AKADEMIA
OBRONY NARODOWEJ

Mjr dypl. mgr inż. Maciej MARSZAŁEK

METODA OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH WOJSK OBRONY POWIETRZNEJ

Rozprawa doktorska

60967

Nr ewid.

Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej
SA4337
05-004337-001-0

WARSZAWA 2000

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OBRONY POWIETRZNEJ

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 60967
II
Akademii Obrony Narodowej

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid.
II
Akademii Obrony Narodowej

mjr dypl. mgr inż. Maciej MARSZAŁEK

METODA OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH WOJSK OBRONY POWIETRZNEJ

Rozprawa doktorska

BIBLIOTEKA GŁÓWNA
Zakładu Taktyki Lotnictwa

OPRACOWANA
POD NAUKOWYM KIEROWNICTWEM

płk dr hab. inż. Bogdana ZDRODOWSKIEGO

WARSZAWA 2000

Spis treści

Wstęp 6

1. ZAŁOŻENIA I PROCEDURY BADAWCZE 13

1. 1. Obszar badań 13

1. 2. Cel, problemy badawcze i hipotezy robocze 14

1. 3. Model badań 18

1. 4. Ocena literatury przedmiotu badań 21

1. 5. Zastosowane metody i techniki badawcze 24

2. INTERPRETACJA PODSTAWOWYCH KATEGORII STOSOWANYCH W ROZPRAWIE 28

2. 1. Obrona powietrzna 28

2. 2. Wojska obrony powietrznej 33

2. 3. Możliwości bojowe 39

2. 4. Potencjał 47

2. 5. Efektywność i skuteczność OP 48

2. 6. Metoda 52

2. 7. Jakość, wartość, ocena 55

3. MOŻLIWOŚCI BOJOWE WOJSK OBRONY POWIETRZNEJ 59

3. 1. Możliwości bojowe w dowodzeniu wojskami obrony powietrznej 59

3. 2. Dekompozycja możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej 69

3. 3. Wpływ otoczenia na możliwości bojowe wojsk obrony powietrznej 78

3. 3. 1. Otoczenie bliższe (czynniki wewnętrzne) 79

3. 3. 2. Otoczenie dalsze (czynniki zewnętrzne) 83

3. 4. Wskaźniki możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej 87

3. 4. 1. Wskaźniki przestrzenne 89

3. 4. 2. Wskaźniki czasowe 95

3. 4. 3. Wskaźniki skuteczności bojowej 101

3. 4. 4. Inne wskaźniki 106

4. METODY OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH WOJSK OBRONY POWIETRZNEJ 109

4. 1. Metoda analityczna (kalkulacyjna) 112

4. 2. Metoda grafoanalityczna 114

4. 3. Metoda symulacyjna 116

4. 4. Metoda oparta na teorii masowej obsługi 120
4. 5. Metoda stosunku sił 128
4. 6. Metoda stosunku średnich czasów 135
4. 7. Metody stosowane w innych rodzajach sił zbrojnych (wojskach lądowych i marynarce wojennej) 144
4. 7. 1. Punktowa ocena możliwości bojowych wojsk (The Quantified Judgment Method – QJM) 145
4. 7. 2. Metoda UW (oparta na wzorcu T – 55) 156
4. 8. Ocena metod określania możliwości bojowych w aspekcie zastosowania ich do kompleksowej oceny możliwości bojowych wojsk OP 157
5. STOSOWANE METODYKI OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH RODZAJÓW WOJSK OBRONY POWIETRZNEJ 160
5. 1. Określanie możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego 160
5. 1. 1. Określanie skuteczności bojowej 160
5. 1. 2. Określanie możliwości przestrzennych 162
5. 1. 3. Określanie wskaźników czasowych 166
5. 2. Określanie możliwości bojowych wojsk rakietowych sił powietrznych 169
5. 2. 1. Określanie możliwości ogniowych metodą analityczną 170
5. 2. 2. Określanie możliwości bojowych metodą grafoanalityczną 184
5. 2. 3. Określanie możliwości bojowych wojsk rakietowych metodą opartą na teorii obsługi masowej 190
5. 3. Określanie możliwości bojowych pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych 192
5. 4. Określanie możliwości bojowych pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego 199
6. PROPONOWANA METODA OCENY MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH WOJSK OBRONY POWIETRZNEJ 206
6. 1. Kompleksowa jakościowa metoda oceny możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej 210
6. 1. 1. Założenia metodyczne 211
6. 1. 2. Wskaźnik skuteczności wojsk OP 214

6. 1. 3. Wskaźnik zabezpieczenia radiolokacyjnego wojsk OP 218
6. 1. 4. Wskaźnik wyszkolenia wojsk OP 225
6. 1. 5. Wskaźnik zabezpieczenia logistycznego wojsk OP 234
6. 1. 6. Wskaźnik żywotności wojsk OP 238
6. 1. 7. Wskaźnik degradacji obiektu osłony 241
6. 1. 8. Skale, klasy jakości możliwości bojowych wojsk OP 242
6. 1. 9. Istota metody 246
6. 2. Metodyka jakościowej oceny możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej 254

ZAKOŃCZENIE 261

BIBLIOGRAFIA 265

ZAŁĄCZNIKI: 273

1. Sprawozdanie z działalności polsko – amerykańskiego zespołu badawczego do spraw oceny efektywności systemu OP 273
2. Sposoby przedstawiania potencjału bojowego 276
3. Współczynniki jakościowe uzbrojenia i sprzętu bojowego wojsk własnych i wybranych państw 277
4. Samoloty bojowe – dane taktyczno – techniczne 278
5. Ocena wartości bojowej samolotu SU – 25 i F/A – 18 279
6. Ocena wartości bojowej przeciwlotniczego zestawu rakietowego 280
7. Kwestionariusz ankiety 281
8. Sprawozdanie z badań ankietowych 288
9. Praktyczne określanie możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego 296
10. Użycie metody analitycznej do określania możliwości bojowych wojsk rakietowych sił powietrznych 301
11. Praktyczne zastosowanie metody średnich czasów do określania możliwości bojowych wojsk rakietowych sił powietrznych 306
12. Określanie możliwości bojowych wojsk rakietowych sił powietrznych metodą opartą na teorii obsługi masowej 311
13. Praktyczne zastosowanie teorii obsługi masowej do określania możliwości bojowych pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych 313
14. Rubieże taktyczno – nawigacyjne w lotnictwie myśliwskim 316
15. Podstawowe zasady kwalitowerystyki (według koncepcji R. Kolmana) 319
16. Wzory do transformacji stanów i obliczania wyróżników kryterialnych 320
17. Formuły stosowane do określania wskaźnika jakości 321
18. Definicje stref przeciwlotniczych zestawów rakietowych 323

WSTĘP

W wyniku technologicznego rozwoju środków napadu powietrznego (ŚNP) oraz doskonalenia sposobów ich użycia – rośnie potęga powietrzna i jej znaczenie nie tylko we współczesnych działaniach wojennych, ale również w pozamilitarnych. Wzrasta więc także znaczenie obrony przed zagrożeniami powietrznymi, określanej mianem obrony powietrznej (OP). Wysoka ranga obrony powietrznej w działaniach wojennych wielokrotnie została potwierdzona zarówno w opracowaniach teoretycznych, jak i lokalnych konfliktach (działaniach praktycznych)[1]. Współcześnie, wyjątkowo wyraźnie zarysowała się współzależność wyników operacji na lądzie i morzu od, rezultatów działań bojowych w powietrzu[2]. Dogodna sytuacja w przestrzeni powietrznej i swoboda działań lotnictwa jest więc podstawowym warunkiem osiągnięcia zwycięstwa na lądzie i morzu oraz pomyślnego rozstrzygnięcia konfliktu zbrojnego[3]. Specjaliści zajmujący się walką zbrojną są zgodni, że nie można osiągnąć sukcesu w walce na lądzie lub na morzu bez powodzenia w powietrzu. Szczególnie ważne przykłady potwierdzające te opinie, to wojna w Zatoce Perskiej oraz trwający obecnie konflikt w Kosowie. Znaczenie OP przyczyniło się do powstania w naukach wojskowych odrębnego działu problemowego poświęconego obronie powietrznej.

---

[1] Z. Groszek.: Rozpoznanie w systemie obrony powietrznej Rzeczypospolitej Polskiej. Rozprawa habilitacyjna. AON, Warszawa, 1995, s. 9.

[2] **Działania bojowe** – działania wojsk lądowych (lotnictwa, marynarki wojennej), których celem jest zniszczenie sił i środków przeciwnika, opanowanie jego terytorium, przeciwdziałanie natarciu przeciwnika, odparcie jego uderzeń i utrzymanie własnego terytorium, a także działania związane z przegrupowaniem i rozmieszczeniem wojsk w terenie w warunkach zagrożenia napadem przeciwnika – „Słownik podstawowych terminów wojskowych", Sztab Generalny, Warszawa 1977, D – 18.
W regulaminie działań taktycznych opracowanym przez Sztab Generalny w 1994 roku, termin „działania bojowe" nie występuje. Autorzy regulaminu uwzględniają jednak możliwość prowadzenia działań zbrojnych w formie działań operacyjnych i taktycznych, zdefiniowanych w sposób następująco:
Działania operacyjne – to wszelkie działania związków operacyjnych i operacyjno – taktycznych podczas wojny. Obejmują operacje, w tym bitwy, przegrupowania operacyjne oraz pogotowie operacyjne.
Działania taktyczne – to wszelkie działania związków taktycznych, oddziałów i pododdziałów wojsk operacyjnych i obrony terytorialnej. Obejmują one: walki (boje), przemieszczenie i rozmieszczenie wojsk.

[3] W. Michalak.: Dominacja z powietrza. AON, Warszawa, 1999, s. 13.

Polska myśl wojskowa stosunkowo późno – w porównaniu z czołowymi państwami Europy – zajęła się obroną powietrzną. W latach dwudziestych w Polsce obrona powietrzna była przedmiotem badań (poznania) przede wszystkim pasjonatów – społeczników, dostrzegających potrzebę prowadzenia walki w tej sferze[4]. Problematyką tą zajmowała się Polska Liga Przeciwlotnicza i Przeciwgazowa, której działalność ukierunkowana była na popularyzację lotnictwa i obrony przeciwgazowej w ówczesnym społeczeństwie polskim[5]. Istotne znaczenie dla rozwoju polskiej myśli wojskowej miało podjęcie - w latach trzydziestych - badań o charakterze podstawowym w obszarze obrony powietrznej. Pojawiły się wówczas opracowania w miarę zwarte i spójne, dotyczące zagrożenia Polski uderzeniami lotnictwa naszych sąsiadów, roli i zadań obrony powietrznej oraz sposobów jej sprawowania[6]. Dopiero wówczas, po raz pierwszy w historii polskiej myśli wojskowej, zaczęto używać sformułowań „obrona przeciwlotnicza frontu" oraz „obrona kraju". Dostrzegano również potrzebę utrzymywania już w okresie pokoju sprawnego systemu obrony powietrznej, który mógłby odeprzeć pierwsze uderzenie środków napadu powietrznego. Ówczesne, geopolityczne umiejscowienie Polski w Europie było przyczyną wyjątkowo dużych potrzeb w zakresie obrony powietrznej, znacznie przekraczających możliwości finansowe państwa. W tej sytuacji, jedynym racjonalnym rozwiązaniem było skupienie wysiłku obrony powietrznej do osłony najważniejszych obiektów kraju, a w siłach zbrojnych do osłony szczególnie zagrożonych uderzeniami środków napadu powietrznego, najważniejszych i jednocześnie najwrażliwszych elementów ugrupowania wojsk[7]. W literaturze tego okresu można odnaleźć wyraźne ślady dążenia do naukowych uzasadnień słuszności rozwiązań przyjętych w zakresie obrony powietrznej i przeciwlotniczej wojsk. Kampania wrześniowa stała się częściowym weryfikatorem doktryny obowiązującej w okresie międzywojennym. Kolejny znaczący okres to II wojna światowa. Po jej zakończeniu, OP w Polsce nie była przedmiotem wspólnych

---

[4] B. Zdrodowski.: Obrona powietrzna. Zbiór wykładów. AON, Warszawa, 1993, s. 31.

[5] *Działalność Ligi miała przede wszystkim uświadomić społeczeństwu, władzom wojskowym i państwowym skalę zagrożenia z użyciem nowego środka walki, jakim stał się wówczas samolot bojowy, środek wybitnie ofensywny, o dużych możliwościach manewrowych, mogący niewątpliwe przechylić szalę zwycięstwa, szczególnie w razie jego zmasowanego użycia w początkowym okresie wojny.* - B. Zdrodowski.: Obrona Powietrzna. Zbiór wykładów, AON, Warszawa, 1993, s. 31 i 32.

[6] B. Zdrodowski.: Obrona Powietrzna. Zbiór wykładów. AON, Warszawa, 1993, s. 33.

[7] S. Abżółtowski.: O niebezpieczeństwie lotniczym i obronie przeciwlotniczej kraju. Warszawa, 1934.

uogólnień, których celem byłoby doprowadzenie do kompromisu doświadczeń wyniesionych przez Polskie Siły Zbrojne walczące na zachodzie i wschodzie[8]. Wobec narastającego napięcia międzynarodowego, już pod koniec lat czterdziestych dostrzegano konieczność utrzymania systemu obrony powietrznej, zdolnego do przeciwstawienia się ewentualnym naruszycielom przestrzeni powietrznej w okresie pokoju oraz odparcia pierwszych uderzeń środków napadu powietrznego[9]. Czynnikiem, który wywarł niewątpliwy wpływ na zmianę poglądów dotyczących roli obrony powietrznej w walce zbrojnej, był konflikt koreański, w którym lotnictwo Stanów Zjednoczonych odegrało pierwszoplanową rolę[10]. Kolejny konflikt - w Wietnamie - potwierdził przewidywany wówczas, zmasowany charakter użycia środków napadu powietrznego. W związku z tym, za podstawową zasadę obrony powietrznej[11] uznano skupienie wysiłku obrony powietrznej na wybranych kierunkach, do osłony najważniejszych elementów. Z kolei doskonalenie sposobów pokonywania obrony powietrznej w czasie działań w Wietnamie i na Bliskim Wschodzie było impulsem do kompleksowego podjęcia badań nad problematyką skuteczności zwalczania celów powietrznych na małych wysokościach, w warunkach stosowania przez przeciwnika powietrznego silnych zakłóceń radioelektronicznych. Jednocześnie konflikty te potwierdziły zasadność wypracowanych reguł obrony powietrznej. Teoria OP wzbogaciła się w latach siedemdziesiątych o szczegółowe metodyki rozwiązywania problemów współdziałania, określania skuteczności, zasilania materiałowo – technicznego i informacyjnego systemów OP. Pojawiły się również pierwsze próby syntezy teorii obrony powietrznej[12]. Koniec lat siedemdziesiątych i początek osiemdziesiątych to dążenie do ujęcia procesu rozwiązywania problemów OP w schemat poprawnego postępowania naukowego. Zdaniem ekspertów w dziedzinie obrony powietrznej[13],

---

[8] Decyzją polityczną odcięto się jednak od jakiejkolwiek prozachodniej myśli wojskowej, przyjmując wszelkie rozwiązania wypracowane na wschodzie.

[9] M. Bereń.: Obrona przeciwlotnicza w działaniach obronnych. Bellona, Warszawa, 1950, s. 173 –177.

[10] B. Zdrodowski.: Obrona Powietrzna. Zbiór wykładów. AON, Warszawa, 1993, s. 37.

[11] T. Mirowski.: Obrona przeciwlotnicza związków operacyjnych. ASG WP, Warszawa, 1965.

A. Przeniczny.: Zasady ugrupowania bojowego artylerii przeciwlotniczej lufowej. Rozprawa doktorska. ASG WP, Warszawa, 1977.

S. Piuro.: Odpieranie zmasowanych nalotów przeciwnika powietrznego przez system OPL. ASG WP, Warszawa, 1972.

[12] B. Zdrodowski.: Obrona Powietrzna. Zbiór wykładów. AON, Warszawa, 1993, s. 42.

[13] Tamże, s. 42.

okres ten zapoczątkował etap instytucjonalnego uporządkowania dorobku naukowego i ostatecznego określenia metod i form prowadzenia tej działalności.

W teorii i praktyce obrony powietrznej ważna jest problematyka możliwości bojowych Wojsk Obrony Powietrznej (WOP)[14], często określana mianem oceny wykorzystania sił i środków OP. Umożliwia ona konstruowanie racjonalnych decyzji[15] o użyciu wojsk, formułowanie wniosków, które wpływają na doskonalenie systemu obrony powietrznej, skuteczniejsze dowodzenie wojskami oraz planowanie ich działań.

Sam proces określania możliwości bojowych, a następnie ich ocena, jest wyjątkowo trudny i złożony, a dotychczas osiągane wyniki są tylko przybliżone i różnie interpretowane przez podmioty oceniające. Po pierwsze - wynika to ze, specyfiki walki prowadzonej w powietrznym, wymiarze którą cechują: duża szybkość zmian sytuacji powietrznej, krótkotrwałość realizowanych zadań, probabilistyczny charakter oraz bardzo krótki czas reakcji na zaistniałe sytuacje. Po drugie - to wynik odrębności i specyfiki poszczególnych komponentów realizujących zadania OP.

Ocena możliwości bojowych od dawna budzi wiele wątpliwości i kontrowersji wśród specjalistów zajmujących się teorią problemu. Również decydenci OP nie są zgodni co do podejścia i postrzegania tej problematyki, dlatego wciąż stanowi ona problem otwarty.

Ranga, a zarazem aktualność tej problematyki nie zmniejszyła się, a wręcz wzrosła po wstąpieniu Polski do NATO. Jak podkreślają oficerowie ze sztabów sił powietrznych NATO[16], metody określania możliwości bojowych znajdują się w kompetencji narodowych dowództw i ośrodków naukowych. Nie należy zatem oczekiwać,

---

[14] Często w literaturze przedmiotu stosowane jest również określenie „ocena efektywności systemu OP".

[15] Na tym etapie pracy, rozumiem konstruowanie decyzji jako scenariusz rozegrania walki (alternatywa, strategia działania).

[16] Uwaga ta jest wynikiem dyskusji prowadzonych przez autora rozprawy podczas międzynarodowych seminariów i szkoleń poświęconych obronie powietrznej, a w szczególności jej naziemnym elementom, które miały miejsce:

- w Akademii Dowodzenia w Hamburgu (kwiecień 1998);
- podczas międzynarodowego seminarium w CSWOPL w Koszalinie (maj 1998);
- podczas szkolenia kierowniczej kadry WOPL WLOP w Hermanicach (październik 1998);
- podczas seminarium naukowego w Wydziale WLOP AON (marzec 1999);
- szkolenia oficerów WOPL WLOP w CSWOPL w Koszalinie (czerwiec 1999).

że wraz z obowiązującymi dokumentami i regulaminami otrzymamy wyczerpujące opracowania o metodach określania możliwości bojowych, a tym bardziej aplikacje komputerowe, czy gotowe rozwiązania. Wymaga to ze strony dowódców odpowiedzialnych za OP w Polsce, większego zainteresowania problematyką określania i oceny możliwości bojowych. Szczególnie odczuwa się brak metody, która umożliwiałyby kompleksową ocenę możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej, traktowanych jako zgrupowanie broni połączonych. Większość stosowanych obecnie metod, zorientowanych jest na pozyskiwanie wskaźników charakteryzujących możliwości bojowe, a nie na ich ocenę. Problem oceny z reguły pozostawia się w gestii podmiotów określających możliwości bojowe, co prowadzi do różnej interpretacji otrzymywanych wyników obliczeń. Istnieje więc zapotrzebowanie na uniwersalną, w miarę prostą w zastosowaniu, kompleksową metodę określania i oceny możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej.

Wymienione przyczyny, a także osobiste zainteresowania i chęć dalszego pogłębiania wiedzy, skłoniły mnie do podjęcia się rozwiązania tego trudnego, ale potrzebnego problemu.

Rezultaty przeprowadzonych badań zamieściłem w sześciu integralnych rozdziałach, które uzupełnione zostały wstępem, zakończeniem, spisem bibliograficznym wykorzystanych w badaniach materiałów oraz stosownymi załącznikami.

Rozdział pierwszy, zatytułowany – ***Założenia i procedury badawcze*** – zawiera konkretyzację założeń i ograniczeń, celu, problemów, hipotez oraz zastosowanego podejścia przeprowadzonych badań. Ponadto, obejmuje on przyjęte ograniczenia oraz opis zastosowanej procedury badawczej. Wymieniłem tu również zastosowane przeze mnie metody oraz techniki badawcze.

Rozdział drugi – ***Interpretacja podstawowych kategorii stosowanych w rozprawie*** – uwzględnia identyfikację podstawowych pojęć, istotnych dla badań. Przedstawiłem tu interpretację tych kategorii, na których opiera się system pojęć i definicji opracowany i przyjęty przeze mnie w rozprawie. Za takie kategorie uważam: obronę powietrzną, wojska OP, możliwości bojowe, potencjał, efektywność, skuteczność, metodę, jakość, wartość i ocenę. Zamieściłem tu także stanowiska i poglądy przede wszystkim polskich, amerykańskich i rosyjskich naukowców. Przedstawione tu pojęcia pochodne, mają również podstawowe znaczenie dla badań: możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego, wojsk rakietowych sił powietrznych, pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych, wojsk radiotechnicznych oraz pododdziałów rozpo-

znania radioelektronicznego. Wynikiem badań jest zaproponowana przeze mnie nowa, odpowiadająca współczesnym uwarunkowaniom, definicja możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej.

Rozdział trzeci - ***Możliwości bojowe wojsk obrony powietrznej*** - precyzuje komponenty, miejsce, znaczenie i uwarunkowania określania możliwości bojowych w dowodzeniu wojskami. Przedstawione są tu wyniki badań wpływu otoczenia wojsk OP na ich możliwości bojowe oraz wymagania dowodzenia w stosunku do tych możliwości. Sprecyzowałem tu także wskaźniki odzwierciedlające możliwości bojowe poszczególnych komponentów wojsk OP.

W rozdziale czwartym – *Metody* określania możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej – przedstawiłem wyniki swoich badań dotyczące dotychczas stosowanych metod oceny możliwości bojowych poszczególnych komponentów wojsk OP, ale również metody stosowane w innych rodzajach sił zbrojnych (wojskach lądowych i marynarce wojennej). Badania prowadziłem w aspekcie możliwych adaptacji, ich warunków i okoliczności dla wojsk OP. Wyniki tych badań ująłem w bardzo syntetyczną formę, wychodząc z założenia, że są one znane w środowisku Wydziału WLOP AON. Ponadto, oceniając stopień ich wiarygodności, określiłem kwalifikację praktycznej użyteczności każdej z badanych metod oraz sprecyzowałem zasięg ich stosowania.

Badając metody wykorzystywane w wojskach lądowych i marynarce wojennej, chciałem zyskać szeroką wiedzę szczególnie o tych, które stosowane są głównie w wojsku polskim i ocenić jednocześnie możliwość zaadaptowania ich na grunt wojsk OP. Z przeprowadzonych badań jednoznacznie wynika, że w wojskach lądowych i marynarce wojennej problem ten jest rozwiązywany z wykorzystaniem metod, które w wojskach lotniczych i obrony powietrznej nie znalazły dotychczas zastosowania. Moim zdaniem, metody tam stosowane (praktykowane) są bardzo efektywne i uważam, że mogą być uwzględniane na gruncie całej obrony powietrznej.

Rozdział piąty – *Stosowane metodyki określania możliwości bojowych rodzajów wojsk obrony powietrznej* – zawiera wyniki analiz tych metodyk, które są najczęściej i najchętniej używane w działalności sztabowej. Przeprowadzone przeze mnie badania wykazały, że w dalszym ciągu nie dysponujemy metodyką umożliwiającą kompleksową ocenę możliwości bojowych wojsk OP.

Rozdział szósty – *Proponowana metoda kompleksowej oceny możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej* – jest najważniejszy w mojej rozprawie.

Przedstawia bowiem zaproponowaną przeze mnie metodę właściwą do rozwiązywania problemów oceny możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej, która zapewnia kompleksową i jakościową ocenę możliwości bojowych całości wojsk OP. Dzięki zastosowaniu średniej arytmetycznej, jako głównej formuły matematycznej, jest ona najszybszą i najprostszą metodą oceny globalnych możliwości bojowych wojsk OP. Ponadto, wyznaczyłem współczynniki, które powinny uczynić tę ocenę bardziej wszechstronną, niż to miało miejsce dotychczas.

W zakończeniu przedstawiłem swoje refleksje na temat przeprowadzonych badań. Wskazałem również kierunki rozwoju metod określania i oceny możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej. Odniosłem się tu także do stopnia osiągnięcia celu badań, założonego we wstępie.

Pracę uzupełniłem załącznikami, które wzbogacają i dokumentują przebieg procesu badawczego oraz jego rezultaty. Przedstawiłem w nich szczegółowe procedury metod badawczych zastosowanych w procesie badań. Zawarte w załącznikach przykłady praktycznego określania możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego, wojsk rakietowych sił powietrznych oraz pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych, miały na celu zweryfikowanie zaproponowanego rozwiązania. Zamieściłem tu również sprawozdanie z działalności polsko – amerykańskiego zespołu badawczego, którego celem była ocena systemu obrony powietrznej Rzeczpospolitej Polskiej[17]. Prezentowane dane taktyczno – techniczne sprzętu bojowego (samolotów, przeciwlotniczych systemów rakietowych) są niezbędne do oceny wartości bojowej, a w przypadku zgrupowania wojsk OP - ich potencjału bojowego. Załączniki zawierają również współczynniki jakościowe uzbrojenia i sprzętu bojowego wojsk, będącego w uzbrojeniu wielu państw.

Struktura oraz dobór merytoryczny poszczególnych rozdziałów pozwoliły mi na zweryfikowanie sformułowanych hipotez. Przeprowadzone przeze mnie badania wykazały niezbędność oraz wagę doskonalenia dotychczas stosowanych metod określania możliwości bojowych wojsk OP, a także traktowanie ich jako problemów otwartych.

---

[17] Autor był członkiem tego zespołu, reprezentując w nim Akademię Obrony Narodowej. Sprawozdanie z pracy zespołu, przedstawiłem w załączniku 1.

1. ZAŁOŻENIA I PROCEDURY BADAWCZE

Treścią tego rozdziału są ogólne założenia przeprowadzonych przeze mnie badań, których rezultaty zostały opisane w rozprawie doktorskiej. Przedstawiłem tu interpretację przedmiotu rozprawy, cel i problemy badawcze oraz - sformułowaną na etapie prac koncepcyjnych - hipotezę roboczą weryfikowaną w trakcie badań. Zaprezentowałem także tok postępowania badawczego w formie modelu badań, ujmującego kolejne fazy procesu badawczego. W końcowej części rozdziału przedstawiłem wyniki oceny literatury przedmiotu badań. Ponadto, opisałem zastosowane w rozprawie metody, techniki i narzędzia badawcze.

1.1. Obszar badań

Wobec dużej złożoności problemu i znacznych trudności natury merytorycznej, w dotychczasowych badaniach naukowych metod określania możliwości bojowych, można wyraźnie zauważyć dwa nurty. Pierwszy - poświęcony jest poszukiwaniu ogólnych, ale przybliżonych rozwiązań całościowych (kompleksowych). Drugi kierunek wyraźnie preferuje rozwiązania szczegółowe, odnoszące się tylko do poszczególnych rodzajów wojsk, a więc dotyczy rozwiązań cząstkowych. Mimo stosunkowo dużej, latami gromadzonej wiedzy z zakresu oceny możliwości bojowych, w dalszym ciągu nie skonstruowano dotychczas jednej, ujmującej łącznie wszystkie rodzaje wojsk OP - metody oceny całych systemów OP, zaspokajającej oczekiwania zarówno pracowników nauki, jak i praktyków zajmujących się OP.

Obecnie największe oczekiwania kierowane są właśnie na opracowanie metody kompleksowej oceny możliwości bojowych WOP (systemu OP).

W wyniku przeprowadzonych przeze mnie badań, które dotyczyły stosowanych dotychczas metod i porównania uzyskiwanych za ich pomocą wyników z oczekiwanymi (wymaganymi) doszedłem do wniosku, że do tej pory nie spełniają one formułowanych oczekiwań, bowiem nie uwzględniają wzajemnych relacji i zależności, występujących między poszczególnymi komponentami wojsk OP.

Już badania wstępne wskazywały na istnienie wielu metod stosowanych do określania i oceny możliwości bojowych poszczególnych rodzajów wojsk OP. Metody te, jak również metodyki posługiwania się nimi, zaklasyfikowałem do szczegółowych. Wśród stosunkowo wielu znanych metod szczegółowych, tylko nieliczne zostały za-

akceptowane i wdrożone do praktycznego zastosowania. Uważam, że aktualnie stosowane metody oceny możliwości bojowych pozwalają na przeprowadzenie rzetelnej oceny tylko możliwości cząstkowych (poszczególnych rodzajów wojsk). Nie są one natomiast wykorzystywane w kompleksowej ocenie globalnych możliwości bojowych WOP, ponieważ nie uwzględniają wszelkich zależności i powiązań występujących między poszczególnymi komponentami wojsk OP, mającymi zasadniczy wpływ na jakość dokonywanych ocen ich użycia do realizacji konkretnych zadań bojowych.

W działalności badawczej i praktycznej wyraźnie odczuwalny jest brak, kompleksowych metod określania możliwości całych systemów OP (łącznej oceny wszystkich komponentów OP). W dotychczasowej praktyce, najczęściej uwzględnia się wskaźniki charakteryzujące możliwości bojowe jedynie poszczególnych komponentów OP. W związku z tym, oceny te nie znajdują pełnego zastosowania w procesie decyzyjnym. Obecnie tylko symulacja komputerowa jest metodą, tylko w pewnym stopniu umożliwiającą kompleksową ocenę możliwości bojowych wojsk OP, gdyż stworzenie takich metod jest bardzo pracochłonne i kosztowne.

1.2. Cel, problemy badawcze i hipotezy robocze

Cel badań:

Na bazie usystematyzowanej wiedzy o znanych i stosowanych metodach oceny możliwości bojowych rodzajów wojsk realizujących zadania OP, wypracować metodę umożliwiającą kompleksową ocenę możliwości bojowych wojsk OP (systemu OP), uwzględniającą wszelkie relacje i zależności zachodzące między poszczególnymi rodzajami wojsk (lotnictwem myśliwskim, wojskami rakietowymi OP[18], wojskami radiotechnicznymi, pododdziałami rozpoznania radioelektronicznego oraz walki radioelektronicznej).

[18] Nazwa „wojska rakietowe OP" – odpowiada nazwie „wojska OPL WLOP", która jest obecnie stosowana w Polsce.

Problemy badawcze:

Osiągnięcie tak sformułowanego celu wymagało rozwiązania wielu problemów natury merytorycznej i metodycznej, ale przede wszystkim precyzyjnego sformułowania głównego problemu badawczego[19].

Główny problem badawczy, wynikający bezpośrednio z przyjętego celu badań, sformułowałem następująco: ***Jakie procedury i tok postępowania kompleksowej metody oceny możliwości bojowych spełnią oczekiwania specjalistów OP?***[20]

Bardzo ważnym przedsięwzięciem w etapie badań wstępnych, z metodologicznego punktu widzenia, przesądzającym o układzie dysertacji, okazało się ustalenie szczegółowych problemów badawczych. Założyłem, że rozwiązanie głównego problemu badawczego nastąpi dzięki znalezieniu odpowiedzi na następujące **problemy szczegółowe:**

1. ***Jaki jest stan wiedzy o metodach oceny możliwości bojowych (cząstkowych i globalnych) WOP?***
2. ***Jakie czynniki wpływają na wiarygodność oceny możliwości bojowych WOP?***
3. ***Jakie wymagania powinna spełniać kompleksowa metoda oceny możliwości bojowych WOP?***
4. ***Jakimi wskaźnikami najczęściej są charakteryzowane możliwości bojowe poszczególnych rodzajów wojsk OP?***
5. ***Zbiór jakich wskaźników cząstkowych (charakteryzujących poszczególne rodzaje wojsk OP) zapewni możliwość wyrażania globalnych możliwości WOP?***
6. ***Które z metod oceny możliwości bojowych, wypracowanych w innych dziedzinach nauk wojskowych, można zastosować do kompleksowej oceny możliwości bojowych WOP?***

---

[19] Znaczenie problemu akcentuje Józef Pieter, twierdząc, że „... precyzowanie problemu, jego uzasadnienie i wyłuszczenie pytań z nim związanych stanowią – jak wiadomo – podstawowe zadania w każdej pracy naukowej, między innymi w pracy badawczej". Poprawne sformułowanie problemu badawczego w dużej mierze przesądza więc o sukcesie badawczym.

[20] Za specjalistów OP uważam zarówno naukowców, jak i decydentów WOP.

7. które procedury i w jakiej kolejności stosowane zapewnią racjonalność kompleksowego określania możliwości bojowych WOP?

Sprecyzowanie hipotezy roboczej[21] było przedsięwzięciem wytyczającym kierunek prowadzonych przeze mnie badań. Poprzedziłem je wnikliwym studiowaniem literatury przedmiotu oraz pozyskaniem odpowiedniej wiedzy merytorycznej i metodologicznej. W stosunku do przedstawionych problemów badawczych, na podstawie badań wstępnych, w badaniach właściwych kierowałem się następującą **hipotezą roboczą**:

Wychodząc z założenia, że do podjęcia racjonalnej decyzji o użyciu wojsk OP niezbędna jest znajomość ich możliwości, przyjąłem, że ocena tych możliwości powinna być wymagana na wszystkich szczeblach dowodzenia OP.

Przypuszczałem, że istniejące dotąd metody stosowano jedynie do określania możliwości poszczególnych rodzajów wojsk OP z powodu ich wyraźnego ukierunkowania specjalistycznego. Tym samym, nie posiadały one walorów metod kompleksowo ujmujących możliwości broni połączonych OP i z tego powodu nie są stosowane w zakresie, w jakim powinny być - w praktycznej działalności dowództw i sztabów WOP.

Oceniłem, że tylko niektóre ze stosowanych wskaźników oceny możliwości poszczególnych rodzajów wojsk OP mogą być przydatne do wyrażenia globalnych możliwości bojowych WOP.

Zakładałem, że moje badania powinny przede wszystkim wyłonić grupę wskaźników rzeczywiście niezbędnych do określenia możliwości bojowych całości OP.

Przypuszczałem, że podstawę kompleksowej oceny możliwości bojowych WOP powinny stanowić wiarygodne informacje o wojskach własnych,

---

[21] Rola hipotezy w nauce jest znacząca. Tadeusz Kotarbiński pisze o niej: „... *jest to twierdzenie częściowo tylko uzasadnione, jest to domysł wysnuty z danych wyjściowych*". Przyjąłem więc, że hipoteza to domysł badawczy, sformułowany na podstawie analizy literatury, oceny innych badań podobnych pod względem zakresu, problematyki lub metod, posiadanej wiedzy i doświadczenia, a często przeprowadzonych badań wstępnych – J.Jura.: Przygotowanie rozprawy doktorskiej. AON, Warszawa, 1994, s.19.

przeciwniku i warunkach działań, które ujęte w ciąg procedur przetwarzających je, powinny doprowadzić w rezultacie do określenia możliwości całości OP.

Zakładałem, że kompleksowa metoda określania możliwości bojowych WOP spełni oczekiwania specjalistów OP, jeżeli będzie:

- *prospektywna (ex ante);*
- *przydatna zarówno podczas przygotowania wojsk, jak również w działaniach bojowych;*
- *uniwersalna, tzn. możliwa do zastosowania dla wszystkich komponentów WOP oddzielnie, ale przede wszystkim dla całego systemu OP;*
- *otwarta, a więc przystosowana do uwzględnienia zarówno obecnych, jak i nowych (nieznanych jeszcze) uwarunkowań;*
- *wiarygodna, w znaczeniu odzwierciedlania rzeczywistych możliwości bojowych WOP.*

Sądziłem, że proponowana metoda kompleksowej oceny globalnych możliwości bojowych, spełniająca powyższe oczekiwania, pozwoli na rzetelną ocenę tych możliwości i zapewni dostarczenie niezbędnych informacji decydentom OP, zarówno do podjęcia racjonalnych i trafnych decyzji, jak również ułatwi badania naukowe systemów OP, w aspekcie ich możliwości bojowych.

Zakładałem, że zapewni ona dokładną ocenę tych możliwości w wyniku uwzględnienia i odzwierciedlenia wszelkich uwarunkowań użycia wojsk OP, zarówno zewnętrznych, jak i wewnętrznych.

Przypuszczałem również, że metoda ta nie musi być budowana od podstaw, lecz modyfikowana w trakcie adaptowania stosowanych dotąd metod.

Powyższą hipotezę roboczą weryfikowałem, na drodze rozwiązywania następujących zadań badawczych[22]:

1. ***Uporządkować teoretyczne podstawy możliwości bojowych WOP (systemu OP).***
2. ***Sformułować precyzyjny język oceny możliwości bojowych (zdefiniować podstawowe pojęcia).***

[22] **Zadania badawcze** stanowią środek, przedsięwzięcie, które należy wykonać by zapewnić osiągnięcie celu.

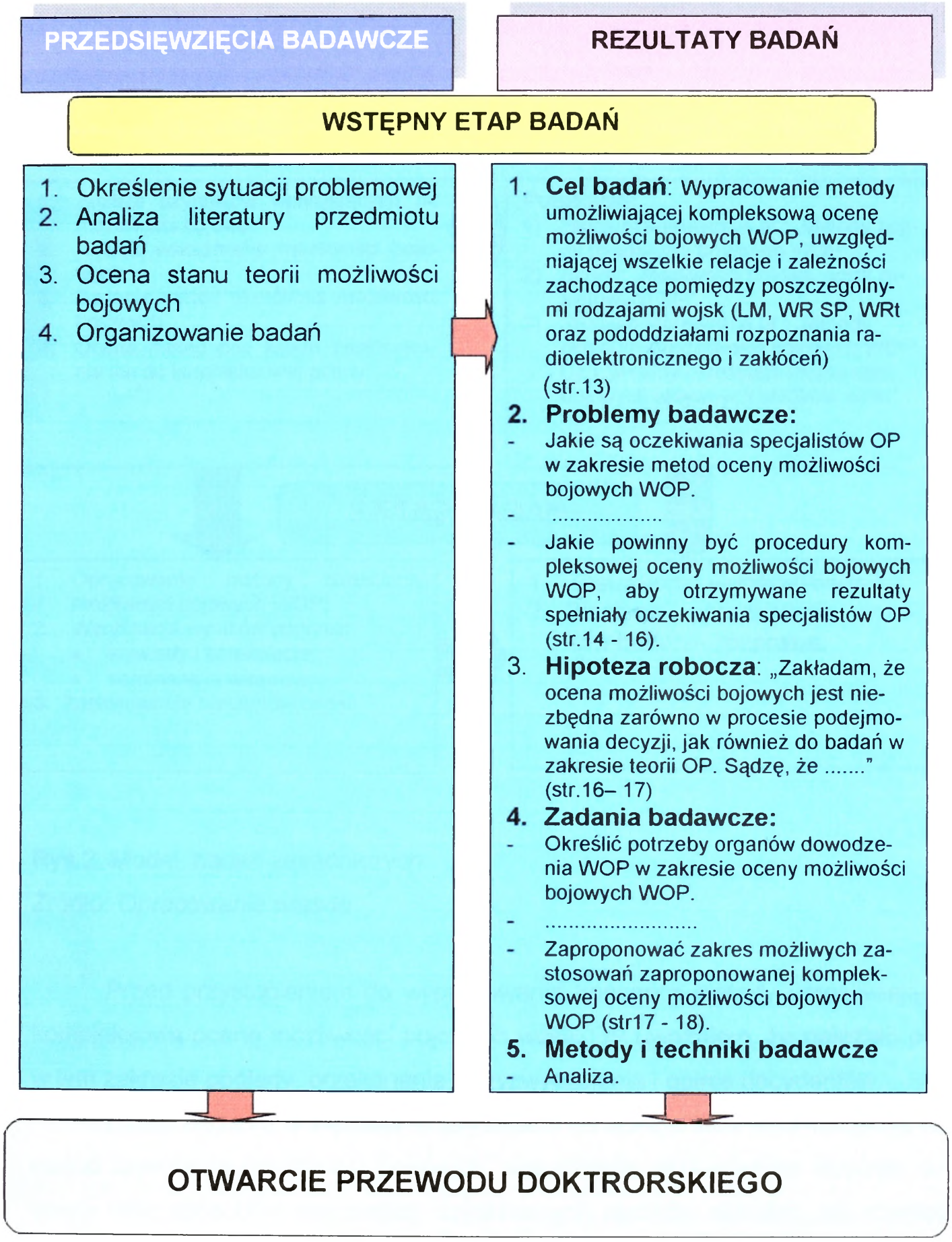
3. ***Określić wskaźniki charakteryzujące możliwości bojowe poszczególnych rodzajów wojsk OP.***
4. ***Dokonać selekcji tych wskaźników pod kątem ich przydatności do wyrażenia globalnych możliwości bojowych WOP.***
5. ***Określić czynniki wpływające na wiarygodność oceny możliwości bojowych WOP.***
6. ***Zbadać stosowane dotychczas metody, uwzględniając ich ewentualną przydatność do konstruowanej metody oceny kompleksowej.***
7. ***Wypracować kompleksową metodę oceny możliwości bojowych WOP (systemu OP).***
8. ***Określić zakres możliwych zastosowań proponowanej kompleksowej metody oceny możliwości bojowych WOP.***

1.3. Model badań

Przebieg procesu badawczego ująłem w dwa standardowe etapy: badań wstępnych i właściwych. Postępowanie to miało swoją specyfikę, którą można dostrzec w strukturze czynności badawczych, przedstawionych na rysunkach 1 i 2.

We wstępnym etapie badań, w procesie krytycznej analizy literatury, sprecyzowałem cel badań i problemy badawcze oraz wypracowałem hipotezę. Bardzo ważna w tym miejscu była weryfikacja problemów i hipotezy oraz ich akceptacja w środowisku naukowym Akademii Obrony Narodowej[23].

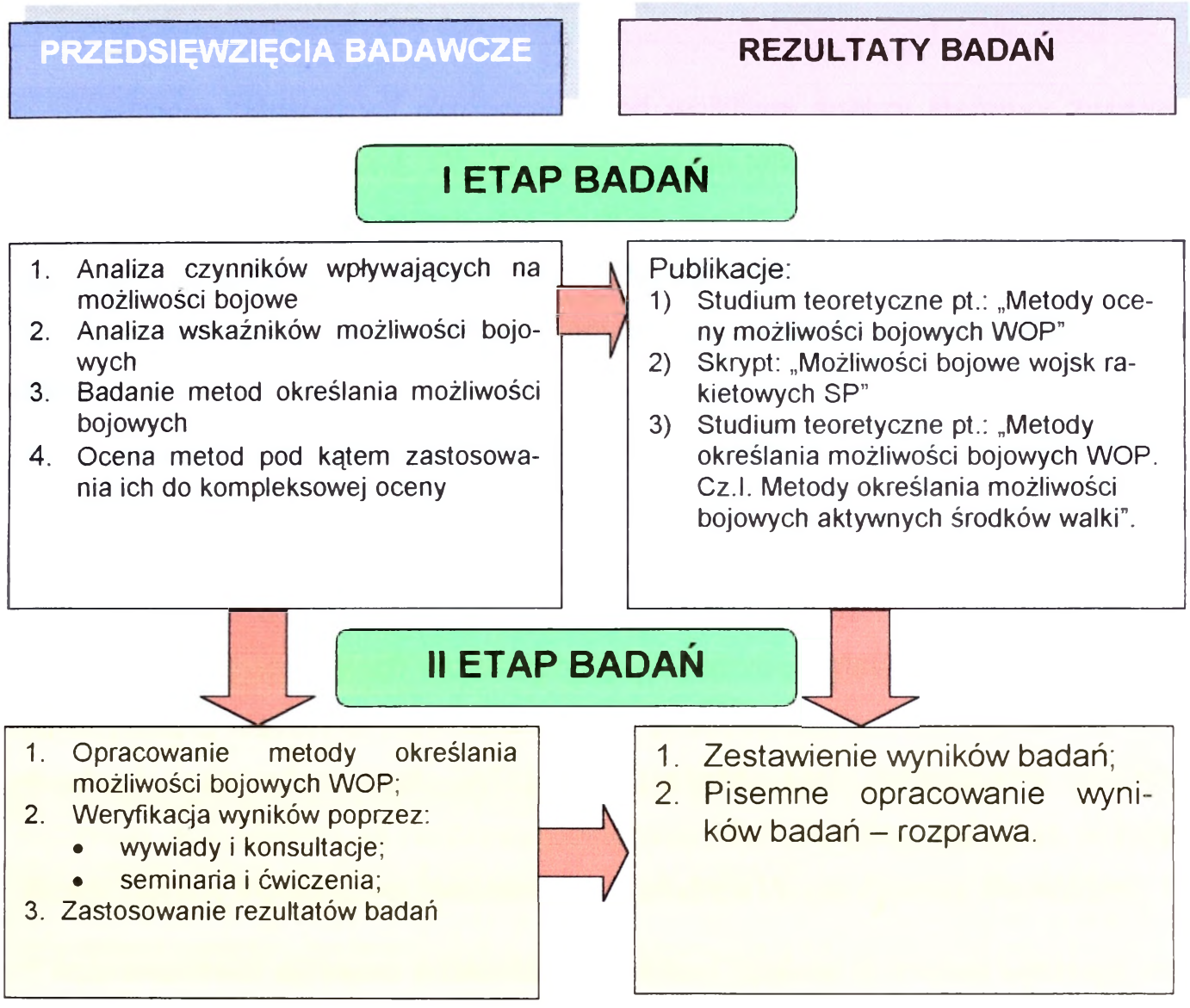
Duży wpływ na przebieg badań wstępnych miały konsultacje prowadzone przeze mnie z pracownikami naukowymi Katedry Wojsk Obrony Powietrznej. Umożliwiły mi one przede wszystkim identyfikację zasadniczych czynników, wpływających na przebieg badań. Komunikat naukowy, informujący o otworzeniu mi w marcu 1996 roku przez Radę Naukową Wydziału Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej przewodu doktorskiego na temat: „Metoda określania możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej" zakończył etap badań wstępnych.



Rys.1. Model wstępnego etapu badań.

Źródło: *Opracowanie własne*.

[23]Seminaria w Katedrze WOP. AON, Warszawa, grudzień, styczeń, luty 1996 r.



Rys.2. Model badań zasadniczych.

Źródło: *Opracowanie własne*

Przed przystąpieniem do wypracowania koncepcji metody umożliwiającej mi kompleksową ocenę możliwości bojowych wojsk OP uważałem, że należało poznać w tym zakresie poglądy, przekonania, przyzwyczajenia i opinie decydentów.

Dzięki badaniu ankietowemu uzyskałem od specjalistów informacje na temat: metod określania możliwości bojowych, wskaźników stosowanych obecnie do ich oceny oraz sposobów interpretacji uzyskiwanych wyników obliczeń, jak również innych interesujących mnie zagadnień. Opracowany kwestionariusz ankiety (załącznik 7) został przedstawiony grupie respondentów wybranych spośród pracowników naukowych AON, Dowództwa Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej oraz sztabów oddziałów, związków taktycznych i związków operacyjno – taktycznych WLOP.

1.4. Ocena literatury przedmiotu badań

Proces badawczy[24] rozpocząłem od wnikliwej analizy literatury związanej z przedmiotem moich badań. Obejmowała ona nie tylko dotychczasowe opracowania związane z obroną powietrzną, ale również wyniki badań prowadzonych w innych rodzajach sił zbrojnych, poświęcone określaniu i ocenie możliwości bojowych[25]. Dotychczasowe osiągnięcia w zakresie przedmiotu badań[26] poddałem krytycznej ocenie.

Badania nad problematyką metody określania możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej związane były z przestudiowaniem szerokiej gamy literatury. Analizując wyniki przeprowadzonych dotychczas badań w tym zakresie doszedłem do wniosku, że dotyczą one z reguły rozwiązań jednokierunkowych, traktujących o poszczególnych rodzajach wojsk obrony powietrznej, głównie o wojskach rakietowych (WR)[27], lotnictwie myśliwskim (LM), pododdziałach walki radioelektronicznej, wojskach radiotechnicznych (WRt) oraz pododdziałach rozpoznania radioelektronicznego. Przykładem są rozprawy doktorskie i habilitacyjne, powstałe w Katedrze Wojsk Obrony Powietrznej (wcześniej w Katedrze Wojsk Obrony Powietrznej Kraju)

---

[24] Rozpowszechniło się błędne przekonanie, że badanie naukowe to domena wybitnego intelektu, który przemierza wielkimi krokami dziewiczy obszar, przyczyniając się do ogromnego postępu wiedzy. Takie przypadki, jak wiadomo zdarzały się niewątpliwie w historii nauki, lecz zazwyczaj badanie naukowe to stopniowy proces, w którym dokonują się zmiany polegające na dodawaniu małych elementów do dotychczasowej wiedzy i naszego rozumienia różnego rodzaju problemów.

[25] Często jest używane również określenie „ocena efektywności".

[26] Krytycyzm jest pojęciem wyjątkowo wieloznacznym. Jak stwierdził J. Pieter: „ w dziejach filozofii nowożytnej odnosi się – jak wiadomo – do filozofii Kanta i jego epigonów. W mowie powszechnej natomiast oznacza zdolność do trafnej z punktu widzenia logiki i doświadczenia oceny – własnych bądź cudzych – twierdzeń lub poglądów. Otóż na ich kanwie można by krytycyzm określić jako umysłowe pogotowie do szybkiej kontroli myśli zarówno z punktu widzenia zasad logiki, jak też według ustalonego stanu wiedzy. Zdaniem Pietera *krytycyzm jest „towarem" na ogół drogim, bo rzadkim, toteż wiele niepowodzeń w pracy naukowej, a w ślad za tym wiele „ślepych uliczek" w dziejach nauki ma swoje źródło w niedostatkach krytycyzmu i w nadmiernej sugestywności, tj. w podatności w przyswajaniu sobie i uznawaniu cudzych twierdzeń czy poglądów, bez należytego sprawdzenia z punktu widzenia logiki lub naukowo ustalonej wiedzy; w uleganiu presji cudzych myśli bez należytego ich sprawdzenia; w następstwie dalszym – w dogmatyźmie.* Krytycyzm jest więc potrzebny głównie w recepcji wiedzy w procesie aktywnego zajmowania stanowiska wobec pojęć, poglądów, problemów, hipotez, teorii, propozycji metodologicznych itp.

na przełomie lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych. Do najważniejszych z nich zaliczam:

- rozprawę doktorską A. Adamczyka i E. Zabłockiego na temat: „Metoda oceny efektywności wykorzystania lotnictwa myśliwskiego korpusu obrony powietrznej kraju" [1];
- rozprawę doktorską S. Antczaka na temat: „Zastosowanie niektórych metod badań operacyjnych do oceny pola radiolokacyjnego dla wykrywania obiektów powietrznych na małych wysokościach w brygadzie radiotechnicznej korpusu obrony powietrznej OPK" [4];
- rozprawę doktorską Z. Dubrawskiego pt.: „Metoda oceny możliwości bojowych systemu obezwładniania radioelektronicznego wojsk OPK" [13];
- rozprawę doktorską Z. Groszka nt.: „Metoda oceny możliwości bojowych systemu rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK z wykorzystaniem symulacji komputerowej" [19].

W pierwszej z wymienionych publikacji [1], autorzy sprecyzowali podstawowe założenia operacyjno – taktyczne, kryteria i wskaźniki oraz algorytm oceny efektywności użycia lotnictwa myśliwskiego. Ze względu na przyjęty zakres pracy, autorzy nie zastosowali w badaniach technik informatycznych. Okazało się, że obliczenia wykonywane tradycyjnym sposobem były niewystarczające, ze względu na złożoność zastosowanego algorytmu.

S. Antczak w swojej pracy [4] zajął się zastosowaniem metod badań operacyjnych do oceny możliwości bojowych wojsk radiotechnicznych. W rozprawie tej zastosowano między innymi modelowanie matematyczne i wykorzystano ówczesną elektroniczną technikę obliczeniową. Przedmiot badań ograniczał się jednak tylko do rodzaju wojsk w skali taktycznej, co zdaniem samego autora nie rozwiązało problemu oceny efektywności rozpoznania radiolokacyjnego w systemie obrony powietrznej (wówczas obrony powietrznej kraju).

Z kolei Z. Dubrawski, autor pracy [13], przedstawił całokształt zagadnień związanych z oceną możliwości bojowych systemu obezwładniania radioelektronicznego wojsk OPK. Opracowana metoda miała być skutecznym narzędziem do rozwiązywania, między innymi, problemów związanych z oceną możliwości bojowych pododdziałów walki radioelektronicznej. Ze względu na to, że w rozprawie tej autor poprze-

[27] Obecnie stosuje się nazwę „wojska obrony przeciwlotniczej WLOP".

stał na opracowaniu algorytmów wykorzystywanych w metodzie oceny możliwości systemu obezwładniania, jest ona trudna w praktycznym zastosowaniu.

Z. Groszek w swojej pracy [19] zajął się natomiast problemem oceny możliwości bojowych systemu rozpoznania radioelektronicznego. Zastosowanie przez autora symulacji komputerowej, jako podstawowej techniki rozwiązywania problemów badawczych, pozwoliło na śledzenie zmian zachodzących w dynamicznym modelu systemu. W rozprawie skoncentrowano się głównie na sprecyzowaniu teoretycznych zasad, metod i wskaźników oceny możliwości bojowych systemu rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK. W celu weryfikacji przyjętych założeń teoretycznych i ich rozwiązań, a w tym i poprawności modelu symulacyjnego oraz algorytmu oceny możliwości bojowych, autor opracował stosowne komputerowe programy obliczeniowe. Podobnie, jak w przypadku poprzednich prac, problem określania i oceny możliwości bojowych dotyczył tylko jednego rodzaju wojsk, będącego komponentem wojsk OP (systemu obrony powietrznej).

Kompleksowe rozwiązanie problemu określania i oceny możliwości bojowych zawiera rozprawa habilitacyjna E. Zabłockiego i S. Antczaka na temat: „Ocena efektywności działań bojowych wojsk obrony powietrznej kraju" [63]. Zaprezentowana w pracy metoda oceny efektywności działań bojowych wojsk OPK, była kolejną próbą wniesienia wkładu do rozwoju teorii i praktyki wojsk OPK. Opracowana i uwzględniona w rozprawie metoda symulacji, stanowiła wówczas skuteczne narzędzie do rozwiązywania problemów decyzyjnych, dotyczących głównie oceny, wyboru i doskonalenia wariantów działań bojowych, a także do formułowania kierunków doskonalenia systemów OP. Zastosowanie symulacji jako metody rozwiązywania problemów, umożliwiło śledzenie w czasie zmian zachodzących w dynamicznym modelu systemu. Zgodnie z założeniem o stosowaniu zaproponowanej metody badawczej na szczeblach operacyjnych i operacyjno – taktycznych wojsk OPK, autorzy pracy przyjęli odpowiedni stopień uogólnienia opracowanego modelu działań bojowych i sprecyzowali algorytmy oceny efektywności. W rozprawie skoncentrowano wysiłki badawcze na sprecyzowaniu teoretycznych zasad, metod i kryteriów oceny efektywności działań bojowych OPK. Formułując założenia teoretyczne oraz opracowując algorytmy oceny efektywności działań bojowych, wzięto pod uwagę możliwości obliczeniowe ówczesnych maszyn cyfrowych (ODRA 1035). Oprócz niewątpliwych zalet, praca ta ma również pewne niedociągnięcia, wynikające ze złożoności rozwiązywanych problemów. Dlatego nie we wszystkich dziedzinach przeprowadzono tak szcze-

gółowe badania, jak w lotnictwie myśliwskim i wojskach rakietowych OPK. Dotyczyło to szczególnie rozpoznania radioelektronicznego, pododdziałów walki radioelektronicznej oraz podporządkowanych operacyjnie związków i oddziałów np. wojsk obrony przeciwlotniczej wojsk lądowych, prowadzących działania bojowe w rejonie obrony korpusu OP.

1.5. Zastosowane metody i techniki badawcze

Wybierając metody badawcze określiłem zespół środków i czynności metodycznych najbardziej przydatnych do osiągnięcia założonego celu moich badań. Ze względu na to, że problemy badawcze dotyczyły zarówno kwestii merytorycznych jak i metodologicznych, wyniknęła potrzeba zastosowania różnych metod[28], technik[29] i narzędzi[30] badawczych, odpowiadających charakterowi rozwiązywanych problemów.

We wstępnym etapie badania literatury przedmiotu zastosowałem analizę[31] i syntezę[32]. Metody te były najistotniejszymi do przetwarzania materiałów. Wynikało to

---

[28] **Metoda badań**, zgodnie z tradycją oraz zasadami logiki, to „zespół teoretycznie uzasadnionych zabiegów koncepcyjnych i instrumentalnych obejmujących najogólniej całość postępowania badacza, zmierzającego do rozwiązania określonego problemu naukowego – M. Pilch.: Zasady badań pedagogicznych, Wydawnictwo Żak, Warszawa, 1995, s. 42.

Metoda badań to także naukowo opracowany i sprawdzony sposób poszukiwania prawdy, czy znajdowania odpowiedzi na pytania o charakterze naukowym.

[29] Za **technikę badań** przyjmuje się czynności praktyczne, regulowane starannie wypracowanymi dyrektywami, pozwalającymi na uzyskanie optymalnie sprawdzalnych informacji, opinii i faktów. Techniki badań są zatem czynnościami określonymi przez dobór odpowiedniej metody i przez nią uwarunkowanymi. Technika badawcza ogranicza się do czynności pojedynczych lub pojedynczo jednorodnych.

[30] **Narzędzie badawcze** jest przedmiotem służącym do realizacji wybranej techniki badań. Narzędziem badawczym jest, np. kwestionariusz ankiety, wywiadu, magnetofon, arkusz obserwacyjny, a nawet ołówek.

[31] **Analiza** to metoda badania naukowego polegająca na rozłożeniu badanego zjawiska na części składowe i badaniu każdej części osobno lub na wykryciu składników, albo na myślowym rozczłonkowaniu przy pomocy logicznej abstrakcji. – W. Pytkowski.: Organizacja badań i ocena prac naukowych, PAN, Warszawa 1981, s. 112.

Wyróżnia się analizę elementarną, przyczynową i logiczną:

Analiza elementarna – ma charakter opisowy, polega na rozkładaniu przedmiotu badań na elementy bez dopatrywania się wzajemnych stosunków między nimi. Ten rodzaj analizy jest zabiegiem przygotowującym analizę przyczynową, choć może on mieć samoistną wartość praktyczną.

z faktu, że każde badanie naukowe polega albo na rozkładaniu złożonego problemu na części składowe, albo też łączeniu prostych zdarzeń w jednolitą całość[33]. Analiza jest metodą badania naukowego, polegającą na rozłożeniu badanego problemu na części składowe i badaniu każdej części osobno lub wykryciu składników, lub na myślowym rozczłonkowaniu za pomocą abstrakcji. Analizę literatury prowadziłem pod kątem poznania zarówno teorii możliwości bojowych, jak również metod ich określania i oceny, w odniesieniu do wojsk obrony powietrznej globalnie oraz oddzielnie do poszczególnych ich komponentów. Synteza natomiast była niezbędna do oceny różnych metod stosowanych do określania możliwości bojowych rodzajów wojsk w aspekcie zastosowania ich do określania możliwości wojsk OP, jako systemu broni połączonych.

