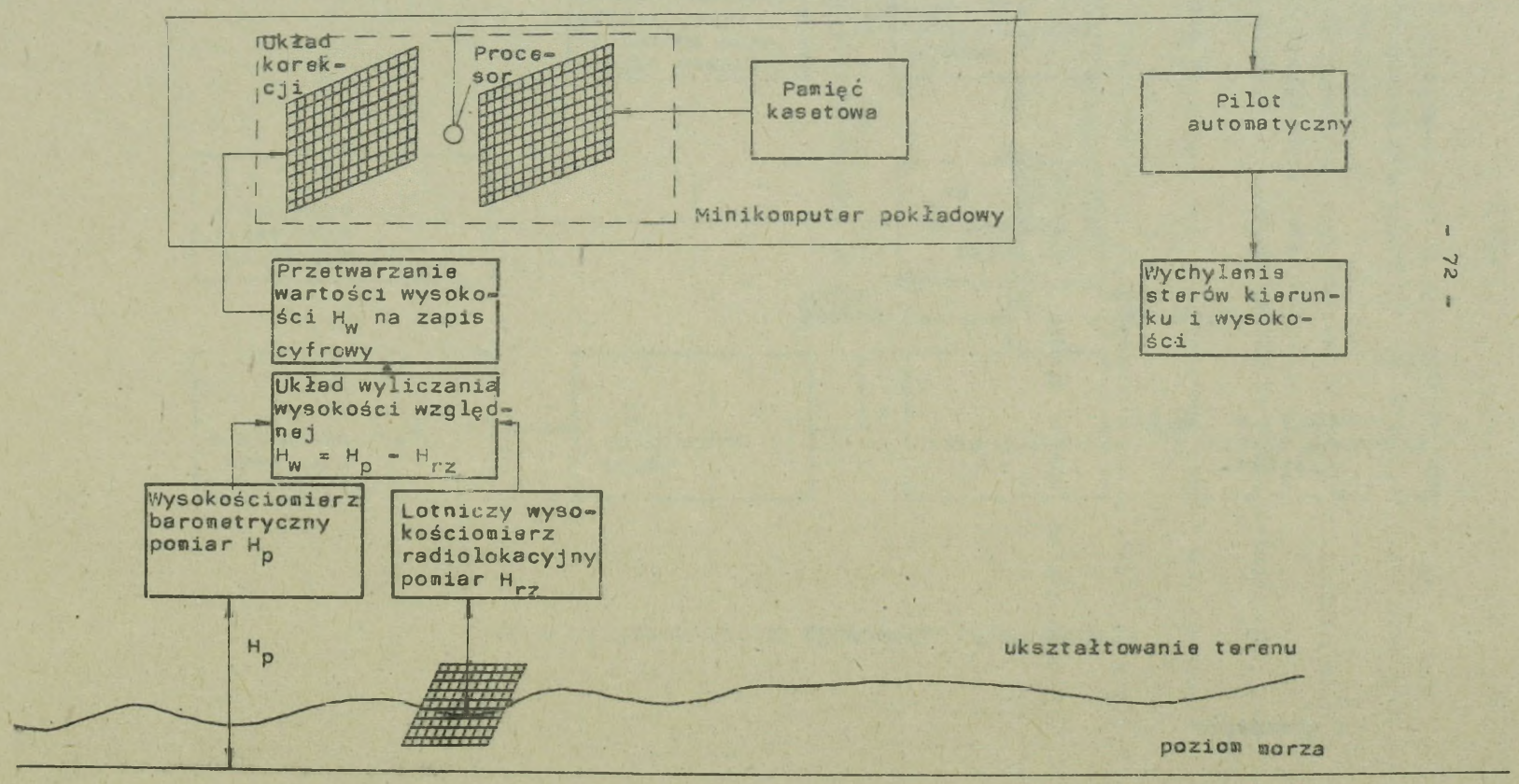
Wydrukowano w 25 egz.
Egz.nr 1-25 Bibl.Nauk.OZS
Wyk. płk Rutecki
Druk. OH, dnia 29.10.81r.
Druk. ASG WP nr Pf-453/Pf-1804/WW

