



Grey Scale #13



DANES-PICTA.COM

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



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

JAWNE

AON wewn. 4852/96

~~POUFNE~~
POUFNE

Egz. Nr 10

~~pl 435/S~~

~~2-105/S~~

Kpt. dypl. mgr inż. Maciej MARSZAŁEK

MOŻLIWOŚCI BOJOWE WOJSK RAKIETOWYCH SIŁ POWIETRZNYCH

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 11

60233

WARSZAWA

1996



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OBRONY POWIETRZNEJ

KATEDRA WOJSK OBRONY POWIETRZNEJ **JAWNE**

Przeklasyfikowana z ~~zastępczo~~ *zastępczo* ~~na jawne~~ *na jawne*...

podstawa przekl. Wykaz Aktualnych Wojskowych

Wydawnictw Wewnętrznych szt. gen. 1527/01

data i podpis 14.12.05 Kolec Anna W

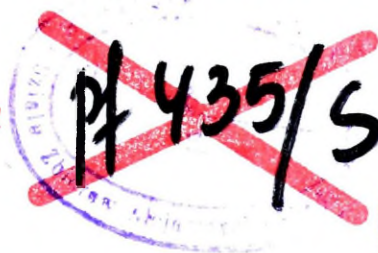
ZASTRZEŻONE

POUFNE

Egz. Nr **10**

AON wewn. 4852/96

~~Przeklasyfikowana z *Poufne* na *zastępczo* ~~na jawne~~...~~
~~podstawa przekl. Wykaz Aktualnych Wojskowych~~
~~Wydawnictw Wewnętrznych szt. gen. 1527/01~~
~~data i podpis *Z. M. Kolec Anna W*~~



kpt. dypl. mgr inż. Maciej MARSZAŁEK

MOŻLIWOŚCI BOJOWE WOJSK RAKIETOWYCH
SIŁ POWIETRZNYCH

WSTEP

Analiza dotychczasowych konfliktów zbrojnych i wojen lokalnych jednoznacznie dowodzi szczególnego znaczenia obrony powietrznej (OP) w systemie obronnym państwa. Dobrze zorganizowana, silna obrona powietrzna gwarantuje bezpieczeństwo granic powietrznych w czasie pokoju, a także zapewnia skuteczną obronę obiektów i wojsk w trakcie działań wojennych.

Jednym z podstawowych obok lotnictwa myśliwskiego, komponentów OP RP są wojska raketowe Sił Powietrznych (WR SP). W struktury WR SP włączono Brygady Rakiet Przeciwlotniczych „KRUG”. W uzbrojeniu przystąpiono do modernizacji PZR S - 125 M, w wyniku czego zwiększy się mobilność tego przeciwlotniczego zestawu raketowego, a przez to zwiększą się możliwości bojowe wojsk raketowych.

Zmiany zachodzące w WR SP oraz przede wszystkim zmiany jakościowo - ilościowe środków napadu powietrznego (ŚNP), a w tym doskonalenie sposobów ich użycia stają się przyczyną do ponownego zainteresowania problematyką możliwości bojowych.

Określanie możliwości bojowych jest jednym z podstawowych elementów oceny sytuacji prowadzonej w procesie wypracowania decyzji. Prawidłowe (wiarygodne) określenie możliwości bojowych pododdziałów, oddziałów i związków taktycznych wojsk raketowych stanowi podstawę do powzięcia racjonalnej, umotywowanej decyzji, umożliwia sprawne dowodzenie i planowanie ich działań oraz doskonalenie systemu obrony powietrznej.

Sam proces określania możliwości bojowych jest wyjątkowo trudny, a uzyskiwane wyniki są jedynie wysoce przybliżone. Wynika to z jednej strony ze specyfiki walki prowadzonej w jej powietrznym wymiarze, którą cechuje między innymi duża szybkość zmian sytuacji powietrznej, krótkotrwałość realizowanych zadań, probabilistyczny charakter oraz krótki czas reakcji na zaistniałe w walce sytuacje. Z drugiej zaś strony zależy od wiedzy i doświadczenia oficerów wykonujących kalkulacje i obliczenia. Ostatnio, proces określania możliwości bojowych coraz częściej wspomagany jest techniką mikrokomputerową. Fakt ten nie zwalnia jednak oficerów ze znajomości zarówno podstaw teoretycznych, jak i praktyki omawianego problemu.

Dlatego też treść niniejszego skryptu zawiera oprócz teorii możliwości bojowych wojsk raketowych SP również i praktyczne metody ich określania, poparte przykładami obliczeń wybranych zadań operacyjno - taktycznych. Scharakteryzowano także czynniki wpływające na możliwości bojowe. Znajomość tych czynników jest szczególnie ważna podczas wykonywania praktycznych obliczeń, ponieważ właściwe ich odwzorowanie i uwzględnienie w kalkulacjach zwiększa wiarygodność uzyskiwanych wyników.

Niniejszy skrypt, uwzględniający w swej treści program nauczania w Akademii Obrony Narodowej przeznaczony jest głównie dla studentów Wydziału WLOP AON. Może być wykorzystywany również przez oficerów innych specjalności wojskowych.

1. PODSTAWY TEORII MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH WR SP

Wyrażenie „*możliwości*” pochodzi od słowa *możliwość* (*możność*), które oznacza, że: *coś jest, będzie możliwe; że coś może być, istnieć, nastąpić; prawdopodobieństwo, ewentualność; szanse, perspektywy, widoki na coś, zdolności siły (jako to, od czego szanse zależą)*¹.

W naukach wojskowych, w ich materiałach źródłowych *możliwości bojowe* określane są również, na przykład:

- jako: *całokształt wskaźników charakteryzujących właściwości bojowe i możliwości techniczne pododdziałów, oddziałów, związków taktycznych (ZT) rodzajów wojsk do wykonania określonych zadań*²;

- jako: *całokształt wskaźników jakościowych i ilościowych charakteryzujących pododdziały, oddziały, związki operacyjno - taktyczne oraz stanowiących o ich przygotowaniu do wykonania zadań i realizacji celu walki, bitwy lub operacji w konkretnych warunkach sytuacji taktycznej, operacyjnej, a także strategicznej*³;

- jako: *całokształt wskaźników charakteryzujących właściwości bojowe i możliwości techniczne pododdziałów, oddziałów i związków taktycznych rodzajów wojsk do wykonania określonych zadań bojowych. Możliwości bojowe zależą od stopnia ukończenia wojsk stanem osobowym, sprzętem bojowym, jego ilości i jakości oraz poziomu wyszkolenia*⁴.

Ciekawy pogląd w zakresie rozpatrywanego problemu lansują amerykańscy teoretycy wojskowi, uważając, (w tłumaczeniu z języka angielskiego) że: *możliwości bojowe są kombinacją środków fizycznych dostępnych dowódcy i moralnej siły jego dowodzenia. Są one znaczące jedynie w odniesieniu do możliwości bojowych sił przeciwnych. Przy stosowaniu zasad wojny, rozwój i wykorzystanie możliwości bojowych jest istotne dla decydujących wyników*.⁵

¹ Mały słownik języka polskiego, Warszawa 1989, s. 174.

² Słownik podstawowych terminów wojskowych, Warszawa 1977, s. 278.

³ Leksykon wiedzy wojskowej, Warszawa 1979, s. 231.

⁴ Słownik podstawowych terminów wojskowych, Warszawa. 1977, M -16

⁵ Options of Army Forces in the Field, FM 100 - 5, Headquarters, Department of the Army. Washington 1985.

Inaczej definiują *możliwości bojowe* teoretycy rosyjscy, według których (w tłumaczeniu z języka rosyjskiego) *to ilościowe i jakościowe wskaźniki charakteryzujące możliwości pododdziałów, oddziałów i związków do wykonania określonych zadań bojowych w ustalonym czasie i konkretnej sytuacji*⁶.

Analizując przedstawione definicje można dostrzec zarówno pewne podobieństwa, jak i różnice w formułowaniu tego samego problemu. Strona merytoryczna cytowanych definicji może budzić pewne zastrzeżenia. Dlatego też celowe wydaje się rozgraniczenie pojęć możliwości bojowych w dwóch płaszczyznach, a mianowicie: teorii i praktyki.

Praktyka dotyczyć będzie realnych możliwości bojowych, wynikających z wartości bojowej sprzętu, stanu ukończenia obsługi bojowych oraz ich wyszkolenia, wiedzy i doświadczenia dowódców, a także stanu moralnego zarówno żołnierzy jak i kierujących ich działaniami dowódców.

Teoria natomiast powinna zapewnić odwzorowanie tych możliwości w obliczeniach operacyjno - taktycznych prowadzonych między innymi w procesie wypracowania decyzji, za pomocą odpowiednich wskaźników liczbowych.

W wojskach raketowych SP, przez możliwości bojowe należy rozumieć *zdolność ich pododdziałów, oddziałów i ZT do realizacji postawionych im zadań, w różnych warunkach sytuacji powietrznej*. Sytuację powietrzną natomiast definiuje się jako element sytuacji ogólnej, określającą skład, stan i charakter działania lotnictwa i obrony powietrznej stron w określonym pasie (rejonie), na teatrze działań bojowych⁷.

W aktualnych realiach prowadzenia działań bojowych przez wojska raketowe, wydaje się, że w większym stopniu niż dotychczas powinno uwzględniać się sytuację naziemną. Wynika to z przyjętej, obronnej doktryny naszego państwa, a co się z tym wiąże, i z innymi niż dotychczas warunkami prowadzenia działań bojowych (walki) oraz samego charakteru tych działań. Dotyczy to przede wszystkim swobody działania wojsk raketowych, która w dużej mierze będzie zależała od rozwoju sytuacji na lą-

⁶ Wojennyj Encikłopediczeskij Słownik, Wojennoje Izdatielstwo, Moskwa, 1986.

⁷ Leksykon wiedzy wojskowej. s.429.

dzie, szczególnie w zakresie wykonywania manewrów przez pododdziały, oddziały (ZT) wojsk.

Możliwości bojowe WR SP wyrażane są przez: możliwości ogniowe, możliwości osłony, możliwości osiągnięcia gotowości bojowej, możliwości wykonania manewru (manewrowe) oraz możliwości zaopatrywania w rakiety. Mimo ścisłego powiązania pomiędzy poszczególnymi składnikami możliwości bojowych największe znaczenie odgrywiają możliwości ogniowe, ponieważ to one w głównej mierze charakteryzują zdolność pododdziałów, oddziałów i ZT tych wojsk do wykonania zadania bojowego.

W siłach obrony przeciwlotniczej Wojsk Lądowych, a co odnosi się do Brygady Przeciwlotniczej „KRUG”, możliwości bojowe określane (charakteryzowane) są przez możliwości w zakresie rozpoznania przeciwnika powietrznego, możliwości ogniowe oraz możliwości manewrowe. Widzimy więc pewne różnice w zakresie charakteryzowania tych samych pojęć. Wynika to przede wszystkim z różnej specyfiki działań WR SP i wojsk OPL. Odnosi się to przede wszystkim do możliwości w zakresie rozpoznania ŚNP przeciwnika. Możliwości te, jak wiadomo istotnie wpływają na działania i możliwości ogniowe pododdziałów raketowych (dywizjonów raketowych, baterii), oddziałów (ZT).

W oddziałach (ZT) WR wywodzących się z dawnych wojsk OPK nie określa się możliwości w zakresie rozpoznania mimo, że w każdym pododdziale raketowym są etatowe środki radiolokacyjnego rozpoznania. Precyzuje się natomiast wymagania w zakresie radiolokacyjnego zabezpieczenia działań bojowych wojsk raketowych dla pododdziałów i oddziałów wojsk radiotechnicznych.

1.1. CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NA MOŻLIWOŚCI BOJOWE WR SP

Potencjalne możliwości bojowe WR SP kształtują przede wszystkim **czynniki wewnętrzne** czyli takie, na które możemy mieć jakikolwiek wpływ. Do tej grupy czynników należałoby zaliczyć: poziom przygotowania stanów osobowych, możliwości sprzętu bojowego (taktyczno - techniczne charakterystyki przeciwlotniczych zestawów raketowych), niezawodność systemu ognia, efektywność kierowania ogniem oraz posiadany zapas rakiet i możliwości ich uzupełnienia.

Należy jednak pamiętać, że w określonej sytuacji powietrznej, w zależności od celu działań i charakteru zadania bojowego, równie ważne znaczenie ma przestrzeń i czas, w granicach których rezultat związany z niszczeniem ŚNP jest osiągany. W tym przypadku, o realnych możliwościach bojowych (głównie ogniowych) pododdziałów i oddziałów (ZT) WR SP decydują nie tylko czynniki wewnętrzne, ale przede wszystkim zewnętrzne.

Mianem **czynników zewnętrznych** określono te czynniki, które są całkowicie od nas niezależne. Do nich można zaliczyć: zadanie jakie przeciwnik będzie wykonywał, możliwości lotno - techniczne środków napadu powietrznego oraz jego taktykę działania (w tym sposoby pokonywania środków obrony powietrznej, ugrupowanie bojowe, podział na grupy taktycznego przeznaczenia, itp.).

Wymienione grupy czynników w znacznym stopniu wpływają na szeroko pojęte możliwości bojowe pododdziałów i oddziałów (ZT) wojsk raketowych, a przede wszystkim na ich możliwości ogniowe.

Taktyka przeciwnika powietrznego, jego ugrupowanie bojowe i sposoby działania zależą między innymi od tego, jakie zadanie będzie wykonywał w operacji (wspieranie wojsk lądowych, izolacja rejonu działań, czy też pokonywanie systemu obrony powietrznej w ramach walki o panowanie w powietrzu). W działaniach lotnictwa szczególnie duży nacisk kładzie się obecnie na realizację kompleksowych przedsięwzięć mających na celu zmniejszenie skuteczności obrony powietrznej.

Dowództwo Sił Powietrznych NATO uważa, że przewyciężanie naziemnych środków obrony powietrznej jest podstawowym warunkiem powodzenia podczas wykonywania zadań przez lotnictwo taktyczne. Dlatego też niezależnie od przewidywanych rodzajów i typów środków obrony powietrznej ustalono ogólne zasady i przedsięwzięcia w celu ich pokonania. Generalnie obowiązuje jednak zasada omijania stanowisk ogniowych stacjonarnych środków OP oraz wykonywania lotów na skrajnie małych wysokościach nad rejonami, gdzie nie jest dokładnie znane ich rozmieszczenie.

Inna z zasad mówi o stosowaniu zmiennych profilów lotu (zmiany kursu i wysokości) w połączeniu z aktywnym i pasywnym przeciwdziałaniem radioelektronicznym (zakłócanie i wprowadzanie w błąd)⁸. Pokonywanie OP lotnictwo z reguły wyko-

⁸ Lotnictwo taktyczne państw NATO, Szt. Gen, Warszawa 1989.

nuje grupami, które przeznaczone są do: uderzeń na środki OP; wytworzenia zakłóceń radioelektronicznych; rozpoznania i kontroli działań bojowych; demonstracji i odciągania środków WR oraz grup uderzeniowych (bezpośrednich uderzeń na atakowane obiekty). Taki podział środków napadu powietrznego na grupy zasadnicze i grupy wykonujące zadania pomocnicze (grupy zabezpieczenia) umożliwia racjonalne organizowanie przeciwdziałania wojskom raketowym, a tym samym zapewnia znaczne zmniejszenie strat w czasie nalotu, zwłaszcza samolotów wykonujących bezpośrednie uderzenia na obiekty.

Z analiz dotychczasowych wojen i konfliktów wiadomo, że przeciwnik będzie stosował wszelkie możliwe środki przeciwdziałania takie jak: zakłócanie radioelektroniczne, uderzenia ogniowe na pododdziały, manewr, loty na małych wysokościach itp. Wymienione środki przeciwdziałania w znacznym stopniu utrudniają prowadzenie walki z ŚNP przeciwnika, a tym samym negatywnie wpływają na możliwości bojowe wojsk raketowych.

1.1.1. Zakłócenia radioelektroniczne

Zakłócenia radioelektroniczne są jednym z najbardziej istotnych czynników wpływających na możliwości bojowe oddziału (ZT) WR SP. Ogólnie dzielą się one na pasywne i aktywne. Pierwsze z nich powstają wskutek odbicia energii elektromagnetycznej. Drugie natomiast zakłócenia aktywne, wytwarzane są przez promieniowanie pierwotne i wtórne.

Zakłócenia pasywne uzyskiwane są za pomocą sztucznych elementów odbijających energię elektromagnetyczną takich jak metalizowane taśmy, rożki odbijające, itp. Istota użycia tych zakłóceń polega na tym, że dipole odbijające, zrzucane z samolotów tworzą obłok, od którego odbija się energia wypromieniowana przez stacje radiolokacyjne. Ten rodzaj zakłóceń stosowany jest w celu maskowania (osłony) grup uderzeniowych, lecących za samolotem zakłócającym, lub w celu osłony własnej samolotu przez wystrzeliwanie dipoli w przednią półsferę. Skuteczność oddziaływania tych zakłóceń na stacje naprowadzania raket zależy od:

- gęstości ich stosowania;

- typu dipolowych elementów odbijających;
- czasu, który upłynął od momentu zrzutu elementów odbijających;
- warunków atmosferycznych w obszarze zrzutu.

Zakłócenia aktywne natomiast, wytwarzane przez specjalne nadajniki na samolotach, śmigłowcach, okrętach, bądź też zrzucane w specjalnych pojemnikach, różnią się według rodzajów modulacji częstotliwości nośnej. Najczęściej stosowanymi zakłóceniami aktywnymi są zakłócenia szumowe oraz odzewowo - impulsowe. Zakłócenia aktywne, ze względu na sposób ich użycia, dzielą się na: selektywne i zaporowe.

Skuteczność zakłóceń aktywnych zależy od stosunku mocy zakłóceń i sygnału na wejściu odbiornika stacji naprowadzania rakiet (stacji radiolokacyjnej). Przy zakłóceniach selektywnych można uzyskać znaczne moce, które kilka razy przewyższają wartość sygnału użytecznego na wejściu odbiornika i utrudniają wykrycie i śledzenie celu. Przyjmuje się, że zakłócenia te mogą osiągać gęstość mocy do 200 W/ MHz. Jeżeli częstotliwość pracy zakłócanej stacji naprowadzania rakiet (stacji radiolokacyjnej) jest wcześniej przez przeciwnika rozpoznana to zakłócenia selektywne mogą być bardzo skutecznym środkiem zakłócania SNR i stacji radiolokacyjnych.

Przy zakłóceniach zaporowych nie trzeba dokładnie określić częstotliwości roboczej urządzenia radiotechnicznego, które będzie obiektem radioelektronicznego obzwoładniania (zakłócania), a tym samym i nastrajania na tę częstotliwość nadajnika zakłóceń. W związku z tym, że emitowanie zakłóceń zaporowych obejmuje szerokie pasmo częstotliwości, na wejściu odbiornika zakłócanego, moc tych zakłóceń może być nieznaczna. Obecnie stosowane nadajniki zakłóceń zaporowych posiadają gęstość mocy w zakresie 15 - 20 W/ MHz. Gęstość ta oczywiście może wzrosnąć w przypadku stosowania zakłóceń przez grupę samolotów.

Strzelanie w warunkach zakłóceń radioelektronicznych jest bardzo skomplikowane i wymaga od obsług bojowych dużego doświadczenia, zgrania i znajomości zobrazowania różnych rodzajów zakłóceń na ekranach wskaźników.

Według specjalistów NATO umiejętne stosowanie sił i środków walki radioelektronicznej (WRE) do obrony zespołowej powinno zmniejszyć skuteczność ognia przeciwlotniczych zestawów raketowych (PZR) o 30 %. Zamontowanie zaś na samolotach bojowych urządzeń obrony indywidualnej może zmniejszyć niebezpieczeństwo

zniszczenia samolotu podczas lotu w strefie ognia około 20 - krotnie⁹. Siły i środki walki radioelektronicznej stanowią więc ważną część składową obezwładniania obrony powietrznej. Możliwości lotnictwa w zakresie wytwarzania zakłóceń radioelektronicznych określa się liczbą samolotów zakłócających i składem aparatury przeciwdziałania radioelektronicznego umieszczonej na pokładzie samolotu.¹⁰

Doświadczenia z działań bojowych w południowo - wschodniej Azji i na Bliskim Wschodzie, a także ostatni konflikt w Zatoce Perskiej jednoznacznie wykazały, że przy pokonywaniu obrony raketowej, lotnictwo masowo zakłócało radioelektronicznie oraz obezwładniało ogniem naziemne środki wojsk raketowych.

Stosowanie zakłóceń radioelektronicznych przez samoloty walki radioelektronicznej ze stref dyżerowania powoduje zmniejszenie stref ognia przeciwlotniczych zestawów raketowych¹¹. Zmniejszenie rozmiarów strefy ognia obniża z kolei możliwości ogniowe pododdziału raketowego.

W wojnie izraelsko - arabskiej w 1982 roku, lotnictwo izraelskie wykonując naloty na obiekty systemu OP stosowało zakłócenia emitowane przez samoloty WRE ze stref oddalonych o ponad 250 km od stanowisk pododdziałów raketowych. Prowadzenie zakłóceń przez samoloty izraelskie z takiej odległości umożliwiało co prawda prowadzenie ognia przez pododdziały raketowe wyposażone w przeciwlotnicze zestawy raketowe typu S - 75 M i S - 125 M, jednak głębokości ich stref ognia uległy poważnemu zmniejszeniu i odpowiednio wynosiły:

- dla S - 75 M około 12 km;
- dla S - 125 M około 6 km¹².

Jeśli natomiast samoloty WRE oddziaływały ze stref dyżerowania położonych w odległości do 100 km od pododdziałów raketowych, będąc przy tym poza zasięgiem ognia wojsk raketowych, to głębokości stref ognia ulegały jeszcze większemu zmniejszeniu. Dlatego też strzelanie nawet na parametrach zerowych praktycznie było niemożliwe.

⁹ Siły i środki walki radioelektronicznej Sił Zbrojnych państw NATO, SG, Warszawa 1989.

¹⁰ Zestaw raketowy S - 125 M. Objasnienia do zasad strzelania, DW OPK, Warszawa 1990.

¹¹ **Strefa ognia** jest częścią strefy ostrzału, której prawdopodobieństwo zniszczenia celu jedną raketą nie jest mniejsze od zadanego. Strefa ta charakteryzuje możliwości zestawu w niszczeniu różnych celów w określonych warunkach.

¹² Biuletyn szkoleniowy Nr 11 WR OPK, DW OPK, Warszawa 1988.

Każdy kolejny konflikt, każda wojna potwierdzały zasadność i słusność stosowania wszelkiego rodzaju zakłóceń radioelektronicznych. Wojna radioelektroniczna jest swoistym wyścigiem bez końca, wyścigiem środków i przeciwsrodków, niedającym ostatecznej korzyści żadnemu z przeciwników. Współczesna wojna radioelektroniczna obejmuje wszystkie rodzaje emisji, a więc i urządzenia wykorzystujące częstotliwości radarowe, urządzenia laserowe, pracujące w zakresie podczerwieni i urządzenia optoelektroniczne¹³.

Właśnie charakterystyczną cechą konfliktu w Zatoce Perskiej było nie spotykane wcześniej użycie środków walki radioelektronicznej. Wojska Sprzymierzonych na ogromną skalę stosowały zakłócenia radioelektroniczne środków OP Iraku. Każdy samolot biorący udział w lotach bojowych posiadał zestaw walki radioelektronicznej, który każdorazowo zabierał nawet kosztem uzbrojenia. Poza tym specjalne samoloty WRE wykonywały lot w składzie grup uderzeniowych, a oprócz tego prowadziły zakłócenia ze stref dyżurowania.

1.1.2. Manewr ŚNP przeciwnika

Innym, nie mniej ważnym czynnikiem negatywnie wpływającym na skuteczność działań pododdziałów raketowych jest manewr. W czasie pokonywania systemu obrony raketowej lotnictwo przeciwnika może stosować manewr przeciw dowodzeniu oraz przeciwraketowy.

Manewr przeciw dowodzeniu stosowany jest do momentu wejścia środków napadu powietrznego do strefy startu PRK, w celu stworzenia fałszywego (błędny) obrazu kierunku uderzenia oraz utrudnienia rozdziału celów powietrznych. Manewr ten polega na zmianie kierunku lotu w płaszczyźnie poziomej i przeprowadza go grupa samolotów, których działania są uzgodnione w czasie.

Manewr przeciwraketowy jest wykonywany po starcie raket w celu zwiększenia błędów naprowadzania raket na cel powietrzny i zmniejszenia w ten sposób ewentualnych strat lotnictwa. Wyróżnić można dwa podstawowe typy manewru przeciwraketowego:

¹³ B. Gunston., M. Spick, Współczesne samoloty bojowe świata, Wydawnictwo Espandon, Warszawa 1993.

- ◆ manewr w celu wyjścia ze strefy ognia przeciwlotniczego zestawu raketowego w czasie lotu rakiety;
- ◆ manewr z maksymalnie możliwymi przeciążeniami bezpośrednio przed spotkaniem z rakieta.

Do manewru pierwszego typu zaliczyć można np. długi wiraż w płaszczyźnie poziomej ze stałym przeciążeniem, pikowanie i półspirale z wyjściem na granicznie małe wysokości. Manewr taki jest zazwyczaj zaczynany w 3 -13 sekundzie po starcie przeciwlotniczej rakiety kierowanej (PRK) i jest prowadzony podczas rozpoznawania dyslokacji ugrupowania bojowego wojsk raketowych, w celu zwiększenia rozchodu raket oraz odwrócenia uwagi od grup uderzeniowych.

Drugi typ manewru, to krótkotrwały manewr z dużymi przeciążeniami. Wykonywany jest 3 - 15 sekund przed spotkaniem z PRK¹⁴. Manewr ten stosowany jest w celu zmniejszenia prawdopodobieństwa zniszczenia samolotu. Doświadczenia z działań bojowych wojsk raketowych wykazują, że w 70 % przypadków strzelań do celów manewrujących, samoloty wykonywały manewr drugiego typu.

1.1.3.Sposoby wykonywania lotów przez ŚNP przeciwnika

Kolejnym czynnikiem negatywnie wpływającym na możliwości bojowe pododdziałów raketowych jest wykonywanie lotów przez środki napadu powietrznego na małych i bardzo małych wysokościach. Sposób ten umożliwia skryte podejście do celu i utrudnia działanie środków OP. W Polskich Siłach Powietrznych w zależności od wysokości loty dzieli się na:

a) koszące (z uwzględnieniem naturalnych i sztucznych przeszkód):

- do 50 m nad terenem dla statków powietrznych wykonujących lot z prędkością do 300 km/h;
- do 100 m nad terenem dla statków powietrznych wykonujących lot z prędkością od 300 do 600 km/h;
- do 200 m nad terenem dla statków powietrznych wykonujących lot z prędkością powyżej 600 km/h lub o dopuszczalnej masie startowej powyżej 40 000 kg;

¹⁴ Zestaw raketowy S - 125 M. Objasnienia do zasad strzelania PRK, DW OPK, Warszawa 1990.

- b) na małych wysokościach - od górnej granicy lotu koszącego do wysokości 900 m nad powierzchnią ziemi (wody);
- c) na średnich wysokościach - w przedziale wysokości 900 - 4000 m;
- d) na dużych wysokościach - w przedziale wysokości 4000 - 12 000 m;
- e) stratosferyczne - powyżej 12 000 m¹⁵.

W nomenklaturze NATO natomiast przyjęto podział wysokości jak w tabeli 1.