W drugim etapie zastosowałem również uogólnienie[34]. Użycie wymienionych metod pozwoliło mi na dokonanie teoretycznej konfrontacji dotychczasowych poglądów na możliwości bojowe i wskaźniki, za pomocą których są wyrażane oraz metody stosowane do ich określenia. Użycie tych metod umożliwiło mi wyjaśnienie występujących w tym względzie kontrowersji, a następnie sprecyzowanie definicji możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej i ich poszczególnych komponentów, dokonanie jednolitego podziału elementów składowych możliwości bojowych oraz ich wskaźników. Przeprowadzona analiza literatury dowiodła, że problem określania i oceny

---

Analiza przyczynowa – nazywana jest też funkcjonalną, bada związki między składnikami danego zjawiska pod względem przyczyn i skutków. Stąd też często nazywana jest analizą przyczynowo – skutkową.

Analiza logiczna – polega na rozkładaniu złożonych przedmiotów badań na części składowe z uwzględnieniem ich stosunków logicznych.

[32] **Synteza** natomiast to składanie, zestawianie, ujmowanie czegoś (łączenie różnych części w jedną całość). Metoda ta w dużym stopniu opiera się na kojarzeniu.

[33] Mendel T.: Metodyka pisania prac doktorskich. Akademia Ekonomiczna w Poznaniu. Poznań, 1995, s. 45.

[34] **Porównywanie** jest ważnym zabiegiem poznawczym (logiczną metodą badawczą lub procesem myślowym) pozwalającym ustalić podobieństwa i różnice między badanymi (zjawiskami) przedmiotami. Polega ono na wykrywaniu cech podobieństwa i odmienności w badanym przedmiocie przez odniesienie ich do innych przedmiotów[34].

Uogólnienie natomiast jest operacją myślową przechodzenia od twierdzeń bardziej ogólnych, a następnie do jeszcze bardziej ogólnych itp. Czyni się to za pomocą faktów (przedmiotów, zdarzeń, zjawisk, procesów) na zasadzie stwierdzenia ich podobieństwa pod jakimś względem.

możliwości bojowych w dalszym ciągu jest otwarty. W związku z tym można, a wręcz należy kontynuować, badania naukowe w tym zakresie.

W etapie badań empirycznych wykorzystywałem głównie metodę modelowania i badania opinii ekspertów[35]. W rozprawie zastosowałem podejście systemowe, ponieważ odznacza się ono spośród innych metod – podejść największą wszechstronnością, która jak pisze E. Wiśniewski[36] - przesądza o jego bardzo dużej przydatności do badania zjawisk (obiektów) walki zbrojnej oraz o bardzo szerokim praktycznym stosowaniu w tych badaniach[37]. Przyjąłem więc podobne podejście, jak uczynili to, między innymi, E. Zabłocki i S. Antczak[38] w swojej rozprawie habilitacyjnej. Zastosowana przeze mnie analiza systemowa jest zarówno metodą, jak i sposobem podejścia, z punktu widzenia założeń badawczych, a także metodą sposobem postępowania z racji stosowanych w niej zobiektywizowanych metod badawczych. Podstawowym założeniem badawczym w analizie systemowej, jako metodzie sposobie podejścia, było potraktowanie obiektu badań (wojsk OP) jako systemu. Przyjąłem za P. Sienkiewiczem, że system to każdy złożony obiekt wyróżniony z badanej rzeczywistości, stanowiący całość tworzoną przez zbiór obiektów elementarnych (elementów) i powiązań (relacji) między nimi, co można zapisać w postaci:

$$S = <M, R>$$

gdzie:

M – zbiór elementów;

R – zbiór relacji.

Procedura analizy systemowej obejmuje powtarzany cykl czterech podstawowych czynności badawczych: sformułowanie problemu, badania, modelowanie (wyjaśnianie przy pomocy modelu) oraz interpretację (rys.3).

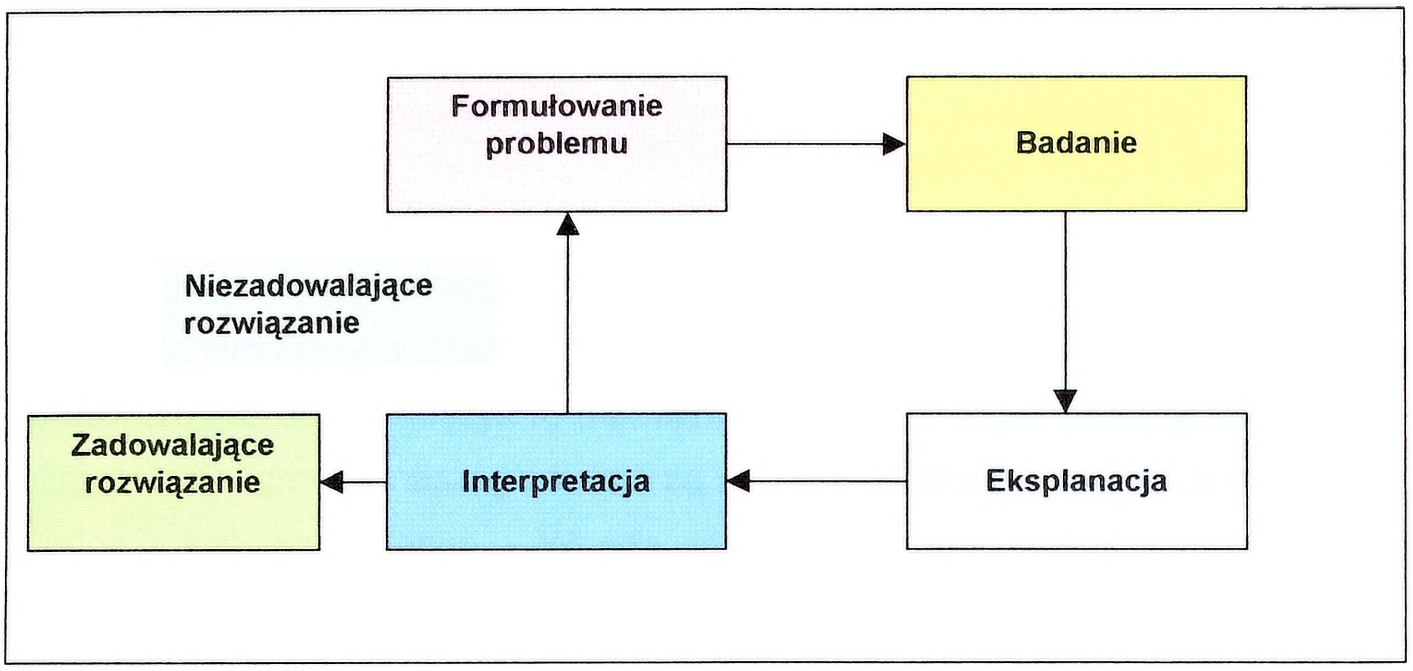
---

[35] Termin **ekspert** nie jest jednoznacznie interpretowany w literaturze naukowej i popularnej. Np. w metodzie delfickiej za ekspertów uważa się osoby, które zostały zaproszone do udziału w ankiecie. Organizatorzy ankiety wybrali i zwrócili się do nich ze względu na ich osobowość, kompetencje, szerokie horyzonty (...). - J. Antoszkiewicz.: Metody heurystyczne. Twórcze rozwiązywanie problemów. PWE, Warszawa, 1990, s.213.

[36] E. Wiśniewski.: Metodyka wojskowych badań naukowych. Cz. I. Zeszyt 2. Materialistyczna metoda dialektyczna i ogólnonaukowe metody – sposoby podejścia (wydanie II uzupełnione i poprawione), Warszawa 1988, s. 50.

[37] Tamże, s. 51.

[38] E. Zabłocki., S. Antczak.: Ocena efektywności działań bojowych wojsk obrony powietrznej kraju. Rozprawa habilitacyjna. ASG WP, Warszawa, 1985, s. 23.



Rys.3. Ogólna procedura analizy systemowej.

Źródło: System i metoda (pod redakcją naukową A. Zawiślaka). Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego. Warszawa, 1986, s. 49.

Reasumując, zastosowanie przeze mnie analizy systemowej wymagało między innymi:

- ustalenia, że badany obiekt (wojska obrony powietrznej) jest systemem;
- ustalenia i zbadania elementów systemu i ewentualnie podsystemów;
- ustalenia i zbadania istotnych związków między częściami składowymi systemu (WOP oraz ich poszczególne komponenty lub inaczej zależności między rażeniem, rozpoznaniem oraz zasilaniem);
- uzasadnienia celowości (lub niecelowości) zachowania się systemu w różnych warunkach.

2. INTERPRETACJA PODSTAWOWYCH KATEGORII STOSOWANYCH W ROZPRAWIE

Język jest narzędziem myślenia i środkiem porozumiewania się ludzi. Za pomocą języka można przekazywać innym nasze myśli i wrażenia[39]. System reguł właściwych danemu językowi umożliwia porządkowanie symboli tego języka w sekwencje zawierające treści[40]. Język to najważniejszy system – jak słusznie stwierdził L. Wittgenstein – granice naszego świata są granicami naszego języka. Jest to zresztą zgodne z koncepcją Sapiro – Whorfa, głoszącą zasadę relatywizmu językowego. Zgodnie z nią nasza percepcja świata zależy od struktury języka, w jakiej jej dokonujemy[41].

Właściwe rozwiązanie problemu dotyczącego określania i oceny możliwości bojowych, a przede wszystkim wypracowania metod i metodyk, które są lub będą w tym celu stosowane, wymagało już na wstępie określenia aparatu pojęciowego. Jego precyzyjne, a zarazem przejrzyste opracowanie jest wskaźnikiem naukowości każdej teorii. Dlatego bardzo ważnym przedsięwzięciem - na tym etapie badań - było zdefiniowanie najważniejszych pojęć stosowanych w rozprawie.

2.1. Obrona powietrzna

Podstawowym pojęciem w rozprawie jest ***obrona powietrzna.*** W rodzimej literaturze wojskowej, na początku lat siedemdziesiątych, **obrona powietrzna** najczęściej określana była jako: *„całokształt przedsięwzięć w skali państwa (bloku państw) mających na celu odparcie napadu powietrznego przeciwnika, załamanie jego operacji powietrzno – kosmicznej, niedopuszczenie do zniszczenia lub obezwładnienia z powietrza najbardziej istotnych dla prowadzenia wojny i funkcjonowania państwa*

---

[39] System i metoda (pod naukową redakcją A. Zawiślaka). Wydawnictwa Naukowe Uniwersytetu Warszawskiego. Warszawa, 1986, s.123.

[40] **Semiotyka** (nauka o znaku) pozwala na wyodrębnienie trzech głównych kategorii reguł w strukturze języka. **Syntaktyka** to zbiór reguł pozwalających na stwierdzenie, czy dana sekwencja słów należy do języka. **Semantyka** pozwala na ustalenie treści znaczeniowej zdania. **Pragmatyka** pozwala na określenie związku między językiem i jego użytkownikiem. Narzędziem dostarczającym zasad do budowy zdań w danym języku jest **gramatyka**.

[41] System i metoda (pod naukową redakcją A. Zawiślaka). Wydawnictwa Naukowe Uniwersytetu Warszawskiego. Warszawa, 1986, s. 123 i 124.

obiektów"[42]. W podobny sposób zdefiniowano również obronę powietrzną w „Słowniku podstawowych terminów wojskowych" oraz „Leksykonie wiedzy wojskowej", które od wielu lat pozostają jedynymi, powszechnie dostępnymi tego typu publikacjami w Polsce.

Początek lat osiemdziesiątych to etap instytucjonalnego uporządkowania działalności naukowej i ostatecznego określenia metod i form prowadzenia tej działalności w Wojsku Polskim. Wtedy nastąpił zwrot, ze wszystkimi tego konsekwencjami, w kierunku traktowania OP jako teorii naukowej. Był to duży krok w rozwoju naukowym tej dziedziny, co zaowocowało, między innymi, znacznym postępem w zakresie identyfikowania obrony powietrznej. Przełom w definiowaniu OP nastąpił jednak dopiero na początku lat dziewięćdziesiątych, kiedy obrona powietrzna zaczęła być postrzegana jako zjawisko walki zbrojnej. Najogólniej przyjęto wówczas, że *„walka zbrojna mająca charakter obronny i prowadzona w wymiarze powietrznym z celem neutralizacji zagrożenia niesionego przez ŚNP przeciwnika – nazywana jest obroną powietrzną (OP)"*[43].

Przed wstąpieniem Polski do NATO, w państwach europejskich będących członkami tej organizacji, pojęcie OP definiowane było jako całokształt przedsięwzięć mających na celu skuteczną obronę ważnych obiektów polityczno – przemysłowych i militarnych, infrastruktury obronnej i wojsk przed rozpoznaniem i uderzeniami lotnictwa, bezpilotowych środków napadu powietrznego oraz rakiet balistycznych[44]. W amerykańskich siłach zbrojnych pojęcie to było i jest traktowane jeszcze szerzej, ponieważ obejmuje ono nie tylko walkę z lotnictwem, bezpilotowymi środkami napadu powietrznego i rakietami balistycznymi, ale także obronę przeciwkosmiczną[45]. W doktrynie użycia sił powietrznych NATO (AJP 3.3)[46], obrona powietrzna definiowana jest jako *całość działań i środków przeznaczonych do zerwania lub ograniczenia ofensywnych akcji powietrznych przeciwnika*[47]. Obrona powietrzna, według poglądów

---

[42] Mała Encyklopedia Wojskowa. Tom II, K – Q. MON, Warszawa 1970, s. 470.

[43] B. Zdrodowski, R. Kuriata. Rozwiązywanie problemów obrony powietrznej i przeciwlotniczej z wykorzystaniem techniki mikrokomputerowej. AON, Warszawa 1992.

[44] Teoria OP wojsk operacyjnych (pod naukowym kierownictwem) B. Zdrodowskiego). AON, Warszawa, 1994, s. 15.

[45] Tamże, s. 15.

[46] AJP - Allied Joint Publications.

[47] B. Zdrodowski., M. Marciniak.: Doktryna powietrzna NATO. AON, Warszawa, 1999, s. 76.

amerykańskich, identyfikowana jest jako *defensywna walka z siłami powietrznymi przeciwnika, która obejmuje wszystkie przedsięwzięcia i środki przeznaczone do udaremnienia lub zmniejszenia skuteczności działań przeciwnika powietrznego. W jej ramach wyróżnia się aktywną i pasywną obronę powietrzną*[48].

Polscy eksperci obrony powietrznej dostrzegają jej szeroki zakres, właściwy dla przyjmowanego w państwach NATO twierdząc, że: „*Zakres walki zbrojnej przypisywany OP jest różny od bardzo wąskiego (...) do najszerszego, obejmującego walkę ze wszystkimi środkami napadu powietrznego (samolotami, rakietami i bojowymi środkami kosmicznymi) na lądzie w przestrzeni powietrzno – kosmicznej, przez wszystkie środki, które tę walkę mogą prowadzić*"[49]. Dlatego w rozprawie przyjąłem, że:

Walka zbrojna mająca charakter obronny i prowadzona w powietrznym wymiarze z celem neutralizacji zagrożenia niesionego przez środki napadu powietrznego przeciwnika nazywana jest obroną powietrzną (OP)[50].

Ze względu na przedmiot obrony powietrznej, wyróżnia się te jej części organizacyjno – funkcjonalne, które realizują: obronę powietrzną kraju, obronę powietrzną związków operacyjnych marynarki wojennej i obronę powietrzną ogólnowojskowych związków operacyjnych. Z kolei charakter środków napadu powietrznego, w stosunku do których podejmowane są przedsięwzięcia obronne, różnicują obronę powietrzną na przeciwkosmiczną[51], przeciwrakietową[52] i przeciwlotniczą[53].

---

[48] J. Gadzała, A. Glen, A. Radomyski.: Obrona powietrzna wojsk lądowych wybranych państw NATO (USA, NIEMCY, DANIA). AON, Warszawa, 1999, s. 13.

[49] Obrona powietrzna (pod naukowym kierownictwem B. Zdrodowskiego). AON, Warszawa, 1993.

[50] B. Zdrodowski, R. Kuriata.: Rozwiązywanie problemów obrony powietrznej i przeciwlotniczej z wykorzystaniem techniki mikrokomputerowej. Skrypt. AON, Warszawa, 1992, s...

[51] **Obrona przeciwkosmiczna** , to część składowa obrony powietrznej mająca na celu przeciwstawienie się zagrożeniom powodowanym przez bojowe środki kosmiczne przeciwnika. Zasadniczymi środkami obrony przeciwkosmicznej są specjalne statki i urządzenia zarówno kosmiczne, jak powietrzne i bazowania lądowego (morskiego).

[52] **Obrona przeciwrakietowa** to całokształt przedsięwzięć mających na celu skuteczną osłonę wojsk w czasie prowadzenia działań bojowych i w rejonach ześrodkowania oraz ważnych obiektów wojskowych przed rozpoznaniem i uderzeniami lotnictwa, a także bezpilotowych środków napadu powietrznego głównie z małych wysokości. Pojęcia OP i OPL w państwach zachodnich nie są używa-

Teoretycy wojskowi zajmujący się obroną powietrzną, skłaniają się bardziej ku określaniu **celu OP**, niż precyzowaniu szczegółowych jej zadań. Ich zdaniem[54], cel OP może być różnie definiowany w zależności od samego ujęcia OP. Na przykład, ujmując obronę powietrzną jako część systemu obronnego państwa, cel[55] obrony powietrznej definiuje się jako osiągnięcie stanu bezpieczeństwa państwa w jego powietrznym obszarze[56]. Natomiast w ujęciu obrony powietrznej, jako części walki zbrojnej, jej celem jest niedopuszczenie ŚNP przeciwnika do osiągnięcia stawianych im celów. Umożliwia to stronie własnej prowadzenie szeroko rozumianej walki zbrojnej w warunkach zagrożenia powietrznego[57].

Według źródeł NATO:

- „celem obrony powietrznej jest udaremnienie lub zmniejszenie skutków uderzeń przeciwnika powietrznego na siły NATO, a jej działania zmierzają do zapewnienia:
  - **w okresie pokoju** – ciągłej kontroli przestrzeni powietrznej na dalekich podejściach do przestrzeni powietrznej NATO i morskich szlaków komunikacyjnych oraz zapewnienia wczesnego ostrzegania o możliwym ataku powietrznym (...)";
  - **w czasie wojny** – uzyskania korzystnej sytuacji powietrznej poprzez zapobieganie, udaremnienie lub zmniejszanie skutków uderzeń przeciwnika powietrznego na siły zbrojne lub środki walki NATO[58];
- „celem obrony powietrznej jest osiągnięcie odpowiedniego stopnia dominacji[59] w przestrzeni powietrznej, a przez to właściwą ochronę własnych sił[60];

---

ne zamiennie, lecz odnoszą się do wzajemnie uzupełniających się systemów OP i OPL, których wspólne działanie jest koordynowane w ramach zintegrowanego systemu OP państw NATO. – Obrona przeciwlotnicza wojsk. Cz. I. (pod naukowym kierownictwem B. Zdrodowskiego), AON, Warszawa, 1994, s. 10.

[53] **Obrona przeciwlotnicza** jest częścią walki prowadzonej przez wojska, a jednocześnie częścią OP, obejmująca walkę z lotnictwem przeciwnika – B. Zdrodowski. Teoria obrony powietrznej. AON, Warszawa 1996, s. 45.

[54] B. Zdrodowski.: Zbiór wykładów. AON, Warszawa, 1993, s. 11.

[55] **Teleologia będąca częścią prakseologii, najogólniej ujmuje cel jako stan rzeczy, zjawisk bądź procesów, osiągany w wyniku podejmowanych działań.**

[56] B. Zdrodowski.: Obrona Powietrzna. Zbiór wykładów. AON, Warszawa, 1993, s. 11.

[57] Tamże, s. 11.

[58] J. Gadzała, A. Glen, A. Radomyski.: Obrona powietrzna wojsk lądowych NATO (USA, NIEMCY, DANIA). AON, Warszawa, 1999, s.12.

[59] Dominację w powietrzu można określić jednym z trzech stopni:

Reasumując, przyjąłem za B. Zdrodowskim, że :

Celem OP *jest powodowanie wykonania zadań przez bronione obiekty (państwo, wojska, aglomeracje), mimo istnienia zagrożenia powietrznego*[61].

Cel obrony powietrznej osiąga się w wyniku realizowania dwóch zasadniczych funkcji:

- niszczenia (obezwładniania) ŚNP przeciwnika w powietrzu ;
- informowania o zagrożeniu powietrznym[62].

Obok funkcji podstawowych w OP - jako kategorii złożonej - powinna być sprawowana funkcja kierownicza (dowódcza). Ponadto, dla sprawnego wypełnienia wyżej wymienionych funkcji należy również realizować, poprzez wspomaganie i zasilanie szeroko rozumiane zabezpieczenie (rys.4).

Korzystna sytuacja w powietrzu – istnieje wówczas, gdy rozmiar zastosowanego wysiłku przez siły powietrzne przeciwnika jest niewystarczający dla zadania szkód zagrażających powodzeniu operacji morskich, lądowych i powietrznych.

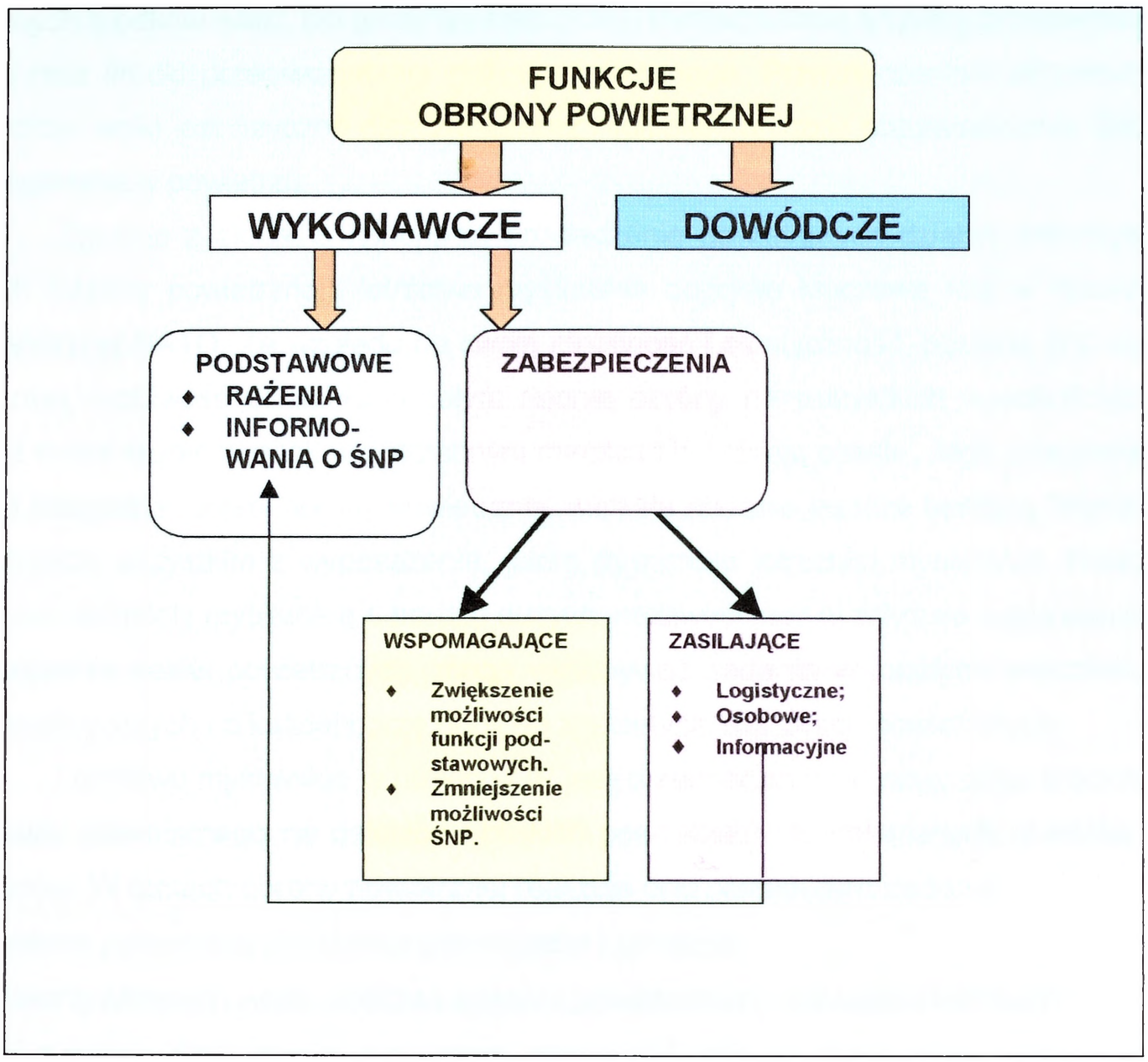
Przewaga w powietrzu – jest definiowana jako stopień dominacji w bitwie powietrznej jednych sił powietrznych nad drugimi, pozwalający prowadzić operacje przez te pierwsze (ich siły lądowe, morskie i powietrzne) w wyznaczonym czasie i miejscu bez oddziaływania sił powietrznych przeciwnika.

Panowanie w powietrzu – jest definiowane jako taki stopień dominacji w powietrzu, w której siły powietrzne przeciwnika są niezdolne do jakiegokolwiek skutecznego przeciwdziałania. – B. Zdrodowski. M. Marciniak.: Doktryna powietrzna NATO. AON, Warszawa, 1999, s. 77.

[60] Tamże, s.76.

[61] B. Zdrodowski.: Teoria obrony powietrznej. AON, Warszawa, 1996.

[62] Tamże, s. 13.



Rys.4. Funkcje obrony powietrznej.

Źródło: *B. Zdrodowski, Obrona powietrzna. AON, 1992.*

2. 2. Wojska obrony powietrznej

Zadania obrony powietrznej, wynikające z jej celu, w warunkach naszego państwa realizują wojska obrony powietrznej, w skład których wchodzą następujące komponenty: lotnictwo myśliwskie, wojska rakietowe sił powietrznych, pododdziały zakłóceń radioelektronicznych oraz wojska radiotechniczne i pododdziały rozpoznania radioelektronicznego.

Lotnictwo myśliwskie i wojska rakietowe sił powietrznych są tymi komponentami WOP, które, według terminologii stosowanej w NATO, określono mianem ak-

tywnych środków walki. Do grupy tej zalicza się również lufową artylerię przeciwlotniczą oraz środki przeciwdziałania radioelektronicznego. Przeznaczeniem aktywnych środków walki jest fizyczne niszczenia oraz radioelektroniczne obezwładnianie ŚNP przeciwnika w powietrzu.

Zgodnie z aktualną koncepcją prowadzenia powietrznych działań defensywnych (obrony powietrznej), lotnictwo myśliwskie odgrywa kluczową rolę w obronie powietrznej NATO. Ze względu na swoją mobilność i elastyczność, posiada ono wyjątkową możliwość działania w całym rejonie obrony na wszystkich wysokościach oraz może skupić wysiłek w potrzebnym miejscu i w krótkim czasie. Jego znaczenie, jako integralnej części obrony powietrznej, wzrasta obecnie jeszcze bardziej. Wynika to przede wszystkim z wyposażenia, jakim dysponuje lotnictwo myśliwskie. Nowoczesne samoloty myśliwskie o bardzo dużych możliwościach w zakresie wykrywania i zwalczania celów powietrznych, mogą wykonywać zadania w każdych warunkach atmosferycznych i o każdej porze doby na znacznych obszarach powietrznych.

Lotnictwo myśliwskie w ramach OP jest przeznaczone do niszczenia środków napadu powietrznego na dalekich i bliskich podejściach do osłanianych obiektów i rejonów. W ramach obrony powietrznej realizuje ono następujące zadania:

- osłonę powietrzną przydzielonych rejonów i obiektów;
- osłonę własnych wojsk podczas operacji powietrznych, lądowych i morskich;
- zwalczanie ŚNP przeciwnika poza zasięgiem oddziaływania przeciwlotniczych zestawów rakietowych;
- osłonę skrzydeł oraz czasowe uzupełnianie luk pomiędzy rejonami działania wojsk rakietowych;
- wzmocnienie jednostek wojsk rakietowych w określonym miejscu i czasie[63].

Drugim komponentem wojsk OP, posiadającym w wyposażeniu aktywne środki walki, są wojska rakietowe sił powietrznych (według terminologii NATO – GBAD Forces)[64], przeznaczone do niszczenia środków napadu powietrznego w całym zakresie wysokości i prędkości ich lotu, bez względu na porę roku i doby. Do ich podstawowych zadań należy:

---

[63] Zajas S., Nowak J., Cieślak G., Gruszczyński J.: Wybrane aspekty doktryny Sił Powietrznych NATO, AON, 1997, s. 67.

[64] Ground Base Air Defence Forces – naziemne siły obrony powietrznej.

- niedopuszczanie do uderzeń przeciwnika powietrznego na najważniejsze obiekty i rejony osłanianego obszaru;
- wzbranianie przenikania środków napadu powietrznego w głąb obszaru teatru działań wojennych;
- niszczenie samolotów bojowych i środków rozpoznawczych naruszających obszar powietrzny w rejonie działań wojennych;
- osłanianie obiektów sił lądowych, powietrznych i morskich przed rozpoznaniem i uderzeniami z powietrza.

Do niszczenia celów powietrznych na małych i średnich wysokościach, w bezpośredniej osłonie obiektów, przeznaczona jest artyleria lufowa i przenośne przeciwlotnicze zestawy rakietowe. Środki te najczęściej wyznaczane są do bezpośredniej osłony obiektów, w tym dywizjonów rakietowych oraz lotnisk pododdziałów lotnictwa myśliwskiego. Do ich zadań należy:

- obrona ważniejszych obiektów punktowych i o małej powierzchni (mosty, węzły kolejowe, przeprawy itp.) przed rozpoznaniem i uderzeniami z powietrza;
- osłona elementów ugrupowania bojowego wojsk w rejonach ześrodkowania i podczas prowadzenia działań bojowych;
- uzupełnienie stref ognia jednostek naziemnych sił obrony powietrznej, wyposażonych w przeciwlotnicze systemy rakietowe.

Aktywne środki walki obrony powietrznej to również pododdziały zakłóceń radioelektronicznych. Przeznaczone są one do obezwładniania systemów radioelektronicznych przeciwnika i osłony ważniejszych obiektów punktowych i powierzchniowych na obszarze prowadzonych działań bojowych. Mimo że nie mogą niszczyć celów powietrznych, są w stanie, w znacznym stopniu, utrudnić im działania. Do podstawowych zadań pododdziałów zakłóceń należy:

- prowadzenie bezpośredniego rozpoznania radioelektronicznego naziemnych i pokładowych urządzeń przeciwnika;
- zmniejszenie skuteczności działań środków napadu powietrznego, szczególnie poprzez ograniczenie dokładności ich naprowadzania na osłaniane obiekty;
- uniemożliwienie przeciwnikowi powietrznemu prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego bronionych obiektów;
- zakłócanie łączności radiowej dowodzenia i współdziałania przeciwnika powietrznego.

Niszczenie i radioelektroniczne obezwładnianie nie byłoby możliwe bez odpowiedniego systemu rozpoznania. Celem działania systemu rozpoznania OP, będącego elementem rozpoznania OP NATO, jest zdobywanie informacji niezbędnych do racjonalnego przygotowania i prowadzenia walki z przeciwnikiem powietrznym, w interesie obrony powietrznej[65].

Dysponowanie wiarygodnymi informacjami o przeciwniku: jego składzie, ugrupowaniu, zamiarze, czy działaniach, ma decydujące znaczenie w walce. Podejmowanie racjonalnych decyzji i skuteczne dowodzenie wojskami jest niemożliwe bez znajomości przeciwnika, z jakim mogą prowadzić walkę wojska OP. Dlatego w toku przygotowań i prowadzenia działań bojowych, obok innych danych i informacji, niezbędne są dowódcom terminowe, wiarygodne i w miarę możliwości pełne dane o przeciwniku powietrznym (środkach napadu powietrznego)[66].

Podstawowym komponentem wojsk OP, przeznaczonym do zdobywania informacji o sytuacji powietrznej, a więc również i o przeciwniku, są wojska radiotechniczne (WRt). Informacje opracowane przez WRt, są przekazywane decydentom OP oraz pododdziałom i oddziałom (ZT) lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych. Ponadto, informacje o sytuacji powietrznej przesyłane są również do innych rodzajów sił zbrojnych. Zgodnie z przeznaczeniem, wojska radiotechniczne wykonują następujące zadania:

- rozpoznają radiolokacyjnie przestrzeń powietrzną na podejściach do granic państwowych i nad terytorium kraju oraz terytorium Sojuszu;
- zabezpieczają informacyjnie dowodzenie wojskami OP;
- zabezpieczają informacyjnie działania bojowe wojsk rakietowych, lotnictwa myśliwskiego oraz pododdziałów zakłóceń (walki) radioelektronicznej;
- prowadzą rozpoznanie naziemne i nawodne przeciwnika, skażeń i zakażeń oraz pogody w rejonach rozmieszczenia posterunków radiotechnicznych.

Znaczącą rolę w systemie rozpoznania OP odgrywają także pododdziały rozpoznania radioelektronicznego. Ostatnie konflikty[67] zbrojne dowodzą, że elektroniczne środki walki już dziś stały się istotnym elementem w prowadzeniu działań bojowych. Oceniając doświadczenia wynikające z tych konfliktów, wielu teoretyków woj-

---

[65] Groszek Z.: Rozpoznanie radioelektroniczne w obronie powietrznej Rzeczypospolitej Polskiej. AON, Warszawa 1992, s. 9.

[66] B. Zdrodowski.: Teoria obrony powietrznej. AON, Warszawa, 1996, s. 114.

[67] Szczególnie widoczne było to w czasie działań w Zatoce Perskiej.

skowych potwierdza przewidywania, że o wyniku przyszłych bitew i operacji będzie decydowała nie tylko ilość użytego sprzętu bojowego, ale przede wszystkim umiejętność użycia elektronicznych środków walki[68]. Celem działania pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego jest więc zdobywanie uprzedzających informacji o działaniach przeciwnika powietrznego, niezbędnych do racjonalnego przygotowania i prowadzenia z nim walki[69].

Z celu działania pododdziałów rozpoznania wynikają zadania, które wykonują one w ramach obrony powietrznej. Zadania te podzielono na dwie grupy. Pierwsza odnosi się do misji związanych z rozpoznaniem sytuacji radioelektronicznej i obejmuje wykonanie następujących zadań szczegółowych:

- ustalenie ważnych dla OP źródeł rozpoznania oraz określenie ich podstawowych parametrów technicznych. Dotyczy to przede wszystkim systemów dowodzenia, systemów wykrywania i naprowadzania oraz rozpoznawczo – uderzeniowych, a ponadto systemów radiolokacyjnych, przeznaczonych do obserwacji pola walki i kierowania uzbrojeniem;
- analizę charakterystyk czasowych i częstotliwościowych sygnałów radiowych i radiolokacyjnych, w celu ustalenia typów radiostacji i stacji radiolokacyjnych oraz identyfikacji poszczególnych egzemplarzy tych środków;
- ustalenie zmian w organizacji systemów dowodzenia, kierowania i łączności radiowej w siłach zbrojnych przeciwnika.

Druga grupa zadań dotyczy zdobywania informacji o sytuacji operacyjnej w siłach powietrznych rozpoznawanego przeciwnika i obejmuje następujące zadania szczegółowe:

- ustalenie struktury systemów alarmowych, sposobów osiągania wyższych stanów gotowości bojowej, przeprowadzenia mobilizacji oraz innych symptomów świadczących o przechodzeniu sił zbrojnych ze stanu pokojowego w wojenny;
- określenie dyslokacji związków taktycznych i oddziałów sił zbrojnych, a szczególnie sił powietrznych, ze zwróceniem uwagi na rozmieszczenie nosicieli broni jądrowej;

---

[68] B. Zdrodowski.: Teoria obrony powietrznej. AON, Warszawa, 1996, s. 114.

[69] Groszek Z.: Rozpoznanie radioelektroniczne w obronie powietrznej Rzeczypospolitej Polskiej. AON, Warszawa 1992, s. 9.

- ustalenie sposobów wzmocnienia i narastania liczby środków napadu powietrznego przeciwnika, a także wykonywania przerzutów w rozpoznawany rejon;
- śledzenie liczebności dyżurnych sił i środków napadu powietrznego;
- określanie rejonów dyżurowania samolotów systemów wczesnego wykrywania i naprowadzania oraz systemów rozpoznawczo – uderzeniowych;
- ustalenie zasad współdziałania lotnictwa taktycznego przeciwnika z jego siłami lądowymi;
- śledzenie działalności szkoleniowej (ćwiczeń, manewrów) w siłach zbrojnych przeciwnika;
- wykrywanie i ustalanie symptomów przygotowań do wykonania uderzeń z powietrza;
- natychmiastowe uprzedzanie systemu OP o zbliżaniu się środków napadu powietrznego przeciwnika do granic państwowych;
- śledzenie działalności środków napadu powietrznego w nalotach, szczególnie samolotów systemów wczesnego wykrywania i naprowadzania, powietrznych stanowisk dowodzenia, samolotów stosujących zakłócenia radioelektroniczne, itp.[70].

Znajomość zadań realizowanych przez poszczególne rodzaje wojsk ma bardzo istotne znaczenie dla prowadzonych badań, ponieważ ocena ich możliwości bojowych powinna być prowadzona pod kątem określenia stopnia realizacji celu obrony powietrznej, który z kolei związany jest z wykonaniem zadań postawionych komponentom wojsk OP. Zachodzi tu relacja między nakładami, uzyskanymi wynikami a jednostką organizacyjną wykonującą zadania. Trudno poznawać procesy oceny możliwości bojowych i metody ich oceny bez jednoznacznego sprecyzowania (określenia) zadań. Dlatego sądzę, że podstawowa wiedza z zakresu taktyki, odnosząca się do zadań realizowanych przez poszczególne komponenty wojsk OP, jest równie ważna, jak znajomość wskaźników charakteryzujących możliwości bojowe, metod stosowanych do ich określania oraz zastosowanie uzyskanych wskaźników w dowodzeniu wojskami obrony powietrznej.

[70] Tamże, s. 10 i 11.

2.3. Możliwości bojowe

Etymologia wyrazu **możliwości** dowodzi, że pochodzi ono 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)*[71]. Możliwości to również: predyspozycje, zdolności psychiczne, intelektualne i manualne, pozwalające na coś, np. możliwości twórcze; w odniesieniu do urządzeń parametry techniczne pracy, osiągi.

Możliwość to także *układ okoliczności, stwarzających okazję, że coś jest możliwe, mogłoby zaistnieć, daje się zrobić, możność, szansa, ewentualność, prawdopodobieństwo*[72].

W naukach wojskowych używa się terminu możliwości, do którego dodaje się przymiotnik – bojowe. W ogólnym znaczeniu możliwości bojowe zostały zdefiniowane 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*[73].

Inna definicja, choć bardzo zbliżona do zacytowanej, określa możliwości bojowe jako *całokształt wskaźników charakteryzujących właściwości bojowe i możliwości techniczne pododdziałów, oddziałów, związków taktycznych rodzajów wojsk do wykonania określonych zadań bojowych.*

Przedstawione definicje, mimo że pochodzą z różnych źródeł, są do siebie bardzo zbliżone. Podobieństwo to wynika z faktu, że możliwości bojowe utożsamiane są tam ze wskaźnikami ilościowymi i jakościowymi. Takie pojmowanie terminu możliwości bojowych wydaje się wysoce uproszczone. Definiując w ten sposób możliwości bojowe, zostaje popełniony błąd zwany idem per idem, czyli to samo przez to samo[74]. Dlatego też dokonałem znacznie szerszej analizy tych pojęć, nie ograniczając się jedynie do literatury rodzimej.

Ciekawy pogląd na rozpatrywaną problematykę prezentują amerykańscy teoretycy wojskowi, którzy uważają że: *możliwości bojowe są kombinacją środków fi-*

---

[71] Mały słownik języka polskiego. PWN. Warszawa. 1989, s.174.

[72] Słownik współczesnego języka polskiego, Warszawa 1996, s. 540.

[73] Leksykon wiedzy wojskowej. Wydawnictwa MON. Warszawa, 1979, s.231.

[74] Z. Ziembiński.: Logika praktyczna. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1996, s. 48.

zycznych 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[75].

Inny pogląd prezentują teoretycy rosyjscy, twierdzący że: możliwości bojowe to *ilościowe i jakościowe wskaźniki charakteryzujące możliwości pododdziałów, oddziałów i związków taktycznych oraz operacyjno – taktycznych do wykonania określonych zadań bojowych w ustalonym czasie i konkretnej sytuacji*[76].

Analizując przedstawione definicje, można dostrzec zarówno pewne podobieństwa, jak i różnice w formułowaniu tego samego problemu. W większości z nich aspekt merytoryczny i metodyczny może budzić pewne zastrzeżenia. Dlatego w ujęciu możliwości bojowych, proponuję rozgraniczenie dwóch zasadniczych kategorii: praktyki i teorii. W tym ujęciu powinny występować dwa pojęcia określające możliwości bojowe. Pierwsze - odnoszące się do działań praktycznych, a więc realne (potencjalne) możliwości bojowe oraz funkcjonujące w sferze teorii, czyli teoretyczne możliwości bojowe (określane w obliczeniach operacyjno - taktycznych dla odwzorowania możliwości realnych). Z praktycznego punktu widzenia jedynie pogląd specjalistów amerykańskich można uznać za poprawny. Natomiast aspekty teoretyczne eksponowane są w polskich i rosyjskich źródłach, aczkolwiek wymagają one pewnego uzupełnienia. Nie spotkałem definicji, która obejmowałaby te dwie kategorie (teorię i praktykę) łącznie.

Reasumując chcę podkreślić, że w prezentowanym przeze mnie stanowisku możliwości bojowe charakteryzują zdolność (skuteczność) działania określonych sił użytych zgodnie z przeznaczeniem, w konkretnej sytuacji bojowej. W pracy przyjąłem więc następującą definicję możliwości bojowych:

---

[75] Options of Army Forces in the Field, FM 100 - 5, Hedquarters, Department of the Army. Washington 1985. Tłumaczenie własne.

[76] Wojennyj Encikłopediczeskij Słowar, Wojennoje Izdatielstwo, Moskwa, 1986, s.332. Tłumaczenie własne.

Możliwości bojowe wojsk obrony powietrznej to *zdolność tych wojsk (w tym również poszczególnych ich komponentów) do realizacji zadań bojowych, wynikających z przeznaczenia, celu i funkcji obrony powietrznej. Zdolność ta w obliczeniach operacyjno - taktycznych (kalkulacjach) odwzorowywana jest za pomocą odpowiednich wskaźników liczbowych charakteryzujących przestrzeń, czas i skuteczność działania wojsk obrony powietrznej i jej poszczególnych komponentów.*

Równie często w rozprawie stosowany jest termin - możliwości bojowe lotnictwa myśliwskiego. Pojęcie to, jak twierdzi E. Zabłocki, obejmuje wszystkie właściwości charakteryzujące zdolność tego lotnictwa do wykonywania zadań niszczenia środków napadu powietrznego w celu osłony obiektów lub kierunków powietrznych[77].

Zgodnie jednak z ogólną definicją możliwości bojowych WOP, przyjąłem następującą definicję możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego:

Możliwości bojowe lotnictwa myśliwskiego to zdolność ich pododdziałów i oddziałów do wykonania postawionych zadań, związanych z obroną powietrzną w różnych warunkach i sytuacji powietrznej[78] .

Sytuacja powietrzna natomiast określana jest jako: liczba, rodzaj i aktywność lotnictwa oraz stosowanie bezpilotowych środków i systemów OP i OPL przez walczące strony[79].

---

[77] E. Zabłocki.: Taktyka lotnictwa myśliwskiego obrony powietrznej kraju. Podręcznik. ASG WP. Warszawa, 1989, s. 91,

[78] LM może wykonywać również zadania związane z osłoną lotnictwa myśliwsko - bombowego, które nie wchodzą w zakres OP. Ponadto, w materiałach opracowanych jeszcze przez Dowództwo Wojsk Lotniczych spotyka się określenie **„możliwości bojowe samolotów myśliwskich"**, które zdefiniowano, jako *„oczekiwany wynik ich działań, który może być osiągnięty w czasie wykonywania zadań bojowych w konkretnej sytuacji ustalonymi sposobami działań bojowych*. Możliwości bojowe samolotów myśliwskich charakteryzują się wielkością oczekiwanego wyniku działań bojowych, wielkościami czasowymi i wymiarami przestrzeni, w przedziałach których wynik ten powinien być osiągnięty.

[79] Słownik podstawowych terminów wojskowych. Sztab Generalny. Warszawa, 1977, S –37.

Dla wojsk rakietowych sił powietrznych, przyjąłem następujące znaczenie terminu możliwości bojowe:

Możliwości bojowe wojsk rakietowych sił powietrznych to *zdolność ich pododdziałów, ZT do wykonania zadań w różnych warunkach i sytuacji powietrznej.*

Oprócz ogólnego terminu „możliwości bojowe", w wojskach rakietowych sił powietrznych stosuje się również takie pojęcia, jak: możliwości ogniowe, możliwości osłony (obrony), możliwości osiągania gotowości bojowej, możliwości manewrowe oraz możliwości zaopatrywania w rakiety.

Możliwości ogniowe to zdolność przygotowanych do walki oddziałów (ZT), do niszczenia środków napadu powietrznego przeciwnika w różnych warunkach sytuacji powietrznej[80].

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

---

[80] W starszych opracowaniach (Taktyka wojsk rakietowych OPK. Podręcznik DWOPK, Warszawa, 1980) 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 straty, które pododdziały, oddziały i ZT mogą zadać przeciwnikowi w określonym czasie, w różnych warunkach.* Dla porównania, w **wojskach obrony przeciwlotniczej wojsk lądowych (WOPL)**, ze względu na specyfikę ich działań, wyróżnia się: możliwości ogniowe, rozpoznania i manewrowe. **Możliwości ogniowe** określa oczekiwana liczba zniszczonych celów powietrznych w nalocie (uderzeniu ŚNP), przy zużyciu określonego limitu rakiet i amunicji przeciwlotniczej. **Możliwości rozpoznania** to zdolność wykrywania z określonym prawdopodobieństwem obiektów powietrznych, ich identyfikacji oraz jednoczesnego śledzenia. **Możliwości manewrowe** charakteryzują: zdolność przejścia wojsk OPL z położenia marszowego w bojowe (i odwrotnie), możliwości marszowe i możliwości przeniesienia wysiłku ogniowego na kolejne cele powietrzne.

Możliwości ogniowe i możliwości osłony zależą od stref ognia przeciwlotniczych zestawów rakietowych (PZR). Wymiary strefy ognia określają możliwości niszczenia celów powietrznych przez PZR (pododdział rakietowy - dywizjon, baterię). Są one ze sobą ściśle związane.

Kolejnym terminem funkcjonującym w teorii i praktyce wojsk rakietowych sił powietrznych są możliwości osiągania gotowości bojowej. Zostały one zdefiniowane zarówno w wydawnictwach akademickich, jak i opracowywanych przez dowództwo WLOP, jako :

Możliwości osiągania gotowości bojowej[81] wojsk rakietowych SP to zdolność ich pododdziałów, oddziałów (ZT) do osiągnięcia gotowości do prowadzenia walki.

Sam termin **gotowości bojowej** rozumiany jest jako *stopień przygotowania wojsk do wykonywania przydzielonych im zadań bojowych*. Zgodnie z ogólnym pojęciem gotowości bojowej w wojskach rakietowych sił powietrznych, gotowość bojowa postrzegana jest jako ciągła zdolność ich pododdziałów, oddziałów i ZT do terminowego rozpoczęcia walki i wykonania zadania bojowego.

Dociekając istoty pojęcia **możliwości manewrowych** wojsk rakietowych, należy odwołać się do definicji manewru. Mianem **manewru** w wojskach rakietowych sił powietrznych przyjęto określać *zorganizowane i wcześniej zaplanowane przemieszczenie sił i środków, a także przecelowanie ognia rakietowego zgodnie z zamiarem prowadzenia działań bojowych (walki)*[82]. Najbardziej rozpowszechnionymi rodzajami manewru są: manewr rakietami, ogniem oraz pododdziałami (dywizjonami rakietowymi).

Manewr rakietami to *podział zapasów rakiet dla pododdziałów, oddziałów i związków taktycznych (ZT) wojsk rakietowych z uwzględnieniem ich potrzeb oraz intensywności działań bojowych (walki)*[83].

---

[81] Można spotkać się również z określeniem - gotowości do startu rakiet.

[82] Taktyka wojsk rakietowych OPK. Podręcznik. Warszawa 1984.

[83] Taktyka wojsk rakietowych OPK. Podręcznik. Warszawa 1984.

Manewr ogniem ***to przenoszenie ognia wzdłuż lub w głąb frontu ugrupowania bojowego wojsk rakietowych sił powietrznych z zadaniem niszczenia celów powietrznych***[84]***.***

Najbardziej rozpowszechnioną formą manewru jest jednak manewr pododdziałami. Analiza literatury przedmiotu dowodzi zgodności co do definiowania pojęcia tego manewru. W rozprawie przyjąłem więc, że:

Manewr pododdziałami (dywizjonami, bateriami) to ***zorganizowane i wcześniej zaplanowane ich przemieszczenie zgodnie z zamiarem prowadzenia działań bojowych w celu zajęcia położenia (ugrupowania) zapewniającego wykonanie zadania bojowego, położenia dogodnego w stosunku do przeciwnika lub uzyskania przewagi sytuacyjnej***[85]***.***

Mimo że definicja manewru w wojskach rakietowych odnosi się zarówno do przemieszczenia pododdziałów, jak i przenoszenia ognia, to analizując literaturę przedmiotu, spotykamy się głównie z definicją możliwości manewrowych, odnoszącą się jedynie do manewru siłami (pododdziałami) i środkami (np. rakietami). Nie uwzględnia się natomiast manewru ogniem. Należało więc sformułować takie pojęcie możliwości manewrowych, które będzie adekwatne do definicji manewru. Dlatego w pracy przedstawiłem własną propozycję definicji możliwości manewrowych wojsk rakietowych sił powietrznych:

Możliwości manewrowe wojsk rakietowych SP to ***zdolność ich pododdziałów, oddziałów (ZT) do wykonania manewru, a więc przemieszczenia w nowy rejon działań bojowych oraz przenoszenia ognia na inne cele.***

Oprócz wymienionych i wcześniej zdefiniowanych terminów, istotne znaczenie odgrywają również możliwości zabezpieczenia w rakiety. W tym przypadku istnieje

---

[84] S. Miodek. Wojska rakietowe obrony powietrznej. AON, Warszawa, 1997, s. 60

[85] Tamże, s. 59.

wiele problemów, począwszy od samego nazewnictwa, a na istocie tych możliwości skończywszy. W publikacjach są one różnie nazywane i identyfikowane. W wydawnictwach AON używany jest termin możliwości zaopatrywania pododdziałów rakietowych w przeciwlotnicze rakiety kierowane (PRK). Możliwości te określane są jako zdolność do zgromadzenia w nakazanym czasie i miejscu oraz w wymaganym stanie gotowości określonego zapasu rakiet[86]. W materiałach opracowanych przez Dowództwo WOPK używano terminu „możliwości zabezpieczenia". W rozprawie przyjąłem, że:

Możliwości zabezpieczenia w rakiety ***to zdolność pododdziałów, oddziałów, ZT wojsk rakietowych sił powietrznych do przechowywania, przygotowywania i dostarczania na stanowiska startowe rakiet gotowych do strzelania***[87].

Aktywne oddziaływanie na środki napadu powietrznego przeciwnika to nie tylko ogniowe rażenie, ale również radioelektroniczne obezwładnianie realizowane przez pododdziały zakłóceń radioelektronicznych. W pracy przyjąłem następującą definicję możliwości bojowych tych pododdziałów:

Możliwości bojowe ***pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych określają ich zdolność do prowadzenia działań bojowych (realizacja zadań osłony obiektów) w różnych warunkach pola walki***[88].

Możliwości wojsk radiotechnicznych charakteryzują wskaźniki ilościowe i jakościowe, wyrażające zdolność poszczególnych elementów systemu radiolokacyjnego do wykonania zadania bojowego w danej sytuacji operacyjno – taktycznej. Określają one również skuteczność sił i środków użytych zgodnie z przeznaczeniem, co pozwala prognozować wyniki działań bojowych[89]. W odniesieniu do batalionu radio-

---

[86] Obrona powietrzna (pod naukowym kierownictwem B. Zdrodowskiego). Podręcznik. AON, Warszawa, 1996, s. 195.

[87] Taktyka wojsk rakietowych OPK. Podręcznik . Warszawa 1980.

[88] Obrona powietrzna (pod naukowym kierownictwem B. Zdrodowskiego). Podręcznik. AON, Warszawa, 1996, s. 267.

[89] Biuletyn Informacyjny nr 1 (149), Sztab Generalny, Warszawa 1986, s. 14.

technicznego, który jest oddziałem wojsk radiotechnicznych, jego możliwości bojowe rozumiane są jako zdolność do wykonania zadań bojowych[90].

W pracy przyjąłem następującą definicję możliwości bojowych:

Możliwości bojowe wojsk radiotechnicznych to zdolność ich pododdziałów, oddziałów do wykonania zadań bojowych[91].

W szeregu wydawnictw opracowanych przez Sztab Generalny i Dowództwo Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej, traktujących o rozpoznaniu radioelektronicznym, **możliwości bojowe (rozpoznawcze)** jednostek rozpoznania radioelektronicznego ujmowane są jako *„... zdolność do poszukiwania i wykrywania, przechwytywania, śledzenia prac, ustalania parametrów technicznych i miejsca rozmieszczania źródeł rozpoznania oraz właściwej analizy zdobytych informacji, zmierzających do określenia składu, ugrupowania, charakteru działań, odtwarzania gotowości bojowej i przewidywanych działań przeciwnika."* Tak rozumiane i charakteryzowane możliwości pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego, nie odzwierciedlają istoty i rzeczywistych możliwości systemu rozpoznania, a ponadto nie wykazują związku pomiędzy tymi możliwościami, a postawionymi zadaniami. Innymi słowy, nie dają one wyczerpującej odpowiedzi na pytanie: Jakimi możliwościami bojowymi dysponują pododdziały rozpoznania radioelektronicznego do wykonania postawionego zadania bojowego w określonej sytuacji operacyjno – taktycznej i radioelektronicznej ? W związku z tym przyjąłem za Z. Groszkiem, że:

Możliwości bojowe pododdziałów rozpoznania (systemu rozpoznania radioelektronicznego) należy rozumieć jako zdolność tego systemu do wykonywania zadań bojowych w określonych warunkach sytuacji operacyjno – taktycznej i radioelektronicznej[92].

---

[90] A. Adamczyk. Batalion radiotechniczny. Skrypt, AON, Warszawa 1994, s. 57.

[91] Inna definicja: „możliwości bojowe wojsk radiotechnicznych" charakteryzują oczekiwaną wartość rezultatu wykonania zadań bojowych w przywiązaniu do czasu i rozmiarów przestrzeni, w przedziale których rezultat ten jest otrzymywany.

[92] Groszek Z.: Możliwości bojowe pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego wojsk lotniczych i OP. AON, Warszawa 1990, s. 4.

2.4. Potencjał

Historycznie termin **„potencjał"** wywodzi się z filozofii Arystotelesa, który tak nazwał *różnicę między tym, co rzeczywiście istnieje, a tym co może zaistnieć w odpowiednio zmienionych warunkach*. Jako kategoria filozoficzna, potencjał nie istnieje samoistnie, lecz jest zawsze pewną możliwością (zdolnością) danego systemu, np. dysponowanych sił, będąc jednocześnie ich funkcją. Obecnie z pojęcia potencjału korzystają niemal wszystkie nauki od wspomnianej filozofii począwszy, poprzez nauki ścisłe, na naukach systemowych, takich jak informatyka, cybernetyka, inżynieria systemów czy badania operacyjne - skończywszy.

Termin **„potencjał"** zajmuje wyjątkowe miejsce również w naukach wojskowych, ponieważ służy do wyrażania pewnych możliwości operacyjnych wojsk (zgrupowań sił). Atrakcyjność, uniwersalizm i wszechobecność różnych kategorii potencjałów w rozważaniach teoretycznych, jak również niekwestionowana ich pozycja w naukach stosowanych spowodowały, że pojęcie potencjału jest dziś synonimem pewnej teorii, tak chętnie stosowanej w wielu dziedzinach nauki i techniki, a zwłaszcza w naukach wojskowych.

W klasie potencjału wojskowego można wyróżnić: potencjał zaczepny i obronny, a także potencjał rażenia zasilania, potencjał kierowania[93]. W takim ujęciu:

- **Potencjał rażenia *jest rozumiany jako moc bojowa środków walki.***
- **Potencjał zasilania *natomiast utożsamiany jest z siłami i środkami, które są niezbędne do przygotowania i prowadzenia walki zbrojnej.***
- **Potencjał kierowania *to zbiór tych elementów, które uruchamiają i koordynują wykorzystanie sił i środków w walce zbrojnej.***

Zasadniczą jednak kategorią potencjału jest **potencjał bojowy**, który *stanowi systemową cechę określającą zdolności i możliwości bojowe danego systemu*. Pojęcie potencjału bojowego posiada w literaturze bogatą i jednocześnie różną interpretację. Nie ma jednej, ustalonej definicji potencjału bojowego, a poszczególne określenia formułowane są indywidualnie na użytek danego modelu, czy też systemu bę-

[93] Bardzo często wymienia się również potencjał niezbędny i wystarczający.

dącego w danej chwili obiektem poznania. Definicję potencjału bojowego przyjąłem za P. Sienkiewiczem:

Potencjałem bojowym *określa się całokształt możliwości bojowych danego systemu wojskowego (jednostki wojskowej, zgrupowania, strony walczącej, środka walki) w danej chwili niezbędnych do prowadzenia działań bojowych (walki, bitwy, operacji).*

Najczęściej w literaturze przedmiotu można się spotkać z trójaspektowym podejściem, uwzględniającym trzy zasadnicze determinanty potencjału bojowego, a mianowicie: potencjał ludzki, techniczny i dowodzenia[94]. W pracy przyjąłem więc, że:

- **Potencjał ludzki *to całokształt psychofizycznych możliwości ludzi (żołnierzy) biorących udział w procesie walki.***
- **Potencjał techniczny *obrazuje całokształt możliwości środków technicznych używanych w walce, do których zaliczam uzbrojenie i wyposażenie.***
- **Potencjał dowodzenia *to całokształt możliwości organizacyjno - sterowniczych zespołów ludzkich i środków technicznych zaangażowanych w walce.***

2.5. Efektywność i skuteczność OP

W ogólnym ujęciu wskaźnik rozumiany jest jako: ***„to co wskazuje na coś, świadczy o czym"*** [95]. Bardzo często wskaźnik możliwości bojowych może być jednocześnie kryterium, jak na przykład efektywność bojowa, dzięki której można dokonać wyboru wariantu działania pododdziału, oddziału (ZT). Kryterium jest więc postrzegane jako miernik służący za podstawę oceny.