BEZWŁADNOŚCIOWY UKŁAD STEROWANIA LOTEM RAKIETY

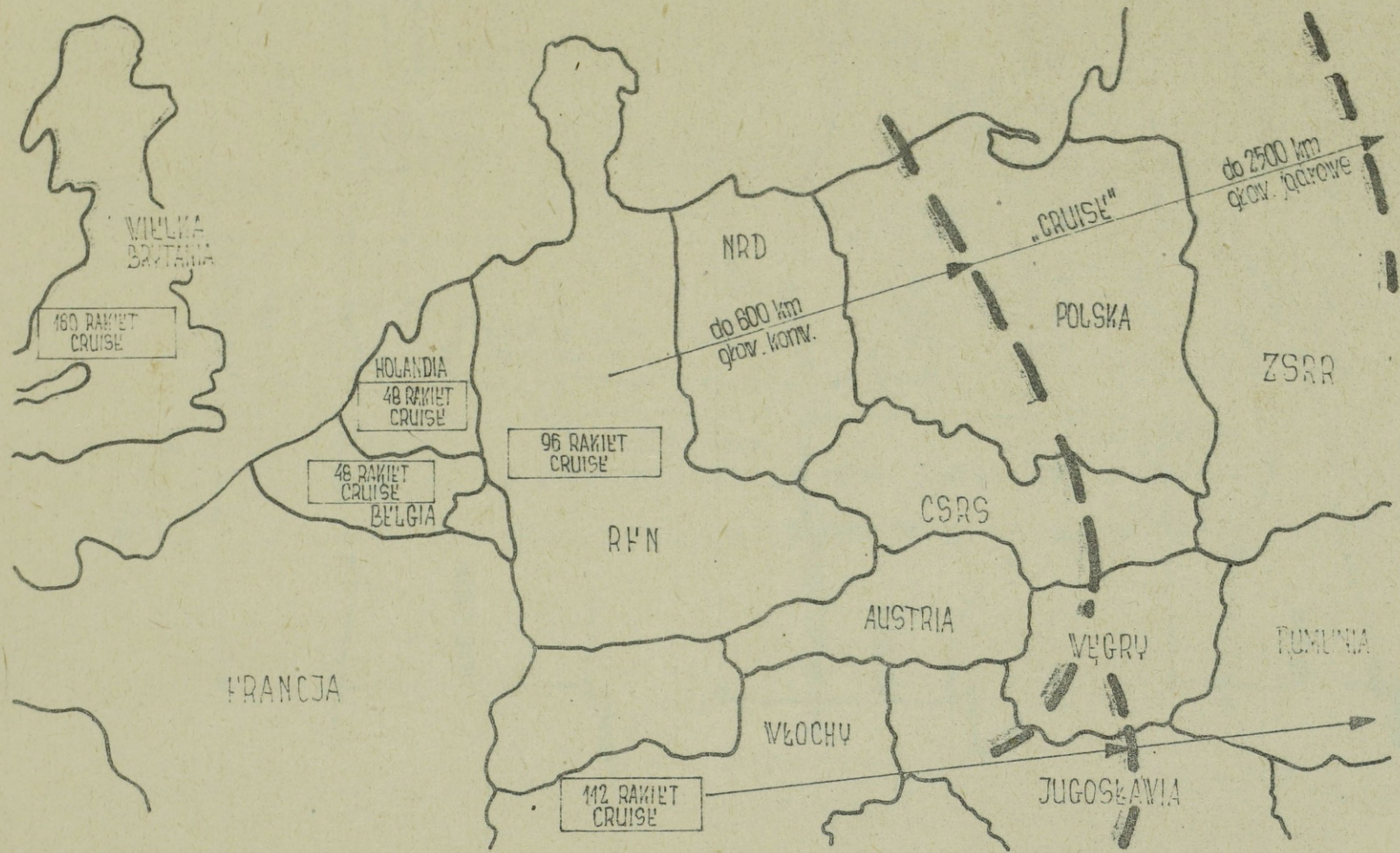


Załącznik 2

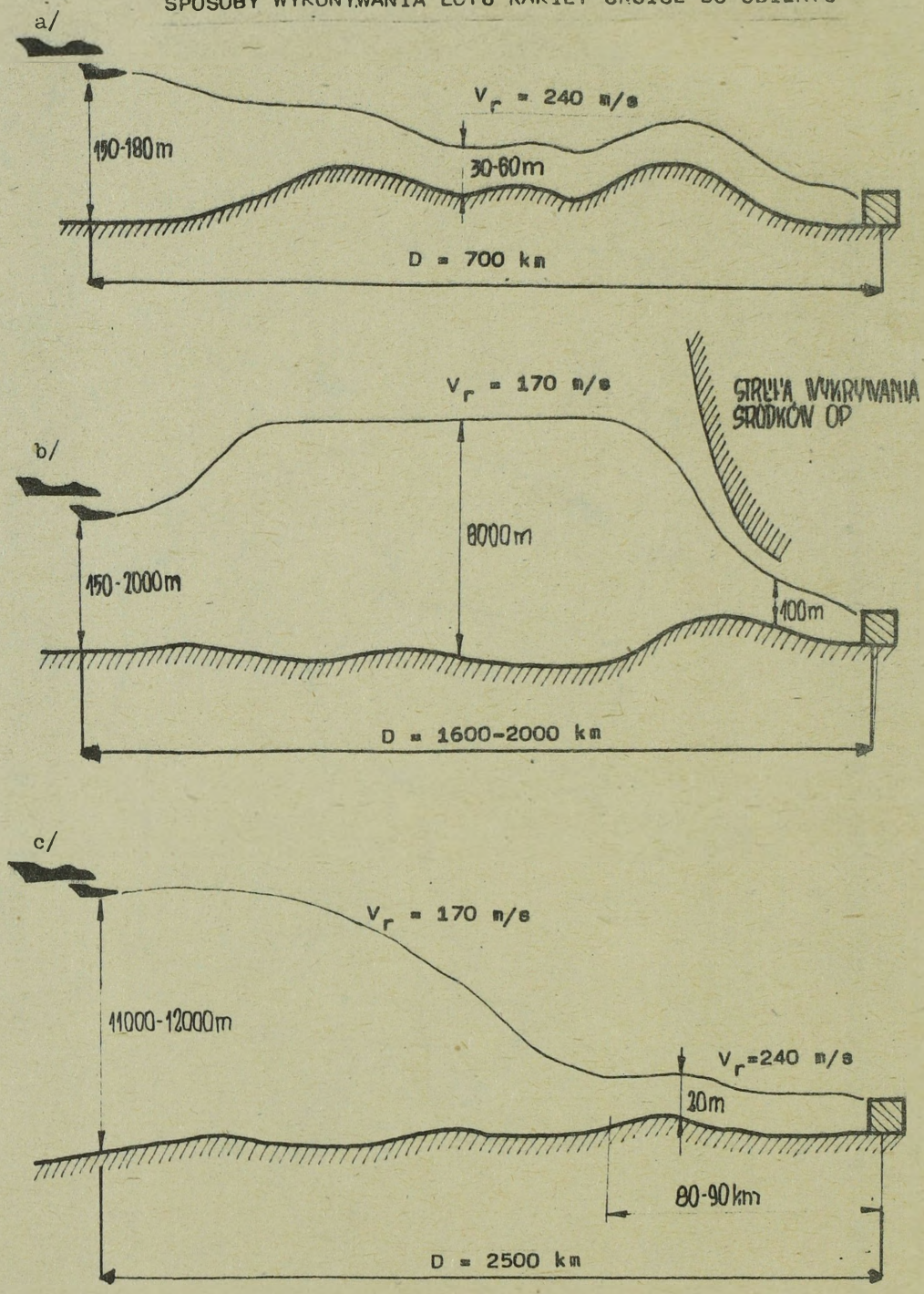
ZASADA PRACY SYSTEMU STEROWANIA I KOREKCJI TERCOM



PLANOWE ROZMIESZCZENIE NOWEJ GENERACJI RAKIET AMERYKAŃSKICH NA KONTYNENCIE EUROPEJSKIM

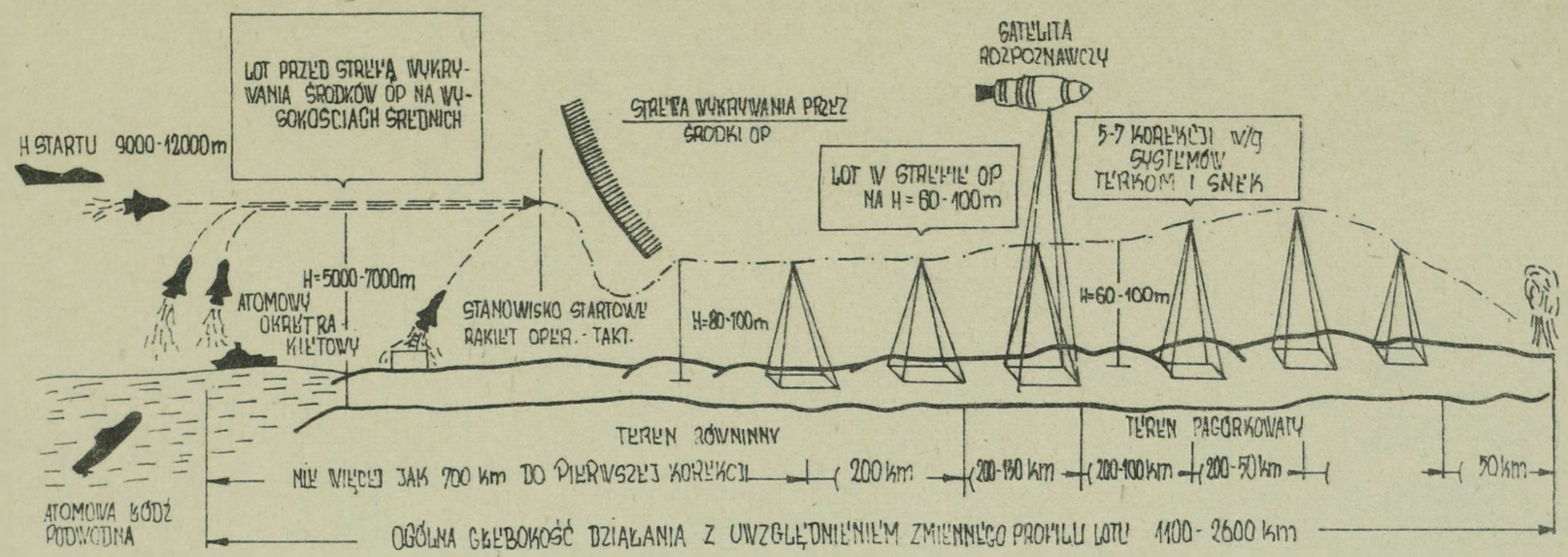


SPOSOBY WYKONYWANIA LOTU RAKIET CRUISE DO OBIEKTU



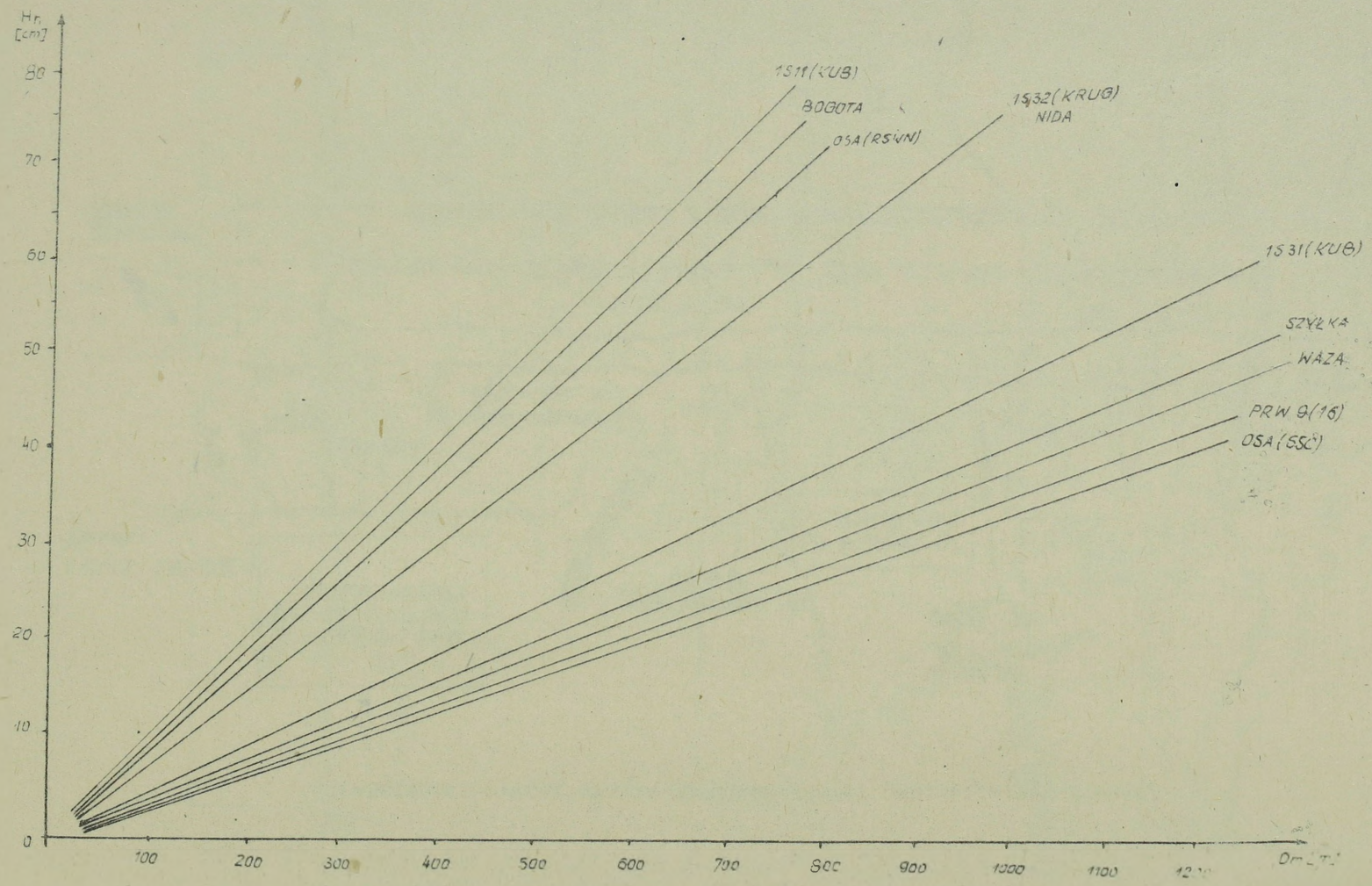
Załącznik 5