TABELA 1

Podział wysokości według nomenklatury NATO

do 150 m	bardzo małe wysokości (BMH)
150 - 600 m	małe wysokości (MH)
600 - 7500 m	średnie wysokości (SH)
7500 - 15000m	duże wysokości (DH)
powyżej 15000 m	bardzo duże wysokości (BDH)

Według poglądów NATO najkorzystniej jest wykonywać loty na małych wysokościach w przedziale:

- 15 - 20 m - nad morzem;
- 60 m - nad terenem równinnym;
- 120 m - nad terenem pociętym i lesistym;
- 200 - 400 m - nad terenem górzystym.

Loty ŚNP na małych i bardzo małych wysokościach zdecydowanie zmniejszają odległość radiolokacyjnego wykrywania przez etatowe środki rozpoznania pododdziałów raketowych oraz środki zabezpieczających ich pododdziały radiotechniczne. Skraca się również czas uprzedzenia systemu obrony powietrznej o nalocie. Lot na wspomnianych wysokościach znacznie utrudnia prowadzenie ognia przez pododdziały raketowe. Opóźniona informacja o nalocie powoduje, że czas potrzebny na ogniowe oddziaływanie na ŚNP jest zbyt krótki (ulega znacznemu skróceniu), aby było ono skuteczne.

¹⁵ Regulamin lotów lotnictwa wojskowego (RL - 86), DWlot, Poznań 1986, s.14.

1.1.4. Ogniove oddziaływanie ŚNP przeciwnika

Bardzo ważnym czynnikiem, który także ujemnie wpływa na możliwości bojowe WR SP jest ogniove oddziaływanie ŚNP przeciwnika na pododdziały raketowe. Oddziaływanie to ma na celu zniszczenie lub obezwładnienie wybranych pododdziałów raketowych z ugrupowania bojowego WR i zabezpieczenie w ten sposób przelotu zasadniczych grup uderzeniowych nad osłabionym ugrupowaniem wojsk raketowych. Z reguły uderzenia na pododdziały raketowe poprzedzane są intensywnym rozpoznaniem, w celu ich dokładnej lokalizacji i określenia parametrów stacji radiolokacyjnych oraz stacji naprowadzania rakiet. W czasie wykonywania uderzeń samoloty nosiciele pocisków przeciwradiolokacyjnych działają głównie w składzie grup zabezpieczenia. Jeśli potrzebny jest ześrodkowany start kilku pocisków przeciwradiolokacyjnych, to ich nosiciele mogą tworzyć samodzielną grupę obezwładniania środków OP (4-8 samolotów). Przeciwnik dąży do tego, aby pociski radiolokacyjne odpalać spoza strefy ognia pododdziałów raketowych. Do tego celu stworzono specjalne samoloty takie jak np. F - 4G „ Wild Weasel” (Dzika Łasica) oraz różne wersje samolotu F -16, które oprócz specjalnej aparatury radioelektronicznej do wykrywania i analizy źródeł promieniowania (stacji naprowadzania rakiet i stacji radiolokacyjnych) posiadają nowoczesne pociski przeciwradiolokacyjne.

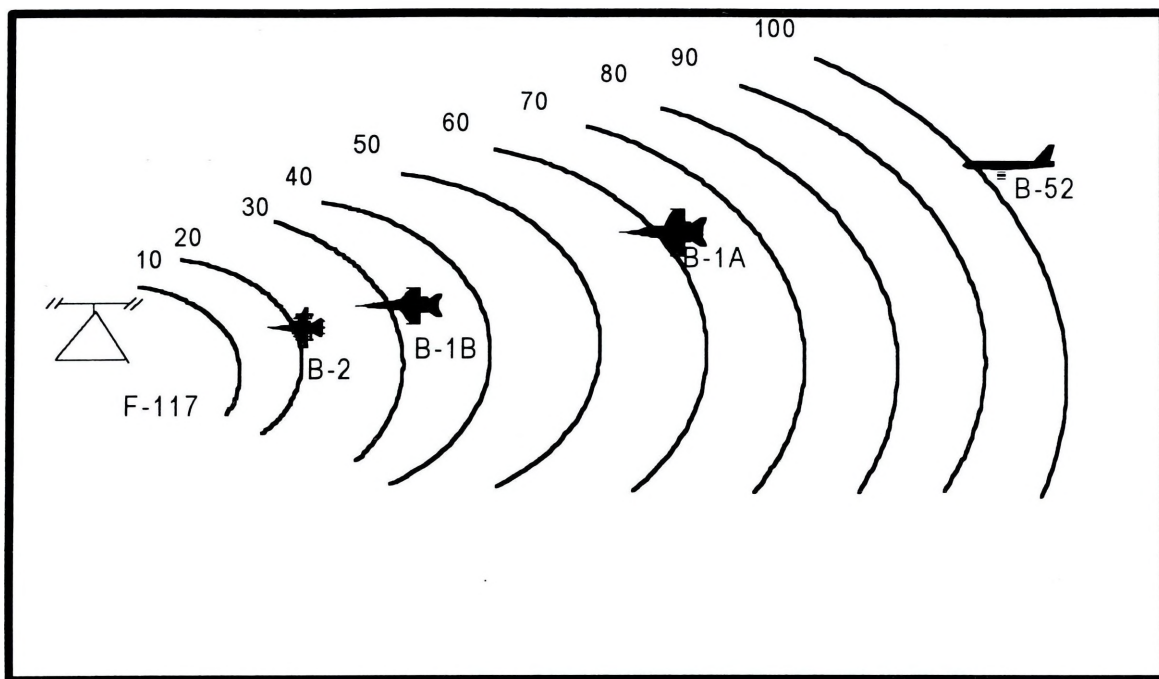
Pierwsze bojowe użycie pocisków przeciwradiolokacyjnych zanotowano w wojnie amerykańsko - wietnamskiej. W początkowym okresie użycie tych pocisków nie dawało takich rezultatów jakich się spodziewano. Z czasem jednak, udoskonalono same pociski, jak i sposoby ich użycia co spowodowało mniejsze straty lotnictwa amerykańskiego, a tym samym i poważny spadek efektywności wietnamskich wojsk raketowych. Poprzez wykonywanie uderzeń ogniowych na pododdziały raketowe, przeciwnik utrudnia obsłudze tych pododdziałów prowadzenie pracy bojowej, ponieważ należy wówczas rygorystycznie przestrzegać zasady ograniczenia pracy środków radiolokacyjnych. Z konieczności więc wykorzystuje się urządzenia optyczne, których użycie ze względu na warunki atmosferyczne nie zawsze jest możliwe.

1.1.5. Użycie ŚNP wykonanych w technologii stealth

Nowym niezmiernie ważnym czynnikiem wpływającym na możliwości bojowe WR jest użycie w działaniach bojowych samolotów wykonanych z wykorzystaniem technologii stealth. Terminem tym *określa się ogół przedsięwzięć prowadzących do zmniejszenia wykrywalności obiektów będących potencjalnymi celami (samoloty, okręty, śmigłowce, pociski raketowe i inne), głównie poprzez ograniczenie do minimum wszystkich (aktywnych i pasywnych) emisji fal elektromagnetycznych w możliwie szerokim zakresie częstotliwości*. Po raz pierwszy termin *stealthy*¹⁶ został publicznie użyty w 1980 roku przez ówczesnego ministra obrony USA H. Browna na konferencji prasowej, a odnosił się do programu bombowca naddźwiękowego B - 1. Zasadniczym celem programów obejmujących technologię stealth jest opracowanie, bądź doskonalenie metod i środków, pozwalających istotnie zmniejszyć wykrywalność obiektu latającego przez środki OP. Obiekt tego typu może być wykryty w wyniku: obserwacji wzrokowej, lokalizacji akustycznej, odbijania emisji fal radarowych, emisji promieniowania cieplnego w podczerwieni, promieniowania elektromagnetycznego urządzeń pokładowych. W przypadku wykrywania radiolokacyjnego, najważniejszym parametrem decydującym o wykryciu obiektu powietrznego jest skuteczna powierzchnia odbicia dla fal elektromagnetycznych używanych w radiolokacji. Jak wiadomo zasięg stacji radiolokacyjnej jest proporcjonalny do pierwiastka czwartego stopnia z skutecznej powierzchni odbicia (SPO). Zmniejszenie SPO z 5 m² do 1 m² powoduje zmniejszenie zasięgu wykrywania o około 65 %. Ze względu na specyfikę propagacji fal radiowych, znaczne zmniejszenie odległości wykrywania przez stację radiolokacyjną uzyskuje się dopiero przy SPO poniżej 1 m². Jedną z najbardziej znanych konstrukcji lotniczych wykonanych według technologii stealth jest samolot myśliwsko - bombowy F - 117A.

Z analizy możliwości wykrywania celów powietrznych przez radiolokacyjne środki OP wynika, że najtrudniejszym do wykrycia i zlokalizowania obiektem powietrznym jest właśnie wspomniany F - 117A (rys.1). Praktycznie tezę tą potwierdził konflikt w Zatoce Perskiej, gdzie skuteczność F - 117A określono na 60 %.

¹⁶ Stealthy - oznacza tajność, tajemniczy sposób postępowania.



Rys.1. Porównanie możliwości wykrywania ŚNP różnej generacji, dla wybranej stacji radiolokacyjnej.

Działania wojenne w rejonie Zatoki Perskiej wykazały, że wprowadzenie do walki przez Amerykanów samolotów F - 117A, trudnych do wykrycia środkami radiolokacyjnymi oraz umiejętne ich wykorzystanie spowodowało złamanie podstawowych założeń koncepcyjnych, strukturalnych i organizacyjnych irackiego systemu obrony powietrznej zbudowanego według wzorców obowiązujących w byłym Układzie Warszawskim. Bezpośrednim skutkiem użycia tych samolotów było prawie natychmiastowe sparaliżowanie systemu dowodzenia i łączności irackiego systemu OP.

1.2. MOŻLIWOŚCI OGNIOWE WR SP

W ogólnym znaczeniu pod pojęciem **możliwości ogniowych** można rozumieć zdolność przygotowanych do walki oddziałów (ZT), do niszczenia nieprzyjaciela powietrznego w różnych warunkach¹⁷.

Możliwości ogniowe mogą być również określane jako *zdolność niszczenia maksymalnie możliwej liczby celów powietrznych przy zużyciu zapasu rakiet znajdujących się na stanowiskach startowych*. Innymi słowy, *możliwości ogniowe to oczekiwane*

¹⁷ Taktyka wojsk raketowych OPK. Podręcznik. DW OPK, Warszawa 1984, s. 52.

kiwane straty, które pododdziały, oddziały i ZT mogą zadać przeciwnikowi w określonym czasie, w różnych warunkach.

Możliwości ogniowe umownie można podzielić na możliwości potencjalne, które charakteryzują zdolność rażenia celów powietrznych (samolotów, środków bezpilotowych, rakiet, pocisków, itp.) danym zapasem gotowych do strzelania rakiet i możliwości ogniowe w odniesieniu do konkretnej sytuacji bojowej, np. do czasu uderzenia przeciwnika¹⁸.

Wskaźnikami według których można określić możliwości ogniowe są:

- skuteczność strzelania;
- możliwość w zakresie jednoczesnego ostrzelania celów powietrznych;
- możliwość przenoszenia ognia na kolejne cele powietrzne;
- dopuszczalne prędkości i wysokości lotu zwalczanych celów powietrznych;
- efektywność bojowa.

Zasadniczymi wskaźnikami wyrażającymi możliwości ogniowe jest skuteczność strzelania¹⁹ i efektywność bojowa.

Skuteczność strzelania może być różnie interpretowana, w zależności od charakteru celu powietrznego (pojedynczego lub grupowego). W przypadku strzelania do celu pojedynczego rażenie może być skuteczne lub też nie. Tak więc zmienna losowa może przyjąć jedną z dwóch możliwych wartości:

- jedność (1) - gdy cel zostanie rażony (zniszczony);
- zero (0) - gdy cel nie zostanie zniszczony²⁰.

W tym przypadku wskaźnikiem liczbowym skuteczności strzelania jest prawdopodobieństwo rażenia celu. Natomiast w przypadku strzelania do celu grupowego, składającego się z N celów pojedynczych, wskaźnikiem skuteczności strzelania jest oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych.

Możliwości pododdziału raketowego w kolejnym ostrzeleniu celów powietrznych są charakteryzowane wielkościami minimalnego przedziału czasowego między celami, przy którym zapewnione jest kolejne ostrzeliwanie na dalszej granicy strefy

¹⁸ S. Miodek, *Wojska raketowe WLOP. Oddział (Związek taktyczny) WR, AON, Warszawa 1994, s. 72.*

¹⁹ Strzelanie uważa się za skuteczne, jeżeli cel powietrzny został rażony w takim stopniu, że nie jest on zdolny do wykonania zadania bojowego.

²⁰ S. Miodek, *Wojska raketowe WLOP. Oddział (Związek taktyczny) WR. Skrypt, AON, Warszawa 1994, s. 73.*

ognia. Wartości wspomnianego przedziału czasowego odpowiadają czasowi zajętości pododdziału do celu i określone są czasem trwania cyklu strzelania oraz czasem przygotowania kolejnych rakiet do startu.

Pod pojęciem **cyklu strzelania** rozumie się *ogół operacji wykonywanych podczas strzelania do jednego celu i przeniesienia ognia na cel następny*. Czas trwania cyklu strzelania zależy między innymi od:

- sposobu kierowania ogniem pododdziału (zautomatyzowany system dowodzenia, niezautomatyzowany system dowodzenia);
- stopnia przygotowania (wytrenowania) składu osobowego;
- odległości strzelania.

Czas cyklu strzelania określony jest czasem odbioru i odpracowania „wskazania celu”, czasem pracy bojowej stanowiska dowodzenia pododdziału raketowego (liczonym od chwili przełączenia urządzeń nadawczych stacji naprowadzania rakiet na „antenę” do momentu naciśnięcia przycisku START), czasem zajęтым na start i naprowadzanie rakiet oraz czasem niezbędnym na ocenę wyników strzelania. Wartości cyklu strzelania podane w załącznikach 3 i 4 (tabela 16 i 17) określają takie minimalne przedziały czasowe pomiędzy celami, przy których zapewnione jest ich ostrzelanie w dowolnym punkcie strefy ognia (w tym i na jej dalszej granicy). Są one obliczone przy założeniu, że strzelanie prowadzi się na maksymalną, możliwą odległość strzelania, nie prowadząc przy tym oceny wyników strzelania.

Czas przygotowania rakiet do startu uwzględnia się przy ocenie możliwości kolejnego ostrzelania celu powietrznego, jeżeli w czasie walki wyniknie konieczność przeładowania wyrzutni.

Czas przeładowania, to *czas niezbędny na dokonanie operacji transportu rakiet z ukrycia do wyrzutni, przeładowania rakiet z samochodu transportowo - załadowczego (STZ) na wyrzutnię oraz przygotowania rakiety do startu*.

Podstawą do określenia możliwości ogniowych wojsk raketowych są możliwości ogniowe oddziałów (ZT), a tych z kolei możliwości ogniowe ich pododdziałów raketowych (dywizjonów, baterii).

Uogólnionym wskaźnikiem możliwości ogniowych oddziału (ZT) WR SP jest oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych (M_c) i efektywność bojowa (E_b). Na-

tomiast wskaźnikami składowymi, umożliwiającymi określenie oczekiwanej liczby rażonych celów jest liczba strzelań oraz prawdopodobieństwo rażenia celu. Bardzo często podaje się, że wskaźnikiem, dającym pełniejszy pogląd na możliwości ogniowe jest gęstość ognia oddziału (ZT).

Możliwości ogniowe pododdziału raketowego charakteryzowane są za pomocą takich wskaźników, jak:

- prawdopodobieństwo zniszczenia celu powietrznego jedną rakieta (P_1) i n - rakietami (P_n);
- liczba strzelań (N_{strz});
- oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych (M_c);
- efektywność bojowa (E_b);
- gęstość ognia (G_o).

W przypadku, gdy zakłada się, że cele powietrzne muszą być niszczone z określonym (zadany) prawdopodobieństwem, wówczas określa się także liczbę rakiet potrzebną do rażenia z zadany prawdopodobieństwem (n).

1.3. MOŻLIWOŚCI OSŁONY (OBRONY) WR SP

Możliwości osłony (obrony) charakteryzują zdolność oddziałów i związków taktycznych wojsk raketowych do utworzenia, po rozwinięciu ugrupowania bojowego ciągłej strefy ognia z określoną krotnością przykrycia strefami ognia pododdziałów raketowych.

Możliwości osłony (obrony) określane są zarówno w odniesieniu do pojedynczego pododdziału raketowego, jak i oddziału (ZT) wojsk raketowych. Możliwości osłony (obrony) rozpatrywane są tak w stosunku do obiektów (rejonów), jak i kierunków operacyjno - powietrznych. Pierwszy przypadek dotyczy obrony typowo obiektowej, drugi zaś obrony strefowej.

Wskaźnikami możliwości osłony (obrony) pododdziału raketowego są:

- powierzchnia osłony;
- sektor osłony;

- front osłony.

Możliwości osłony (obrony) oddziału (ZT) WR SP zależą przede wszystkim od składu oraz typów przeciwlotniczych zestawów raketowych (PZR) będących na jego uzbrojeniu.

Wskaźnikami charakteryzującymi możliwości oddziału (ZT) w zakresie osłony obiektu (grupy obiektów, kierunku powietrznego, wojsk) są:

- ◆ wielkość promienia osłony;
- ◆ wielkość osłanianego sektora przed rubieżą wykonania zadania bojowego przez ŚNP przeciwnika, przy danej wielkości promienia osłony;
- ◆ długość ciągłej rubieży osłony (szerokość frontu, pasa osłony).

Każdy PZR posiada ściśle określone możliwości przestrzenne, charakteryzowane przez strefę ognia. Ona to, charakteryzuje potencjalne odległości i wysokości strzelania zestawu raketowego.

Strefa ognia nazywa się *część strefy ostrzału (ostrzelania), w której granicach prawdopodobieństwo zniszczenia celu powietrznego jedną raketą nie jest mniejsze od zadanego prawdopodobieństwa*. Strefa ta charakteryzuje możliwości przeciwlotniczego zestawu raketowego w niszczeniu różnych celów powietrznych w określonych warunkach. Strefa ognia ma złożony kształt, ponieważ jest bryłą geometryczną. W celu uproszczenia analizy i przejrzystego zobrazowania strefy ognia korzysta się z pionowego i poziomego przekroju. Wymiary strefy ognia zestawu raketowego zależą od typu stosowanych rakiet, wybranej metody naprowadzania, typu i charakteru ostrzelanych celów oraz rodzaju przeciwdziałania radioelektronicznego.

Strefa ognia w płaszczyźnie poziomej charakteryzowana jest za pomocą następujących wskaźników:

- poziomą odległością do dalszej granicy (d_d);
- poziomą odległością „stożka martwego”, czyli do bliższej granicy (d_b);
- maksymalnym kątem kursowym (q_{max}).

Dalsza granica strefy ognia (d_d) jest to maksymalna odległość na której możliwe jest rażenie celu powietrznego. Zasadniczym czynnikiem określającym dalszą granicę strefy ognia jest zasięg sterowanego lotu rakiety. Rozróżnia się dalszą aktywną

granicę strefy ognia, którą wyznacza lot rakiety z pracującym silnikiem raketowym oraz dalszą pasywną granicę wyznaczoną bezwładnościowym lotem rakiety²¹.

Bliższa granica strefy ognia (d_b) jest to minimalna odległość na której możliwe jest niszczenie celu powietrznego. Granica ta określona jest odległością wprowadzenia rakiety na tor kinematyczny oraz dynamicznymi błędami naprowadzania. Odległość wprowadzenia rakiety na tor kinematyczny zależy głównie od długości odcinka niekierowanego lotu rakiety oraz dokładności wstrzelenia jej w środek sektora obserwacji stacji naprowadzania rakiet²².

Maksymalnym kątem kursowym nazywa się kąt leżący w płaszczyźnie poziomej zawarty pomiędzy kierunkiem na SNR a kursem celu.

Odległość pomiędzy dalszą i bliższą granicą strefy ognia mierzona wzdłuż kursu lotu celu nosi nazwę **głębokości strefy ognia**.

W płaszczyźnie pionowej natomiast wyróżnia się:

- górną granicę strefy ognia H_{max} ;
- dolną granicę strefy ognia H_{min} .

Górna granica strefy ognia (H_{max}) jest to maksymalna wysokość na której możliwe jest rażenie ŚNP przeciwnika. Granica ta określona jest stosunkiem przeciążeń rozporządzalnych do przeciążeń niezbędnych rakiety i konieczną głębokością tej strefy zapewniającą ostrzelanie celu określoną liczbą rakiet w serii.

Ze wzrostem wysokości przeciążenia niezbędne do utrzymania rakiety na torze kinematycznym zbliżają się do przeciążeń rozporządzalnych. Podczas sterowania rakietą na dużych wysokościach może dojść do tego, że wymagana krzywizna toru kinematycznego będzie większa od krzywizny, którą rakietę zdolna jest osiągnąć dzięki swym możliwościom manewrowym. Przekroczenie przeciążeń rozporządzalnych prowadzi do zwiększenia trudnych warunków do skompensowania błędów dynamicznych lub do utraty kierowania rakietą.

Dolna granica strefy ognia (H_{min}) jest to najmniejsza wysokość na której możliwe jest rażenie ŚNP przeciwnika. Ograniczenie strefy ognia uwarunkowane jest wpływem powierzchni ziemi (wody) na pracę środków radiolokacyjnych zestawu, a

²¹ R. Paradowski, Teoria strzelania przeciwlotniczymi rakietami kierowanymi. Skrypt, ASG WP, Warszawa 1985, s.71.

²² Tamże, s.71.

także możliwością uderzenia rakiety o powierzchnię ziemi (wody) przy wprowadzaniu jej na tor i w czasie naprowadzania na cel.

Aby spotkanie rakiety z celem nastąpiło w określonym punkcie strefy ognia, start rakiety powinien nastąpić nieco wcześniej, ponieważ należy uwzględnić prędkość lotu celu, jego możliwości manewrowe oraz czas lotu rakiety do punktu spotkania z celem. Dlatego też określono tzw. strefę startu.

Strefe startu zdefiniowano jako *część przestrzeni, w której powinien znajdować się cel powietrzny w momencie startu rakiety, aby jej spotkanie z celem nastąpiło w strefie ognia.*

Rozpatrując możliwości przestrzenne pododdziału raketowego (PZR) używa się również takiego pojęcia, jak strefa ostrzału. Pod pojęciem realnej **strefy ostrzału pododdziału raketowego** należy rozumieć *przestrzeń wokół stanowiska ogniowego (stanowiska startowego), w granicach którego zapewnione jest zniszczenie celu powietrznego przy realnych odległościach wykrywania.*

Wartości podstawowych wskaźników przestrzennych dla przeciwlotniczych zestawów raketowych, będących na wyposażeniu WR SP przedstawiono w tabeli 2.

TABELA 2²³

Możliwości przestrzenne przeciwlotniczych zestawów raketowych będących na wyposażeniu wojsk raketowych Sił Powietrznych

Typ PZR	d_d	d_b	H_{max}	H_{min}
S - 125 M	24 km	3,5 km	18 km	0,02 km
S - 75 M	43 km	7 km	30 km	0,1 km
S - 200 WE	240 km	17 km	41 km	0,3 km
KRUG - M1	50 km	7 km	23,5 km	0,25 km

W aktualnych realiach prowadzenia walki, możliwości te mogą być niewystarczające do skutecznej realizacji zadań bojowych przez pododdziały i oddziały (ZT) WR. Związane jest to przede wszystkim z zasięgiem środków rażenia przenoszonych

²³ Opracowanie własne na podstawie Vademecum o przeciwlotniczych zestawach raketowych, DW OPK, Warszawa 1990.

przez współczesne samoloty bojowe. Zasięgi te, jak wiadomo są coraz większe i bardzo często przekraczają odległość 100 km (np. kierowane bomby lotnicze, pociski przeciwradiolokacyjne). Stwarza to samolotom bojowym możliwość ich (środków rażenia) użycia bez wchodzenia w strefy ognia naziemnych środków rakietowych obrony powietrznej.

Nowoczesne zestawy rakietowe (zestawy III generacji) typu PATRIOT oraz S - 300 posiadają jednak takie możliwości przestrzenne, które pozwalają im na skuteczną walkę z ŚNP. Podstawowe dane możliwości przestrzennych wymienionych zestawów (systemów) zawiera tabela 3.

TABELA 3²⁴

Możliwości przestrzenne nowoczesnych przeciwlotniczych zestawów (systemów) przeciwlotniczych

Wyszczególnienie	PATRIOT	S - 300 PMU	S - 300 W
Zasięg maksymalny	72 km	90 km	100 km
Zasięg minimalny	3 km	5 km	6 km
Pułap maksymalny	24 km	27 km	30 km
Pułap minimalny	0, 06 km	0, 025 km	0, 025 km

1.4. MOŻLIWOŚCI WYKONANIA MANEWRU (MANEWROWE) WR SP

Manewr jest jedną z zasad sztuki wojennej zarówno w aspekcie operacyjnym, jak i taktycznym. Zgodnie z aktualnymi poglądami **manewrowość wyraża zdolność do sprawnego ruchu, stosownie do zaistniałej sytuacji taktycznej, w różnych warunkach terenowych i atmosferycznych. Warunkuje realizację sposobu (konceptji) walki o-partego na maksymalnym wykorzystaniu zdolności manewrowych pododdziałów**

²⁴ S. Miodek, Przeciwlotnicze zestawy rakietowe nowej generacji, AON, Warszawa 1996, s. 74.

*własnych i dezorganizowaniu manewru przeciwnika. Manewrowanie przeprowadza się w celu stworzenia (zrównoważenia) przewagi w decydującym miejscu i czasie lub uchylenia się od starcia w niekorzystnych warunkach.*²⁵

W wojskach raketowych SP pod pojęciem **manewru** należy rozumieć *zorganizowane i wcześniej zaplanowane przemieszczenie sił i środków, a także przecelowanie ognia raketowego zgodnie z zamiarem prowadzenia działań bojowych (walki).*

Najbardziej rozpowszechnionymi rodzajami manewru są: manewr pododdziałami, raketami oraz ogniem.

Pod pojęciem **manewru pododdziałami** należy rozumieć *zorganizowane i wcześniej zaplanowane ich przemieszczenie zgodnie z zamiarem prowadzenia działań bojowych w celu zajęcia przez nie dogodnego położenia w stosunku do przeciwnika powietrznego.*

Możliwości wykonania manewru (manewrowe) pododdziałami zależą przede wszystkim od możliwości taktyczno - technicznych sprzętu bojowego (PZR). Przeciętnie pododdziały raketowe SP dysponujące niezbędnymi środkami ciągu, mogą wykonać manewr na zapasowe stanowisko startowe (odległość 10 - 15 km) w ciągu 6,5 do 8,5 godziny, przy czym najbardziej czasochłonne czynności związane są ze zwijaniem, a następnie rozwijaniem przeciwlotniczego zestawu raketowego (tabela 11).

Podstawowym wskaźnikiem charakteryzującym możliwości wykonania manewru pododdziałami jest czas manewru.

Manewr raketami należy traktować jako *podział zapasów rakiet dla pododdziałów, oddziałów i związków taktycznych (ZT) wojsk raketowych z uwzględnieniem ich potrzeb oraz intensywności działań bojowych (walki).*

Różna intensywność prowadzenia walki przez różne pododdziały raketowe prowadzi do konieczności manewru raketami podczas prowadzenia działań bojowych i w przerwach między nalotami. Manewr ten może być wykonywany między bateriami w pododdziale raketowym lub między pododdziałami (dywizjonami). Manewr między pododdziałami raketowymi może być prowadzony kosztem pododdziałów, które w mniejszym stopniu lub w ogóle nie uczestniczą w walce (odpieraniu uderzeń). Do manewru w zasadzie wykorzystuje się rakietę będącą w położeniu transportowym. Po

²⁵ Regulamin działań taktycznych. Cz. II. (pododdziały), Sztab Generalny, Warszawa 1994, s. 13.

dostarczeniu ich do nowego pododdziału muszą być wykonane podstawowe prace takie jak: wymiana heterodyn, kluczy kodowych, napełnienie paliwem i utleniaczem, podłączenie złącz mechanizmu zabezpieczająco - wykonawczego (MZW) itp. Manewr raketami może być również wykonany między pododdziałami technicznymi (dywizjonami technicznymi).