W prakseologicznym znaczeniu, kryterium to znak wyróżniający coś od czegoś, miernik (sprawdzian) - wzgląd brany pod uwagę przy wyborze, hierarchizacji,

[94] K. Ficoń.: Symulacyjne modelowanie potencjału bojowego okrętowych sił morskich państw nadbałtyckich w aspekcie prognozowania obronnego. Zeszyty Naukowe Akademii Marynarki Wojennej (Nr 124A). Gdynia, 1995, s.24, 25, 26.

[95] Mały słownik języka polskiego. PWN, Warszawa 1989, s. 108.

ocenianiu itp.[96] Bardzo często w literaturze przedmiotu używa się pojęcia wskaźnik, zamiast kryterium. W takim przypadku wskaźnik (wskaźniki) powinien charakteryzować się głównie: reprezentatywnością, czułością, prostotą, systematycznością oraz stochastycznością.

Reprezentatywność wskaźnika (kryterium) wyraża możliwości oceny efektywności rozwiązania podstawowego zadania, a nie zadań drugorzędnych. W przypadku wojsk obrony powietrznej lub poszczególnych ich komponentów oznacza to, że każdy wskaźnik powinien określać stopień realizacji zadania (w całości lub cząstkowo).

Przyjmuje się, że ***czułość*** wskaźnika wyraża się w jego wrażliwości na zmiany badanych parametrów. Dlatego przez czułość wskaźnika należy rozumieć jego wrażliwość na zmiany parametrów, istotnych z punktu widzenia OP[97]. Zakłada się, że im ta czułość jest wyższa, tym wyniki otrzymywanych obliczeń (rezultatów badań) są bardziej wiarygodne.

Prostota oznacza uwzględnienie w nim jedynie parametrów istotnych z punktu widzenia realizowanego zadania OP[98]. W związku z tym, wszelkie parametry drugorzędne pomija się, gdyż wprowadzenie ich, jedynie komplikuje badania, a nie zapewnia żadnego wzrostu precyzji wyników (wniosków).

W tym podrozdziale przedstawiłem i wyjaśniłem znaczenie tylko tych wskaźników, które znajdują zastosowanie we wszystkich rodzajach wojsk obrony powietrznej. Takimi wskaźnikami są efektywność i skuteczność. Sam termin **„efektywność”**, bez przymiotnika „bojowa”, wywodzi się od łacińskiego słowa ***effektus*** i oznacza *skutek*. Pojęcie efektywności wykorzystano w różnych dziedzinach nauki, w tym również i w naukach wojskowych.

W wojskowych badaniach naukowych pojęcie efektywności znalazło tak szerokie zastosowanie, że mówi się o teorii efektywności bojowej, którą zdefiniowano jako „... *całokształt metodologicznych i matematycznych podstaw do określania parametrów liczbowych charakteryzujących efektywność działań bojowych w zależności od rodzaju i ilości użytych sił i środków oraz możliwych wariantów ich użycia, służą-*

---

[96] Pszczołowski T. Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji, s.108.

[97] Obrona powietrzna.(pod red. B. Zdrodowskiego). AON, Warszawa 1996, s.28.

[98] Tamże, s. 28.

cych do ułatwienia w powzięciu właściwej decyzji i racjonalnego prowadzenia działań bojowych"[99].

Mimo iż efektywność to jedno z najważniejszych pojęć w teorii badań systemowych, to znaczenie jakie się mu nadaje, jest wielorakie. Dlatego termin ten różnie się definiuje, a tym samym i różnie interpretuje. A oto kilka przykładów określeń efektywności:

- „efektywność systemu można określić jako zdolność realizowania zadanych mu funkcji przy pracy w określonych warunkach jego stosowania /.../. Efektywność systemu można określić jako miarę działań. Jest ona funkcją trzech podstawowych komponentów: gotowości, niezawodności i możliwości" [100];
- „efektywność to stopień realizacji funkcji systemu. Innymi słowy, jest to prawdopodobieństwo, że system o określonej niezawodności wykona wszystkie swoje zadania w danych warunkach eksploatacji w przewidywanym przedziale czasu"[101].
- "efektywność - własność systemu działania określającego zdolność (całokształt możliwości i warunków systemu) do osiągnięcia zamierzonych celów".
- „pojęciem efektywności środka bojowego rozumie się miarę stopnia realizacji zadań, do wykonania których środek ten jest przeznaczony. Tak więc efektywnością sprzętu bojowego jest zbiór parametrów charakteryzujących stopień wykonania zadań bojowych przy jego użyciu, zgodnie z przeznaczeniem".

Przeprowadzone przez mnie badania dowiodły, że „efektywność" stosowana jest w trzech zasadniczych znaczeniach, mianowicie jako:

- efektywność działania w sensie prakseologicznym;
- efektywność jako synonim skuteczności działania;
- efektywność działania w sensie ekonomicznym.

Efektywność, w sensie prakseologicznym, to dodatnia cecha działań dających jakiś pozytywnie oceniany wynik bez względu na to, czy był on zamierzony (działanie skuteczne i efektywne), czy nie (działanie efektywne).

---

[99] Cz. Flanek.: Metodologia oceny efektywności wykorzystania sił i środków w systemie OPL wojsk operacyjnych. Rozprawa doktorska. ASG WP, Warszawa, 1977.

[100] B. H. Rudvick.: Wojennoje płanirowanie i analiz systiem, Moskwa, 1972,

[101] W. Zamojski.: Zagadnienia niezawodności w projektowaniu systemów: niezawodność systemów. Praca naukowa Instytutu Cybernetyki Technicznej Politechniki Wrocławskiej. Studia I materiały 18. Wrocław, 1976.

Efektywność rozumiana jako synonim skuteczności to pozytywnie oceniana zgodność wyniku z celem. Działanie jest skuteczne, o ile osiąga zamierzony cel. Działanie odznaczające się skutecznością jest także efektywne.

Efektywność, w sensie ekonomicznym to stosunek uzyskanych wyników do nakładów. Może być rozumiana także jako stosunek wartości wskaźnika skuteczności do nakładów [102].

W rozprawie przyjąłem, że:

Efektywność ***to dodatnia cecha działań dających oceniany pozytywnie wynik. W obronie powietrznej efektywność bojowa – jako funkcja zmiennych losowych – jest również zmienną losową. Dlatego wartość wskaźnika efektywności wiąże się najczęściej bezpośrednio z wartością przeciętną (oczekiwaną) zniszczonych ŚNP przez OP*** **[103].**

Chciałbym zwrócić uwagę na szerokie zastosowanie pojęcia efektywności w obronie powietrznej. Wskaźnikiem efektywności wyrażana jest zarówno zdolność środków OP (samolotów myśliwskich, przeciwlotniczych zestawów rakietowych, stacji radiolokacyjnych, stacji rozpoznania itp.) do realizacji zadań zgodnych z ich przeznaczeniem, jak i stopień wykonania zadań postawionych pododdziałom, oddziałom i związkom taktycznym komponentów wojsk OP. Należy podkreślić również fakt, że efektywność jest nie tylko wskaźnikiem możliwości bojowych wojsk OP (w tym również poszczególnych ich komponentów), ale bardzo często stanowi kryterium oceny, wyboru, np. wariantu ugrupowania bojowego, czy też sposobu działania.

Natomiast **skuteczność systemu obrony powietrznej**[104] to cecha systemowa, odzwierciedlająca ogół zdolności (potencjalnych lub zrealizowanych), niezbędnych do wykonywania zadań bojowych wojsk zgodnie z potrzebami i wymaganiami systemu obronnego państwa, wynikającymi z określonych celów polityczno - militarnych. System obrony powietrznej jest zatem skuteczny, gdy wojska obrony powietrz-

---

[102] Cz. Flanek.: Analiza systemowa i metodologia modelowania systemowego. Cz. I. Analiza systemowa w praktyce wojsk OPL. AON. Warszawa, 1993, s. 24.

[103] Obrona Powietrzna (pod naukowym kierownictwem B. Zdrodowskiego).:\ Podręcznik. AON, Warszawa, 1996, s. 28.

[104] Rozwiązywanie problemów obrony powietrznej i przeciwlotniczej z wykorzystaniem techniki mikrokomputerowej (pod naukowym kierownictwem B Zdrodowskiego). AON, Warszawa, 1995, s. 8.

nej wykonały postawione zdania bojowe w nakazanym czasie i posiadają potencjał bojowy, który pozwala im z powodzeniem kontynuować działania obronne (lub są zdolne do odtwarzania wymaganego potencjału bojowego w określonym czasie). W rozprawie przyjąłem więc za B. Zdrodowskim i R. Kuriatą, że:

Skuteczność obrony powietrznej, a zatem wojsk OP - *to stopień osiągnięcia celu, którym jest zniwelowanie zagrożenia osłanianych wojsk (obiektów), niesionego przez ŚNP przeciwnika, co najmniej do poziomu zapewniającego wykonanie przez te wojska (obiekty) zadań bojowych*

2.6. Metoda

Metoda jest pojęciem, które często stosowałem w pracy pisząc, między innymi o metodach badań naukowych oraz o metodach określania możliwości bojowych wojsk OP i ich poszczególnych komponentów.

Etymologicznie słowo ***„metoda"*** wywodzi się z greckiego zwrotu ***„meta hodos"***, co oznacza *drogę prowadzącą do celu, posuwanie się, podążanie za kimś, ściganie go lub śledzenie*. Istotą metody jest skorelowanie sposobu postępowania z celem.

W „Słowniku współczesnego języka polskiego" słowo „metoda" definiuje się w następujący sposób: *„sekwencja świadomie, systematycznie i konsekwentnie podejmowanych działań prowadzących do osiągnięcia zamierzonego celu; zespół technik stosowanych w określonym celu; ściśle określony sposób postępowania w celu naukowego zbadania danego fragmentu rzeczywistości"*[105]. Można spotkać również sformułowania, że metoda to: sposób badania, sposób postępowania, dobór rodzaju działania, stosowany świadomie sposób wykonywania danego zadania praktycznego lub rozwiązywania problemu badawczego, jest to również zespół założeń ogólnych przyjmowanych jako ramy lub wytyczne badania [106].

Platon rozumiał metodę jako doktrynę, Arystoteles jako dyscyplinę badawczą. Kartezjusz pisał, że: „ostatecznie bowiem metoda, która uczy iść za właściwym porządkiem i rozróżnić ściśle wszystkie okoliczności tego, czego się szuka, zawiera

[105] Słownik współczesnego języka polskiego. Wydawnictwo Wilga. Warszawa, 1996, s. 508.

[106] T. Mendel.: Metodyka pisania prac doktorskich. Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań, 1995, s. 5.

wszystko, co daje pewność prawidłom arytmetyki". Definicje te posiadają wiele elementów, które pojawiają się w późniejszych opracowaniach. Są to przede wszystkim porządek postępowania, ścisłe wyliczenie wszystkich czynników istotnych ze względu na rozwiązywany problem, uporządkowanie zbioru środków umożliwiających - przez cele pośrednie - osiągnięcie celu głównego, powtarzalność stosowania metody.

Problematyką definiowania pojęcia „metoda" zajmowało się również wielu znanych polskich naukowców, do których bez wątpienia zaliczyć należy prof. Tadeusza Kotarbińskiego. W swoim najbardziej znanym dziele, metodę definiuje jako ***„sposób systematycznie stosowany, przy czym sposób oznacza tok jakiegoś działania, a więc skład i układ jego stadiów"***[107]. Zwraca przy tym uwagę na powtarzalność toku postępowania oraz potrzebę jego modyfikowania i adaptowania do sytuacji czy problemu, który rozwiązujemy.

Tadeusz Pszczołowski zestawia wiele interpretacji pojęcia metoda, w których traktuje się je jako ogólny sposób ujmujący plan działania, opracowany na podstawie doświadczeń uogólniających typowe skuteczne działania. Uogólnienia te mają jeszcze jedną ważną cechę, a mianowicie umożliwiają modyfikowanie planu odpowiednio do sytuacji i potrzeb. Należy przez to rozumieć możliwość adaptowania metody do predyspozycji osoby działającej oraz sytuacji (problemu), do której daną metodę stosuje się [108].

W polskiej literaturze, obejmującej dziedzinę organizacji i zarządzania, autorzy powołują się również na definicje autorów francuskich, między innymi E. Grandejeana, który rozpatruje metodę w sensie genetycznym, podkreślając dwa jej znaczenia:

1) znajdowanie drogi prowadzącej do prawdy oraz drogi od niepewności do pewności, z podkreśleniem heurystycznego[109] aspektu metody w dziedzinie poszukiwań i badań;
2) kojarzenie dróg w celu osiągnięcia pozytywnego wyniku, z podkreśleniem aspektu kreatywnego metody w dziedzinie zastosowań.

---

[107] T. Kotarbiński.: Traktat o dobrej robocie. Ossolineum, Warszawa 1982.

[108] T. Pszczołowski.: Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji, Wrocław – Warszawa – Kraków – Gdańsk, 1978.

[109] **Heurystyka** – umiejętność wykrywania nowych faktów i związków między faktami (a zwłaszcza stawiania hipotez), prowadzącego do poznania nowych nauk, prawd; umiejętność wykrywania historycznych materiałów. – Leksykon PWN, Warszawa, s. 415.

Inny autor francuski R. Caude, w budowie metody, zwraca uwagę na aspekt heurystyczny jako czynnik twórczy oraz unikanie zbytniej formalizacji postępowania, aby zapobiegać krępowaniu inwencji twórczej osoby działającej. Według J.M Mouchota, zwiększając stopień uogólnienia metod (a więc zmniejszając stopień ich dokładności), można wyróżnić:

- podmetody lub mikrometody, czyli recepty postępowania, konstrukcyjne działania ściśle zaprogramowane;
- metody lokalne, nadające się do rozwiązywania tylko problemów określonej klasy, np. metoda etymologiczna;
- metody ogólne, np. metoda macierzy odkrywczej;
- supermetody, czyli pewne postawy umysłu wobec problemów, które można określić strategiami myślenia, np. podejście systemowe czy podejście dialektyczne;
- mity przewodnie twórczego myślenia, np. mit czystego produktu w chemii i metalurgii czy magazynu uniwersalnego w ekonomice i organizacji.

Najczęściej w badaniach naukowych metoda definiowana jest w następujący sposób:

Metoda to sposób postępowania.

Taka definicja jest wystarczająco ogólna, aby swoim zasięgiem objąć badania naukowe, które są zwykle szeroko zakreślone i często wieloznacznie formułowane [110].

Metodyka z kolei umożliwia nabycie umiejętności i ustalenie które metody, w jakich celach badawczych, i w jakich warunkach należy stosować. Opiera się na: analitycznym opisie poszczególnych metod, określaniu zasięgu i warunków ich stosowalności, ocenie stopnia ich precyzji w ujmowaniu zjawisk, kwalifikacji ich użyteczności praktycznej. Przyjąłem więc za W. Pytkowskim, że:

Metodyka jest zbiorem wytycznych wzoru postępowania, swoistych dla danej gałęzi w nauce[111].

[110] Antoszkiewicz J.: Metody heurystyczne. Twórcze rozwiązywanie problemów. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1990, s. 28.

[111] W. Pytkowski.: Organizacja badań i ocena prac naukowych. PWN, Warszawa, 1981, s. 61.

Z przedstawionej definicji jednoznacznie wynika, że metodyka odnosi się do działalności praktycznej.

2.7. Jakość, wartość, ocena

Problem jakości jakiegokolwiek obiektu, sam w sobie nie jest jednoznacznie definiowany, budzi wiele kontrowersji i nieporozumień. Szeroko rozumiane **pojęcie jakości**, oznacza po prostu jego *użyteczność (cenność), jest to więc kategoria subiektywna, zależna nie tylko od podmiotu oceniającego (wartościującego), ale także od stanu otoczenia odznaczającego się niepewnością, a może nawet nieokreślonością*[112].

Jakość[113] – w znaczeniu filozoficznym - rozumiana jest jako zbiór właściwości różniących między sobą rozpatrywane przedmioty. Tych właściwości jest tyle, że praktycznie trudno je wszystkie ująć w opisie jakości dowolnego obiektu. Jakość zaliczana jest do pojęć abstrakcyjnych. W związku z tym, jakości jako takiej nie można mierzyć[114]. Można natomiast – i jest to realne do wykonania – wyrazić jakość za pomocą zespołu tak dobranych przymiotów, które dają się mierzyć, a przynajmniej określać w sposób nie budzący wątpliwości. Gdyby jakiś czynnik nie był mierzalny w sposób bezpośredni, można ściśle określić jego oddziaływanie przez pomiar pośred-

---

[112] J. Gogolewski, J. Wocial.: Metody określania jednostkowego wskaźnika jakości. AON, Warszawa 1993, s. 4.

[113] Inne definicje jakości:

- „... to zespół cech stanowiących o tym, że dany przedmiot jest tym przedmiotem, a nie innym";
- „... wyrobu jest stopniem spełnienia przezeń wymagań odbiorcy. W wyrobach przemysłowych jakość jest kombinacją jakości projektu i jakości produkcji";
- „... produktów (...) jest to natężenie zespołu cech ekonomicznych (...) stanowiących o zdolności danych towarów do zaspokajania potrzeb użytkowników";

Jakość można rozpatrywać jako względną, bezwzględną oraz pseudoabsolutną:

- **jakość względna** wynika z aktualnie występujących, nie krańcowych, wymagań;
- **jakość bezwzględna** wynika z krańcowych, najbardziej rygorystycznych wymagań, odpowiadających największemu, możliwemu do osiągnięcia (przy aktualnym stanie poznania) poziomowi rozwoju wiedzy i techniki w danej dziedzinie;
- **jakość pseudoabsolutna** wynika z krańcowych, praktycznie możliwych do spełnienia wymagań, odpowiednich do aktualnego poziomu rozwoju wiedzy i techniki w danej dziedzinie.

[114] R. Kolman.: Ilościowe określanie jakości. PWE, Warszawa, 1978, s. 24.

ni, tzn. mierząc efekty przejawów tego czynnika[115]. Dąży się więc do spełnienia poglądu głoszonego przed wiekami przez Galileusza:

„Powinno mierzyć się wszystko, co jest mierzalne, oraz uczynić mierzalnym to, co jeszcze niemierzalne".

W odniesieniu do uzbrojenia i innego sprzętu wojskowego stanowiącego bezpośrednie narzędzie walki, z reguły używane jest określenie **wartość bojowa** oraz równoważne – **wartość użytkowa** – dla pozostałych rodzajów sprzętu i wyposażenia dodatkowego. W analizowanych przeze mnie metodach i metodykach, najczęściej przyjmuje się określenie:

Wartość bojowa (W) ***jest wypadkową wszystkich cech badanego sprzętu, a więc parametrów taktyczno – technicznych, niezawodności, trwałości, rozwiązań technologicznych oraz zdolności do wykonywania różnych zadań bojowych niezależnie od warunków terenowych i atmosferycznych.***

Ważnym pojęciem jest również ocena. Zgodnie z opinią P. Sienkiewicza: „ocenę formułuje się wtedy, gdy stwierdza się pewną zgodność (albo niezgodność) danego stanu rzeczy z określonym kryterium. Ocena fałszywie opisanego stanu rzeczy (systemu) jest pseudooceną. Subiektywną oceną nazywa się ocenę, w której przypisuje się daną wartość określonemu stanowi rzeczy ze względu na kryterium ustalone przez podmiot oceniający i zależnie od jego woli[116].

W pracy przyjąłem nazywać oceną:

..... wypowiedź wartościującą podmiotu oceniającego, wyrażającą najogólniej aprobatę lub dezaprobatę dla stanu systemu ocenianego w sensie przyjętego kryterium (kryteriów) sformułowanego na podstawie określonych wartości[117] .

---

[115] R. Kolman. Ilościowe określanie jakości. PWE, Warszawa, 1978, s. 25 i 26.

[116] Sienkiewicz P. Teoria efektywności systemów, Wrocław * Warszawa* Kraków * Gdańsk *Łódź . Zakład Narodowy imienia Ossolińskich. Wydawnictwo PAN, s. 32.

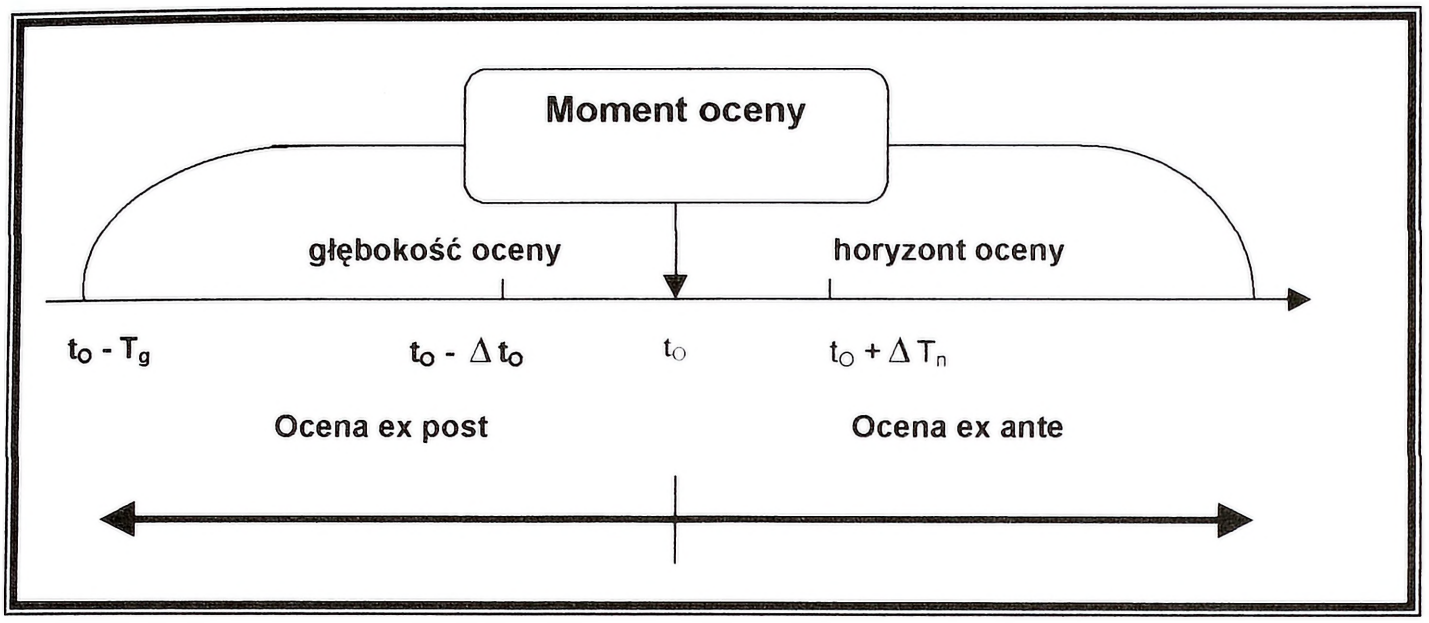
[117] Tamże, s.27.

Z punktu prowadzenia badań naukowych najistotniejsze jest, by ocena była obiektywna, oparta na kryterium (kryteriach) wyrażającym wartości odpowiadające obiektywnym potrzebom, tj. niezależnym od podmiotu oceniającego. Ogólnie wyróżnia się dwie grupy ocen:

1) oceny zwykłe, które dotyczą wewnętrznych właściwości systemu – orzekają, że system jest po prostu dobry lub zły bezwzględnie, lub że coś jest celem postępowania;
2) oceny utylitarne, które dotyczą zewnętrznych wartości systemu – orzekają, że system jest dobry lub zły do czegoś, z uwagi na coś, lub że coś jest środkiem do czegoś innego[118].

Ocena możliwości bojowych może być dokonana zarówno przed, jak i po walce. W związku z tym mamy do czynienia z ocenami retrospektywnymi (ex post) oraz prospektywnymi (ex ante). Pierwsze z wymienionych - a więc **retrospektywne (ex post)** to oceny formułowane dla przeszłych (w stosunku do chwili, w której dokonywana jest ocena) stanów przedmiotu oceny (rys.5). Ten rodzaj ocen nie nastręcza większych trudności, w przeciwieństwie do ocen perspektywicznych. Są one bowiem dokonywane przez analityków i historyków wojskowych po konflikcie lub wojnie.

Drugi rodzaj - to **oceny prospektywne (ex ante)**, które formułowane są dla przyszłych (w stosunku do chwili, w której dokonywana jest ocena) stanów przedmiotu oceny. Z punktu widzenia wojskowych badań naukowych najbardziej interesują nas oceny prospektywne, czyli ex ante. Zapewniają one, między innymi, opracowanie liczbowych danych do podjęcia decyzji bądź wyboru optymalnego rozwiązania sposobu walki ze środkami napadu powietrznego przeciwnika, lub optymalnego wariantu ugrupowania wojsk własnych.



Rys.5 Graficzne zobrazowanie oceny ze względu na parametr czasu.

Źródło: *P. Sienkiewicz. Teoria efektywności. Wrocław * Warszawa * Kraków * Gdańsk * Łódź, 1987.*

Do najważniejszych czynności w procesie oceniania należy (dla danego systemu wartości):

- dokonanie wyboru rodzaju skali, wspólnej dla wszystkich cech systemu;
- ustalenie rodzaju oceny;
- ustalenie sposobu dokonywania oceny, a w przypadku oceny kolektywnej, ustalenie zasady agregacji poszczególnych ocen cząstkowych w jedną ocenę kolektywną.

[118] Tamże, s. 32.

3. MOŻLIWOŚCI BOJOWE WOJSK OBRONY POWIETRZNEJ

Niniejszy rozdział pracy poświęcony jest przedstawieniu rezultatów badań pierwszego etapu. Sprecyzowałem tu miejsce procesu określania możliwości bojowych w dowodzeniu wojskami OP. Starałem się wykazać jego znaczenie i wpływ na podejmowanie racjonalnych decyzji w obronie powietrznej. Przedstawiłem tu również nowe ujęcie możliwości bojowych wojsk OP oraz wskaźniki, za pomocą których można je wyrażać. Istotne znaczenie - według mnie - ma również wykazanie wpływu otoczenia na możliwości bojowe wojsk OP oraz ich poszczególnych komponentów.

3.1. Możliwości bojowe w dowodzeniu wojskami obrony powietrznej

Podejmowanie decyzji[119] jest jedną z najbardziej charakterystycznych i jednocześnie najważniejszych czynności ludzkich. Każdą decyzję człowiek podejmuje po mniej lub bardziej wnikliwym porównaniu jej z innymi, wariantowymi decyzjami. Dotyczy to w szczególności wojska, jako bardzo specyficznej organizacji społecznej. Decyzje o dużym znaczeniu, a z takimi mamy do czynienia w wojsku powinny być podejmowane wyjątkowo starannie. Wymaga to, między innymi, poddania wariantów wszechstronnej ocenie, uwzględniającej wiele cech i przeprowadzonej względem różnych kryteriów – ocenie składającej się z wielu ocen cząstkowych[120]. Porównanie ocen za pomocą wielu ocen cząstkowych jest wyjątkowo trudne. Dążymy bowiem do tego, aby wybrać wariant najlepszy pod każdym względem. Do wyjątków należą jednak sytuacje, w których istnieje wariant z każdej strony lepszy od pozostałych lub co najmniej nie gorszy.

---

[119] Bardzo ogólnie problem ten ujmuje J. Zieleniewski zaznaczając, że decydowanie to dokonywanie nielosowego wyboru w działaniu, zaś „decyzja" to poczucie decydenta (osoby podejmującej decyzję), że proces decydowania został zakończony i wskutek tego wie on już, jak działać. W ujęciu węższym - bardziej klasycznym - decyzja polega na świadomym wyborze działania. Wybór taki poprzedzony jest pewną refleksją i namysłem (decydent zdaje sobie sprawę z przebiegu procesów przeddecyzyjnych). Tymczasem w ujęciu szerszym - charakterystycznym dla cybernetyki - decyzja jest wszelkim wyborem opcji, a więc również wyborem zautomatyzowanym i nieświadomym. W przypadku instytucji wojska bardziej adekwatne jest ujęcie węższe, przedstawiające decyzję jako świadomy wybór działania. Powzięcie decyzji przez dowódcę jest końcowym etapem w procesie wypracowania decyzji.

[120] Findajsen F. Analiza systemowa – podstawy i metodologia. PWN, Warszawa 1985, s. 636.

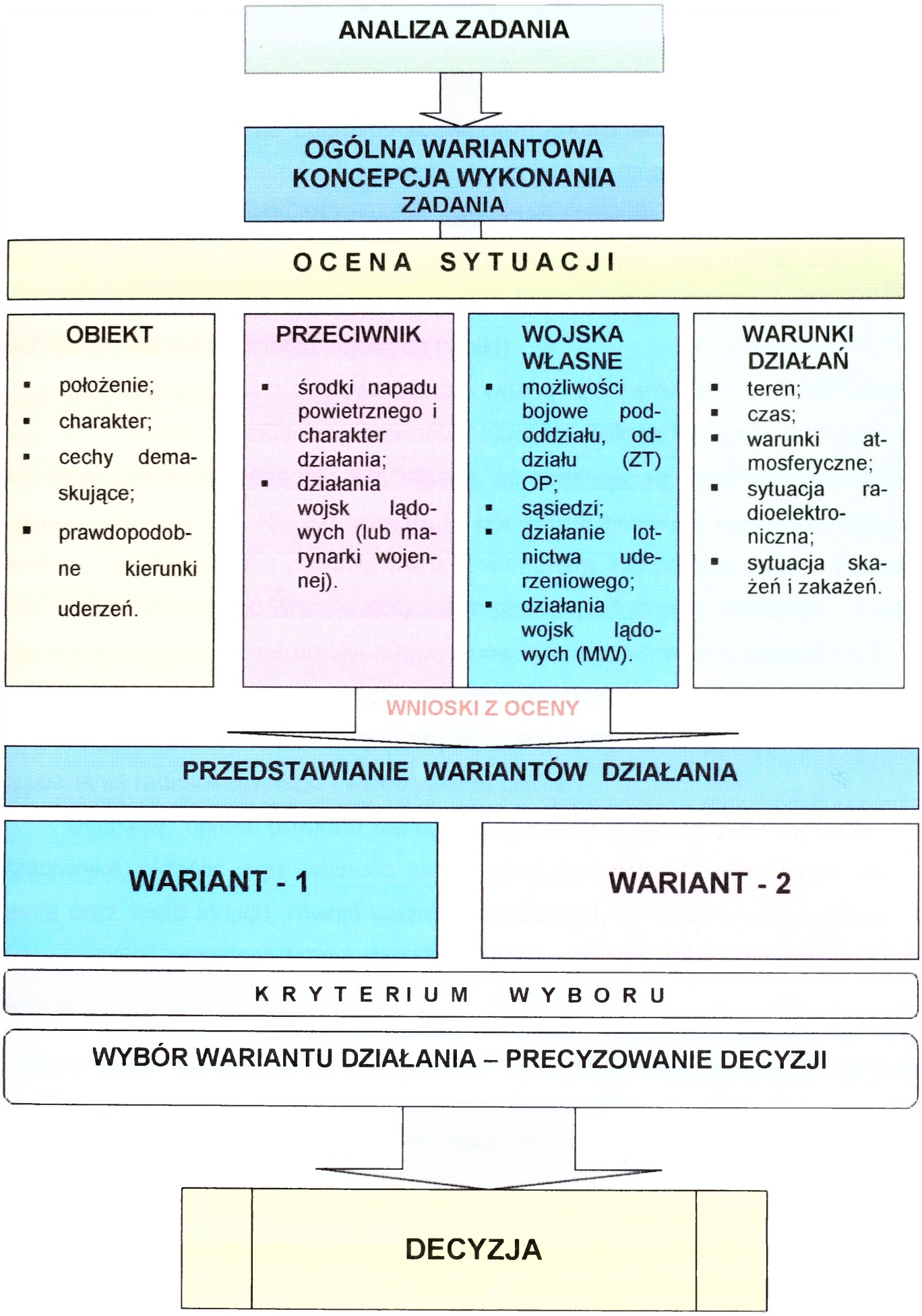
Nie ma wątpliwości co do tego, że określanie możliwości bojowych jest procesem niezwykle ważnym i zajmuje istotne (liczące się) miejsce w dowodzeniu[121] wojskami obrony powietrznej. Nie jest to jednak jedyna funkcja, jaką może spełniać proces określania możliwości bojowych. W zależności od celu, można dokonać: prognozowania rozwoju sił obrony powietrznej, planowania produkcji, zakupów bądź modernizacji sprzętu bojowego (samolotów, przeciwlotniczych systemów rakietowych, stacji radiolokacyjnych, stacji zakłóceń itp.). Określanie i ocena możliwości mogą być realizowane w okresie pokoju, kryzysu lub wojny. Sam proces określania możliwości bojowych i to nie tylko wojsk obrony powietrznej, można podzielić na trzy (cztery) zasadnicze fazy (przedsięwzięcia): gromadzenie danych niezbędnych do przeprowadzenia stosownych kalkulacji, dobór odpowiedniej metody, przeprowadzenie obliczeń oraz interpretację otrzymanych wyników.

W procesie decyzyjnym, określanie i ocena możliwości bojowych dokonywana jest w trakcie oceny sytuacji. Ocena sytuacji, poprzedzająca decyzję, prowadzana jest w celu ustalenia tych czynników, które mają bezpośredni i pośredni wpływ na realizację otrzymanego zadania bojowego. Ocena sytuacji ma charakter rozważań i konfrontacji określonych zagadnień. Podczas przygotowania do działań bojowych, ocena ta z reguły prowadzona jest w pełnym zakresie. Jej treścią są najczęściej następujące zagadnienia:

- ocena przeciwnika;
- ocena wojsk własnych, a w tym określenie ich możliwości bojowych;
- ocena warunków działań;

---

[121] Ogólnie przyjęto, że **dowodzenie** to *działalność dowództw wszystkich szczebli dowodzenia mająca na celu zabezpieczenie, zapewnienie wykonywania przez podległe wojska postawionych im zadań.* Inna, zdaniem specjalistów zajmujących się problematyką dowodzenia, bardziej szczegółowa definicja przedstawia **dowodzenie, kierowanie wojskami** *jako całokształt celowej działalności dowódcy i sztabów realizowanej w ramach określonego systemu kierowania, zapewniającej wysoką gotowość bojową i właściwe przygotowanie wojsk do jak najlepszego osiągnięcia celów walki, bitwy lub operacji, sprawne wypracowanie decyzji, we właściwym czasie postawienie zadań bojowych, organizowanie i utrzymywanie współdziałania oraz bojowego lub operacyjnego zabezpieczenia działań, a także kontrola wykonania.* Z przedstawionych definicji wynika, że jednym z najważniejszych problemów dowodzenia jest wypracowanie i podjęcie decyzji.



Rys.6. Przykładowy schemat oceny sytuacji w ZT wojsk rakietowych sił powietrznych.

Źródło: *Opracowanie własne.*

- ocena obiektu osłony - dotyczy to przede wszystkim oddziałów i ZT wojsk rakietowych OP (rys.6)[122].

Ocena sytuacji ma charakter rozważań i konfrontacji określonych rozwiązań (wariantów) z warunkami prowadzonych lub przyszłych działań[123]. Szczegółowa analiza każdego z wymienionych powyżej zagadnień implikuje podjęcie przez dowódcę (bez względu na szczebel organizacyjny) umotywowanej, racjonalnej decyzji, a w konsekwencji właściwe przygotowanie pododdziałów, oddziałów i związków taktycznych do prowadzenia działań bojowych (walki).

Ocena przeciwnika odgrywa bardzo ważną rolę zarówno w procesie decyzyjnym, jak i procesie określania możliwości bojowych. Zakres tej oceny jest różny i zależy od szczebla dowodzenia. Jest zasadą, że podstawowe dane o przeciwniku dostarczają przełożeni[124]. Nie oznacza to, że podwładni zwolnieni są z obowiązku zdobywania i analizy danych o przeciwniku powietrznym. Na podstawie oceny przeciwnika można: wyciągnąć wnioski dotyczące prawdopodobnego charakteru działania oraz sposobów uderzeń środków napadu powietrznego w rejonie działań wojsk OP, zorientować się gdzie należy skupić główny wysiłek obrony, jak ugrupować własne siły (odległość od obiektu i odstępy między nimi) oraz określić sposoby organizacji rozpoznania radiolokacyjnego i wskazywania celów.

Oceniając obiekt, powinno się dokonać analizy jego położenia w stosunku do przeciwnika, określić jego ważność (operacyjną, taktyczną)[125], wrażliwość na uderzenia oraz wiele innych, równie ważnych zagadnień. Wnioski z oceny obiektu powinny określać prawdopodobny sposób (taktykę) uderzeń ŚNP przeciwnika na bro-

---

[122] Według NATO proces ten jest jeszcze bardziej rozbudowany i obejmuje analizę pięciu czynników, które w skrócie określono jako METT – T (Mission, enemy, terain, troops, time). Są to więc: własne zadanie bojowe, przeciwnik, teren, siły własne oraz czas działania.

[123] Obrona powietrzna (pod naukowym kierownictwem B. Zdrodowskiego). Podręcznik. AON, Warszawa, 1996, s. 66.

[124] Dane o przeciwniku dostarczane z wyższych szczebli w terminologii stosowanej w Wojsku Polskim noszą często nazwę „decyzji informacyjnej" – L. Ciborowski.: Informacyjna preparacja pola walki. III konferencja naukowo – techniczna nt.: Systemy rozpoznania walki radioelektronicznej. Tom I. Warszawa, 1997, s. 130.

[125] Zgodnie z procedurami obowiązującymi w NATO ważność obiektu, a tym samym priorytety w zakresie obrony powietrznej określają przełożeni wyższego szczebla (szczebel operacyjny lub strategiczny).

niony obiekt oraz najbardziej celowe rozmieszczenie własnych sił w stosunku do obiektu[126].

Ocena warunków działań obejmuje, między innymi, ocenę terenu i warunków pogodowych (atmosferycznych). W wojskach OP ocena ta ukierunkowana jest na wyodrębnienie jego pozytywnych i negatywnych wpływów na prowadzenie działań bojowych, tak przez wojska własne, jak i przeciwnika. Zadaniem podmiotów oceniających te warunki jest określenie przede wszystkim możliwości manewru oraz prowadzenia ognia i utrzymania łączności, szczególnie naziemnych komponentów wojsk OP. Równolegle prowadzona jest także analiza warunków meteorologicznych, które również w znacznym stopniu wpływają na prowadzenie działań, zarówno przez siły własne, jak i przeciwnika powietrznego. Bardzo często warunki atmosferyczne mogą uniemożliwić użycie nawet najbardziej nowoczesnej techniki bojowej[127]. Dlatego należy się liczyć z ich wpływem, chociażby ze względu na możliwość (lub jej brak) podejmowania skoordynowanych działań w wymiarze powietrzno – lądowym[128]. Ocena warunków meteorologicznych sprowadza się głównie do analizy ich wpływu na teren oraz możliwości działania wojsk przez pryzmat pięciu podstawowych czynników: temperaturę, wilgotność, opady, wiatr i widzialność. Temperatura i wilgotność w największym stopniu oddziałują na żołnierzy i sprzęt. Zarówno wysoka, jak i niska temperatura stwarza szereg problemów związanych, np. ze stałą potrzebą ogrzewania pomieszczeń, koniecznością korzystania ze specjalnych ubrań i specjalnego wyposażenia (dotyczy to wszystkich rodzajów wojsk obrony powietrznej). Z kolei opady atmosferyczne mają zasadniczy wpływ na grunty (przejezdność terenu), a także funkcjonowanie niektórych elementów wyposażenia wojsk.

---

[126] S. Miodek.: Wojska rakietowe obrony powietrznej. AON, Warszawa, 1997, s.83.

[127] Sytuacja taka miała miejsce w czasie operacji w Kosowie, gdzie bardzo często samoloty bojowe NATO nie mogły używać laserowych środków rażenia ze względu na trudne warunki atmosferyczne.

[128] Przykładem może być Jugosławia. Warunki towarzyszące wprowadzeniu tam wojsk NATO na przełomie roku 1995/1996, pokazały, jak wielkie znaczenie miała pogoda dla realizacji planowanych zadań – stwarzając poważne trudności już w etapie związanym z przegrupowywaniem i rozmieszczeniem tych sił. Fakt ten unaocznił bardzo jaskrawie, że warunki atmosferyczne wywierają ogromny wpływ nie tylko na działania wojsk w skrajnych pod względem klimatycznym obszarach, ale również w tak umiarkowanym klimacie, jaki panuje w Europie – L. Ciborowski.: Informacyjna preparacja pola walki. III Konferencja naukowo – techniczna nt.: Systemy rozpoznania i walki radioelektroniczne. Tom I. Warszawa, 1997, s. 134.

Prędkość i kierunek wiatru może zaś potęgować lub zmniejszać oddziaływanie śniegu, deszczu, bądź też kurzu i dymu na wojska i sprzęt znajdujący się w tym obszarze (dotyczy to szczególnie naziemnych komponentów wojsk OP). Znaczenie prognoz dotyczących wiatru szczególnie ważne jest w wypadku prawdopodobieństwa użycia broni masowego rażenia. Nie mniej istotnym czynnikiem określającym warunki meteorologiczne jest typ i rodzaj chmur. Niejednokrotnie determinuje on sposób prowadzenia działań własnego lotnictwa myśliwskiego oraz lotnictwa przeciwnika.

Jednym z najważniejszych zagadnień dotyczących przygotowania danych do decyzji jest umiejętność właściwej oceny wojsk własnych, a w tym przede wszystkim ich możliwości bojowych (rys.7).

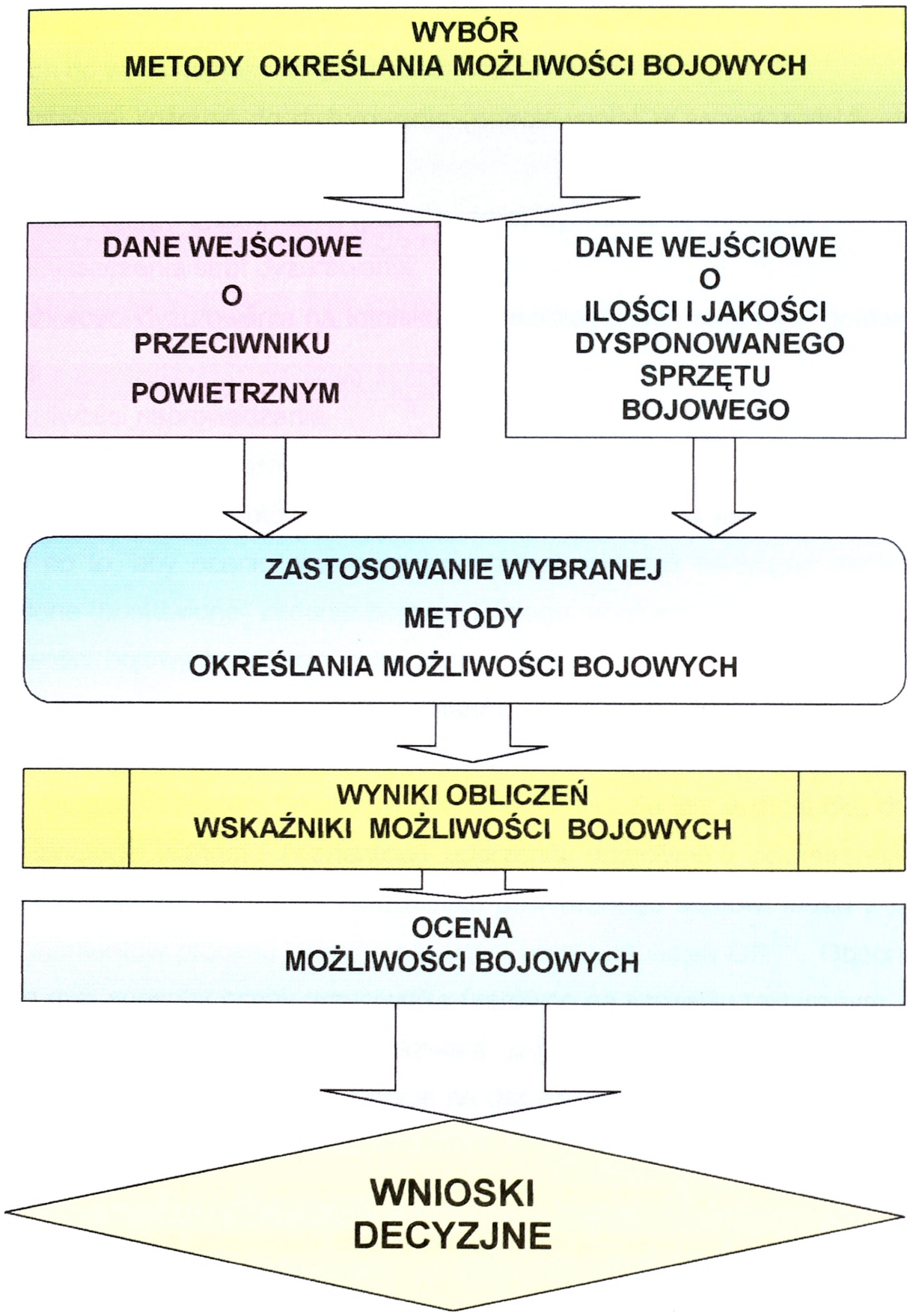
Ocena tych możliwości w stosunku do przyjętych w czasie oceny przeciwnika wariantów jego działania, pozwala na szacunkowe określenie oczekiwanych rezultatów przyszłej walki, a więc wygenerowanie odpowiednich wniosków, które powinny wpłynąć na podjęcie przez dowódcę umotywowanej, racjonalnej decyzji.

Oceniając warianty działania, należy przyjąć odpowiednie kryterium. Dąży się do **rozwiązania optymalnego**, a więc takiego, które *zapewnia wykonanie podstawowego zadania przy minimalnych kosztach materialnych lub takiego, gdy przy kosztach stałych osiąga się wykonanie danego zadania z maksymalną efektywnością*[129]. W charakterze kryterium niekiedy wykorzystywany jest stosunek praktycznie uzyskiwanej efektywności do efektywności idealnej.

Sama wielkość tego kryterium (od 0 do 1) jest bardzo poglądowa i pozwala stosunkowo łatwo ocenić słuszność wybranego wariantu. Innym kryterium może być stosunek strat. Kryterium takie staje się bardzo pomocne przy określaniu stopnia realizacji zadań (celu) pododdziałów, oddziałów i związków taktycznych wojsk obrony powietrznej.

---

[129] Czujew J.: Badania operacji w wojsku, Wydawnictwo MON, Warszawa, 1972, s. 23.



Rys.7. Ogólny schemat procesu określania możliwości bojowych wojsk OP.

Źródło: *Opracowanie własne.*

Wnioski wynikające z analizy procesu określania możliwości bojowych, będą dotyczyły innych problemów dla każdego rodzaju wojsk. Przykładowo, w lotnictwie myśliwskim dla eskadry bądź pułku, z zasady mogą one odnosić się do:

- sposobów działań bojowych, zapewniających wprowadzenie samolotów myśliwskich do walki na nakazanych rubieżach;
- potrzebnej ilości sił do dyżurowania (patrolowania) w wyznaczonych strefach, w nakazanym czasie;
- czasu ciągłego dyżurowania (patrolowania) wyznaczoną ilością sił;
- rozmieszczenia stref dyżurowania;
- możliwości dyżurowania na lotnisku w poszczególnych stopniach gotowości bojowej;
- możliwości naprowadzania;
- oczekiwanych rezultatów działań bojowych (walki)[130].

W wojskach rakietowych sił powietrznych określa się wartości szeregu wskaźników po to, aby ocenić czy, dany pododdział, związek taktyczny może wykonać określone (postawione) zadanie bojowe. Dlatego, w głównej mierze wnioski z oceny możliwości bojowych dotyczą oczekiwanych rezultatów działań (walki). Na tej podstawie można przyjąć odpowiedni wariant ugrupowania bojowego lub sposób zwalczania przeciwnika powietrznego.

Ocena możliwości bojowych zawsze dokonywana jest w stosunku do konkretnie przyjętego wariantu (wariantów) uderzenia przeciwnika powietrznego (ŚNP). Można to ująć tak, że ocena przeciwnika powietrznego stanowi jeden z podstawowych elementów procesu oceny możliwości bojowych wojsk OP[131]. Obecnie wyróżnia się dwa sposoby oceny przeciwnika (zarówno na szczeblu taktycznym, jak i operacyjno - taktycznym). Pierwszy - nazwany „***pojemnościowym***", polega na ustaleniu liczby ŚNP, jaką przeciwnik dysponuje na danym kierunku operacyjno - powietrznym i określeniu, ile z tych środków może być użytych do wykonania uderzeń na bronione obiekty. Sposób drugi - określony mianem „***od obiektu***", charakteryzuje się przede wszystkim tym, że oceniający stawia siebie w roli przeciwnika wykonującego zadania niszczenia konkretnych obiektów, które w danej sytuacji operacyjno - taktycznej z uwagi na ich znaczenie, mogą być celami ataków dla ŚNP[132]. Ocenę przeciwnika prowadzi się (realizuje) z wykorzystaniem takich metod, jak: algorytmiczna (logiczno -

---

[130] E. Zabłocki.: Ocena możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego obrony powietrznej kraju. ASG WP, Warszawa, 1979, s.48.

[131] Więcej informacji o ocenie przeciwnika powietrznego zawiera załącznik 3.

[132] Groszek Z.: Metodyka oceny przeciwnika powietrznego na szczeblu taktycznym i operacyjno - taktycznym wojsk systemu obrony powietrznej. AON. Warszawa. 1993, s. 11.

matematyczna), heurystyczna (oparta na wiedzy teoretycznej, doświadczeniu oraz intuicji) oraz heurorytmiczna (łącząca w sobie obie wymienione wyżej metody). Końcowym etapem oceny przeciwnika powietrznego jest modelowanie nalotów ŚNP. Polega ono na zobrazowaniu na mapach lub kalkach kilku wariantów nalotu ŚNP, na podstawie wniosków sprecyzowanych w pierwszym etapie oceny przeciwnika powietrznego. Ocenę prawdopodobnych wariantów nalotu ŚNP przeciwnika prowadzi się na podstawie symulowanych walk pomiędzy wojskami OP, a przeciwnikiem powietrznym dla poszczególnych wariantów. Do wykonania tego zadania stosuje się metodę symulacji grafoanalitycznej, grafodynamicznej lub symulacji komputerowej[133]. Przy tej okazji należy nadmienić, że metody te są używane również do oceny możliwości bojowych wojsk OP. Sama technika wypracowania najbardziej prawdopodobnych wariantów prognozowanych działań ŚNP przeciwnika obejmuje trzy kolejno następujące po sobie fazy. Ze względu na zakres prowadzonych badań, zastosowałem w nich metodę grafoanalitycznego rozegrania walki z przeciwnikiem powietrznym. Badania te polegały na podziale dysponowanych sił OP na konkretne cele powietrzne. Wykorzystałem tu ustalone operacyjne wskaźniki możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego, wojsk rakietowych sił powietrznych oraz wojsk obrony przeciwlotniczej (OPL) wojsk lądowych w zakresie niszczenia pojedynczych samolotów (celów powietrznych) przeciwnika. Wskaźniki te określają niezbędne średnie potrzeby aktywnych środków walki do zniszczenia jednego celu powietrznego, biorącego udział w prognozowanym nalocie w założonych warunkach. Wartości użytych wskaźników zostały przedstawione w tabeli 1.

[133] Tamże, s.31.

Tabela 1[134]

Typ środków walki OP		Wartość współczynnika K na szczeblu			Niezbędna liczba Oddziaływań (n)		
		Cen-tralnym	Opera-cyjnym	Tak-tycznym	Cen-tralnym	Opera-cyjnym	Tak-tycznym
MiG-29	samolot	0.1	0.15	0.2	15	10	7
MiG-23	samolot	0.05	0.07	0.1	31	22	15
MiG-21	samolot	0.04	0.06	0.08	39	26	19
SU-27M	samolot	0.15	0.2	0.3	10	7	5
F-16	Samolot	0.1	0.15	0.2	15	10	7
S-300	dr	0.8	0.9	0.95	1	1	1
Patriot	bateria	0.45	0.5	0.65	3	2	2
S-200	dr	0.21	0.27	0.48	7	5	2
S-75m.	dr	0.09	0.11	0.2	17	14	7
S-125M	dr	0.11	0.135	0.25	14	11	6
KRUG	bateria	0.07	0.08	0.18	22	19	8
KUB	bateria	0.1	0.13	0.23	15	12	6
OSA	wóz bojowy	0.06	0.08	0.15	26	19	10
S-60	bateria	0.01	0.015	0.02	160	106	80
S-10	wóz bojowy	0.01	0.012	0.06	160	133	26
S-2	drużyna	0.006	0.008	0.04	267	200	39

KONKLUZJA

Problemy stojące przed decydentami mającymi porównywać i wybierać warianty są podobne nawet wtedy, gdy zagadnienia, których one dotyczą, różnią się charakterem. W każdej bowiem sytuacji wybór dokonywany jest spośród wariantów scharakteryzowanych jedynie za pomocą pewnej liczby ocen cząstkowych (kryteriów). Zagadnienie porównywania wariantów nadaje się zatem do ujęcia w sposób abstrakcyjny i do wypracowania formalnych metod porównywania wariantów, użytecznych dla szerokich zagadnień praktycznych[135].

---

[134] B. Zdrodowski, R. Kuriata.: Rozwiązywanie problemów obrony powietrznej i przeciwlotniczej z wykorzystaniem techniki mikrokomputerowej. AON, Warszawa, 1996, s.26.

[135] Należy tu wspomnieć o podejściu stosowanym w badaniach operacyjnych. Zakładało ono, że każdy wariant da się w całości scharakteryzować za pomocą jednej liczby – wartości kryterialnej globalnej, uwzględniającej wszystkie kryteria cząstkowe. Ponadto, w niektórych przypadkach przyjmowano założenie, że funkcja ta powinna mieć postać analityczną dogodną do obliczeń (np. liniową). W związku z tym zakładano także, że wszystkie dane istnieją, są dostępne i pozwalają obliczyć wszystkie potrzebne charakterystyki, wskaźniki, itp. Próby zastosowań praktycznych wykazały wielokrotnie niewłaściwość tego podejścia. Z kolei, nowsze podejście stosowane w analizie syste-

Trzeba jednak zdecydowanie podkreślić, że naukowe (sformalizowane) podejście do porównywania wariantów może być stosowane wówczas, gdy dysponujemy odpowiednimi danymi. Dlatego uważam, że jednym z najważniejszych problemów mojej rozprawy jest ocena stosowanych obecnie metod pozyskiwania wskaźników oraz wypracowanie odpowiednich metod (sposobów) gwarantujących ocenę możliwości bojowych wojsk OP.

3.2. Dekompozycja możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej

Możliwości bojowe wojsk OP[136] można analizować dwojako. Po pierwsze - stosując „tradycyjne" podejścia, w których możliwości bojowe wojsk OP wynikają z możliwości poszczególnych ich komponentów. Natomiast w drugim wariancie - możliwości te ujmowane są w innych niż dotychczas kategoriach, odnosząc je do funkcji obrony powietrznej. W proponowanym przeze mnie ujęciu, możliwości bojowe wojsk OP różnicują się na wykonawcze i dowódcze, zaś możliwości wykonawcze - na podstawowe i zabezpieczające. Możliwości podstawowe wojsk obrony powietrznej obejmują możliwości rażenia i informowania o środkach napadu powietrznego przeciwnika.

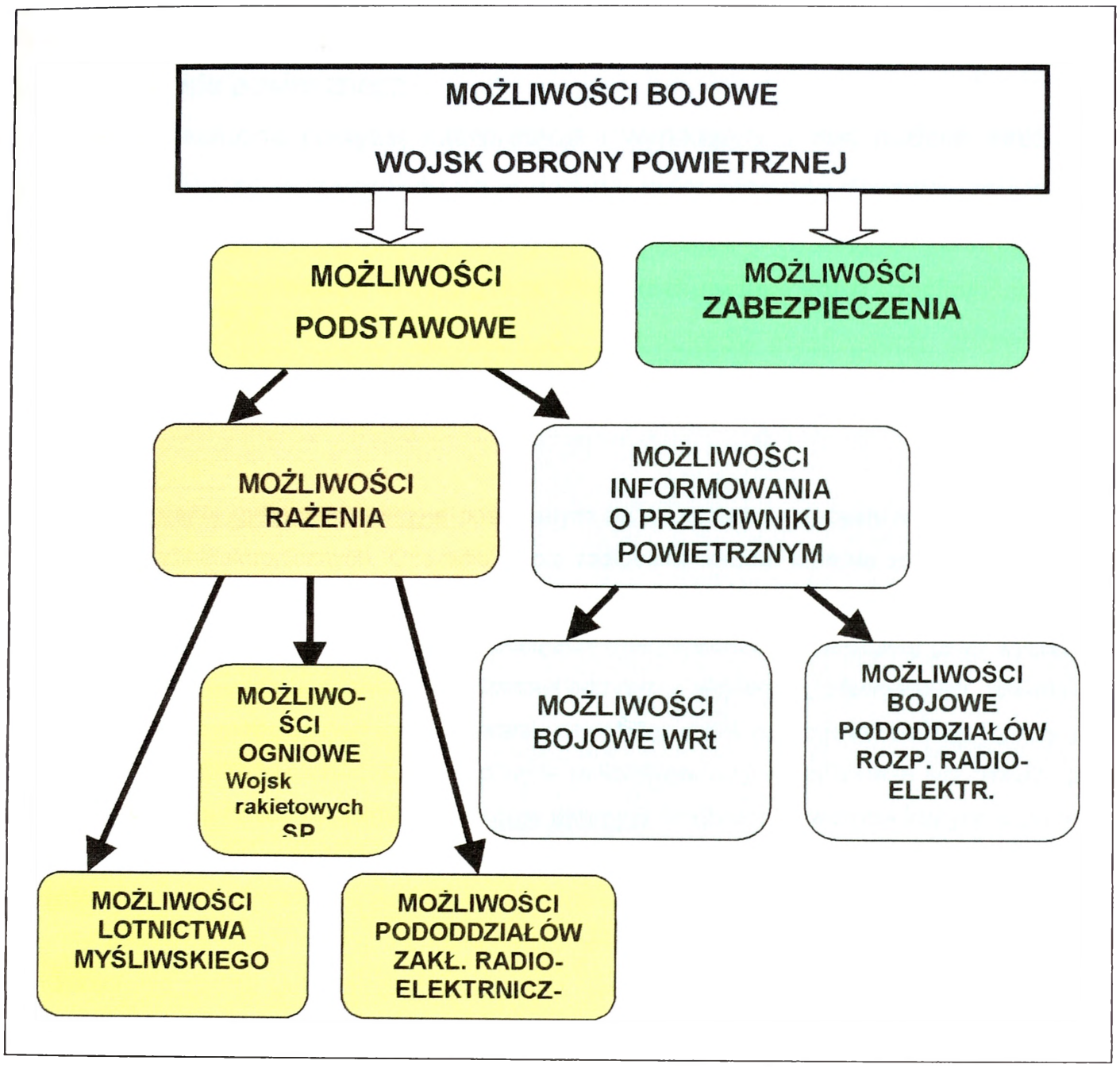
Sądzę, że taki podział jest korzystniejszy od tradycyjnego, ponieważ w znacznym stopniu oddaje złożoność funkcji spełnianych przez wojska obrony powietrznej na współczesnym polu walki. Poglądy te przedstawiłem w czasie szkolenia katedralnego w maju 1998 roku, referując uzyskane rezultaty z pierwszego etapu badań[137]. Pracownicy naukowi katedry zaaprobowali takie podejście do problemu, mimo że zdania na ten temat były podzielone.