WŁAŚCIWOŚCI WYKORZYSTANIA BOJOWEGO RAKIET CRUISE /widok z boku/



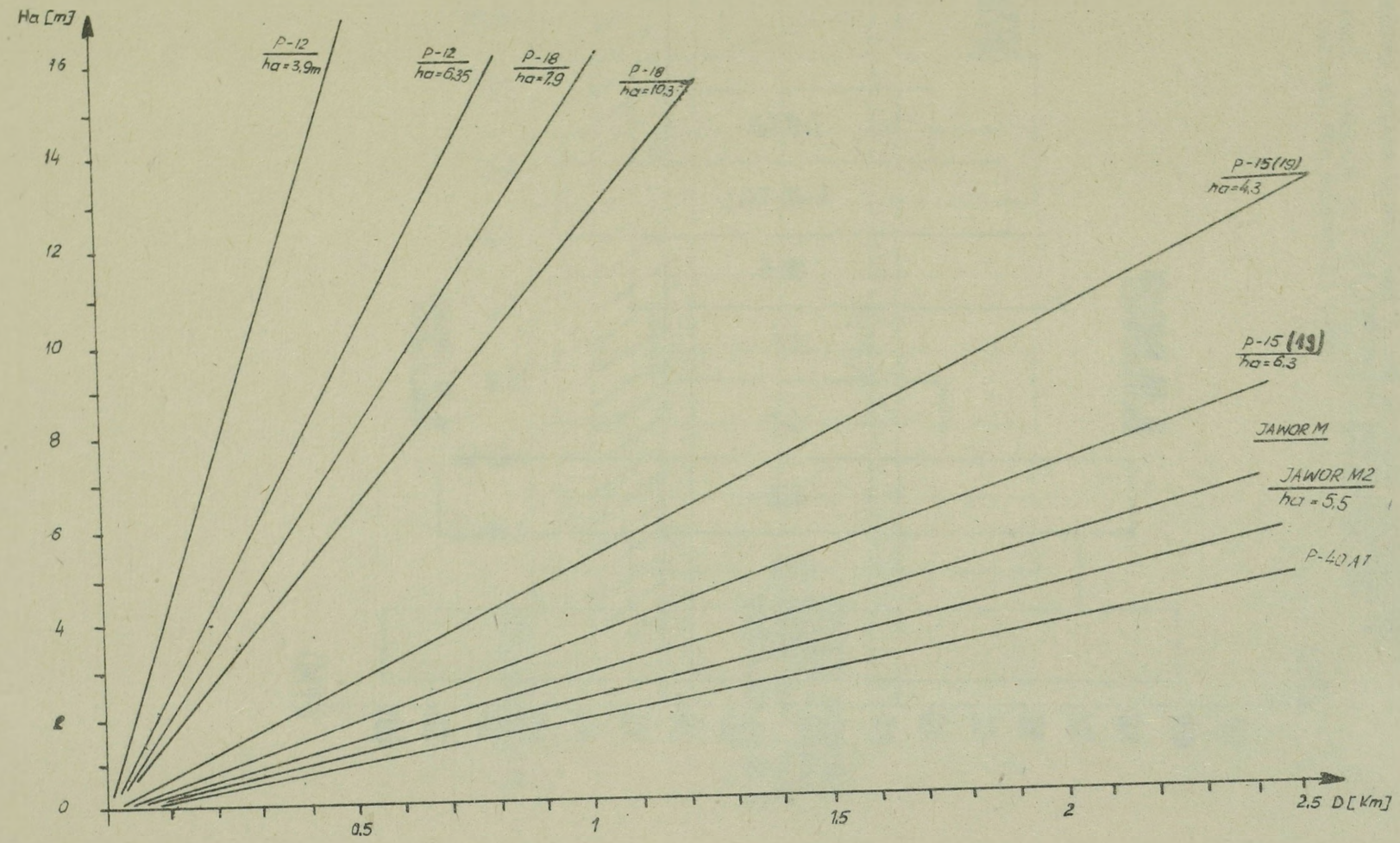
Załącznik 6

DOPUSZCZALNE NIERÓWNOŚCI TERENU W ZALEŻNOŚCI OD ODLEGŁOŚCI DLA RLS ZAKRESU CENTYMETROWEGO BĘDĄCYCH W UZBROJENIU WOPL



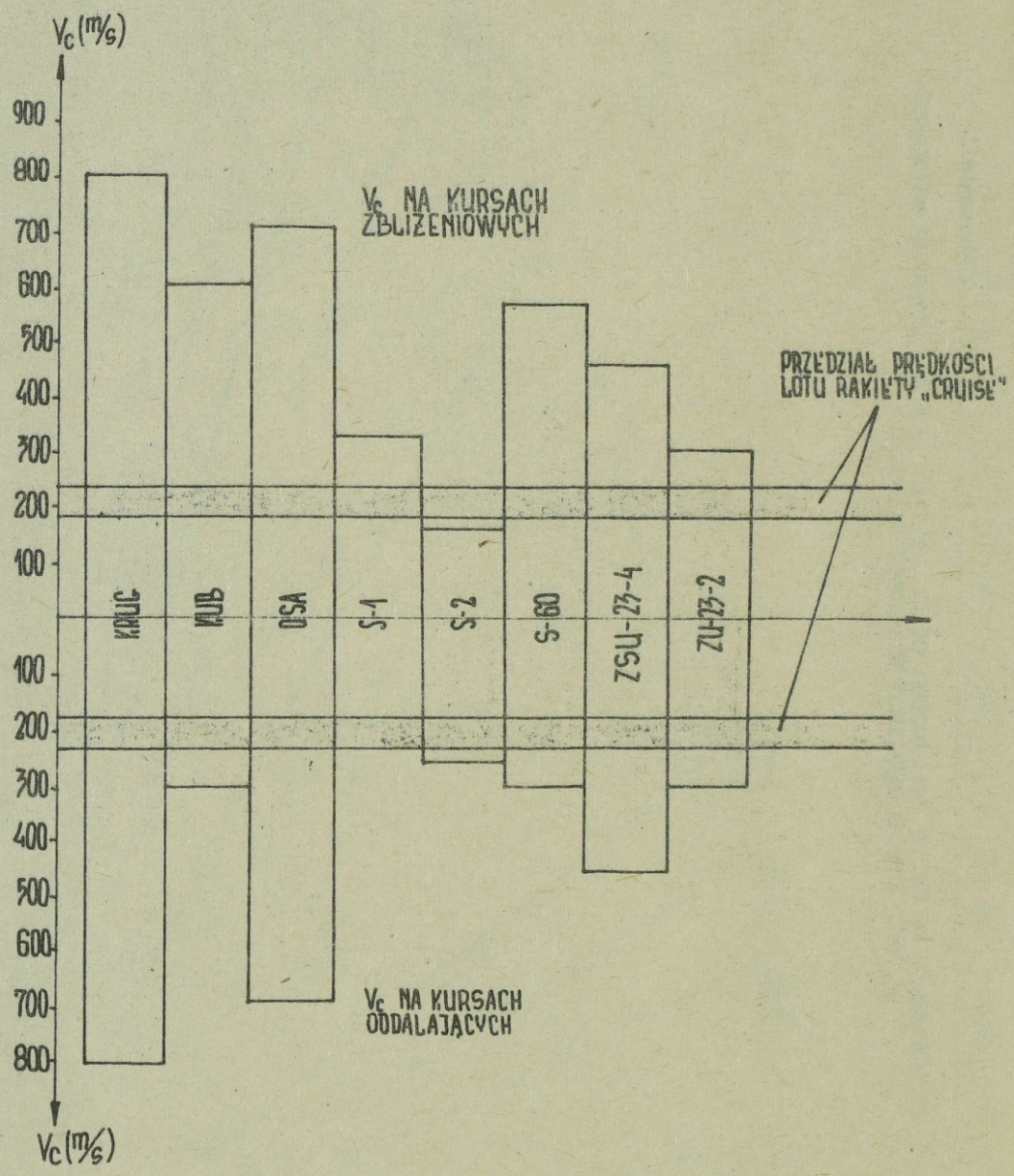
Załącznik 7

DOPUSZCZALNE NIERÓWNOŚCI TERENU W ZALEŻNOŚCI OD ODLEGŁOŚCI DLA RLS ZAKRESU METROWEGO I DECYMETROWEGO BĘDĄCYCH W UZBROJENIU WOPL