W tym przypadku manewr może być prowadzony zarówno gotowymi do strzelania raketami jak i raketami utrzymywanymi w stanie długotrwałego przechowywania.

Manewr ogniem należy rozumieć jako *przenoszenie ognia wzdłuż lub w głąb frontu ugrupowania bojowego WR z zadaniem niszczenia celów powietrznych w czasie walki*. Manewr ten polega na ześrodkowaniu ognia dwóch lub więcej pododdziałów raketowych w celu zwalczania jednego celu lub podziale ognia na różne cele, jeżeli ich kursy przecinają strefę ognia kilku sąsiadujących ze sobą pododdziałów. Manewr ogniem może odbywać się tylko w granicach strefy ognia.

Z punktu widzenia praktycznej realizacji wymienionych rodzajów manewru można stwierdzić, że najmniejsze kłopoty (problemy) w jego realizacji powinien sprawiać manewr ogniem. Najtrudniejszy natomiast do wykonania jest manewr pododdziałami. Przyczyn tego stanu rzeczy jest wiele, przede wszystkim wynika to z charakterystyk taktyczno - technicznych sprzętu bojowego (PZR), będącego aktualnie na wyposażeniu wojsk raketowych. Za wyjątkiem PZR KRUG pozostałe zestawy raketowe nie należą do manewrowych, a można wręcz powiedzieć, że są to zestawy typowo stacjonarne.

1.5. MOŻLIWOŚCI ZABEZPIECZENIA W RAKIETY WR SP

Realizacja zadań ogniowych w znacznym stopniu zależy od ilości gotowych do strzelania raket będących na stanowiskach pododdziałów raketowych. Zasadniczym zadaniem pododdziałów technicznych (dywizjonów, baterii i plutonów technicznych) jest nagromadzenie na stanowiskach pododdziałów raketowych niezbędnej liczby, gotowych do strzelania raket oraz ich uzupełnianie podczas działań bojowych (walki) zgodnie z aktualnymi potrzebami. Liczba raket na stanowiskach pododdziałów raki-

towych w dowolnym czasie powinna przewyższać możliwy ich rozchód. Jeżeli warunek ten jest spełniony to można powiedzieć, że zapewniona jest realizacja potencjalnych możliwości ogniowych ZT (oddziałów) wojsk raketowych.

Możliwości zabezpieczenia w rakiety to zdolność pododdziałów, oddziałów, ZT WR SP do przechowywania, przygotowywania i dostarczania na stanowiska startowe raket gotowych do strzelania. Możliwości te zależą od:

- posiadanego zapasu raket;
- przyjętego systemu urzutowania zapasów raket;
- przyjętych warunków utrzymania raket;
- wydajności potoków technologicznych;
- rodzaju i ilości środków transportowych oraz stanu dróg dowozu raket.

Możliwości zabezpieczenia w rakiety charakteryzowane są czasem zgromadzenia zadanej liczby gotowych do strzelania raket (T_Z).

W zależności od stopnia gotowości do bojowego użycia, wyróżnia się trzy stany przechowywania raket : długotrwałe przechowywanie, pośrednia gotowość oraz pełna gotowość.

Pierwszy z wymienionych stanów (stan długotrwałego przechowywania) charakteryzuje się tym że, rakiety i elementy potrzebne do ich kompletowania przechowywane są oddzielnie w opakowaniach fabrycznych na odkrytych płaszczyznach lub w ukryciach, bądź też bez opakowania na podkładkach w ogrzewanych magazynach. Drugie stopnie raket nie są uzbrojone w ładunki bojowe i nie napełnione powietrzem oraz składnikami paliwa (stosownie do typu raket).

W stanie pośredniej gotowości rakiety mogą być przechowywane w magazynach (na podstawkach, na pojazdach PS - 6R, na STZ, na wózkach piętrowych) lub otwartej przestrzeni (w opakowaniu fabrycznym tzw.tary) - przykryte pokrowcami. Rakiety są częściowo lub w pełni zmontowane, uzbrojone ładunkami bojowymi oraz pironabojami i w przypadku raket 20 DP i 20 DSU (PZR S - 75M „Wołchow”) nie napełnione paliwem²⁶. W gotowości tej, rakiety mogą być przechowywane z napełnio-

²⁶Rakiety 5 W27U i 5 W27D (zestaw S - 125 M) posiadają zarówno w części startowej jak marszowej silniki napędzane paliwem stałym, tzw. łaskami prochowymi.

nymi powietrzem zbiornikami kulistymi, lub też nie. Ze względów eksploatacyjnych jednak zaleca się napełnienie ich minimalną ilością powietrza.

W stanie pełnej gotowości bojowej rakiety utrzymuje się na wyrzutniach, STZ lub na specjalnych stojakach. Rakiety są zmontowane, uzbrojone i napełnione powietrzem oraz paliwem. Wszystkie urządzenia pirotechniczne są podłączone. Liczba rakiet przechowywanych w tym stanie zapewnia wysoką gotowość bojową, ale jednocześnie powoduje skrócenie okresu eksploatacyjnego rakiet. Najbardziej racjonalnym stanem ich przechowywania jest stan pośredniej gotowości. Przechowywanie rakiet w ogrzewanych magazynach zapewnia ich maksymalne okresy eksploatacyjne, jak również skrócenie czasu przygotowania do użycia bojowego.

W celu skrócenia czasu gromadzenia gotowych rakiet bojowych w pododdziałach raketowych należy w jak największym stopniu przybliżyć miejsca przechowywania zapasów rakiet do stanowisk pododdziałów raketowych.

Terminowe zaopatrzenie pododdziałów w rakiety osiąga się przez:

- wysoki stopień wyszkolenia obsługi technicznych;
- utrzymanie sprzętu technologicznego i środków transportowych w ciągłej gotowości bojowej;
- zgromadzenie we właściwym czasie zapasu rakiet, raketowych materiałów napędowych (RMN) oraz kompletów części zamiennych;
- utrzymywanie rakiet w gotowości do elaboracji (montażu, zbrojenia, napełnienia) bez potrzeby sprawdzania ich aparatury pokładowej;
- wybór i przygotowanie zasadniczych i zapasowych dróg dowozu rakiet oraz położonych stanowisk technicznych.

Na czas elaboracji rakiet, a więc i na łączny czas zgromadzenia wymaganego ich zapasu duży wpływ mają grupy gotowości rakiet. One bowiem decydują o tym, czy w czasie elaboracji rakiety w potoku technologicznym muszą być sprawdzane przez RSKP (Ruchoma stacja kontrolno - pomiarowa) i ewentualnie w jakim zakresie. Wy różnia się trzy grupy gotowości rakiet:

1. G1G;
2. G2G;

3. G3G.

Rakiety utrzymywane w G1G nie wymagają w ogóle sprawdzeń aparatury pokładowej przez RSKP. Znajdują się one w G1G, jeżeli od ostatniego pełnego sprawdzenia upłynęło nie więcej niż 6 miesięcy \pm 10 dni.

Rakiety w G2G wymagają kompleksowych sprawdzeń aparatury pokładowej przez RSKP. Rakiety kwalifikują się do G2G, jeśli od ostatniego kompleksowego sprawdzenia upłynęło 6 miesięcy \pm 10 dni.

Rakiety w G3G wymagają sprawdzeń pełnych. Znajdują się w G3G, jeżeli od ostatniego pełnego sprawdzenia upłynęło:

- powyżej 2 lat \pm 1 miesiąc dla rakiet w stanie długotrwałego przechowywania w magazynie ogrzewanym;
- powyżej 1 roku \pm 1 miesiąc dla rakiet na wyrzutni lub samochodzie transportowo - załadowczym (STZ) będących na stanowisku startowym;
- po przetransportowaniu na odległość powyżej 200 km.

Najnowsze przeciwlotnicze zestawy (systemy) raketowe PATRIOT, S - 300 PMU, S - 300W posiadają rakiety, które nie wymagają praktycznie żadnej obsługi technicznej. Rakiety te jak wiadomo przechowywane są w metalowych, hermetycznych pojemnikach, będących jednocześnie pojemnikami startowymi (tzw. kontenery transportowo - startowe). Dzięki temu rakiety mogą być składowane i eksploatowane, bez przeglądów technicznych przez okres 10 lat (dotyczy to zarówno zestawu S -300, jak i PATRIOT).

W przypadku przeciwlotniczego systemu raketowego S - 300 czynności pododdziałów technicznych (baterii technicznych) skupiają się głównie do zaopatrywania pododdziałów raketowych. Dlatego też do głównych zadań baterii technicznej należy dowóz rakiet bezpośrednio z autonomicznych środków transportowych (KRAZ -260W) lub też z baz zaopatrzenia, w których rakiety rozmieszczone są na specjalnych stanowiskach.

1.6. MOŻLIWOŚCI OSIĄGANIA GOTOWOŚCI BOJOWEJ WR SP

Pod pojęciem **gotowości bojowej** należy rozumieć stopień przygotowania wojsk do wykonywania przydzielonych im zadań bojowych. Tak więc można stwierdzić, że w odniesieniu do wojsk raketowych gotowość bojowa, to ciągła zdolność ich pododdziałów, oddziałów i ZT do terminowego rozpoczęcia walki i wykonania zadania bojowego.

Zdolność bojowa pododdziałów i oddziałów (ZT) WR SP określana jest jako ich zdolność do prowadzenia działań bojowych ze skutkiem wykonania zadania. Zależy ona od wyposażenia pododdziałów i oddziałów (ZT), wyszkolenia stanów osobowych, rodzaju i natężenia działań bojowych (walki), wielkości poniesionych strat oraz możliwości ich szybkiego odtworzenia.

Jednym z najistotniejszych problemów związanych z gotowością bojową jest terminowe przystąpienie pododdziałów, oddziałów (ZT) WR do walki. Możliwe jest to tylko wtedy, kiedy czas dolotu środków napadu powietrznego przeciwnika jest dłuższy lub przynajmniej równy czasowi niezbędnemu (wymaganemu) na osiągnięcie gotowości do otwarcia ognia i ostrzelania celów powietrznych.

Czas dolotu ŚNP przeciwnika jest to czas liczony od momentu wykrycia tych środków przez wysunięte pododdziały radiotechniczne do chwili wejścia ich w strefę ognia oddziału (ZT) lub pododdziału raketowego. Maksymalna odległość wykrycia ŚNP przeciwnika jest jednym z czynników wyznaczających czas dolotu.

Do warunków korzystnie wpływających na utrzymanie w oddziale (ZT) wysokiego poziomu gotowości bojowej należy:

- przestrzeganie zasady rozwijania ugrupowania bojowego w czasie pokoju (przed rozpoczęciem nalotu);
- kompletowanie na odpowiednim poziomie stanów osobowych, sprzętu bojowego oraz uzbrojenia;
- realne kalkulowanie norm czasowych osiągania wyższych stanów gotowości bojowej (WSGB) w oparciu o czas dolotu środków napadu powietrznego przeciwnika;

- utrzymanie sprzętu bojowego, pomocniczego oraz uzbrojenia w stanie wysokiej sprawności technicznej i gotowości do ich użycia;
- utrzymanie wysokiego poziomu wyszkolenia i dyscypliny wśród żołnierzy i kadry.

W zależności od czasu dolotu ŚNP przeciwnika wyróżnia się dwa sposoby osiągnięcia gotowości do startu rakiet: **przyspieszony** oraz **normalny**. Pierwszy z wymienionych sposobów stosuje się wówczas, gdy czas dolotu jest nie dłuższy niż 6 minut. W pozostałych przypadkach osiągnięcie gotowości odbywa się sposobem normalnym. Czasy osiągnięcia gotowości przedstawiono w tabeli 4.

TABELA 4²⁷

Normy czasowe osiągnięcia gotowości bojowej dla pododdziałów raketowych WR SP

Typ przeciwlotniczego zestawu raketowego	Czas osiągnięcia gotowości nr 1 (w minutach) w zależności od sposobu włączenia i źródeł zasilania, z gotowości bojowej nr 2:			
	sposób normalny		sposób przyspieszony	
	sieć przemysłowa	autonomiczne zespoły prądotwórcze	sieć przemysłowa	autonomiczne zespoły prądotwórcze
S -75 M	6	11	4	5
S -125 M	5	8	4	5
S - 200WE	8	10	6	8
KRUG - M1	6,5	5,5	5,5	4,5

Przyspieszony sposób osiągnięcia gotowości do startu rakiet polega na:

- forsownym włączeniu autonomicznych zespołów prądotwórczych;
- włączeniu stacji naprowadzania rakiet (SNR) do pracy z przeprowadzeniem skróconej kontroli funkcjonowania;
- włączeniu dyżurnych rakiet na przygotowanie z chwilą włączenia zasilania wyrzutni.

Wskaźnikiem charakteryzującym możliwości osiągnięcia gotowości bojowej jest czas osiągnięcia gotowości bojowej przez pododdział, oddział (ZT) WR SP.

²⁷ Instrukcja organizacji i pełnienia dyżurów bojowych przez Wojska Obrony Powietrznej Kraju, Wojska Lotnicze oraz siły i środki Marynarki Wojennej, Szt. Gen. Warszawa 1989, s. 51.

2. METODYKA OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH WR SP

W ogólnym ujęciu **metodyka** definiowana jest jako *zbiór zasad dotyczących sposobów postępowania przy wykonywaniu pewnej pracy lub zmierzających do osiągnięcia danego celu*²⁸. Z definicji tej wynika, że metodyka odnosi się do działalności praktycznej. Tak więc zasadniczą treścią tego rozdziału jest określenie podstawowych zasad, norm postępowania, których należy przestrzegać, aby uzyskiwane w procesie określania możliwości bojowych wyniki stanowiły podstawę do podjęcia umotywowanej, racjonalnej decyzji.

Określenie możliwości bojowych jest zadaniem tak złożonym jak złożona jest walka w jej powietrznym wymiarze. Dlatego też do rozwiązywania zadań operacyjno-taktycznych stosuje się coraz bardziej skomplikowane metody matematyczne wykorzystując do tego celu również i technikę mikrokomputerową.

Proces określania możliwości bojowych pododdziału, oddziału (ZT) WR SP jest jednym z najważniejszych elementów oceny sytuacji prowadzonej w sztabie oddziału (ZT) podczas przygotowania do działań bojowych. Jego celem jest określenie prognozytycznych rezultatów walki z ŚNP przeciwnika i na tej podstawie poszukiwanie najlepszych lub chociażby zadowalających sposobów osiągnięcia założonych celów walki. Tak więc określanie możliwości bojowych pododdziału raketowego, oddziału (ZT) powinno sprowadzać się do ustalenia w jakim stopniu może on wykonać postawione zadanie bojowe. Znaczenie tego problemu wynika przede wszystkim z faktu, że zadania bojowe bez względu na szczebel organizacyjny (dowodzenia) powinny być stawiane zgodnie z możliwościami bojowymi (na miarę możliwości) ich wykonawców.

Realizatorami tego procesu są oficerowie wydziału operacyjnego, od wiedzy i doświadczenia których zależy w głównej mierze wiarygodność uzyskiwanych wyników. Wspomniana wiedza i doświadczenie z jednej strony, a z drugiej czas, są tymi czynnikami, które wpływają na wybór jednej z metod określania możliwości bojowych. Określanie możliwości bojowych jest czynnością złożoną i wymaga od oficerów wydziału operacyjnego znajomości:

²⁸ Leksykon PWN, Warszawa 1973, s. 699.

- a) potencjalnego przeciwnika powietrznego, jego możliwości i sposobów działania (taktyki);
- b) taktyczno - technicznych parametrów własnego sprzętu bojowego, jego zasad użycia bojowego, możliwości systemów dowodzenia (kierowania), odporności na zakłócenia radioelektroniczne przeciwnika;
- c) znajomości stosowanych metod określania możliwości bojowych - tradycyjnych i z wykorzystaniem techniki mikrokomputerowej - oraz posiadanie przez oficerów sztabu odpowiednich umiejętności i nawyków w praktycznym posługiwaniu się nimi w pracy sztabowej.

Niniejsze opracowanie zawiera opis tylko wybranych metod określania możliwości bojowych (głównie ogniowych). Spośród wielu, zaprezentowano tylko te metody, które zdaniem autora mogą być najbardziej pomocne w rozwiązywaniu zadań operacyjno - taktycznych.

2.1. METODY OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH WR SP

Etymologicznie pojęcie metoda wywodzi się z greckiego słowa „*meta hodos*”, co oznacza *drogę prowadzącą do celu, posuwanie się, podążanie za kimś, ściganie go lub śledzenie*. Profesor Kotarbiński na przykład definiuje metodę jako *sposób systematycznie stosowany, przy czym sposób oznacza tok jakiegoś działania, a więc skład i układ jego studiów*. Zwraca przy tym uwagę na powtarzalność toku postępowania oraz potrzebę jego modyfikowania i adaptowania do sytuacji czy problemu, który rozwiązujemy.

W naukach wojskowych przyjmuje się definicję określającą metodę jako *sposób postępowania, świadomy i powtarzalny wybór działania, bądź też sposób wykonania danego zadania praktycznego lub rozwiązania problemu naukowego*.

W odniesieniu do omawianego problemu stwierdza się, że istnieje wiele metod, umożliwiających określanie możliwości bojowych, a szczególnie ogniowych. Wybór właściwej metody zależy przede wszystkim od postawionego zadania, kwalifikacji specjalistów (oficerów), możliwości zastosowania techniki mikrokomputerowej, wymagań dotyczących dokładności tych obliczeń oraz czasu.

Stosowane obecnie metody określania możliwości ogniowych związane są ściśle z rozwojem matematyki, a szczególnie takich jej działów jak: teoria prawdopodobieństwa, teoria gier, teoria masowej obsługi, statystyki oraz szeregu innych. Do najbardziej popularnych metod określania możliwości ogniowych zalicza się metodę analityczną (często zwaną również kalkulacyjną lub najprostszą) oraz metodę grafoanalityczną.

2.2.1. Metoda analityczna (kalkulacyjna)

Metoda analityczna (kalkulacyjna) niezależnie od stopnia zaawansowania wykorzystywanej techniki, zapewnia głównie liczbową ocenę możliwości ogniowych, a prognozowane na jej podstawie rezultaty mają charakter oceny przybliżonej. Metoda analityczna jest aparatem wykorzystywanym przez specjalistów wojskowych do rozwiązywania zadań operacyjno - taktycznych. W praktycznej działalności sztabów oddziałów (ZT) spotykamy się głównie z określaniem możliwości ogniowych, które utożsamiane są z wielkością strat zadanych przeciwnikowi powietrznemu (liczba zniszczonych celów). Jest to pośrednia ocena efektywności obrony obiektów przy założeniu, że wzrost strat zadanych przeciwnikowi powoduje zmniejszenie strat bronionych obiektów. Od dłuższego już czasu metoda analityczna (kalkulacyjna) jest najbardziej znaną i rozpowszechnioną w wojskach raketowych Sił Powietrznych, metodą określania możliwości ogniowych. Oparta jest głównie na rachunku prawdopodobieństwa.

2.1.2. Metoda grafoanalityczna

Metoda grafoanalityczna tak samo, jak opisana wcześniej metoda analityczna (kalkulacyjna) oparta jest na prawach matematyki. Łączy w sobie zarówno elementy graficzne, jak i obliczenia matematyczne. Jej istota wyraża się w bardziej szczegółowej, niż w metodzie analitycznej ocenie czynnika czasu, co w praktyce polega na określaniu liczby ostrzelanych celów poprzez kolejne analizowanie możliwości ostrzelenia każdego celu w nalocie. Metoda ta umożliwia określanie liczby strzelań pododdziałów raketowych w stosunku do rubieży wykonania uderzenia przez ŚNP na te

pododdziały (R_{WZP}) oraz rubieży wykonania zadania w stosunku do zasadniczych obiektów ich uderzeń (R_{WZO}). Jest to bardzo ważny element, który nie posiada odwzorowania w metodzie analitycznej (kalkulacyjnej), gdzie liczbę strzelań określa się nie uwzględniając tych rubieży. Metoda grafoanalityczna uwzględnia również przeciwdziałanie ze strony przeciwnika powietrznego. Dzięki temu umożliwia ona uzyskiwanie wyników bardziej zbliżonych do realnych, a więc takich, jakie mógłby uzyskać dany pododdział, oddział (ZT) w walce z ŚNP przeciwnika.

2.1.3. Metoda oparta na teorii masowej obsługi

Do określania możliwości ogniowych wykorzystywana jest również metoda oparta na teorii masowej obsługi. Właściwe zrozumienie istoty tej metody wymaga krótkiego wprowadzenia z zakresu teorii masowej obsługi.

Przez pojęcie **systemu obsługi** należy rozumieć *zbiór elementów (stanowisk obsługi) o określonych możliwościach i właściwościach (cechach) wraz z relacjami między tymi elementami*²⁹. System obsługi przeznaczony jest do zaspokajania szeroko rozumianych potrzeb. Potrzeby te mogą dotyczyć obsługi klientów, remontu sprzętu technicznego, przesyłania meldunków w sieciach łączności, jak również zwalczania celów powietrznych wchodzących w strefy ognia pododdziałów raketowych (środków ogniowych) itp.

Systemy obsługi mogą być jednokanałowe i wielokanałowe. W pierwszym przypadku napływające zgłoszenia (jednostki) są obsługiwane kolejno, względnie na podstawie ustalonego priorytetu. Jeżeli kanał obsługi jest zajęty, to napływające jednostki tworzą kolejkę. W drugim wypadku jednostki oczekują w kolejce tylko wtedy, gdy wszystkie kanały są zajęte.

Ze względu na rodzaj urządzeń wchodzących w skład systemu obsługi można wyróżnić systemy:

- jednorodne;

²⁹Cz. Gozdecki., Zawada.E.T, Wybrane metody statystyczne w prognozowaniu wojskowym, Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa 1978, s. 216.

- niejednorodne.

Systemem jednorodnym jest na przykład system (ugrupowanie bojowe) oddziału (ZT) wojsk raketowych SP, w którego skład wchodzi pododdziały raketowe (środki ogniowe) jednego typu. W praktyce jednak mamy do czynienia z systemami niejednorodnymi (składającymi się z różnych typów środków ogniowych).

Sam proces obsługi w systemie może składać się z kilku faz. System o takich cechach nazywany jest **wielofazowym**. System wojsk raketowych SP należy traktować jako wielofazowy, ponieważ cele powietrzne są najpierw wykrywane i śledzone przez stacje radiolokacyjne (**pierwsza faza**), następnie na podstawie danych z rozpoznania radiolokacyjnego na stanowiskach dowodzenia oddziału (ZT) analizuje się sytuację powietrzną, ocenia się możliwości pododdziałów i podejmuje decyzję do zwalczania ŚNP przeciwnika (**druga faza**). Zwalczanie celów powietrznych przez pododdziały raketowe stanowi **trzecią fazę obsługi**.

Systemy obsługi masowej można podzielić na:

- * systemy obsługi ze stratami, których najważniejszą charakterystyką jest prawdopodobieństwo odmowy obsługi;
- * systemy obsługi bez strat, których najważniejszą charakterystyką jest oczekiwana liczba długości serii;
- * systemy typu mieszanego, dla których charakterystyki mogą być wykorzystywane oba powyższe kryteria.

W systemie ze stratami każda nowo przybyła jednostka nie czeka w kolejce na obsługę, lecz opuszcza go nie będąc obsłużona. Przykładem takiego systemu jest system oddziału (ZT) WR SP. Cele nie wykryte przez środki radiolokacyjne i nie ostrzeżone przez środki ogniowe pokonują strefę obrony powietrznej (raketowej) i przenikają w głąb terytorium.

Przeciwieństwem systemu masowej obsługi ze stratami jest system z nieograniczonym czasem oczekiwania. Przybywające jednostki oczekują na obsługę dopóty, dopóki nie zwolni się któryś z kanałów obsługi.

Systemy z ograniczonym czasem oczekiwania zajmują położenie pośrednie. Przybywające jednostki oczekują na obsługę tylko przez pewien czas, po którym jeśli nie są obsłużone, opuszczają system.

Celem prognozowania jest badanie relacji, jakie mogą zachodzić między strumieniami zgłoszeń wchodzących i wychodzących oraz przewidywanie ujemnych skutków w wypadku niekorzystnego ich kształtowania się i na tej podstawie podjęcia odpowiednich decyzji. Opracowana prognoza ma za zadanie służyć doskonaleniu istniejącego systemu obsługi i planowaniu jego rozwoju.

W praktyce najczęściej można spotkać strumienie zgłoszeń charakteryzujące się następującymi właściwościami:

- 1) prawdopodobieństwo tego, że w małym odstępie czasu wpłynie do systemu więcej niż jedno zgłoszenie, jest nieskończenie małe, czyli w dowolnej chwili przybywa do systemu nie więcej niż jedno zgłoszenie;
- 2) liczba zgłoszeń w przedziale czasowym $(0, t)$ zależy od długości tego przedziału, lecz nie zależy od liczby zgłoszeń w poprzednich przedziałach;
- 3) prawdopodobieństwo napływu określonej liczby zgłoszeń w ciągu pewnego odstępu czasu zależy nie od tego, jaką chwilę przyjęto za początkową, lecz od długości przedziału.

Strumień zgłoszeń mający te trzy właściwości nazwany został prostym strumieniem Poissona.

Prawdopodobieństwo nadejścia dokładnie k ($k = 1, 2, 3, \dots, n$) zgłoszeń w czasie $(0, t)$ dla prostego strumienia Poissona wyraża się wzorem:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda \cdot t)^k}{k!} e^{-\lambda t} \quad [1]$$

gdzie:

λ - jest intensywnością strumienia zgłoszeń.

Jeśli nie uwzględnia się parametru t , to funkcja P_k zależec będzie tylko od intensywności strumienia λ . Parametr λ równy jest wartości przeciętnej liczby zgłoszeń nadchodzących do systemu obsługi w ciągu jednostki czasu. Wartość przeciętna liczby zgłoszeń napływających do systemu w przedziale $(0, t)$ wyniesie:

$$E_t(k) = \lambda \cdot t \quad [2]$$

A zatem wartość przeciętną liczby zgłoszeń w ciągu jednostki czasu otrzymuje się z wyrażenia $E_t(k)$ dla $t=1$, która wynosi $E_t(k) = \lambda$.

Średni czas, jaki upłynie między dwoma kolejnymi zgłoszeniami wyraża się wzorem:

$$t_1 = \frac{1}{\lambda} \quad [3]$$

Prawdopodobieństwo, że w czasie t do systemu nadejdzie co najmniej jedno zgłoszenie, jest równe:

$$W(t) = 1 - P_0(t) \quad [4]$$

gdzie $P_0(t)$ oznacza, że do systemu nie wpłynęło żadne zgłoszenie.

Czas obsługi jest bardzo ważnym parametrem charakteryzującym możliwość systemu i zależy od charakteru zgłoszeń oraz możliwości stanowisk obsługi. W związku z tym, że czas jest zmienną losową, można opisać go za pomocą dystrybuanty:

$$F(t) = P\{s < t\}, \quad (t \geq 0)$$

gdzie: s - czas obsługi.