---

mowej zakłada aktywną rolę decydenta w procesie wyboru wariantów, co ma szczególne znaczenie w wojsku.

[136] We wcześniejszych publikacjach bardzo często można spotkać się z terminem – system obrony powietrznej (OP).

[137] Poglądy te przedstawiłem również na szerszym forum, publikując w Zeszytach Naukowych AON NR 3 (32)/1998 artykuł nt.: „Definiowanie i podział możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej".



Rys.8. Graficzna interpretacja możliwości bojowych, wynikająca z funkcji obrony powietrznej.

Źródło: *Opracowanie własne na podstawie B. Zdrodowski, Obrona powietrzna. AON, 1992.*

Zgodnie z tak przyjętym podziałem, możliwości rażenia wojsk OP obejmują: możliwości ogniowe wojsk rakietowych SP, możliwości lotnictwa myśliwskiego oraz pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych. Natomiast na możliwości informowania składają się możliwości bojowe wojsk radiotechnicznych i pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego (rys.8).

Możliwości rażenia i obezwładniania wojsk obrony powietrznej wyrażają zdolność tych wojsk do niszczenia (ogniowego rażenia) oraz radioelektronicznego obez-

władniania[138] środków napadu powietrznego. Możliwości rażenia wojsk OP są sumą możliwości lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych SP w zakresie niszczenia środków napadu powietrznego .

Przedstawiona powyżej interpretacja i wynikający z niej podział możliwości bojowych wojsk OP, bez względu na podejście, jednoznacznie dowodzi, że jednym z podstawowych ich elementów składowych są **możliwości bojowe lotnictwa myśliwskiego**[139]. Czynnikiem w znacznym stopniu decydującym o możliwościach bojowych lotnictwa myśliwskiego są możliwości samolotów myśliwskich, charakteryzujące się wielkością oczekiwanego wyniku działań bojowych, wielkościami czasowymi

---

[138] **Obezwładnianie radioelektroniczne** posiadanymi na wyposażeniu stacjami realizują pododdziały zakłóceń radioelektronicznych. Obezwładnianie radioelektroniczne stanowi *zespół przedsięwzięć organizacyjnych i technicznych, wzajemnie powiązanych pod względem celu, czasu i miejsca, uniemożliwiających przez emitowanie zakłócającej energii elektromagnetycznej (EM) wykorzystanie jego środków radioelektronicznych. Stanowi ono rodzaj aktywnych, ofensywnych działań radioelektronicznych, polegających na emitowaniu zakłócającej EM na częstotliwościach pracy urządzeń odbiorczych przeciwnika*. Obezwładnianie radioelektroniczne realizowane jest głównie przez zakłócanie aktywne lub pasywne. **Zakłócanie aktywne** środków radioelektronicznych przeciwnika polega na promieniowaniu przez urządzenie nadawcze energii elektromagnetycznej z sygnałem zakłócającym na częstotliwościach lub w paśmie pracy zakłócanych urządzeń odbiorczych. **Zakłócanie pasywne** natomiast polega na wtórnym promieniowaniu, opromieniowywaniu, odbijaniu i rozpraszaniu energii elektromagnetycznej przez środki nie dysponujące generatorem emitowania energii elektromagnetycznej. Obezwładnianie radioelektroniczne powoduje więc utrudnienie lub uniemożliwienie ŚNP przeciwnika użycia pokładowych urządzeń i systemów zabezpieczających rozpoznanie, nawigację i wykonanie uderzenia (bombardowania, odpalenia rakiet, bomb kierowanych) oraz dowodzenia lotnictwem przeciwnika w powietrzu. Reasumując, można więc przyjąć, że obezwładnienie radioelektroniczne uniemożliwia lub zmniejsza efektywność uderzenia ŚNP przeciwnika, a tym samym czyni skuteczniejszą osłonę (obronę) obiektów i rejonów przez wojska obrony powietrznej.

[139] Pojawienie się samolotów wielozadaniowych, łączących cechy typowych samolotów myśliwskich i samolotów wielozadaniowych oraz uderzeniowych służy nie tylko podniesieniu efektywności działań ofensywnych, ale także wzmocnieniu siły współczesnej obrony powietrznej. Współczesna obrona powietrzna może bowiem dysponować wysoko wyspecjalizowanymi samolotami myśliwskimi, jak również samolotami wielozadaniowymi. Dlatego, bardzo często stosowana nazwa „lotnictwo myśliwskie", pełni swego rodzaju funkcję skrótu myślowego, który odnosi się do zadań defensywnych, jakie może pełnić lotnictwo myśliwskie i wielozadaniowe w obronie powietrznej – P. Makowski, W. Marud.: Wyznaczanie możliwości bojowych lotnictwa dla realizacji zadań obrony powietrznej. AON, Warszawa, 1998, s. 5.

i wymiarami przestrzeni, w przedziałach których wynik ten powinien być osiągnięty[140].

Początkowo, podstawą do określenia możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego było porównanie środków ogniowych samolotów myśliwskich i celów powietrznych. Współcześnie jednak takie porównanie jest niewystarczające do pełnej, rzetelnej oceny możliwości bojowych. Wykonanie ataku na cel powietrzny to nie tylko ogniowe oddziaływanie (bezpośredni atak), ale również wcześniejsze jego wykrycie, a następnie naprowadzanie samolotu myśliwskiego na cel. Przy zastosowaniu współczesnych środków napadu powietrznego (posiadających możliwości działań o każdej porze dnia i nocy, w różnych warunkach atmosferycznych, wykonujących loty na małych i bardzo małych wysokościach z wykorzystaniem nierówności terenu) naprowadzanie samolotu myśliwskiego na taki cel jest zdecydowanie trudniejsze i bardziej skomplikowane niż sam atak. Dlatego też duży wpływ na możliwości bojowe lotnictwa myśliwskiego mają możliwości w zakresie zabezpieczenia działań tegoż lotnictwa.

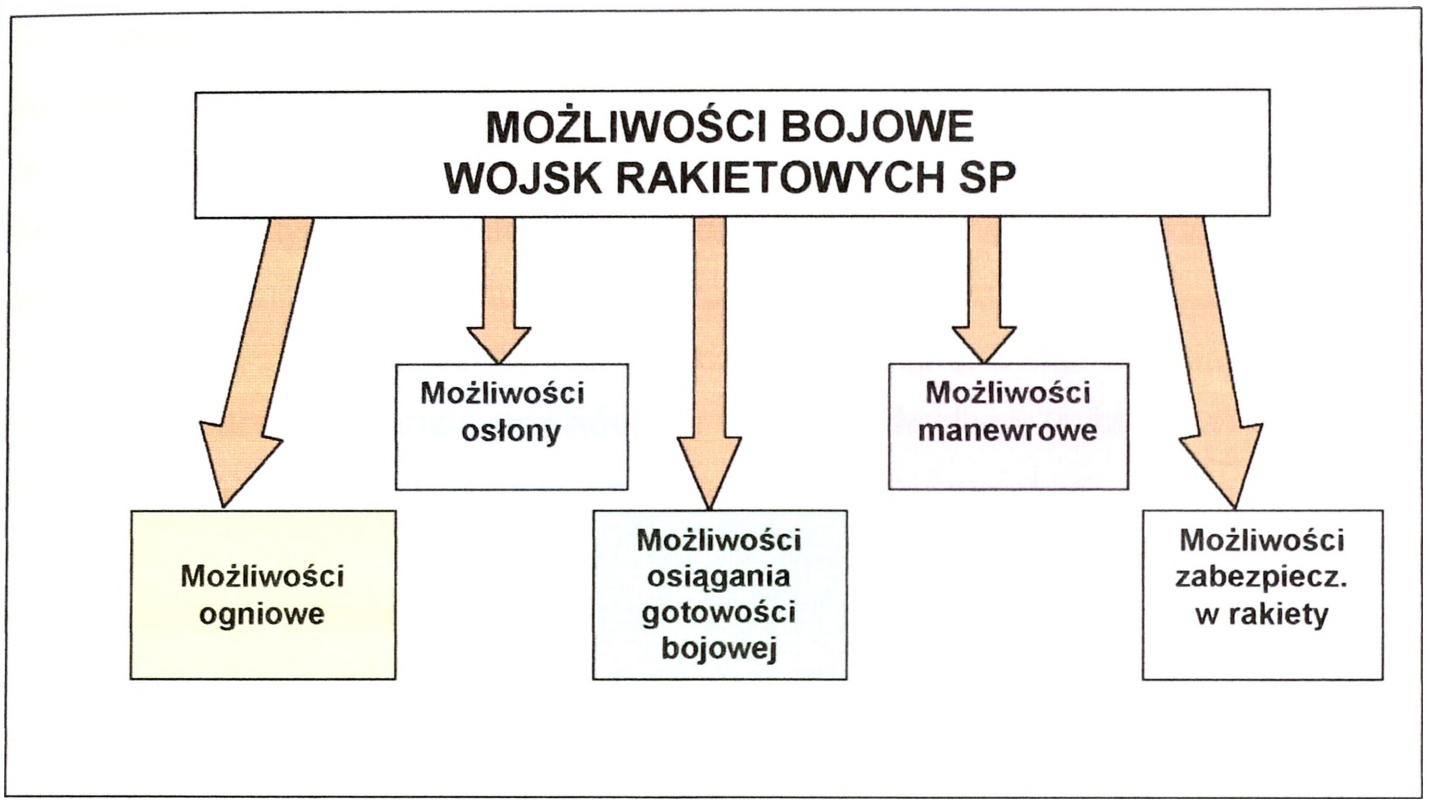
Reasumując można stwierdzić, że zdolność do wykonania zadania przez lotnictwo myśliwskie wynika z szeregu czynników towarzyszących procesom walki zbrojnej. Powyższe stwierdzenie implikuje konieczność uwzględniania w ocenie tych możliwości zarówno właściwości taktyczno – technicznych samolotów myśliwskich i ich systemów uzbrojenia, jak i właściwości systemu dowodzenia, ugrupowania bojowego i sposobu działań LM, a także uwarunkowań wnoszonych przez przeciwnika powietrznego zarówno w odniesieniu do bronionych obiektów, jak i samolotów myśliwskich.

Możliwości bojowe wojsk rakietowych sił powietrznych stanowią drugi element składowy możliwości rażenia wojsk OP (ich pododdziałów, oddziałów, związków taktycznych). W dotychczas prezentowanym ujęciu, składają się z: możliwości ogniowych, możliwości osłony (obrony), możliwości osiągania gotowości bojowej (gotowości do startu rakiet), możliwości manewrowych oraz możliwości zabezpieczenia w rakiety (rys.9.). Taki podział możliwości bojowych wojsk rakietowych wynika z ich specyfiki działania[141].

---

[140] Taktyka lotnictwa myśliwskiego. Podręcznik. DW LOT. Poznań, 1986, s. 33.

[141] Można się spotkać również z propozycją innego podziału możliwości bojowych, zaproponowanego przez S. Miodka, według którego możliwości bojowe wojsk rakietowych OP dzielą się na: przestrzenne, czasowe i probabilistyczne.



Rys.9. Składowe możliwości bojowych wojsk rakietowych SP.

Źródło: *Taktyka wojsk rakietowych OPK. Podręcznik. DW OPK, Warszawa 1984.*

Umownie możliwości ogniowe 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 przeciwnika[142].

Początkowo w wojskach rakietowych sił powietrznych, podobnie jak i w lotnictwie myśliwskim, ich możliwości bojowe określano i utożsamiano z możliwościami przeciwlotniczych zestawów rakietowych (PZR)[143]. Na pewnym etapie rozwoju okazało się to wystarczające. Współcześnie jednak należy uwzględniać wiele innych

---

[142] S. Miodek, Wojska rakietowe WLOP. Oddział (Związek taktyczny) WR, AON, Warszawa 1994, s. 72.

[143] Przeciwlotnicze zestawy rakietowe będące na wyposażeniu wojsk OPL WLOP umożliwiają im prowadzenie działań bojowych w różnych warunkach współczesnego pola walki, bez względu na warunki atmosferyczne, porę roku i doby (wynika to z właściwości posiadanego uzbrojenia) i w porównaniu z innymi środkami rażenia zapewniają najszybsze i najskuteczniejsze rażenie środków napadu powietrznego przeciwnika.

czynników, które mają poważny wpływ na wiarygodność wyników otrzymywanych w procesie określania i oceny możliwości bojowych.

Możliwości w zakresie obezwładniania celów powietrznych wynikają z udziału **pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych**[144] w działaniach bojowych. Z definicji walki radioelektronicznej, jak twierdzi Z. Dubrawski[145], wynika, że obejmuje ona dwa charakterystyczne, niezależne od siebie kierunki. Pierwszy - to aktywne oddziaływanie na technikę radioelektroniczną przeciwnika przez rozpoznanie jej w obszarze elektromagnetycznym i obezwładnianie radioelektroniczne. Drugi natomiast - dotyczy tworzenia i zabezpieczenia warunków dla własnych środków (systemów) radioelektronicznych. W sensie działania, walka radioelektroniczna dzieli się na określone składowe:

a) rozpoznanie radioelektroniczne;
b) obezwładnianie radioelektroniczne;
c) obronę radioelektroniczną[146].

Rozpoznanie radioelektroniczne[147] obejmuje cały zakres fal elektromagnetycznych oraz wszystkie rodzaje środków nadawczych. Na rozpoznanie radioelektroniczne nieznaczny wpływ mają pory roku i doby oraz warunki meteorologiczne, dlatego stają się one pewnym środkiem rozpoznania.

Obezwładnianie radioelektroniczne odgrywa szczególną rolę w okresie konfliktu i wojny. W tym czasie skierowane jest przeciwko środkom (urządzeniom) radioelektronicznym przeciwnika. Nie powoduje ono fizycznego niszczenia tych środków,

---

[144] Pododdziały zakłóceń radioelektronicznych wchodzą w skład oddziału zakłóceń radioelektronicznych i przeznaczone są do obezwładniania środków napadu powietrznego w obronie powietrznej Pododdział zakłóceń może obezwładniać radioelektronicznie systemy i środki pokładowe samolotów i bezpilotowych środków przeciwnika, wykorzystywanych do łączności, nawigacji, rozpoznania celów naziemnych i celnego użycia bomb oraz rakiet klasy „powietrze – ziemia", a także łączności radiowej dowodzenia siłami powietrznymi przeciwnika.

[145] Z. Dubrawski.: Współczesne aspekty walki radioelektronicznej w obronie powietrznej. Studium teoretyczne. AON, Warszawa 1995 ,s. 23.

[146] Z. Dubrawski.: Współczesne aspekty walki radioelektronicznej w obronie powietrznej. Studium teoretyczne. AON, Warszawa 1995 ,s. 23.

[147] **Rozpoznanie radioelektroniczne** to ogół przedsięwzięć organizacyjno – technicznych, wzajemnie powiązanych pod względem celu, czasu i miejsca oraz umożliwiających zdobywanie informacji o przeciwniku i jego środkach radioelektronicznych na podstawie przechwytu energii radioelektronicznej emitowanej przez środki nadawcze i jej analizę.

a jedynie przyczynia się do zmian ilości i jakości informacji dostarczanych przez te środki. Powoduje w rezultacie obniżenie efektywności bojowej strony przeciwnej. A zatem, obezwładnianie radioelektroniczne stanowi zbiór przedsięwzięć ukierunkowanych na wytwarzanie różnorodnych zakłóceń środków radioelektronicznych przeciwnika. Zakłócenia te znajdują zastosowanie w środkach: łączności radiowej i radioliniowej, radiolokacji, radionawigacji, naprowadzania rakiet oraz sterowania różnymi środkami walki[148]. Ze względu na zakres prowadzonych badań, ograniczyłem się do poznania możliwości pododdziałów zakłóceń w zakresie obezwładniania radioelektronicznego. Nie zajmowałem się natomiast możliwościami pododdziałów w zakresie rozpoznania.

Bez systemu radiolokacyjnego we współczesnych działaniach bojowych, nie do pomyślenia jest racjonalne i skuteczne wykorzystanie aktywnych środków walki wojsk obrony powietrznej. Podczas przygotowania i prowadzenia działań bojowych poszczególnych rodzajów wojsk OP, powinno się pamiętać o **możliwościach bojowych wojsk radiotechnicznych** i ich praktycznym wykorzystaniu w różnych sytuacjach podczas prowadzenia działań bojowych z przeciwnikiem powietrznym.

Możliwości informacyjne, oprócz wojsk radiotechnicznych, tworzą również pododdziały rozpoznania radioelektronicznego. Zatem **możliwości pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego** i wojsk radiotechnicznych stanowią o możliwościach informowania (informacyjnych) aktywnych środków walki i decydentów OP o sytuacji powietrznej, a w szczególności o środkach napadu powietrznego przeciwnika.

Ranga możliwości informowania wynika ze znaczącej roli informacji[149], jaką zawsze odgrywała ona w walce zbrojnej. Jej znaczenie dostrzegali i dostrzegają

---

[148] Z. Dubrawski.: Współczesne aspekty walki radioelektronicznej w obronie powietrznej. Studium teoretyczne. AON, Warszawa 1995 ,s. 55.

[149] Termin **„informacja"** jest jednym z podstawowych pojęć we współczesnej filozofii, naukach teoretycznych i stosowanych oraz w praktyce sterowania systemami technicznymi, społecznymi, ekonomicznymi, a także biologicznymi. W encyklopedycznym ujęciu informacja to *element wiedzy komunikowany, przekazywany komuś za pomocą języka lub innego kodu; także to, co w danej sytuacji może dostarczyć jakiejś wiedzy; wiadomość, komunikat, wskazówka*. Informacja to również przekazywanie wiadomości, faktów. Pojęcie informacji jest nierozerwalnie związane z pojęciem systemu. Dlatego też mówiąc o informacji, należy mieć na uwadze co najmniej trzy systemy:

- system, którego odwzorowaniem jest informacja, czyli system „o którym informacja mówi, który informacja opisuje;

wszyscy teoretycy zajmujący się walką zbrojną, od San Tzu[150], poprzez wodzów i teoretyków epoki napoleońskiej, aż do współczesnych dowódców we wszystkich armiach świata. Nie dziwi więc fakt, że rozpoznanie w wojskach OP wypełnia jedną z podstawowych funkcji obrony powietrznej, jaką jest informowanie o działaniach sił powietrznych przeciwnika[151]. Zadania stawiane przed rozpoznaniem są możliwe do realizacji pod warunkiem, że rozpoznanie w systemie OP będzie w stanie wypełniać swe podstawowe funkcje zdobywania informacji, ich opracowywania i dystrybucji. Funkcja zdobywania informacji o sytuacji powietrznej realizowana jest na posterunkach rozpoznania radiolokacyjnego i radioelektronicznego, poprzez poszukiwanie, wykrywanie oraz śledzenie obiektów powietrznych (własnych i przeciwnika). Oparcie określenia sytuacji powietrznej na rozpoznaniu radiolokacyjnym spowodowałoby, że zabezpieczenie informacyjne działań bojowych aktywnych środków walki OP byłoby wyjątkowo trudne, a wręcz czasami niemożliwe. Powstałą lukę informacyjną mogą, w znacznej mierze, zapełnić pododdziały rozpoznania radioelektronicznego, zdobywające informacje w wielu zakresach częstotliwości fal elektromagnetycznych (rys.10.).

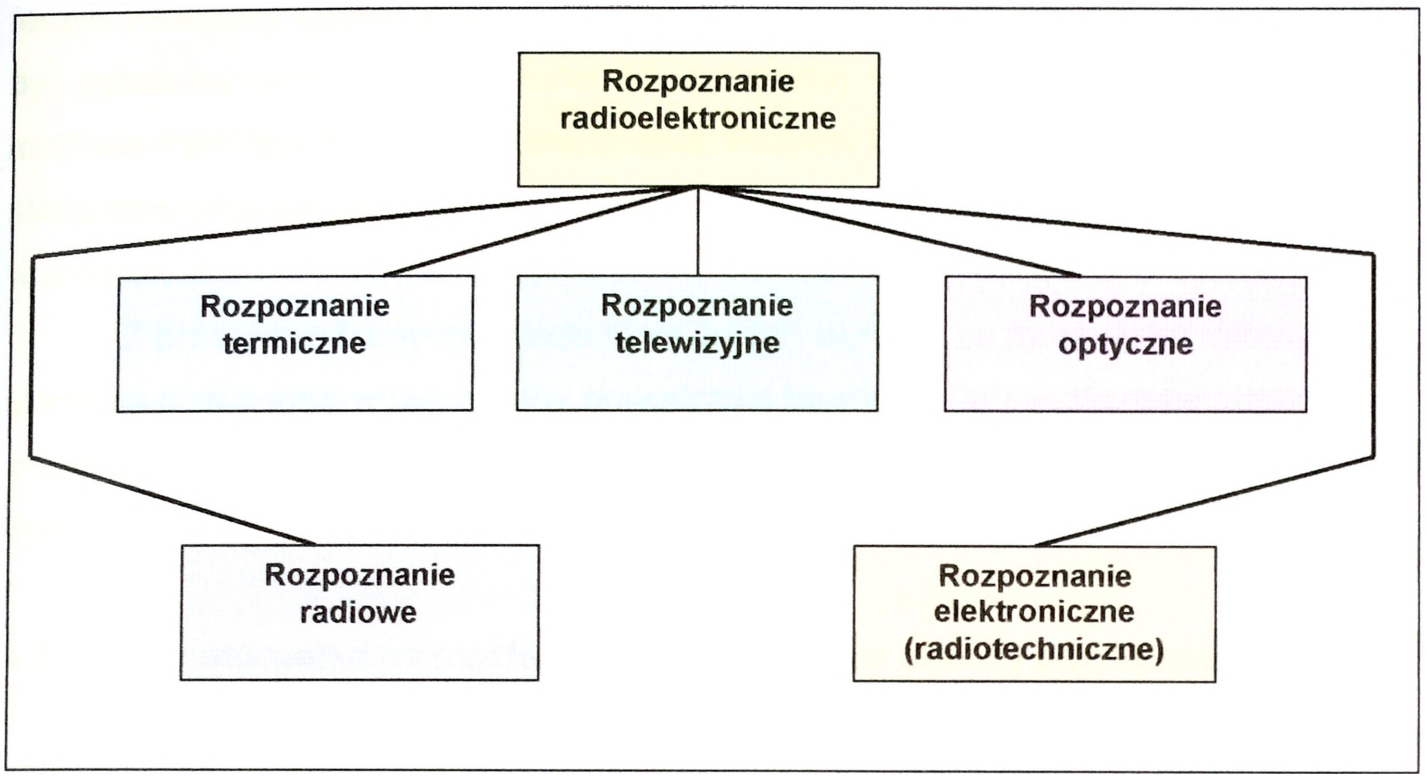
- system, w którym informacja obiega, jest gromadzona, przechowywana, przetwarzana;
- system językowy, w którym informacja jest wyrażana.

Wszystkie trzy systemy uzupełniają się i umożliwiają pełny odbiór systemów informacyjnych, jak i samej informacji. Można sformułować tezę, że: informację należy wiązać z systemem. Z powyższego wynika, że badanie samej informacji „jako takiej", bez zdefiniowania trzech wymienionych systemów jest błędem metodologicznym. Prosty system informacyjny realizuje co najmniej jedną z wymienionych funkcji:

* gromadzenie;
* przechowywanie;
* przetwarzanie;
* przekazywanie informacji - J. Bendkowski.: Informacja ekonomiczna w przedsiębiorstwie. Politechnika Śląska, Gliwice 1993, s. 13.

[150] W traktacie „Sztuka wojny" stwierdza on: ***„Poznaj siebie i poznaj wroga, dopiero wtedy twoje zwycięstwo nie będzie zagrożone. Poznaj warunki terenu i pogody, wtedy twoje zwycięstwo będzie całkowite".*** – San Tzu.: Sztuka wojny. Wydawnictwo Przedświt. Warszawa, 1994, s. 43.

[151] Ponadto, jest ono ważnym elementem zabezpieczenia bojowego aktywnych sił OP.



Rys. 10. Podział rozpoznania radioelektronicznego ze względu na zakresy częstotliwościowe rozpoznawanych sygnałów.

Źródło: *B. Marcinkowski.: Problemy integracji rozpoznania i walki radioelektronicznej w WLOP. III Konferencja naukowo – techniczna nt. Systemy rozpoznania walki radioelektronicznej. Warszawa, 1997, s. 323.*

Istotne znaczenie mają również możliwości w zakresie opracowywania informacji zdobytej przez pododdziały rozpoznania. Proces analizy i opracowywania danych realizowany jest w jednostkach rozpoznania radioelektronicznego przez: wszystkie stanowiska (posterunki) rozpoznawcze, grupy analizy danych i stanowiska dowodzenia. W procesie tym, ustala się przynależność rozpoznawanych źródeł do odpowiednich systemów radioelektronicznych i obiektów rozpoznania, ich skład, przeznaczenie i rolę, jaką spełniają w tych systemach, a także ich charakterystykę operacyjno – techniczną. Rezultatem przeprowadzonej analizy są wnioski dotyczące składu bojowego, ugrupowania i działalności przeciwnika w rozpoznawanych rejonach.

Możliwości w zakresie dystrybucji informacji są podstawą racjonalnego przygotowania wojsk OP i prowadzenia walki z przeciwnikiem powietrznym. Zapewniają zdolność dostarczania decydentom obrony powietrznej i innym użytkownikom potrzebnej informacji o działaniach przeciwnika powietrznego i własnych obiektów w

formie informacji dowodzenia[152] i informacji bojowej[153]. Dane zdobyte winny więc być opracowywane i udostępniane (dostarczane) w formie informacji bojowej na możliwie najniższym szczeblu dowodzenia. Pozwoli to nie tylko na terminowe ich dostarczanie użytkownikom, ale spowoduje również, że będą pełniejsze i wzrośnie ich wiarygodność.

Z przeprowadzonych przeze mnie badań wynika, że możliwości informacyjne stanowią o zdolności wojsk obrony powietrznej (systemu OP) w zakresie zdobywania informacji o przeciwniku powietrznym, przetwarzania (opracowywania) jej oraz dystrybucji.

3.3. Wpływ otoczenia na możliwości bojowe wojsk obrony powietrznej

Wojska obrony powietrznej, jak każdy zdeterminowany system, funkcjonują w specyficznym otoczeniu[154]. W sposób umowny można podzielić je na bliższe i dalsze. Otoczenie bliższe to dysponowane siły (wojska własne), a w tym wszyscy uczestnicy szeroko pojętego procesu działań bojowych w obronie powietrznej. Są to więc zarówno aktywne środki walki wojsk OP, jak i zabezpieczające je informacyjnie pododdziały i oddziały WRt oraz rozpoznania radioelektronicznego.

Natomiast otoczenie dalsze to przeciwnik, z jego licznymi środkami napadu powietrznego. Muszę podkreślić, że współcześnie środek napadu powietrznego to nie tylko samolot. Coraz częściej i w większym stopniu stosowane są środki bezpilo-

---

[152] **Informacja dowodzenia** to zbiór opracowanych danych o przeciwniku powietrznym zapewniający doprowadzenie sił OP do odpowiedniego poziomu gotowości bojowej, wypracowanie decyzji co do sposobu użycia tych sił w walce ze środkami napadu powietrznego i postawienie zadań bojowych pododdziałom, oddziałom i ZT OP.

[153] **Informacja bojowa** to dane o obiektach powietrznych (własnych i przeciwnika) zapewniające:

- przydział celów powietrznych dla poszczególnych pododdziałów lotnictwa myśliwskiego, wojsk OPL WLOP i zakłóceń radioelektronicznych;
- bezpośrednie naprowadzanie lub wskazywanie celów obsługom stacji naprowadzania rakiet dywizjonów rakietowych oraz stacji zakłóceń radioelektronicznych.

[154] Pojęcie „otoczenie systemu" jednoznacznie wynika z definicji „systemu". Najogólniej można je określić jako zbiór tych wszystkich elementów, które po prostu nie wchodzą w skład systemu. Myśl tę można sformułować bardziej precyzyjnie w następującej formie: otoczenie danego systemu tworzą te wszystkie elementy, które nie należą do systemu, a które oddziałują na system i zarazem

towe, wykonujące zadania rozpoznawcze i ogniowe oraz taktyczne pociski balistyczne. Ponadto duże znaczenie, szczególnie dla pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego, przypisuje się pracy systemów radioelektronicznych przeciwnika oraz środków radioelektronicznych dowodzenia jego siłami powietrznymi.

3.3.1. Otoczenie bliższe (czynniki wewnętrzne)

Z przeprowadzonych badań dotyczących relacji i zależności pomiędzy wojskami OP a jego bliższym otoczeniem wynika, że zasadniczy wpływ na możliwości bojowe wojsk OP wywierają następujące czynniki:

- możliwości własnych systemów walki oraz jednostek współdziałających w zakresie rażenia i rozpoznania środków napadu powietrznego przeciwnika;
- warunki prowadzenia działań bojowych (walki).

W grupie tej, na pierwszym planie należy widzieć: skład, organizację, ilość i jakość posiadanego uzbrojenia (samolotów myśliwskich, przeciwlotniczych zestawów rakietowych, stacji zakłóceń radioelektronicznych, stacji radiolokacyjnych oraz stacji rozpoznania radioelektronicznego), poziom wyszkolenia bojowego, morale, sprawność systemów dowodzenia, łączności, rozpoznania oraz logistyki. Wymienione tu czynniki powinny być zawsze uwzględniane i odzwierciedlane we wszelkich obliczeniach operacyjno - taktycznych (procesie określania możliwości bojowych), ponieważ w znacznym stopniu wpływają na wiarygodność otrzymywanych rezultatów obliczeń.

Uważam, że wraz ze zmieniającym się charakterem zagrożenia z powietrza, zmieniały się także wymagania dotyczące szczególnie przeciwlotniczych zestawów (systemów) rakietowych. Obecnie, jednym z najważniejszych wymogów w stosunku do nich jest możliwość niszczenia taktycznych pocisków balistycznych, które po doświadczeniach w Zatoce Perskiej, w NATO traktuje się jako cele priorytetowe. Innym, równie ważnym wymogiem, wpływającym na koncepcje systemów rakietowych, jest czynnik ekonomiczny, który nabrał szczególnego znaczenia z chwilą zakończenia okresu „zimnej wojny"[155]. Nie dziwi więc fakt, że z tego powodu zaczęły dominować

---

ulegają zmianie pod wpływem działania tego systemu. – System i metoda (pod redakcją naukową A. Zawiślaka. Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego. Warszawa, 1986, s. 31.

[155] W tym czasie, w wielu czołowych państwach świata, odnotowano liczne redukcje w budżetach przeznaczonych na wydatki związane z obronnością. Konsekwencją tego było i jest w dalszym ciągu zmniejszanie potencjału ludzkiego i możliwości logistycznych sił zbrojnych.

koncepcje systemów uzbrojenia, oparte na wielozadaniowości, standaryzacji wyposażenia, wszechstronności oraz trwałości (odporności na destrukcyjne działanie przeciwnika)[156].

Zdaniem polskich ekspertów wojskowych zajmujących się problematyką wojsk rakietowych, współczesny przeciwlotniczy system rakietowy powinien spełniać wymagania w zakresie:

- mobilności, która pozwalałaby na obronę nie tylko obiektów stałych, ale również będących w ruchu (ponadto, sprzęt powinien być przystosowany do transportu samolotami);
- możliwości zwalczania wielu celów równocześnie;
- krótkiego czasu reakcji na zagrożenia ze strony środków napadu powietrznego przeciwnika;
- dużego prawdopodobieństwa niszczenia celu pierwszą rakietą;
- odporności na przeciwdziałanie radioelektroniczne;
- możliwości koordynacji działań bojowych na wyższym szczeblu dowodzenia;
- miniaturyzacji, unifikacji podzespołów, niezawodności działania we wszystkich warunkach współczesnego pola walki;
- odporności na niszczące działanie przeciwnika, a więc żywotności bojowej;
- relatywnie małej liczby elementów składowych systemu (w stosunku do dotychczasowych zestawów rakietowych);

---

[156] Według opinii przedstawicieli koncernu THOMSON – CSF, nowoczesny system przeciwlotniczy powinien być:

- wielozadaniowy – tzn. pozwalający za pomocą tego samego sprzętu i oprogramowania uzbrojenia i logistyki bronić szczególnie ważnych wojskowych i cywilnych obiektów ;
- mobilny, a więc posiadać zdolności do łatwego przemieszczania się w terenie;
- uniwersalny, czyli zapewniający jak najlepszą osłonę przy optymalizacji jednostek przeciwlotniczych;
- odporny, a więc mogący ochraniać załogę przed negatywnym wpływem otoczenia związanym z wysokimi temperaturami, wilgotnością, kurzem i dymem oraz ewentualnym zagrożeniem bronią masowego rażenia;

oraz posiadać:

- dużą siłę ognia, przy maksymalnej skuteczności podczas zwalczania różnych celów powietrznych (samolotów, śmigłowców, pocisków samonaprowadzających oraz samolotów bezzałogowych);
- zdolność niszczenia celów powietrznych nadlatujących jednocześnie z wielu kierunków.

- zespolenia funkcji dowodzenia, rozpoznania i rażenia na szczeblu pododdziału ogniowego;
- automatyzacji funkcji wykrywania i śledzenia ŚNP, podejmowania decyzji i naprowadzania rakiet;
- niezawodności i szybkości systemów przygotowania rakiet do strzelania, zapewniających dużą ilość rakiet na wyrzutniach gotowych do odpalenia;
- rakiet nie wymagających elaboracji i przygotowania do długotrwałego przechowywania bez dodatkowych zabiegów;
- prostoty czynności obsługi (wspomaganie komputerowe przy ocenie stanu technicznego i lokalizacji uszkodzeń, usuwanie ich powinno polegać na wymianie wskazanego panelu)[157].

Można śmiało stwierdzić, że przeciwlotniczy system rakietowy spełniający wszystkie wymienione wymagania, jest zdolny praktycznie do odparcia każdego zagrożenia z powietrza. Jego możliwości bojowe są nieporównywalnie większe w stosunku do przeciwlotniczych zestawów drugiej generacji. Nie ma więc wątpliwości co do tego, że jakość (nowoczesność) przeciwlotniczych systemów rakietowych jest głównym (ale nie jedynym) czynnikiem wpływającym na możliwości bojowe pododdziałów i związków taktycznych wojsk rakietowych sił powietrznych, a tym samym i wojsk OP. Podobnie ma się sytuacja w innych komponentach, gdzie wysoka jakość sprzętu bojowego (samolotów, stacji radiolokacyjnych, rozpoznania radioelektronicznego oraz naziemnych systemów zakłóceń radioelektronicznych) w największym stopniu wpływa na możliwości bojowe eksploatujących je jednostek. Tym samym można przyjąć tezę, że: im nowocześniejszy sprzęt bojowy znajduje się w wyposażeniu wojsk OP, tym ich możliwości bojowe są większe.

Odwzorowanie realnych możliwości bojowych LM, WR SP, WRt oraz pododdziałów zakłóceń i rozpoznania radioelektronicznego w kalkulacjach operacyjno – taktycznych, nie zawsze da się ściśle określić za pomocą zależności matematycznych. Wynika to z faktu, że nie wszystkie czynniki wchodzące w szeroki zakres pojęcia możliwości bojowych mogą być wyrażone w postaci wartości liczbowych. Dotyczy to szczególnie odzwierciedlenia wartości moralno - wychowawczych stanu osobowego pododdziału, oddziału lotnictwa myśliwskiego, ich wyszkolenia i posiadanego doświadczenia bojowego. O tym jak, dużą wagę przywiązuje się do tych zagadnień,

---

[157] S. Miodek. Przeciwlotnicze zestawy rakietowe nowej generacji. AON, Warszawa 1996, s. 21 – 22.

niech świadczy opinia ekspertów zachodnich, którzy szczególnie podkreślają, że „...nowoczesna broń jest skuteczna tylko w rękach dobrze wyszkolonych żołnierzy". Dlatego też, przed rozpoczęciem operacji „PUSTYNNA BURZA", siły amerykańskie i głównych państw koalicji antyirackiej, przeprowadziły przygotowania i szkolenia, których pod względem nakładów finansowych, czasu i użytego sprzętu, nie można porównać z przygotowaniami do jakiejkolwiek poprzedniej wojny. Jak twierdzą Alvin i Heidi Toffler: *„ wojska wysłane przez aliantów w rejon Zatoki Perskiej stanowiły najlepiej wykształconą i najbardziej biegłą w kwestiach technicznych armię, jaką kiedykolwiek rzucono do boju. (....) prawie dziesięć lat zajęło przygotowanie wojsk amerykańskich do nowego sposobu prowadzenia wojen, opartego na bitwie powietrzno – lądowej.*

Jeden z oficerów Sił Powietrznych Stanów Zjednoczonych stwierdził: *„Broń jest na tyle inteligentna, na ile inteligentni są ludzie, którzy się nią posługują". Dzisiejszy pilot nie działa samotnie, zamknięty w kabinie. Jest częścią, złożonego systemu interakcyjnego (....).*

Zdaniem pułkowników sił powietrznych Rosane Bailey i Thomasa Kearneya: *„Podstawowym czynnikiem, który prowadzi do pomyślnego wykorzystania technologii pozostaje czynnik ludzki. W czasie operacji Pustynna Burza egzemplifikowali go piloci myśliwców używając rakiet klasy powietrze – powietrze AIM 7. Przyniosło to pięciokrotnie lepsze wyniki niż działania w Wietnamie ..... Było bezpośrednim rezultatem właściwej modyfikacji treningu, która kładła nacisk na wyspecjalizowane ćwiczenia, posługiwanie się ultrarealistycznymi symulatorami, które wykorzystują naszą technologię komputerową i, co najważniejsze, wyznaczają odpowiednie zadania odpowiedniej osobie"*[158].

Bardzo ważnym problemem jest również współdziałanie. Pododdziały lotnictwa myśliwskiego mogą współdziałać z innymi oddziałami LM oraz pododdziałami i ZT wojsk rakietowych sił powietrznych. Jednostki rozpoznania radioelektronicznego w procesie działań bojowych współdziałają z jednostkami rozpoznania radioelektronicznego wojsk lądowych i marynarki wojennej, wchodzącymi w skład jednolitego systemu rozpoznania oraz jednostkami wojsk radiotechnicznych i pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych. Współdziałanie z jednostkami rozpoznania radioelektro-

[158] Alvin i Heidi Toffler.: Wojna i antywojna. Warszawskie Wydawnictwo Literackie MUZA S.A., Warszawa, 1997, s. 109 – 110.

nicznego wojsk lądowych i marynarki wojennej polega na wzajemnej wymianie informacji dotyczącej sytuacji radioelektronicznej i operacyjno - taktycznej oraz pracy rozpoznawanych naziemnych i pokładowych systemów i środków radioelektronicznych.

3.3.2. Otoczenie dalsze (czynniki zewnętrzne)

Zgodnie z przyjętym podziałem, do otoczenia dalszego systemu zalicza się przeciwnika powietrznego, w tym jego typy i rodzaje środków napadu powietrznego oraz taktykę, jak również w mniejszym stopniu - warunki pogodowe i teren, w jakim prowadzona jest walka. Współcześnie, bardzo dużą rolę odgrywają środki bezpilotowe. Bezzałogowe aparaty latające stanowią jeden z najbardziej wyrafinowanych i zaawansowanych technicznie środków walki nowoczesnej armii. Wprowadzenie do uzbrojenia ich wersji uderzeniowej, wyposażonej w pociski kierowane (samosterujące) i broń o działaniu powierzchniowym, umożliwią szybkie i skuteczne osiągnięcie powodzenia w działaniach bojowych oraz przygotowanie dogodnego środowiska dla użycia lotnictwa i wojsk lądowych[159]. Środki te będą więc na szeroką skalę używane przez przeciwnika do rozpoznania, śledzenia sytuacji na polu walki, wykrywania celów i ich lokalizacji, itp. W najbliższej przyszłości, jak twierdzą eksperci amerykańscy, środki bezpilotowe zyskają możliwości wykonywania zadań, które obecnie realizują samoloty załogowe. Środki te mogą wykonywać zadania w nocy i w trudnych warunkach atmosferycznych[160], pojedynczo lub w dużych formacjach. Jeżeli środki bezpilotowe wykorzysta się do zadań rozpoznawczych, z reguły nie będą uzbrajane. Jednakże, jeśli zostaną przeznaczone do wykrywania celów o specjalnym znaczeniu, tzw. środków ciężkości[161], mogą być wówczas uzbrajane i stosowane jako precyzyjny środek rażenia. Wypełniając natomiast funkcję przekazywania danych o celach lub ich wskazywania, mogą dostarczać innym systemom uzbrojenia informację w

---

[159] A. Bondaruk.: Bezzałogowe uderzeniowe aparaty latające na polu walki> Przegląd Wojsk Lotniczych i OP. Wrzesień 1999, s.32.

[160] J. Gadzała, A. Glen, A. Radomyski.: Obrona powietrzna wojsk lądowych w wybranych państwach NATO. AON. Warszawa, 1999, s.9.

[161] **Środki ciężkości (centres of gravity)** to wojska, obszary oraz urządzenia (ośrodki administracyjno – przemysłowe), które przeciwnik musi pokonać, aby osiągnąć zakładane cele walki. Dlatego też te obszary i środki muszą być szczególnie chronione.

czasie rzeczywistym. Reasumując można stwierdzić, że środki bezpilotowe zapewnią nowoczesne prowadzenie działań, a osiągnięcie założonych celów walki, będzie możliwe dzięki, między innymi, szeroko zakrojonym operacjom powietrznym z użyciem bezzałogowych aparatów latających.

Nowe miejsce wśród zagrożeń powietrznych zajmują konwencjonalne pociski taktyczne[162]. Przewartościowanie ich roli, wśród zagrożeń powietrznych, nastąpiło po wojnie w Zatoce Perskiej, gdzie sprzymierzeni zmuszeni atakami rakiet SCUD, wydzielili znaczny potencjał wojsk OP do osłony przeciwrakietowej zaprzyjaźnionego państwa.

Śmigłowce są bardzo skutecznym środkiem na współczesnym polu walki. Uzbrojone i opancerzone, mogą być używane głównie do wsparcia wojsk lądowych, ale również do pokonania wojsk OP, a szczególnie ich naziemnego komponentu[163]. Śmigłowce będą wykonywały uderzenia na obiekty naziemne w odpowiednim ugrupowaniu bojowym, z zachowaniem bardzo małych odstępów, na wysokości 5 metrów nad ziemią, wykorzystując ukształtowanie terenu. Innym atutem śmigłowców jest krótki czas przebywania na pozycji ataku, który może wynosić mniej niż 10 sekund. Śmigłowce mają również możliwość wykonywania uderzeń zza ukryć terenowych, w krótkim czasie po wskazaniu celu, kiedy jest on podświetlany przez żołnierza wskazującego cel lub za pomocą kamery wbudowanej na pokładzie[164].

Pomimo tak bogatej gamy środków napadu powietrznego samoloty w dalszym ciągu stanowią wielkie zagrożenie dla wojsk OP. W uzbrojeniu współczesnego lotnictwa występuje wiele różnych typów samolotów bojowych. Jednak dokonanie ich szczegółowego podziału jest wyjątkowo trudne, ponieważ konstrukcje współczesnych samolotów najczęściej łączą w sobie cechy charakterystyczne dla kilku samolotów i mogą być wykorzystywane zarówno do zwalczania celów powietrznych, jak i naziemnych. Dlatego praktyczne znaczenie ma jedynie podział wynikający z charakteru zadań, do których poszczególne typy samolotów zostały konstrukcyjnie przystosowane. Ogólnie podzielono je na samoloty bojowe, przeznaczone do:

---

[162] W NATO do konwencjonalnych pocisków taktycznych zalicza się: taktyczne pociski aerodynamiczne i balistyczne.

[163] Po raz pierwszy do pokonania OP, śmigłowce zastosowali Amerykanie w czasie działań w Zatoce Perskiej.

[164] J. Gadzała, A. Glen, A. Radomyski.: Obrona powietrzna wojsk lądowych w wybranych państwach NATO. AON, Warszawa, 1999, s. 8.

- zwalczania celów powietrznych;
- zwalczania celów naziemnych;
- prowadzenia rozpoznania;
- realizacji walki radioelektronicznej.

Zwalczanie celów powietrznych może wykonywać większość samolotów bojowych. Niemniej jednak w trudnych warunkach atmosferycznych i w nocy, mogą działać jedynie samoloty wyposażone w stacje radiolokacyjne do wykrywania i śledzenia celów powietrznych. Samoloty te charakteryzują się dużą prędkością lotu oraz silnym uzbrojeniem typu „powietrze – powietrze".

Zwalczanie celów naziemnych jest wykonywane głównie przez samoloty myśliwsko – bombowe i szturmowe, ponieważ ich uzbrojenie jest najbardziej przystosowane do zwalczania tych celów. Samoloty te z reguły mają wielowariantowe uzbrojenie, dobierane stosownie do charakteru wykonywanego zadania. Mogą one działać w różnych warunkach meteorologicznych, w dzień i w nocy, wykonując zadania na małych wysokościach w promieniu do 700[165], zaś ze zmiennym profilem lotu – do 1800 kilometrów.

Samoloty szturmowe[166] cechuje na ogół dobre przystosowanie do działań na współczesnym polu walki. Silne opancerzenie i zabezpieczenie przeciwpożarowe oraz wyposażenie w urządzenia do lotu na małych wysokościach, a także sprzęt ostrzegania i przeciwdziałania radioelektronicznego, zwiększają ich odporność na działanie naziemnego komponentu wojsk obrony powietrznej.

Rozpoznanie powietrzne może być prowadzone przez załogi wszystkich samolotów bojowych, głównie jednak przez taktyczne samoloty rozpoznawcze. Na ogół do wykonania zadań taktycznego rozpoznania powietrznego są wykorzystywane specjalnie wyposażone wersje samolotów myśliwsko – bombowych. Wyposażenie rozpoznawcze tych samolotów stanowią: lotnicze aparaty fotograficzne do zdjęć pionowych, ukośnych lub panoramicznych; urządzenia skanujące, pracujące w podczerwieni oraz stacje radiolokacyjne obserwacji bocznej. Dane z rozpoznania mogą być przekazywane drogą radiową w czasie rzeczywistym[167].

---

[165] W źródłach zachodnich wielkość promienia podaje się w granicach od 300 do 700 kilometrów.

[166] W wielu publikacjach nazywane są również samolotami bezpośredniego wsparcia (Close Support Aircraft – CSA)

[167] W praktyce jednak możliwość ta jest limitowana zasięgiem, pojemnością oraz podatnością kanału radiowego na zakłócenia.

Prowadzenie walki radioelektronicznej ma na celu zabezpieczenie działań bojowych lotnictwa i jest wykonywane przez specjalne samoloty walki radioelektronicznej (WRE), przystosowane do wykonywania zadań w każdych warunkach meteorologicznych i w nocy[168]. Głównym ich zadaniem jest rozpoznawanie oraz obezwładnianie naziemnych sił obrony powietrznej, a dzięki temu ułatwienie działania własnemu lotnictwu. Zasadniczym elementem wyposażenia tych samolotów jest zestaw urządzeń do wykrywania, identyfikacji, lokalizacji i do określania parametrów urządzeń radioelektronicznych przeciwnika oraz czynnego i biernego ich zakłócania.

Posiadając wysokiej klasy środki napadu powietrznego, przeciwnik może stosować urozmaiconą taktykę działania. Jak wykazują doświadczenia z konfliktów i wojen lokalnych[169], jednym z ważniejszych elementów współczesnej taktyki jest tworzenie taktycznych grup bojowych, składających się z jednej lub kilku formacji uderzeniowych i zabezpieczenia. Działania bojowe grup większych niż klucz, są w zasadzie ubezpieczane przez grupy zabezpieczenia. Grupy te organizuje się w zależności od potrzeb, możliwości i sytuacji bojowej, do wykonania następujących zadań:

- zabezpieczenia rozpoznania i przeciwdziałania radioelektronicznego;
- obezwładniania naziemnych środków obrony powietrznej i przeciwlotniczej;
- osłony przed atakami lotnictwa myśliwskiego;
- prowadzenia bezpośredniego rozpoznania sytuacji i pogody w rejonie celu oraz rozpoznania kontrolnego wyników uderzenia;
- naprowadzania i wskazywania celów;
- laserowego oświetlania celów;

---

[168] Charakterystyczną cechą wojny w Zatoce Perskie było niespotykane wcześniej, natężenie walki radioelektronicznej. Sprzymierzeni stosowali na ogromną skalę zakłócenia radioelektroniczne i ogniowe obezwładnianie środków radioelektronicznych Iraku. Stosowano pełne wyposażenie każdego samolotu w indywidualne środki walki radioelektronicznej, mimo że ograniczało to ilość przenoszonych środków rażenia. Bardzo dużą intensywność zapewniały natomiast środki grupowe. Specjalne samoloty walki radioelektronicznej wykonywały lot w składzie grup uderzeniowych i prowadziły zakłócenia ze stref. O intensywności zakłóceń niech świadczy fakt, iż w pierwszym dniu działań na wykonanych przez lotnictwo 196 lotów – 114 przypadło na specjalne samoloty WRE – A. Dulęba. Taktyka lotnictwa na przykładzie wojny nad Zatoką Perską. Przegląd Wojsk Lotniczych i OP. Lipiec – Sierpień 1992.

[169] Wojna w Wietnamie, wojny izraelsko – arabskie, wojna nad Zatoką Perską oraz działania lotnictwa w operacji w Kosowie.

- prowadzenia działań demonstracyjnych[170].

Poszczególne grupy wchodzące w skład taktycznej grupy bojowej, w zależności od sytuacji powietrznej, zadania i ilości sił obrony powietrznej na trasie dolotu i w rejonie celu, mogą posiadać: grupy uderzeniowe od 30 do 60 %, a grupy zabezpieczenia łącznie od 40 do 70 % stanu samolotów taktycznej grupy bojowej[171]. Do obezwładnienia naziemnych środków obrony powietrznej wydziela się od 15 do 40%, a do bezpośredniej osłony od 15 do 50 % samolotów. Specjalne samoloty walki radioelektronicznej mogą stanowić do 35 % wszystkich samolotów taktycznej grupy bojowej, przy czym, zdaniem ekspertów amerykańskich, liczba samolotów zakłócających powinna wynosić co najmniej od 4 do 6 %.

3.4. Wskaźniki możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej

Ważnym zagadnieniem jest znajomość i właściwa interpretacja licznej grupy wskaźników charakteryzujących możliwości bojowe poszczególnych komponentów wojsk OP. Mając na względzie fakt, że definiowanie jest istotną fazą procesu badawczego, której (zdaniem R.L. Ackoffa[172]) zbyt wielu uczonych nie poświęca dostatecznej uwagi, starałem się tego błędu uniknąć. Dlatego w rozprawie poświęciłem dużo miejsca na przedstawienie definicji wszystkich wskaźników, które uznałem za istotne z punktu kompleksowej oceny możliwości bojowych wojsk OP.

---

[170] Działania grupy demonstracyjnej mają na celu ukrycie właściwego zamiaru i kierunku działania grupy uderzeniowej, powinny także spowodować uruchomienie systemu obrony powietrznej przeciwnika dla wykrycia ugrupowania jego sił oraz parametrów pracy stosowanych środków radiolokacyjnych i radioelektronicznych. Zadania grupy demonstracyjnej mogą być wykonywane przez część samolotów myśliwskich grupy osłony. Grupa demonstracyjna jest z reguły organizowana w trakcie zwalczania sił obrony powietrznej strony przeciwnej.

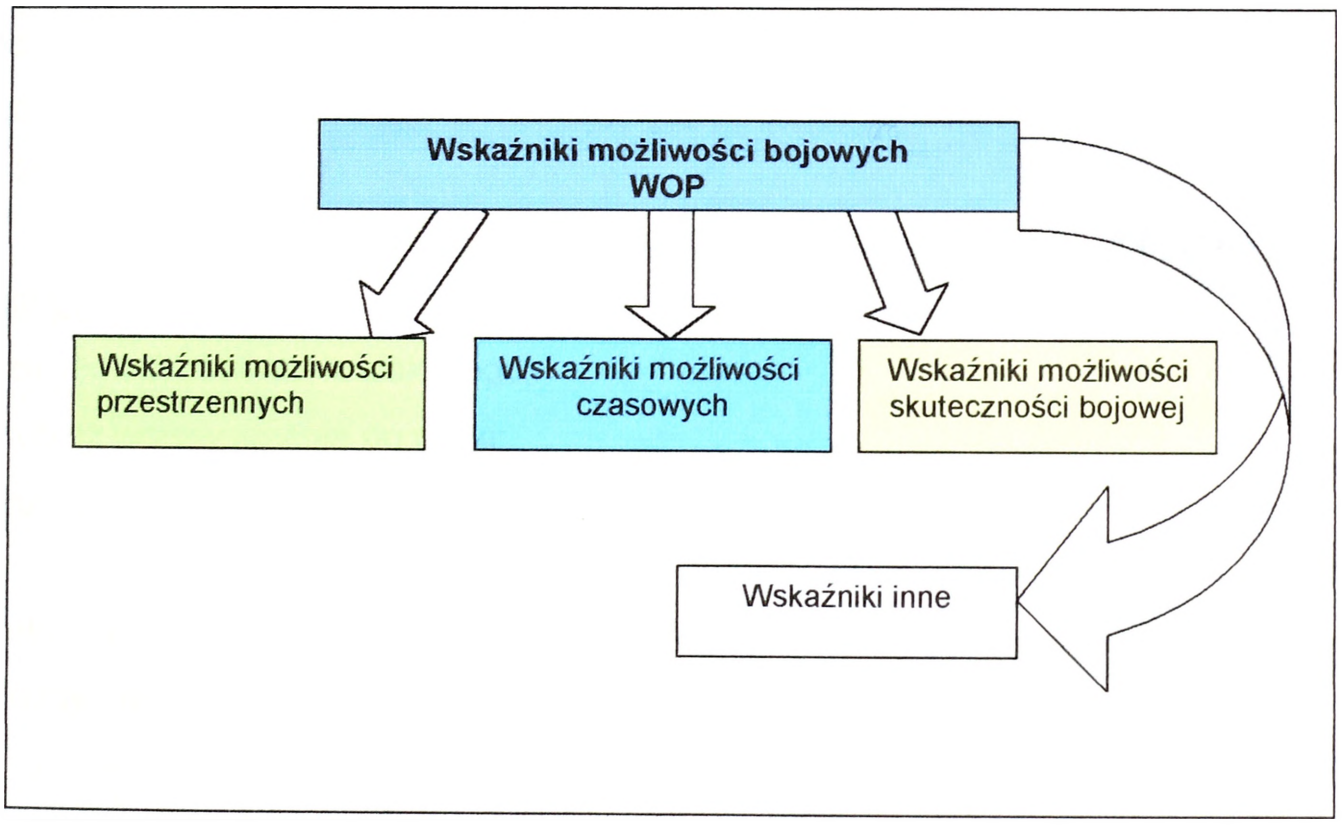
[171] Głównym zadaniem grupy zabezpieczenia (obecnie preferuje się nazwę grupy wsparcia działań) i przeciwdziałania radioelektronicznego jest zapewnienie bezpiecznego przelotu i działań grup uderzeniowych poprzez rozpoznanie sytuacji radioelektronicznej, określenie sposobu przeniknięcia przez system obrony powietrznej i przeciwlotniczej strony przeciwnej oraz obezwładnianie i niszczenie ich stacji radiolokacyjnych.

[172] Znaczenie pojęć traktuje się zbyt często jako powszechnie znane. Tymczasem definicje są istotne jako kryteria odpowiedniości użytych danych do obliczania zmiennych i stałych we wszystkich typach twierdzeń naukowych, w teoriach, prawach, faktach i modelach decyzyjnych.

Możliwości bojowe wojsk obrony powietrznej (lotnictwa myśliwskiego, wojsk rakietowych OP, pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych oraz wojsk radiotechnicznych i pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego) najczęściej wyrażane są za pomocą odpowiednich zależności matematycznych, które nazwano wskaźnikami możliwości bojowych (w wojskach radiotechnicznych używa się również terminu parametry).

Wskaźniki możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej jak również ich poszczególnych komponentów, można podzielić na trzy lub cztery[173] zasadnicze grupy:

- przestrzenne;
- czasowe;
- probabilistyczne;
- inne[174] (rys.11).



Rys.11. Podział wskaźników możliwości bojowych wojsk OP

Źródło: *Opracowanie na podstawie Z. Groszek.: Możliwości bojowe pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych. AON, Warszawa, 1990.*

---

[173] Cztery grupy wskaźników wymienia, między innymi, Z. Groszek, w swoim skrypcie pt. „Możliwości bojowe pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego".

[174] W literaturze przedmiotu można również spotkać się z określeniem „wskaźniki skuteczności bojowej".

A zatem, podstawowymi wskaźnikami określającymi zdolność lotnictwa myśliwskiego do wykonywania zadań bojowych w określonych warunkach są :

- wskaźniki możliwości przestrzennych;
- wskaźniki możliwości czasowych;
- wskaźniki skuteczności bojowej;
- inne.

3.4.1. Wskaźniki przestrzenne

Wskaźniki przestrzenne możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego, wojsk rakietowych sił powietrznych, pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych, wojsk radiotechnicznych oraz pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego charakteryzują przestrzeń, w której mogą wykonać zadanie bojowe. Ich wartości uzależnione są od możliwości lotno - taktycznych samolotów, stacji naprowadzania rakiet, stacji zakłóceń radioelektronicznych oraz stacji rozpoznania radioelektronicznego, a także od taktyki działania ŚNP.

Do podstawowych wskaźników możliwości przestrzennych lotnictwa myśliwskiego zalicza się:

- zasięg oddziaływania bojowego;
- rubież wprowadzania do walki;
- rubież zniszczenia celu powietrznego[175].

Zasięg oddziaływania bojowego zdefiniowano jako przestrzeń powietrzną wokół lotnisk stałego bazowania, rozśrodkowania i manewru, w granicach której samoloty myśliwskie mogą wykonać zadanie bojowe[176]. Zależy on od:

- przestrzennych możliwości wprowadzania samolotów myśliwskich do walki;
- przestrzeni potrzebnej na walkę;
- sposobu ataku i zasięgu rażenia środków walki przenoszonych przez własne samoloty myśliwskie.

---

[175] Należy podkreślić, że na stanowiskach dowodzenia i naprowadzania lotnictwa myśliwskiego, w czasie dowodzenia samolotami myśliwskimi w powietrzu, a zwłaszcza podczas naprowadzania ich na cele powietrzne, wykorzystuje się inne rubieże taktyczno – nawigacyjne (załącznik 3).

[176] Obrona powietrzna (pod red. B. Zdrodowski). AON. Warszawa, 1996, s. 141.

W niektórych publikacjach zamiast tego wskaźnika, wymienia się taktyczny promień działania, który zdefiniowano jako: „największą odległość, na jaką samolot myśliwski lub grupa samolotów może dolecieć, wykonać zadanie bojowe i wrócić na lotnisko startu lub inne wskazane lotnisko bez uzupełniania paliwa"[177].