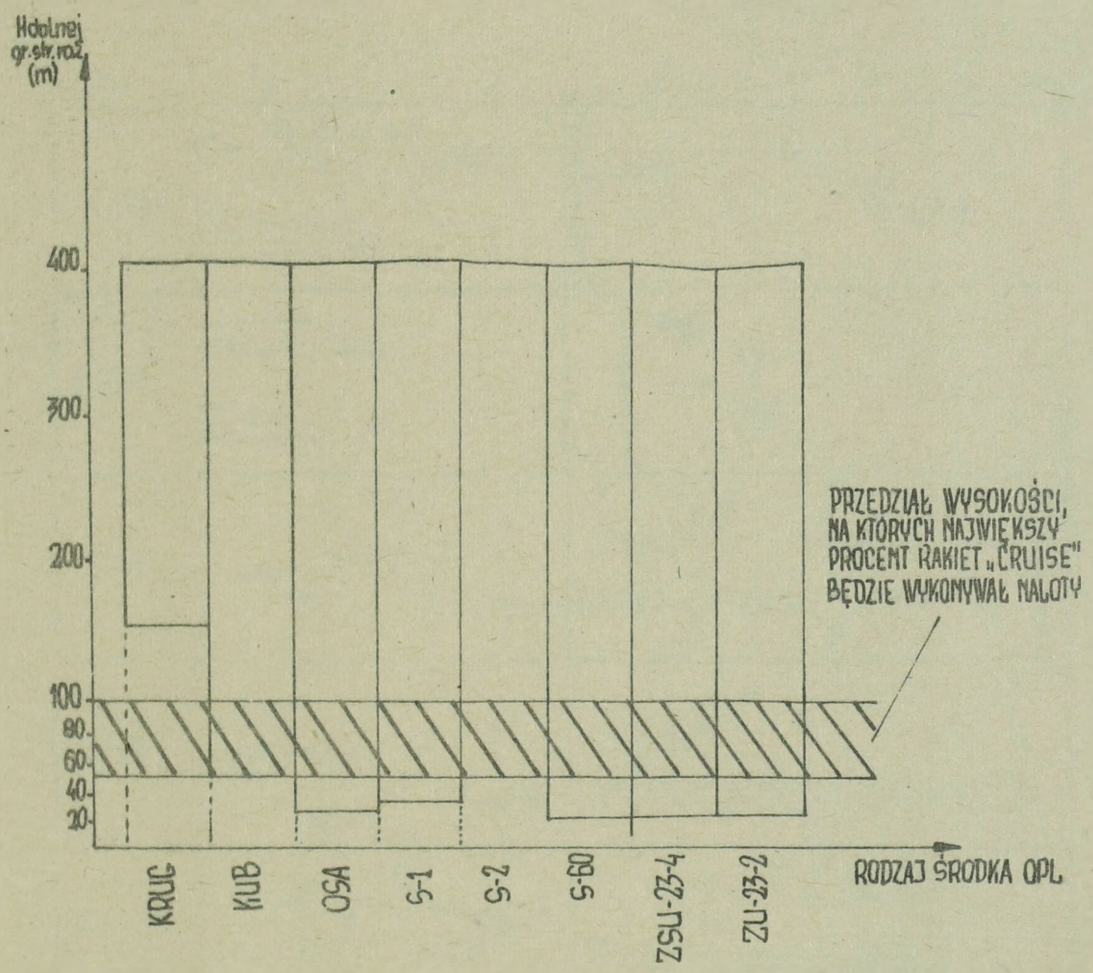
Załącznik 8

MOŻLIWOŚCI ŚRODKÓW OPL W ZWALCZANIU RAKIET CRUISE W PRZEDZIALE ICH PRĘDKOŚCI LOTU



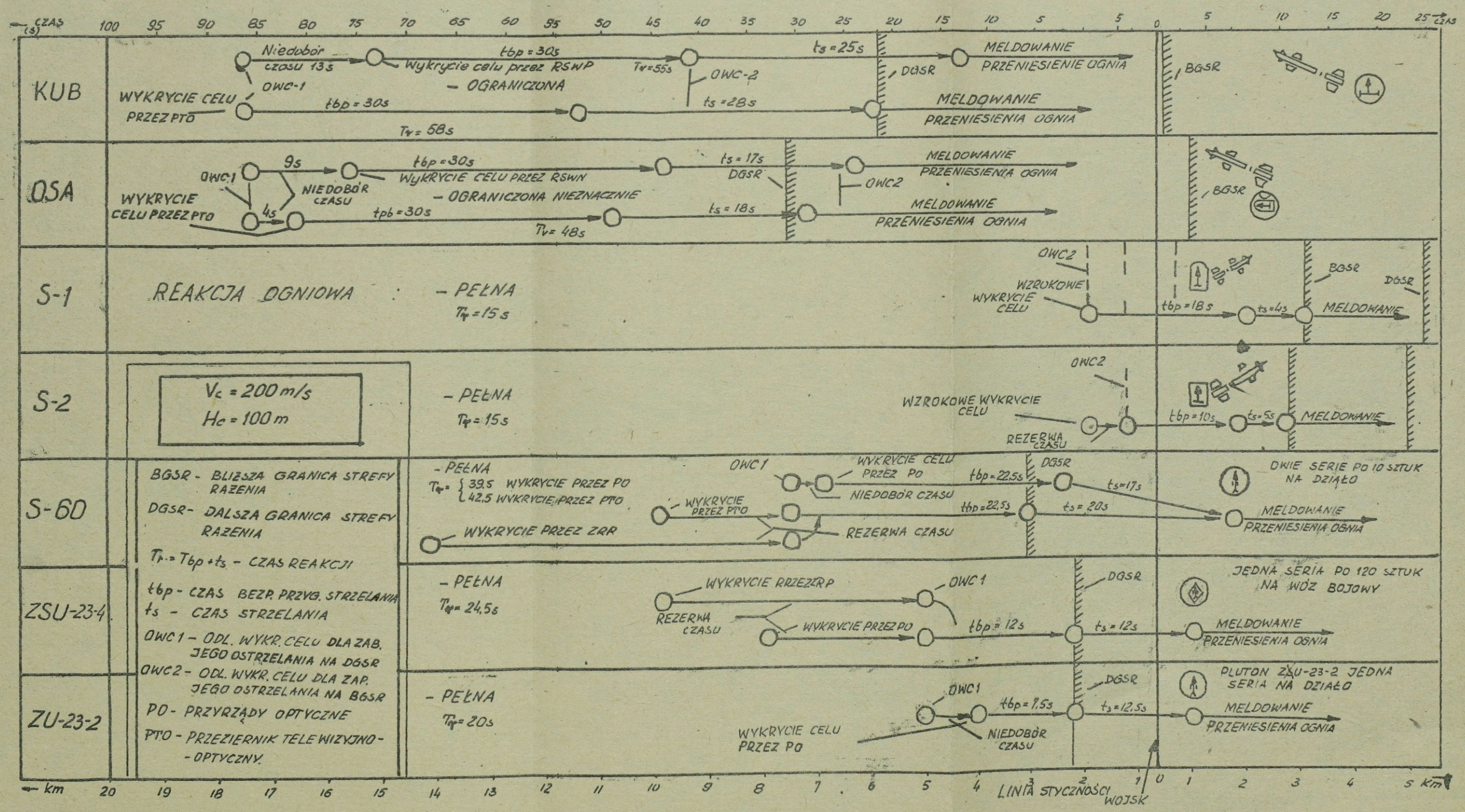
Załącznik 9

MOŻLIWOŚCI ŚRODKÓW OPL W ZWALCZANIU RAKIET CRUISE
W PRZEDZIALE ICH WYSOKOŚCI LOTU



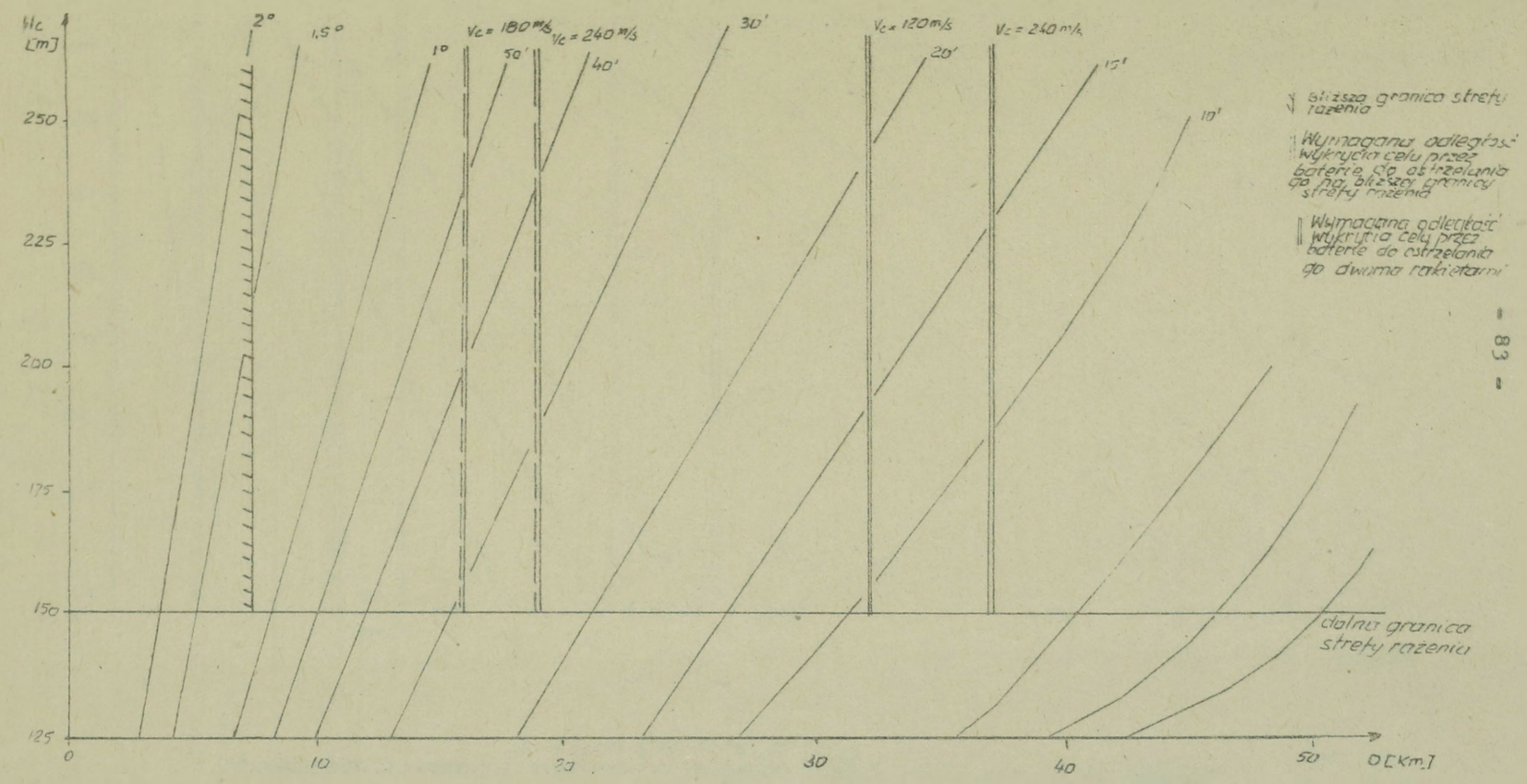
MODEL SIECIOWY

MOŻLIWOŚCI ZWALCZANIA RAKIET SKRZYDLATYCH CRUISE PRZEZ ŚRODKI OGNIOWE WOJSK OPL
- /Wariant - cel: rakieta skrzydlata CRUISE/