Funkcja $F(t)$ określa prawdopodobieństwo, że czas obsługi s będzie mniejszy od z góry określonego t . Dystrybuanta wykładniczego czasu obsługi $f(t)$ ma postać:

$$F(t) = 1 - e^{-bt} \quad [5]$$

gdzie:

b - intensywność obsługi, $\frac{1}{b}$ jest średnim czasem obsługi (wartością średnią czasu obsługi).

Jeżeli do systemu obsługi wpływa prosty strumień zgłoszeń o intensywności λ , oznacza to, że prawdopodobieństwo nadejścia dokładnie k zgłoszeń w czasie t wynosi:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda \cdot t)^k}{k!} e^{-\lambda t} \quad [6]$$

Współczynnik obciążenia systemu oblicza się ze wzoru:

$$f = \frac{\lambda}{b} \quad [7]$$

Średnią liczbę zgłoszeń oczekujących na obsługę w czasie t (łącznie z obsługiwanym zgłoszeniem) oblicza się na podstawie wzoru:

$$E_0 = (\lambda - b) \cdot t \quad [8]$$

Prawdopodobieństwo, że w systemie obsługi i stanowisk spośród m będzie zajętych, wyraża się wzorem:

$$P(i) = \frac{\frac{c^i}{i!}}{1 + \frac{c}{1!} + \frac{c^2}{2!} + \dots + \frac{c^m}{m!}} \quad [9]$$

gdzie:

$$c = \lambda \frac{1}{b}$$

Prawdopodobieństwo, że w systemie obsługi wszystkie stanowiska będą zajęte, wyraża się wzorem:

$$P(m) = \frac{\frac{c^m}{m!}}{1 + \frac{c}{1!} + \frac{c^2}{2!} + \dots + \frac{c^m}{m!}} \quad [10]$$

Prawdopodobieństwo, że w systemie obsługi wszystkie stanowiska będą wolne, wyraża się wzorem:

$$P(0) = 1 - \prod_{i=1}^m P(i) \quad [11]$$

Możliwość zastosowania metody teorii masowej obsługi do określania możliwości ogniowych oddziału (ZT) WR SP ograniczona jest wieloma warunkami. Do najważniejszych z nich należy zaliczyć:

- ◆ odpowiednią długość nalożu ŚNP przeciwnika przy zachowaniu średniej określonej gęstości wchodzenia celów w strefy ognia pododdziałów raketowych;
- ◆ w ugrupowaniu bojowym oddziału (ZT) są pododdziały jednego typu;
- ◆ wszystkie pododdziały raketowe uczestniczą w odpieraniu uderzenia ŚNP przeciwnika.

Przedstawione warunki w znacznym stopniu ograniczają możliwości praktycznego jej zastosowania. Dlatego też nie można zaliczyć jej do metod uniwersalnych.

2.2. OCENA PRZECIWNIKA POWIETRZNEGO DLA OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH WR SP

Ocena przeciwnika powietrznego prowadzona podczas przygotowania działań bojowych polega na wszechstronnym rozpoznaniu i ustaleniu miejsca bazowania ŚNP, składu i możliwości przeciwnika powietrznego oraz określeniu wariantów możliwych nalotów (uderzeń) na bronione obiekty i elementy ugrupowania bojowego oddziału lub ZT WR SP.

Podstawą do oceny przeciwnika powietrznego w oddziale (ZT) WR SP stanowią następujące dane wyjściowe:

- rozmieszczenie, liczba i typy ŚNP przeciwnika, gotowość ich użycia i możliwości bojowe na danym prawdopodobnym kierunku działań;
- liczba i typy ŚNP przeciwnika przewidywane do użycia na bronione obiekty, natężenie nalotu, rodzaje możliwych zakłóceń oraz prawdopodobne (możliwe) taktyczne sposoby walki.

Ocena przeciwnika powietrznego ma bardzo duże znaczenia w procesie określania możliwości bojowych pododdziałów, oddziałów (ZT) wojsk raketowych. Wynika to przede wszystkim z faktu, że obliczone możliwości bojowe (ogniowe) posiadają wartość decyzyjną tylko wtedy, gdy określone są w stosunku do przyjętego, prawdopodobnego wariantu uderzenia ŚNP przeciwnika. Wnioski uzyskane z oceny przeciwnika są podstawowymi danymi wyjściowymi w procesie określania możliwości bojowych (ogniowych).

Prognozowanie liczby samolotów na obiekty uderzenia można określić korzystając z dwóch zależności:

1.

$$N = \frac{N_{polig} \cdot 100}{(30do60)} \quad [12]$$

gdzie:

N - prognozowana liczba ŚNP mających wykonać uderzenie na obiekt;

N_{polig} - liczba według normy samolotów przeciwnika do zniszczenia obiektu.

Liczba w mianowniku (30 do 60) bierze się stąd, że do zniszczenia obiektu i wybranych elementów ugrupowania bojowego ZT wojsk raketowych przeciwnik powietrzny wydziela z reguły 30 do 60 % stanu sił uczestniczących w uderzeniu. Wielkość tą określono na podstawie wniosków z minionych konfliktów i wojen lokalnych.

2.

$$N = \frac{\log(1 - P_{zad})}{\log(1 - P_w \cdot P_1)} \quad [13]$$

gdzie:

P_{zad} - założone prawdopodobieństwo zniszczenia;

P_1 - prawdopodobieństwo zniszczenia obiektu jednym samolotem;

P_w - prawdopodobieństwo dolotu samolotu do obiektu³⁰.

Czas dolotu ŚNP przeciwnika określa się oddzielnie dla każdego kierunku zagrożenia, według następującego wzoru:

$$T_{dolot} = \frac{D_w - d_d}{V_c} \quad [14]$$

gdzie:

T_{dolot} - czas dolotu ŚNP przeciwnika do obiektów uderzeń;

D_w - odległość strefy ognia pododdziału raketowego od rubieży wykrycia celu przez wysunięte pododdziały radiotechniczne;

d_d - pozioma odległość do dalszej granicy strefy ognia pododdziału raketowego;

V_c - prędkość lotu celu powietrznego.

Możliwe natężenie nalotu (G_n) ŚNP określa się dla każdego kierunku (trasy) z zależności:

$$G_n = \frac{N_c}{t_n} \quad [15]$$

gdzie:

G_n - natężenie nalotu ŚNP przeciwnika;

N_c - przewidywana liczba środków napadu powietrznego z danego kierunku uderzenia;

³⁰ Metodyka wypracowania decyzji i wzory dokumentów bojowych wojsk raketowych OPK, DW OPK, Warszawa 1982, s. 29.

t_n - średni czas nalotu.

Średni czas nalotu (uderzenia) przeciwnika powietrznego można określić z zależności:

$$t_n = K \left(\sum_{i=1}^n \frac{L}{V_c} + \sum_{j=0}^{n-1} \frac{S}{V_c} \right) \quad [16]$$

gdzie:

t_n - średni czas nalotu przeciwnika;

K - współczynnik równy 1,25;

n - liczba grup ŚNP na danym kierunku uderzenia;

L - głębokość urzutowania danej grupy ŚNP (odległość od samolotu prowadzącego do zamykającego w grupie);

V_c - prędkość ŚNP w rejonie działań bojowych;

S - odległość między kolejnymi grupami środków napadu powietrznego w nalocie (od samolotu zamykającego poprzedzającej do prowadzącego w kolejnej grupie).

Szerokość pasa uderzenia (L_n) przeciwnika z danego kierunku (trasy) wylicza się, korzystając ze wzoru:

$$L_n = \sum_{i=1}^m l_i + \sum_{j=0}^{m-1} l_j \quad [17]$$

gdzie:

m - liczba grup środków napadu powietrznego;

l_i - szerokość frontu i - tej grupy ŚNP;

l_j - odstęp między grupami ³¹.

Odległość od rubieży wykonania zadania (RWZ)³² do granicy obiektu zależy od wysokości i prędkości lotu celu powietrznego oraz rodzaju jego uzbrojenia.

Dla bomb lotniczych zrzuconych z lotu poziomego promień rubieży wykonania zadania należy obliczyć korzystając ze wzoru:

$$R_{RWZ} = R_{ob} + R_r + A \quad [18]$$

gdzie:

R_{ob} - promień obiektu;

³¹ Tamże, s. 29.

³² **Rubież wykonania zadania (RWZ)** - rubież, z której przeciwnik może wykonać uderzenie na obiekt przy pomocy środków rażenia nie zniszczonych ogniem pododdziałów raketowych.

R_r - promień rażenia;

A - odstęp bombardowania.

Odstęp bombardowania zależy od właściwości balistycznych bomby oraz wysokości i prędkości lotu celu, i określa się go z zależności:

$$A = V_c \cdot t_b - \Delta \quad [19]$$

gdzie:

A - odstęp bombardowania;

V_c - prędkość lotu ŚNP (samolotu) w momencie zrzutu bomby (m/s);

t_b - czas spadania bomby (s);

Δ - zwłoka liniowa - odległość pozioma, w momencie upadku (wybuchu) bomby, od miejsca jej upadku do punktu w jakim znajduje się samolot zrzucający bombę (m).

TABELA 5³³

Odstęp bombardowania dla wybranych wysokości i prędkości lotu celu powietrznego

V_c (m/s)	250		420		560	
H_c (m)	t_b (s)	Δ (m)	t_b (s)	Δ (m)	t_b (s)	Δ (m)
1000	15,31	845	15,79	2261	16,25	4046
2000	22,13	1536	22,81	3768	23,40	6481
3000	27,55	2142	28,37	5034	29,07	8475
4000	32,22	2686	33,17	6158	33,99	10220
5000	36,45	3183	37,54	7183	38,45	11810
6000	40,33	3648	41,59	9143	42,60	13280
7000	44,01	4097	45,43	9065	46,55	14680
8000	47,55	4556	49,14	9962	50,34	16010
9000	51,01	5022	52,74	10850	54,05	17300
10 000	54,41	5305	56,13	11720	57,72	18550
15 000	70,57	7803	72,76	14970	74,41	22930
20 000	83,21	8860	85,42	10010	87,32	24280

³³ Taktyka wojsk raketowych. Podręcznik, DW OPK, Warszawa 1984, s. 36.

Dla raket „powietrze - ziemia” promień rubieży wykonania zadania można określić, rozważając dwa przypadki:

a) gdy odległość startu rakiety (d_{ds}) jest nieznacznie większa od jej promienia rażenia (R_r) to rubież wykonania zadania równa jest:

$$R_{RWZ} = d_{ds} + R_r \quad [20]$$

gdzie:

R_{RWZ} - promień rubieży wykonania zadania przez ŚNP przeciwnika;

d_{ds} - odległość odpalenia rakiety przez ŚNP przeciwnika;

R_r - promień rażenia rakiety.

b) gdy odległość startu rakiety jest kilkakrotnie większa od jej promienia rażenia:

$$R_{RWZ} \cong d_{ds} \quad [21]$$

gdzie:

R_{RWZ} - promień rubieży wykonania zadania przez ŚNP przeciwnika;

d_{ds} - odległość odpalenia rakiety przez ŚNP przeciwnika.

Przeciwnik powietrzny, wykonując uderzenie na bronione przez oddział (ZT) WR SP obiekty może zastosować różne środki rażenia. Dlatego też określając rubież wykonania zadania bojowego przez ŚNP, należy szczegółowo przeanalizować wszystkie możliwe warianty i odpowiednio nanieść je na mapę lub planszet.

Podczas obliczeń rubieży wykonania zadania należy uwzględnić również określone warunki działania przeciwnika powietrznego, a szczególnie wysokość i prędkość lotu (H_c i V_c). Wartości te mogą być różne. Uwzględnienie każdej z nich nie jest konieczne, gdyż przyjmując do obliczeń większe wartości H_c i V_c , odwzorowuje się tym samym mniejsze wartości dla których odległości RWZ od obiektu są mniejsze. Powinno się przyjmować te wartości, które są najmniej korzystne dla wojsk raketowych, największe a zarazem możliwe do zastosowania ze strony ŚNP przeciwnika.

2.3.OKREŚLANIE MOŻLIWOŚCI OGNIOWYCH WR SP

Proces określania możliwości bojowych pododdziałów, oddziałów (ZT) wojsk raketowych skupia się głównie na obliczeniu ich możliwości ogniowych, ponieważ one najbardziej odzwierciedlają możliwość, lub jej brak, w realizacji postawionych im zadań bojowych. Dlatego też w niniejszym podrozdziale omówiono określanie możliwości ogniowych z zastosowaniem trzech wybranych metod: analitycznej (kalkulacyjnej), grafoanalitycznej oraz metody wykorzystującej technikę masowej obsługi.

2.3.1. Określanie możliwości ogniowych z zastosowaniem metody analitycznej

Prezentowana metoda określania możliwości ogniowych (analityczna) opiera się na stosunkowo prostym logiczno-matematycznym aparacie kalkulacyjnym, umożliwiającym szacunkowe określenie wskaźników możliwości ogniowych oddziału (ZT) WR SP.

Aby obliczyć możliwości ogniowe oddziału (ZT) WR należy znać możliwości ogniowe poszczególnych pododdziałów raketowych, wchodzących w skład danego ugrupowania bojowego, mogących wziąć udział w walce z ŚNP przeciwnika. Możliwości te, oprócz wniosków z oceny przeciwnika są podstawowymi danymi wyjściowymi do określenia możliwości ogniowych oddziału (ZT). Obliczenia należy wykonać dla pojedynczych pododdziałów raketowych, wyposażonych w różne typy przeciwlotniczych zestawów raketowych.

A.Określanie możliwości ogniowych pododdziału raketowego

Chcąc określić możliwości ogniowe pododdziału raketowego WR SP w stosunku do opracowanych na podstawie oceny przeciwnika wariantów prawdopodobnego uderzenia ŚNP można przyjąć następującą kolejność rozwiązywania tego problemu:

- 1) Obliczyć wartość poziomej odległości do dalszej granicy strefy startu korzystając ze wzoru:

$$d_{ds} = d_d + V_c \cdot t_{lr} \quad [22]$$

gdzie:

d_{ds} - pozioma odległość do dalszej granicy strefy startu;

d_d - pozioma odległość do dalszej granicy strefy ognia;

V_c - prędkość lotu celu powietrznego;

t_{lr} - czas lotu rakiety do dalszej granicy strefy ognia.

- 2) Analogicznie jak w punkcie pierwszym, obliczyć poziomą odległość lecz tym razem do bliższej granicy strefy startu z następującej zależności:

$$d_{bs} = d_b + V_c \cdot t_{lr} \quad [23]$$

gdzie:

d_{bs} - pozioma odległość do bliższej granicy strefy startu;

d_b - pozioma odległość do bliższej granicy strefy ognia;

V_c - prędkość lotu celu powietrznego;

t_{lr} - czas lotu rakiety do bliższej granicy strefy ognia.

- 3) Na podstawie obliczonych wcześniej poziomych odległości do dalszej i bliższej granicy strefy startu, określić czas przebywania celu w strefie startu korzystając z następującego wzoru:

$$T_{ps} = \frac{d_{ds} - d_{bs}}{V_c} \quad [24]$$

gdzie:

T_{ps} - czas przebywania celu powietrznego w strefie startu pododdziału raketowego;

d_{ds} - pozioma odległość do dalszej granicy strefy startu;

d_{bs} - pozioma odległość do bliższej granicy strefy;

V_c - prędkość lotu celu powietrznego.

4) Obliczyć cykl strzelania (T_c) z zależności (czas cyklu strzelania jest wskaźnikiem charakteryzującym możliwości pododdziału raketowego w zakresie przenoszenia ognia, czyli kolejnego ostrzelania celów):

$$T_c = T_o + T_p \quad [25]$$

gdzie:

T_c - czas cyklu strzelania;

T_o - czas ostrzelania celu powietrznego;

T_p - czas przeniesienia ognia na kolejny cel powietrzny.

Do praktycznych obliczeń można przyjąć wartości uśrednione, które zostały określone i zestawione w tabelach lub skorzystać z przedstawionych poniżej zależności i obliczyć dokładny czas cyklu strzelania w odniesieniu do konkretnego przypadku.

Chcąc określić dokładny czas cyklu strzelania należy obliczyć występujące w zależności [25] jego wskaźniki składowe:

a) **Czas ostrzelania celu** powietrznego, jest czasem liczonym od momentu odpalenia pierwszej rakiety do momentu spotkania się ostatniej rakiety z serii z celem powietrznym. Czas ten oblicza się ze wzoru:

$$T_o = t_{st} + (n-1) \cdot t_o + t_{lr} \quad [26]$$

gdzie:

T_o - czas ostrzelania celu powietrznego;

t_{st} - czas opóźnienia startu rakiety;

t_o - tempo strzelania serii rakiet;

t_{lr} - czas lotu rakiety, np. do dalszej granicy strefy ognia.

b) **Czas przeniesienia ognia** można określić z zależności:

$$T_p = t_k + t_{obr} + t_{prz} + t_{pw} \quad [27]$$

gdzie:

T_p - czas przeniesienia ognia;

t_k - czas wydania komendy do przeniesienia ognia na inny cel;

t_{obr} - czas obrotu anten stacji naprowadzania rakiet (SNR) w kierunku na cel;

t_{prz} - czas przechwycenia celu powietrznego;

t_{pw} - czas przygotowania danych wyjściowych do strzelania.

TABELA 6³⁴

Czasy cyklu strzelania w zależności od wysokości lotu ŚNP przeciwnika

H_c Typ PZR	0,3	5	10	15	20
S - 125M	59	62	63	64	
S - 75M	94	100	108	111	120
S - 200WE	140	170	190	203	210

UWAGA:

Wartości podane w tabeli (w sekundach) nie uwzględniają czasu przeładowania wyrzutni.

5) Określić liczbę strzelań wynikającą z przyjętego wariantu uderzenia ŚNP przeciwnika oblicza się z zależności:

$$N_{strz} = \frac{t_n + T_{ps}}{T_c} + 1 \quad [28]$$

gdzie:

N_{strz} - liczba strzelań, jaką może wykonać pododdział raketowy w stosunku do przyjętego wariantu nalotu ŚNP przeciwnika;

t_n - czas nalotu, mierzony od momentu wejścia pierwszego celu w strefę startu do momentu wyjścia z tej strefy ostatniego celu, czas ten zostaje określony w wyniku oceny przeciwnika powietrznego:

³⁴ Taktyka WR WOPK, DW OPK, Warszawa 1984, s. 100 - 102.

T_{ps} - czas przebywania celu w strefie startu;

T_c - czas cyklu strzelania.

UWAGA:

W zależności [28] liczbę 1 dodajemy ponieważ strzelanie do pierwszego celu jest wcześniej przygotowane i nie traci się go z łącznego czasu oddziaływania³⁵.

6) Korzystając z danych wyjściowych należy obliczyć maksymalną liczbę strzelań, jaką może wykonać pododdział raketowy, wynikającą z posiadanego zapasu gotowych do strzelania rakiet. Wskaźnik ten określa się z następującej zależności matematycznej:

$$N_{str-max} = \frac{Q}{n_{sr}} \quad [29]$$

gdzie:

$N_{str-max}$ - maksymalna liczba strzelań, jaką może wykonać pododdział raketowy przy danym zapasie gotowych do strzelania rakiet;

Q - zapas gotowych do strzelania rakiet, będących w pododdziale raketowym;

n_{sr} - średnie zużycie rakiet przez pododdział raketowy na jedno strzelanie.

7) Porównać wartości, maksymalnej liczby strzelań ($N_{str-max}$), z liczbą strzelań wynikającą z wariantu nalotu ŚNP przeciwnika (N_{str}). Wartość przyjęta do dalszych obliczeń nie może być większa od maksymalnej liczby strzelań, czyli musi być spełniona nierówność:

$$N_{str} \leq N_{str-max} \quad [30]$$

8) Obliczyć oczekiwaną liczbę rażonych celów (M_c) korzystając z zależności:

$$M_c = N_{str} \cdot P_n \quad [31]$$

gdzie:

N_{str} - liczba strzelań jaką może wykonać pododdział raketowy;

P_n - prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego n - raketami

³⁵ Taktyka wojsk raketowych WOPK. Podręcznik, OPK, Warszawa 1980, s. 86.

Jak wynika z powyższego wzoru wskaźnikami cząstkowymi (składowymi) oczekiwanej liczby rażonych celów są: liczba strzelań i prawdopodobieństwo rażenia celu n - raketami. Sposób obliczania liczby strzelań pododdziału raketowego przedstawiają zależności [28] i [29]. Natomiast wartość prawdopodobieństwa P_n (w przypadku PZR będących na wyposażeniu WR SP, może to być P_1 , P_2 lub P_3), należy odczytać z tabel określających te wartości (instrukcje pracy bojowej) i wstawić ją do wzoru. W niniejszym opracowaniu wielkości prawdopodobieństw przedstawiono w tabeli 7.

TABELA 7³⁶

Prawdopodobieństwo zniszczenia celu w zależności od warunków strzelania

Lp.	Warunki strzelania	S - 125 M		S - 75 M			S - 200 WE		
		P_1	P_2	P_1	P_2	P_3	P_1	P_2	P_3
1.	Do celów pojedynczych nie manewrujących, na wysokościach średnich bez zakłóceń	0,8	0,96	0,8	0,96	0,99	0,8	0,96	—
2.	Do celów szybko lecących	0,4	0,6	0,3	0,51	0,66	0,6	0,84	0,94
3.	Do celów nisko lecących	0,6	0,84	0,6	0,84	0,94	0,6	0,84	0,94
4.	Do celów manewrujących: - po starcie PRK - w rejonie punktu spotkania	0,6	0,84	0,6	0,84	0,94	0,8	0,96	—
		0,4	0,64	0,4	0,64	0,78	0,5	0,75	0,88
5.	Do nosicieli zakłóceń biernych (pasywnych)	0,6	0,84	0,6	0,84	0,94	0,8	0,96	—
6.	Do nosicieli zakłóceń czynnych i kombinowanych	0,4	0,64	0,4	0,64	0,78	0,8	0,96	—
7.	Do celów lecących na granicznie małych wysokościach	0,6	0,84	0,4	0,64	0,78	—	—	—

9) W celu pełniejszej znajomości możliwości ogniowych pododdziału raketowego pożądana jest znajomość gęstości ognia. Porównanie jej z gęstością nalotu ŚNP przeciwnika jest istotnym wskaźnikiem możliwości odpierania uderzenia przez podod-

³⁶ Taktyka wojsk raketowych OPK. Podręcznik, DWOPK, Warszawa 1984, s. 81.

dział raketowy. Gęstość ognia pododdziału raketowego można obliczyć z zależności:

$$G_o = \frac{1}{T_c} \quad [32]$$

gdzie:

G_o - gęstość ognia pododdziału raketowego;

T_c - czas cyklu strzelania.

10) Efektywność bojową pododdziału raketowego można obliczyć z zależności:

$$E_b = \frac{M_c}{N_c} \quad [33]$$

gdzie:

M_c - oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych przez pododdział raketowy;

N_c - liczba celów powietrznych wchodzących w strefę ognia pododdziału raketowego.

B. Określanie możliwości ogniowych oddziału (ZT) WR SP

Znając możliwości ogniowe pododdziału raketowego (dla różnych przeciwlotniczych zestawów raketowych, występujących w ugrupowaniu bojowym oddziału, ZT) można przystąpić do określenia tych możliwości w odniesieniu do oddziału (ZT) WR. Istotne znaczenie dla prowadzonych obliczeń (kalkulacji) ma skład, w jakim występuje oddział (ZT). W przypadku ugrupowania jednorodnego kalkulacje są o wiele prostsze niż w przypadku ugrupowania niejednorodnego.

Określanie możliwości ogniowych oddziału (ZT), w zasadzie, przeprowadza się w takiej samej kolejności, jak w przypadku pododdziału raketowego:

1) Na podstawie oceny przeciwnika powietrznego określa się następujące dane:

- szerokość frontu uderzenia;
- wysokość lotu ŚNP przeciwnika;
- prędkość lotu ŚNP;
- czas trwania nalotu (uderzenia) przeciwnika.

2) określić liczbę pododdziałów raketowych, które będą uczestniczyły w odpieraniu nalotu. Pododdziały te można wyznaczyć określając tzw. **pas uczestnictwa** L_{ucz} (**pas bojowego oddziaływania**), który wyraża się następującą zależnością:

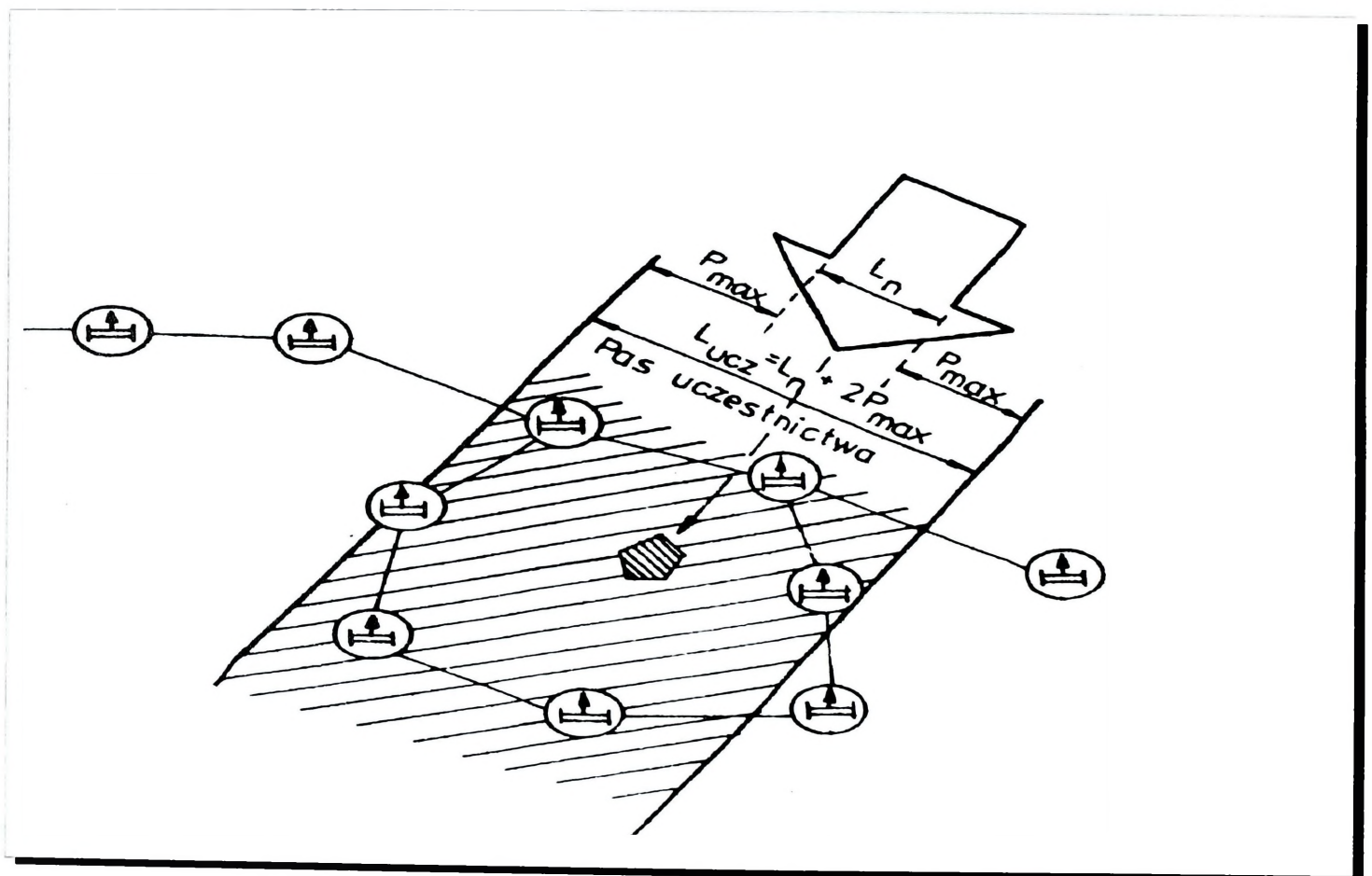
$$L_{ucz} = L_n + 2P_{max} \quad [34]$$

gdzie:

L_{ucz} - pas uczestnictwa pododdziałów raketowych (bojowego oddziaływania) w walce z ŚNP przeciwnika;

L_n - szerokość frontu uderzenia ŚNP przeciwnika;

P_{max} - parametr maksymalny.