Rubież wprowadzenia do walki jest linią będącą zbiorem punktów, które określają miejsce położenia samolotów myśliwskich (grupy samolotów) w przestrzeni powietrznej w chwili wyprowadzenia go w dogodne taktycznie położenie względem celu, umożliwiające samodzielne rozpoczęcie walki powietrznej, przy zabezpieczeniu ciągłego oddziaływania na przeciwnika powietrznego i wykonania zadania do rubieży zniszczenia. W obliczeniach (kalkulacjach) operacyjno - taktycznych określa się rubież potrzebną i możliwą[178].

Potrzebna rubież wprowadzenia do walki to rubież będąca zbiorem punktów przestrzeni powietrznej, do której należy wprowadzić samoloty myśliwskie do walki, aby zapewnić zniszczenie celu powietrznego przed wykonaniem jego zadania. Jej położenie określa się z zasady na szczeblu operacyjno - taktycznym dla grupy obiektów w danym rejonie obrony lub w stosunku do określonego kierunku powietrznego. Nosi ona wówczas nazwę rubieży nakazanej[179]. Odległość PRWW obliczana jest zwykle w odniesieniu do granic obiektów osłony. Jej wartość zależy przede wszystkim od: zasięgu środków rażenia, jakimi dysponują ŚNP powietrznego, od warunków ich dolotu do obiektów uderzeń, sposobu i warunków ataku ze strony samolotów myśliwskich, a także od możliwości przestrzennych systemów uzbrojenia jakimi dysponują samoloty myśliwskie. W kalkulacjach uwzględnia się zwykle błędy, które mogą wystąpić w procesie naprowadzania lotnictwa myśliwskiego na cele powietrzne (lub podczas samodzielnej budowy manewrów wejścia do walki przez załogi samolotów myśliwskich). Obliczeń dokonuje się w oparciu o zależności analityczne[180].

Możliwa rubież wprowadzenia do walki to linia będąca zbiorem możliwych położeń samolotów myśliwskich w przestrzeni podczas najwcześniejszego (od momentu wykrycia ŚNP) wejścia ich do walki ze środkami napadu powietrznego przeciwnika, wykonującymi lot z określoną wysokością i prędkością przy założonych wa-

---

[177] Taktyka lotnictwa myśliwskiego. Podręcznik. Poznań 1986, s.35.

[178] Obrona powietrzna (pod red.B. Zdrodowskiego). AON, Warszawa 1996, s. 141.

[179] Tamże, s. 141.

[180] Do tego celu można wykorzystywać również programy komputerowe. Przykładem jest program pod kryptonimem „PRWW" opracowany przez P. Makowskiego i A. Grzelkę.

runkach lotu na przechwycenie[181]. Określa się ją z uwzględnieniem: odległości rubieży wykrycia celów powietrznych przez naziemne stacje radiolokacyjne, parametrów lotu celu, stopnia gotowości bojowej samolotów myśliwskich i przyjętego sposobu działań[182].

Rubież zniszczenia celu powietrznego, która w taktyce utożsamiana jest z rubieżą przechwycenia celu, jest linią będąca zbiorem punktów możliwych położeń celu powietrznego w chwili zniszczenia go przez samolot myśliwski lub przerwania wykonywania zadania przez cel powietrzny[183].

W wojskach rakietowych sił powietrznych, wskaźnikami odwzorowującymi przestrzeń działania są:

- sektor osłony pododdziału rakietowego (związku taktycznego);
- front osłony;
- powierzchnia osłaniana przez pododdział rakietowy.

Sektor[184] osłony pojedynczego pododdziału rakietowego to sektor, w którym zapewnione jest zwalczanie celów powietrznych przed rubieżą wykonania zadania, lecących w kierunku bronionego obiektu (zespołu obiektów, wojsk). Stanowi więc wycinek przestrzeni, w granicach której możliwe jest zwalczanie środków napadu powietrznego, wykonujących lot w kierunku bronionego obiektu lub pododdziału rakietowego. Sektor osłony może być więc wyznaczany zarówno dla pojedynczego pododdziału rakietowego (dywizjonu, baterii), jak i dla związku taktycznego (brygady rakietowej). Wielkość kątowa sektora osłony pododdziałem rakietowym związana jest z odległością ugrupowania bojowego pododdziału rakietowego od bronionego obiektu. Poza tym, sektor osłony jest funkcją odległości od dalszej poziomej granicy

---

[181] P. Makowski, W. Marud.: Wyznaczanie możliwości bojowych lotnictwa dla realizacji zadań obrony powietrznej. AON, Warszawa, 1998, s. 18.

[182] E. Zabłocki.: Taktyka lotnictwa myśliwskiego obrony powietrznej kraju. ASG WP. Warszawa, 1989, s.45.

[183] Tamże, s.46.

[184] Pojęcie **„sektor"** wywodzi się z łacińskiego słowa „sector", to znaczy odcinający, oddzielający. W „Słowniku współczesnego języka polskiego" „sektor" to *wyodrębniona część jakiejś przestrzeni, obszaru, terenu*[184]. Sektor to również *wycinek, część powierzchni figury krzywoliniowej ograniczona dwiema prostymi wychodzącymi z punktu położonego wewnątrz figury oraz łukiem leżącym między nimi.*

strefy ognia i maksymalnego kąta kursowego celu (zależności te występują pod postacią maksymalnego parametru kursowego celu) [185].

Front osłony pododdziału rakietowego stanowi szerokość pasa bojowego oddziaływania pododdziału i równa jest podwójnemu parametrowi kursowemu celu powietrznego w odniesieniu do konkretnej wysokości lotu.

Powierzchnia osłony to powierzchnia „przykryta" strefami ognia pododdziału, związku taktycznego wojsk rakietowych.

W odniesieniu do pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych, wskaźniki przestrzenne to:

- głębokość strefy zakłóceń;
- rubież rozpoczęcia zakłóceń przez naziemne stacje zakłócające.

Głębokość strefy zakłóceń (obezwładniania) to przestrzeń, w granicach której zapewnia się skuteczne zakłócanie pokładowych urządzeń radioelektronicznych przeciwnika[186]. Powinno się dążyć do tego, aby przednia granica strefy zakłóceń (obezwładniania) znajdowała się w odległości przekraczającej rubież wykrycia osłanianego obiektu przez pokładową RLS obserwacji powierzchni ziemi, a tylna granica na rubieży wykonania zadania przez przeciwnika. Uniemożliwi to, lub przynajmniej w znacznym stopniu utrudni przeciwnikowi wykrycie i zniszczenie osłanianego obiektu. Głębokość strefy zakłóceń (obezwładniania) zależy w głównej mierze od zasięgu wykrywania obiektów naziemnych przez naziemne stacje zakłócające, przeznaczone do osłony radioelektronicznej danego obiektu. Zasięg wykrywania obiektów naziemnych przez pokładowe RLS jest różny i zależy głównie od wartości czynnej ekwiwalentnej powierzchni odbijającej obserwowanych obiektów. Wartość ta determinowana jest przez wymiary, kształt, materiał, z jakiego wykonany jest obiekt oraz długość fali, na której pracuje pokładowa RLS.

Rubież rozpoczęcia zakłóceń przez naziemne stacje zakłócające to powierzchnia będąca miejscem geometrycznym punktów możliwych położeń celu powietrznego, której odległość od osłanianego obiektu naziemnego uwarunkowana jest niezbędnym czasem potrzebnym pilotowi (nawigatorowi) do wykonania czynności,

---

[185] S. Miodek. Użycie oddziału (związku taktycznego) wojsk rakietowych Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej. AON, Warszawa, 1995, s.142.

[186] Obrona powietrzna. Podręcznik, AON, Warszawa, 1996, s.267.

począwszy do włączenia pokładowej stacji radiolokacyjnej, do momentu zrzutu (odpalenia) bomby (środka rażenia)[187].

Przestrzenna grupa wskaźników możliwości bojowych wojsk radiotechnicznych dotyczy parametrów strefy wykrywania i rozpoznania radiolokacyjnego, do których zaliczyłem:

- zasięg strefy wykrywania radiolokacyjnego;
- zasięg strefy rozpoznania radiolokacyjnego;
- wysokość dolnej i górnej granicy strefy rozpoznania radiolokacyjnego;
- powierzchnię poziomego przekroju strefy rozpoznania radiolokacyjnego;
- współczynnik przekrycia strefy rozpoznania radiolokacyjnego;
- współczynnik ściśnięcia strefy rozpoznania radiolokacyjnego.

Zasięg wykrywania radiolokacyjnego wojsk radiotechnicznych to odległość mierzona od linii ugrupowania pierwszorzutowych naziemnych (nawodnych) posterunków radiolokacyjnych lub stref dyżurowania powietrznych posterunków wykrywania i naprowadzania, do granicy wykrywania obiektów powietrznych przez środki rozpoznania radiolokacyjnego o największych możliwościach wykrywania rozwiniętych na tych posterunkach[188].

Zasięg strefy rozpoznania radiolokacyjnego jest odległością mierzoną od linii ugrupowania pierwszorzutowych naziemnych (nawodnych) posterunków radiolokacyjnych lub stref dyżurowania powietrznych posterunków wykrywania i naprowadzania, do granicy strefy rozpoznania obiektów powietrznych przez środki radiolokacyjne o największych możliwościach rozwiniętych na tych posterunkach.

Wysokość dolnej granicy strefy rozpoznania radiolokacyjnego jest minimalną wysokością, powyżej której pododdziały wojsk radiotechnicznych mogą ciągle śledzić wykryte obiekty powietrzne, określać ich położenie i charakterystykę.

Wysokość górnej granicy strefy rozpoznania radiolokacyjnego to maksymalna wysokość, do której pododdziały wojsk radiotechnicznych mogą ciągle śledzić wykryte obiekty powietrzne, określać ich położenie i charakterystykę.

---

[187] Tamże, s.267.

[188] Obrona powietrzna (pod naukowym kierownictwem B. Zdrodowskiego). Podręcznik, AON, Warszawa 1996, s.102.

Przekrój poziomy strefy rozpoznania radiolokacyjnego to płaszczyzn obrazująca kształt i wymiary strefy rozpoznania radiolokacyjnego na założonej wysokości.

Współczynnik przekrycia strefy rozpoznania radiolokacyjnego charakteryzuje wielowarstwowość strefy rozpoznania radiolokacyjnego w danym punkcie. Ta cecha zwiększa prawdopodobieństwo wykrycia i śledzenia obiektów powietrznych. Współczynnik ten jest wielkością wskazującą ile stref rozpoznania pododdziałów wojsk radiotechnicznych zachodzi w danym punkcie na siebie i wzajemnie się przenika.

Współczynnik ściśnięcia strefy rozpoznania radiolokacyjnego wyraża stosunek poziomego (pionowego) przekroju ściśniętej strefy rozpoznania radiolokacyjnego do poziomego (pionowego) przekroju tej strefy, określonej w swobodnej przestrzeni, a więc bez oddziaływania zakłóceń radioelektronicznych na stację radiolokacyjną.

W pododdziałach rozpoznania radioelektronicznego możliwości przestrzenne charakteryzowane są głównie przez parametry strefy rozpoznania radioelektronicznego. Parametry wspomnianej strefy – jej głębokość i szerokość – warunkują takie czynniki, jak: liczba i sposób ugrupowania urządzeń rozpoznawczych; możliwości techniczne sprzętu rozpoznawczego i urządzeń radioelektronicznych rozpoznawanego przeciwnika, szczególnie częstotliwości pracy, moc nadajników, czułość odbiorników, zysk kierunkowy i energetyczny anten; warunki propagacji fal elektromagnetycznych (pora roku, doby, poziom różnorodnych zakłóceń, a także wysokość lotu środka napadu powietrznego przeciwnika z zainstalowanymi środkami radioelektronicznymi pracującymi w zakresie fal ultrakrótkich)[189].

Strefa nasłuchu radiowego KF to przestrzeń, w granicach której natężenie pola sygnału rozpoznawanej radiostacji w punkcie odbioru jest większe od natężenia pola zakłóceń w tym punkcie o określoną wymogami jakości informacji rozpoznawczej wartość współczynnika ochrony[190].

Strefa nasłuchu radiowego UKF i rozpoznawania pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych definiowana jest jako przestrzeń powietrzna, w granicach której radiowe centra odbiorcze UKF oraz stacje rozpoznania pokła-

[189] Z. Groszek.: Możliwości bojowe pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego Wojsk Lotniczych i OP. Skrypt. AON, Warszawa 1990, s. 6.

[190] Tamże, s. 10.

dowych SRL wykrywają pracę pokładowych stacji UKF oraz stacji radiolokacyjnych i radionawigacyjnych przeciwnika z wymaganym prawdopodobieństwem, a także określają jej charakterystykę[191].

Strefa namierzania radiowego KF to zbiór punktów w przestrzeni, dla których błąd liniowy namierzania nie przekracza założonej wartości z zadanym prawdopodobieństwem. Strefę tę stanowią strefy namierzania poszczególnych par namierników radiowych KF tego systemu, odpowiednio ugrupowanych w terenie[192].

Strefa namierzania radiowego UKF i pokładowych stacji radiolokacyjnych i radionawigacyjnych jest również zbiorem punktów w przestrzeni, dla których błąd liniowy namierzania nie przekracza założonej wartości z zadanym prawdopodobieństwem. Przestrzeń ta ponadto ograniczona jest zasięgiem horyzontu radiowego, określonym dla każdego urządzenia namierzającego z miejsca jego rozmieszczenia. Strefę tę stanowią strefy namierzania poszczególnych kompanijnych podsystemów namierzania[193].

Oczekiwana liczba wykrytych i śledzonych oraz umiejscowionych lub namierzonych źródeł rozpoznania radioelektronicznego, określana jest iloczynem liczby stanowisk rozpoznawczych lub podsystemów namierzania i norm ich obciążenia, wyliczonych na podstawie wieloletniej praktyki i przeprowadzonych doświadczeń.

Maksymalnym zasięgiem namierzania nazywa się odległość od środka bazy (podstawy) namierzania do najbardziej oddalonego punktu w obszarze strefy namierzania. Jest on proporcjonalny do bazy namierzania[194].

3.4.2. Wskaźniki czasowe

Wskaźniki te charakteryzują dynamikę działań bojowych komponentów wojsk obrony powietrznej. Ich wartość określa ilość czasu potrzebnego na wykonanie zadań w konkretnej sytuacji bojowej[195].

---

[191] Tamże, s. 14.

[192] Tamże, s. 17.

[193] Tamże, s. 20.

[194] Tamże, s.18.

[195] R. Kubow. Możliwości bojowe lotnictwa myśliwskiego. AON. Warszawa. 1992, s.16.

Na podstawie przeprowadzonych badań, do wskaźników odzwierciedlających czas w lotnictwie myśliwskim (wskaźników czasowych) zaliczyłem:

- wskaźniki charakteryzujące możliwości dyżurowania lotnictwa myśliwskiego w powietrzu:
  - długotrwałość dyżurowania pojedynczego samolotu (grupy) w powietrzu, w nakazanej strefie dyżurowania;
  - potrzebną liczbę samolotów do ciągłego utrzymywania określonych sił w powietrzu, w nakazanych strefach i czasie;
  - czas ciągłego utrzymywania określonych sił w powietrzu, w nakazanej strefie dyżurowania.
- normy czasowe charakteryzujące gotowość bojową;
  - czasy startu z określonych stopni gotowości bojowej;
  - czasy ciągłego utrzymywania załóg w określonych stopniach gotowości bojowej;
- czas krytyczny;
- czas wprowadzania samolotów myśliwskich do walki;
- czas prowadzenia walki powietrznej;
- czas zniszczenia celu powietrznego;
- czas dyżurowania w powietrzu (długotrwałość dyżurowania);
- czasy odtwarzania gotowości bojowej (przez pary, klucze, eskadry);
- natężenie działań[196].

Czasy charakteryzujące poszczególne stany i stopnie gotowości bojowej określane są w zależności od typów samolotów, warunków bazowania i zabezpieczenia działań, wyszkolenia bojowego stanów osobowych. Ich wartości wyliczone są doświadczalnie i wprowadzone odpowiednimi instrukcjami[197].

Czas krytyczny to czas, jakim dysponuje lotnictwo myśliwskie, by zniszczyć cel powietrzny przed wykonaniem przez niego zadania. Czas ten liczony jest od momentu wykrycia środków napadu powietrznego przeciwnika i powinien być większy lub co najmniej równy czasowi potrzebnemu na przechwycenie i zniszczenie celu

---

[196] P. Makowski, W. Marud.: Wyznaczanie możliwości bojowych lotnictwa dla realizacji zadań obrony powietrznej. AON, Warszawa, 1998, s. 78.

[197] Czasy te dla lotnictwa myśliwskiego oraz innych rodzajów wojsk OP znajdują się w „Instrukcji przygotowania i pełnienia dyżurów bojowych". (Szt. Gen).

przed jego dolotem do rubieży wykonania zadania (RWZ). Czas krytyczny jest ściśle związany z położeniem potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki (PRWW) i czasem potrzebnym na rozegranie walki powietrznej.

Czas wprowadzania samolotów myśliwskich do walki jest określany od momentu wykrycia celu powietrznego, do chwili wyjścia samolotów myśliwskich na nakazaną rubież wprowadzenia do walki. Pozwala on przewidywać czas i miejsce przechwycenia celu oraz ocenić możliwości wykonania osłony nakazanych obiektów. Czas ten zależy od charakterystyk lotno - taktycznych samolotów, odległości lotniska startu lub strefy dyżurowania od potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki (PRWW).

Czas prowadzenia walki powietrznej samolotów myśliwskich ze środkami napadu powietrznego liczy się od momentu wprowadzenia ich do walki, do chwili zakończenia strzelania (rozpoczęcia manewru wyprowadzania z walki). W przypadku działania grupy samolotów myśliwskich jest to czas odliczany od momentu wykrycia celu przez prowadzącego grupę, do chwili zakończenia strzelania przez ostatniego pilota z grupy. Jeżeli grupa wykonuje atak jednocześnie, to czas walki powietrznej określa się jak dla pojedynczego samolotu[198].

Czas zniszczenia celu powietrznego jest liczony od momentu jego wykrycia, do chwili zakończenia walki powietrznej przez grupę samolotów myśliwskich i zniszczenia tego celu. Jest to wskaźnik pozwalający ocenić możliwości zniszczenia celu powietrznego przed jego dolotem do rubieży wykonania zadania (RWZ).

Czas dyżurowania w powietrzu (długotrwałość dyżurowania)[199] jest czasem, w jakim samolot myśliwski (grupa samolotów) może ciągle przebywać w wyznaczonej mu strefie dyżurowania. Czas ten zależy od: składu grupy i typu samolotów, ilości zabieranego paliwa, odległości strefy dyżurowania od lotniska bazowania i warunków lotu w strefie (prędkość, wysokość lotu). Ponadto, na czas dyżurowania wpływają również: rezerwy paliwa na walkę powietrzną, start, formowanie i rozformowanie ugrupowań bojowych lądowanie oraz warunki atmosferyczne.

---

[198] P. Makowski, W. Marud.: Wyznaczanie możliwości bojowych lotnictwa dla realizacji zadań bojowych obrony powietrznej. AON, Warszawa, 1998, s. 82.

[199] Wskaźnik ten obliczany jest zgodnie z instrukcjami obliczania lotu dla danego statku powietrznego. Algorytmy obliczeń inżynieryjno – nawigacyjnych, zawarte w omawianych instrukcjach, różnią się zazwyczaj w szczegółach prowadzenia obliczeń, stąd posługiwanie się właściwymi instrukcjami zmniejsza prawdopodobieństwo popełnienia błędu. Do obliczeń wspomnianych wskaźników wykorzystuje się specjalne wykresy i nomogramy, a także programy komputerowe.

Natężenie działań bojowych to ilość wylotów bojowych przypadających na załogę (eskadrę, pułk) w określonym czasie[200]. Z reguły określa je przełożony, w zależności od charakteru zadania bojowego i warunków jego wykonania, liczby samolotów do prowadzenia działań bojowych, a także możliwości przygotowania techniki lotniczej do lotów bojowych i pozostałych elementów zabezpieczenia logistycznego.

W wojskach rakietowych sił powietrznych, do wskaźników czasowych zaliczyłem: czas manewru, czasy charakteryzujące gotowość bojową, a w tym czas osiągnięcia wzmożonej gotowości bojowej lub pełnej gotowości bojowej oraz czasy określające przejście pododdziałów rakietowych z gotowości bojowej nr 3, do gotowości bojowej nr 1 (tzw. stopnie gotowości bojowej)[201] oraz czas zgromadzenia odpowiedniego zapasu rakiet.

Czas manewru (T_m) jest podstawowym wskaźnikiem możliwości manewrowych pododdziału wojsk rakietowych sił powietrznych. Stanowi on sumę: czasu niezbędnego na zwinięcie przeciwlotniczego zestawu rakietowego, czasu sformowania kolumny marszowej, czasu wykonania marszu oraz czasu rozwinięcia zestawu na nowym (zapasowym) stanowisku startowym. Dlatego też wskaźnikami składowymi czasu manewru są:

* czas zwijania sprzętu bojowego;
* czas formowania kolumny;
* czas marszu;
* czas rozwijania sprzętu bojowego;

Czas zwijania pododdziału rakietowego (przeciwlotniczego zestawu rakietowego)[202] jest to czas potrzebny do jego przejścia z położenia bojowego do położenia marszowego. Czas tej jest on inny dla różnych przeciwlotniczych zestawów rakietowych

Czas rozwijania pododdziału rakietowego (przeciwlotniczego zestawu rakietowego) to czas potrzebny do jego przejścia z położenia marszowego, w położenie bojowe na nowym (zapasowym) stanowisku startowym.

---

[200] Tamże, s. 83.

[201] Podobnie jak w lotnictwie myśliwskim, czasy te są ściśle określone i zestawione w tabelach. W związku z tym nie ma potrzeby ich określania w kalkulacjach taktyczno – operacyjnych

[202] Każdy pododdział rakietowy posiada tylko jeden przeciwlotniczy zestaw rakietowy.

Czas formowania kolumny marszowej to czas potrzebny na (odpowiednie) ustawienie poszczególnych kabin przeciwlotniczego zestawu rakietowego w kolumnie marszowej.

Czas marszu pododdziału rakietowego jest czasem niezbędnym na przejazd pododdziału rakietowego na nowe stanowisko startowe. Czas ten zależy: do długości trasy, rodzaju drogi (szosa, droga gruntowa, itp.) oraz pory roku i doby.

Czas zgromadzenia odpowiedniej liczby rakiet w pododdziale, oddziale (ZT) wojsk rakietowych (t_{zgr}) to podstawy wskaźnik możliwości zabezpieczenia w rakiety. Wskaźnikami składowymi są: wszystkie czasy charakteryzujące proces przygotowania rakiet na potoku technologicznym oraz dostarczania ich do pododdziałów rakietowych lub na stanowisko startowe dywizjonów (dotyczy to dywizjonów rakietowych usamodzielnionych - posiadających w swej strukturze organizacyjnej baterię techniczną lub pluton techniczny). Można więc przyjąć następujące wskaźniki składowe:

- czas napełnienia jednej rakiety sprężonym powietrzem za pomocą dystrybutora
- ($t_{napeł}$);
- czas napełnienia jednocześnie dwóch rakiet sprężonym powietrzem z jednego dystrybutora powietrza ($t_{napeł2}$);
- czas napełnienia jednocześnie czterech rakiet sprężonym powietrzem z jednego dystrybutora powietrza ($t_{napeł4}$);
- czas uzbrojenia, obejmujący uzbrojenie rakiet pironabojami, połączenie złącz mechanizmu wykonawczo - zabezpieczającego (MZW) i ustawienie przekroju krytycznego dysz silników startowych (t_{uzbr});
- czas założenia pokrowców na samochód transportowo – załadowczy (t_{zSTZ});
- czas wykonania pełnego (S - 75M) lub kompleksowego (S - 125M) sprawdzenia rakiet przez ruchomą stację kontrolno - pomiarową. Czas ten liczony jest od rozpoczęcia podłączenia rakiety do stacji, do momentu odjazdu rakiety na kolejne stanowisko technologiczne (t_{RSKP});
- czas dowozu rakiet na stanowiska startowe dywizjonu rakietowego (t_{dow}).

W pododdziałach zakłóceń radioelektronicznych, w grupie wskaźników czasowych, wymienia się jedynie czas manewru.

Czas wykonania manewru[203] przez pododdział zakłóceń radioelektronicznych to czas potrzebny do przejścia z położenia bojowego w marszowe, wykonania marszu i osiągnięcia gotowości bojowej w nowym rejonie działań.

W wojskach radiotechnicznych, do grupy wskaźników[204] czasowych zaliczyłem:

- czas osiągania gotowości bojowej;
- czas wykonania manewru;
- czas opóźnienia informacji o sytuacji powietrznej;
- dyskretność dostarczania informacji o sytuacji powietrznej;

Czas osiągania gotowości bojowej charakteryzuje zdolność pododdziału, oddziału wojsk radiotechnicznych w zakresie doprowadzania ich sił do stanu umożliwiającego natychmiastowe wykonanie zadania bojowego[205].

Czas wykonania manewru to czas potrzebny na przemieszczenie pododdziału na nową lub zapasową pozycję.

Czas opóźnienia informacji radiolokacyjnej jest czasem stanowiącym różnicę między momentem zobrazowania informacji rozpoznawczej u decydentów OP, a momentem zdobycia tej informacji przez wojska radiotechniczne.

Dyskretność dostarczania informacji o sytuacji powietrznej to przedział czasowy między dwoma kolejnymi meldunkami informacyjnymi dotyczącymi tego samego śledzonego obiektu powietrznego.

Wiarygodność informacji **rozpoznawczej** określana jest prawdopodobieństwem poprawnego rozpoznania (określenia charakterystyki), przynależności państwowej wykrytych obiektów, ich typu, ugrupowania oraz przeznaczenia taktycznego.

---

[203] Manewr pododdziału zakłóceń radioelektronicznych może być wykonany całością sił i środków lub tylko jego elementami, przy zachowaniu wszelkich zasad związanych z wykonywaniem manewrów w wojskach lotniczych i obrony powietrznej.

[204] **Grupa wskaźników czasowych** odnosi się do odzwierciedlenia możliwości wojsk radiotechnicznych w zakresie osiągania wyższych stanów i stopni gotowości bojowej oraz wykonywania manewrów, a także czasu opóźnienia informacji o sytuacji powietrznej i dyskretności jej dostarczenia do użytkowników.

[205] Podobnie jak w przypadku lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych, czasy te są ściśle określone i znajdują odzwierciedlenie i „Instrukcji przygotowania i pełnienia dyżurów bojowych".

Określenie powyższych parametrów przez pododdział (oddział) wojsk radiotechnicznych jest zdarzeniem losowym i dlatego wyrażane jest stosownym prawdopodobieństwem. W związku z tym, że parametry te są wzajemnie zależne, wiarygodność informacji rozpoznawczej jest wartością funkcji złożonej, uwzględniającej prawdopodobieństwa poszczególnych parametrów charakteryzujących rozpoznawany obiekt.

W pododdziałach rozpoznania radioelektronicznego, do grupy wskaźników czasowych zaliczyłem:

- czas obiegu informacji rozpoznawczych i związaną z nim terminowość przekazywanych informacji użytkownikom;
- czas uprzedzenia systemu OP o działaniach przeciwnika

Czas obiegu informacji jest tym wskaźnikiem, który pozwala na określenie terminowości informacji dostarczanych użytkownikom. Umożliwia więc ustalenie, które informacje są terminowe, a które spóźnione.

Czas opóźnienia informacji z rozpoznania radioelektronicznego to różnica między czasem zobrazowania (zarejestrowania) tej informacji na stanowiskach dowodzenia wojsk OP danego szczebla dowodzenia (np. PŁSD) lub stanowiskiem kierowania pododdziału rozpoznania radioelektronicznego, a czasem zdobycia tej informacji przez operatora urządzenia rozpoznawczego.

3.4.3 Wskaźniki skuteczności bojowej

W lotnictwie myśliwskim, do grupy wskaźników skuteczności bojowej[206] zaliczyłem:

- *prawdopodobieństwo zniszczenia celu powietrznego*;
- *potrzebną liczbę samolotów myśliwskich do niszczenia celu powietrznego*;
- *oczekiwaną wartość liczby zniszczonych celów*.

Prawdopodobieństwo zniszczenia celu powietrznego stanowi podstawę do określania ilości samolotów potrzebnych do wykonania zadania, a także oczekiwanej wartości liczby zniszczonych celów. Każde ze zdarzeń zachodzących w procesie przechwytywania i niszczenia celu powietrznego ma charakter losowy i może być określone prawdopodobieństwem jego zaistnienia. Wartość prawdopodobieństwa zniszczenia celu przez pojedynczy samolot myśliwski określa się z zasady staty-

[206] Często stosowane jest również określenie – wskaźniki probabilistyczne.

stycznie na podstawie doświadczeń z ćwiczeń i konfliktów lokalnych oraz drogą badań naukowych przy wykorzystaniu metod analitycznych[207].

Potrzebna ilość samolotów myśliwskich do zniszczenia celu powietrznego określa ekonomiczne wykorzystanie sił lotnictwa myśliwskiego. Pozwala więc wyznaczyć minimalną liczbę samolotów myśliwskich niezbędną do zniszczenia zadanej liczby środków napadu powietrznego, w określonych warunkach operacyjno – taktycznych, z prawdopodobieństwem zajścia tego zdarzenia nie mniejszym niż ustalone (zagwarantowane). Wartości tego wskaźnika są wykorzystywane w procesie decyzyjnym wtedy, gdy w zadaniu dla lotnictwa myśliwskiego jest ściśle określone, jaką liczbę ŚNP należy zniszczyć. Potrzebna liczba samolotów myśliwskich do wykonania zadania, powinna być określana z uwzględnieniem warunków działań bojowych, przestrzennych i czasowych możliwości samolotów myśliwskich oraz możliwości środków rozpoznania i dowodzenia[208]

Oczekiwana wartość liczby zniszczonych celów jest podstawowym wskaźnikiem skuteczności bojowej. Przy ocenie planowanych wariantów użycia lotnictwa myśliwskiego, po wyznaczeniu do konkretnego zadania określonej liczby samolotów, należy obliczyć, jaki będzie rezultat ich działań.

W wojskach rakietowych sił powietrznych, do wskaźników skuteczności bojowej zaliczyłem:

- skuteczność strzelania -, P_1 i P_n;
- oczekiwaną liczbę rażonych celów powietrznych;
- efektywność bojową;
- czas cyklu strzelania;
- gęstość ognia;
- liczbę strzelań.

---

[207] Należy jednak zauważyć, że określenie wymienionych prawdopodobieństw metodami analitycznymi nie jest łatwe. Na przykład, określenie prawdopodobieństwa rażenia celu powietrznego wymaga rozwiązania skomplikowanych zadań oceny: dokładności zastosowania bojowego uzbrojenia, wrażliwości celu na rażące działanie środków walki (rażenia) i warunków ich spotkania z celem, niezawodności systemów technicznych, a także oczekiwanego rezultatu przeciwdziałania przeciwnika oraz innych czynników wpływających na wykonanie zadania.

[208] P. Makowski, W. Marud.: Wyznaczanie możliwości bojowych lotnictwa dla realizacji zadań obrony powietrznej. AON, Warszawa, 1998, s. 16.

Skuteczność strzelania przeciwlotniczymi rakietami kierowanymi (PRK), to zdolność zestawu rakietowego i jego obsługi do wykonania zadania bojowego. Strzelanie uważa się za skuteczne, jeżeli cel zostanie rażony do tego stopnia, że nie będzie zdolny do wykonania swego zadania. W rozważaniach teoretycznych nad konstrukcją i zastosowaniem przeciwlotniczego zestawu rakietowego (PZR) oraz spodziewanymi rezultatami strzelania, przyjęto posługiwać się wartościami liczbowymi, które nazwano wskaźnikami skuteczności strzelania[209].

Prawdopodobieństwo zniszczenia celu jedną rakietą (P_1) jest podstawowym wskaźnikiem skuteczności (efektywności) podczas strzelania pododdziału rakietowego do celu pojedynczego. Prawdopodobieństwo to w zależności od warunków spotkania rakiety z celem (położenia punktu spotkania w strefie ognia, wielkości i kierunku wektorów prędkości rakiety i celu w momencie spotkania, wzajemnego ich położenia, itp.) określone jest następującymi czynnikami: błędami naprowadzania rakiety do celu, charakterystykami zadziałania zapalnika, parametrami ładunku bojowego rakiety oraz charakterystykami wrażliwości celu. Z powyższego wynika, że prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego przez pododdział rakietowy (dywizjon, baterię) stanowi uogólnioną charakterystykę pracy układu kierowania rakietą, radiozapalnika, wrażliwości celu oraz skuteczności zadziałania ładunku bojowego. Zależy ono od wysokości i prędkości lotu celu, typu celu, jego parametru kursowego, odległości strzelania, przeciwdziałania (ogniowego, radioelektronicznego itp.) celu, niezawodności eksploatacyjnej zestawu rakietowego oraz jakości przygotowania zestawu i rakiet do strzelania[210].

Prawdopodobieństwo zniszczenia celu powietrznego serią rakiet (P_n) określa możliwość zniszczenia celu choćby jedną z wystrzelonych (z serii) rakiet. Dzieje się tak dlatego, że podczas strzelania kilkoma rakietami (serią) zniszczenie celu każdą rakietą jest zdarzeniem niezależnym.

---

[209] Skuteczność strzelania zależy głównie od :
- właściwości i możliwości taktyczno - technicznych przeciwlotniczych zestawów rakietowych;
- przygotowania składu osobowego (obsług bojowych);
- podatności celu na zniszczenie;
- warunków prowadzenia strzelania;
- wybranej metody strzelania.

[210] S. Miodek. Wojska rakietowe WLOP. Oddział (związek taktyczny) WR. Skrypt. AON, Warszawa, 1994, s. 75.

Oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych wyraża liczbę celów powietrznych, jaką może zniszczyć pododdział rakietowy (PZR) przy strzelaniu do celu grupowego.

Gęstość ognia (G_o) jest wskaźnikiem określającym liczbę zniszczonych celów powietrznych w ciągu 1 minuty.

Czas cyklu strzelania (T_c), stanowiący sumę czasów ostrzelania i przeniesienia ognia na inny (kolejny) cel, określa czas potrzebny na ostrzelanie jednego celu powietrznego i przeniesienie ognia na cel następny.

Czas ostrzelania celu powietrznego jest liczony od momentu odpalenia pierwszej rakiety, do momentu spotkania się ostatniej rakiety z serii z celem powietrznym.

Efektywność bojowa w najprostszym przypadku, określana jest jako iloraz oczekiwanej liczby rażonych celów powietrznych do liczby celów wchodzących w strefę ognia (biorących udział w nalocie);

Liczba strzelań (wynikająca z zapasu gotowych do strzelania rakiet oraz wariantu uderzenia środków napadu powietrznego) określa, ile odpaleń rakiet w kierunku do celu powietrznego może wykonać pododdział (PZR), posiadając na swoim stanowisku startowym konkretny zapas rakiet gotowych do strzelania.

Do wskaźników skuteczności bojowej pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych zaliczyłem:

- liczbę jednocześnie zakłócanych obiektów radioelektronicznych;
- liczbę jednocześnie osłanianych obiektów naziemnych.

Liczba jednocześnie zakłócanych obiektów radioelektronicznych zależy od: liczby stacji zakłóceń (N_z), biorących udział w osłonie radioelektronicznej obiektu naziemnego, współczynnika jednoczesnego wykorzystania stacji zakłóceń (K) oraz prawdopodobieństwa obezwładniania obiektu radioelektronicznego przeciwnika powietrznego (P_z).

Liczba jednocześnie osłanianych obiektów naziemnych zależy od wielu czynników, do których można, między innymi, zaliczyć: ważność obiektu, widzialność radiolokacyjną obiektu w danym rejonie, rozmiary geometryczne osłanianego obiektu, potrzebą liczbę stacji zakłóceń do osłony radioelektronicznej obiektu. Podstawowym czynnikiem mającym decydujący wpływ na liczbę jednocześnie osłanianych obiektów naziemnych, jest potrzebna liczba stacji zakłóceń do osłony określonego obiektu.

Wskaźniki skuteczności bojowej wojsk radiotechnicznych[211] to:

- prawdopodobieństwo wykrycia obiektu powietrznego;
- wiarygodność informacji o wykrytych obiektach powietrznych;
- prawdopodobieństwo poprawnego określania przynależności państwowej obiektu powietrznego;
- prawdopodobieństwo poprawnego określania składu i ugrupowania;
- dokładność zobrazowania informacji;

Prawdopodobieństwo wykrycia obiektu powietrznego w każdym punkcie strefy informacji radiolokacyjnej jest stosunkiem liczby zdarzeń, przy których obiekt powietrzny może być wykryty na tle szumów, do sumy liczby pomiarów. Prawdopodobieństwo to charakteryzuje pewność wykrycia obiektów powietrznych i jeśli jest równe jedności, to wykrycie obiektu powietrznego jest pewne.

Prawdopodobieństwo poprawnego określenia przynależności państwowej obiektu powietrznego **to** miara liczbowa określającą możliwość wystąpienia zdarzenia rozpoznania przynależności państwowej obiektu powietrznego.

Prawdopodobieństwo poprawnego określenia składu i ugrupowania jest miarą liczbową wyrażającą możliwość wystąpienia zdarzenia rozpoznania ugrupowania bojowego przeciwnika.

Dokładność zobrazowania informacji określana jest wielkością błędu namierzania. Wskaźnik ten pozwala ustalić, na ile uzyskane informacje o miejscu znajdowania się przeciwnika są dokładne, aby można było wykorzystać je w procesie prowadzenia działań bojowych przez wojska obrony powietrznej.

---

[211] Grupa wskaźników skuteczności bojowej wojsk radiotechnicznych umożliwia sprecyzowanie (określenie) stopnia pewności wykrywania obiektów powietrznych i wiarygodności określania ich charakterystyki oraz dokładności zobrazowania informacji o wykrytych obiektach przez pododdziały (oddziały) wojsk radiotechnicznych. Grupa tych wskaźników w całości oparta jest na rachunku prawdopodobieństwa, który jak wiadomo, jest działem matematyki zajmującym się badaniem modeli zjawisk przypadkowych. Przy badaniu tych zjawisk interesuje nas przede wszystkim możliwość realizacji pewnych zdarzeń, których zajście leży całkowicie lub częściowo poza zasięgiem kontroli ludzkiej. O takich zdarzeniach mówi się potocznie, że są to zdarzenia losowe i dąży się do tego, aby przypisać im prawdopodobieństwa - liczby wyrażające w pewien sposób stopień możliwości ich zachodzenia. Można stwierdzić więc, że prawdopodobieństwo danego zdarzenia informuje, w jakim procencie hipotetycznie identycznych sytuacji powinniśmy oczekiwać zajścia tego zdarzenia.

Zdolność informacyjna to wielkość określająca największą liczbę obiektów, o których informacje mogą być przekazywane przez poszczególne szczeble dowodzenia w danej (ściśle) jednostce czasu. Zdolność informacyjną dla wojsk radiotechnicznych zapewnia odpowiednia liczba kanałów informacji[212].

Prawdopodobieństwo zabezpieczenia radiolokacyjnego wskazywania celów pododdziałom rakietowym (dywizjonom rakietowym) jest miarą liczbową możliwości wystąpienia zdarzenia wykrycia celu powietrznego przez stację naprowadzania rakiet (SNR) dywizjonu rakietowego na podstawie informacji uzyskanych z wojsk radiotechnicznych (batalionu radiotechnicznego) bez jego poszukiwania.

Prawdopodobieństwo zabezpieczenia radiolokacyjnego naprowadzania lotnictwa myśliwskiego na cele powietrzne to miara liczbowa możliwości wystąpienia zdarzenia zapewnienia punktom naprowadzania w całym cyklu naprowadzania informacji radiolokacyjnej o celu i samolocie myśliwskim o takiej dokładności, która gwarantuje przechwycenie celu powietrznego[213].

Do wskaźników skuteczności bojowej (probabilistycznych) pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego zaliczyłem:

- oczekiwaną liczbę wykrytych i śledzonych źródeł rozpoznania radioelektronicznego;
- oczekiwaną liczbę umiejscowionych lub namierzonych źródeł rozpoznania radioelektronicznego.

3.4.4. Inne wskaźniki

W tej grupie znajdują się wszystkie inne wskaźniki, których nie można było zaliczyć do trzech grup zasadniczych. Wśród zaklasyfikowanych przeze mnie wskaźników, między innymi znalazły się,: zakres rozpoznawanych przez pododdziały rozpo-

---

[212] **Kanał informacji** to ogół funkcjonalnie połączonych ze sobą ogniw, przez które kolejno przechodzi informacja, począwszy od jej źródła aż do końcowego urządzenia zobrazowania na stanowisku dowodzenia.

[213] Prawdopodobieństwo to odnosi się do końcowego etapu naprowadzania przy założeniu, że błędy obliczeń nawigatorskich i pilotowania samolotu nie przekraczają dopuszczalnych wartości wynikających z charakterystyk taktyczno – technicznych samolotu i celu powietrznego oraz sposobu naprowadzania. W takim przypadku prawdopodobieństwo zabezpieczenia radiolokacyjnego naprowadzania zależy tylko od dokładności informacji radiolokacyjnej.

znania częstotliwości oraz dokładność umiejscawiania źródeł rozpoznania radioelektronicznego.

Zakres rozpoznawanych częstotliwości jest wskaźnikiem możliwości bojowych określającym, w jakim przedziale wykorzystywanych przez przeciwnika częstotliwości, możliwe jest prowadzenie rozpoznania przez pododdziały rozpoznania radioelektronicznego[214].

Dokładność umiejscowienia źródeł rozpoznania radioelektronicznego określana jest wielkością błędu namierzania. Wskaźnik ten pozwala ustalić, na ile uzyskane informacje o miejscu znajdowania się przeciwnika są dokładne, aby można było wykorzystać je w procesie prowadzenia działań bojowych przez wojska obrony powietrznej[215].

KONKLUZJA:

Badania przeprowadzone w zakresie analizy wskaźników możliwości bojowych poszczególnych komponentów wojsk obrony powietrznej, jednoznacznie dowodzą złożoności tego problemu, toteż nasuwa się pytanie: ***Czy wszystkie wymienione wyżej wskaźniki powinien znać i wykorzystywać dowódca zgrupowania wojsk OP w procesie dowodzenia oraz czy zakres ten uzależniony jest od szczebla dowodzenia ?***

Szukając odpowiedzi na pierwszą część pytania dokonałem, selekcji wskaźników charakteryzujących możliwości poszczególnych rodzajów wojsk, w aspekcie przydatności ich do kompleksowej oceny możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej. Sądzę, że dowódca zgrupowania wojsk obrony powietrznej (np. na szczeblu funkcjonującego jeszcze połączonego stanowiska dowodzenia) powinien znać i stosować tylko te wskaźniki, które umożliwiają mu wiarygodne prognozowanie rezultatów działań, jakie może osiągnąć podległe mu zgrupowanie wojsk OP w konkretnych warunkach lub określić stopień wykonania zadań postawionych temu zgrupowaniu.

W dotychczasowych opracowaniach starano się głównie odzwierciedlić efekty działań, które z reguły utożsamiane były i bardzo często w dalszym ciągu są ze

---

[214] Z. Groszek.: Możliwości bojowe pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego wojsk lotniczych i obrony powietrznej. AON, Warszawa, 1990, s. 4.

[215] Tamże, s. 4.

wskaźnikiem efektywności bojowej. W tym przypadku efektywność jest rozumiana jako synonim skuteczności, która oznacza pozytywnie ocenianą zgodność osiągniętego wyniku z zakładanym celem. Działanie jest skuteczne, o ile osiąga zamierzony cel. Głównym zaś celem działania wojsk OP (zgrupowania tych wojsk) jest niwelowanie (równoważenie) zagrożenia ze strony środków napadu powietrznego przeciwnika, a w konsekwencji obrona (osłona) powierzonych mu obiektów. Działanie odznaczające się skutecznością jest także efektywne. Natomiast samo zestawienie pojęcia „efektywność" z przymiotnikiem „bojowa" sugeruje, że chodzi tutaj o efektywność podczas prowadzenia działań bojowych.

Najczęściej w obronie powietrznej efektywność bojowa wyrażana jest w formie strat, jakie mogą zadać przeciwnikowi pododdziały, oddziały i związki taktyczne wojsk OP za pomocą będącego w ich wyposażeniu (uzbrojeniu) odpowiedniego sprzętu bojowego (przeciwlotniczych zestawów rakietowych, samolotów myśliwskich). Podstawą do oceny możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych jest więc znajomość efektywności sprzętu bojowego (samolotów myśliwskich, przeciwlotniczych zestawów rakietowych, stacji radiolokacyjnych, stacji rozpoznania i zakłóceń radioelektronicznych). Uważam, że obecnie wskaźnik efektywności (efektywności bojowej) w takim rozumieniu, nie pozwala w dużym stopniu na określenie i ocenę możliwości bojowych zgrupowania wojsk OP, a tym samym stopnia realizacji zadań. Przykładowo, pułk rakietowy otrzymał zadanie osłony mostu przed uderzeniami środków napadu powietrznego przeciwnika. Po przeprowadzonej symulacji walki okazało się, że pułk ten zniszczył 4 cele, osiągając w tej metodzie efektywność bojową 20%, a mimo to most mógł zostać zniszczony. Wynika stąd wniosek, że efektywność bojowa może nie być jedynym wiarygodnym wskaźnikiem odzwierciedlającym możliwości bojowe zgrupowania wojsk OP.

4. METODY OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH WOJSK OBRONY POWIETRZNEJ

Metody określania możliwości bojowych stosowane obecnie, związane są ściśle z rozwojem matematyki, a szczególnie takich jej działów, jak: teoria prawdopodobieństwa, teoria gier[216], teoria masowej obsługi, statystyki[217] oraz szeregu innych.

Teoria prawdopodobieństwa (rachunek prawdopodobieństwa), która znalazła szerokie zastosowanie w procesie określania możliwości bojowych, jest działem matematyki zajmującym się badaniem zjawisk przypadkowych. Przy badaniach takich zjawisk interesujemy się zawsze możliwością realizacji pewnych zdarzeń, których zajście leży całkowicie lub częściowo poza zasięgiem kontroli ludzkiej. Zdarzeniom takim, nazywanym potocznie losowymi, przypisuje się prawdopodobieństwa, to jest liczby wyrażające w pewien sposób stopień możliwości ich zachodzenia.

Zadania związane z obliczaniem prawdopodobieństwa rażenia (wykrywania) celu, można rozwiązywać analitycznie tylko w stosunkowo prostych przypadkach. Natomiast w skomplikowanych sytuacjach najbardziej efektywną okazała się metoda Monte Carlo[218]. Jej pozytywną cechą jest prostota praktycznego zastosowania. Jeżeli badany proces daje się opisać za pomocą układu dowolnych równań, to zastosowanie metody Monte Carlo[219] nie przedstawia żadnych trudności. Metoda ta znajduje zastosowanie szczególnie w dwóch dziedzinach, a mianowicie:

* do badania procesów stochastycznych (przy założeniu, że matematyczny lub fizyczny model tego procesu został już skonstruowany);

---

[216] Teoria gier to matematyczna teoria sytuacji konfliktowych, w których ścierają się interesy dwóch lub więcej stron, dążących do osiągnięcia różnych celów.

[217] **Statystyka** nie jest nauką o liczbach. Jednym z podstawowych jej zadań (statystyki) jest wydobywanie informacji z liczb, a ogólniej z zaobserwowanych danych. Dlatego statystykę traktuje się często jako logikę wspinania się od danych do informacji, a następnie wiedzy, nad którą jest mądrość.

[218] W literaturze przedmiotu można spotkać się również z określeniem „metoda modelowania statystycznego".

[219] **Metodą Monte Carlo** przyjęto nazywać dowolną procedurę, w której znalezienie przybliżonego rozwiązania dowolnego zadania matematycznego lub fizycznego, oparte jest na zasadach statystycznego pobierania próbek.

* do rozwiązywania zadań deterministycznych (przez analogię między równaniami, które charakteryzują takie zadania i równaniami, opisującymi procesy stochastyczne).

Podczas badania działań bojowych stosunkowo łatwo można sformułować złożone modele (schematy opisowe)[220], zawierające prawdopodobieństwa, związane z różnymi elementami przypadkowymi, jak np. prawdopodobieństwo niezawodnej pracy wszystkich elementów zestawu rakietowego, prawdopodobieństwo trafienia w cel, prawdopodobieństwo zniszczenia celu itd.

Metoda Monte Carlo znalazła również szerokie zastosowanie w badaniach dwustronnych działań bojowych, gdzie zadanie to dla metod analitycznych było nad wyraz skomplikowane. Istotę tej metody można wyjaśnić na najprostszym przykładzie, rozpatrując walkę dwóch przeciwnych grup (dwa cele powietrzne i dwa własne samoloty). Na początku dwa cele powietrzne oddziaływują rakietami typu „powietrze – powietrze" na samoloty myśliwskie OP (własne), a następnie ocalałe samoloty OP odpalają rakiety do środków napadu powietrznego przeciwnika itd. Prawdopodobieństwo rażenia samolotów myśliwskich OP i środków napadu powietrznego wynosi P_p, a strony drugiej – P. Z reguły zakłada się, że oba te prawdopodobieństwa są równe ($P_P = P = 0,5$). W celu stworzenia modelu walki, można po każdym strzale w jakiś sposób określać, czy był on trafiony, czy nie i w zależności od uzyskanego wyniku, rozpatrywać dalszy proces walki, tj. nie brać celu (lub samolotu myśliwskiego OP) pod uwagę, jeśli został zniszczony lub uważać go za funkcjonujący. W ten sposób,

---

[220] Pierwotne znaczenie pojęcia **model** wywodzi się z zagadnień inżynierskich, gdzie model oznaczał wzorzec, według którego były wyrażone proporcje późniejszych konstrukcji. Teraz nabrało ono nowego znaczenia – jako użytecznej idealizacji. W takim sensie używa się modelu do interpretacji danych pochodzących z obserwacji. Model jest zatem uproszczonym odwzorowaniem rzeczywistości. To pojęcie abstrakcyjne, będące pomostem pomiędzy abstrakcyjnymi sposobami myślenia a realnie istniejącą rzeczywistością. Przedstawia on wyodrębnione, obiektywnie istniejące relacje, jest zestawieniem użytecznych reguł, które pozwalają upodobniać zachowanie i własności przedstawionej rzeczywistości, adekwatnie odtwarza badane obiekty, zjawiska, procesy. Dobrze skonstruowany model jest kompromisem pomiędzy nadmiernym uproszczeniem, a nadmiernym zgromadzeniem szczegółów. Zgodność i różnice między modelem a modelowaną rzeczywistością powinny być określone w sposób dokładny i nie budzący wątpliwości. Model jest nie tylko środkiem uzyskiwania informacji, ale także narzędziem, za pomocą którego można rozwinąć teorię dotyczącą badanej dziedziny – Statystyczne metody analizy danych (pod redakcją Walentego Ostasiewicza). Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu. Wrocław, 1998, s. 131.

jak stwierdził J. Czujew, przechodzimy od modelu probabilistycznego do modelu zdeterminowanego, który jest łatwiejszy do badania[221]. Jedynym problemem jest znalezienie sposobu określania, czy ŚNP (samolot własny) został zniszczony, czy nie. Można go rozwiązać stosując losowanie. Jeśli prawdopodobieństwo rażenia samolotu myśliwskiego wynosi 0,5, to średnio w jednym przypadku na dwa strzały, będzie on trafiony. Podrzucając monetę i zakładając, że orzeł oznacza ocalenie ŚNP, a reszka trafienie – można w każdym konkretnym przypadku odpowiedzieć na pytanie czy samolot będzie rażony, czy nie. W praktyce stosowane są tablice liczb losowych lub generatory liczb losowych[222]. Umożliwiają one uzyskanie liczb w przedziale od 0 do 1. Zakłada się, że jeśli otrzymana liczba r_r jest mniejsza od P, to samolot został rażony, zaś jeśli większa od P – samolot jest zdolny do walki. Metoda prób statystycznych zakłada więc dokonanie szeregu realizacji. W każdej, w wyniku porównania z liczbami losowymi, określa się prawdopodobieństwo – czy dane zdarzenie wystąpiło, czy nie i w zależności od tego rozwiązuje się kolejne zadanie. Po uzyskaniu szeregu realizacji rozpatrywanego procesu dokonuje się statystycznego opracowania wyników. Na tym właśnie polega istota metody prób statystycznych. Teoretyczną podstawą metody Monte Carlo jest prawo wielkich liczb. Jedna z jego postaci to twierdzenie Czebyszewa, które głosi, że: „przy nieograniczonej liczbie niezależnych prób średnia arytmetyczna obserwowanych wartości zmiennej losowej o skończonej wariancji dąży stochastycznie do jej wartości oczekiwanej"[223].

Tak więc metoda prób statystycznych oparta jest na najbardziej ogólnych twierdzeniach rachunku prawdopodobieństwa i w zasadzie nie stwarza żadnych ograniczeń. Metoda ta może być wykorzystywana do rozwiązywania dowolnego zadania, zaś przy dostatecznie dużej liczbie prób, zapewnia dowolną dokładność. Powyższe zalety owej metody spowodowały, iż jest ona powszechnie stosowana do rozwiązywania dowolnego zadania, zaś przy dostatecznie dużej ilości prób, zapewnia dowolną dokładność.

Metody (podejście) statystyczne polegają na wykorzystaniu informacji, przetworzeniu jej metodami statystycznymi, otrzymaniu zależności matematycznej łączą-

---

[221] J. Czujew.: Badania operacji w wojsku. Wydawnictwo MON. Warszawa, 1972, s. 158.

[222] Tamże, s.159.

[223] Inną postacią prawa wielkich liczb jest twierdzenie Bernoulliego, które głosi, że przy nieograniczonym wzroście liczby niezależnych prób w niezmiennych warunkach, częstość rozpatrywanego zdarzenia dąży stochastycznie do jego prawdopodobieństwa.

cej poszukiwaną wartość parametru z czasem, a także wyznaczeniu za pomocą takiej zależności poszukiwanej wartości parametru dla danej chwili.

Wspomniane zalety owej metody spowodowały, że jest ona szeroko stosowana do rozwiązywania najróżnorodniejszych zadań, w tym również najbardziej złożonych, dotyczących modelowania walki.

Metoda ta posiada również wady, do których zaliczyłem głównie pracochłonność oraz „odporność" na wpływ wszelkich interesujących nas czynników. Pierwszą z wymienionych wad można obecnie łatwo eliminować poprzez zastosowanie odpowiednich programów komputerowych. Natomiast druga (odporność) przez to, że nie uwzględnia wpływu różnych czynników, takich jak: przeciwdziałanie ze strony środków napadu powietrznego przeciwnika, wykorzystanie warunków terenowych i atmosferycznych, w zdecydowany sposób podważa jej wiarygodność.

4.1. Metoda analityczna (kalkulacyjna)

Do najbardziej popularnych metod określania możliwości bojowych zalicza się analityczną (często zwaną również kalkulacyjną lub najprostszą). Niezależnie od stopnia zaawansowania wykorzystywanej techniki, zapewnia ona głównie liczbową ocenę możliwości bojowych, a prognozowane na jej podstawie rezultaty, mają charakter oceny przybliżonej. Metoda analityczna jest aparatem wykorzystywanym przez specjalistów wojskowych do rozwiązywania określonych zadań operacyjno - taktycznych. W praktycznej działalności sztabów pododdziałów, oddziałów (ZT) spotykamy się głównie z określaniem możliwości bojowych, 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 znanym i rozpowszechnionym w wojskach sposobem określania możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego, wojsk rakietowych oraz w mniejszym stopniu pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych. Metoda ta oparta jest głównie na teorii prawdopodobieństwa. Stanowi bardzo prosty, logiczno - matematyczny aparat umożliwiający określenie możliwości bojowych na różnych szczeblach dowodzenia. Wymaga jednak od oficerów bardzo dobrego przygotowania merytorycznego oraz doświadczenia. Przeprowadzone badania wykazały, że ten sam problem taktyczny, dotyczący określenia możliwości bo-

jowych ZT wojsk rakietowych, rozwiązywany przez oficerów o zróżnicowanej wiedzy teoretycznej i różnym doświadczeniu dawał różne, czasami wręcz odmienne wyniki. Metoda ta, jak każda, ma zarówno swoje zalety, jak i wady. Będą one różne w zależności od rodzaju wojsk, którego możliwości bojowe będziemy określali.

Metoda analityczna znajduje zastosowanie w oddziałach LM, między innymi, do określania możliwości czasowych, a konkretnie czasu dyżurowania w powietrzu. Polega ona na wykonaniu obliczeń inżynieryjno - nawigacyjnych lotu, zgodnie z obowiązującymi instrukcjami. Posługiwanie się tą metodą jest jednak bardzo czasochłonne, w związku z czym jej zastosowanie jest ograniczone.

Wykorzystywanie metody analitycznej do określania wskaźników czasowych lotnictwa myśliwskiego, z konieczności wymaga stosowania pewnych założeń upraszczających. Na przykład, na każdym odcinku lotu poziomego trzeba określić średnie jednostkowe zużycie paliwa, które jak wiadomo, zmienia się wraz ze zmianą masy samolotu, spowodowanej zużyciem paliwa. Jeżeli nie wiadomo jak zmieni się masa samolotu, nie można określić jednostkowego zużycia paliwa. Powstaje więc tzw. błędne koło. Podobne problemy występują podczas prób matematycznego opisu innych etapów lotu, jak start, wznoszenie, zniżanie, manewr kursem czy lądowanie. Wykorzystując ogromne moce obliczeniowe współczesnych mikrokomputerów, można tworzyć symulacyjne modele zużycia paliwa przez samoloty w różnych warunkach lotu, uwzględniając wszystkie ważne czynniki.

W przypadku stosowania metody analitycznej do rozwiązywania zadań operacyjno - taktycznych w wojskach rakietowych, wyłania się bardzo istotny mankament tej metody, dotyczący nie uwzględniania w obliczeniach rubieży wykonania zadania przez ŚNP przeciwnika. Fakt ten ma bardzo istotny wpływ na wiarygodność uzyskiwanych wyników. Dlatego też, obliczana w procesie określania możliwości bojowych (ogniowych) liczba strzelań, jaką może wykonać pododdział, oddział (ZT), jest z reguły wielkością zawyżoną i nie odpowiada rzeczywistym możliwościom. Rozbieżność ta wynika przede wszystkim z faktu, że wspomniana liczba strzelań obliczana jest wyłącznie w odniesieniu do określonego czasu (czas nalotu ŚNP przeciwnika), a nie do nakazanej rubieży (rubieży wykonania zadania).

4.2. Metoda grafoanalityczna

Przeprowadzone przez mnie badania jednoznacznie wykazały istnienie kilku „odmian" metody grafoanalitycznej. Należy stwierdzić, że metoda ta podobnie jak opisana wcześniej metoda kalkulacyjna, również oparta jest na prawach matematyki. Łączy jednocześnie w sobie elementy graficzne i kalkulacje matematyczne. Metoda grafoanalityczna polega na graficznym rozegraniu walki z przeciwnikiem powietrznym poprzez dokonanie podziału własnych sił na konkretne cele powietrzne.