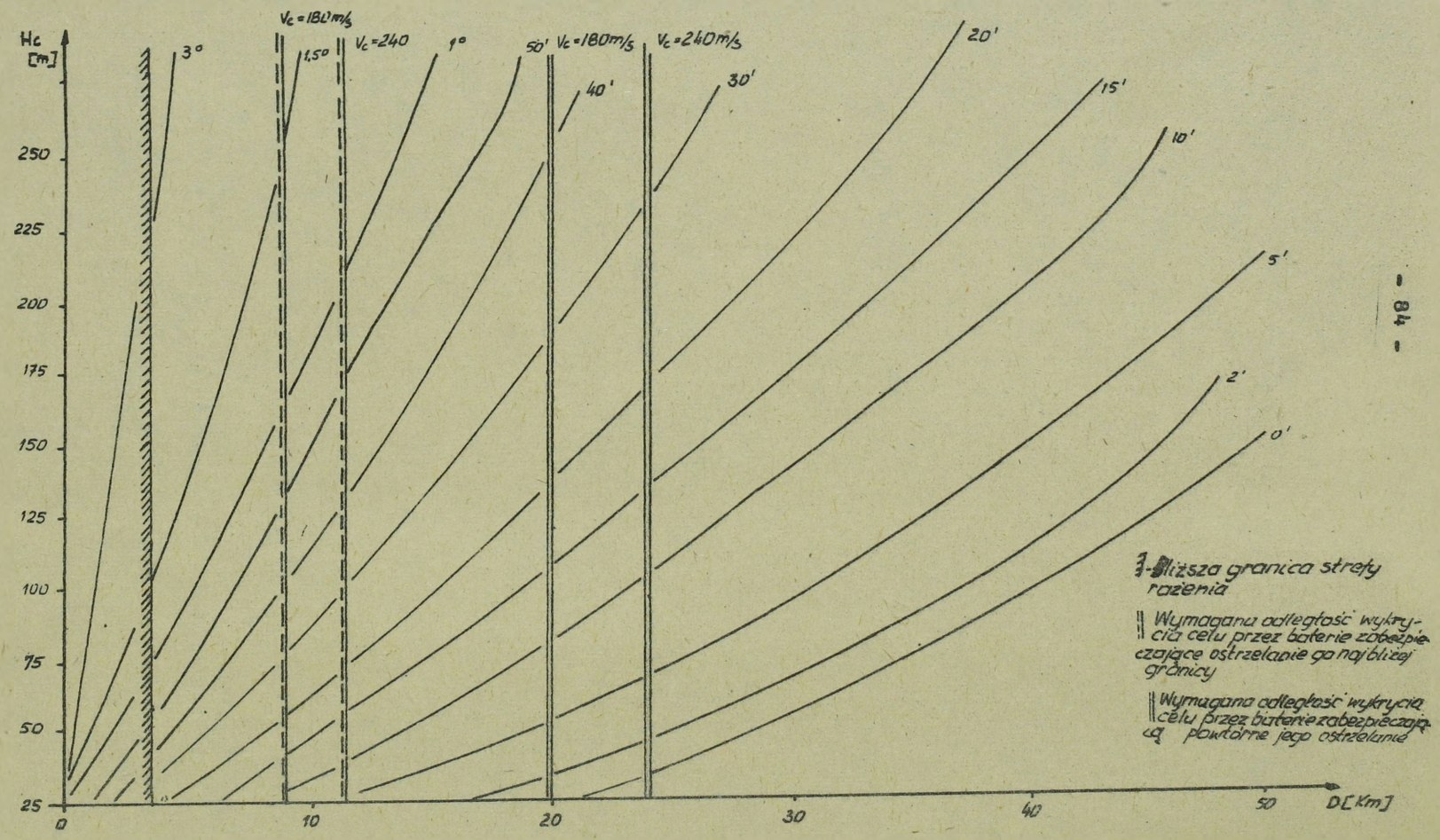


Załącznik 11

GRANICZNE ODLEGŁOŚCI STRZELANIA ZESTAWEM RAKIET PLOT "KRUG" W ZALEŻNOŚCI OD KĄTÓW ZAKRYCIA POZYCJI

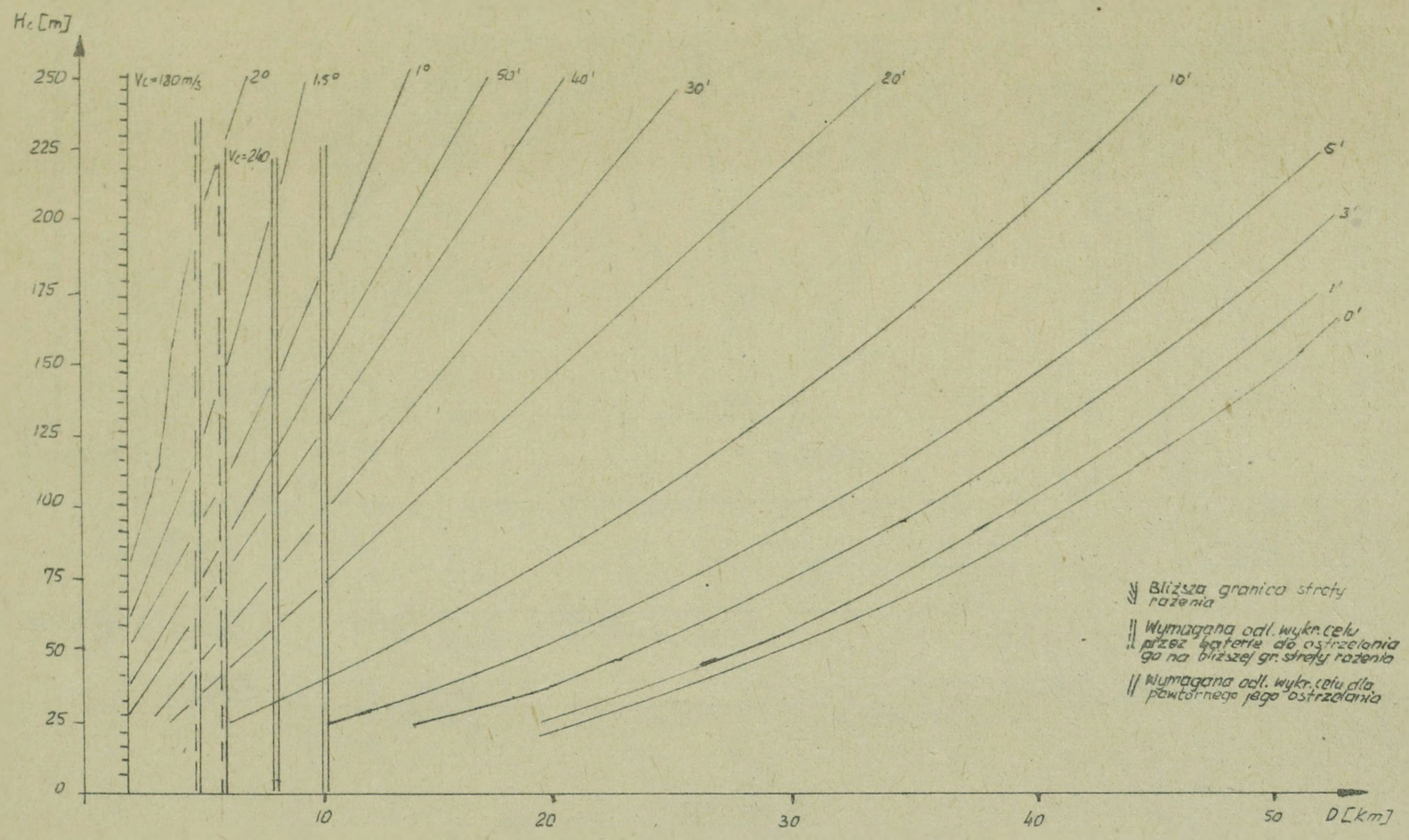


GRANICZNE ODLEGŁOŚCI STRZELANIA ZESTAWEM RAKIET PLOT "KUB" W ZALEŻNOŚCI OD KĄTÓW ZAKRYCIA POZYCJI

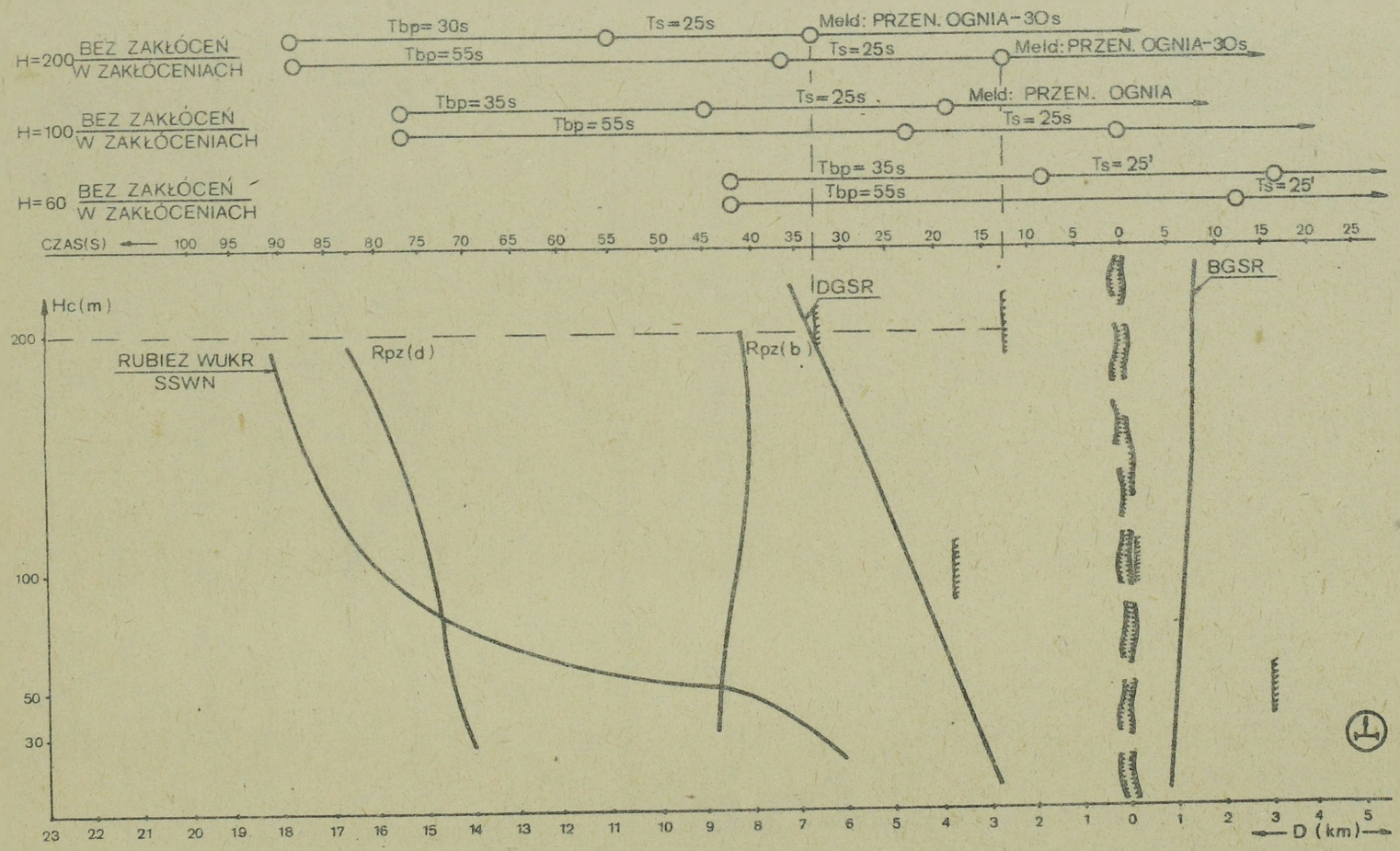


Załącznik 13