Rys.2. Graficzne zobrazowanie określania liczby pododdziałów raketowych mogących wziąć udział w walce (pas uczestnictwa lub pas bojowego oddziaływania).

Do obliczeń przyjmuje się te pododdziały, które znajdują się w pasie uczestnictwa i których strefy ognia są przed rubieżą wykonania zadania przez ŚNP przeciwnika.

3) Określić dane wyjściowe w zakresie wojsk własnych, takie jak:

- rodzaj strzelania (serią rakiet, pojedynczą rakieta);
- zapas gotowych do strzelania rakiet, będących w pododdziałach raketowych.

4) Obliczyć liczbę strzelań, jaką może wykonać oddział (ZT), wynikającą z konkretnego uderzenia ŚNP przeciwnika. W zależności od tego, czy ZT występuje w ugrupowaniu jednorodnym, czy niejednorodnym (mieszanym) liczbę strzelań można wyznaczyć z zależności:

a) dla ugrupowania jednorodnego:

$$N_{strz(ZT)} = \left\{ \frac{t_n + T_{ps}}{T_c} + 1 \right\} \cdot K_{drj} \quad [35]$$

gdzie:

$N_{strz(ZT)}$ - liczba strzelań, jaką może wykonać ZT w odniesieniu do konkretnego nalotu;

t_n - czas uderzenia ŚNP przeciwnika;

T_{ps} - czas przebywania celu w strefie startu pododdziału raketowego;

T_c - czas cyklu strzelania;

K_{drj} - liczba pododdziałów jednego typu biorących udział w odpieraniu nalotu.

b) dla ugrupowania niejednorodnego:

$$N_{strz(ZT)} = \sum_{j=1}^n N_{strzj} \quad [36]$$

gdzie:

$N_{strz(ZT)}$ - liczba strzelań, jaką może wykonać ZT w odniesieniu do konkretnego nalotu;

n - liczba typów PZR występujących w ugrupowaniu bojowym oddział (ZT).

Liczba strzelań oddziału (ZT), w odniesieniu do przyjętego wariantu nalotu jest więc sumą strzelań pododdziałów raketowych dla poszczególnych typów PZR:

$$N_{strz(ZT)} = N_{strz(S-75M)} + N_{strz(S-125M)} + N_{strz(S-200WE)}$$

5) Obliczyć liczbę strzelań, jaką może wykonać oddział (ZT), wynikającą z posiadanego przez pododdziały zapasu gotowych do strzelania rakiet. Wskaźnik ten oblicza się ze wzoru:

a) w odniesieniu do ugrupowania jednorodnego:

$$N_{strz_{max}(ZT)} = \frac{Q}{n_{sr}} \cdot K_{drj} \quad [37]$$

gdzie:

Q - zapas rakiet gotowych do strzelania w pododdziale raketowym;

n_{sr} - średnie zużycie rakiet przez pododdział raketowy;

K_{drj} - liczba pododdziałów raketowych danego typu.

b) dla ugrupowania niejednorodnego:

$$N_{strz_{max}(ZT)} = \sum_{j=1}^n N_{strz_{max}j} \quad [38]$$

gdzie:

$N_{strz_{max}j}$ - maksymalna liczba strzelań, jaką może wykonać oddział (ZT);

n - liczba typów przeciwlotniczych zestawów raketowych;

Na przykład, jeżeli w ugrupowaniu bojowym oddziału (ZT) występują trzy typy PZR (S-125M, S-75M oraz S-200WE) to powyższa zależność będzie miała postać:

$$N_{strz(ZT)} = N_{strz_{max}(S-125M)} + N_{strz_{max}(S-75M)} + N_{strz_{max}(S-200WE)}$$

6) Określić współczynnik uczestnictwa pododdziałów raketowych (uzbrojonych w dany typ PZR), w odparciu uderzenia ŚNP:

$$L_{uczj} = \frac{K_{uczj}}{K_{drj}} \quad [39]$$

gdzie:

L_{uczj} - współczynnik uczestnictwa pododdziałów raketowych uzbrojonych w dany typ PZR, w odparciu uderzenia ŚNP;

K_{uczj} - liczba pododdziałów, uzbrojonych w dany typ PZR, uczestniczących w walce z ŚNP;

K_{drj} - liczba pododdziałów raketowych (PZR) danego typu w składzie oddziału (ZT).

7) Następnie tak jak w przypadku pododdziału raketowego należy dokonać porównania liczby strzelań oddziału (ZT), wynikającej z zapasu rakiet i liczby strzelań obliczonej dla konkretnego wariantu uderzenia ŚNP. Spełniony musi być warunek:

$$N_{strz(ZT)} \leq N_{strzmax(ZT)}$$

8) Określić oczekiwaną liczbę rażonych celów powietrznych z zależności (należy uwzględnić skład i wyposażenie pododdziałów raketowych biorących udział w odpieraniu uderzenia przeciwnika powietrznego oraz korzystając z wniosków z oceny przeciwnika odzwierciedlić sposób wykonania nalotu przez ŚNP na bronione przez oddział (ZT).

a) dla jednorodnego ugrupowania bojowego oddziału (ZT):

$$M_{cj} = N_{strzj} \cdot P_{ij} \cdot \alpha_{ucz} \cdot \alpha_{gb} \cdot \alpha_{koj} \quad [40]$$

gdzie:

M_{cj} - wartość oczekiwana liczby rażonych celów przez pododdziały raketowe oddziału (ZT) uzbrojone w dany typ przeciwlotniczego zestawu raketowego;

N_{strzj} - liczba strzelań, jest to suma strzelań wykonanych przez pododdziały raketowe występujące w oddziale (ZT) i uzbrojone w dany typ PZR;

P_{ij} - prawdopodobieństwo rażenia celu podczas strzelania, uśrednione dla danego typu PZR;

α_{ucz} - współczynnik uczestnictwa pododdziałów raketowych, uzbrojonych w dany typ PZR;

α_{gb} - współczynnik zachowania gotowości bojowej (żywości) pododdziałów raketowych, uzbrojonych w dany typ PZR w trakcie odpierania uderzenia ŚNP³⁷;

α_{koj} - współczynnik efektywności kierowania ogniem pododdziałów raketowych, uzbrojonych w dany typ PZR, przez SD oddziału (ZT).

³⁷ Współczynnik ten określany jest według prognoz możliwych strat, zależnie od taktyki ŚNP, parametrów ugrupowania i systemu ognia oddziału (ZT), a w tym wzajemnej osłony pododdziałów, rozbudowy inżynierskiej stanowisk startowych, maskowania i innych.

Współczynnik kierowania ogniem charakteryzuje jakość kierowania ogniem - w różnej literaturze podawane są różne wartości, stosownie do rodzaju środków dowodzenia - zautomatyzowany lub niezautomatyzowany system; jakości informacji radiolokacyjnej itp.. np. w systemie zautomatyzowanym przyjmuje się współczynnik kierowania ogniem $\alpha_{koj} = 0,8$ a w systemie fonicznym (niezautomatyzowanym) $\alpha_{koj} = 0,5$.

b) dla niejednorodnego ugrupowania bojowego oddział (ZT):

$$M_{c(ZT)} = \sum_{j=1}^n M_{cj} \quad [41]$$

gdzie:

$M_{c(ZT)}$ - oczekiwana liczba rażonych przez oddział (ZT) celów powietrznych;

n - liczba typów PZR.

9) Obliczyć efektywność bojową oddziału (ZT), korzystając z obliczonej wcześniej oczekiwanej liczby rażonych celów powietrznych oraz znając z oceny przeciwnika liczbę ŚNP biorących udział w nalocie, z następującej zależności:

$$E_{b(ZT)} = \frac{M_{c(ZT)}}{N_c} \quad [42]$$

gdzie:

$M_{c(ZT)}$ - oczekiwana liczba rażonych celów przez oddział (ZT);

N_c - liczba celów powietrznych przez oddział (ZT), lub liczba celów powietrznych wchodzących w strefę ognia oddziału (ZT).

10) Efektywność bojową można wyrazić w procentach:

$$E_{b(ZT)} = \frac{M_{c(ZT)}}{N_c} \cdot 100\% \quad [43]$$

11) W celu pełniejszej znajomości możliwości ogniowych oddziału (ZT) można obliczyć jego gęstość ognia:

a) dla ugrupowania jednorodnego:

$$G_{ZT} = G_o \cdot K_{dr} \quad [44]$$

gdzie:

G_{ZT} - gęstość ognia oddziału (ZT) WR SP;

G_o - gęstość ognia pojedynczego pododdziału raketowego;

K_{dr} - liczba pododdziałów raketowych biorących udział w odpieraniu uderzenia ŚNP.

b) dla ugrupowania niejednorodnego:

$$G_{ZT} = \sum_{j=1}^n G_{oj} \quad [45]$$

gdzie:

G_{ZT} - gęstość ognia oddziału (ZT) WR SP;

n - liczba typów PZR jednego w ugrupowaniu bojowym oddziału (ZT).

12) Dokonać analizy taktycznej otrzymanych wyników.

TABELA 8³⁸

Wartość współczynnika efektywności	30 % i więcej	20 - 29 %	10 - 19 %	poniżej 10 %
Charakterystyka OP	bardzo silna	silna	wystarczająca	słaba (niewystarczająca)
Oczekiwane rezultaty	rozbicie sił przeciwnika powietrznego w 1 dniu operacji powietrznej	zerwanie operacji powietrznej w ciągu 2-3 dób	utrzymanie status quo w przestrzeni powietrznej	wywalczenie panowania (przewagi) w powietrzu przez ŚNP przeciwnika

Otrzymaną wielkość efektywności bojowej, wyrażonej w procentach można porównać z wielkościami w tabeli 8 i na tej podstawie określić stopień realizacji zadań przez oddział (ZT) WR SP.

PRZYKŁAD 1

Związek taktyczny wojsk raketowych SP w składzie 7 pododdziałów raketowych wyposażonych w PZR S - 75M oraz 3 pododdziały wyposażone w PZR typu S-125M, występujący w ugrupowaniu obiektowym, ma za zadanie bronić przed rozpoznaniem i uderzeniami z powietrza ważnego ośrodka administracyjno - przemysłowego. Pododdziały posiadają zapas gotowych do strzelania rakiet równy dwie jednostki

³⁸ B. Zdrodowski, R Kuriata., Rozwiązywanie problemów obrony powietrznej i przeciwlotniczej z wykorzystaniem techniki mikrokomputerowej. Skrypt, AON, Warszawa 1992, s. 24.

ognia (2 jo.). Związek taktyczny nie posiada zautomatyzowanych środków dowodzenia. Zakłada się, że przeciwnik powietrzny prawdopodobnie wykona uderzenie z kierunku zachodniego (szerokość frontu uderzenia $L_n = 20$ km). W nalocie może wziąć udział około 20 samolotów typu SU - 22M4 oraz MiG - 29. Pokonanie systemu OP odbywać się będzie na małych wysokościach, rzędu 100 do 300 metrów pod przykryciem zakłóceń radioelektronicznych, z prędkością 720 km/h. Czas trwania nalotu ŚNP przeciwnika około 5 minut.

Obliczyć metodą analityczną (kalkulacyjną) możliwości ogniowe ZT WR SP.

ROZWIĄZANIE

1. Z oceny przeciwnika powietrznego uzyskano następujące dane:

Kierunek uderzenia - zachodni;

Sposoby przeciwdziałania ŚNP - kompleksowy (lot na mH, manewry, stosowanie zakłóceń radioelektronicznych);

Szerokość frontu uderzenia (L_n) - 20 km;

H_c - 100 - 300m;

V_c - 720 km/h = 200m/s

$t_n = 5$ min.

2. Pas uczestnictwa (oddziaływania ogniowego) określono z zależności [34]:

$$L_{ucz} = 20 + 2 \cdot 24 = 48 \text{ km}$$

Na podstawie analizy pasa uczestnictwa odczytano liczbę i typy pododdziałów raketowych biorących udział w odparciu nalotu ŚNP przeciwnika:

W nalocie mogą wziąć udział 4 pododdziały raketowe, w tym:

- 3 wyposażone w PZR S - 75M;

- 1 wyposażony w PZR S - 125M.

3. Przyjęto następujące dane wyjściowe w zakresie wojsk własnych:

Rodzaj strzelania: dla PZR S - 75M - serią 2 rakiet;

PZR S - 125M - serią 2 rakiet.

Zapas gotowych do strzelania rakiet będących w pododdziałach raketowych:

PZR S - 75M - 2 j.o = 24 rakiety

PZR S - 125M - 2 j.o = 32 rakiety

4. Z zależności [22 i 23] obliczono odległości do dalszej (d_{ds}) i bliższej (d_{bs}) granicy strefy startu:

a) dla PZR S - 75M

$$d_{ds} = d_d + V_c \cdot t_{lr} = 24000 + 200 \cdot 24 = 28800 = 28,8 \text{ km}$$

Wielkości d_d i d_b odczytano z tabeli w załączniku 2, V_c z oceny przeciwnika, t_{lr} przyjęto 1000 m/s.

$$d_{bs} = d_b + V_c \cdot t_{lr} = 7000 + 200 \cdot 7 = 8400 = 8,4 \text{ km}$$

Do dalszych obliczeń przyjęto $d_{ds} = 28,8 \text{ km}$

$$d_{bs} = 8,4 \text{ km}$$

b) dla PZR S - 125M

$$d_{ds} = d_d + V_c \cdot t_{lr} = 11000 + 200 \cdot 15,7 = 11000 + 3140 = 14140 = 14,1 \text{ km}$$

$$d_{bs} = d_b + V_c \cdot t_{lr} = 3500 + 200 \cdot 5 = 3500 + 1000 = 4500 = 4,5 \text{ km}$$

Wielkości d_d i d_b odczytano z tabel w załącznikach 1 i 2, $t_{lr} = 700 \text{ m/s}$

Do dalszych obliczeń przyjęto: $d_{ds} = 14,1 \text{ km}$;

$$d_{bs} = 4,5 \text{ km.}$$

5. Z zależności [24] obliczono czas przebywania celu powietrznego w strefie startu pododdziału raketowego:

a) dla PZR S - 75M

$$T_{ps} = \frac{d_{ds} - d_{bs}}{V_c} = \frac{28800 - 8400}{200} = 102 \text{ s}$$

Cel powietrzny przebywa w strefie startu pododdziału raketowego wyposażonego w ten typ zestawu 102 sekundy.

b) dla PZR S - 125M

$$T_{ps} = \frac{14140 - 4500}{200} = 48 \text{ s}$$

Cel przebywa w strefie startu 48 sekund.

6. Z zależności [36] obliczono liczbę strzelań jaką może wykonać ZT w stosunku do przyjętego wariantu nalotu ŚNP przeciwnika:

$$N_{str.(ZT)} = \left[\frac{300 + 102}{90} + 1 \right] \cdot 3 + \left[\frac{300 + 48}{60} + 1 \right] \cdot 1 = 16,4 + 6,8 = 23,2$$

Pojedynczy pododdział raketowy wyposażony:

w PZR S - 125M może wykonać $N_{strz}=5,46$

S - 125M może wykonać $N_{strz}=6,8$

Związek taktyczny w odniesieniu do rozpatrywanego wariantu nalotu może wykonać 23,2 strzelania..

7. Korzystając z zależności [38] obliczono maksymalną liczbę strzelań związku taktycznego:

$$N_{strz(ZT)_{max}} = \frac{24}{3} \cdot 3 + \frac{32}{2} \cdot 1 = 24 + 16 = 40$$

Pojedynczy pododdział raketowy:

typu S - 75M może maksymalnie wykonać 8 strzelań;

S - 125M może maksymalnie wykonać 16 strzelań.

Wszystkie pododdziały raketowe biorące udział w walce z ŚNP przeciwnika mogą maksymalnie wykonać 40 strzelań.

8. Korzystając z zależności [39] obliczono współczynnik uczestnictwa w odparciu uderzenia ŚNP przeciwnika:

dla PZR S - 75M:
$$L_{ucz(S-75M)} = \frac{K_{ucz}}{K_{drj}} = \frac{3}{7} = 0,43$$

dla PZR S - 125M:

$$L_{ucz(S-125M)} = \frac{1}{3} = 0,33$$

9. Dokonano porównania wartości liczby strzelań ZT, wynikającej z zapasu rakiet oraz z wariantu uderzenia ŚNP:

$$N_{strz(ZT)_{max}} = 40$$

$$N_{strz(ZT)} = 23,2$$

$$N_{strz(ZT)} \leq N_{strz(ZT)_{max}}$$

Do dalszej analizy przyjęto wartość mniejszą, a więc $N_{strz} = 23,2$

10. Oczekiwana liczbę rażonych (zniszczonych) celów powietrznych przez ZT obliczono z zależności [41]:

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

dla zestawów **S -75M**: $P_2 = 0,64$

$$\alpha_{ko} = 0,5$$

$$\alpha_{gb} = 1$$

dla zestawów **S - 125M**: $P_2 = 0,64$

$$\alpha_{ko} = 0,5$$

$$\alpha_{gb} = 1$$

Wielkości prawdopodobieństw wybrano z **tabeli 7**.

$$M_{cj} = N_{strzj} \cdot P_{1j} \cdot \alpha_{ucz} \cdot \alpha_{zj} \cdot \alpha_{kzj}$$

$$M_{c(S-75M)} = 16,38 \cdot 0,64 \cdot 0,43 \cdot 1 \cdot 0,5 = 2,25$$

$$M_{c(S-125M)} = 6,8 \cdot 0,64 \cdot 0,33 \cdot 1 \cdot 0,5 = 0,72$$

$$M_{c(ZT)} = M_{c(S-75M)} + M_{c(S-125M)} = 2,25 + 0,72 = 2,97$$

11. Na podstawie wzoru [42] obliczono efektywność bojową związku taktycznego:

$$N_c = 16$$

$$M_c = 2,97$$

$$E_{b(ZT)} = \frac{M_{c(ZT)}}{N_c} = \frac{2,97}{16} = 0,19$$

12. Obliczoną w punkcie 11 efektywność bojową można wyrazić w procentach [43]:

$$E_{b(ZT)} = \frac{M_{c(ZT)}}{N_c} = 0,19 \cdot 100\% = 19\%$$

13. W celu pełniejszej znajomości możliwości ogniowych ZT, na podstawie zależności [45] obliczono gęstość ognia:

$$G_{ZT} = 3 \cdot 0,5 + 1 = 1,5 + 1 = 2,5$$

14. Analiza wskaźników możliwości bojowych, uzyskanych w wyniku procesu określania - wnioski.

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń i porównania ich z wielkościami efektywności zawartych w tabeli 8 dochodzimy do wniosku, że rozpatrywany związek taktyczny WR SP zapewni utrzymanie status quo w przestrzeni powietrznej. Dlatego też należy sądzić, że raketowa obrona powietrzna, jaką tworzą pododdziały raketowe umożliwi skuteczną osłonę bronionego przez ZT obiektu.

2.3.2. Określanie możliwości ogniowych z zastosowaniem metody grafoanalitycznej

W celu sprawnego posługiwania się metodą grafoanalityczną należy przed przystąpieniem do określania możliwości ogniowych wykonać linijkę czasu lotu celu powietrznego oraz szablon poziomych przekrojów stref ognia i startu przeciwlotniczych zestawów rakietowych. Linijkę czasu lotu celu wykonuje się z elastycznego, przezroczystego, materiału, na którym w odpowiedniej skali odkłada się odległości, jakie pokonuje cel w odpowiednich odcinkach czasu (rys.3). Odległości te w skali linijki należy określić według następującego wzoru:

$$S = \frac{V_c \cdot t}{M} \quad [46]$$

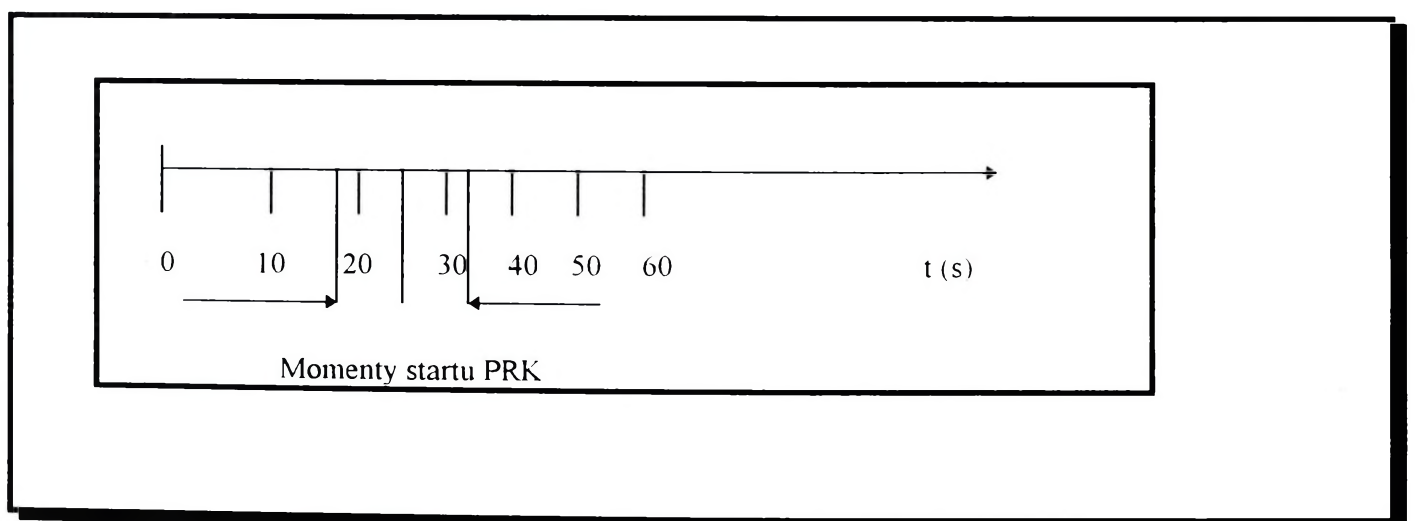
gdzie:

S - odległość w skali linijki;

V_c - oczekiwana prędkość celu powietrznego;

t - odcinek czasu, w którym określana jest odległość, jaką pokonał cel.

Na linijce należy zaznaczyć także stałą odległość (S_o), którą przeleci cel z daną, założoną prędkością, w czasie przenoszenia ognia pododdziału rakietowego z jednego celu na drugi, z uwzględnieniem czasowych odstępów między rakietami oraz liczby rakiet przeznaczonych na ostrzelanie jednego celu (rys.4). Odległość tą (S_o) można obliczyć korzystając z zależności:



Rys.3. Linijka czasu lotu celu powietrznego.

$$S_o = \frac{V_c \cdot T_p}{m} \quad [47]$$

gdzie:

T_p - czas przeniesienia ognia z jednego celu na drugi, mierzony w sekundach.

Poziome przekroje stref ognia i startu PZR dla odpowiednich wartości prędkości i wysokości lotu celów powietrznych wykonuje się zgodnie z danymi zawartymi w „*Objaśnieniach do zasad strzelania PRK*”. Szablony stref powinny być wykonane z takiego samego lub podobnego materiału jak linijka czasu lotu ŚNP przeciwnika. Do tego celu można użyć kalki technicznej lub szkła organicznego. Wykonane w ten sposób szablony powinny mieć możliwość obrotu wokół środka, tzn. punktu stania pododdziału raketowego.

Aby uprościć obliczenia i zmniejszyć skalę poziomych przekrojów stref ognia nanosi się średnie wartości lotu rakiety typu: Wołchow, Newa i Wega dla różnych zakresów wysokości lotu celu. Wykorzystywane są one do praktycznego określania możliwości pododdziału raketowego w kolejnym ostrzeleniu ŚNP przeciwnika. Oprócz szablonów i linijki niezbędne jest przygotowanie schematu obliczeniowego. W przypadku jednostki bojowej będzie to planszet wykonany w odpowiedniej skali. Natomiast do zabezpieczenia szkolenia tego elementu w warunkach Akademii, może to być mapa np. w skali 1: 200 000. Na schemacie obliczeniowym przygotowuje się czasowy harmonogram działalności bojowej pododdziałów raketowych, który może być wykonany między innymi tak, jak pokazano to na rysunku 6.

Po wykonaniu wszystkich wymienionych czynności przygotowawczych należy przyjąć następujący tok rozwiązywania omawianego problemu (określenia możliwości bojowych, oddziału, ZT WR SP):

1. Przeprowadzić analizę danych wyjściowych w zakresie wojsk własnych.
2. Wrysować na schemacie obliczeniowym dane uzyskane w wyniku analizy dokonanej w pkt. 1.
3. Przeprowadzić ocenę przeciwnika powietrznego.

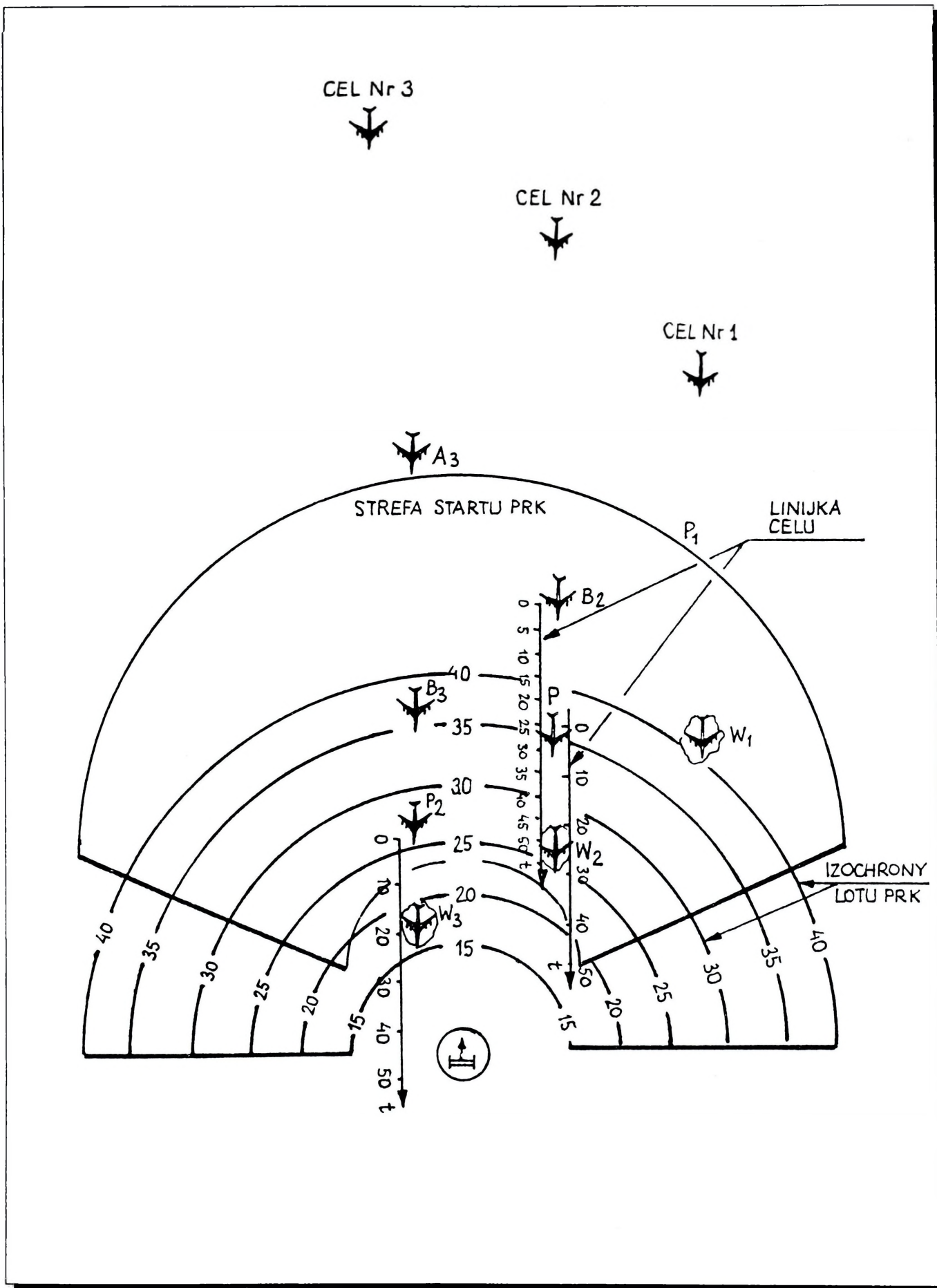
4. Wrysować na schemat obliczeniowy (mapę) niezbędne dane do określania możliwości ogniowych, wynikające z oceny przeciwnika powietrznego (z pkt.3).
5. Określić pododdziały raketowe, które będą uczestniczyły w odpieraniu nalotu przeciwnika powietrznego.
6. Określić liczbę strzelań, poprzez rozpatrywanie możliwości w kolejnym ostrzelaniu celów powietrznych przez wszystkie pododdziały raketowe uczestniczące w odpieraniu uderzenia ŚNP przeciwnika.
7. Zobrazować graficznie na czasowym harmonogramie działalności bojowej pododdziałów raketowych punkty, określające momenty startu rakiet oraz spotkania ostatnich rakiet w serii z celem powietrznym.
8. Określić sumaryczną liczbę strzelań wykonanych przez wszystkie pododdziały biorące udział w walce.
9. Obliczyć oczekiwaną liczbę rażonych celów, jaką może zniszczyć oddział (ZT) wojsk raketowych.
10. Określić efektywność bojową oddziału (ZT).
11. Przedstawić wnioski, wynikające z oceny możliwości ogniowych oddziału (ZT).