W odniesieniu do wojsk rakietowych, a w zasadzie ich pododdziałów, oddziałów (ZT), metoda ta umożliwia określenie liczby strzelań pododdziałów (dywizjonów) w stosunku do rubieży wykonania zadania przez środki napadu powietrznego przeciwnika. Dotyczy to zarówno uderzenia ŚNP na broniony przez pododdział obiekt, jak i samego uderzenia ŚNP na dywizjon rakietowy. Istota tej metody 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 ostrzelania każdego celu przez pododdział rakietowy.

Metoda ta może służyć również do określania możliwości bojowych pododdziału lub oddziału lotnictwa myśliwskiego oraz oddziału (ZT) wojsk rakietowych prowadzących działania w strefie odpowiedzialności PŁSD, w osłonie konkretnego obiektu lub zespołu obiektów. W takim przypadku należy dokonać podziału samolotów myśliwskich oraz dywizjonów rakietowych na konkretne cele powietrzne. W procesie tym wykorzystuje się obliczone i ustalone zawczasu operacyjne wskaźniki możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego, wojsk rakietowych i artylerii przeciwlotniczej w zakresie niszczenia pojedynczych samolotów przeciwnika. Wskaźniki te określają niezbędne średnie potrzeby aktywnych środków walki do zniszczenia jednego samolotu (ŚNP) przeciwnika, biorącego udział w prognozowanym nalocie w założonych warunkach.

Prawdopodobieństwo zniszczenia jednego środka napadu powietrznego przeciwnika można wyznaczyć, korzystając z zależności:

$$P_{\acute{S}NP} = 1 - (1 - P_z)^n \qquad [1]$$

gdzie:

P_z - prawdopodobieństwo zniszczenia ŚNP przeciwnika w jednym oddziaływaniu (np. jeden atak samolotu myśliwskiego dwiema rakietami, ostrzelanie celu 1, 2 lub 3 rakietami);

n - liczba niezależnych oddziaływań (ataków) środków walki wojsk OP dla zniszczenia jednego ŚNP.

Niezbędną liczbę oddziaływań środków walki OP do zniszczenia jednego ŚNP wyznacza się, korzystając z zależności:

$$n = \frac{log(1 - P_{gŚNP})}{log(1 - P_z)} \qquad [2]$$

lub

$$n = \frac{log(1 - P_{gŚNP})}{log(1 - K)}$$

gdzie:

K - współczynnik obniżenia możliwości bojowych środków walki OP ze względu na warunki prowadzenia działań bojowych (małe wysokości, zakłócenia radioelektroniczne, ogniowe oddziaływanie ŚNP);

P - zakładana wartość gwarantowanego prawdopodobieństwa zniszczenia celu przeciwnika.

Podczas grafoanalitycznego rozegrania walki z przeciwnikiem powietrznym uwzględnia się:

- położenie i ważność osłanianych obiektów (do zwalczania celów powietrznych zmierzających na te obiekty należy przydzielić stosunkowo większe siły OP);
- ugrupowanie wojsk własnych (oddziałów, związków taktycznych w strefie odpowiedzialności PŁSD lub korpusu OP);
- czasy startu i wyjścia samolotów myśliwskich na określone rubieże i wysokości oraz czas ich naprowadzania i walki;
- możliwości przestrzenne i ilościowe punktów naprowadzania;
- cykle strzelania dywizjonów rakietowych (pododdziałów rakietowych) i artylerii przeciwlotniczej;
- inne czasowe, przestrzenne i ilościowe wskaźniki dające się uwzględnić i porównać.

Najważniejsze w wykonywaniu tych czynności jest to, aby w każdej kombinacji stosować te same kryteria w rozgrywaniu walki z przeciwnikiem powietrznym. Używanie innych kryteriów i wskaźników, uniemożliwi porównanie otrzymanych rezultatów walki i sformułowanie wniosków dotyczących określenia (wyboru) najbardziej prawdopodobnego wariantu nalotu ŚNP lub najlepszego ugrupowania wojsk własnych w danej sytuacji operacyjno - taktycznej.

4.3. Metoda symulacyjna

Wzrost złożoności struktury organizacyjnej systemów powoduje, że badanie ich funkcjonowania staje się coraz trudniejsze. Przyczyną tego stanu rzeczy jest złożony charakter wzajemnych powiązań, występujący między poszczególnymi elementami badanego systemu. Do takich wielce złożonych należą systemy wojskowe. Są one wieloelementowe, obejmują ludzi oraz różnorodną i jednocześnie coraz bardziej skomplikowaną technikę bojową, są zespolone z sobą w jeden system, przeznaczony do wykonywania zadań operacyjno - taktycznych podczas działań bojowych. Systemy tego typu mogą w pełni funkcjonować w warunkach pokoju, ale ich rzeczywiste zachowanie można najlepiej ocenić dopiero w czasie wojny.

Do charakterystycznych właściwości badania systemów zaliczyć można konieczność uwzględniania aktywnego przeciwnika. Jest to problem niezwykle złożony, bowiem każda z walczących stron zawsze dąży do ukrycia informacji przed przeciwnikiem, a nawet dezinformuje go. Konfliktowe sytuacje, walka zbrojna dwóch przeciwnych stron prowadzona w sposób zdecydowany dla osiągnięcia złożonych celów stanowią cechy charakterystyczne dynamicznych systemów wojskowych, odróżniające je w sposób widoczny od systemów o innym przeznaczeniu. Procesy zachodzące na polu walki noszą charakter procesów losowych, a na skutki podejmowanych decyzji wywierają wpływ czynniki niezależne od decydenta, w tym także elementy kontrolowane i sterowane przez przeciwnika. Wszystko to powoduje, że tradycyjne metody badania systemów wojskowych są w obecnych warunkach mało efektywne i nie wystarczające.

Symulacja[224] jako metoda badawcza, jakkolwiek znana i stosowana od dawna, dopiero dzięki technice komputerowej zyskała szczególne znaczenie. Dzięki symulacji komputerowej zwiększyły się znacznie możliwości budowy modeli złożonych systemów działania oraz prowadzenia badań w szerokim zakresie zmian warunków ich funkcjonowania.

Cechą symulacji komputerowej jest jej naukowo - artystyczny charakter [225]. Oznacza to, że przy obecnym stanie wiedzy, mimo naukowego rozwiązywania wielu zagadnień szczegółowych, nadal pozostawia się znaczne pole intuicji i doświadczeniu eksperymentatora. Nie zostały jeszcze ostatecznie ukształtowane ogólne zasady tworzenia modeli symulacyjnych i badania ich adekwatności. Pewne próby ujednolicenia istniejących w tym zakresie poglądów i wymiany doświadczeń, podjęto także w ostatnich latach na gruncie wojska, czego przejawem są liczne prace naukowo - badawcze oraz organizowane sympozja i seminaria. Aktualnie ciągle występuje znaczna różnorodność podejść interpretacyjnych oraz ocen istoty i treści symulacji komputerowej, jako metody badania złożonych systemów działania.

W symulacyjnej metodzie badawczej zasadniczą rolę odgrywa poprawne sformułowanie modelu badanego systemu, ukierunkowanego na odwzorowanie zda-

---

[224] Jedna z bardziej popularnych metod to symulacja. Znaczenie pojęcia „symulacja" jest różnorodnie definiowane i interpretowane. By uargumentować to stwierdzenie, przytoczyłem kilka wybranych definicji symulacji komputerowej:

- „Symulacja komputerowa to sposób użycia modelu. Jest to eksperymentowanie nie tyle ze zjawiskiem, co raczej z jego modelem. Modele są fotografiami, a symulacja filmami zjawisk". (F. ACKOFF)
- „Symulacja jest to technika numeryczna dokonywania eksperymentów na pewnych rodzajach modeli matematycznych, które opisują za pomocą elektronicznej maszyny cyfrowej (EMC) zachowanie się złożonego systemu w ciągu długiego czasu". (T. NAYLOR)
- „Symulacja jest to działanie modelu systemu przedmiotowego, realizowane w jakimś określonym celu". (F. BARTON)
- „Symulacja jest to eksperymentalne użycie abstrakcyjnego modelu". (R. CRUON)
- „Symulacja jest to zastosowanie modelu w celu chronologicznego wygenerowania historii stanów tegoż modelu, a która jest uważana za historię stanów modelowanego systemu". (G. EVANS)
- „Symulację systemów definiujemy jako technikę rozwiązywania zagadnień polegającą na śledzeniu w czasie zmian zachodzących w danym modelu układu". (G. GORDON)
- Metoda symulacji jest to technika badania systemów przez obserwatora modelu tegoż systemu". (I. MAROŃSKI).

rzeń, zjawisk i procesów, a więc dynamiki systemu. Przez model symulacyjny należy zatem rozumieć taki model symboliczno - formalny, w którym do opisu zachowania się systemu w wybranym przedziale czasu wykorzystuje się zarówno aparat opisu matematycznego, jak i nie matematycznego, który umożliwia symulację na komputerach. Modele symulacyjne dają się formułować w oparciu o logiczny opis działania poszczególnych elementów systemu i często nie wymagają analitycznego określenia złożonych relacji charakteryzujących działanie całego systemu. Na stopień trudności modelu symulacyjnego wpływa zarówno język systemu, jak i sam system.

Zajmując się symulacją komputerową jako metodą modelowania procesów walki, należy pamiętać o historii stanów modelowanego systemu. System działań bojowych obejmujący wojska własne i przeciwnika, w każdej chwili znajduje się w określonym stanie (położenie, rodzaj działań, stan sił i środków, rodzaj, zakres oraz intensywność oddziaływania przeciwnika, itp.). Prowadząc badania modelowanego systemu działań bojowych, rozważa się stany systemu w chronologicznym porządku kolejnych chwil należących do danego przedziału czasowego. Historia stanów składa się z szeregu chronologicznie uporządkowanych opisów, odpowiadających stanom systemu w każdej z rozpatrywanych w danym przedziale czasu. Wygenerowana historia stanów (informacje wynikowe symulacyjnych programów komputerowych) jest jedną z najcenniejszych informacji dla badacza systemu modelowania działań bojowych.

Przeprowadzenie eksperymentu symulacyjnego pozwala przewidzieć prawdopodobny rozwój wydarzeń i ustalić prawdopodobne skutki ich wzajemnych oddziaływań oraz ocenić ich możliwości bojowe po upływie określonego czasu. Rozpatrując kilka różnych wariantów działania stron, uzyskujemy zwykle różne wyniki, obrazujące skutki tych działań. Aby dokonać wyboru najbardziej prawdopodobnego rozwoju sytuacji, należy warianty działania stron poddać wszechstronnej ocenie, uwzględniając wiele czynników. Ocenę tę należy przeprowadzić według różnych kryteriów.

Zmieniające się sytuacje na polu walki, w tym również w jej powietrznym wymiarze uwarunkowane są nie tylko podejmowanymi decyzjami stron walczących, ale także występowaniem różnych czynników losowych. Wyjaśnienie tych zmian wymaga zbadania dynamiki procesów walki. W czasie pokoju badania takie można prowadzić na modelu działań bojowych z zastosowaniem symulacji komputerowej. Model działań bojowych, uwzględniający podstawowe procesy walki wyrażone szeregiem

[225] A. Barczak. Komputerowe gry wojenne, Wydawnictwo Bellona, Warszawa, 1994, s. 193.

wskaźników oraz zmiennych i stałych, pozwala tworzyć i analizować różne warianty przebiegu działań bojowych. Powyższe dane, ujęte w cząstkowe modele matematyczne, powiązane ze sobą algorytmicznie, mogą w przybliżeniu odzwierciedlać mechanizmy zmian zachodzących na polu walki. Wyniki uzyskane z eksperymentów symulacyjnych bywają zbliżone do wyników prawdopodobnych.

Mając system i jego model możemy, za autorami pracy pt. „ Symulacja na maszynach cyfrowych" powiedzieć, że:

„symulacja jest to zastosowanie modelu w celu chronologicznego wygenerowania historii stanów tegoż modelu, a która jest uważana za historię stanów modelowanego systemu".

Teoria symulacji komputerowej, jako metoda badania złożonych systemów działania, jest ciągle w fazie opracowywania. Dlatego też odpowiedź na pytanie: Kiedy poszukiwać rozwiązań analitycznych, a kiedy stosować symulację ? - pozostaje problemem otwartym.

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.

Symulacja komputerowa działań systemu OP ma wiele zalet, które czynią ją przydatną w procesie badań. Modele symulacyjne mają również wady, do których, między innymi, można zaliczyć:

- sztuczność, ponieważ naturalne procesy walki są w modelu wyrażone w sposób czysto symboliczny i logiczny. O wyniku działań na rzeczywistym polu walki może rozstrzygnąć przypadek lub czynniki znajdujące się poza naszą kontrolą;
- brak elastyczności; niewielkie nawet zmiany ideowe w jakimkolwiek elemencie badanego modelu, mogą spowodować istotne zmiany modelu i programu symulacyjnego.

Natomiast do niezaprzeczalnych zalet metody symulacyjnej zaliczyłem:

- powtarzalność - eksperymenty symulacyjne można wielokrotnie powtarzać, zmieniając parametry lub strukturę modelu;

- możliwość badania systemu działania wojsk OP, jako przedmiotu nie istniejącego w czasie pokoju, w sposób wolny od ograniczeń fizycznych, właściwych dla tego systemu;
- możliwość zbierania i przetwarzania danych ilościowych - system liczący, realizujący program symulacyjny, jest jednocześnie potężnym systemem przetwarzania danych.

Przykład programu symulacyjnego, zastosowanego w obronie powietrznej, to program komputerowy pod kryptonimem **„Walka OP"**[226]. Przeznaczony jest on do odwzorowania procesów walki wojsk OP ze środkami napadu powietrznego przeciwnika. Przyjęty zakres i stopień szczegółowości odwzorowania zjawisk i procesów występujących w obszarze powietrznego pola walki, umożliwia zastosowanie programu do symulowania działań pododdziałów rozpoznania z uwzględnieniem przeciwdziałania radioelektronicznego oraz walki pododdziałów, oddziałów i związków taktycznych oraz ugrupowań wojsk OP i OPL z uwzględnieniem procesów niszczenia środków napadu powietrznego i zużycia rakiet oraz amunicji przeciwlotniczej.

4.4. Metoda oparta na teorii masowej obsługi

Do określania możliwości bojowych pododdziałów i ZT poszczególnych komponentów wojsk obrony powietrznej wykorzystywana jest również metoda oparta na teorii masowej obsługi. Dotyczy ona szczególnie wojsk rakietowych sił powietrznych i pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych OP. Zastosowanie teorii masowej obsługi do badania problemów związanych z określaniem możliwości bojowych (efektywności użycia) jest uzasadnione w związku z charakterem pracy bojowej pododdziałów, oddziałów (ZT) tych wojsk oraz właściwościami strumienia celów pojawiających się w ich strefie działań. Wykorzystanie teorii masowej obsługi do określania możliwości bojowych jest możliwe, gdyż realne jest stosunkowo dokładne prognozowanie wariantów uderzeń przeciwnika powietrznego na obiekty osłaniane przez środki OP.

W swojej pracy za **system obsługi** przyjąłem *zbiór elementów (stanowisk obsługi) o określonych możliwościach i właściwościach (cechach) wraz z relacjami mię-*

---

[226] Program ten opracowany został pod naukowym kierownictwem płk dr hab. Bogdana Zdrodowskiego.

dzy tymi elementami [227]. System ten przeznaczony jest do zaspokajania szeroko rozumianych potrzeb, które mogą dotyczyć obsługi klientów, zwalczania celów powietrznych wchodzących w strefy ostrzału środków OP, przesyłania meldunków w sieciach łączności, itp. W skład systemu obsługi najczęściej wchodzą zespoły ludzkie i urządzenia techniczne. Istnieją również systemy obsługi złożone tylko z ludzi lub urządzeń.

Systemem jednorodnym jest na przykład system (ugrupowanie bojowe) ZT wojsk rakietowych SP, w którego skład wchodzą pododdziały rakietowe (środki ogniowe) jednego typu.

Sam proces obsługi w systemie może składać się z kilku faz. System o takich cechach nazywany jest ***wielofazowym***. System obsługi przeznaczony jest do zaspokajania szeroko rozumianych potrzeb. Mogą one dotyczyć: obsługi klientów, remontu sprzętu technicznego, przesyłania meldunków w sieciach łączności, jak również zwalczania celów powietrznych wchodzących w strefy ognia pododdziałów rakietowych (środków ogniowych) lub ich radioelektronicznego obezwładniania przez pododdziały zakłóceń radioelektronicznych, itp. W niniejszej rozprawie, pod pojęciem obsługi należy rozumieć, np. ostrzał środków napadu powietrznego przez pododdziały, oddziały (ZT) wojsk rakietowych SP, a także i radioelektroniczne obezwładnianie przez pododdziały zakłóceń OP.

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;
- niejednorodne.

W praktyce jednak mamy do czynienia z systemami niejednorodnymi, a więc ugrupowaniami składającymi się z różnych typów środków ogniowych lub środków zakłóceń radioelektronicznych.

---

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

Sam proces obsługi w systemie może składać się z kilku faz. System o takich cechach nazywany jest ***wielofazowym***. System wojsk rakietowych 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 ZT wojsk rakietowych SP analizuje się sytuację powietrzną, ocenia się możliwości pododdziałów i podejmuje decyzję do zwalczania ŚNP przeciwnika ***(druga faza)***. Zwalczanie celów powietrznych przez pododdziały rakietowe stanowi ***trzecią fazę obsługi***.

Podobnie proces ten przebiega w pododdziałach zakłóceń radioelektronicznych, gdzie po wykryciu emisji elektromagnetycznej następuje identyfikacja wykrytego urządzenia na podstawie parametrów sygnału. Urządzenia radioelektroniczne, pracujące w paśmie możliwych sygnałów zakłóceń, mogą być identyfikowane na podstawie analizy częstotliwości ich pracy, częstotliwości powtarzania impulsów i innych parametrów. Możliwe jest określenie azymutu na pracujące urządzenie radioelektroniczne. Dokładność i wiarygodność identyfikacji urządzenia na podstawie wyżej wymienionych parametrów, w sposób bezpośredni zależy od: liczby posiadanych cech charakteryzujących dany sygnał, dysponowanego czasu, doświadczenia i wiedzy operatora oraz wielkości i aktualności bazy danych rozpoznawczych. Następnie wyniki, uzyskane dzięki pracy kanałów rozpoznawczych, wykorzystywane są w procesie podejmowania decyzji o czasie (rubieży) rozpoczęcia zakłóceń, rodzaju zakłóceń, głębokości radioelektronicznego przykrycia lub też liczby środków zakłóceń przeznaczonych do realizacji zadania. Końcowym etapem jest zakłócanie środków radioelektronicznych przeciwnika. Realizacja tego procesu następuje niezwłocznie po otrzymaniu odpowiedniej komendy i sprowadza się do włączenia nadajników zakłóceń.

Systemy obsługi masowej można podzielić na:

* systemy obsługi ze stratami, których najważniejszą charakterystyką jest prawdopodobieństwo odmowy obsługi;
* systemy obsługi bez strat, które charakteryzuje oczekiwana liczba długości serii;
* systemy typu mieszanego, do scharakteryzowania których mogą być wykorzystywane obydwa powyższe kryteria[228].

---

[228] Cz. Gozdecki., E.T. Zawada.: Wybrane metody statystyczne w programowaniu wojskowym. Wydawnictwo MON. Warszawa, 1978.

W systemie ze stratami, każda nowo przybyła jednostka nie czeka w kolejce na obsługę, lecz opuszcza go nie będąc obsłużoną. Przykładem takiego systemu jest np. system ZT wojsk rakietowych SP, w którym czas przebywania celu w strefie ostrzału jest krótki i współmierny z czasem niezbędnym dla ostrzelania celu. Cele nie wykryte przez środki radiolokacyjne i nie ostrzelane przez środki ogniowe, pokonują strefę obrony powietrznej[229] 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.

Struktura systemu obsługi może być szeregowa, szeregowo – równoległa lub równoległa (rys.12)[230].

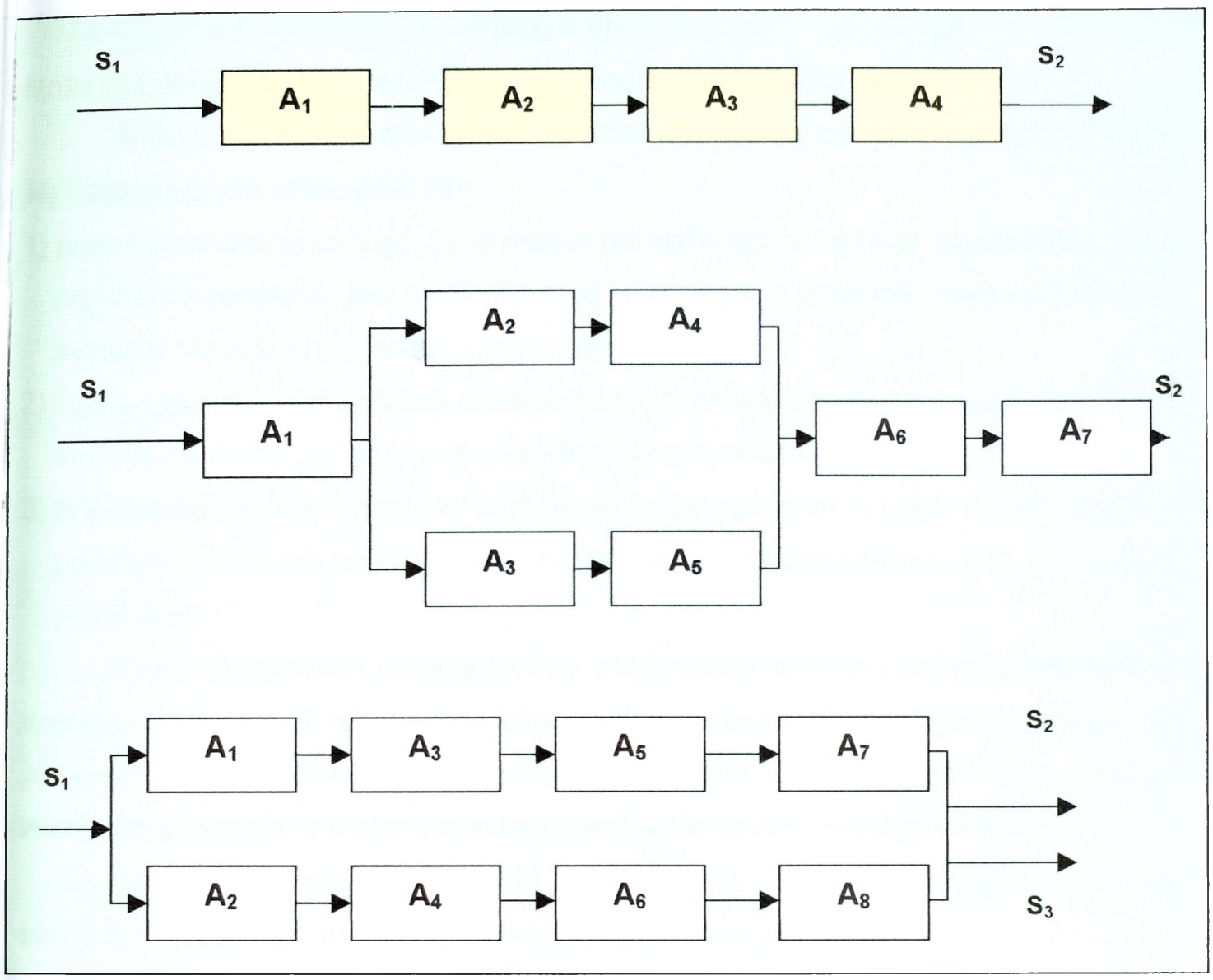
Zgłoszenia napływające do systemu tworzą strumień zgłoszeń wchodzących. Na rysunku 12 strumień ten oznaczono symbolem S_1. Wszystkie obsłużone zgłoszenia tworzą strumień zgłoszeń wychodzących (obsłużonych) oznaczonych symbolem S_2 i S_3. Elementy systemu (stanowiska obsługi) oznaczone zostały na rysunku symbolem A_i (i = 1, 2, ..., m.).

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 podjęcie odpowiednich decyzji. procesu Zasadnicze znaczenie dla prognozowania ma matematyczny opis obsługi, obejmujący zależności funkcyjne między zmiennymi (parametrami).

---

[229] Najczęściej opisywane w literaturze przedmiotu przykłady odnoszą się do ugrupowania bojowe wojsk rakietowych, a więc często używane jest określenie „obrona rakietowa".

[230] Cz. Gozdecki., E. Zawada.: Wybrane metody statystyczne w prognozowaniu. MON. Warszawa, 1979, s. 218.



Rys.12. Struktura systemu obsługi.

Źródło: Cz. Gozdecki., E. Zawada.: Wybrane metody statystyczne w prognozowaniu wojskowym. MON, Warszawa, 1979.

Do opisu tego procesu wykorzystuje się wzory z zakresu teorii masowej obsługi[231], oparte na zastosowaniu rachunku prawdopodobieństwa i statystyki. Strumień zgłoszeń wchodzących może być opisany funkcją X (t), określającą liczbę zgłoszeń wymagających obsługi w przedziale czasu (0, t). Wartość funkcji X (t) jest zmienną losową dla każdej wartości t. Cechą szczególną tej funkcji jest to, że przyjmuje dla każdego t liczbę naturalną łącznie z zerem. Prawdopodobieństwo nadejścia do systemu obsługi w czasie t dokładnie k zgłoszeń:

[231] Wspólną cechą wszystkich zadań związanych z masową obsługą jest przypadkowy charakter badanych zjawisk. Ilość zgłoszeń na obsługę i wielkości przedziałów czasowych między nimi przy przybywaniu do systemu są przypadkowe. Czas obsługi, a w niektórych systemach z ograniczonym czasem oczekiwania również czas oczekiwania, podlegają także wahaniom przypadkowym. Wahania przypadkowe wspomnianych wielkości nie mają charakteru niewielkich zaburzeń.

$$P\{X(t) = k\} \qquad [3]$$

Może być określone pod warunkiem, że wspomniana funkcja będzie znana.

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 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. Z reguły prawie wszystkie zadania teorii masowej obsługi, doprowadzone do końcowych wzorów matematycznych i mające praktyczne zastosowanie zakładają, że strumień wchodzący jest strumieniem poissonowskim.

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

$$P_k(t) = \frac{(\lambda \cdot t)^k}{k!} e^{-\lambda t} \qquad [4]$$

gdzie:

λ - jest intensywnością strumienia zgłoszeń, którą określa się jako wartość oczekiwaną liczby zgłoszeń w jednostce czasu[232].

Jeśli nie uwzględnia się parametru t, to funkcja P_k zależeć 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:

$$E_t(k) = \lambda \cdot t \qquad [5]$$

---

[232] J. N. Bronstein., K. A. Siemiendajew.: Matematyka. Poradnik encyklopedyczny. Cześć piąta i szósta. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa, 1990, s. 782.

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:

$$t_1 = \frac{1}{\lambda} \qquad [6]$$

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

$$W(t) = 1 - P_o(t) \qquad [7]$$

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

Czas obsługi jest bardzo ważnym parametrem cechującym możliwość systemu i zależy od charakteru zgłoszeń oraz możliwości stanowisk obsługi. Czas ten jest zmienną losową. Wynika to z niestabilności przyrządów obsługi i zróżnicowania napływających do systemu zgłoszeń. Jako przykład można podać system obrony powietrznej ZT wojsk rakietowych SP w czasie odpierania uderzenia środków napadu powietrznego przeciwnika. W takiej sytuacji czas obsługi jest czasem ostrzału celu powietrznego przez każdy przeciwlotniczy zestaw rakietowy i na pewno nie będzie wielkością stałą. Z wielu różnych przyczyn ulegnie wahaniom przy strzelaniu do każdego nowego celu powietrznego. Dlatego wielkość czasu obsługi uważa się za zmienną losową i można opisać go za pomocą dystrybuanty:

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

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:

$$F(t) = 1 - e^{-bt} \qquad [8]$$

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:

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

Współczynnik obciążenia systemu oblicza się ze wzoru:

$$f = \frac{\lambda}{b} \qquad [9]$$

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

$$E_o = (\lambda - b) \cdot t \qquad [10]$$

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

$$P(i) = \frac{\frac{c^i}{i!}}{1 + \frac{c}{1!} + \frac{c^2}{2!} + \ldots + \frac{c^m}{m!}} \qquad [11]$$

gdzie:

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

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

$$P(m) = \frac{\frac{c^m}{m!}}{1 + \frac{c}{1!} + \frac{c^2}{2!} + \ldots + \frac{c^m}{m!}} \qquad [12]$$

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

$$P(o) = 1 - \prod_{i=1}^{m} P(i) \qquad [13]$$

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

- odpowiednią długotrwałość nalotu ŚNP przeciwnika przy zachowaniu średniej, określonej gęstości wchodzenia celów w strefy ognia pododdziałów rakietowych;

- istnienie pododdziałów jednego typu w ugrupowaniu bojowym ZT;
- wszystkie pododdziały rakietowe uczestniczą w odpieraniu uderzenia ŚNP przeciwnika.

Przedstawione powyżej warunki w znacznym stopniu ograniczają możliwości praktycznego jej zastosowania metody opartej na teorii masowej obsługi. Uważam więc, że nie można zaliczyć jej do metod uniwersalnych.

4.5. Metoda stosunku sił

Do wyznaczania ilościowo - jakościowego stosunku sił[233], w zależności od konkretnych potrzeb, posiadanej informacji i dysponowanego czasu, mogą być stosowane różne metody. Z analizy literatury przedmiotu wynika, że najczęściej wykorzystywane są trzy metody określania tego stosunku.

Pierwsza polega na porównaniu prawdopodobieństw zniszczenia przez ŚNP przeciwnika zgrupowań wojsk, obiektów w jednym nalocie (uderzeniu) - z prawdopodobieństwami wymaganymi, tzn. umożliwiającymi zadanie strat w granicach 30 - 35%. Taki poziom zadanych strat zapewnia w zasadzie obezwładnienie głównych obiektów i w rezultacie gwarantuje osiągnięcie przez przeciwnika powietrznego założonych celów walki. Stosunek sił, określony w taki sposób uwzględnia prawdopo-

---

[233] Stosunek sił, to porównanie sił walczących stron, wyrażane cyfrowo w postaci proporcji, z której wynika liczbowa przewaga jednej ze stron lub równowaga sił. Stosunek sił oblicza się przez porównanie ogólnych ilości lub gęstości (nasycenia) środków bojowych obu walczących stron w określonym obszarze, rejonie, pasie. Znajomość stosunku sił niezbędna jest dla dowódcy podczas podejmowania decyzji o walce (operacji).

Stosunek porównawczy rodzajów sił zbrojnych to naukowo uzasadniony jakościowy i ilościowy stosunek pomiędzy poszczególnymi rodzajami sił zbrojnych, występującymi w ramach całości sił zbrojnych danego państwa, uwzględniający konkretne warunki historyczne i militarno - polityczne, charakter przyszłej wojny, możliwości i przeznaczenie poszczególnych rodzajów sił zbrojnych, przyjętą przez państwo doktrynę wojenną, itp. Stosunek porównawczy rodzajów sił zbrojnych nie jest stały i ulega przekształceniom stosownie do zmian zachodzących w celach wojny i środkach walki zbrojnej. **Stosunek porównawczy** rodzajów wojsk i służb to naukowo uzasadniony jakościowy i ilościowy stosunek pomiędzy rodzajami wojsk w ramach poszczególnych rodzajów sił zbrojnych, uwarunkowany charakterem zadań przewidzianych dla danego rodzaju sił zbrojnych, jego części składowych - rodzajów wojsk lub sił, które współdziałając ze sobą, są zdolne do wykonania zadań powierzonych określonym rodzajom sił zbrojnych.

dobne obiekty uderzeń i cel działania ŚNP przeciwnika. Do jego wyznaczenia potrzeba jednak wielu informacji, a sam proces obliczeń jest niezwykle złożony. Dlatego jego realizacja jest praktycznie możliwa tylko w oparciu o zastosowanie techniki mikrokomputerowej. W związku z tym metoda ta jest traktowana jako narzędzie badawcze, a nie jako metoda użytkowa, szczególnie w warunkach prowadzenia działań bojowych.

Druga metoda oparta jest na porównaniu wartości oczekiwanej liczby ŚNP przeciwnika, które zdołały pokonać obronę powietrzną i dotrzeć do głównych obiektów uderzeń, z ogólną ich liczbą w jednym nalocie (uderzeniu). Otrzymany w ten sposób stosunek, nie daje możliwości uzyskania informacji o stopniu realizacji celu przez każdą z walczących stron, a jedynie wyraża skuteczność pokonania przez ŚNP przeciwnika systemu OP w jednym zmasowanym uderzeniu. Stąd metoda ta może być w praktyce zastosowana przede wszystkim do analizy możliwości pokonywania przez ŚNP systemu obrony powietrznej.

Trzecia metoda ma charakter głównie jakościowy. Jej istotą jest określanie wartości bojowych dysponowanych sił i sił wspierających OP oraz ŚNP przeciwnika i wzajemne ich porównanie. Punktem wyjścia w tej metodzie jest wyznaczenie wartości użytkowej poszczególnych typów sprzętu bojowego i czynników charakteryzujących sprawność oraz wyszkolenie załóg. Wartość użytkową sprzętu bojowego określa się na podstawie porównania wybranych parametrów taktyczno - technicznych danego typu uzbrojenia, z odpowiednimi charakterystykami egzemplarza wzorcowego i obliczeniu średniej arytmetycznej z tych wielkości. Taki sposób postępowania jest powszechnie stosowany w analizie wartości[234]. Sprawność oraz wyszkolenie załóg ocenia się na podstawie średniej arytmetycznej wartości jakościowych stanu moralno - psychicznego, przygotowania specjalistycznego i możliwości psycho - technicznych poszczególnych obsług sprzętu bojowego. Każdą ze składowych wyznacza się w oparciu o ustalony jej wzorzec[235].

Powyższa metoda może być stosowana przy porównaniu odpowiednich typów uzbrojenia zarówno własnych, jak i przeciwnika, bez dowiązania ich do jakiejkolwiek sytuacji operacyjno - taktycznej. Dlatego powszechnie uważa się, że nie stanowi ona

---

[234] H. Sajewski, Analiza wartości w siłach zbrojnych, Warszawa 1979.

[235] T. Obroniecki.: Określanie ilościowo – jakościowego stosunku sił obrony przeciwlotniczej do środków napadu powietrznego oraz jego wykorzystanie na szczeblu operacyjnym. Rozprawa doktorska. ASG WP. Warszawa, 1983, s. 112.

właściwego narzędzia do określania stosunku sił w walce, gdzie uwzględnia się przeciwstawne cele walczących stron oraz wyjątkowo złożone warunki działania w powietrznym wymiarze.

Analiza przedstawionych metod dowodzi, że w praktyce mają one ograniczone zastosowanie. Przeprowadzone przeze mnie badania wykazały, że metodą spełniającą oczekiwania zarówno naukowców, jak i dowództw wojskowych, może być metoda oparta na zmierzeniu i porównaniu przeciwstawnych potencjałów bojowych. Metoda ta zapewnia największą dokładność i wiarygodność uzyskiwanych wyników obliczeń. Dostarcza informacji nie tylko o charakterze ilościowym, lecz również jakościowym. Ujemną stroną tej metody jest konieczność posiadania stosunkowo dokładnych informacji o przeciwniku, dysponowanych siłach oraz obiektach obrony i warunkach, w jakich prowadzone są działania.

Największe praktyczne znaczenie ma sposób przedstawiania wyników w tej metodzie, tzn. stosunku sił walczących stron. Procedura wyznaczania stosunku sił stanowi jeden z podstawowych elementów planowania działań bojowych na wszystkich szczeblach dowodzenia. Stosunek walczących stron można wyznaczyć ze wzoru:

$$S_{1/2} = \frac{P_{S1}}{P_{S2}} \qquad [14]$$

gdzie:

S_1, S_2 - strony walczące, odpowiednio wojska OP i środki napadu powietrznego przeciwnika;

P_{S1}, P_{S2} - potencjały bojowe stron walczących, wojsk OP i środków napadu powietrznego przeciwnika.

W zależności [14] występują wielkości określane mianem potencjałów bojowych walczących stron. Umiejętność właściwego zastosowania tej metody wymaga bardzo dobrej znajomości teorii potencjału oraz praktycznej umiejętności jego wyrażania.

Szeroko rozumiana teoria potencjału posiada nie tylko zróżnicowany system pojęciowy, lecz również złożony aparat matematyczny. Jedną z zasadniczych przesłanek jej powstania była konieczność precyzyjnego i wymiernego wyrażania pewnych, intuicyjnie akceptowanych wartości, takich jak: moc, siła, zdolność, możliwość

itp. Uwzględniając przytoczone poglądy na potencjał bojowy przyjąłem, że można go określić z zależności:

$$\pi = f(M_b(t)) \qquad [15]$$

gdzie:

M_b - możliwości bojowe w chwili t.

Możliwości bojowe, będące indywidualną i wysoce zmienną cechą w czasie i przestrzeni, można z kolei określać tylko w konkretnym przypadku, dla ściśle ustalonego podmiotu (systemu, obiektu, zgrupowania), w ściśle zdeterminowanych warunkach. W szerokim znaczeniu, możliwości bojowe są wielkością dynamiczną, zmienną w czasie, a ich pomiaru można dokonać tylko w ustalonym momencie czasowym, przy ściśle określonych warunkach i ograniczeniach.

Najczęściej w literaturze przedmiotu można się spotkać z trójaspektowym podejściem, uwzględniającym trzy zasadnicze determinanty potencjału bojowego, a mianowicie:

- π_L - potencjał ludzki;
- π_T - potencjał techniczny;
- π_D - potencjał dowodzenia[236].

Wzajemne odniesienie tych kategorii ujmuje zależność (16):

$$\pi = \pi_L \cup \pi_T \cup \pi_D \qquad [16]$$

Każda z powyższych składowych jest złożoną funkcją określonych możliwości bojowych, odpowiednio: zespołów ludzkich, techniki bojowej oraz dowodzenia.

W węższym ujęciu (ilościowym), potencjał ludzki odnosi się tylko do stanu osobowego walczących stron (wojsk), co jest znacznym uproszczeniem. Należy jednak określać go za pomocą funkcji, której argumentami są:

$$\pi_L = f(Pl_i; i = \overline{1,l}) \qquad [17]$$

gdzie:

Pl_1 - stan osobowy;

---

[236] K. Ficoń.: Symulacyjne modelowanie potencjału bojowego okrętowych sił morskich w aspekcie prognozowania obronnego. Zeszyty Naukowe (124 A). Akademia Marynarki Wojennej. Gdynia, 1995, s.29.

PI_2 - stopień ukompletowania;

PI_3 - poziom wyszkolenia;

PI_4 - wskaźnik skuteczności bojowej;

PI_5- wskaźnik odporności psycho - fizycznej;

PI_6- wskaźnik świadomości politycznej;

PI_7- wskaźnik wyposażenia.

Z powyższej analizy zależności wynika, jak bardzo złożonym i wyjątkowo trudnym przedsięwzięciem jest określenie potencjału ludzkiego. Praktycznie i powszechnie stosowanym miernikiem potencjału ludzkiego jest tzw. wskaźnik gotowości bojowej jednostki (oddziału, ZT, zgrupowania wojsk, np. działających w ramach jednego połączonego stanowiska dowodzenia obroną powietrzną).

W aspekcie ilościowym **potencjał techniczny** zdefiniowałem jako całkowity potencjał bojowy wszystkich środków technicznych uczestniczących w walce. Formalnie ująłem to w postaci:

$$\pi_T = f(Pt_i; i = \overline{1, I}) \qquad [18]$$

gdzie:

Pt_i - jednostkowy potencjał techniczny i - tego rodzaju techniki bojowej.

Natomiast jednostkowy potencjał i - tego środka technicznego Pt_i, może być wyrażony za pomocą następujących zmiennych:

$$Pt_i = f(pt_{k;}; k = \overline{1, K}) \quad \overline{i = 1, I} \qquad [19]$$

gdzie:

pt_1 - wskaźnik efektywności bojowej środka;

pt_2 - wskaźnik rażenia środka;

pt_3 - wskaźnik manewrowości środka;

pt_4 - wskaźnik niezawodności środka.

Każdy z powyższych wskaźników pt_k (k = 1, 2, ..., K) jest złożoną funkcją wielu zmiennych, zwłaszcza odpowiednich parametrów taktyczno - technicznych danego środka walki.

Chcąc określić **potencjał dowodzenia**, należy wyznaczyć globalną efektywność systemu dowodzenia, o czym decydować będą między innymi:

$$\pi_D = f(Pd_i; i = \overline{1, I}) \qquad [20]$$

gdzie:

Pd_1 - globalna efektywność dowodzenia;

Pd_2 - wskaźnik wyszkolenia dowódczo - sztabowego;

Pd_3 - wskaźnik wykorzystania technicznych środków dowodzenia;

Pd_4 - skala nowoczesności dowodzenia;

Pd_5 - wskaźnik niezawodności systemu dowodzenia;

Pd_6 - wskaźnik współdziałania.

Zbiór Pd_i (i = 1, 2, ...) jest niedomknięty i zawiera jedynie przykładowe typy argumentów rzutujących na ogólną efektywność systemu dowodzenia. Pełna specyfikacja najistotniejszych czynników mających wpływ na kształtowanie się potencjału dowodzenia jest zagadnieniem niezwykle złożonym, wykraczającym znacznie poza ramy przyjętych w studium ograniczeń.

Potencjał bojowy jako uniwersalny, syntetyczny miernik zdolności bojowych, uwzględnia kompleks wszystkich zasadniczych cech charakteryzujących te możliwości. Wyodrębnia się dwie kategorie cech (właściwości):

- ilościowe;
- jakościowe.

Cechy ilościowe przedstawiają podstawowe dane liczbowe, będące chwilowymi realizacjami pewnych skwantyfikowanych atrybutów. Wyrażane są one najczęściej za pomocą wartości liczbowych, należących do określonego przedziału i najczęściej zaopatrzone są w jednostki miary. Interpretacja cech ilościowych jest stosunkowo prosta i bezpośrednia, a ich porównywalność (przy założeniu identycznych jednostek miary) równie jednoznaczna. Odpowiednio przygotowane cechy ilościowe stanowią bardzo precyzyjny i komunikatywny materiał analityczny, który może być podstawą różnorodnych operacji matematyczno - logicznych, a także bezpośrednią przesłanką do wyciągania wniosków, stawiania hipotez oraz wszelkich uogólnień.

Większość operacji prowadzących do określenia potencjału bojowego, realizowana jest przede wszystkim na cechach ilościowych. Wynika to z faktu, że są one stosunkowo łatwo dostępne, a ich liczbowe wartości mogą być równie prosto i szybko weryfikowane i stosownie prognozowane.

Inaczej przedstawia się problem cech jakościowych, będących z reguły wielkościami uogólnionymi, syntetyzującymi pewne cechy ilościowe. Cechy jakościowe w przeciwieństwie do ilościowych, mogą być zarówno mierzalne, jak niemierzalne. Ich stan można szacować tylko subiektywnie, prognozować według określonych kryteriów lub oceniać zgodnie z przyjętą skalą.

Powszechnie stosowanym podejściem przy ustalaniu niektórych cech jakościowych jest generowanie, ich w tak zwanym trybie eksperckim. Technikę tę szczególnie chętnie stosuje się przy definiowaniu różnorodnych współczynników wagowych (rangowych) oraz przy określaniu pewnych globalnych właściwości, takich jak: efektywność, niezawodność, bezpieczeństwo, nowoczesność, itp. Większość systemów badających potencjały bojowe oparta jest na różnych metodach eksperckich, często dominujących nad obiektywnym analitycznym charakterem formuły obliczeniowej[237].

Zmierzenie i porównanie przeciwstawnych potencjałów bojowych prowadzi w istocie do określenia ilościowo - jakościowego stosunku sił wojsk obrony powietrznej (WOP) i ŚNP potencjalnego przeciwnika.

Przy określaniu ilościowo - jakościowego stosunku sił wykorzystuje się analizę systemową, w której istnieje konieczność badania procesu walki z uwzględnieniem przeciwstawnych celów działania stron i czynników wpływających na końcowy rezultat tej walki.

Zniszczenia (obezwładnienia) zasadniczych elementów ugrupowania wojsk OP w stopniu wpływającym na utratę ich zdolności bojowej, przeciwnik powietrzny może dokonać tylko poprzez wydzielenie i doniesienie do tych obiektów niezbędnego (normatywnego) potencjału bojowego.

Pokonanie przez przeciwnika obrony powietrznej, wykrycie i rozpoznanie celów oraz skuteczne wykorzystanie doniesionego do obiektów uderzeń normatywnego potencjału bojowego, jest równoznaczne z osiągnięciem przez niego założonego celu działania. Nie posiadanie przez przeciwnika normatywnego potencjału bojowego oznacza nie osiągnięcie przez niego założonego celu działania.

Racjonalne użycie i działanie wojsk OP oraz ich ścisłe współdziałanie z WOPL wojsk lądowych i siłami OP MW (obrony powietrznej marynarki wojennej), a także niszczenie (obezwładnianie) ŚNP przeciwnika na ziemi, przyczyniają się do utraty znacznej części potencjału bojowego przeciwnika i niepełnego osiągnięcia przez niego celu działania.

Wielkość utraconego przez przeciwnika potencjału bojowego wiąże się ściśle z zachowaniem zdolności bojowej wojsk i uchronieniem ważnych obiektów przed

---

[237] K. Ficoń.: Symulacyjne modelowanie potencjału bojowego okrętowych sił morskich państw nadbałtyckich w aspekcie prognozowania obronnego. Zeszyty Naukowe 124 A. Akademia Marynarki Wojennej. Gdynia, 1995, s. 27 i 28.

zniszczeniem (obezwładnieniem). Wpływa to bezpośrednio na osiągnięcie celu obrony powietrznej i w związku z tym stanowi, obok normatywnego potencjału bojowego, zasadniczą informację do określania ilościowo - jakościowego stosunku sił[238].

4.6. Metoda stosunku średnich czasów

Metoda stosunku średnich czasów znalazła zastosowanie jedynie w wojskach rakietowych SP. Pozwala ona w prosty sposób i w stosunkowo krótkim czasie określić prognozowane rezultaty działań bojowych oddziału (ZT) w odniesieniu do różnych warunków działania środków napadu powietrznego przeciwnika. Umożliwia ona również analizę efektywności wojsk rakietowych SP w kilku przyjętych wariantach działania, różniących się składem i rozmieszczeniem pododdziałów rakietowych w terenie. Jednakże w metodzie tej nie uwzględnia się przeciwdziałania ze strony środków napadu powietrznego na dywizjony rakietowe. Obliczanie liczby strzelań do celów powietrznych, możliwych do wykonania przez pododdziały rakietowe, realizowane jest przy uwzględnieniu uśrednionych wartości czasów cyklu strzelania i czasu przebywania celów w strefie startu. Uproszczeniem jest tu założenie, według którego pododdziały rakietowe zwalczając ŚNP przeciwnika, strzelają jednakową liczbą rakiet w serii.

Zastosowanie metody stosunku średnich czasów wymaga :

⇒ określenia 2 - 3 możliwych wariantów działań środków napadu powietrznego przeciwnika;

⇒ określenia dla każdego wariantu działań przeciwnika powietrznego pododdziałów rakietowych, przez których strefy ognia przechodzą trasy lotu celów;

⇒ określenia długotrwałości nalotu i obliczenie średnich cyklów strzelania pododdziałów rakietowych, przez strefy ognia których przechodzą trasy lotu celów;

⇒ obliczenia maksymalnej liczby strzelań, jaką mogą wykonać pododdziały rakietowe biorące udział w odpieraniu uderzenia środków napadu powietrznego;

⇒ oceny rezultatów oddziaływania (strzelania) i określenie wartości oczekiwanej liczby rażonych celów w każdym nalocie.

---

[238] T. Obroniecki.: Określenie ilościowo – jakościowego stosunku sił obrony powietrznej do środków napadu powietrznego przeciwnika oraz jego wykorzystanie na szczeblu operacyjnym. ASG WP. Warszawa, 1983.

W wyniku oceny przeciwnika powietrznego, a także analizy konkretnego ugrupowania bojowego oddziału (ZT) wojsk rakietowych, określa się pododdziały, które mogą uczestniczyć w odpieraniu uderzenia środków napadu powietrznego oraz czynniki wpływające na rezultaty walki (efektywność walki). Liczbę pododdziałów mogących wziąć udział w odpieraniu nalotu określa się liczbą pododdziałów mieszczących się w pasie uczestnictwa[239]. Jego szerokość zależy od szerokości frontu uderzenia (nalotu) oraz wielkości maksymalnego parametru kursowego strzelania i określa się go z zależności:

$$\Delta L = L_n + 2P_{c\max} \qquad [21]$$

Przy czym spełniony musi być warunek:

$$P_c \leq P_{c\max}$$

gdzie:

P_c - parametr lotu celu (km);

P_{cmax} - maksymalny parametr strzelania przeciwlotniczego zestawu rakietowego (km).

Wielkość P_{cmax} przyjmuje się dla konkretnego typu PZR, w zależności od wysokości, prędkości lotu celu powietrznego i wybranej metody naprowadzania.

Długotrwałość nalotu, czyli czas przebywania celu w strefie startu, można określić według wzoru:

$$T_{dn} = T_{ps} + T_{gs} \qquad [22]$$

gdzie:

T_{dn} - długotrwałość nalotu (s);

T_{ps} - czas przebywania ostatniego celu w strefie startu pododdziału rakietowego (s);

T_{gs} - czasowa głębokość szyku celów w nalocie (s).

Gdy zachodzi konieczność przeprowadzenia większej liczby obliczeń, celowe jest wykorzystanie, przedstawionych w objaśnieniach do zasad strzelania przeciwlotniczymi rakietami kierowanymi, wykresów zależności wielkości T_{ps} od wysokości, parametru i prędkości lotu celów.

---

[239] Bardzo często w literaturze przedmiotu można spotkać się z pojęciem „pas bojowego oddziaływania", które jest traktowane jako synonim terminu „ pas uczestnictwa".

Za podstawową charakterystykę szybkostrzelności przeciwlotniczego zestawu rakietowego przyjmuje się średnią wartość czasu cyklu strzelania ($T_{cśr}$)[240]. Wskaźnik ten określa się ze wzoru:

$$T_{csr} = T_o + T_p \qquad [23]$$

gdzie:

$T_{cśr}$ – średni czas cyklu strzelania;

T_o – czas ostrzelania celu powietrznego;

T_p – czas przeniesienia ognia na kolejny cel powietrzny.

Dla pododdziału rakietowego pracującego w niezautomatyzowanym systemie dowodzenia lub działającego samodzielnie, na wielkość średniego czasu cyklu strzelania wpływają odstępy czasowe, niezbędne do wykonania następujących czynności:

- wydanie komendy na przeniesienie ognia (t_k);
- obrotu anten, poszukiwanie i wykrycie (t_{wyk});
- przekazanie celu do śledzenia (t_{prz});
- przygotowanie danych wyjściowych do strzelania (t_{pd});
- przejście startu rakiety (t_s) oraz odstępy między kolejnymi startami rakiet w serii (t_i)
- średni czasu lotu rakiety do punktu spotkania z celem ($t_{rśr}$).

Średni czas lotu rakiety do punktu spotkania z celem określa się z zależności

$$T_{cśr} = t_k + t_{wyk} + t_{prz} + t_{pd} + t_s + t_i(n-1) + t_{rśr} \qquad [24]$$

gdzie: n - liczba rakiet w serii.

Wykonując obliczenia zakłada się, że suma pierwszych sześciu składowych w podanym wzorze może być przyjęta jako wielkość stała dla danego typu przeciwlotniczego zestawu rakietowego. Wówczas:

$$T_{cśr} = T_C^X + t_{rśr} \qquad [25]$$

gdzie:

$$T_c^x = t_k + t_{wyk} + t_{prz} + t_{pd} + t_s + t_i(n-1)$$

W zależności od typu przeciwlotniczego zestawu rakietowego $T_{cśr}$, przyjmuje wartości:

- - PZR S - 75M - 43 s

---

[240] Pod pojęciem **średniej wartości czasu cyklu strzelania** należy rozumieć czas zużyty na ostrzelanie celu (T_o) i przeniesienie ognia na kolejny cel (T_p)

- PZR S - 125M - 31,5 s

Wielkość $t_{śr}$ określa się jako średnią arytmetyczną czasu lotu przeciwlotniczej rakiety kierowanej do dalszej granicy (t_{rd}) i bliższej granicy (t_{rb}) strefy ognia - przy zadanej wysokości (H_c) i parametrze (P_c) lotu celu:

$$t_{śr} = \frac{t_{rd}^{/H_c;P_c/} + t_{rb}^{/H_c;P_c/}}{2} \qquad [26]$$

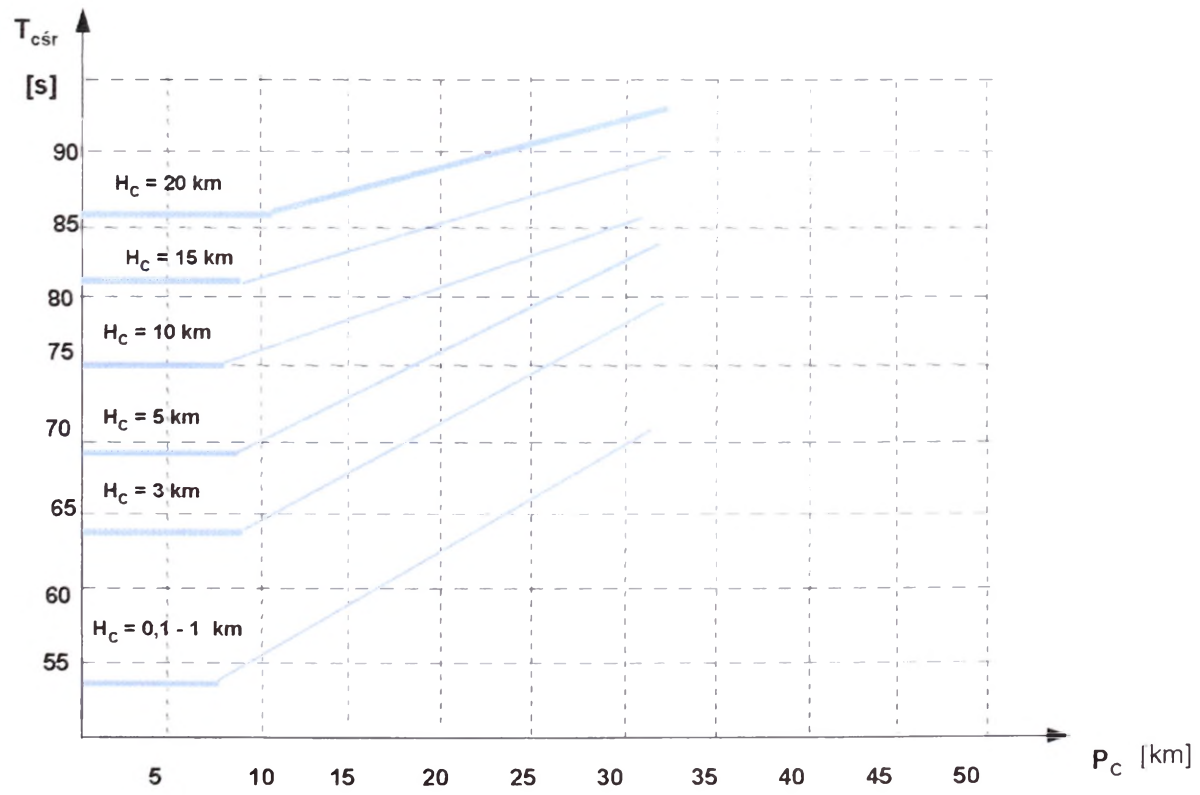
Na podstawie otrzymanych wartości T_c i $t_{śr}$, dla różnych typów przeciwlotniczych zestawów rakietowych sporządza się wykresy zależności:

$$T_{cśr} \approx f(P_c; H_c)$$

Wykresy te przedstawiono na rysunkach 13, 14 i 15.