GRANICZNE ODLEGŁOŚCI STRZELANIA ZESTAWEM RAKIET OSA-AK PLOT W ZALEŻNOŚCI OD KĄTÓW ZAKRYCIA POZYCJI

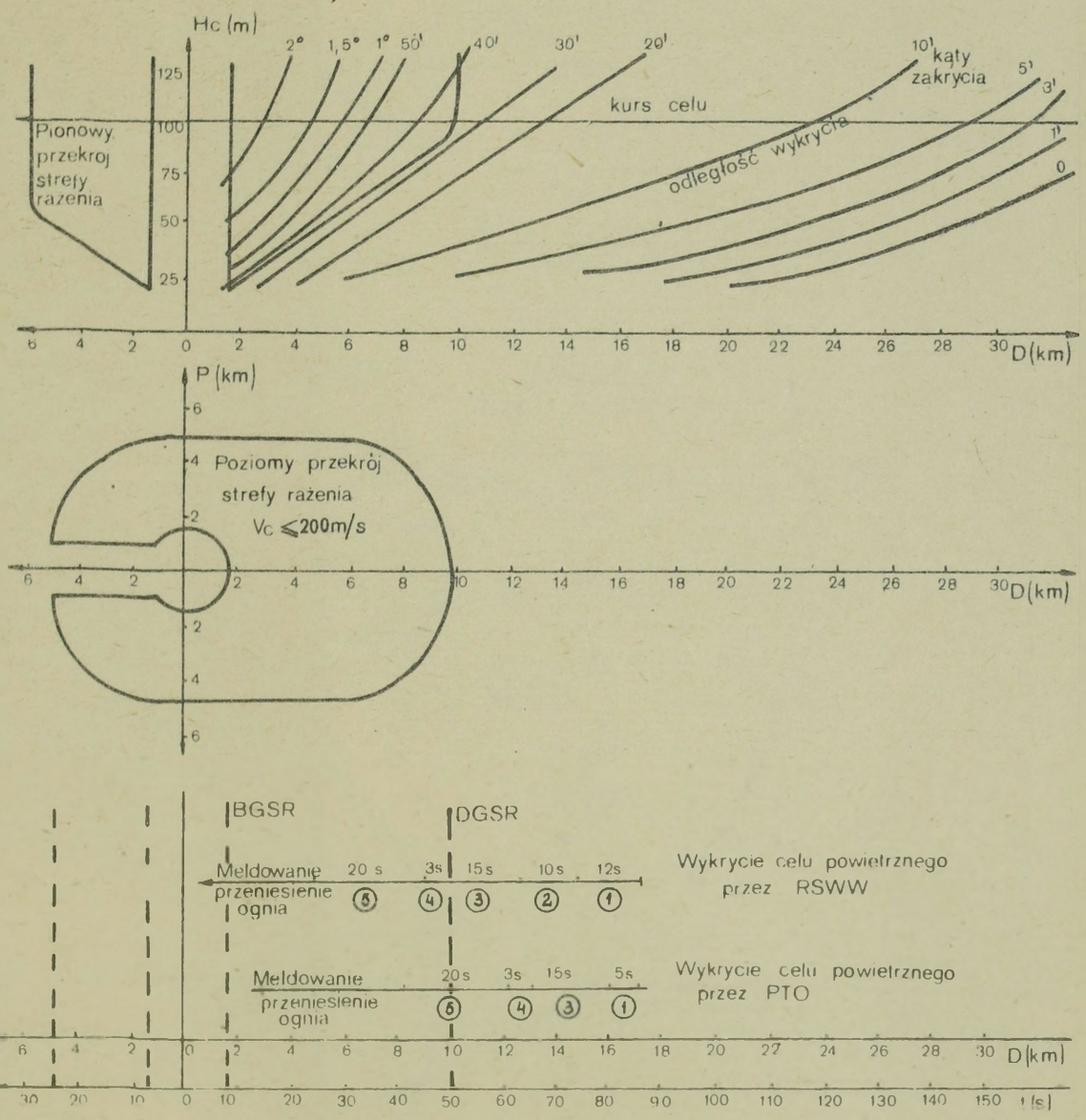


MOŻLIWOŚCI ZESTAWU 2K12M1-3 "KUB" W ZWALCZANIU RAKIET CRUISE



Załącznik zawiera pogląd Szefostwa WOPL SOW

MOŻLIWOŚCI WYKRYWANIA I ZWALCZANIA RAKIET CRUISE PRZEZ ZESTAW RAKIET PRZECIWLOTNICZYCH "OSA-AK"



LEGENDA:

1 - wykrycie i rozpoznanie celu przez RSWP lub PTO

2 - włączenie układów przeciwzakłóceniowych RSWW

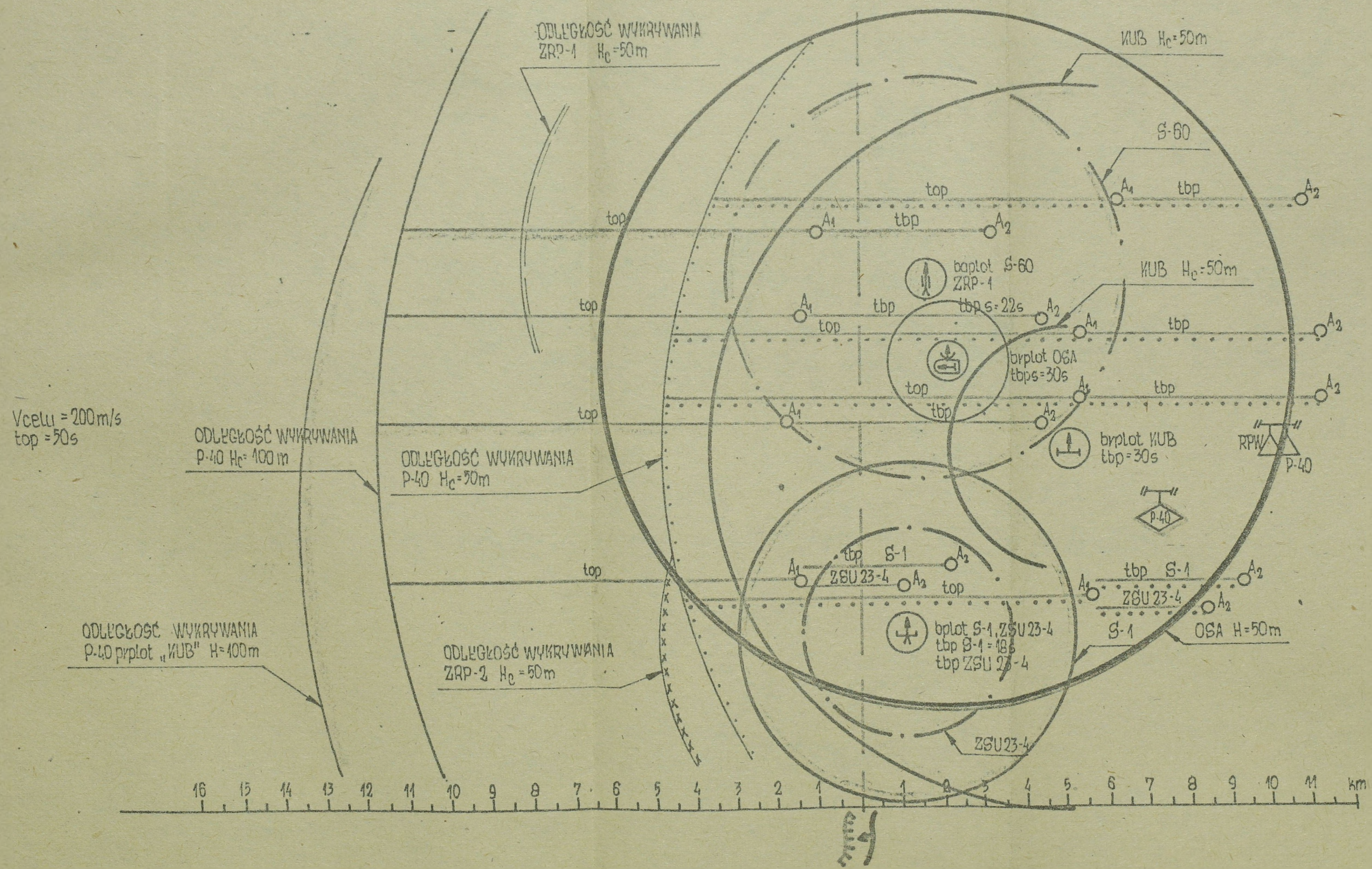
3 - wyłączenie układów przeciwzakłóceniowych SSC, przechwyt celu na AS, przygotowanie rakiety

4 - wypracowanie danych przez przelicznik

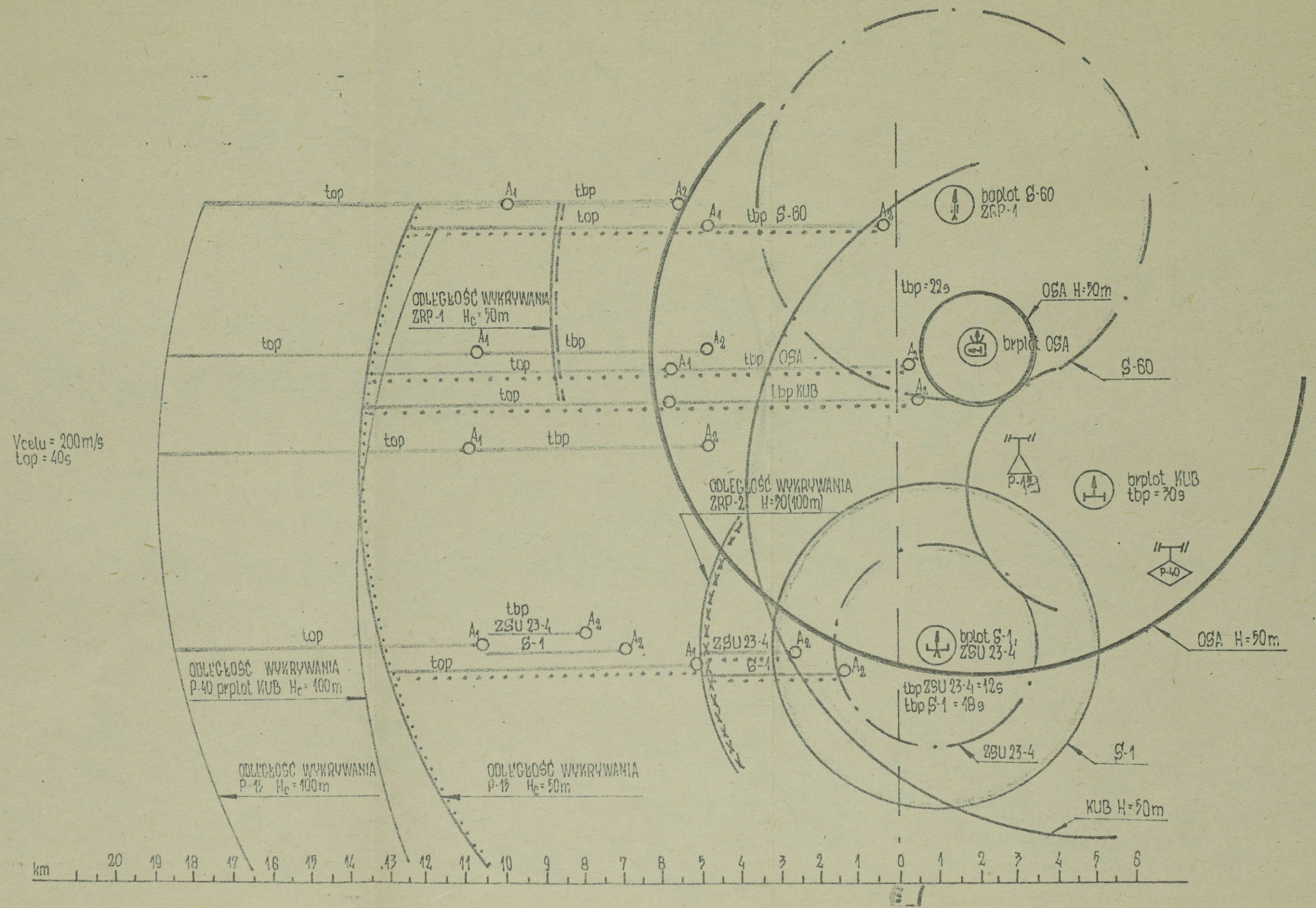
5 - dokonanie startu rakiety i dolot rakiety na Dd

Załącznik odzwierciedla poglądy Szefostwa WOPL POW.

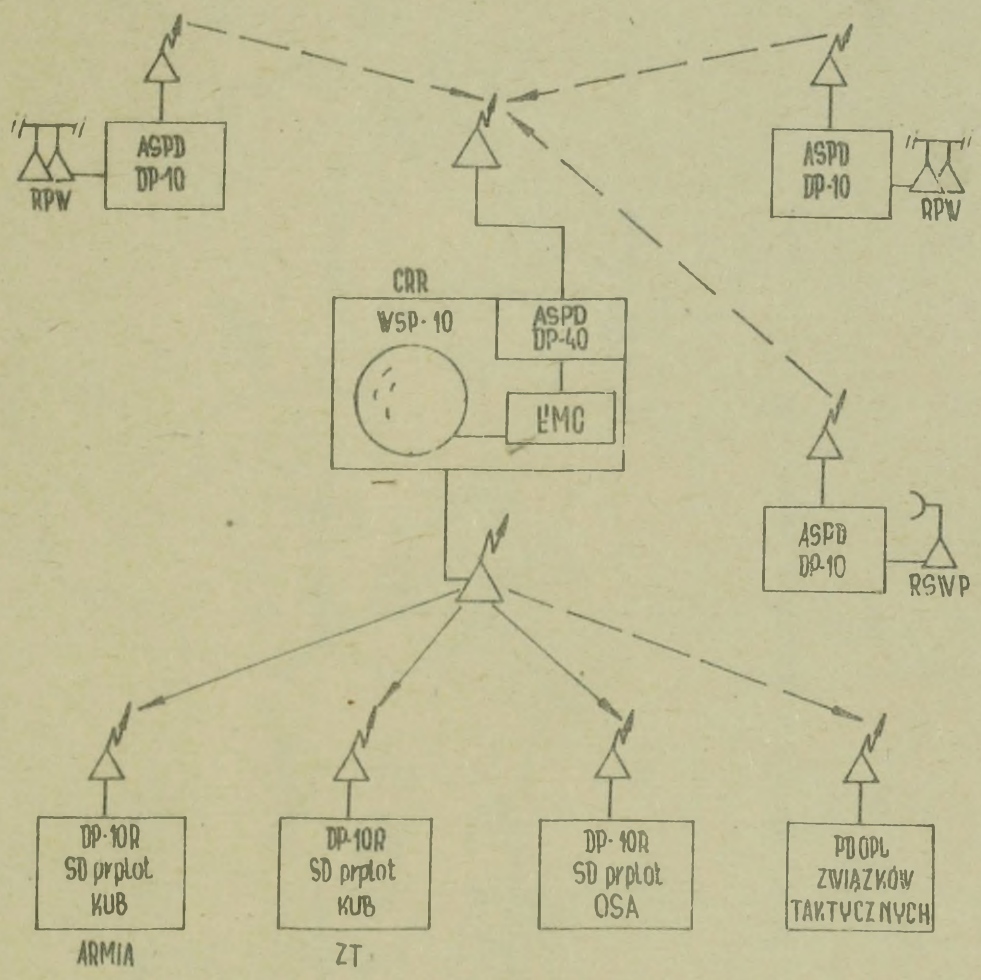
WPŁYW OPÓŹNIENIA OBIEGU INFORMACJI RADIOLOKACYJNEJ PRZEKAZYWANEJ Z RPW NA MOŻLIWOŚCI ZWALCZANIA RAKIET CRUISE PRZEZ ŚRODKI OPL ZT ORAZ ZESTAWY RAKIETOWE KUB I OSA-AK