Aby dobrze poznać i zrozumieć metodę grafoanalityczną należy dokładnie przeanalizować sposób określania liczby ostrzeliwanych celów przez pojedynczy pododdział raketowy.

A.Określanie możliwości ogniowych pododdziału raketowego

Sposób określenia liczby strzelań przez pododdział raketowy rozpatrzony zostanie na konkretnym przykładzie (rys.4). Jako początek obliczeń przyjmuje się moment wejścia pierwszego celu w strefę startu rozpatrywanego pododdziału. Startu rakiet do pierwszego celu dokonuje się na dalszej granicy strefy startu (na rysunku oznaczono jako P_1). Spotkanie przeciwlotniczej rakiety kierowanej (PRK) z celem nastąpi na dalszej granicy strefy ognia (punkt W_1). W tym samym czasie drugi cel, wykonujący uderzenie na ten pododdział, będzie się znajdował w punkcie B_2 , a trzeci w punkcie A_2 . W czasie przeniesienia ognia na drugi cel przeleci on drogę równą:

$$d = V_c \cdot T_p$$



Rys.4. Określanie możliwości pojedynczego pododdziału raketowego (PZR S - 75M) w kolejnym ostrzeleniu celów powietrznych.

Dlatego też w momencie startu ostatniej rakiety w serii dwóch (odstęp między startami $t = 6$ s), drugi cel będzie znajdował się w punkcie P_2 . Jego położenie na schemacie określa się za pomocą linijki czasu lotu celu powietrznego. Trzeba więc znak „O” linijki zgrać z punktem B_2 , a samą linijkę umieścić wzdłuż trasy lotu celu. Za pomocą znacznika momentów startu rakiet, na trasie lotu celu znajduje się punkt P_2 odpowiadający rakiecie, która wystartowała do drugiego celu. Punkt spotkania rakiety z celem określa się za pomocą linijki czasu lotu celu i izochronu lotu PRK. Początek odczytu linijki celu (znacznik „O”) przemieszcza się do punktu P_2 na trasie lotu drugiego celu. Spotkanie ostatniej rakiety z celem tym nastąpi w punkcie zgodnym z czasami lotu rakiety i celu (punkt W_2). W tym czasie trzeci ostrzeliwany cel będzie znajdował się w punkcie B_3 , ponieważ odległość A_3B_3 , którą przeleciał trzeci cel w czasie przenoszenia ognia i naprowadzania rakiet na drugi cel, równa się odległości B_2W_2 . Odległość tą nanosi się na schemat za pomocą linijki czasu lotu celu. Tak więc znów znacznik „O” zgrywa się, lecz tym razem z punktem A_3 , a samą linijkę umieszcza się wzdłuż trasy lotu trzeciego celu. Ustawiając odległość wynoszącą B_2W_2 znajduje się punkt B_3 .

W następnej kolejności przedstawioną techniką znajduje się punkt startu rakiet do trzeciego celu (punkt P_3) oraz punkt spotkania z nim ostatniej rakiety w serii (punkt W_3).

Jeżeli samolot w określonym momencie jest już poza bliższą granicą strefy startu, to należy liczyć go, jako cel nieostrzelany. Natomiast jeśli cel jest poza rubieżą wykonania uderzenia na pododdział (R_p), to pododdział ten narażony jest na ogniowe oddziaływanie $\acute{S}NP$. W takim przypadku określając możliwości ogniowe oddziału (ZT) należy taki pododdział traktować jako zniszczony i nie uwzględniać jego możliwości przy rozpatrywaniu kolejnych celów powietrznych.

Przedstawione powyżej czynności dotyczyły określenia liczby strzelań, które mogą wykonać pododdziały raketowe. Dalsze czynności, tzn. określenie oczekiwanej liczby zniszczonych celów powietrznych przez dany pododdział raketowy oraz jego efektywności bojowej należy wykonać metodą analityczną (kalkulacyjną).

B.Określanie możliwości ogniowych oddziału (ZT) WR SP

Obliczanie liczby celów, ostrzeliwanych przez oddział (ZT) WR SP (liczby strzelań), obejmuje jednocześnie rozpatrywane możliwości w kolejnym ostrzeleniu celu przez wszystkie pododdziały raketowe, uczestniczące w odpieraniu uderzenia ŚNP przeciwnika. Za początek obliczeń przyjmuje się moment przecięcia trasy lotu pierwszego celu z dalszą granicą strefy startu tego pododdziału, który pierwszy rozpoczyna strzelanie. Określanie możliwości ogniowych oddziału (ZT) rekomendowaną metodą należy prowadzić w następującej kolejności:

- 1) Dokonać analizy danych wyjściowych w zakresie wojsk własnych, a w tym zapoznać się:
 - ◆ ze składem oddziału (ZT);
 - ◆ jego wyposażeniem bojowym (typy PZR);
 - ◆ możliwościami taktyczno - technicznymi poszczególnych typów PZR;
 - ◆ określić liczbę gotowych do strzelania rakiet, będących w pododdziałach raketowych;
 - ◆ wybrać rodzaj ognia dla poszczególnych pododdziałów, uwzględniając przy tym liczbę rakiet gotowych do strzelania oraz środków napadu powietrznego, które mogą wykonać uderzenie na bronione przez oddział (ZT) obiekty.
- 2) Dokonać oceny przeciwnika powietrznego w wyniku której oficer (zespół oficerów) określający możliwości ogniowe oddziału (ZT) powinien znać:
 - lotniska bazowania ŚNP przeciwnika;
 - przypuszczalne trasy ich lotu;
 - prawdopodobne sposoby przeciwdziałania (np. stosowanie zakłóceń radioelektrycznych);
 - ugrupowanie bojowe (podział na grupy taktycznego przeznaczenia);
 - szerokość frontu uderzenia ŚNP przeciwnika;
 - warianty uzbrojenia lotniczego;
 - czas trwania nalotu;
 - gęstość nalotu.

3) Wrysować na schemat obliczeniowy (mapę 1: 200 000) dane uzyskane z oceny przeciwnika powietrznego takie, jak:

- * lotniska bazowania;
- * trasy lotu celów powietrznych, przy czym pierwszy samolot umieszcza się w punkcie przecięcia się trasy jego lotu z dalszą granicą strefy startu tego pododdziału raketowego, który pierwszy rozpocznie strzelanie;
- * rubieże wykonania uderzenia na obiekty bronione przez oddział lub ZT (R_o)³⁹;
- * rubieże wykonania przez ŚNP uderzenia na stanowiska ogniowe pododdziałów raketowych (R_p)⁴⁰.

Odległości do danych rubieży od obiektów uderzeń zależą od typu i rodzaju użytych przez przeciwnika środków rażenia oraz sposobów ich użycia. Zaznaczenie ich na schemacie pozwala na bardziej dokładną analizę możliwości ogniowych rozpatrywanego oddziału (ZT).

4) Wrysować na schemat obliczeniowy ugrupowanie bojowe oddziału (ZT). Dla przyjętej wysokości nalotu oraz prawdopodobnych sposobów przeciwdziałania zaznaczyć strefę ognia oddziału (ZT).

5) Korzystając ze schematu obliczeniowego określić liczbę pododdziałów raketowych biorących udział w walce z ŚNP. W odpieraniu uderzenia uczestniczyć będą te pododdziały, przez których strefy ognia przechodzą trasy lotu celów powietrznych.

6) Określić liczbę strzelań możliwych do wykonania przez każdy z pododdziałów raketowych odpierających uderzenie ŚNP. Działanie pojedynczego dywizjonu analizować zgodnie z opisem podanym w punkcie A niniejszego podrozdziału (str. 64 - 66), zaznaczając na schemacie obliczeniowym punkty określające momenty startu oraz rażenia (spotkania rakiety z celem) odpowiednio symbolami P i W. Dla następnych pododdziałów momenty startu PRK do pierwszych przydzielonych im celów, odpowiadają momentom przecięcia się tras lotu z odległościami startu rakiet (punkty $P^I_1, P^{II}_2, P^{III}_3, \dots$ itd.)⁴¹. Opisaną metodą na schemacie obliczeniowym, wyznaczyć punkty (momenty) spotkania ostatnich rakiet w seriach z ostrzeliwanymi celami

³⁹ R_o - należy rozumieć jako rubież wykonania zadania przez ŚNP przeciwnika w stosunku do bronionego przez ZT WR obiektu ($R_o = R_{RWZO}$)

⁴⁰ R_p - to rubież wykonania zadania przez ŚNP przeciwnika do pododdziału raketowego na który jest wykonywane uderzenie ($R_p = R_{RWZP}$)

⁴¹ Indeks u góry (I, II, III...) oznacza numer dywizjonu, a indeks dolny (1, 2, 3, ...) numer celu.

(punkty $W^I_1, W^{II}_2, W^{III}_3, \dots$). Wszystkie wymienione punkty zobrazować graficznie na schemacie obliczeniowym.

- 7) Zaznaczyć na czasowym harmonogramie działalności bojowej pododdziałów raketowych, momenty czasu (W_1) i numery pododdziałów, które pierwsze kończą strzelania, momenty startu PRK (punkty $P^I_1, P^{II}_2, P^{III}_3, \dots$) oraz momenty zwolnienia pozostałych pododdziałów po przeprowadzeniu przez nich strzelań (punkty $W^I_1, W^{II}_2, W^{III}_3, \dots$). W tym czasie określić położenie wszystkich pozostałych celów, które nie są jeszcze przydzielone do ostrzelania. Następnie zgodnie z przyjętą kolejnością zwalczania ŚNP wybrać kolejny cel, który znajduje się w strefie startu „wolnego” pododdziału. Wszystkie przedstawione operacje powtarza się, aż do rozpatrzenia ostatniego celu w nalocie. Należy jednak pamiętać, aby po przeprowadzeniu strzelania przez dowolny pododdział na jego diagramie czasowym, nanieść momenty zakończenia przeładowania wyrzutni i gotowości rakiet do startu. Kolejne strzelanie pododdziały mogą prowadzić dopiero po upewnieniu się, czy na wyrzutniach są gotowe do startu PRK.
- 8) Określić liczbę strzelań możliwych do wykonania przez oddział (ZT) WR SP. Liczbę tą określa się przez zsumowanie kolejnych oddziaływań (punkty spotkania rakiet z celami) lub korzystając z czasowego harmonogramu działań bojowych pododdziałów raketowych.
- 9) Obliczyć wartość oczekiwaną liczby rażonych celów $\{M_{c(ZT)}\}$. Należy pamiętać jednak o tym, że zgodnie z przyjętym zamiarem odparcia uderzenia przeciwnika powietrznego ostrzelanie niektórych celów może być realizowane kilkoma pododdziałami. W takim przypadku oczekiwaną liczbę rażonych celów powietrznych oblicza się z następującej zależności:

$$M_{c(ZT)} = N_{c1} \cdot P_n + N_{c2} \cdot [(1 - (1 - P_n)^K)] \quad [48]$$

gdzie:

$M_{c(ZT)}$ - oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych przez ZT;

N_{c1} - liczba celów powietrznych ostrzelanych jeden raz;

N_{c2} - liczba celów powietrznych ostrzelanych K - razy;

P_n - prawdopodobieństwo rażenia celu serią przeciwlotniczych rakiet kierowanych;

K - ilość strzelań wykonanych do tego samego celu powietrznego ($K = 1, 2, 3...$).

10) Określić efektywność bojową oddziału (ZT).

11) Przedstawić wnioski wynikające z przeprowadzonych obliczeń:

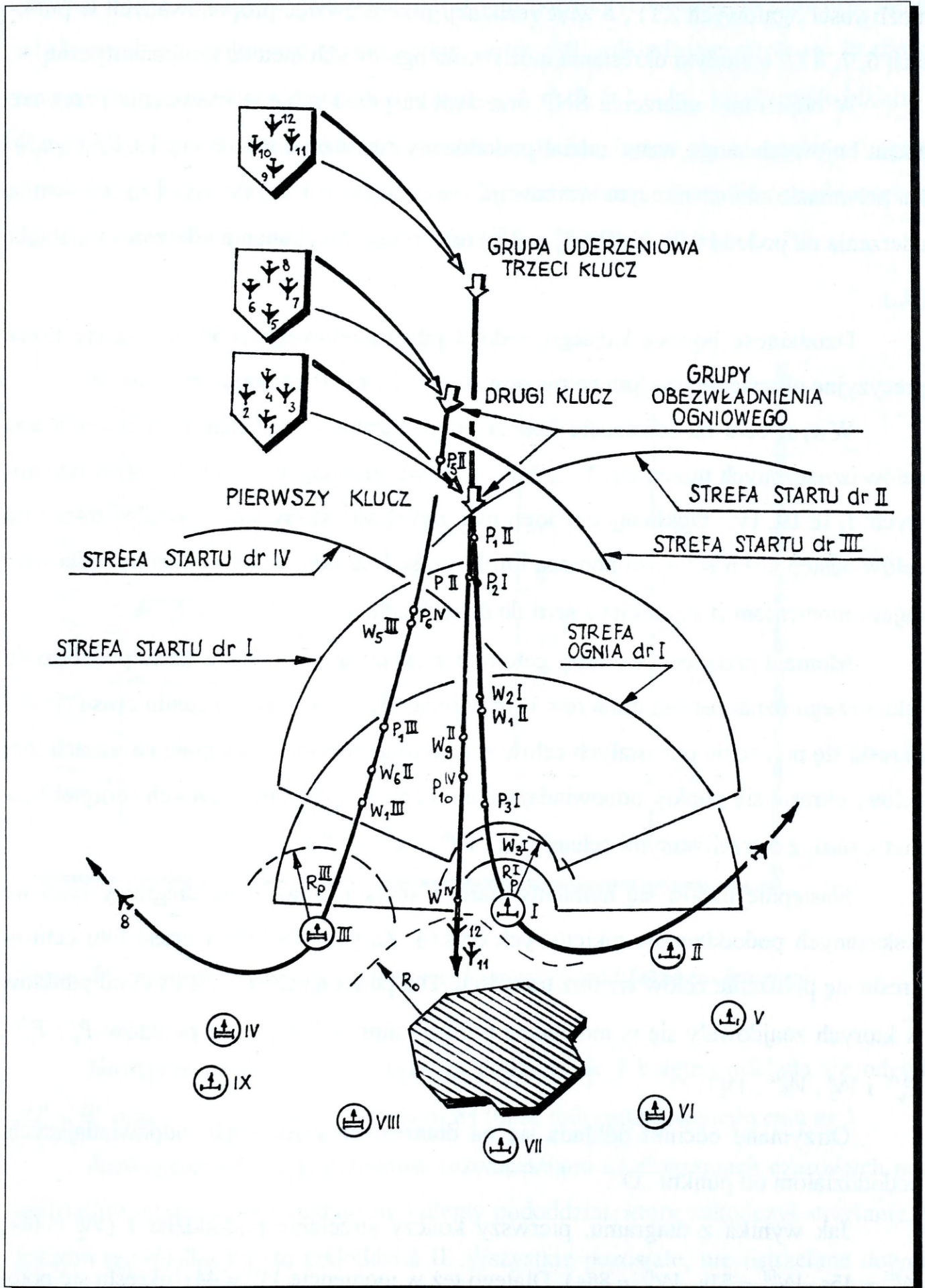
- ocenić rezultaty jakie może osiągnąć oddział (ZT) w walce z ŚNP;
- określić jakie straty może ponieść oddział (ZT) w walce z przeciwnikiem powietrznym w odniesieniu do przyjętego wariantu uderzenia;
- na tej podstawie ocenić w jakim stopniu oceniany oddział (ZT) może wykonać zadanie bojowe;
- w przypadku negatywnej oceny przedstawić propozycje w zakresie poprawy niekorzystnych rezultatów działań.

PRZYKŁAD 2:

Na schemacie obliczeniowym (rys.5) przedstawiono ugrupowanie bojowe ZT wojsk raketowych w obronie obiektu administracyjno - przemysłowego. Zakłada się, że przeciwnik powietrzny wykona uderzenie na broniony obiekt 3 kluczami samolotów myśliwsko - bombowych typu F - 4, w składzie 12 samolotów. Samoloty uzbrojone są w konwencjonalne bomby lotnicze typu Mk. 83 oraz niekierowane pociski raketowe kalibru 127 mm. Ogólna głębokość urzutowania samolotów w nalocie z uwzględnieniem odstępów między samolotami w kluczu wynosi około 16 km. Uderzenie na broniony przez ZT obiekt przeciwnik prawdopodobnie wykona z kierunku północnego. Pokonanie systemu OP odbywać się będzie na wysokości do 500 m pod przykryciem zakłóceń radioelektronicznych z prędkością około 300 m/s. Rubież wykonania przez ŚNP przeciwnika zadania bojowego wynosi ok. 8 - 10 km, liczona od środka obiektu.

ROZWIĄZANIE

Rozwiązując powyższy przykład odstąpiono od kolejnej realizacji poszczególnych, punktów omówionych w niniejszym podrozdziale. Z przyczyn obiektywnych skupiono się przede wszystkim na samym meritum rozwiązania problemu (określenia



Rys.5. Ocena możliwości ogniowych ugrupowania pododdziałów raketowych metodą graficzną.

możliwości ogniowych ZT) , a więc realizacji przedsięwzięć proponowanych w punktach 6, 7, 8 i 9 metodyki określania możliwości ogniowych metodą grafoanalityczną.

W odpieraniu uderzenia ŚNP przeciwnika przed rubieżą wykonania przez nie zadań bojowych mogą wziąć udział pododdziały oznaczone numerami I i IV (rys.5). Na schemacie obliczeniowym wrysowuje się rubieże, z których samoloty wykonują uderzenia na pododdziały I i III (R_p^I i R_p^{III}) oraz rubieże wykonania uderzenia na obiekt (R_o).

Działalność bojową każdego pododdziału raketowego zobrazowuje się przez precyzyjne określenie tras lotu celów powietrznych oraz harmonogram czasowy.

W tym celu na schemacie obliczeniowym znajduje się punkty przecięcia tras celów oznaczonych numerami 1, 2, 5 i 6 z dalszą granicą stref pododdziałów raketowych: I, II, III, IV. Odkładając w kierunku głębokości strefy startu, wzdłuż trasy lotu celów odstęp $t_i = 6$ s(5 s) za pomocą linijki czasu lotu odnajduje się punkty, odpowiadające momentom startu raket z serii do danych celów ($P_2^I, P_1^{II}, P_5^{III}, P_6^{IV}$).

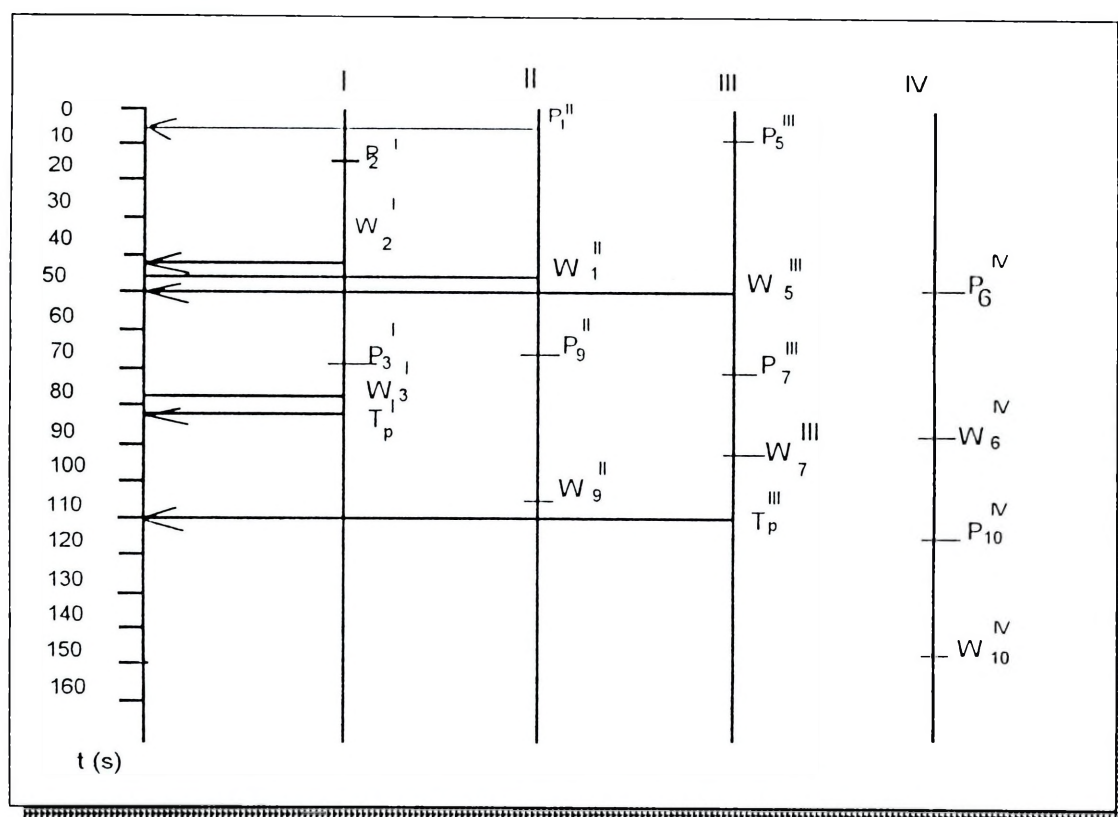
Moment przecięcia się trasy celu nr 1 z dalszą granicą strefy startu pododdziału raketowego oznaczonego numerem II przyjmuje się za początek liczenia czasu ($t=0$) i określa się położenie pozostałych celów w danym momencie. Następnie na trasach lotu celów, określa się punkty odpowiadające momentom spotkania ostatnich (drugich) raket z serii, z ostrzeliwanymi celami ($W_2^I, W_1^{II}, W_5^{III}, W_6^{IV}$).

Następnie nanosi się momenty startu i spotkania raket na diagramy czasowe wskazanych pododdziałów raketowych (rys.6). Za pomocą linijki czasu lotu celu określa się położenie celów wzdłuż trasy lotu. Dla pododdziałów I, III i IV, od punktów w których znajdowały się w momencie $t=0$ cele numer 2, 5 i 6, do punktów $P_2^I, P_5^{III}, P_6^{IV}$ i $W_2^I, W_5^{III}, W_6^{IV}$.

Otrzymane odcinki odkłada się na diagramach czasowych, odpowiadających, pododdziałom od punktu „O”.

Jak wynika z diagramu, pierwszy kończy strzelanie pododdział I ($W_2^I = 44s$, $W_1^{II} = 45s$, $W_5^{III} = 51s$, $W_6^{IV} = 88s$). Dlatego też w momencie $W_2^I = 44s$ określa się położenie wszystkich pozostałych, nie przydzielonych do ostrzelania celów (nr 3, 4 z pierwszego; nr 7 i 8 z drugiego i nr 9, 10, 11, 12 z trzeciego klucza). W tym celu za

pomocą linijki czasu lotu celu wzdłuż tras lotu pozostałych celów od punktów, odpowiadających ich położeniu w momencie czasu $t=0$, odkłada się wielkość liczbowa równą OW_2^I . Z analizy położenia celów nr 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12 dla pododdziału I, który zakończył strzelanie wybiera się cel nr 3, znajdujący się na głębokości jego strefy startu. Znacznik „0” na linijce czasu lotu celu przemieszcza się z punktem położenia celu nr 3 do momentu $W_2^I = 44$ s i odnajduje się punkt P_3^I i punkt W_3^I .



Rys.6. Harmonogram czasowy działalności bojowej pododdziałów raketowych.

Następnie na diagramie czasowym pododdziału I kolejno odkłada się odcinki W_2^I i P_2^I oraz W_3^I i P_3^I , równe odcinkom na trasie lotu ostrzeliwanego celu nr 3.

Analogicznie jak z poprzednimi rozwiązaniami na diagramach czasowych pododdziałów raketowych znajduje się kolejny pododdział, który zakończył strzelanie, w naszym przypadku jest to pododdział II. Wszystkie pozostałe, nie ostrzelane dotychczas cele nr 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12 przemieszcza się wzdłuż tras ich lotu w czasie równym $OW_1^{II} = 45$ s i przydziela się cel nr 9 drugiemu pododdziałowi. Na trasie lotu celu

nr 9 określa się moment spotkania rakiet z tym celem i powtarza się wszystkie opisane wcześniej operacje dla pozostałych jeszcze nie ostrzelanych celów. Jak wynika z obliczeń cele nr 4 i 8 dochodzą do rubieży wykonania uderzenia na pododdziały I i III bez ogniowego oddziaływania ze strony tych pododdziałów (R_p^I i R_p^{III}). Na tej podstawie można sądzić, że przeciwnik ma możliwość wykonania uderzenia na wymienione pododdziały w momencie $T_p^I = 80s$ i $T_p^{III} = 109s$.

W dalszym odpieraniu uderzenia przeciwnika pododdziały te nie biorą udziału. Tak więc ogień do pozostałych celów (nr 10, 11, 12) prowadzą już tylko pododdziały II i IV.

Z przedstawionej analizy wynika, że rozpatrywane ugrupowanie wojsk raketowych (5 pododdziałów wyposażonych w PZR S-75M oraz 4 w PZR S-125M) do zadanej rubieży może ostrzelać 8 celów powietrznych (cele nr 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9 i 10).