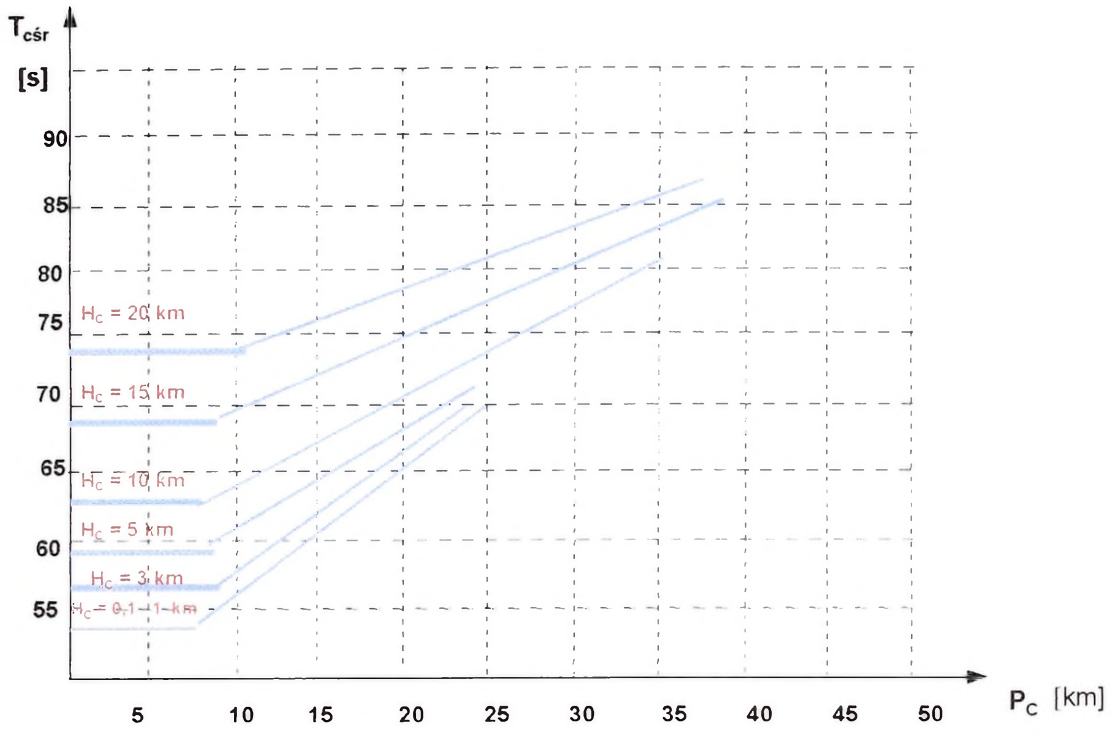
Liczbę strzelań określa się na podstawie oceny możliwości każdego zestawu w ostrzeliwaniu kolejnych celów w nalocie i stosunku czasu przelotu środków napadu powietrznego przez strefy startu dywizjonu rakietowego (T_{dn}), do średniego czasu cyklu strzelania, do jednego celu powietrznego ($T_{cśr}$). Liczbę strzelań, jaką może wykonać pododdział rakietowy będący w ugrupowaniu bojowym ZT, oblicza się w przybliżeniu z następującego wzoru:

$$N_{strz} = \frac{T_{dn}}{T_{cśr}} + 1 \qquad [27]$$



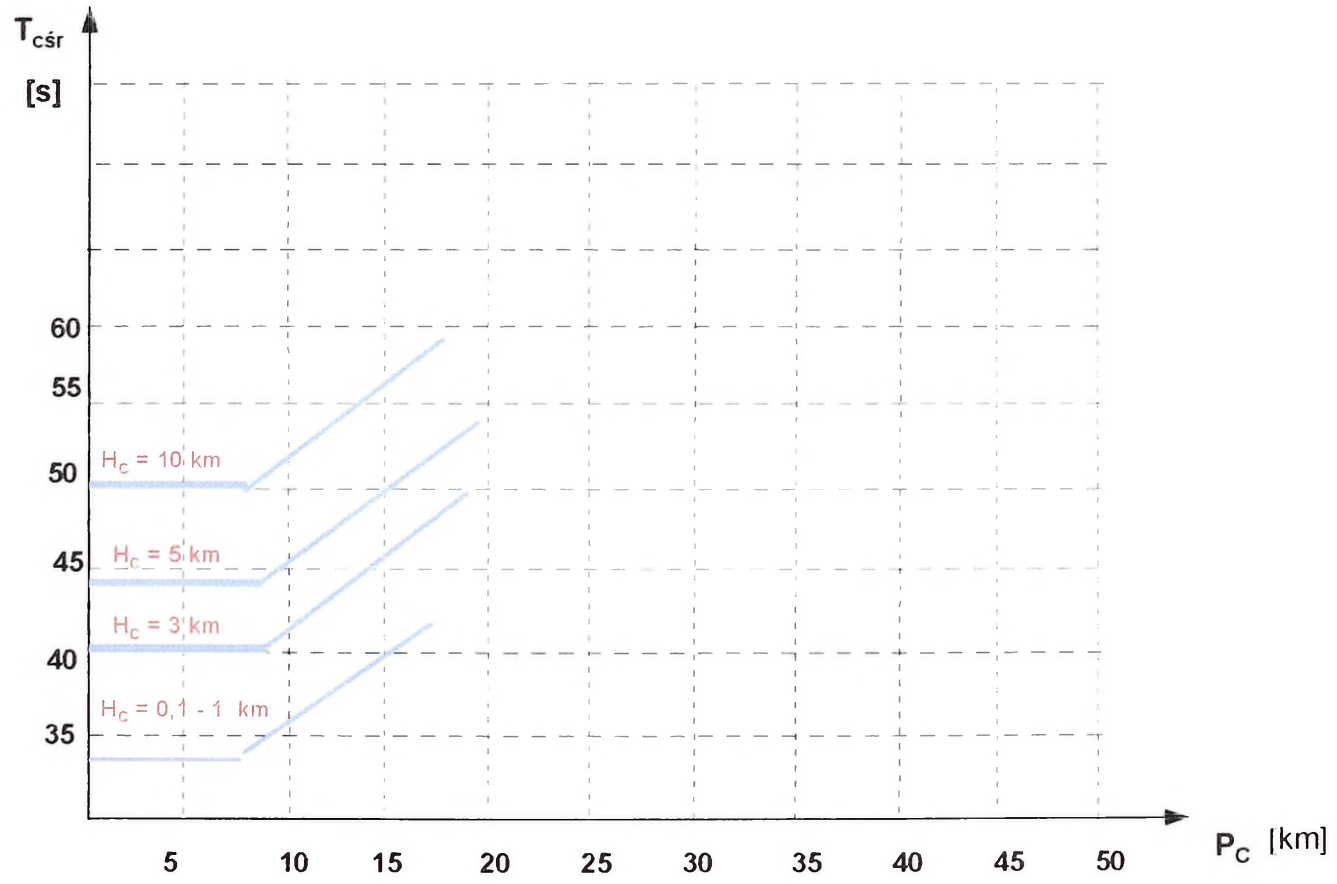
Rys.13. Zależność średniego czasu cyklu strzelania od wysokości i parametru lotu celu powietrznego dla PZR S- 75M z uwzględnieniem odcinka pasywnego.

Źródło: *Objaśnienie do zasad strzelania.*



Rys.14. Zależność średniego cyklu strzelania od wysokości i parametru lotu celu dla PZR S - 75M na odcinku aktywnym.

Źródło: *Objaśnienia do zasad strzelania*



Rys.15. Zależność średniego cyklu strzelania od wysokości i parametru lotu celu dla PZR S - 125M.

Źródło: *Objaśnienia do zasad strzelania*.

W podanej zależności zakłada się, że pierwsze strzelanie pododdział rakietowy może przeprowadzić na dalszej granicy strefy ognia i odstępy czasowe między środkami napadu powietrznego w szyku bojowym przeciwnika nie przewyższają

wartości $T_{cśr}$. Jeżeli ostatni warunek nie jest spełniony, to koniecznie należy analizować nalot w postaci oddzielnych grup celów, wewnątrz których odstępy czasowe między środkami napadu powietrznego nie są większe od średniego czasu cyklu strzelania dywizjonu rakietowego. W takim przypadku zachodzi konieczność wykonania obliczeń według zależności przedstawionej powyżej dla każdej grupy. Jednakże, liczbę strzelań możliwych do wykonywania przez każdy pododdział rakietowy należy określić nie tylko stosunkiem wartości cyklu strzelania do ogólnej długotrwałości uderzenia (nalotu), ale i zapasem gotowych do strzelania rakiet znajdujących się na stanowisku startowym, przy kolejnym ostrzeliwaniu celów powietrznych. Maksymalna liczba strzelań, jaką mogą wykonać pododdziały rakietowe bez przeładowania wyrzutni startowych, wynosi więc:

$$N_1 = N_{strz(max)} = \frac{Q}{n_{śr}} \qquad [28]$$

gdzie:

Q - zapas rakiet będących na wyrzutniach startowych pododdziału rakietowego;

$n_{śr}$ - liczba rakiet przeznaczonych do ostrzelania każdego celu.

Przy określonych stosunkach między długością nalotu, czasem przygotowania rakiet do startu - obejmującym czas na przeładowanie wyrzutni startowych i na przejście przez rakietę cyklu przygotowania - a średnim czasem cyklu strzelania, możliwe jest również użycie rakiet będących na samochodach transportowo - załadowczych (STZ). Jeżeli:

$$T_n \le \frac{Q_{WS}}{n_{śr}} \cdot T_{cśr},$$

to przygotowanie rakiet do startu będzie przebiegało szybciej niż rozchód rakiet znajdujących się na wyrzutniach startowych.

Liczbę strzelań, jaką może wykonać pododdział rakietowy określa się według zależności: $N_{strz} = \frac{T_{dn}}{T_{cśr}} + 1$. Należy jednak pamiętać, że N_{strz} nie powinna przewyższać wartości:

$$\frac{Q_{WS} + Q_{STZ}}{n_{śr}}$$

gdzie:

Q_{STZ} - liczba rakiet znajdujących się na STZ.

Jeżeli $T_n > \frac{Q_{WS}}{n_{śr}} \cdot T_{cśr}$,

to czas przeładowania wyrzutni startowych może okazać się czynnikiem ograniczającym w procesie kolejnego ostrzelania celów. Dlatego konieczna jest analiza dwóch przypadków:

a) czas przebywania pierwszego celu w strefie startu przeciwlotniczego zestawu rakietowego, z uwzględnieniem długości nalotu nie przewyższającego czasu potrzebnego na przygotowanie rakiet do startu, to jest:

$$T_{dn} \leq T_n$$

Wtedy liczbę strzelań (N_{strz}) określa się jako mniejszą z wielkości określonych według wzorów (26 i 27);

b) czas przebywania pierwszego celu w strefie ognia przeciwlotniczego zestawu rakietowego z uwzględnieniem długości nalotu wynoszącego:

$$T_{dn} > T_n,$$

to część zamykających ugrupowanie bojowe celów może być ostrzelana dopiero po przeładowaniu wyrzutni startowych. W tym przypadku do liczby strzelań, prowadzonych kosztem rakiet rozmieszczonych na wyrzutniach startowych ($\frac{Q_{WS}}{n_{śr}}$), należy doliczyć liczbę strzelań, które mogą być wykonane rakietami znajdującymi się na samochodach transportowo - załadowczych, a więc:

$$N_2 = \frac{T_{dn} - T_n}{T_{cśr}} + 1 \qquad [29]$$

W tym przypadku całkowitą liczbę strzelań możliwych do wykonania przez pododdział rakietowy określa się ze wzoru:

$$N_{strz} = N_1 + N_2 \qquad [30]$$

Natomiast ogólną liczbę strzelań, jaką może wykonać ZT wojsk rakietowych SP[241] (dla konkretnego ugrupowania bojowego) oblicza się, sumując strzelania wykonane przez każdy pododdział rakietowy:

$$N_{strz(ZT)} = \sum_{i=1}^{K_{drS-75M}} N_{strzS-75M} + \sum_{j=1}^{K_{drS-125M}} N_{strzS-125M} \qquad [31]$$

[241] Zależność ta odnosi się do konkretnego ugrupowania bojowego wojsk rakietowych SP.

gdzie:

K_{drS75} - liczba pododdziałów rakietowych wyposażonych w przeciwlotnicze zestawy rakietowe S - 75M, uczestniczących w odparciu uderzenia ŚNP przeciwnika;

$N_{strzS75M}$ - liczba strzelań wykonanych przez i - ty pododdział rakietowy wyposażony w zestaw S - 75M;

$K_{drS125M}$ - liczba pododdziałów rakietowych wyposażonych w przeciwlotnicze zestawy rakietowe S - 125M, uczestniczących w odpieraniu uderzenia ŚNP przeciwnika;

$N_{strzS125M}$ - liczba strzelań wykonanych przez j - ty pododdział rakietowy wyposażony w zestaw S - 125M.

Obliczając wartości oczekiwanej liczby rażonych celów powietrznych, należy brać pod uwagę następujące przypadki:

A. liczba strzelań obliczonych według wzoru [30], nie przewyższa liczby celów uczestniczących w uderzeniu (nalocie):

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

B. liczba strzelań jest większa od liczby celów , a więc:

$$N_{strz(ZT)} > N_c$$

W pierwszym przypadku skuteczność działań bojowych analizowanego oddziału (ZT) występującego w ugrupowaniu mieszanym, oblicza się według wzoru:

$$M_{c(ZT)} = N_{strzS-75M} \cdot P_{nS-75M} + N_{strzS-125M} \cdot P_{nS-125M} \qquad [32]$$

gdzie:

$N_{strzS-75M}$ - liczba strzelań możliwych do wykonania przez biorące udział w odpieraniu nalotu pododdziały rakietowe wyposażone w PZR typu S - 75M;

P_{nS-75M} - prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego serią rakiet dla PZR S - 75M;

$N_{strzS-125}$ - liczba strzelań wykonanych przez pododdziały rakietowe wyposażone w PZR typu S- 125M biorące udział w odpieraniu nalotu;

$P_{nS-125M}$ - prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego serią rakiet dla PZR S - 125M.

W drugim przypadku należy uwzględnić fakt, że niektóre cele mogą być ostrzeliwane więcej niż jeden raz, kosztem powtórnego ostrzelania przez ten sam dywizjon lub ogniem ześrodkowanym kilku pododdziałów rakietowych. Dlatego przed

określeniem oczekiwanej wartości rażonych celów, należy ocenić liczbę strzelań przypadających na każdy cel. Jeżeli $\frac{N_{strz}}{N_c}$ jest wielkością całkowitą, to każdy cel średnio może być ostrzeliwany $\frac{N_{strz}}{N_c}$ razy, wtedy:

$$M_c = N_c \cdot [(1-(1-P_n)]^{\frac{N_{strz}}{N_c}} \qquad [33]$$

Jeżeli $\frac{N_{strz}}{N_c}$ nie jest liczbą całkowitą, to część celów może być ostrzelana L razy, a pozostałe L+1 razy, gdzie:

$L = \frac{N_{strz}}{N_c}$ - jest całkowitą częścią liczby $\frac{N_{strz}}{N_c}$.

Liczbę celów ostrzeliwanych L razy określa się wówczas według wzoru:

$$N_{c1} = N_c \cdot (L+1) - N_{strz} \qquad [34]$$

a ostrzeliwanych (L+1) razy z zależności:

$$N_{c2} = N_{strz} - N_c \cdot L \qquad [35]$$

Wartość oczekiwana liczby rażonych celów w tym przypadku jest sumą dwóch składowych i wynosi:

$$M_c = N_c[1-(1-P_n)^L]+[1-(1-P_n)^{L+1}] \qquad [36]$$

Natomiast prawdopodobieństwo rażenia celu podczas strzelania (P_n) określa się według następującego wzoru:

$$P_n = 1(1-P_1 \cdot K_{pbk})^n \qquad [37]$$

gdzie:

K_{pbk} - współczynnik niezawodności pracy bojowej kanału rakietowego PRK podczas lotu;

P_1 - prawdopodobieństwo rażenia celu jedną rakietą;

n - liczba rakiet w serii.

KONKLUZJA:

Analiza tej metody potwierdziła jej wszelkie niedoskonałości. Mimo, że jest interesująca, to nie spełnia sformułowanych przeze mnie wymogów. Największą jej wadą jest niemożność odzwierciedlenia zastosowanych przez ŚNP powietrznego przeciwnika sposobów i środków przeciwdziałania (np. zakłóceń radioelektronicznych). Ponadto, w metodzie tej nie uwzględnia się także rubieży wykonania zadania przez przeciwnika powietrznego, a jak wiadomo, informacja ta ma wielkie znaczenie i wywiera znaczny wpływ na osiągane rezultaty obliczeń. W związku z tym, metoda ta nie zapewnia określenia wiarygodnych wskaźników możliwości bojowych oraz ich oceny.

4.7. Metody stosowane w innych rodzajach sił zbrojnych (wojskach lądowych i marynarce wojennej)

Analizę metod określania możliwości bojowych nie ograniczyłem tylko i wyłącznie do metod stosowanych w wojskach lotniczych i obrony powietrznej. Za celowe uznałem zapoznanie się także z metodami stosowanymi w wojskach lądowych i marynarce wojennej. Dzięki temu uzyskałem pełny pogląd na metody stosowane w Wojsku Polskim. Uważam, że jest to szczególnie ważne na wyższych szczeblach dowodzenia, gdzie bardzo często dowódca potrzebuje informacji o możliwościach bojowych podległych mu sił i to nie tylko w zakresie obrony powietrznej, ale również o możliwościach innych rodzajów wojsk, które mogą współdziałać w zakresie zwalczania środków napadu powietrznego przeciwnika.

Podstawę przeprowadzenia analiz i dokonania ocen w wojskach lądowych stanowią Jednostkowe Wskaźniki Jakości (JWJ) wyrażające w umownych jednostkach – potencjał rażenia poszczególnych typów sprzętu i uzbrojenia. Problem ich wyznaczania jest istotnym elementem całego systemu badawczego – stanowi o adekwatności otrzymywanych kompleksowych oszacowań z rzeczywistym stanem rzeczy. Wskaźniki te określane są za pomocą różnych metod.

W marynarce wojennej metody określania możliwości bojowych w większości oparte są na metodach taksonomicznych. Ich nazwa pochodzi od dwóch greckich

słów: taksis (co oznacza układ, porządek) i nomos (prawo, zasada)[242]. Taksonomia jest zatem nauką o zasadach porządkowania i klasyfikacji[243]. Obecnie termin ten odnosi się do porządkowania i podziału na grupy jednostek różnych zbiorowości, niekoniecznie, jak to pierwotnie miało miejsce - biologicznych. W latach dziewięćdziesiątych metody taksonomiczne znalazły również szerokie zastosowanie w naukach wojskowych. Muszę jednak podkreślić, że metody te umożliwiają jedynie pozyskiwanie wskaźników charakteryzujących potencjał bojowy (możliwości bojowe), nie pozwalają natomiast dokonać oceny możliwości bojowych okrętu oraz zgrupowania okrętów. Do tego celu, podobnie jak w WOPL wojsk lądowych, wykorzystuje się metodę stosunku sił (załącznik 2).

4.7.1. Punktowa ocena możliwości bojowych wojsk (The Quantified Judgment Method - QJM)

Metoda punktowej oceny QJM została opracowana na początku lat siedemdziesiątych przez amerykańskich specjalistów wojskowych pod kierownictwem T.N. Dupey'a. Istotą metody jest możliwość przedstawienia w sposób policzalny najważniejszych czynników ilościowych i jakościowych, które mają wpływ na przebieg, a także na wynik działań (wojny, operacji, bitwy). Wskaźniki liczbowe wyrażające wspomniane czynniki są niezbędne do określania możliwości bojowych oraz prognozowania wyników przyszłych działań bojowych. W kalkulacjach i ocenach wykorzystuje się dane tabelaryczne oraz wzory matematyczne uzyskane najczęściej empirycznie z analizy dostępnych historycznych i współczesnych danych statystycznych[244]. W związku z tym, metoda ta jest przeznaczona głównie do oceny możliwości bojowych po działaniach (oceny retrospektywne – ex post). Istnieje jednak możliwość dokonywania ocen prospektywnych, które, mimo wszystko, są przedmiotem największego zainteresowania zarówno naukowców, jak i dowódców wszystkich rodzajów sił zbrojnych i wojsk.

---

[242] W. Pluta.: Wielowymiarowa analiza porównawcza w badaniach ekonomicznych. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne. Warszawa, 1977, s. 9.

[243] Pierwotnie pojęcia tego używano tylko do określania nauki zajmującej się klasyfikacją roślin i zwierząt.

[244] H. Spustek. Model obliczania i porównywania potencjałów bojowych zgrupowań wojsk własnych i przeciwnika. AON, Warszawa 1998, s.13.

Metoda QJM obejmuje jedenaście, w tym osiem podstawowych etapów analizy (rys. 16). Pierwszy etap dotyczy zbierania danych ilościowych i jakościowych dotyczących walczących stron oraz danych specyficznych, które określają warunki, w jakich prowadzono lub będzie się prowadzić walkę.

Wśród danych ilościowych, najważniejszą informacją jest skład zgrupowania bojowego (jednostek) każdej z walczących stron oraz wyszczególnienie najistotniejszych środków i systemów broni każdej jednostki bojowej. Rozpatruje się wszystkie środki ogniowe określone w etatach bojowych i tylko te, o których wiadomo, że są w jednostce i mogą być wykorzystane w walce[245]. Dane jakościowe natomiast dotyczą tylko i wyłącznie kompletnych charakterystyk taktyczo – technicznych uzbrojenia.

Trzecia grupa to dane specyficzne, obejmujące głównie: zadania stron, poniesione straty w sile żywej i sprzęcie, szerokość oraz głębokość ugrupowania bojowego (szczególnie dotyczy to jednostek wojsk lądowych).

Bardzo ważną częścią danych specyficznych są warunki środowiskowe, które dotyczą zarówno terenu, jak i warunków meteorologicznych. W przedstawionej grupie danych uwzględnia się również poziom wyszkolenia i doświadczenie bojowe, stan moralno – polityczny oraz efektywność dowodzenia pododdziałami, oddziałami i związkami taktycznymi różnych rodzajów wojsk.

Drugim etapem analizy jest określenie teoretycznej (TLI) i praktycznej (OLI) wartości bojowej skuteczności uzbrojenia. Z przyczyn metodologicznych[246], uzbrojenie podzielono na dwie zasadnicze grupy:

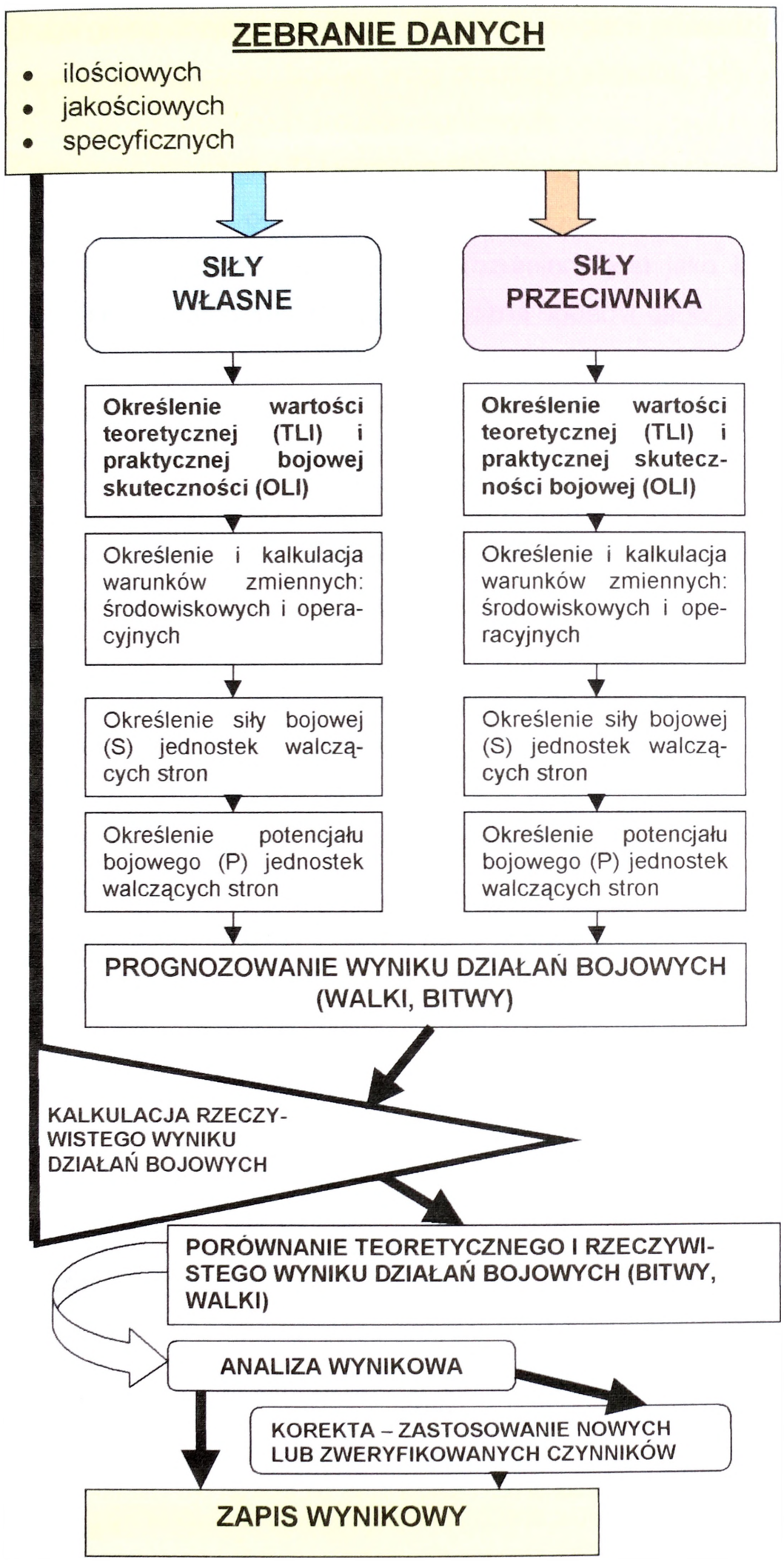
- niemobilne
- mobilne.

Do pierwszej grupy zaliczono te wszystkie środki, które nie mają możliwości samodzielnego poruszania się, a jeżeli je nawet posiadają – to nie są przystosowane do prowadzenia ognia w ruchu. W tej grupie znalazły się środki stacjonarne, przenośne, przewoźne, ciągnione i montowane na podwoziach.

---

[245] Oprócz podstawowych systemów uzbrojenia należy rozpatrywać broń indywidualną stanów osobowych służb pomocniczych i zabezpieczenia.

[246] Wzięto pod uwagę wartość bojową uzbrojenia w zależności od warunków terenowych, w jakich będzie działać na współczesnym polu walki.



Rys. 16. Etapy postępowania podczas analizy możliwości bojowych metodą QJM.

Druga grupa obejmuje systemy uzbrojenia mogące prowadzić ogień w ruchu. Zaliczono więc do niej czołgi: bojowe wozy piechoty i samoloty, które mają zazwyczaj jeden lub więcej pomocniczych środków ogniowych.

Określenie wskaźnika TLI wymaga obliczenia następujących wskaźników:

- **Wskaźnik natężenia ognia (Rate of fire – RF)** wyznacza się w oparciu o parametr szybkostrzelności. Wskaźnik ten rozumiany jest jako liczba skutecznych strzałów, które w idealnych warunkach można oddać z danego środka ogniowego w określonym czasie. Godzinę przyjęto jako jednostkę czasu.
- **Wskaźnik zdolności rażenia (Number of Potencial Targets per Strike – PTS)** określa liczbę celów możliwych do zniszczenia jednym strzałem. Wyznaczany jest, by ustalić podstawy do porównania względnej teoretycznej skuteczności broni umożliwiającej rażenie celów punktowych[247], a systemami broni mającymi zdolność rażenia celów powierzchniowych.
- **Wskaźnik względnej skuteczności obezwładnienia (Relative Incapacitating Effect – RIE)** określa prawdopodobieństwo obezwładnienia określonego celu jednym strzałem[248].
- **Wskaźnik celności (Accuracy – A)** określa prawdopodobieństwo trafienia w cel z precyzyjnie wycelowanej broni. Uwzględnia cechy jakościowe samej broni, a nie wyszkolenie obsługi. Ustalany jest eksperymentalnie.
- **Wskaźnik niezawodności (Reliability – RL)** ustalany jest eksperymentalnie. Jego wyznaczanie potwierdza fakt, że każda broń stanowiąca układ mechaniczny może kiedyś ulec awarii[249]. Czynnik ten charakteryzuje zdolność broni do wykonywania wymaganych zadań (spełnienia funkcji) w określonych warunkach eksploatacji i w określonym czasie.

Wymienione powyżej wskaźniki cząstkowe stanowią podstawę do określenia wskaźnika teoretycznej skuteczności broni (TLI) wyłącznie dla środków niemobilnych. Ruchomy środek walki, taki jak czołg czy samolot myśliwsko – bombowy, z reguły dysponuje więcej niż jednym środkiem uzbrojenia. Ponadto, dzięki charakterystycznym dla siebie własnościom ochronnym, zapewnianym przez opancerzenie oraz

---

[247] Za cel punktowy przyjęto żołnierza, zakładając że zajmuje on powierzchnię 1 m^2.

[248] Dla broni o większej sile rażenia niż broń krótka i lekkie karabiny maszynowe, czynnik przyjmuje wartość równą 1.

[249] T.N. Dupuy.: Liczby, prognozy i wojna. Cz. I. Ilościowo – jakościowa metoda oceny zdolności bojowej i prognoz wyników walki. ASG WP, Warszawa, 1984, s. 49.

prędkość przemieszczania się na polu walki, może on w znacznym stopniu zapewnić bezpieczeństwo obsługującej go załodze. Dla artylerii samobieżnej, pocisków rakietowych, broni wielolufowej, systemów broni artyleryjskiej wykorzystujących ładunki wieloczłonowe oraz rodzaju podwozia, na którym dane uzbrojenie zostało zamontowane, należy uwzględnić wybrane czynniki – stosownie do obliczanego wskaźnika – spośród przedstawionych poniżej.

Wskaźnik manewrowości (M) wyraża zdolność danego środka walki do zmiany położenia na polu walki. Zdolność ta w sposób oczywisty wpływa na wzrost jego skuteczności bojowej.

Wskaźnik promienia działania (Radius of Action Factor – RA) został zdefiniowany jako zdolność do pokonania określonej odległości bez potrzeby ponownego tankowania paliwa. Dla pojazdów lądowych jest to odległość, jaką może przebyć dany środek walki w terenie o przeciętnej skali trudności, poza drogami, wykorzystując cały zapas paliwa w zbiorniku. Natomiast dla powietrznych środków walki, promień działania to maksymalna odległość, na jakiej mogą one wykonywać zadanie bojowe, przy uwzględnieniu konieczności powrotu na macierzyste lub inne wskazane lotnisko.

Wskaźnik odporności na zniszczenie (Punishement Factor – PF) jest definiowany jako wrażliwość danego środka na ogień przeciwnika. Skuteczność ognia przeciwnika zmniejsza się w miarę wzrostu jakości jego opancerzenia oraz prędkości poruszania się na polu walki. Wpływ prędkości na zmniejszenie się wrażliwości środka walki na ogień przeciwnika, autorzy metody odwzorowali we wzorze określającym współczynnik mobilności na polu walki. Współczynnik odporności zależy, między innymi, od wagi rozpatrywanego środka walki. Przyjęto, że współczynnik ten dla transportera opancerzonego, działa przeciwpancernego wynosi połowę wartości obliczonej dla czołgu o identycznej wadze. Wynika to z odpowiednio mniejszej części wagi pojazdu przeznaczonej na jego pancerną osłonę. Dla samolotów, wielkość rozpatrywanego współczynnika oblicza się w identyczny sposób, podstawiając w miejsce „wagi" ciężar samolotu i dzieląc otrzymaną wartość przez dwa[250].

Wskaźnik szybkostrzelności (Rapidity of Fire – RF) wyraża szybkość, z jaką można oddać strzał z podstawowej broni i powtórnie ją załadować. Wartość czynnika szybkostrzelności dla broni pancernej i przeciwpancernej wyznaczana jest we-

[250] Tamże, s. 53.

dług krzywej określonej eksperymentalnie, na podstawie odniesienia możliwości danej broni podstawowej do godzinnego utrzymania natężenia ognia[251].

Wskaźnik jakości kierowania ogniem (Fire Control Effect – FCE) odzwierciedla praktyczną skuteczność układów kontroli prowadzenia ognia. Stosowany jest w obliczeniach jako współczynnik dla środków pancernych.

Wskaźnik zaopatrzenia w amunicję (Ammunition Supply Effect – ASE) jest określony w oparciu o ilość amunicji przewożonej przy sprzęcie, do broni podstawowej danego uzbrojenia mobilnego i procentowej możliwości utrzymania tą ilością amunicji (teoretycznego) godzinnego natężenia ognia. Bazą do określania współczynnika zaopatrzenia w amunicję jest jej ilość, stanowiąca jednostkę ognia danego środka walki. Dodatkowo dla samolotów wprowadzono współczynnik uwzględniający pułap lotu, który dla wszystkich typów przyjmuje wartości:

- 1,0 – dla samolotów działających na wysokości 9000 metrów;
- maleje o 0,02 na każde 300 metrów poniżej wysokości 9000 metrów;
- wzrasta o 0,005 na każde 300 metrów, gdy wysokość działania zwiększa się powyżej 9000 metrów[252].

Wskaźnik broni wielolufowej (MBE) stanowi sumę czynników wyznaczonych eksperymentalnie dla poszczególnych luf broni wielolufowej, głównie przeciwlotniczych armat sprzężonych i wieloprowadnicowych wyrzutni pocisków rakietowych. Współczynnik MBE ma również zastosowanie w przypadku zamontowania więcej niż dwóch rodzajów uzbrojenia na mobilnych środkach ogniowych (np. przeciwlotniczych systemów rakietowo – artyleryjskich). W przypadku samolotów i śmigłowców może występować szereg kombinacji uzbrojenia zabieranego do lotu bojowego (pociski rakietowe powietrze – powietrze, powietrze – ziemia, bomby, broń lufowa). Dlatego przyjęto, że ich wielolufowość uwzględniana jest w ramach danej grupy zabieranego uzbrojenia.

Wskaźnik ładunku wieloczęściowego w nabojach artyleryjskich (Multiple Charge Artillery Weapons Effect – MCE) jest przyjmowany dla dział, w których stosowane są ładunki miotające wieloczęściowe, pozwalające na odpowiedni dobór ilo-

---

[251] H. Spustek. Model obliczania i porównywania potencjałów bojowych zgrupowań wojsk własnych i potencjalnego przeciwnika. AON, Warszawa, 1998, s. 21.

[252] Uniwersalna metodyka oceny wartości bojowej uzbrojenia oraz potencjału bojowego związków taktycznych i operacyjnych. MON, Warszawa, 1993.

ści tych ładunków lub ich kombinację, w zależności od odległości strzelania. Wskaźnik ten określono szacunkowo na podstawie ocen ekspertów.

Wskaźnik pokładowego uzbrojenia samolotów (Aircraft Mounted Weapons Effect – AE) uwzględnia wpływ broni wojsk lądowych, dodatkowo montowanych na ich praktyczną skuteczność. Autorzy metody przyjęli, że gdy broń ta jest zamontowana na pokładzie samolotu, wskaźnik praktycznej skuteczności wynosi 0,75.

Po zdefiniowaniu głównych czynników dających się bez trudu wyrazić liczbami, uporano się z problemem miary standardowej, jakiej należy używać w celu uzyskania porównywalnych wartości efektywności niszczenia. Miarę tę nazwano teoretycznym wskaźnikiem efektywności niszczenia (TLI). Wskaźnik (TLI) w oparciu o wymienione parametry, wyznacza się z zależności:

TLI = ***[suma współczynników efektywności niszczenia wszystkich rodzajów uzbrojenia danego systemu broni • współczynnik mobilności (lub szybkostrzelności) • współczynnik promienia działania (lub wytrzymałości) + współczynnik odporności] • współczynnik szybkostrzelności praktycznej • współczynnik sterowania ogniem • współczynnik zaopatrzenia w amunicję • współczynnik pułapu***

Obiektywny wskaźnik efektywności niszczenia (OLI) otrzymuje się z wartości teoretycznego wskaźnika efektywności niszczenia (TLI), przez uwzględnienie współczynnika rozśrodkowania celów (Di):

$$OLI = \frac{TLI}{D_i} \qquad [38]$$

Wskaźnik rozśrodkowania celów (Di) jest rozumiany jako nasycenie siły żywej na km^2 pola walki. Podstawą do określenia tego współczynnika, jaką przyjęli historycy, była gęstość ugrupowania żołnierzy starożytnej falangi. Antyczne ugrupowanie bojowe liczące 100 000 żołnierzy, zajęłoby przy założonej gęstości rozmieszczenia żołnierzy, powierzchnię równą jednemu kilometrowi kwadratowemu. Takiej formacji przypisano współczynnik rozśrodkowania równy 1[253]. Dla wszystkich kolejnych ugrupowań pojawiających się na przestrzeni dziejów, odpowiadający im współczynnik rozśrodkowania wyznaczono poprzez określenie powierzchni (w km^2), jaka byłaby potrzebna dla rozmieszczenia 100 000 żołnierzy w sposób właściwy rozpatrywanej

[253] Tamże, s. 61.

formacji. Wartości współczynnika rozśrodkowania przyjmowane do oceny poszczególnych wojen przedstawiłem w tabeli 2.

Tabela 2

Zależność współczynnika rozśrodkowania od rodzaju wojny,(konfliktu)

Wojna	Wartość współczynnika Rozśrodkowania
Wojny starożytne	1
Wojny napoleońskie	20
Amerykańska wojna domowa	25
I wojna światowa	250
II wojna światowa	3000
Połowa lat siedemdziesiątych (broń konwencjonalna)	4000
Wojna w Zatoce Perskiej	brak opracowania[254]

Jak wynika z tabeli 2, do oceny współczesnych konfliktów zbrojnych i wojen wykorzystuje się współczynnik rozśrodkowania równy 4000. Podstawowym celem zastosowania tego wskaźnika jest konieczność zamiany wskaźnika teoretycznej skuteczności broni na wskaźnik praktycznej skuteczności, dzięki czemu otrzymuje się większą wiarygodność uzyskiwanych wyników.

Wartości wskaźników teoretycznej i praktycznej skuteczności dla wybranych, przykładowych systemów broni, przedstawiłem w tabeli 3.

Etap trzeci dotyczy określenia i kalkulacji odzwierciedlających zmienne środowiskowe i operacyjne. Rozpatruje się przede wszystkim wpływ na skuteczność uzbrojenia takich czynników, jak:

- warunki terenowe;
- warunki atmosferyczne;
- pora roku i klimat;
- sytuacja w powietrzu.

---

[254] Brak opracowania wartości współczynnika rozśrodkowania w odniesieniu do wojny w Zatoce Perskiej wynika z faktu utajnienia przez strony konfliktu wielu danych, które są niezbędne do jego obliczenia.

Tabela 3[255]

Przykładowe wartości wskaźników efektywności niszczenia dla współczynnika rozśrodkowania D_i = 4000.

Lp.	System broni	TLI	OLI
1.	Karabin maszynowy	4973	1.24
2.	Armata polowa 155 mm	912428	228.00
3.	Haubica	637215	164.00
4.	Czołg średni	935458	234.00
5.	Samolot myśliwsko – bombowy	1245789	311.00
6.	Rakieta ziemia – ziemia	3333370	835.00
7.	Wybuch jądrowy powietrzny 20 kT	49086000	12272.00
8.	Wybuch jądrowy powietrzny 1 MT	685385000	173846.00

Wpływ rodzaju terenu na efektywność różnych rodzajów broni (piechoty, artylerii, wojsk pancernych oraz lotnictwa wykorzystywanego do bezpośredniego wsparcia wojsk lądowych) ma charakter zmiennych środowiskowych. Natomiast wpływ terenu na mobilność środków ogniowych oraz skuteczność realizowanych działań bojowych ma charakter operacyjny. Na przykład, teren może ograniczać możliwości w zakresie organizacji sektora prowadzenia ognia i ten jego wpływ (tę zmienną) autorzy metody przyjęli określać jako środowiskowy. Ale ten sam teren może jednocześnie uniemożliwić manewr środków ogniowych czy też całych oddziałów i związków taktycznych. Tę zmienną autorzy metody zakwalifikowali jako operacyjną[256]. Podobnie jest w przypadku pogody (warunków atmosferycznych). Dotyczy to, między innymi, wpływu różnego rodzaju pogody na skuteczność działania artylerii, czołgów, samolotów bezpośredniego wsparcia lotniczego (zmienne środowiskowe) oraz na mobilność środków walki i efektywność poszczególnych rodzajów działań bojowych (zmienne operacyjne).

Etap czwarty obejmuje określenie siły bojowej (S) jednostek walczących stron. Kalkulacje te przeprowadza się poprzez zespolenie wskaźników praktycznej sku-

[255] Gogolewski J., Wocial J.: Metody określania jednostkowego wskaźnika jakości. AON, Warszawa, 1992, s. 28.

[256] T. N. DUPUY. Liczby, prognozy i wojna. Cz. I. Ilościowo – jakościowa metoda oceny zdolności bojowej i prognoz wyników walki. ASG WP, Warszawa1984, s. 72.

teczności bojowej OLI wszystkich typów broni, w podstawowych sześciu rodzajach uzbrojenia, składających się na uzbrojenie ocenianej jednostki, z jednoczesnym uwzględnieniem wszystkich zmiennych warunków środowiskowych. Obliczenia te wykonuje się zgodnie z poniższą zależnością:

$$S = [(W_S + W_{mg} + W_{hw}) \bullet r_n] + [(W_{gi} \bullet r_n) + [(W_g + W_{gv}) \bullet (r_{wg} \bullet h_{wg} \bullet z_{wg} \bullet w_{yg})] + \\ + (W_i \bullet r_{wi} \bullet h_{wi}) + (W_i \bullet r_{wi} \bullet h_{wi}) + (W_y \bullet r_{wy} \bullet h_{wy} \bullet z_{yw} \bullet w_{yy}) \quad [39]$$

gdzie:

S – siła bojowa jednostki wojskowej;

W – wartość wskaźnika praktycznej skuteczności bojowej OLI poszczególnych rodzajów broni, przy czym indeksy oznaczają:

W_S – lekka broń piechoty;

W_{mg} – ciężka broń piechoty;

W_{hw} – inne ciężkie środki ogniowe piechoty i opancerzone wozy bojowe;

W_{gi} – środki przeciwpancerne;

W_g – artyleria polowa;

W_{gy} – środki przeciwlotnicze;

W_i – środki pancerne;

W_y – środki bezpośredniego wsparcia lotniczego;

r – czynniki wpływu warunków terenowych;

h – czynniki wpływu warunków atmosferycznych;

z – czynniki wpływu pory roku i klimatu;

w – wpływ sytuacji w powietrzu[257].

Etap piąty obejmuje określenie potencjału bojowego jednostek walczących stron. Kalkulacje te prowadzone są poprzez uwzględnienie do skalkulowanej siły bojowej wszystkich zmiennych operacyjnych, mających wpływ na przebieg działań oraz czynników środowiskowych wpływających na skuteczność wojsk walczących stron w zależności od prowadzonych działań. Potencjał bojowy można obliczyć korzystając z zależności:

$$P = S \bullet m \bullet CEV \bullet u_S \bullet r_U \bullet h_U \bullet z_U \bullet V \quad [40]$$

gdzie:

P – potencjał bojowy;

---

[257] J. Gogolewski, J. Wocial.: Metody określania jednostkowego wskaźnika jakości. AON, Warszawa, 1992.

S – siła bojowa;

m – czynnik mobilności;

CEV – współczynnik względnej efektywności bojowej;

v- czynnik wrażliwości na zniszczenie;

z_U – czynnik wpływu pory roku i klimatu;

h_U – czynnik wpływu warunków atmosferycznych;

r_U – czynnik wpływu warunków terenowych;

u_S – czynnik wpływu rodzaju prowadzonych działań bojowych na siłę bojową.

Etap szósty stanowi prognozowanie wyników działań (walki). Prognoza ta realizowana jest w oparciu o wyznaczony stosunek potencjałów bojowych walczących stron. Ocenia się, że jeżeli stosunek jest większy od jeden (1), to teoretycznie wojska własne powinny osiągnąć sukces. Natomiast, jeśli stosunek jest mniejszy od 1, to potencjalnym zwycięzcą będzie przeciwnik. Autorzy metody podkreślają również, że przy stosunku mieszczącym się w granicach od 0,9 do 1,1 nie można jednoznacznie określić wyniku prowadzonych działań.

W etapie siódmym realizowane są przedsięwzięcia związane z kalkulacją rzeczywistego wyniku bitwy (walki). Kalkulację tę przeprowadza się na podstawie danych statystycznych uzyskanych po bitwie. Składa się na nią przede wszystkim ocena:

- stopnia wykonania zadań bojowych (MF) określana na podstawie tabeli;
- obszaru efektywności prowadzonych działań (E_{sp}) określana według odpowiedniego wzoru;
- efektywności strat osobowych (E_{cas})[258].

Po dokonaniu powyższych ocen dla każdej z walczących stron, wyznacza się rzeczywisty wynik bitwy na podstawie następującej zależności:

$$R = MF + E_{sp} + E_{cas} \qquad [41]$$

Etap ósmy obejmuje porównanie teoretycznego i rzeczywistego wyniku bitwy. Porównania tego dokonuje się na bazie wyników uzyskanych w etapie VI i VII. Jeżeli uzyska się wyniki:

$P_f : P_e > 1$ - to różnica $R_f - R_e$ powinna być dodatnia;

$P_f : P_e < 1$ - to różnica $R_f - R_e$ powinna być ujemna[259].

---

[258] H. Spustek. Model obliczania i porównywania potencjałów bojowych zgrupowań wojsk własnych i potencjalnego przeciwnika. AON, Warszawa, 1998, s.24.

Gdy te porównania zawierają istotne niezgodności, to należy ponownie przeanalizować wykorzystywane dane i wprowadzić niezbędne korekty.

W kolejnym, dziewiątym etapie, dokonuje się analizy otrzymanych wyników. Należy jednak pamiętać o tym, że dane dotyczące bitwy (walki) mogą być niekompletne i niedokładne. Poza tym, kalkulacje z reguły obarczane są pewnym błędem. W przypadku stwierdzenia nieprawidłowości obliczeń, wskazane jest przeprowadzenie analizy bitew mających porównywalne charakterystyki. By wyeliminować błędy, należy ponownie poddać sprawdzeniu dane wejściowe. W przypadku wystąpienia nieprawidłowości, może zaistnieć potrzeba zweryfikowania wyznaczonych lub uwzględnienia nowych czynników, a więc realizacji następnego, dziesiątego już etapu.

Etap dziesiąty dotyczy korekty zastosowanych nowych lub zweryfikowanych czynników. Czynności te realizowane są tylko wtedy, gdy stwierdzono jakiekolwiek nieprawidłowości w obliczeniach stosunków potencjałów $P_f : P_e$ oraz rzeczywistego wyniku bitwy. Następnie, kolejno dokonuje się obliczeń, wprowadzając nowe lub zweryfikowane czynniki.

Ostatnim etapem jest zapis otrzymanych rezultatów obliczeń. Dokonywany jest w zależności od potrzeb, ale zawsze powinien zawierać stosunek potencjałów bojowych przeciwnych, walczących stron.

4.7.2. Metoda UW (oparta na wzorcu T – 55)

Metoda ta stosowana była w państwach byłego Układu Warszawskiego. Wykorzystywano ją szczególnie w wojskach lądowych, biorąc pod uwagę współczynnik jakościowy (WJ) uzbrojenia i sprzętu bojowego przedstawiający sobą – w formie matematycznej wartości bezwzględnej – charakterystykę jego możliwości bojowych w operacji (walce)[260]. Autorzy tej metody, za jednostkę kalkulacyjną poszczególnych systemów uzbrojenia przyjęli, możliwości bojowe czołgu T – 55, którego współczynnik jakościowy określili jako równy 1[261]. W dalszej kolejności określili wartości współ-

---

[259] T. N. Dupuy.: Liczby, prognozy i wojna. Cz. I. Ilościowo – jakościowa metoda oceny zdolności bojowej i prognoza wyników walki. ASG WP. Warszawa, 1984.

[260] H. Spustek.: Model obliczania i porównania potencjałów bojowych zgrupowań wojsk własnych i potencjalnego przeciwnika. AON, Warszawa, 1998, s. 26.

[261] Wartości współczynników określonych z wykorzystaniem tej metody, przedstawiłem w załączniku 3.

czynników, których wielkości zostały zestawione w tabelach[262]. Nie podali natomiast sposobu obliczania współczynników jakościowych innych systemów uzbrojenia i sprzętu bojowego w stosunku do wzorca. Ze względu na to, że w dostępnych opracowaniach nie dotarłem do sposobu określenia wartości bojowej poszczególnych środków, uznałem tę metodę za mało przydatną do rozwiązania problemu, będącego przedmiotem mojej rozprawy.

4.8. Ocena metod określania możliwości bojowych w aspekcie zastosowania ich do kompleksowej oceny możliwości bojowych wojsk OP

Istotnym przedsięwzięciem procesu badawczego było dokonanie rzetelnej, obiektywnej oceny stosowanych dotychczas metod określania możliwości bojowych. Podstawowy problemem w tym etapie badań to dobranie odpowiednich kryteriów oceny opisanych metod, które jednocześnie stanowiły narzędzie do sformułowania wymagań w stosunku do konstruowanej metody kompleksowej oceny możliwości bojowych wojsk OP. Wymagania te, już na wstępie wykluczyły wszystkie analizowane przeze mnie metody umożliwiające określanie jedynie możliwości bojowych tylko jednego komponentu wojsk OP. Przykładem jest metoda stosunku średnich czasów. Ze względu na swą specyfikę, umożliwia ona określenie możliwości bojowych jedynie wojsk rakietowych SP (ich pododdziałów i oddziałów). Ponadto, wadą tej metody jest również to, że nie można odzwierciedlić oddziaływania środków napadu powietrznego na pododdziały rakietowe. Stosując tę metodę, istnieje jedynie możliwość określenia ogólnej (uśrednionej) liczby strzelań, bez uwzględnienia rubieży wykonania zadania bojowego przez przeciwnika powietrznego. Wymienione wady, we współczesnych realiach prowadzenia walki powodują, że metoda stosunku średnich czasów nie jest przydatna do praktycznej oceny możliwości bojowych oddziału (ZT) wojsk rakietowych. Zatem, obszar jej zastosowania jest za wąski w stosunku do przyjętych na wstępie założeń.

Innym, diametralnie różnym przykładem jest metoda stosunku sił. W przeciwieństwie do metody stosunku średnich czasów, posiada szeroki obszar zastosowania, gdyż wykorzystywana jest zarówno w wojskach lądowych, marynarce wojennej,

---

[262] Współczynniki jakościowe uzbrojenia i sprzętu bojowego wojsk własnych i nieprzyjaciela. Sztab Generalny. Warszawa 1984, s. 3 – 7.

jak i wojskach obrony przeciwlotniczej wojsk lądowych. Odrębnym problemem w tej metodzie jest sposób pozyskiwania danych, który może być różny w zależności od zastosowanego podejścia.

Wśród metod, które znalazły się w obszarze mojego zainteresowania była również opisana wcześniej metoda QJM. Jest ona dwuaspektową, wielopoziomową próbą ujęcia jakości zarówno pojedynczego systemu broni, jak i zgrupowań systemów broni właściwych dla wojsk lądowych. Nie oznacza to jednak, że nie może być ona wykorzystana do określania potencjału wojsk obrony powietrznej. Dzięki temu, że metoda zorientowana jest nie tylko na określenie jednostkowego wskaźnika jakości, a uwzględnia również walkę dwóch zgrupowań, jest najdalej idącą próbą opisu potencjału bojowego własnego zgrupowania.

Przeprowadziłem również analizę metody, której w literaturze przedmiotu nadano nazwę metody NATO. Oparta na badaniach eksperckich (zdolność bojowa i sytuacja bojowa), jest próbą dwuaspektowego opisu obiektu dla kilku wybranych grup (względnie jednorodnych celowościowo) systemów broni. Nie ma żadnego merytorycznego związku pomiędzy wybranymi grupami, a uzyskane wartości są właściwe w ramach określonej grupy. Wyznaczona miara jakości jest miarą względną obiektu w stosunku do systemu broni uznanego za najlepszy. Uwzględnia ona niemierzalny aspekt otoczenia systemu, tj. sytuację bojową[263]. Metoda ta umożliwia określenie możliwości bojowych podgrup, a dzięki temu i możliwości bojowych grupy. Nie można jednak określić potencjału bojowego zgrupowania (systemu broni połączonych) ze względu na nieporównywalność możliwości bojowych grup, co zaliczam do największych jej wad.

Analiza i ocena metod stosowanych w wojskach lądowych dowodzi, że dla potrzeb rozwiązania mojego problemu badawczego, będącego przedmiotem rozprawy ,można zaadaptować jedynie metodę uniwersalną[264], która oparta jest na metodzie QJM.

---

[263] J. Gogolewski., J. Wocial.: Metody określania jednostkowego wskaźnika jakości. AON, Warszawa, 1992. S. 34.

[264] Podstawowe dane taktyczno – techniczne, które uwzględnia się do oceny wartości bojowej samolotów przedstawiłem w załącznikach 4 i 5. Natomiast dla przeciwlotniczych systemów rakietowych w załączniku 6.

Tabela 4[265]

Metoda	**Obszar zainteresowania**	**Sposób pozyskiwania danych**	**Przestrzeń kryterialna**	**Poziom analizy kryterium**
UW	Wszystkie	Ekspertowa	Jednoaspektowa	Jeden
NATO	Kilka niezależnie grup	Ekspertowo – analityczna	Dwuaspektowa	_____
WII (uniwersalna)	Wszystkie	Analityczna	Dwuaspektowa	_____
QJMA	Wojska lądowe	Ekspertowo – analityczna	Dwuaspektowa	Wiele

Wszystkie analizowane przeze mnie metody zorientowane są głównie na pozyskiwanie wartości liczbowych wskaźników, określających możliwości bojowe systemów uzbrojenia (wartości bojowej) lub zgrupowań wojsk (najczęściej związków taktycznych i operacyjnych wojsk lądowych). Dostrzegalnym w nich jest brak elementów oceniających, co powoduje konieczność interpretacji wyników obliczeń przez podmioty określające możliwości bojowe. W takim przypadku, ocena możliwości bojowych staje się subiektywna, a nie obiektywna. Każdy podmiot realizujący proces określania możliwości bojowych interpretuje otrzymywane wyniki na swój sposób, który w dużej mierze zależy od ich wiedzy i doświadczenia w pracy sztabowej. Z założenia przyjmuje się, że proces określania możliwości bojowych nie jest procesem samym w sobie. Jego celem jest ocena tych możliwości. Nie ma jednak takiej metody, która by umożliwiała nie tylko pozyskiwanie interesujących nas wskaźników możliwości bojowych, ale zarazem dawała ich ocenę.

Uzyskane rezultaty moich badań porównałem z poglądami decydentów OP oraz oficerów operacyjnych ze sztabów oddziałów i związków taktycznych wojsk OP, które uzyskałem w wyniku badań ankietowych (załącznik 8).

[265] Tamże, s. 35.

5. STOSOWANE METODYKI OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH RODZAJÓW WOJSK OBRONY POWIETRZNEJ

Zgodnie z ogólną definicją metodyki przyjętą w rozdziale 2, metodyka określania możliwości bojowych powinna być zbiorem zasad dotyczących procesu określania możliwości bojowych lub trybem postępowania dążącego do określenia możliwości bojowych wojsk (ich pododdziałów, oddziałów i ZT). W praktyce najczęściej mamy do czynienia z metodykami, które są trybem postępowania, a nie zbiorem zasad. Obecnie istnieje wiele metodyk dotyczących określania możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego, wojsk rakietowych i w mniejszym stopniu pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych oraz wojsk radiotechnicznych i pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego. Brak jest natomiast metodyk umożliwiających określanie kompleksowych możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej. Charakterystyka metodyk określania możliwości bojowych aktywnych środków walki (LM, WR i pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych) jest treścią niniejszego rozdziału.

5.1. Określanie możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego

Najczęściej stosowaną metodą określania możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego jest metoda analityczna. Zastosowanie jej umożliwia obliczanie poszczególnych wskaźników za pomocą odpowiednich zależności matematycznych. Metoda ta polega na kolejnym rozwiązywaniu równań i nierówności matematycznych, wyrażających wskaźniki możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego, od pojedynczego samolotu (załogi), do pododdziału (eskadry) i oddziału (pułku) LM włącznie.

5.1.1. Określanie skuteczności bojowej

Określenie skuteczności bojowej polega na odzwierciedleniu jej w kalkulacjach taktyczno - operacyjnych za pomocą odpowiednich wskaźników. Podstawowym wskaźnikiem charakteryzującym skuteczność jest prawdopodobieństwo zniszczenia celu powietrznego (CP) przez pojedynczy samolot myśliwski. Wielkość tę określa się następującym wzorem:

$$P_p = P_n \cdot P_a \cdot P_r \qquad [42]$$

gdzie:

P_n - prawdopodobieństwo naprowadzania samolotu na CP;

P_a - prawdopodobieństwo wyjścia samolotu do ataku;

P_r - prawdopodobieństwo rażenia celu.

W przypadku prowadzenia działań samodzielnych, wyrażenie na prawdopodobieństwo przybiera postać:

$$P_p = P_w \cdot P_a \cdot P_r \qquad [43]$$

gdzie:

P_w - prawdopodobieństwo wykrycia celu powietrznego przez pilota;

P_a i P_r - jak we wzorze [43].

Znając prawdopodobieństwo zniszczenia CP przez pojedynczy samolot myśliwski określa się potrzebną liczbę samolotów myśliwskich do jego zniszczenia. Wskaźnik ten określa się z zależności:

$$N_m = N_c \cdot N_1 \qquad [44]$$

gdzie:

N_m - potrzebna liczba samolotów myśliwskich do zniszczenia celu powietrznego;

N_c - liczba ŚNP przeciwnika w składzie danego celu;

N_1 - potrzebna liczba samolotów myśliwskich do zniszczenia pojedynczego celu.

Aby obliczyć oczekiwaną liczbę rażonych celów (N_m), należy w pierwszej kolejności określić potrzebną liczbę samolotów myśliwskich do zniszczenia celu pojedynczego:

$$N_1 = \frac{\log(1-P_g)}{\log(1-P_p)} \qquad [45]$$

gdzie:

P_g - gwarantowane (nakazane) prawdopodobieństwo zniszczenia pojedynczego ŚNP;

P_p - prawdopodobieństwo zniszczenia pojedynczego ŚNP przez pojedynczy samolot myśliwski.

Potrzebną liczbę samolotów do odparcia nalotu, oblicza się za pomocą następującej zależności:

$$N_1 = \sum_{j=1}^{J} N_m(j) \qquad [46]$$

gdzie:

$N_{m(j)}$ - potrzebna liczba samolotów myśliwskich do zniszczenia j - tego celu;

j - liczba celów powietrznych w danym nalocie.

Wskaźnikiem uogólniającym skuteczność bojową jest oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych (M_{CLM}), którą można obliczyć ze wzoru:

$$M_{CLM} = \sum_{j=1}^{m} M_j \qquad [47]$$

Przedtem trzeba jednak wyznaczyć wartość średnią oczekiwanej liczby zniszczonych ŚNP ze składu j - tego celu:

$$M_j = \sum_{i=1}^{k} P(i) \qquad [48]$$

gdzie:

m - liczba celów powietrznych w danym nalocie;

k - liczba ŚNP w składzie danego celu;

$P_{(I)}$ - prawdopodobieństwo zniszczenia i - tego celu.

5.1.2 Określanie możliwości przestrzennych

Określenie możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego to nie tylko znajomość wskaźników skuteczności bojowej, ale również wskaźników przestrzennych. Pierwszym z tej grupy wskaźników jest zasięg bojowego oddziaływania, charakteryzowany przez taktyczny promień działania (R_T), który w przybliżeniu określany jest następującą zależnością:

$$R_T = \frac{Q_{LP}}{2C_K} + \frac{S_{wzn} + S_{zn}}{2} \qquad [49]$$

gdzie:

Q_{LP} - ciężar paliwa dysponowanego na lot poziomy z uwzględnieniem lotu grupowego i zapasów technicznych;

C_K - średnie zużycie paliwa na 1km lotu;

S_{wzn} - droga wznoszenia;

S_{zn} - droga zniżania.

Drugim wskaźnikiem, z omawianej grupy jest potrzebna rubież wprowadzania do walki (S_{PRWW}), która określana jest zarówno dla ataków z przedniej, jak i tylnej półsfery. Rubieże te można obliczyć z następujących zależności:

a) **dla przedniej półsfery**:

$$S_{PRWW(P)} = \frac{a + d - d_{rk}}{m + 1} - d + V_c \cdot t_{rk} + A + R_b \qquad [50]$$

b) **dla tylnej półsfery**:

$$S_{PRWW(T)} = \frac{a + d - d_{rk}}{m - 1} + d + V_c \cdot t_{rk} + A + R_b \qquad [51]$$

gdzie:

a - liniowy błąd pomiaru odległości przy naprowadzaniu samolotów myśliwskich z wykorzystaniem naziemnej stacji radiolokacyjnej;

d - nakazana odległość do celu, na jaką powinien być wprowadzony samolot myśliwski w zależności od wysokości lotu celu;

d_{rk} - odległość użycia środków rażenia;

t_{rk} - czas lotu pocisku do celu;

V_c- prędkość lotu celu;

V_m- prędkość lotu samolotu myśliwskiego;

m - stosunek prędkości lotu samolotu myśliwskiego do prędkości lotu celu;

A - odległość użycia przez ŚNP przeciwnika środków rażenia;

R_b - promień rażenia stosowanych przez cel środków jądrowych[266].

Kolejnym wskaźnikiem możliwości przestrzennych jest możliwa rubież wprowadzenia do walki określana podobnie, jak w przypadku potrzebnej rubieży zarówno dla ataków z przedniej, jak i tylnej półsfery. Wielkość tę można obliczyć z zależności:

a) dla ataków z przedniej półsfery:

$$S_{MRWW(P)} = \frac{D_w - d - V_c \cdot \sum t_{pas} + n \cdot S_{wzn}}{1 + n} \qquad [52][267]$$

b) dla ataków z tylnej półsfery:

---

[266] Przykłady obliczeń wymienionych rubieży, zawiera załącznik 9.