WPŁYW OPÓŹNIEŃ OBIEGU INFORMACJI RADIOLOKACYJNEJ PRZEKAZYWANEJ Z RSWP NA MOŻLIWOŚCI ZWALCZANIA RAKIET CRUISE PRZEZ ŚRODKI OPL ZT ORAZ ZESTAWY RAKIETOWE KUB I OSA-AK



OBIEG INFORMACJI RADIOLOKACYJNEJ ORAZ DECYZYJNEJ PRZY WYKORZYSTANIU URZĄDZENIA "DUNAJEC"

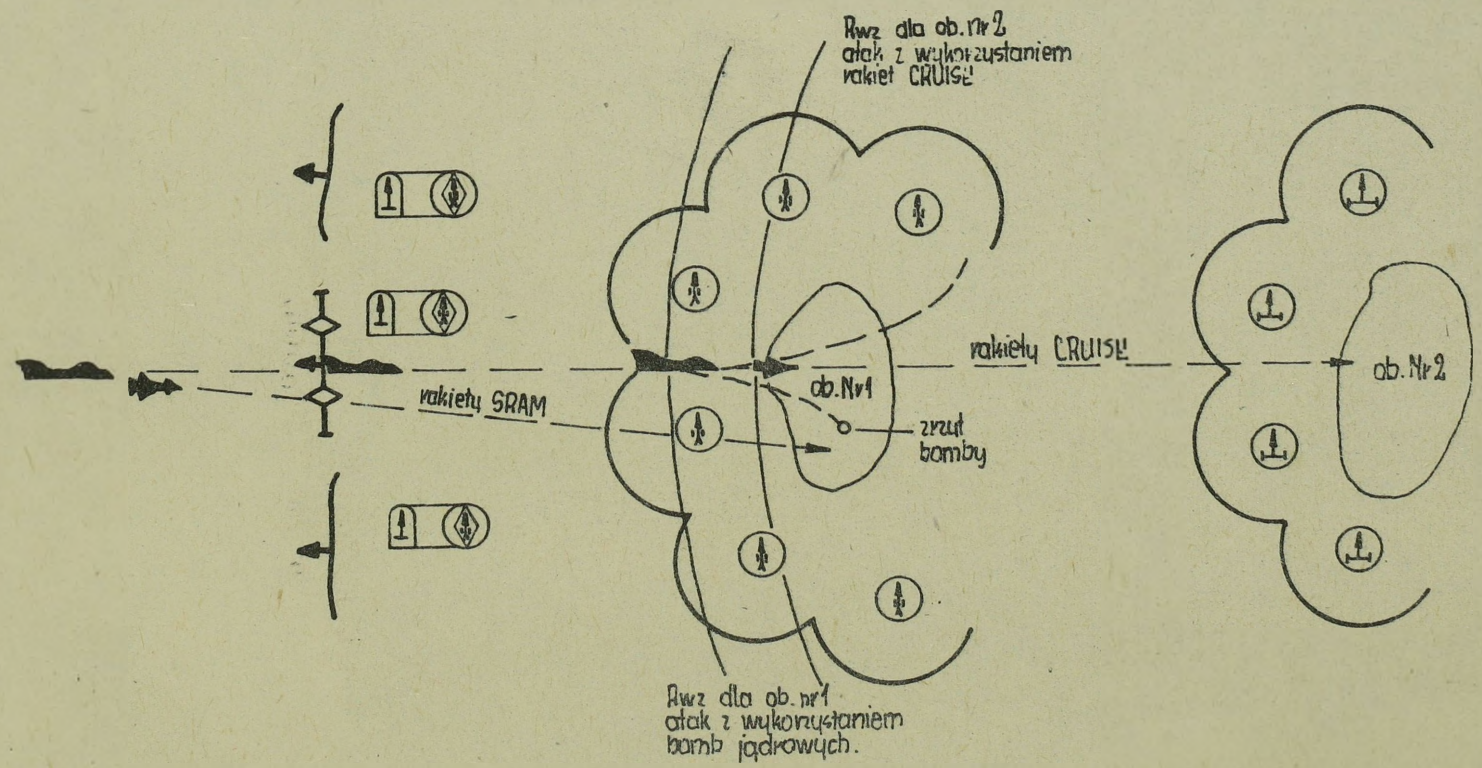


——— INFORMACJA RADIOLOKACYJNA

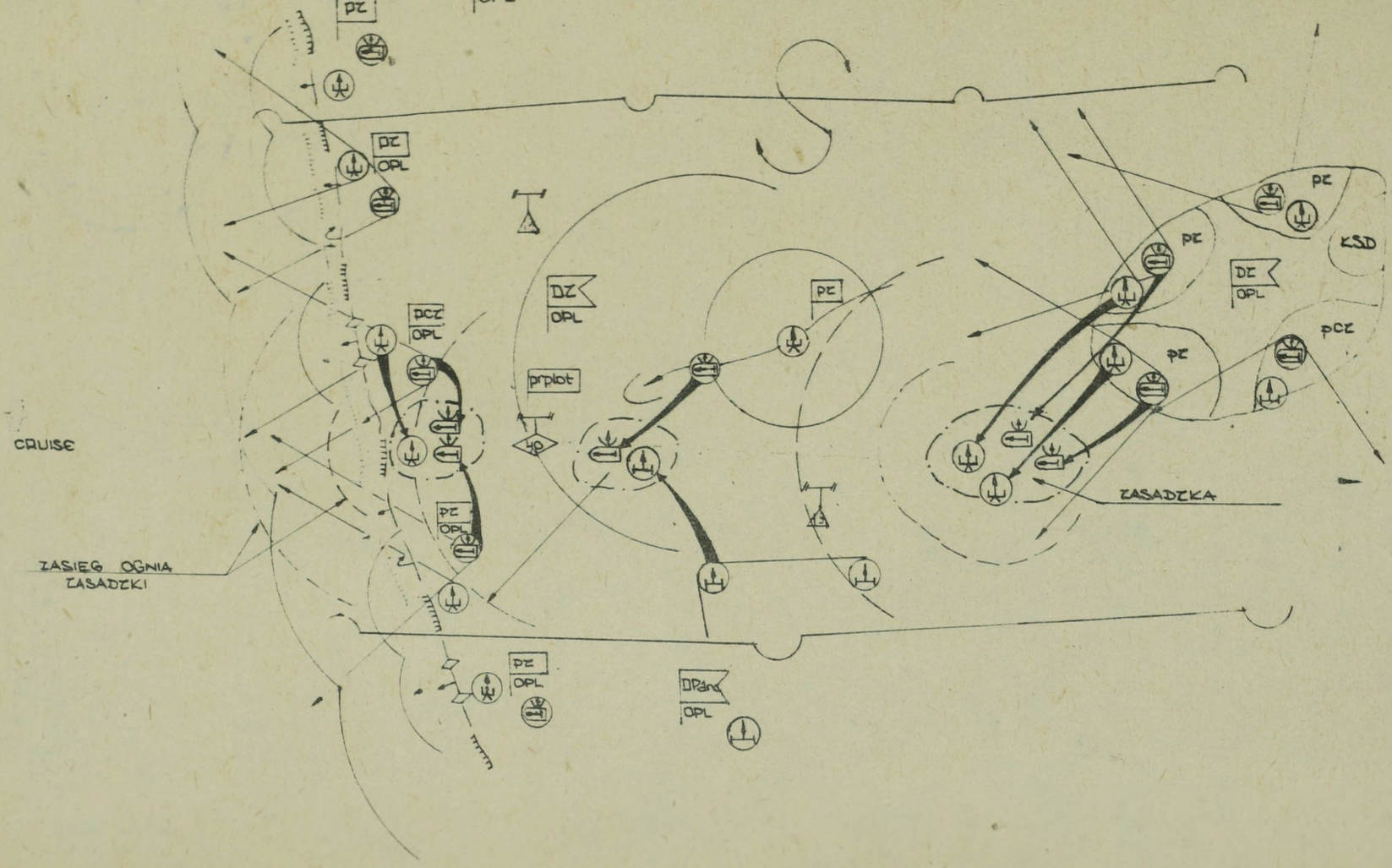
——— INFORMACJA RADIOLOKACYJNA, NA KTÓRĄ MOGĄ BYĆ NAKŁADANE DECYZJE OGNIOWE

Załącznik 19

SPOSÒB WYKONANIA UDERZENIA RAKIETY CRUISE NA OBIEKT



ORGANIZACJA PODSYSTEMU OGNIA PRZECIWLOTNICZEGO
DO WALKI Z RAKIETAMI CRUISE



Załącznik 21

PORÓWNANIE GŁĘBOKOŚCI STREFY STARTU PRZY LOCIE CELU NA ŚREDNICH I NA BARDZO MAŁYCH WYSOKOŚCIACH