Ponieważ każdy z wymienionych celów powietrznych może być ostrzelany tylko jeden raz serią dwóch rakiet, to oczekiwana liczba rażonych celów przez pododdziały raketowe wynosi:

$$M_{C(ZT)} = N_{strz(S-75M)} \cdot P_{2(S-75M)} + N_{strz(S-125M)} \cdot P_{2(S-125M)} = 6 \cdot 0,64 + 2 \cdot 0,64 = 5,12 \approx 5$$

Efektywność bojowa ZT wynosi więc:

$$E_{b(ZT)} = \frac{M_c}{N_c} = \frac{5}{12} = 0,42$$

W przypadku działania środków napadu przeciwnika powietrznego na średnich i dużych wysokościach należy zwrócić uwagę na możliwość zastosowania przez przeciwnika różnych rodzajów manewru, przeciw dowodzeniu i przeciw strzelaniu (przez zmianę tras lotów celów) oraz stosowanie zakłóceń przez samoloty grup uderzeniowych i samoloty walki radioelektronicznej działających ze stref patrolowania, poza zasięgiem wojsk raketowych.

W takiej sytuacji należy na schemacie obliczeniowym wrysować strefy startu i ognia z uwzględnieniem ograniczeń spowodowanych przeciwdziałaniem przeciwnika.

Na podstawie otrzymanych wyników dokonuje się oceny:

- ◆ rezultatów działań ZT i oczekiwanego wyniku strat w zależności od charakteru tych działań;
- ◆ określenia potrzebnej liczby pododdziałów raketowych i przeciwlotniczych rakiet kierowanych niezbędnych do wykonania postawionych zadań bojowych z określoną skutecznością;
- ◆ wariantów ugrupowań wojsk raketowych metodą porównania ich efektywności, celem wyboru optymalnego.

2.3.3. Określanie możliwości ogniowych z zastosowaniem teorii masowej obsługi

Metoda oparta na teorii masowej obsługi z powodzeniem może być zastosowana do określania możliwości ogniowych pododdziałów, oddziałów i związków taktycznych (prognozowania procesów walki pododdziałów raketowych z przeciwnikiem powietrznym) na podstawie danych statystycznych dotyczących intensywności jego działania, średniego czasu strzelania i prawdopodobieństwa rażenia celu. Zastosowanie metody do prognozowania procesów walki, a więc i do określania możliwości ogniowych oddziału (ZT) WR SP, składającego się z jednorodnych pododdziałów raketowych, z których każdy jednocześnie może prowadzić strzelanie tylko do jednego celu przeanalizowane zostanie na konkretnym przykładzie.

Przyjmujemy założenie, że cele wykonujące uderzenie na osłaniane przez pododdziały obiekty tworzą prosty strumień Poissona. Do określania możliwości ogniowych na podstawie prognozowania procesów walki WR SP z ŚNP przeciwnika należy wykorzystać zależności [9, 10, 11], a ponadto wzory, na podstawie których można obliczyć:

Prawdopodobieństwo zniszczenia celu w czasie nalotu:

$$P_z = P_w \cdot P \quad [49]$$

gdzie:

P_z - prawdopodobieństwo zniszczenia celu w czasie nalotu;

P - średnie prawdopodobieństwo rażenia celu przez pododdział raketowy (środek ogniowy).

Wartość oczekiwaną liczby ostrzelanych celów w czasie nalotu:

$$E_w = N_c \cdot P_w \quad [50]$$

gdzie:

E_w - wartość oczekiwana liczby ostrzelanych celów w czasie nalotu;

N_c - prawdopodobna liczba celów powietrznych, działających w strefach ognia pododdziałów raketowych.

Wartość oczekiwaną liczby zniszczonych celów w czasie nalotu:

$$M_{c(ZT)} = N_c \cdot P_z \quad [51]$$

gdzie:

$M_{c(ZT)}$ - oczekiwana liczba rażonych celów w czasie nalotu;

N_c - liczba celów uczestniczących w nalocie;

P_z - prawdopodobieństwo zniszczenia celu w czasie nalotu.

Wartość oczekiwaną liczby celów, które mogą przedostać się do osłanianych obiektów:

$$E_p = N_c (1 - P_z) \quad [52]$$

gdzie:

E_p - oczekiwana liczba celów mogących przedostać się do osłanianych przez oddział (ZT);

P_z - prawdopodobieństwo zniszczenia celu w czasie nalotu.

Wartość oczekiwaną liczby pododdziałów raketowych zajętych strzelaniem w czasie nalotu:

$$E_i = \sum_{i=1}^n iP_i \quad [53]$$

Średnie obciążenie pododdziałów raketowych strzelaniem w czasie trwania nalotu:

$$T = \frac{E_i}{m} \quad [54]$$

Przewidywany czas trwania nalotu:

$$t_n = \frac{N_c}{\lambda} \quad [55]$$

gdzie:

t_n - czas trwania nalotu ŚNP przeciwnika;

N_c - liczba celów wykonujących uderzenie na broniony przez oddział (ZT) obiekt;

Średnia liczba ostrzelanych celów przez każdy pododdział raketowy

$$N_i = \frac{N_c \cdot P_w}{m} \quad [56]$$

gdzie:

N_i - średnia liczba ostrzelanych celów powietrznych przez każdy pododdział raketowy;

m - liczba pododdziałów raketowych.

Wzory te należy traktować jako przybliżone. W praktyce błędy obliczeń nie przekraczają 10 %.

PRZYKŁAD 3:

Zespół obiektów osłaniany jest przez sześć pododdziałów raketowych ($K_{dr} = 6$). Czas prowadzenia ognia do celu przez jedną jednostkę wynosi średnio 0,5 min. Średnia intensywność działania środków napadu powietrznego wynosi około 6 celów na minutę ($\lambda = 6$). W ramach nalotu przeciwnik może wydzielić do obezwładnienia osłanianych obiektów 18 celów ($N_c = 18$ celów, każdy w składzie 1 - 3 samolotów). Średnie prawdopodobieństwo zniszczenia celu przez pododdział raketowy (jednostkę ogniową) $P = 0,2$.

Zadanie polega na opracowaniu przy podanych informacjach wejściowych prognozy procesu walki pododdziałów raketowych z przeciwnikiem powietrznym. Wartości prawdopodobieństw P_i (i - jednostek prowadzi strzelanie) oraz iP_i podane są w tabeli 9. Wykorzystując dane zawarte w tej tabeli oblicza się następujące wskaźniki:

1. Prawdopodobieństwo przeniknięcia nie ostrzelanych celów przez system OP do osłanianych obiektów.

$$P_6 = 0,052$$

2. Prawdopodobieństwo ostrzelania każdego celu wchodzącego w strefy ognia pododdziałów raketowych wynosi:

$$P_w = 1 - P_6 = 1 - 0,052 = 0,948$$

3. Średnie prawdopodobieństwo zniszczenia każdego celu w czasie nalotu:

$$P_z = P_w \cdot P = 0,948 \cdot 0,2 = 0,190$$

4. Wartość oczekiwana liczby ostrzelanych celów w czasie nalotu:

$$E_w = N_c \cdot P_w = 18 \cdot 0,948 = 17,0$$

5. Wartość oczekiwana liczby zniszczonych celów w czasie nalotu:

$$M_{z(ZT)} = N \cdot P_z = 18 \cdot 0,19 = 3,42$$

TABELA 9

Wartości prawdopodobieństw P_i oraz iP_i

Liczba pododdziałów zajętych strzelaniem	P_i	iP_i
0	0,052	0
1	0,154	0,154
2	0,232	0,464
3	0,232	0,696
4	0,177	0,708
5	0,101	0,505
6	0,052	0,312
RAZEM	1	2,839

6. Wartość oczekiwana liczby celów przepuszczonych przez pododdziały raketowe:

$$E_p = N_c (1 - P_z) = 18 \cdot (1 - 0,19) = 14,58$$

7. Wartość oczekiwana liczby jednostek ogniowych zajętych ostrzeliwaniem w dowolnym przedziale czasowym czasowym podczas nalotu:

$$E_i = 2,839$$

8. Średnie obciążenie jednostki ogniowej strzelaniem w czasie nalotu:

$$T = \frac{100 \cdot E_i}{m} = \frac{284}{6} = 47 \%$$

9. Przewidywany czas trwania uderzenia ŚNP przeciwnika:

$$t_n = \frac{N_c}{\lambda} = 3 \text{ min}$$

10. Średnia liczba ostrzelanych celów przez każdy pododdział raketowy:

$$N_i = \frac{N_c \cdot P_w}{m} = \frac{18 \cdot 0,948}{6} = 2,48 \text{ celów}$$

11. Efektywność bojowa ZT wynosi:

$$E_{b(ZT)} = \frac{M_c}{N_c} = \frac{3,42}{18} = 0,19$$

12. Analiza taktyczna otrzymanych wyników:

2.4. OKREŚLANIE MOŻLIWOŚCI WYKONANIA MANEWRU (MANEWRÓWYCH) WR SP

Podstawowym wskaźnikiem określającym możliwość i celowość wykonania manewru jest czas. Manewr ma sens tylko wówczas kiedy, pododdziały raketowe po jego wykonaniu będą w stanie uczestniczyć w walce z ŚNP przeciwnika.

Możliwości wykonania manewru charakteryzowane są za pomocą następujących wskaźników: czasu przejścia w położenie marszowe (t_{zw}); czasu wykonania marszu (t_m); czasu zajęcia stanowiska bojowego (t_{zaj}); czasu rozwinięcia (t_{roz}).

Chcąc określić możliwości manewrowe pododdziału raketowego można przyjąć następującą kolejność rozwiązywania tego problemu:

1) Obliczyć czas wykonania marszu z następującej zależności:

$$t_m = \frac{S_M}{V_M} \quad [57]$$

gdzie:

S_M - odległość marszu, liczona od punktu wyjściowego do najbardziej oddalonego punktu ześrodkowania;

V_M - średnia prędkość marszu, która zależy między innymi od stanu dróg oraz pory doby (prędkości marszu podano w tabeli 10).

TABELA 10

Prędkość marszu w zależności od stanu dróg

Warunki marszu	Szosa	Ulepszone drogi gruntowe	Drogi gruntowe
W dzień	30 - 40 km/h	20 - 30 km/h	10 - 20 km/h
W nocy ze światłami	25 - 30 km/h	15 - 20 km/h	8 - 15 km/h
W nocy bez światła	10 - 20 km/h	10 - 15 km/h	5 - 10 km/h

2) Obliczyć czas wykonania manewru z następującej zależności:

$$T_{man} = t_{zw} + t_m + t_{zaj} + t_{roz} \quad [58]$$

gdzie:

t_{zw} - czasu przejścia w położenie marszowe;

t_m - czasu wykonania marszu;

t_{zaj} - czasu zajęcia stanowiska bojowego;

t_{roz} - czasu rozwinięcia PZR na nowym stanowisku startowym.

Wartości poszczególnych czasów zawarte są w tabeli 11. Czasy zwijania i rozwijania PZR, w głównej mierze rzutują na czas wykonania manewru.

3) Porównać czas wykonania manewru z czasem dyspozycyjnym:

$$t_{man} \leq T_d \quad [59]$$

PRZYKŁAD 4

W celu utworzenia „zasadzki ogniowej” dowódca KOP zarządził wykonanie manewru pododdziałem raketowym, wyposażonym w PZR S - 75M na nowe stanowisko startowe, oddalone na odległość 30 km od zasadniczego stanowiska tego pododdziału. Pododdział jest usamodzielniony, wyposażony w PRW - 13, rozwinięty na stanowisku startowym typu polowego. Na nowym stanowisku startowym nie przewiduje się rozbudowy inżynierskiej. Czas osiągnięcia gotowości bojowej na nowym stanowisku 8 godzin od chwili otrzymania rozkazu. Obliczyć czas wykonania manewru.

TABELA 11 ⁴²

Czasowe możliwości zwijania i rozwijania sprzętu pododdziałów raketowych

Lp.	Warunki wykonania zadania	Warianty uzbrojenia			
		S - 75M z zautomatyzowanym systemem dowodzenia i PRW -13	S-75M, S-125M z zautomatyzowanym systemem dowodzenia	S-75M bez zautomatyzowanego systemu dowodzenia	S-125M bez zautomatyzowanego systemu dowodzenia
1.	Przejsie sprzętu z położenia bojowego w położenie marszowe, ustawienie kolumny marszowej na stanowisku, posiadającym ukrycie typu „trwałe”	7 godz.	4 godz.	3 godz. 30 min.	3 godz.
2.	Przejsie sprzętu pododdziału raketowego z położenia bojowego w położenie marszowe na stanowisku typu polowego	5 godz. 30 min.	3 godz.	2 godz. 30 min.	2 godz. 10 min.
3.	Zajęcie przez pododdział raketowy nowego stanowiska: - rozbudowanego z zakrytymi stanowiskami; - wcześniej przygotowanego stanowiska polowego;			1 godz. 30 min 30 min.	1 godz. 20 min.
4.	Przejsie sprzętu pododdziału raketowego z położenia marszowego w bojowe na stanowisku rozbudowanym z ukryciami	7 godz. 30 min.	4 godz. 30 min.	4 godz.	3 godz. 30 min.
5.	Przejsie sprzętem pododdziału raketowego z położenia marszowego w bojowe na stanowisku typu „polowe”	6 godz. 30 min.	4 godz.	3 godz. 30 min.	3 godz.

⁴² Taktyka wojsk raketowych wojsk OPK. Podręcznik, OPK, Warszawa 1984, s. 446 i 447.

ROZWIĄZANIE

1) Obliczamy czas marszu pododdziału raketowego ze wzoru [57]:

V_M - 35 km/h;

$$t_m = \frac{S_M}{V_M}$$

S_M - 30 km.

$$t_m = \frac{30\text{km}}{30\text{km/h}} = 1\text{godz.}$$

2) Czas wykonania manewru pododdziału raketowego na nowe stanowisko startowe oblicza się z zależności [58]:

czasy zwijania, zajęcia stanowiska i rozwijania przedstawione są w tabeli 11.

t_{zw} - 5godz. 30 min;

t_{zaj} - 30 min.

t_{roz} - 6godz. 30 min;;

$$T_{man} = t_{zw} + t_m + t_{roz} + t_{zaj}$$

$T_{man} = 5\text{godz. 30 min} + 1\text{godz.} + 6\text{godz. 30 min} + 30\text{ min} = 13\text{ godz. 30 min.}$

3) Porównać czas wykonania manewru z czasem dyspozycyjnym [59]:

$$t_{man} \leq T_d$$

t_{man} - 13 godzin 30 min;

T_d - 8 godzin.

Analiza taktyczna otrzymanych wyników dowodzi, że wykonanie manewru nie jest celowe, ponieważ pododdział raketowy nie zdąży osiągnąć gotowości do walki na nowym stanowisku, w nakazanym czasie (8 godzin).

2.5.OKREŚLANIE MOŻLIWOŚCI ZABEZPIECZENIA W RAKIETY WR SP

Możliwości te zależą od liczby rakiet na stanowiskach pododdziałów raketowych i liczby rakiet w oddziale (ZT), ich urzutowania i stanu gotowości, czasu osiągnięcia gotowości do pracy potoków technologicznych pododdziałów technicznych (baterii technicznych, plutonów obsługi technicznej), czasu elaboracji pierwszej rakie-

ty na potoku technologicznym i wydajności potoków technologicznych oraz czasu dowozu raket na stanowiska pododdziałów raketowych.

1) Czas niezbędny na zelaborowanie n - raket oblicza się ze wzoru:

$$T_n = T_k + \frac{n-k}{k} \cdot T_{\max} \quad [60]$$

gdzie:

T_k - sumaryczny czas elaboracji pierwszej (pierwszych) rakiety;

n - liczba elaborowanych raket;

k - liczba potoków technologicznych;

T_{\max} - najdłuższy czas operacji na jednym ze stanowisk roboczych potoku technologicznego.

2) Czas dowozu raket (jest to czas przejazdu STZ ze stanowiska technicznego do stanowiska startowego) określa się ze wzoru:

$$T_d = \frac{D_{ST-SS}}{V_{sr}} \quad [61]$$

gdzie:

D_{ST-SS} - odległość pomiędzy stanowiskami technicznymi a startowymi;

V_{sr} - średnia prędkość STZ.

3) Czas zabezpieczenia (T_Z) składa się z czasu potrzebnego na elaborację raket (T_n), z czasu dowozu raket (T_d) i czasu przeznaczonego na odpoczynki sprzętu i ludzi, co można zapisać w postaci następującego wzoru:

$$T_Z = T_n + T_d + T_{odp} \quad [62]$$

4) Częstotliwość opuszczania raket potoku technologicznego:

$$T = \frac{T_{\max}}{k} \quad [63]$$

gdzie:

T - częstotliwość opuszczania raket potoku technologicznego;

T_k - sumaryczny czas elaboracji pierwszej (pierwszych) rakiety;

T_{\max} - najdłuższy czas operacji na jednym ze stanowisk roboczych potoku technologicznego.

5) Czas opóźnienia wyjazdu kolumny z raketami z pododdziału technicznego (dywizjonu technicznego) do pododdziału raketowego (dywizjonu raketowego):

$$t_{op} = (m-1) \cdot \frac{T_{max}}{k} \quad [64]$$

t_{op} - czas opóźnienia wyjazdu kolumny z raketami, z pododdziału technicznego (dywizjonu technicznego) do pododdziału raketowego (dywizjonu raketowego)

m - liczba STZ w kolumnie;

T_{max} - najdłuższy czas operacji na jednym ze stanowisk roboczych potoku technologicznego;

k - liczba potoków technologicznych;

6) Czas obiegu STZ można obliczyć z zależności:

$$T_o = 2T_d + t_{op} + t_{pSTZ} \quad [65]$$

gdzie:

T_o - czas obiegu STZ;

t_{op} - czas opóźnienia wyjazdu kolumny z raketami z pododdziału technicznego (dywizjonu technicznego) do pododdziału raketowego (dywizjonu raketowego);

t_{pSTZ} - czas zużyty przez STZ na stanowiskach potoku technologicznego i na przejazd między tymi stanowiskami.

7) Liczbę STZ potrzebną do ciągłego odbioru rakiet z potoku technologicznego (aby potok nie czekał na STZ) oblicza się z zależności:

$$I_{STZ} = \frac{k}{\eta} \left(\frac{T_o - T_k}{T_{max}} + 1 \right) \quad [66]$$

gdzie:

k - liczba potoków technologicznych;

T_o - czas obiegu STZ;

T_k - sumaryczny czas elaboracji pierwszej (pierwszych) rakiety;

T_{max} - najdłuższy czas operacji na jednym ze stanowisk roboczych potoku technologicznego.

η - współczynnik sprawności STZ ($\eta = 0,85 - 0,90$).

8) Wydajność elaboracyjną można obliczyć z następującego wzoru:

$$W = \frac{60 \cdot (n - k)}{T_n - T_k} \quad [67]$$

gdzie:

60 - przelicznik (z minut na godzinę);

n - liczba rakiet;

k - ilość nitek potoku technologicznego;

T_n - czas elaboracji n - rakiet;

T_k - sumaryczny czas pierwszej (pierwszych) rakiety (rakiet).

9) Liczbę rakiet, którą można przygotować i dostarczyć w rozporządzanym okresie oblicza się korzystając ze wzoru:

$$Q_p = W(T - T_{150}) + \frac{k}{k_d} \quad [68]$$

gdzie:

T - czas rozporządzalny (dyspozycyjny);

k - liczba linii (nitek) potoku technologicznego;

W - wydajność potoku technologicznego;

k_d - liczba pododdziałów raketowych zaopatrywanych w rakiety.

Do obliczeń można przyjąć wydajności potoków technologicznych określone w tabeli 12.

PRZYKŁAD 5

Pododdział techniczny (dywizjon techniczny) otrzymał od dowódcy ZT WR SP zadanie zabezpieczenia pododdziału raketowego (dywizjonu raketowego), wyposażonego w PZR S - 75M w 1 j.o gotowych do strzelania rakiet. Rakiety w pododdziale technicznym przechowywane są w magazynie nr 7, w stanie pośredniej gotowości bojowej. Pododdział techniczny posiada 100 % środków ciągu (STZ) oraz 100 % stanu osobowego. Odległość pomiędzy pododdziałami wynosi 25 km. Obliczyć w jakim czasie od momentu otrzymania zadania pododdział techniczny zgromadzi wymaganą liczbę rakiet na stanowisku startowym dywizjonu raketowego.

TABELA 12⁴³

Możliwości pododdziałów technicznych w zakresie elaboracji rakiet do pełnej gotowości bojowej

Typ PZR (PRK)	Pododdział techniczny	Wymagany zakres sprawdzeń		
		bez sprawdzania aparatury pokłado- wej	przy sprawdzeniu kompleksowym	przy pełnym sprawdzeniu
S - 75M (W - 755)	dywizjon techniczny	10 - 12	4	2
		7 - 8	3	1 - 2
	bateria techniczna	5 - 6	2	1
		4	1 - 2	1
	obsługa nieetatowa	5		
		4		
S - 125M	pluton	12		2
	obsługi techn.	8		1 - 2

UWAGA:

- w liczniku - na stanowisku stałym;
- w mianowniku - na stanowisku polowym.

ROZWIĄZANIE

1) Czas niezbędny na zelaborowanie 12 - rakiet obliczono ze wzoru[60]:

$$T_n = T_k + \frac{n-k}{k} \cdot T_{\max}$$

gdzie:

T_k - sumaryczny czas elaboracji pierwszej (pierwszych) rakiety - 41 min⁴⁴;

n - liczba elaborowanych rakiet - 12;

⁴³ Taktyka wojsk raketowych OPK. Podręcznik, OPK, Warszawa 1980, s. 103.

⁴⁴ Paradowski R., Stachowski Z., Informator taktyczno - techniczny wojsk raketowych OPK, ASG WP, Warszawa 1988, s. 89.

k - liczba potoków technologicznych - 2;

T_{\max} - najdłuższy czas operacji na jednym ze stanowisk roboczych potoku technologicznego - 8 min.

$$T_n = 41 + \frac{12-2}{2} \cdot 8 = 41 + 5 \cdot 8 = 41 + 40 = 81 \text{ min}$$

2) Czas dowozu rakiet obliczono ze wzoru [61]:

$$T_d = \frac{D_{ST-SS}}{V_{sr}}$$

D_{ST-SS} - 25 km;

V_{sr} - 25 km/h.

$$T_d = \frac{25 \text{ km}}{25 \text{ km/h}} = 1 \text{ godz.}$$

3) Czas zabezpieczenia (T_Z) w rakiety obliczono z następującego wzoru [62]:

$$T_Z = T_n + T_d + T_{odp}$$

czas potrzebny na elaborację rakiet (T_n) - 81 min;

czas dowozu rakiet (T_d) - 60min;

czas przeznaczony na odpoczynki sprzętu i ludzi (T_{odp}) - 30 min.

$$T_Z = 81 + 60 + 30 = 171 = 2 \text{ godz.} 51 \text{ min}$$

Teoretycznie pododdział techniczny po czasie 2 godz.51 min. powinien zabezpieczyć dywizjon raketowy w wymagany zapas gotowych do strzelania rakiet. W praktyce jednak czas ten może być dłuższy, ponieważ mogą wystąpić awarie zarówno sprzętu technicznego (służącego do elaboracji rakiet), jak i samochodowego (STZ). W przeprowadzonych kalkulacjach nie uwzględniono współczynników eksploatacyjnych (awaryjności).

2.6.ZASTOSOWANIE PROGRAMÓW TECHNIKI MIKROKOMPUTEROWEJ DO OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH WR SP

Mikrokomputery mimo, że są młodym wytworem elektroniki, gdyż pojawiły się dopiero w końcu lat siedemdziesiątych bieżącego stulecia, to w tak krótkim czasie stały się symbolem postępu cywilizacyjnego, a także zaawansowania technologiczne-

go. Dzięki wielu walorom techniczno - użytkowym mikrokomputery weszły szerokim frontem do oświaty i edukacji, a także do wojska.

W wojsku mikrokomputery, obok innych środków informatycznych od kilku lat wykorzystywane są w procesie kształcenia akademii wojskowych, wyższych szkół oficerskich, ośrodków szkolenia, a także w szkoleniu dowództw i sztabów⁴⁵. Coraz częściej mikrokomputery stają się w sztabach oddziałów (ZT) elementem wspomagającym w procesach decyzyjnych, a w tym również do określania możliwości bojowych. Obecnie istnieje kilka programów, które z powodzeniem można zastosować do określania (oceny) możliwości bojowych (szczególnie ogniowych). Do najbardziej przydatnych należy zaliczyć takie programy, jak: WALKA OP oraz EFEKTYWNOŚĆ, WSPOMAGANIE.

Program WALKA OP przeznaczony jest do odwzorowywania procesów walki naziemnych środków OP (pododdziałów, oddziałów i ZT wojsk raketowych SP i WOPL) z środkami napadu powietrznego oraz określania skutków podjętych decyzji.

Komputerowy model symulacyjny jest logiczno - matematycznym przedstawieniem pojęcia systemu lub działań, zaprogramowanym w celu rozwiązania za pomocą bardzo szybkiej maszyny cyfrowej. Model taki może być deterministyczny, gdy jest analitycznym przedstawieniem pojęcia systemu lub działań, w którym dla danych wielkości wejściowych wyniki określone są jednoznacznie. Niedeterministyczny lub stochastyczny wówczas gdy powiązania funkcyjne zależą od wielkości losowych. Można wyróżnić również modele wartości oczekiwanej (lub średniej), w których wielkościom losowym będą nadane ich wartości oczekiwane (lub średnie). Oczywiście jest, że komputerowy model symulacyjny może posiadać wszystkie lub tylko niektóre cechy modeli deterministycznych, stochastycznych lub modeli o wartościach oczekiwanych. Symulacyjny sposób użycia modelu pozwala na przeprowadzenie eksperymentów umożliwiających uzyskanie odpowiedzi na pytanie: co by się stało gdyby wprowadzono daną zmianę.

Modelowanie symulacyjne przypomina eksperyment fizyczny, ale realizowany w obszarze opisów abstrakcyjnych poszczególnych fragmentów funkcjonowania obiektów.

⁴⁵Zdrowski B, Kuriata R., Rozwiązywanie problemów obrony powietrznej i przeciwlotniczej z wykorzystaniem techniki mikrokomputerowej. AON. Warszawa 1992, s. 4.

tu. Pozwala to obserwować zjawiska zachodzące w obiekcie, które normalnie nie są dostępne dla obserwatora. W modelu symulacyjnym stosunkowo prosto można uwzględnić wpływ dużej liczby powiązań i oddziaływań opisanych w sposób zdeterminowany lub stochastyczny. Istnieje możliwość odtwarzania (imitowania) w języku techniki obliczeniowej bieżące funkcjonowanie obiektu w przyjętej (ustalonej) skali czasu. Współczesna technika komputerowa pozwala w ograniczonym czasie dokonać szerokiego przeglądu procesów modelu, w różnych warunkach. Umożliwia to wyciągnięcie wniosków dotyczących właściwości badanego modelu, podobnie jak przy metodach analitycznych. Metody symulacyjne mogą być stosowane również w przypadkach, gdy metody analityczne są trudne lub niemożliwe do zastosowania.

Idea zastosowania modelu symulacyjnego walki zbrojnej polega na tym, że przyjmuje się określoną sytuację początkową oraz określone potencjały początkowe stron walczących charakterystyczne dla danej sytuacji. Przeprowadzenie eksperymentu symulacyjnego pozwala przewidzieć prawdopodobny rozwój wydarzeń i ustalić prawdopodobne skutki ich wzajemnych oddziaływań oraz ich możliwości bojowe po upływie określonego czasu. Rozpatrując kilka różnych wariantów działania stron uzyskujemy zwykle różne wyniki, wyrażające skutki tych działań. Aby dokonać wyboru najbardziej prawdopodobnego rozwoju sytuacji należy warianty działania stron poddać wszechstronnej ocenie uwzględniając wiele czynników, przy czym ocenę tę należy przeprowadzić względem różnym kryteriów. Jest więc to ocena wielokryterialna, na którą składa się wiele ocen cząstkowych.

Przyjęty przez autorów programu WALKA OP zakres i stopień odwzorowania zjawisk i procesów występujących w obszarze powietrznego pola walki umożliwia zastosowanie programu do symulowania działań bojowych pododdziałów, rozpoznania z uwzględnieniem przeciwdziałania radioelektronicznego oraz walki pododdziałów, oddziałów i związków taktycznych, a także zgrupowań wojsk obrony powietrznej. Program uwzględnia również procesy niszczenia ŚNP oraz zużycie rakiet. Odwzorowuje sytuację powietrzną w zakresie tras lotów celów powietrznych (ŚNP i własnych), prędkości i wysokości ich lotu, graficznie i kodowo w czasie rzeczywistym i przyspieszonym. Odwzorowuje także położenie wojsk (RLS, pododdziały raketowe, stany rakiet) jak również procesy rozpoznania obiektów powietrznych przez wojska obrony

powietrznej oraz decyzje o sposobie prowadzenia ognia przez wojska OP (jedną lub dwoma raketami). Poza tym, w programie uwzględniono bardzo istotny czynnik charakteryzujący współczesne pole walki, tzn. wpływ zakłóceń radioelektronicznych na prowadzenie rozpoznania oraz realizację zadań ogniowych. Ponadto program informuje użytkownika o ogólnej sytuacji powietrznej i sytuacji powietrznej w strefie rozpoznania radiolokacyjnego poszczególnych stacji radiolokacyjnych, oraz wynikach prowadzonej działalności ogniowej (liczba grup celów powietrznych, oddziaływań, zniszczeń, zużycia rakiet).

Walka OP jest programem uniwersalnym, ponieważ można z jego udziałem osiągnąć cele dydaktyczne, poznawcze, a także wspomagać procesy dowodzenia wojskami Sił Powietrznych.

Program komputerowy EFEKTYWNOŚĆ przeznaczony jest do określenia efektywności wyznaczanego potencjału bojowego systemu OP, a więc również i WR w walce z ŚNP na szczeblach operacyjnych i taktycznych.

Określana przez program wartość efektywności systemu OP jest bezpośrednio uzależniona od liczby i typów kanałów celowania (KC) oraz liczby rakiet i amunicji, składających się na potencjał OP oraz liczby ŚNP przeciwnika. Ocena poziomu potencjału systemu OP polega na porównaniu wymaganej wartości efektywności z pożądaną. Wynikiem zaś jest pożądana wielkość potencjału systemu OP dla osiągnięcia wymaganej wartości efektywności, poprzez zwiększenie liczby KC lub rakiet i amunicji przeciwlotniczej. Alternatywnym rozwiązaniem jest osiągnięcie pożądanego poziomu efektywności poprzez zmniejszenie liczby dysponowanych przez przeciwnika ŚNP na ziemi.

Program WSPOMAGANIE przeznaczony jest do obliczania stosunku sił OP : ŚNP oraz efektywności systemu OP. Program jednocześnie umożliwia obliczanie ilości wylotów ŚNP przeciwnika, efektywności OP, stosunku sił w każdym wylocie oraz w całym okresie działania ŚNP. Program ten umożliwia także określanie procentu strat osłanianego obiektu w każdym wylocie i w całym okresie działań, obliczanie strat ŚNP również w jednym wylocie lub całym okresie działania, a ponadto pozwala obliczyć prawdopodobieństwo wykonania zadania przez OP w funkcji efektywności i stosunku sił. Pozwala obliczyć także proponowany potencjał OP tak, aby w stosunku do wpro-

wadzanych ŚNP przeciwnika siły OP osiągnęły zadaną efektywność lub stosunek sił. Konstrukcja programu umożliwia wprowadzenie przez użytkownika własnych środków OP, obiektów osłony co powoduje jego wszechstronność. Program został napisany na podstawie teoretycznych założeń opracowanych przez płk dr hab. inż. Bogdana Zdrodowskiego.

2.7. ANALIZA TAKTYCZNA WYNIKÓW PROCESU OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH WR SP

Z reguły podczas planowania działań bojowych, oficerowie wydziału operacyjnego rozpatrują kilka wariantów realizacji zadania bojowego przez oddział (ZT) wojsk raketowych, w odniesieniu do przyjętych, konkretnych wariantów uderzenia ŚNP przeciwnika. Dla każdego wariantu nalotu przeciwnika należy określić możliwości bojowe, a głównie ogniowe oddziału (ZT). Następnie dokonuje się oceny poszczególnych wariantów, porównując wartości liczbowe takich wskaźników jak: liczba strzałów, oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych, gęstość ognia oraz efektywność bojowa. W znaczeniu ogólnym *ocena jest wypowiedzią wartościującą podmiotu oceniającego, wyrażającą najogólniej w sensie przyjętego kryterium sformułowanego na podstawie określonych wartości.*

Bardzo często jako kryterium oceny możliwości ogniowych, a więc i wyboru jednego z wariantów przyjmuje się efektywność bojową. Pojęcie *efektywność oznacza (z łac. effectus - skutek) dodatnią cechę działań (ocenę) dającą jakiś pozytywnie oceniany wynik bez względu na to czy był on zamierzony (działanie skuteczne i efektywne), czy nie zamierzony (działanie efektywne).* Efektywność jest więc dodatnią cechą działań dających pozytywny wynik.

W wojskach raketowych SP funkcjonuje pojęcie „efektywność bojowa” (pododdziału, oddziału, ZT). Połączenie efektywności z przymiotnikiem „bojowa” sugeruje, że chodzi o efektywność podczas prowadzenia działań bojowych (walki). Dlatego też efektywność bojowa pododdziału, oddziału (ZT) traktowana jest jako jego skuteczność podczas prowadzenia działań bojowych. Efektywność bojowa jest więc niczym innym jak wskaźnikiem charakteryzującym skuteczność np. oddziału w reali-

zacji stawianych mu zadań. Najogólniej ujmując, wynikiem działania oddziału (ZT) powinno być osłonięcie zupełne lub częściowe obiektu (obiektów), wojsk przed oddziaływaniem środków napadu powietrznego.

Bardzo często również, można spotkać się z określeniem efektywność obrony obiektu. Pojęcie to można traktować na równi z efektywnością bojową, np. oddziału WR SP tylko wtedy, gdy oddział ten prowadzi działania samodzielnie, bez współdziałania z innymi wojskami działającymi w ramach obrony powietrznej (oddział lotnictwa myśliwskiego, pododdziały przeciwlotnicze oraz inne ugrupowania wojsk raketowych).

Sam wskaźnik efektywności bojowej jako funkcja wielu zmiennych losowych jest również zmienną losową. Wskaźnik efektywności bojowej może mieć charakter oceny prospektywnej (ex ante) jak i retrospektywnej (ex post). Przykładem takiej oceny może być efektywność bojowa (efektywność działań bojowych) wojsk raketowych Demokratycznej Republiki Wietnamu, określona po wojnie amerykańsko - wietnamskiej w latach 1968 - 1973: „...w czasie działań bojowych w Wietnamie pododdziały wyposażone w PZR SA - 75 wykonały 3 372 strzelania do celów powietrznych i zniszczyły 1370 samolotów, zużywając 5777 rakiet. Ogólna efektywność strzelań wyniosła 0,41”⁴⁶ Tego rodzaju oceny mimo, że dokonywane są po działaniach bojowych mają również duże znaczenie, ponieważ potwierdzają, albo negują wyniki kalkulacji wypracowanych podczas przygotowania do działań bojowych. Są więc czynnikiem weryfikującym poprawność przyjętych rozwiązań, koncepcji użycia pododdziałów, oddziałów (ZT), a więc mogą posłużyć do doskonalenia systemu obrony.

Oceny prospektywne są to takie oceny, które formułowane są dla przyszłych w stosunku do chwili, w której dokonywana jest ocena stanów przedmiotu oceny. Z tego rodzaju ocenami mamy do czynienia podczas planowania działań bojowych i te oceny najbardziej interesują dowódców na wszystkich szczeblach dowodzenia wojskami raketowymi.

Wskaźniki liczbowe możliwości ogniowych oddziału (ZT) WR SP zobrazowuje się, w postaci tabelarycznej, na mapie decyzji dowódcy oddziału (ZT). W tabeli tej

⁴⁶ Taktyka wojsk raketowych wojsk OPK. Podręcznik, OPK, Warszawa 1984, s. 56.

określa się między innymi gęstość ognia, liczbę strzelań oraz oczekiwaną liczbę rażonych celów powietrznych (TABELA 13).

Innym kryterium oceny możliwości ogniowych, które również bardzo często przyjmowane jest w kalkulacjach operacyjno - taktycznych jest oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych.

Tak więc oceniając np. warianty ugrupowania bojowego oddziału (ZT) WR SP, za najbardziej racjonalny przyjmuje się ten, w którym oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych jest największa. Ocena ta ma więc charakter oceny ilościowej.

TABELA 13

MOŻLIWOŚCI OGNIOWE ZT WR SP

Warianty uderzeń ŚNP przeciwnika	Kierunki uderzeń	Przedział wysokości (km)	Pododdziały które odpierają uderzenia	G _o <u>strzel</u> min	N _{strzel} ... / M _c / E _(ZT)		
	północny	0,3-1500	4, 5,6, 8	10	.....	.....	24/10
	pół - zach	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	zachodni	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Bardzo ważnym elementem procesu określania możliwości bojowych jest umiejętna interpretacja uzyskanych wyników i na tej podstawie wyciągnięcie właściwych wniosków, które umożliwią podjęcie racjonalnej, umotywowanej decyzji.

A oto kilka przykładów interpretacji wartości liczbowych wskaźników możliwości bojowych.

Na podstawie porównania wielkości rubieży wykonania zadania przez ŚNP przeciwnika oraz możliwości przestrzennych pododdziałów raketowych (poziomej odległości do dalszej granicy strefy ognia) dowódca oddziału (ZT) będzie wiedział, czy przeciwnik wykonując uderzenie na bronione obiekty (obiekt) będzie musiał wchodzić w strefy ognia pododdziałów, czy też nie. Jeżeli możliwości przestrzenne przeciwnika powietrznego zdecydowanie przewyższają możliwości pododdziałów raketowych,

czyli ŚNP mogą wykonać uderzenie spoza stref ognia, jedynym wyjściem z tej trudnej sytuacji jest wykonanie manewru przez wybrane pododdziały raketowe na zapasowe stanowiska startowe, wysunięte w kierunku prawdopodobnego uderzenia przeciwnika. Należy przy tym dokonać kalkulacji manewru i sprawdzić, czy czas manewru nie jest dłuższy od czasu dyspozycyjnego. W przypadku, kiedy czas potrzebny na wykonanie manewru jest większy od czasu dyspozycyjnego, wykonanie manewru nie jest celowe, gdyż wiadomo, że manewrujące pododdziały nie wezmą udziału w walce.

Analiza liczby strzelań wynikających z zapasu rakiet oraz z wariantu uderzenia ŚNP przeciwnika (praktycznie pierwsza powinna być większa lub równa drugiej, do obliczeń przyjmuje się wartość mniejszą) oraz liczby celów wykonujących uderzenie na bronione obiekty, pozwala wyciągnąć dwa zasadnicze wnioski (dotyczy to przede wszystkim sytuacji, gdy liczba możliwych do wykonania strzelań jest mniejsza od liczby celów):

- ◆ należy wprowadzić ograniczenia w zużyciu rakiet, przy czym trzeba pamiętać, że prawdopodobieństwo rażenia (zniszczenia) celu powietrznego znacznie spada w stosunku do strzelania racjonalną liczbą rakiet (zalecana przez zasady strzelania);
- ◆ należy zwiększyć na stanowiskach startowych liczbę gotowych do strzelania rakiet.

Gęstość ognia jest również bardzo ważnym i w porównaniu z gęstością nalotu wiele mówiącym o możliwościach bojowych (ogniowych) oddziału (ZT) wskaźnikiem. W praktyce dąży się do tego, aby gęstość ognia oddziału (ZT) była większa od gęstości nalotu środków napadu powietrznego przeciwnika. Jeżeli spełniony jest ten warunek, to zapewniona jest możliwość przeniesienia ognia i ostrzelania kolejnych ŚNP, wchodzących w strefy ognia pododdziałów raketowych. Wyklucza się tym samym prawdopodobieństwo nie ostrzelania celu powietrznego.

Porównanie oczekiwanej liczby rażonych celów powietrznych przez oddział (ZT) WR SP z liczbą ŚNP przeciwnika pozwala w znacznym stopniu na udzielenie odpowiedzi na najistotniejsze dla dowódcy oddziału (ZT) pytanie, a mianowicie: Czy oddział (ZT) jest w stanie wykonać postawione mu zadanie bojowe, czy też nie ?

Idealna sytuacja miałaby miejsce wówczas, gdyby oczekiwana liczba rażonych celów była równa liczbie celów biorących udział w nalocie. W praktyce jednak nigdy tak nie będzie. Dlatego też wysoko ocenia się możliwości bojowe (ogniowe) podod-

działów, oddziałów (ZT), gdy ich efektywność bojowa zawiera się w granicach 15 - 30 %. Wynika to przede wszystkim z faktu, że w dotychczasowych konfliktach i wojnach lokalnych w większości przypadków lotnictwo zaprzestawało uderzeń, gdy ponosiło straty rzędu 15 - 30 %.

BIBLIOGRAFIA:

1. Biuletyn szkoleniowy Nr 11 WR OPK, DW OPK, Warszawa 1989.
2. Gozdecki Cz., Zawada E., Wybrane metody statystyczne w prognozowaniu woj-skowym, Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa 1978.
3. Leksykon PWN, Warszawa 1972 .
4. Leksykon wiedzy wojskowej, MON, Warszawa 1979.
5. Metodyka wypracowania decyzji i wzory dokumentów bojowych wojsk rakieto-wych OPK, DW OPK, Warszawa 1982.
6. Miodek S., Przeciwlotnicze zestawy rakietowe nowej generacji, AON, Warszawa 1996.
7. Miodek S., Wojska rakietowe WLOP. Oddział (Związek taktyczny). Skrypt, AON, Warszawa 1994.
8. Miodek S., Użycie oddziału (związku taktycznego) wojsk rakietowych Wojsk Lot-nicznych i Obrony Powietrznej. Skrypt, AON, Warszawa 1995.
9. Objasnienia do zasad strzelania przeciwlotniczymi rakietami kierowanymi zestawu S - 125M, DW OPK, Warszawa 1990.
10. Objasnienia do zasad strzelania przeciwlotniczymi rakietami kierowanymi zestawu S - 75M, DW OPK, Warszawa 1979.
11. Taktyka wojsk rakietowych wojsk OPK. Podrecznik, DW OPK, Warszawa 1984.
12. Paradowski R., Teoria strzelania przeciwlotniczymi rakietami kierowanymi. Skrypt, ASG WP, Warszawa 1985.
13. Paradowski R., Stachowski Z., Informator taktyczno - techniczny wojsk rakieto-wych OPK, ASG WP, Warszawa 1988.
14. Taktyka wojsk rakietowych WOPK. Podrecznik, DW OPK, Warszawa 1980.
15. Vademecum o przeciwlotniczym sprzecie rakietowym, DW OPK, Warszawa 1990.
16. Zasady strzelania przeciwlotniczymi rakietami kierowanymi S - 75M, DW OPK, Warszawa 1977.
17. Zasady strzelania przeciwlotniczymi rakietami kierowanymi S - 125M, DW OPK, Warszawa 1984

18. Zdrodowski B, Kuriata R., Rozwiązywanie problemów obrony powietrznej i przeciwlotniczej z wykorzystaniem techniki komputerowej. Skrypt. AON, Warszawa 1992.
19. Zdrodowski B., Obrona Powietrzna. Zbiór wykładów, AON, Warszawa 1992.
20. Zdrodowski B, (red.), Rozwiązywanie problemów obrony powietrznej i przeciwlotniczej z wykorzystaniem techniki mikrokomputerowej, AON, Warszawa 1995.

WIELKOŚCI STREF OGNI DLA PZR S - 75 M

H _c	V _c 640 m/s, q=70° e _{max} =60° (odcinek aktywny)			640 m/s < V _c < 1000 m/s q < 50°, e=60° (odcinek aktywny)			V _c < 300 m/s, q < 90° e=60° (odcinek pasywny)		
	D _b	D _d	P _{c max}	D _b	D _d	P _{c max}	D _b	D _d	P _{c max}
0,1 (0,3)^x	7	24	23	16	23	18	7	24	24
1,0	7	24	23	16	23	18	7	24	24
2,0	7	26	24	16	25	19	7	26	26
3,0	8	27	25	16	26	20	8	37	37
5,0	9,0	29	27	17	28	21	9	40	39
10,0	12	33	31	19	31	23	12	47	46
15,0	17	40	34	22	34	24	17	51	49
20,0	23	43	35	26	27	24	23	55	51
25,5	28	43	32	29	40	24	28	50	43
30,0	35	43	28	34	40	21	35	46	35

UWAGI:

1. Dla wysokości, oznaczonych x: H= 0,1 km odpowiada rakietom 20 DSU, H= 0,3 km - rakietom 20 DP.
2. Wartości D_b odpowiadają P_c= 0.
3. Prawdopodobieństwo zniszczenia celu jest mniejsze w rejonie bliższej granicy (mniej niż 12 km), a także dla V_c > 640 m/s na wysokościach większych niż 23 km.
4. Wartości dalszej granicy strefy ognia podano bez uwzględnienia ograniczeń spowodowanych małą skuteczną powierzchnią odbicia od celu.

TABELA 15

WIELKOŚCI STREF OGNIĄ DLA PZR S - 125M

Lp.	Warunki strzelania	H (km)	D _{d max} (km)	d _{d max} (km)	P _{max} (km)	P _{min} (km) w pościgu	+q _{max} (stopni)
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Bez zakłóceń, RL, V _c <300m/s, metody PW, TP-w pościgu przy H<10 km	0,02...0,5	11,0	11,0	11,0	9,5	75
		0,5	17,0	17,0	17,0	16,5	160
		1,0	17,0	17,0	16,5	6,0	160
		3,0	17,2	17,0	16,5	6,0	160
		5,0	17,7	17,0	16,5	6,0	160
		10,0	19,7	17,0	16,5	6,0	160
		12,0	20,8	17,0	16,5	7,8	150
2.	Bez zakłóceń, RL, 300 m/s <V _c < 700 m/s, metoda PW	0,02...0,5	11,0	11,0	9,5	--	75
		0,5	17,1	17,0	13,0	--	60
		3,0	17,2	17,0	14,0	--	60
		5,0	17,2	16,5	13,5	--	60
		10,0	18,0	14,8	13,0	--	60
3.	W zakłóceniach pasywnych, RL, SCR-II (SCR-I), metoda PW V _c <560 m/s	0,02	11,0	11,0	8,0	--	60
		0,5	13,2	13,2	10,5	--	60
		1,0	13,1	13,1	10,4	--	60
		3,0	13,1	13,1	10,4	--	60
		5,0	13,0	12,0	9,5	--	60
		8,0	13,0	10,3	8,0	--	60
4.	W zakłóceniach aktywnych lub bez zakłóceń, do celów gru- powych, RL, metoda TP V _c <420 m/s	0,1	3,5	3,5	0	--	0
		0,3	11,0	11,0	8,0	--	60
		0,5	13,2	13,2	10,5	--	60
		1,0	13,1	13,1	10,4	--	60
		3,0	13,1	12,5	10,1	--	60
		5,0	13,0	12,1	9,5	--	60
	Dla zestawów bez aparatury GSzN	8,0	13,0	10,3	8,0	--	60
5.	Do celów stosu- jących zakłó- cenia aktyw- ne,RL,GSzN, metoda TP V _c <420m/s (V _c <300m/s) Do zestawów wyposażonych w GSzN	0,1	3,5	3,5	0	---	0
		0,3	(3,5)	(3,5)	(0)	---	90
		0,5	11,0	11,0	10,5	---	90
		1,0	(11,0)	(11,0)	(10,5)	---	90
		3,0	13,5	13,5	13,0	---	90
		5,0	(17,0)	(17,0)	(16,5)	---	90
		8,0	13,5	13,5	13,5	---	90
		10,0	(17,0)	(17,0)	(17,0)	---	90
		10,0	(17,3)	(17,0)	(17,0)	---	90
5,0	13,5	12,5	12,5	---	90		
8,0	(17,7)	(17,0)	(17,0)	---	90		
10,0	13,5	11,0	10,5	---	90		
10,0	(13,5)	(11,0)	(10,5)	---	90		
10,0	13,5	9,5	9,0	---	90		
10,0	(13,5)	(9,5)	(9,0)	---	90		

1	2	3	4	5	6	7	8
6.	TV-RL, metodą TP $V_c < 420 \text{ m/s}$	0,2...0,5	11,0	11,0	9,5	---	75
7.	TV,TV-RL, metodą TP $V_c < 420 \text{ m/s}$	0,05	3,5	3,5	0	---	0
		0,18	11,0	11,0	10,5	---	145
		0,5	17,0	17,0	16,5	6,0	160
		1,0	17,0	17,0	16,5	6,0	160
		3,0	17,2	17,0	16,5	6,0	160
		5,0	17,7	17,0	16,5	6,0	160
		8,0	18,8	17,0	16,5	6,0	160
		10,0	19,7	17,0	16,5	6,0	160
		11,0	20,3	17,0	16,5	6,0	160

UWAGI:

1. Wartość minimalnej odległości do bliższej granicy strefy ognia dla wszystkich warunków wynosi 3,5 km.
2. Wartości dalszej granicy strefy ognia są podane bez uwzględnienia ograniczeń spowodowanych małą efektywną skuteczną powierzchnią odbicia celi i katami zakrycia.
3. Minimalne wartości wysokości dla wartości kątów położenia celu $+1^0$ do -2^0 są obliczane z uwzględnieniem powierzchni Ziemi.
4. Prędkość celu 700m/s przyjęto dla wysokości 5.....14km, 420 m/s - dla wysokości 0,02....0,5 km ulega zmianie według prawa liniowego.
5. Myślnik oznacza brak strefy ognia przy strzelaniu w pościgu.
W nawiasach podano wartości odpowiadające $V_c < 300 \text{ m/s}$

**WARTOŚCI SKŁADOWE CYKLU STRZELANIA, POTRZEBNE DO OBLICZENIA
CYKLU STRZELANIA DLA PZR S - 75M.**

Nazwa czynności lub odcinka czasowego	Oznaczenie	Czas trwania czynności [s]
Wydanie komendy do przeniesienia ognia	t_k	5
Wykrycie i przechwycenie celu (w warunkach „Szeroka wiązka”)	t_p	14
Przygotowanie danych wyjściowych do strzelania za pomocą przyrządu APP -75	t_{pd}	17
Przeniesienie ognia	T_p	36
Start	t_s	1-2
Odstęp między startami rakiet w serii	t_o	6
Lot do punktu spotkania: - na odcinku aktywnym - na odcinku pasywnym	t_{lr}	14-57 14-77
Ostrzelanie celu a) na minimalnej odległości do bliższej granicy strefy ognia: - jedną rakieta - dwiema raketami - trzema raketami b) na maksymalnej odległości do dalszej granicy strefy ognia (z uwzględnieniem odcinka pasywnego): - jedną rakieta - dwiema raketami - trzema raketami	T_{01} T_{02} T_{03}	16 22 28 59(79) 65(85) 71(91)
Cykl strzelania z przygotowaniem danych wyjściowych za pomocą automatycznego przyrządu starty APP* a) przy ostrzeleniu celu na minimalnej odległości do bliższej granicy strefy ognia: - jedną rakieta - dwoma raketami - trzema raketami b) przy ostrzeleniu celu na maksymalnej odległości do dalszej granicy strefy ognia - na odcinku aktywnym (z uwzględnieniem odcinka pasywnego): - jedną rakieta - dwoma raketami - trzema raketami	T_{01min} T_{02min} T_{03min} T_{01max} T_{02max} T_{03max}	52 58 64 95(115) 101(121) 107(127)

$$* T_C = T_p + T_{on}$$

WARTOŚCI CYKLU STRZELANIA I JEGO SKŁADOWYCH DLA PZR S - 125M

Nazwa operacji przy pracy w ZtSD (przy pracy bez wykorzystania ZtSD)	Oznaczenie	Czas trwania operacji w Zt SD (bez wykorzystania ZtSD)
Wydanie wskazania celu (wydanie komendy na przeniesienie ognia)	t_k	2(5)
Odpracowanie wskazania celu (obrót anten o kąt 90° w azymucie)	t_{WC}	5
Przełączenie urządzeń nadawczych na antenę, przejście (poszukiwanie i przejście) na śledzenie celu, przygotowanie celu, przygotowanie danych wyjściowych do ostrzelenia, czas pracy obsługi SD pododdziału raketowego	t_{PB}	25(35)
Przygotowanie strzelania	$T_p = t_k + t_{WC} + t_{PB}$	32(45)
Przygotowanie startu rakiety	t_{st}	1,5
Przerwa pomiędzy startami rakiet w serii	t_p	5
Czas lotu rakiety do punktu spotkania na dalszej granicy strefy ognia:	t_{lr}	
przy braku zakłóceń $V_c \leq 300$ m/s, $H_c = 18$ km		38
przy braku zakłóceń $V_c > 300$ m/s, $H_c = 14$ km		28,5
w zakłóceń $H_c = 10$ km		21,5
przy strzeleniu do celów niskolejących $H_c < 0,5$ km		18,5
Ostrzelenie celu:	$T_o = t_{st} + t_p + t_{lr}$	
przy braku zakłóceń $V_c \leq 300$ m/s i $H_c = 18$ km		44,5
przy braku zakłóceń $V_c > 300$ m/s i $H_c = 14$ km		35
w zakłóceń $H_c = 10$ km		28
przy strzeleniu do celów nisko lecących		25
Cykl strzelania:	$T_c = T_p + T_{o\max}$	
przy braku zakłóceń $V_c \leq 300$ m/s i $H_c = 18$ km		76,5(89,5)
przy braku zakłóceń $V_c > 300$ m/s i $H_c = 14$ km		67(80)
w zakłóceń $H_c = 10$ km		60(73)
przy strzeleniu do celów nisko lecących		57(70)

SPIS TREŚCI

	str
Wstęp	3
1. Podstawy teorii możliwości bojowych WR SP	5
1.1. Czynniki wpływające na możliwości bojowe WR SP.....	7
1.2. Możliwości ogniowe WR SP	17
1.3. Możliwości osłony (obrony) WR SP.....	20
1.4. Możliwości wykonania manewru (manewrowe) WR SP.....	24
1.5. Możliwości zabezpieczenia w rakiety WR SP.....	26
1.6. Możliwości osiągania gotowości bojowej WR SP.....	30
2. Metodyka określania możliwości bojowych wojsk raketowych SP	32
2.1. Metody określania możliwości bojowych WR SP	33
2.2. Ocena przeciwnika powietrznego dla określania możliwości bojowych WR SP.....	40
2.3. Określanie możliwości ogniowych WR SP.....	45
2.4. Określanie możliwości wykonania manewru (manewrowych) WR SP	80
2.5. Określanie możliwości zabezpieczenia w rakiety WR SP	83
2.6. Zastosowanie programów techniki mikrokomputerowej do określania możliwości bojowych WR SP	88
2.7. Analiza taktyczna wyników procesu określania możliwości bojowych WR SP...	92
Bibliografia	97
Załączniki	99

Wydrukowano w 23 egz.
Egz.nr 1-20 Bibl.Główna DZN
Egz.nr 21- DWLiOP
Egz.nr 22- WOSSP Dęblin
Egz.nr 23 - Bibl.Szt.Gen.
Wyk.kpt.Marszałek
Druk AON nr PF 499/WW