[267] R. Kubow.: Możliwości bojowe lotnictwa myśliwskiego. Skrypt. AON, Warszawa, 1992.

$$S_{MRWW(T)} = \frac{D_w + d + V_c \cdot (\sum t_{pas} + t_{man}) + n \cdot S_{wzn}}{1+n} \qquad [53]^{268}$$

gdzie:

D_w - odległość wykrycia CP, mierzona od lotniska startu;

d - odległość samolotów myśliwskich do CP w momencie wprowadzenie ich do walki;

t - czas pasywny, liczony od momentu wykrycia CP, do chwili startu samolotów myśliwskich, uwzględniający czas obiegu informacji, podjęcia decyzji oraz czas startu z gotowości bojowej;

t_{man} - czas manewru w końcowym etapie naprowadzania przy wprowadzaniu samolotów myśliwskich w tylną półsferę oraz manewru o 180^0 w strefie, przy działaniach ze strefy dyżurowania;

n - stosunek prędkości lotu CP do prędkości samolotu myśliwskiego;

S_{wzn} - droga samolotu myśliwskiego w czasie lotu wznoszącego[269].

Zależności [52] i [53] są prawidłowe pod warunkiem, że spełniona jest nierówność:

$$0 \le D_w + d - V_c \cdot \sum t_{pas} + t_{man} \ge S_{wzn}$$

Po sprawdzeniu, czy zachodzi powyższy warunek, można przystąpić do obliczania możliwej rubieży zniszczenia CP. Rubież ta określana jest względem możliwej rubieży wprowadzenia samolotów do walki z lotniska bądź ze strefy dyżurowania w powietrzu. Położenie możliwej rubieży zniszczenia celu w stosunku do lotniska, określa się według następujących wzorów:

a) dla ataków z przedniej półsfery**:**

$$S_{P(P)} = S_{MRWW} + d - V_c \cdot t_z \qquad [54]^{270}$$

b) z tylnej półsfery**:**

$$S_{P(T)} = S_{MRWW} - d - V_c \cdot t_z \qquad [55]^{271}$$

gdzie:

t_z - czas rozegrania walki przez samoloty myśliwskie podczas wykonywania ataków.

---

[268] R. Kubow.: Możliwości bojowe lotnictwa myśliwskiego. Skrypt. AON, Warszawa, 1992.

[269] Przykłady obliczeń przedstawiłem w załączniku 9.

[270] E. Zabłocki.: Taktyka lotnictwa myśliwskiego obrony powietrznej kraju. Podręcznik. ASG WP, Warszawa, 1989, s. 98.

[271] Tamże, 98.

Jeżeli z wykonanych obliczeń wynika, że z dyżurowania na lotnisku nie można wprowadzać samolotów myśliwskich do walki na potrzebnej rubieży (S_{PRWW}), to należy wyznaczyć strefę dyżurowania w powietrzu. Analiza wniosków z konfliktów i wojen lokalnych[272] oraz z ćwiczeń prowadzonych w wojskach[273] dowodzi, że ten sposób prowadzenia walki (działanie z dyżurowania w powietrzu) będzie podstawowym sposobem działania LM w realiach i uwarunkowaniach RP. Zachodzi więc konieczność przybliżenia sposobu obliczania wskaźników, które nie zostały uwzględnione w grupie wskaźników przestrzennych, a których znajomość jest niezbędna do prawidłowego planowania działań bojowych, uwzględniającego wykonanie zadań przez LM tym właśnie sposobem. Wskaźnikiem tym jest odległość strefy dyżurowania od potrzebnej rubieży wprowadzania samolotów do walki. Wielkość ta mierzona jest od potrzebnej rubieży, do środka strefy dyżurowania w powietrzu i wyznaczana z zależności:

$$S_{STR} = m \cdot D_w - V_m \cdot (t_{pas} + t_{man}) \qquad [56]$$

gdzie:

m - stosunek prędkości lotu samolotu myśliwskiego do prędkości lotu CP;

D_w - odległość wykrycia CP w stosunku do potrzebnej rubieży (PRWW).

Jeżeli informacja radiolokacyjna dostarczana z pododdziałów wojsk radiotechnicznych nie zabezpiecza działań bojowych LM, wówczas jedynym możliwym sposobem działań są działania autonomiczne, czyli patrolowanie. Należy wówczas wyznaczyć strefę patrolowania, którą z zasady rozmieszcza się przed rubieżą wprowadzania samolotów myśliwskich do walki. Odległość środka strefy patrolowania od potrzebnej rubieży można obliczyć ze wzoru:

$$S_{str} = \frac{V_c \cdot (t_{pas} + t_{man}) - D - R - d}{V_m - V_c} \qquad [57][274]$$

gdzie:

t_{pas} - czas potrzebny na identyfikację celu i podjęcie decyzji przez pilota;

t_{man} - czas manewru podczas wyjścia ze strefy;

---

[272] Dotyczy to praktycznie wszystkich konfliktów, które miały miejsce po II wojnie światowej, szczególnie zaś izraelsko – arabskich 1968 – 1973.

[273] Mowa tu o ćwiczeniu „Orli Szpon", które odbyło się w 1997 roku.

[274] Tamże, s. 99.

R - promień skrętu samolotu myśliwskiego podczas wykonania manewru w strefie patrolowania;

D - przybliżona odległość wykrycia CP przez pilota (dowódcę grupy);

d - odległość samolotu myśliwskiego i CP w chwili wprowadzenia ich do walki.

5.1.3. Określanie wskaźników czasowych

Do określania możliwości bojowych LM, konieczna jest również znajomość wskaźników czasowych. Aby je obliczyć, można przyjąć następującą kolejność ich określania.

Podstawowym wskaźnikiem mającym zasadniczy wpływ na planowanie działań bojowych LM jest czas krytyczny. Wskaźnik ten określa czas, jakim dysponuje LM na zniszczenie CP, przed wykonaniem przez niego zadania bojowego. Czas ten można wyznaczyć z zależności:

$$T_{kr} = \frac{D - DS}{V_c} \qquad [58]^{275}$$

gdzie:

D - odległość wykrycia celu powietrznego;

S - odległość od miejsca znajdowania się samolotów myśliwskich (lotnisko, strefa dyżurowania).

Czas krytyczny powinien spełniać następujący warunek:

$$T_{kr} \geq T_{RWZ}$$

gdzie:

T_{kr} - czas dolotu do rubieży wykonania zadania (RWZ);

Mając obliczony czas krytyczny, można następnie określić czas wprowadzania samolotów myśliwskich do walki (T_{PRW}). Znajomość tego wskaźnika pozwala nam przewidzieć termin (czas) i prawdopodobne miejsce przechwycenia celu oraz ocenić możliwości wykonania osłony nakazanych obiektów. Ten czas dla pojedynczego samolotu, jak i dla grupy samolotów, oblicza się ze wzoru:

$$T_{PRW} = \frac{S_{PRW}}{V_m} + t_{pas} + t_{man} \qquad [59]^{276}$$

---

[275] Tamże, s. 99.

gdzie:

S_{PRWW} - odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki od lotniska startu (strefy dyżurowania);

t_{pas} - czas od chwili wykrycia CP do momentu rozpoczęcia naprowadzania;

t_{man} - czas wyjścia ze strefy dyżurowania i manewru przy atakowaniu CP z tylnej półsfery.

Kolejnym wskaźnikiem, który należy obliczyć jest czas walki (T_W) samolotów myśliwskich ze ŚNP przeciwnika. Czas ten liczony jest od momentu wprowadzenia ich do walki (wykrycia CP przez pilota), do chwili zakończenia strzelania i wyjścia z walki. Czas ten wyraża się wzorem:

$$T_w = \frac{d_n - d_r}{V_{zbl}} + t_{strz} \qquad [60]^{277}$$

gdzie:

d_n - odległość samolotu myśliwskiego do celu w momencie wprowadzenia do walki;

d_r - odległość odpalenia pocisków;

t_{strz} - czas prowadzenia ognia;

V_{zbl} - prędkość zbliżania samolotu myśliwskiego do celu.

Innym wskaźnikiem z tej grupy jest czas zniszczenia (T_p) celu powietrznego, który określany jest zależnością:

$$T_p = T_{PRW} + T_w \qquad [61]$$

gdzie:

T_{PRWW} -czas wprowadzania samolotów myśliwskich do walki;

T_w - czas walki.

Czas dyżurowania w powietrzu jest kolejnym istotnym wskaźnikiem możliwości czasowych. Wyróżnia się przy tym dwa wskaźniki charakteryzujące te możliwości, a mianowicie czas dyżurowania pojedynczego samolotu myśliwskiego (t_d) oraz czas ciągłego dyżurowania pododdziałów, oddziałów LM (T_d). Pierwszy z nich można obliczyć z zależności:

---

[276] Tamże, s. 100.

[277] Tamże, s. 100.

$$t_d = \frac{Q_p - Q}{C_h} \qquad [62]^{278}$$

gdzie:

Q_p - całkowity zapas paliwa w samolocie;

Q - zapas paliwa potrzebny na pracę silnika na ziemi, start, lot do strefy dyżurowania, walkę powietrzną i powrót na lotnisko;

C_h - zużycie paliwa w strefie dyżurowania w jednostce czasu.

Drugi z wymienionych wskaźników oblicza się z następującego wzoru:

$$T_d = \frac{N_m}{n_{gr}} \cdot t_d \cdot K \qquad [63]^{279}$$

gdzie:

N_m - ogólna liczba planowanych wylotów;

n_{gr} - liczba samolotów myśliwskich jednocześnie dyżurujących w strefie;

t_d - czas dyżurowania pojedynczego samolotu lub grupy samolotów;

K - współczynnik zmianowości dyżurowania samolotów myśliwskich w powietrzu (średnio przyjmuje się K = 0,8 lub K = 0,9)[280].

Ostatni wskaźnik z grupy czasowych to czas osiągania wyższych stanów gotowości bojowej (WSGB). Poza tym bardzo często wymienia się również czasy startu z poszczególnych stopni gotowości bojowej i przygotowania samolotów myśliwskich do kolejnego wylotu. Wszystkie wymienione wskaźniki są już ściśle określone, a ich wartości liczbowe narzucone obowiązującymi w wojskach instrukcjami i dokumentami osiągania WSGB. Nie zachodzi więc potrzeba, w trakcie prowadzenia obliczeń ope-

---

[278] Tamże, s. 101

[279] Tamże, s. 102.

[280] Czasy dyżurowania samolotów myśliwskich w wyznaczonych strefach określa się najczęściej korzystając z metod graficznych, posługując się w tym celu specjalnie przygotowanymi wykresami. Sporządzono je używając metod kalkulacyjnych i zakładając, że:

- lot do strefy i powrót odbywa się na tej samej wysokości co wysokość dyżurowania w strefie;
- prędkość dolotu do strefy, dyżurowanie w niej i powrót jest tzw. prędkością maksymalnego zasięgu w warunkach atmosfery standardowej;
- jednostkowe zużycie paliwa podczas dyżurowania w strefie równe jest zużyciu paliwa podczas lotu prostoliniowego w warunkach maksymalnego zasięgu. – **P. Makowski, A. Grzelka.: Wspomaganie komputerowe oceny sytuacji w przygotowaniu działań bojowych lotnictwa. AON, Warszawa, 1996, s. 41.**

racyjno – taktycznych, specjalnego ich wyznaczania, a wystarczy jedynie skorzystać z norm czasowych zawartych, między innymi, w „Instrukcji o organizacji i pełnieniu dyżurów bojowych w Siłach Zbrojnych RP".

KONKLUZJA

Wykorzystanie istniejących metod określania omawianych wskaźników, z konieczności wymaga stosowania pewnych założeń upraszczających. Na przykład, na każdym odcinku lotu poziomego trzeba określić średnie jednostkowe zużycie paliwa, które jak wiadomo zmienia się wraz ze zmianą masy samolotu, spowodowaną zużyciem paliwa. Jeśli nie wiadomo jak zmieni się masa samolotu, to nie można określić jednostkowego zużycia paliwa. Powstaje tym samym tzw. błędne koło. Podobne problemy występują podczas matematycznego opisu innych etapów lotu, takich jak start: wznoszenie, zniżanie, manewr kursem czy lądowanie.

Wykorzystując moce obliczeniowe współczesnych mikrokomputerów, można tworzyć symulacyjne modele zużycia paliwa przez samoloty w różnych warunkach lotu, uwzględniając w miarę możliwości wszystkie ważne czynniki. Modele te mogą być opracowane w formie procedur i wykorzystywane w algorytmach programów komputerowych przeznaczonych do określania możliwości dyżurowania[281].

5.2. Określanie możliwości bojowych wojsk rakietowych sił powietrznych

Na możliwości bojowe pododdziałów, oddziałów i ZT wojsk rakietowych SP, składają się: możliwości ogniowe, możliwości osłony, możliwości manewrowe, możliwości osiągania gotowości bojowej oraz możliwości zabezpieczenia w rakiety. Dlatego też, chcąc określić możliwości bojowe pododdziału rakietowego, oddziału (ZT) tych wojsk, należy kolejno je obliczyć, korzystając z odpowiednich metodyk. Bardzo często możliwości ogniowe utożsamia są z możliwościami bojowymi. Takie pojmowanie możliwości bojowych podyktowane jest przede wszystkim tym, że określając możliwości ogniowe, uzyskujemy informacje dotyczące przypuszczalnych rezultatów działań (np. o możliwej liczbie zniszczonych środków napadu powietrznego), a więc

[281] Przykładem takiego rozwiązania jest opracowany przez P. Makowskiego i A. Grzelkę program komputerowy pod kryptonimem „ STREFA".

te informacje, które najbardziej interesują dowódców i ich przełożonych. Nie wykonuje się natomiast obliczeń mających na celu określenie pozostałych możliwości, co szczególnie w odniesieniu do możliwości manewrowych i zabezpieczenia w rakiety, wydaje się być poważnym błędem. Najwięcej metod i dostosowanych do nich metodyk, wypracowano w zakresie określania możliwości ogniowych. Pozostałe możliwości bojowe oblicza się metodą analityczną i najczęściej nie ma odpowiednio opracowanych do nich metodyk.

5.2.1. Określanie możliwości ogniowych metodą analityczną

Chcąc określić możliwości ogniowe pododdziału rakietowego (oddziału) wojsk rakietowych SP w konfrontacji z prawdopodobnym uderzeniem ŚNP, należy postępować zgodnie z określonym logiczno - matematycznym sposobem postępowania. Przed rozpoczęciem określania możliwości ogniowych, trzeba zgromadzić wiarygodne dane wejściowe. Z jednej strony będą to dane determinowane przez czynniki wewnętrzne, z drugiej zaś określane (weryfikowane) jeszcze dodatkowo czynnikami zewnętrznymi, wynikającymi z oceny przeciwnika. Niezmiernie istotną, z punktu widzenia wiarygodności, wielkością wyjściową, będącą jednocześnie jednym z podstawowych wskaźników możliwości ogniowych pododdziału rakietowego jest prawdopodobieństwo rażenia celu jedną rakietą (P_1) i serią rakiet (P_n)[282].

Wielkości te określane są jednak wyłącznie dla konkretnych warunków (np. tylko stosowania zakłóceń radioelektronicznych) i nie uwzględniają kompleksowego wykorzystania tych środków i sposobów przeciwdziałania naziemnym środkom rażenia (np. lot celu powietrznego na małych wysokościach pod przykryciem zakłóceń radioelektronicznych). Do tej pory nie ma ściśle określonego sposobu rozwiązania tego problemu.

Wydaje się, że wspomniany problem można rozwiązać, wprowadzając tzw. współczynnik złożoności. Uwzględnia on właściwości pracy bojowej w warunkach założonej sytuacji bojowej (powietrznej). Złożoność sytuacji wynika z jednoczesnego stosowania przez przeciwnika zakłóceń radioelektronicznych i celów pozornych ($K_{zakł}$), manewru przeciwrakietowego (K_m) oraz wykonywania lotów na małych wyso-

---

[282] Wartości prawdopodobieństw P_1 i P_n powinny uwzględniać uwarunkowania występujące na współczesnym polu walki, takie jak: loty ŚNP na małych wysokościach, manewry tych środków, stosowanie zakłóceń radioelektronicznych.

kościach (K_{stMW}). Współczynnik złożoności wyrażany jest następującą zależnością matematyczną:

$$K_{zł} = K_{zakł} + K_{m} + K_{stMW} \qquad [64]^{283}$$

gdzie:

$K_{zł}$ - współczynnik złożoności;

$K_{zakł}$ - współczynnik uwzględniający pracę bojową pododdziału rakietowego (dywizjonu rakietowego) przy stosowaniu przez przeciwnika zakłóceń radioelektronicznych;

K_m - współczynnik uwzględniający manewr przeciwrakietowy;

K_{stMW} - współczynnik uwzględniający efektywność walki na małych wysokościach;

Wartości liczbowe poszczególnych współczynników, jakie przyjmuje się z reguły do obliczeń, przedstawiłem w tabeli 5.

TABELA 5[284]

Współczynniki odzwierciedlające sposoby i środki oddziaływania ŚNP na wojska rakietowe SP

NAZWA WSPÓŁCZYNNIKA	WARTOŚĆ LICZBOWA
Zakłócenia	$0,6^{x}$ [285]
Manewr przeciwrakietowy	$0,7^{x}$
Efektywność walki z celami na małych Wysokościach	$0,9^{x}$
Złożoności	0,38

Korzystając z danych wyjściowych, można obliczyć wartość poziomej odległości do dalszej granicy strefy startu, korzystając ze wzoru:

$$d_{ds} = d_{d} + V_{c} \cdot t_{lr} \qquad [65]$$

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;

---

283 Biuletyn szkoleniowy Nr 7 Wojsk Rakietowych i Artylerii Obrony Powietrznej Kraju. DWOPK, Warszawa, 1977, s. 101

284 Tamże, 102.

285 X - oznacza wartość uśrednioną.

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

Analogicznie oblicza się poziomą odległość do bliższej granicy strefy startu z następującej zależności:

$$d_{bs} = d_b + V_c \cdot t_{lr} \qquad [66]$$

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.

Na podstawie obliczonych wcześniej poziomych odległości do dalszej i bliższej granicy strefy startu, określa się czas przebywania celu powietrznego w strefie startu, korzystając z następującego wzoru:

$$T_{ps} = \frac{d_{ds} - d_{bs}}{V_c} \qquad [67]$$

gdzie:

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

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

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

V_c - prędkość lotu celu powietrznego.

Mając obliczony czas przebywania pojedynczego celu powietrznego w strefie startu pododdziału rakietowego oraz znając w wyniku przeprowadzonej oceny przeciwnika, czas trwania nalotu, oblicza się liczbę strzelań, jaką może wykonać pododdział rakietowy w odniesieniu do przyjętego wariantu nalotu (uderzenia ŚNP przeciwnika):

$$N_{strz} = \frac{t_n + T_{ps}}{T_c} + 1 \qquad [68]$$

gdzie:

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

t_n - czas nalotu[286];

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

T_c - czas cyklu strzelania.

W powyższej zależności „1" uwzględnia, że strzelanie do pierwszego celu jest wcześniej przygotowane i nie przeznacza się go z łącznego czasu oddziaływania [287].

W zależności [68] określającej liczbę strzelań występuje współczynnik nazywany cyklem strzelania. Nie jest on wielkością stałą, a zmienia się, między innymi, w zależności od prędkości i wysokości lotu środków napadu powietrznego. Uśrednione wielkości tych współczynników są obliczone i określone w instrukcjach pracy bojowej dla poszczególnych przeciwlotniczych zestawów rakietowych (np. patrz tabela 6).

TABELA 6 [288]

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

Wartości podane w tabeli wyrażone są w sekundach i nie uwzględniają czasu przeładowania wyrzutni.

Chcąc obliczyć dokładny czas cyklu strzelania (T_c) pododdziału rakietowego (przeciwlotniczego zestawu rakietowego), można skorzystać z zależności:

$$T_c = T_o + T_p \qquad [69]$$

gdzie:

T_c - czas cyklu strzelania;

---

[286] Czas ten mierzony jest od momentu wejścia pierwszego celu w strefę startu pododdziału rakietowego, do momentu wyjścia z tej strefy ostatniego celu. Jest on określony w wyniku oceny przeciwnika powietrznego:

[287] Taktyka wojsk rakietowych WOPK. Podręcznik, OPK, Warszawa 1980, s. 86.

[288] Taktyka WR WOPK, DW OPK, Warszawa 1984, s. 100 - 102.

T_o - czas ostrzelania celu powietrznego;

T_p - czas przeniesienia ognia na kolejny cel powietrzny.

Jak wynika z poprzedniego wzoru, czas cyklu strzelania jest sumą czasu ostrzelania i przeniesienia ognia. Zachodzi więc konieczność obliczenia tych wskaźników składowych cyklu strzelania.

Czas ostrzelania celu powietrznego[289] można obliczyć ze wzoru:

$$T_o = t_{st} + (n-1) \cdot t_o + t_{lr} \qquad [70]$$

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.

Czas przeniesienia ognia określany jest z zależności:

$$T_p = t_k + t_{obr} + t_{prz} + t_{pw} \qquad [71]$$

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.

W związku z tym, że pododdział rakietowy może wykonać tylko tyle strzelań na ile pozwala mu na to przygotowany zapas gotowych do strzelania rakiet, należy określić tzw. maksymalną liczbę strzelań ($N_{strz(max)}$). Wskaźnik ten oblicza się, z następującej zależności korzystając z danych wyjściowych:

$$N_{strz_{max}} = \frac{Q}{n_{śr}} \qquad [72]$$

gdzie:

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

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

---

[289] Czas ten liczony jest od momentu odpalenia pierwszej rakiety, do momentu spotkania się ostatniej rakiety z serii z celem powietrznym.

$n_{śr}$ - średnie zużycie rakiet przez pododdział rakietowy na jedno strzelanie.

Bardzo często mamy do czynienia z sytuacją, kiedy przyjęty wariant uderzenia ŚNP przeciwnika umożliwia wykonanie pododdziałowi rakietowemu znacznie więcej strzelań, niż to wynika z posiadanego zapasu gotowych do strzelania rakiet. Określając zatem możliwości bojowe pododdziału rakietowego, należy porównać te wskaźniki. Wartość przyjęta do dalszych obliczeń nie może być większa od maksymalnej liczby strzelań, a więc musi być spełniona nierówność:

$$N_{strz} \leq N_{strz_{max}}$$

Oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych (we wcześniejszych publikacjach można się spotkać z nazwą nadzieja matematyczna rażonych celów) jest podstawowym wskaźnikiem skuteczności strzelania pododdziału rakietowego do celu grupowego. Oczekiwaną liczbę rażonych celów powietrznych (M_c) oblicza się, korzystając z zależności:

$$M_c = N_{strz} \cdot P_n \qquad [73]$$

gdzie:

N_{strz} - liczba strzelań, jaką może wykonać pododdział rakietowy;

P_n - prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego n - rakietami

Jak wynika z powyższego wzoru, wskaźnikami cząstkowymi (składowymi) oczekiwanej liczby rażonych celów są: liczba strzelań i prawdopodobieństwo rażenia celu n - rakietami. Przedstawiony wzór jest podstawową zależnością, która może być wzbogacona w przypadku stosowania przez przeciwnika środków przeciwdziałania o współczynnik złożoności. W takim przypadku wzór ten przybierze następującą postać:

$$M_c = K_{zl} \cdot N_{strz} \cdot P_n \qquad [74]^{290}$$

Natomiast wartość prawdopodobieństwa P_n (w odniesieniu do PZR będących w uzbrojeniu WR SP, może wynosić P_1, P_2 lub P_3), należy odczytać z tabel określających te wartości (instrukcje pracy bojowej) i wstawić ją do wzoru. W niniejszej rozprawie wielkości prawdopodobieństw przedstawiono w tabeli 7.

Można uwzględnić również tzw. współczynnik wojsk rakietowych (K_{WR}), który odzwierciedla: uczestnictwo danego pododdziału rakietowego w odpieraniu uderze-

[290] Biuletyn Wojsk Rakietowych i Artylerii Obrony Powietrznej Kraju. Warszawa, 1977, s. 100.

nia ŚNP przeciwnika, gotowość bojową tego pododdziału, techniczną niezawodność posiadanego w wyposażeniu przeciwlotniczego zestawu rakietowego oraz techniczną niezawodność środków automatyzacji dowodzenia. Wzór na oczekiwaną liczbę rażonych celów przez pojedynczy pododdział rakietowy może mieć postać:

$$M_c = K_{WR} \cdot K_{zl} \cdot N_{strz} \cdot P_n \qquad [75]^{291}$$

TABELA 7 [292]

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** **0,4**	**0,84** **0,64**	**0,6** **0,4**	**0,84** **0,64**	**0,94** **0,78**	**0,8** **0,5**	**0,96** **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**	—	—	—

By dobrze orientować się w ogniowych pododdziału rakietowego, pożądana jest znajomość gęstości ognia. Porównanie jej z gęstością nalotu ŚNP przeciwnika, jest istotnym wskaźnikiem możliwości odpierania uderzenia przez pododdział rakietowy. Gęstość ognia pododdziału rakietowego można obliczyć z zależności:

---

[291] Tamże, s. 101.

[292] Taktyka wojsk rakietowych OPK. Podręcznik, DWOPK, Warszawa 1984, s. 81.

$$G_o = \frac{1}{T_c} \qquad [76]^{293}$$

gdzie:

G_o - gęstość ognia pododdziału rakietowego;

T_c - czas cyklu strzelania.

Efektywność bojową pododdziału rakietowego można obliczyć ze wzoru:

$$E_b = \frac{M_c}{N_c} \qquad [77]^{294}$$

gdzie:

M_c - oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych przez pododdział rakietowy;

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

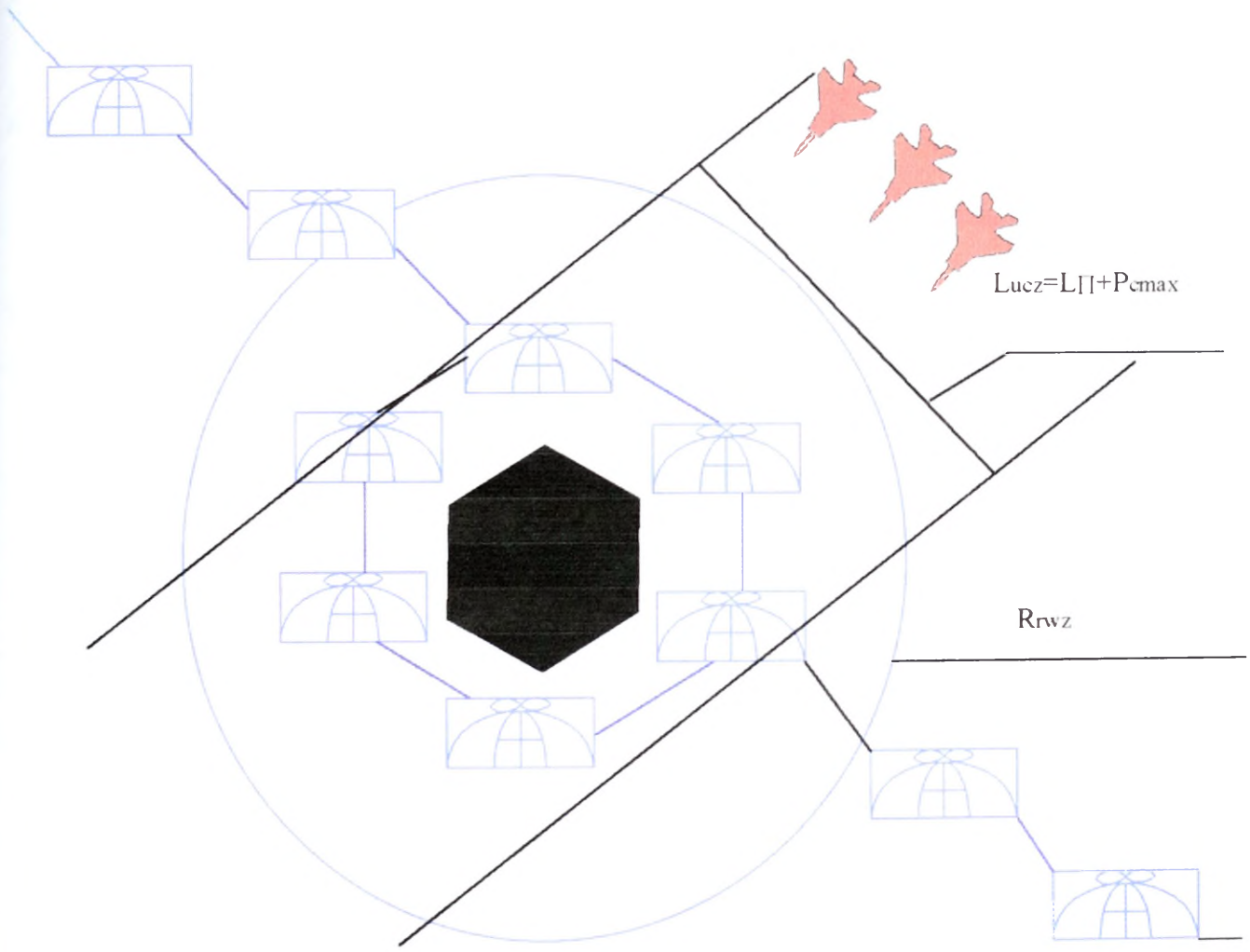
Znając możliwości ogniowe pojedynczego pododdziału rakietowego (dla różnych przeciwlotniczych zestawów rakietowych występujących w ugrupowaniu bojowym oddziału, ZT), można przystąpić do określenia tych możliwości dla oddziału (ZT) wojsk rakietowych SP. W odniesieniu do oddziału (ZT), podstawowym wskaźnikiem możliwości ogniowych jest oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych. Dlatego chcąc określić i ocenić możliwości ogniowe oddziału (ZT), dąży się przede wszystkim do wyznaczenia tego wskaźnika, a dopiero w następnej kolejności wskaźnika efektywności bojowej. Istotne znaczenie dla prowadzonych obliczeń (kalkulacji) ma skład, w jakim występuje oddział (ZT). W przypadku ugrupowania jednorodnego, kalkulacje są o wiele prostsze niż w stosunku do ugrupowania niejednorodnego (mieszanego). Sam tok postępowania w zakresie określania możliwości ogniowych ZT jest podobny do sposobu określania możliwości ogniowych pododdziału rakietowego. Wynika to głównie z faktu, że określanie możliwości ogniowych pojedynczego pododdziału rakietowego jest elementem cząstkowym procesu określania możliwości ogniowych oddziału (ZT) wojsk rakietowych SP. Istotny wpływ na wiarygodność otrzymywanych wyników ma przyjęcie odpowiednich, nie zawyżonych danych wejściowych zarówno własnych, jak i wynikających z oceny przeciwnika.

---

[293] Tamże, s.88.

[294] Taktyka wojsk rakietowych OPK. Podręcznik. DWOPK, Warszawa, 1984, s. 88.

Podstawą określania możliwości ogniowych oddziału (ZT) wojsk rakietowych SP jest sprecyzowanie liczby pododdziałów rakietowych, które mogą wziąć udział w odpieraniu uderzenia ŚNP przeciwnika. Na podstawie oceny przeciwnika powietrznego uzyskujemy, między innymi, takie dane, jak: szerokość frontu uderzenia; wysokość lotu ŚNP przeciwnika; prędkość lotu ŚNP; czas trwania nalotu (uderzenia) przeciwnika. Wspomnianą liczbę pododdziałów rakietowych mogących wziąć udział w walce określa się graficznie lub analitycznie, na podstawie tzw. pasa uczestnictwa (często można się również spotkać z nazwą „pas bojowego oddziaływania").



Rys.17. Graficzne zobrazowanie pasa uczestnictwa (bojowego oddziaływania)
Źródło: Opracowanie własne.

Pas uczestnictwa (bojowego oddziaływania) można obliczyć matematycznie korzystając z następującej zależności:

$$L_{ucz} = L_n + 2P_{c(max)} \qquad [78]$$

gdzie:

L_{ucz} - pas uczestnictwa pododdziałów rakietowych w walce z ŚNP przeciwnika;

L_n - szerokość frontu uderzenia ŚNP przeciwnika;

$P_{c(max)}$ - parametr maksymalny.

Korzystając z danych wejściowych takich, jak: liczba pododdziałów rakietowych występujących w ugrupowaniu bojowym oddziału (ZT), typy przeciwlotniczych zestawów rakietowych będących w ich wyposażeniu, liczba rakiet znajdująca się w poszczególnych pododdziałach rakietowych, przyjęty przez dowódcę oddziału (ZT) rodzaj strzelania oblicza się maksymalną liczbę strzelań, jaką mogą wykonać pododdziały wyposażone w PZR:

A) jednego typu:

$$N_{strz} = \frac{Q}{n_{śr}} \cdot N_{dr} \qquad [79]$$

gdzie:

Q - liczba rakiet gotowych do strzelania, znajdująca się w pododdziałach rakietowych;

$n_{śr}$ - średnie zużycie rakiet podczas jednego strzelania;

N_{dr} - liczba pododdziałów rakietowych w ugrupowaniu bojowym oddziału (ZT), wyposażona w PZR jednego typu;

B) różnego typu (ugrupowanie mieszane):

gdzie:

$$N_{strz_{(\max(ZT))}} = \sum_{k}^{n} N_{strz_{\max i}} + \sum_{n}^{k} N_{strz_{\max j}} \qquad [80]$$

n - liczba przeciwlotniczych zestawów rakietowych jednego typu;

k - liczba przeciwlotniczych zestawów rakietowych drugiego typu;

N_{strzi} - liczba strzelań, jaką mogą wykonać pododdziały rakietowe wyposażone w PZR jednego typu;

N_{strzj} - liczba strzelań, jaką mogą wykonać pododdziały rakietowe wyposażone w PZR drugiego typu.

Następnie, bazując na danych uzyskanych w wyniku oceny przeciwnika powietrznego oblicza się, liczbę strzelań, jaką może wykonać oddział (ZT) w odniesieniu do konkretnego wariantu uderzenia przeciwnika powietrznego. W zależności od składu oddziału (ZT), liczbę strzelań wyznacza się ze wzorów:

A) dla oddziału (ZT), którego pododdziały rakietowe wyposażone są w PZR jednego typu:

$$N_{strz(ZT)} = [\frac{t_n + T_{ps}}{T_c} + 1] \cdot N_{dr} \qquad [81]$$

gdzie:

t_n - czas nalotu, czyli czas liczony od momentu wejścia pierwszego celu w strefę startu, do momentu wyjścia z tej strefy ostatniego celu;

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

T_c - czas cyklu strzelania;

N_{dr} - liczba pododdziałów rakietowych wyposażonych w PZR jednego typu, biorących udział w odpieraniu uderzenia ŚNP przeciwnika.

B) dla oddziału (ZT) wyposażonego w PZR różnego typu (ugrupowanie mieszane):

$$N_{strz(ZT)} = [\frac{t_n + T_{psi}}{T_{ci}} + 1] \cdot N_{dri} + [\frac{t_n + T_{psj}}{T_{cj}} + 1] \cdot N_{drj} \qquad [82]$$

gdzie:

N_{dri} - liczba pododdziałów rakietowych wyposażonych w PZR jednego typu;

N_{drj} - liczba pododdziałów rakietowych wyposażonych w PZR drugiego typu.

Tak samo, jak w przypadku określania możliwości ogniowych pododdziału rakietowego, należy również porównać wartości liczby strzelań oddziału (ZT) wynikającej z przyjętego wariantu uderzenia ŚNP przeciwnika, z maksymalną liczbą strzelań, jaką może wykonać oddział (ZT), zgodnie z nierównością:

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

Jeżeli zakłada się, że przeciwnik powietrzny zastosuje kompleksowe środki przeciwdziałania, należy określić współczynnik złożoności, zgodnie z zależnością [64] i wartościami liczbowymi zawartymi w tabeli 5.

Obliczanie oczekiwanej liczby rażonych celów powietrznych rozpatruje się podobnie, jak w przypadku określania maksymalnej liczby strzelań i liczby strzelań wynikającej z wariantu uderzenia ŚNP przeciwnika. Należy uwzględnić skład i wyposażenie pododdziałów rakietowych. Dodatkowo, korzystając z wniosków z oceny przeciwnika powietrznego, zachodzi konieczność uwzględnienia sposobów wykonania uderzeń przez ŚNP przeciwnika oraz stosowane środki przeciwdziałania. W oblicze-

niach powinno się uwzględnić również współczynnik wojsk rakietowych (K_{WR}). W związku z tym, oczekiwaną liczbę rażonych celów powietrznych oblicza się z zależności:

A) W przypadku uderzenia ŚNP przeciwnika na dużych i średnich wysokościach, bez wykonywania manewrów i bez stosowania zakłóceń radioelektronicznych, **w odniesieniu do ugrupowania jednorodnego**:

$$M_{c(ZT)} = K_{WR} \cdot N_{strz(ZT)} \cdot P_n \cdot N_{dr} \qquad [83]$$

gdzie:

K_{WR} - współczynnik wojsk rakietowych;

$N_{strz(ZT)}$ - liczba strzelań, jaką może wykonać oddział (ZT) wojsk rakietowych SP;

P_n - prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego serią rakiet;

N_{dr} - liczba pododdziałów rakietowych uczestniczących w odpieraniu uderzenia.

B) Dla ugrupowania mieszanego oddziału (ZT), warunki uderzenia ŚNP przeciwnika jak wyżej:

$$M_{c(ZT)} = (K_1 \cdot M_{c1} + K_2 \cdot M_{c2}) \cdot K_{jak} \qquad [84]$$

Zależność tę można rozwinąć jak poniżej:

$$M_{c(ZT)} = (K_1 \cdot K_{WR} \cdot N_{strz1} \cdot P_{n1} + K_2 \cdot K_{WR} \cdot N_{strz2} \cdot P_{n2}) \cdot 1{,}3 \qquad [85]$$

gdzie:

K_1 - liczba zestawów rakietowych jednego typu (np. S - 75M);

M_{c1} - oczekiwana liczba celów rażonych przez pododdziały rakietowe wyposażone w zestawy rakietowe pierwszego typu;

N_{strz1} - liczba strzelań, jaką powinny oddać pododdziały rakietowe uzbrojone w zestawy rakietowe pierwszego typu;

K_2 - liczba zestawów rakietowych drugiego typu;

M_{c2} - oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych przez pododdziały rakietowe uzbrojone w zestawy rakietowe drugiego typu (np. S - 125M);

N_{strz2} - liczba strzelań, jaką mogą wykonać pododdziały rakietowe uzbrojone w zestawy rakietowe drugiego typu;

K_{jak} - współczynnik jakości, uwzględniający rodzaj ugrupowania bojowego (dla jednorodnego ugrupowania K = 1, a dla niejednorodnego K = 1,3)

C) **Dla ugrupowania jednorodnego** w przypadku strzelania do celów manewrujących pod przykryciem zakłóceń radioelektronicznych i do celów działających na małych wysokościach:

$$M_{c(ZT)} = K_{WR} \cdot K_{zl} \cdot N_{strz} \cdot P_n \cdot N_{dr} \qquad [86]$$

gdzie:

K_{WR} - współczynnik wojsk rakietowych;

K_{zl} - współczynnik złożoności;

N_{strz} - liczba strzelań, jaką mogą wykonać pododdziały rakietowe;

P_n - prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego n - rakietami (serią rakiet);

N_{dr} - liczba pododdziałów rakietowych, uczestniczących w odpieraniu uderzenia ŚNP przeciwnika.

D) **Dla ugrupowania niejednorodnego**, warunki uderzenia jak wyżej:

$$M_{C(ZT)} = (K_1 \cdot K_{WR} \cdot N_{strz} \cdot K_{zl} \cdot P_{n1} + K_2 \cdot K_{WR} \cdot N_{strz2} \cdot P_{n2}) \cdot 1{,}3 \qquad [87]$$

Mając obliczoną oczekiwaną liczbę rażonych celów powietrznych przez oddział (ZT) oraz znając z oceny przeciwnika liczbę środków napadu powietrznego biorących udział w uderzeniu, można obliczyć efektywność bojową oddziału (ZT) wojsk rakietowych z następującego wzoru:

$$E_{b(ZT)} = \frac{M_{c(ZT)}}{N_c} \qquad [88]$$

gdzie:

M_c - oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych przez oddział (ZT);

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

Bardzo ważnym zagadnieniem w czasie określania możliwości ogniowych oddziału (ZT) jest znajomość gęstości ognia, którą w zależności od warunków uderzenia ŚNP przeciwnika oraz rodzaju ugrupowania bojowego oddziału (ZT), można obliczyć, korzystając z jednej z podanych niżej zależności:

A) W przypadku ugrupowania jednorodnego:

$$G_{o(ZT)} = G_o \cdot N_{dr} \qquad [89]$$

gdzie:

G_o - gęstość ognia pojedynczego pododdziału rakietowego;

N_{dr} - liczba pododdziałów rakietowych, biorących udział w odpieraniu nalotu.

B) W przypadku ugrupowania niejednorodnego:

$$G_{(ZT)} = \sum_{i=1}^{n} G_{oi} + \sum_{j=1}^{k} G_{oj} \qquad [90]$$

gdzie:

n - liczba przeciwlotniczych zestawów rakietowych jednego typu;

k - liczba przeciwlotniczych zestawów rakietowych drugiego typu;

G_{oi} - gęstość ognia pojedynczego pododdziału rakietowego wyposażonego w PZR pierwszego typu;

G_{oj} - gęstość ognia pojedynczego pododdziału rakietowego wyposażonego w PZR drugiego typu.

KONKLUZJA

Analiza określania możliwości bojowych pododdziałów, oddziałów i ZT wojsk rakietowych SP z zastosowaniem metody analitycznej wymaga bardzo dobrej znajomości teorii problemu. Potwierdzeniem tej tezy był eksperyment przeprowadzony przeze mnie w czasie ćwiczenia specjalistycznego ze studentami I roku kierunku dowódczo – sztabowego Wydziału Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej[295]. Określanie możliwości bojowych tą metodą, mimo że w wielu publikacjach nazywana jest ona metodą najprostszą, nie jest przedsięwzięciem łatwym, szczególnie dla oficerów bez odpowiedniego w tym zakresie przygotowania teoretycznego. Jak dowodzi przedstawiona przeze mnie metodyka określanie możliwości bojowych bez zastosowania chociażby prostych programów komputerowych, opartych na arkuszach kalkulacyjnych, jest bardzo pracochłonne. O ile problemy nie występują w zakresie obliczeń możliwości bojowych pododdziałów, oddziałów i ZT wojsk rakietowych SP wyposażonych w jednokanałowe, przeciwlotnicze zestawy rakietowe, to w przypadku

---

[295] Wszyscy studenci wykonywali to samo zadanie, polegające na obliczeniu możliwości bojowych związku taktycznego, w ściśle określonych warunkach. Zgodnie z przewidywaniami największe problemy mieli studenci nie będący po profilu wojsk rakietowych (WR SP). Ci właśnie oficerowie skorzystali z podstawowych wzorów, które nie odzwierciedlają przeciwdziałania ze strony przeciwnika powietrznego. Rezultatem takiego podejścia do problemu były znacznie różniące się między sobą rezultaty obliczeń. Wskaźnik efektywności bojowej zawierał się w przedziale od 20 do 40 %.

systemów wielokanałowych rodzą się poważne wątpliwości co do wiarygodności otrzymywanych wyników.

5.2.2. Określanie możliwości bojowych metodą grafoanalityczną

W porównaniu z metodą analityczną istotną cechą metody grafoanalitycznej jest bardziej szczegółowa ocena czynnika czasu, co w praktyce polega na określaniu liczby ostrzelanych celów poprzez kolejne analizowanie możliwości ostrzelania każdego celu w nalocie. Metoda ta umożliwia określanie liczby strzelań pododdziałów rakietowych 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 biorąc pod uwagę tych rubieży. Metoda grafoanalityczna uwzględnia również przeciwdziałanie ze strony przeciwnika powietrznego. Dzięki temu umożliwia osiąganie (uzyskiwanie) wyników bardziej zbliżonych do realnych, a więc takich, jakie mógłby uzyskać dany pododdział, oddział (ZT) w walce z ŚNP przeciwnika.

Ogólny schemat posługiwania się tą metodą przedstawia się następująco:

⇒ stworzenie modelu walki pododdziałów rakietowych z uwzględnieniem możliwego przeciwdziałania ze strony środków napadu powietrznego przeciwnika;

⇒ modelowanie uderzenia środków napadu powietrznego przeciwnika zgodnie z przyjętym wariantem ich taktycznego działania;

⇒ określenie pododdziałów rakietowych przez strefy ognia, których przejdą trasy lotu ŚNP przeciwnika;

⇒ dokonanie podziału tras lotu celów powietrznych w czasie lub przygotowanie w odpowiedniej skali linijki czasu lotu celów powietrznych;

⇒ określenie liczby strzelań, które mogą przeprowadzić pododdziały w czasie walki, przez kolejne rozpatrywanie możliwości w ostrzelaniu celów przez każdy uczestniczący w odpieraniu uderzenia pododdział rakietowy, wyposażony w PZR różnego typu (np. S - 75M i S - 125M).

⇒ określenie oczekiwanej liczby rażonych celów powietrznych przez oddział (ZT) WR;

⇒ określenie efektywności bojowej oddziału (ZT);

⇒ wyciągnięcie wniosków taktycznych.

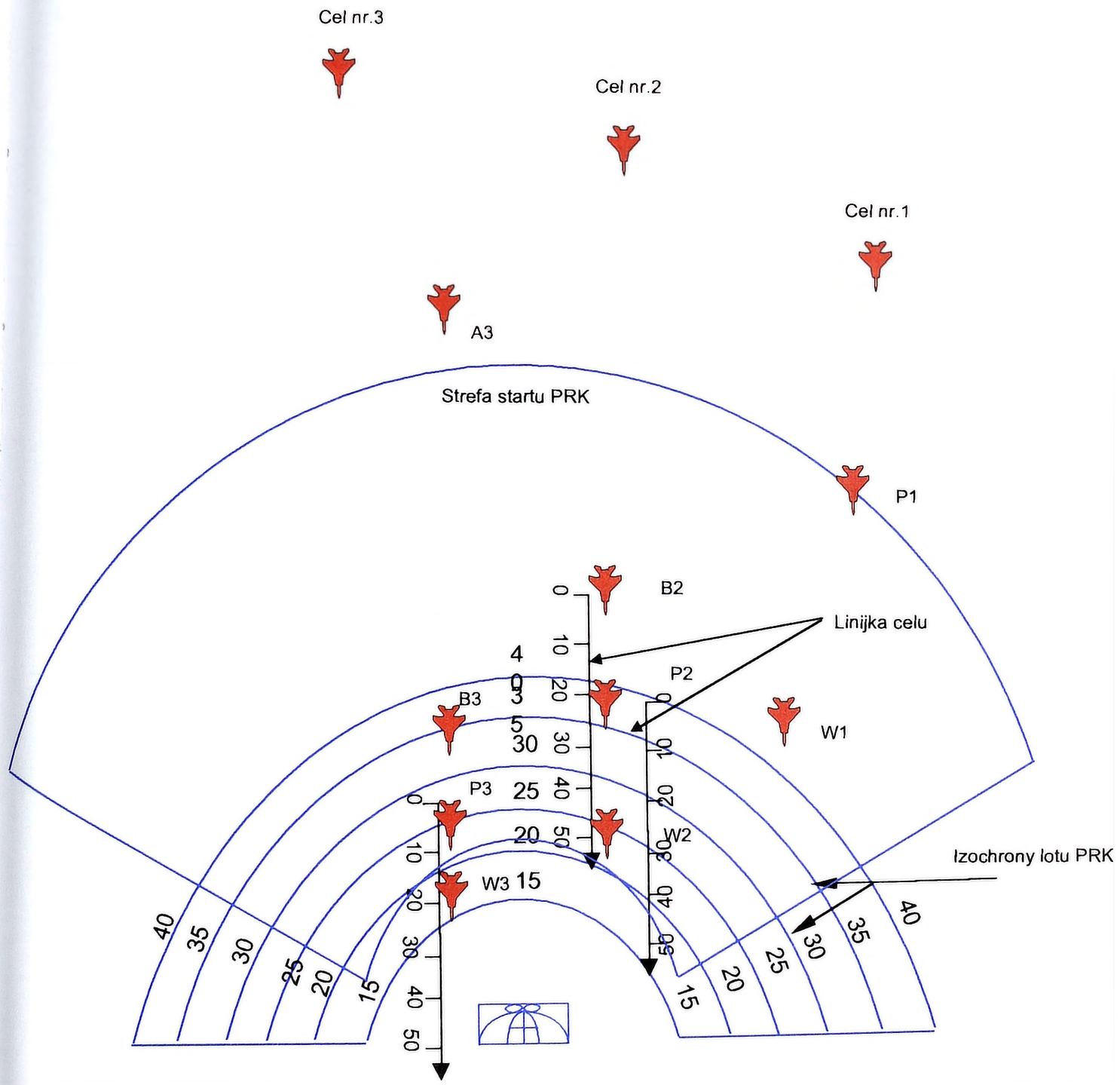
Sposób określenia liczby strzelań przez pododdział rakietowy analizowałem na konkretnym przykładzie (rys.18.). Jako początek obliczeń przyjmuje się moment wejścia pierwszego celu w strefę startu rozpatrywanego pododdziału. Start rakiet do pierwszego następuje na dalszej granicy strefy startu[296]. Spotkanie 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:

$$d = V_c \cdot T_p \qquad [91]$$

Dlatego 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. Odpowiada on 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 tym celem 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 tę nanosi się na schemat za pomocą linijki czasu lotu celu. Znów więc 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.

[296] Na rysunku oznaczono to jako P_1.

Następnie, zgodnie z opisaną metodyką, wyznacza się punkt startu rakiet do trzeciego celu (punkt P_3) oraz punkt spotkania z nim ostatniej rakiety w serii (punkt W_3).



Rys.18. Określenie możliwości pojedynczego dywizjonu rakietowego S - 75M w kolejnym ostrzeliwaniu celów powietrznych

Jeżeli samolot w określonym momencie jest już poza bliższą granicą strefy startu, to należy zaliczyć go do celu nieostrzelanego. Natomiast jeśli cel jest poza rubieżą wykonania uderzenia na pododdział (R_p), to pododdział ten narażony jest na ogniowe oddziaływanie ŚNP. W takim przypadku określając możliwości ogniowe oddziału (ZT), pododdział ten należy traktować jako zniszczony i nie uwzględniać jego możliwości podczas analizy oddziaływania do kolejnych celów powietrznych.

Przedstawione powyżej czynności dotyczyły określenia liczby strzelań, które mogą wykonać pododdziały rakietowe. Oczekiwaną liczbę zniszczonych celów powietrznych przez dany pododdział rakietowy oraz jego efektywność bojową oblicza się metodą analityczną (kalkulacyjną).

Obliczanie liczby celów możliwych do ostrzelania przez oddział lub ZT wojsk rakietowych SP (liczby strzelań), obejmuje jednocześnie rozpatrywane możliwości w kolejnym ostrzelaniu celu przez wszystkie pododdziały rakietowe, 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 może rozpocząć strzelanie. Określenie możliwości ogniowych oddziału (ZT) tą metodą prowadzi się w określonej kolejności

Podstawową czynnością, którą należy wykonać na wstępie, jest analiza danych wyjściowych w zakresie wojsk własnych, w tym zapoznanie się:

- ze składem oddziału (ZT);
- jego wyposażeniem bojowym (typy PZR);
- możliwościami taktyczno - technicznymi poszczególnych typów PZR;

Ponadto, w ramach czynności wstępnych, należy określić:

- liczbę gotowych do strzelania rakiet, będących w pododdziałach rakietowych;
- rodzaj ognia dla poszczególnych pododdziałów, uwzględniając przy tym ilość rakiet gotowych do strzelania oraz środków napadu powietrznego, które mogą wykonać uderzenie na bronione przez oddział (ZT) obiekty.

Po dokonaniu analizy wojsk własnych, należy ocenić przeciwnika powietrznego, w wyniku czego uzyskujemy dane o:

- lotniskach bazowania ŚNP przeciwnika;
- przypuszczalnych trasach ich lotu;

- prawdopodobnych sposobach przeciwdziałania (np. stosowanie zakłóceń radioelektronicznych);
- ugrupowaniu bojowym (podział na grupy taktycznego przeznaczenia);
- szerokości frontu uderzenia ŚNP przeciwnika;
- wariantach uzbrojenia lotniczego;
- czasie trwania nalotu;
- gęstości nalotu.

Następnie wrysowuje się na schemat obliczeniowy dane uzyskane z oceny przeciwnika powietrznego i własne, 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 rakietowego, który pierwszy rozpocznie strzelanie;
- rubieże wykonania przez ŚNP uderzenia na stanowiska ogniowe pododdziałów rakietowych (R_p);
- rubieże wykonania uderzenia na obiekty bronione przez oddział lub ZT (R_o)[297];
- ugrupowanie bojowe oddziału (ZT);
- dla przyjętej wysokości nalotu oraz prawdopodobnych sposobów przeciwdziałania zaznaczyć strefę ognia oddziału (ZT).

Korzystając ze schematu obliczeniowego (mapy, planszetu), określa się liczbę pododdziałów rakietowych biorących udział w walce z ŚNP. W odpieraniu uderzenia uczestniczyć będą te pododdziały, przez których strefy ognia przechodzą trasy lotu celów powietrznych.

Kolejnym krokiem w tej metodzie jest określenie liczby strzelań możliwych do wykonania przez każdy z pododdziałów rakietowych, odpierających uderzenie ŚNP. Działanie pojedynczego dywizjonu analizuje się zgodnie z opisem przedstawionym dla dywizjonu rakietowego (rys.18), 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

[297] 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).

z odległościami startu rakiet (punkty P^{I}_{1}, P^{II}_{2}, P^{III}_{3}...itd.)[298]. W przedstawiony sposób, na schemacie obliczeniowym należy wyznaczyć punkty (momenty) spotkania ostatnich rakiet w seriach z ostrzeliwanymi celami (punkty W^{I}_{1}, W^{II}_{2}, W^{III}_{3},...). Wszystkie wymienione punkty zobrazowuje się graficznie na schemacie obliczeniowym, po czym należy zaznaczyć na czasowym harmonogramie działalności bojowej pododdziałów rakietowych momenty czasu (W_1) i numery pododdziałów, które pierwsze kończą strzelania, momenty startu PRK (punkty P^{I}_{1}, P^{II}_{2}, P^{III}_{3}, ...) oraz momenty zwolnienia pozostałych pododdziałów po przeprowadzeniu przez nich strzelań (punkty W^{I}_{1}, W^{II}_{2}, W^{III}_{3},...). Jednocześnie trzeba określić położenie wszystkich pozostałych celów, które nie są jeszcze przydzielone do ostrzelania. Zgodnie z przyjętą kolejnością zwalczania ŚNP wybiera się kolejny cel, który znajduje się w strefie startu „wolnego" pododdziału. Przedstawione operacje powtarza się, aż do wyczerpania wszystkich celów w modelowanym 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.

Liczbę strzelań możliwych do wykonania przez oddział, ZT wojsk rakietowych SP określa się poprzez zsumowanie kolejnych oddziaływań (punkty spotkania rakiet z celami) lub korzystając z czasowego harmonogramu działań bojowych pododdziałów rakietowych.

Wartość oczekiwaną liczby rażonych celów (M_c) oblicza się z następującej zależności:

$$M_c = N_{c1} \cdot P_n + N_{c2} \cdot [(1-(1-P_n)^K] \qquad [92]$$

gdzie:

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...)[299].

---

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

[299] Konieczność zastosowania powyższej zależności jest wynikiem tego, że niektóre cele powietrzne mogą być ostrzelane przez kilka pododdziałów.

KONKLUZJA:

Zastosowanie metody grafoanalitycznej umożliwia w miarę dokładną ocenę możliwości bojowych wojsk OP. Jest jednak bardzo pracochłonna i wymaga stosunkowo długiego czasu na przeprowadzenie obliczeń.

By określić możliwości bojowe, zgodnie z przedstawioną metodyką podmiot oceniający musi posiadać bardzo dobre przygotowanie merytoryczne.

Metoda ta umożliwia odwzorowanie możliwości bojowych wszystkich elementów składowych wojsk OP. Oceniając możliwości bojowe, można uwzględnić także rubież wykonania zadania przez środki napadu powietrznego, co jest istotną zaletą i „urzeczywistnia" otrzymywane rezultaty obliczeń.

5.2.3. Określanie możliwości bojowych wojsk rakietowych SP metodą opartą na teorii obsługi masowej

Metoda oparta na teorii obsługi masowej może być zastosowana do procesów walki oddziałów (ZT) wojsk rakietowych SP z przeciwnikiem powietrznym, na podstawie danych statystycznych dotyczących intensywności jego działania, średniego czasu strzelania i prawdopodobieństwa rażenia celu. Chcąc określić możliwości bojowe tą metodą, należy przyjąć, że ŚNP przeciwnika wykonujące uderzenie na obiekt broniony przez jednostki rakietowe, tworzą prosty strumień Poissona[300]. Do prognozowania procesu walki oddziału (ZT) wojsk rakietowych SP z przeciwnikiem powietrznym należy, zastosować wzory [8, 11, 12 i 13], a ponadto zależności, na podstawie których można obliczyć następujące wskaźniki:

1) Prawdopodobieństwo zniszczenia celu w czasie trwania nalotu:

---

[300] Strumień Poissona charakteryzują trzy następujące właściwości:

- prawdopodobieństwo, 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;
- liczba zgłoszeń w przedziale czasowym (0, t) zależy od długości tego przedziału, lecz nie zależy od liczby zgłoszeń w poprzednich przedziałach;
- prawdopodobieństwo napływu określonej liczby zgłoszeń w ciągu pewnego odstępu czasu zależy nie od tego, jaką chwilę przyjęto za początkową, lecz od długości przedziału. – Cz. Gozdecki., E. Zawada.: Wybrane metody statystyczne w prognozowaniu wojskowym. MOM, Warszawa, 1978, s. 219.

$$P_z = P_w \cdot P \qquad [93]$$

gdzie:

P - średnie prawdopodobieństwo rażenia celu przez jednostkę ogniową;

2) Wartość oczekiwaną liczby ostrzelanych celów w czasie nalotu:

$$E_W = N \cdot P_W \qquad [94]$$

gdzie:

N – prawdopodobna liczba działających w strefach ostrzału pododdziałów rakietowych;

3) Wartość oczekiwaną liczby zniszczonych celów w czasie nalotu:

$$E_Z = M_C = N \cdot P_Z \qquad [95]$$

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

$$E_P = N(1 - P_Z) \qquad [96]$$

5) Wartość oczekiwaną liczby pododdziałów rakietowych zajętych strzelaniem w czasie trwania nalotu:

$$E_i = \sum_{i=1}^{n} iP_i \qquad [97]$$

6) Średnie obciążenie pododdziału rakietowego w czasie nalotu:

$$T = \frac{E_I}{m} \qquad [98]$$

7) Przewidywany czas trwania nalotu:

$$t_n = \frac{N}{\lambda} \qquad [99]$$

8) Średnia liczba ostrzelanych celów przez każdy pododdział rakietowy:

$$N_i = \frac{N \cdot P_W}{m} \qquad [100]$$

Przedstawione zależności [95] i [96] należy traktować jako przybliżone. W praktyce można się nimi posługiwać, jeżeli $T_n > R_{ts}$. Wówczas, zdaniem Cz. Gozdeckiego i E.T. Zawady[301], błędy obliczeń nie przekraczają 10 %. Przykład użycia opisanej metody zawiera załącznik 12.

---

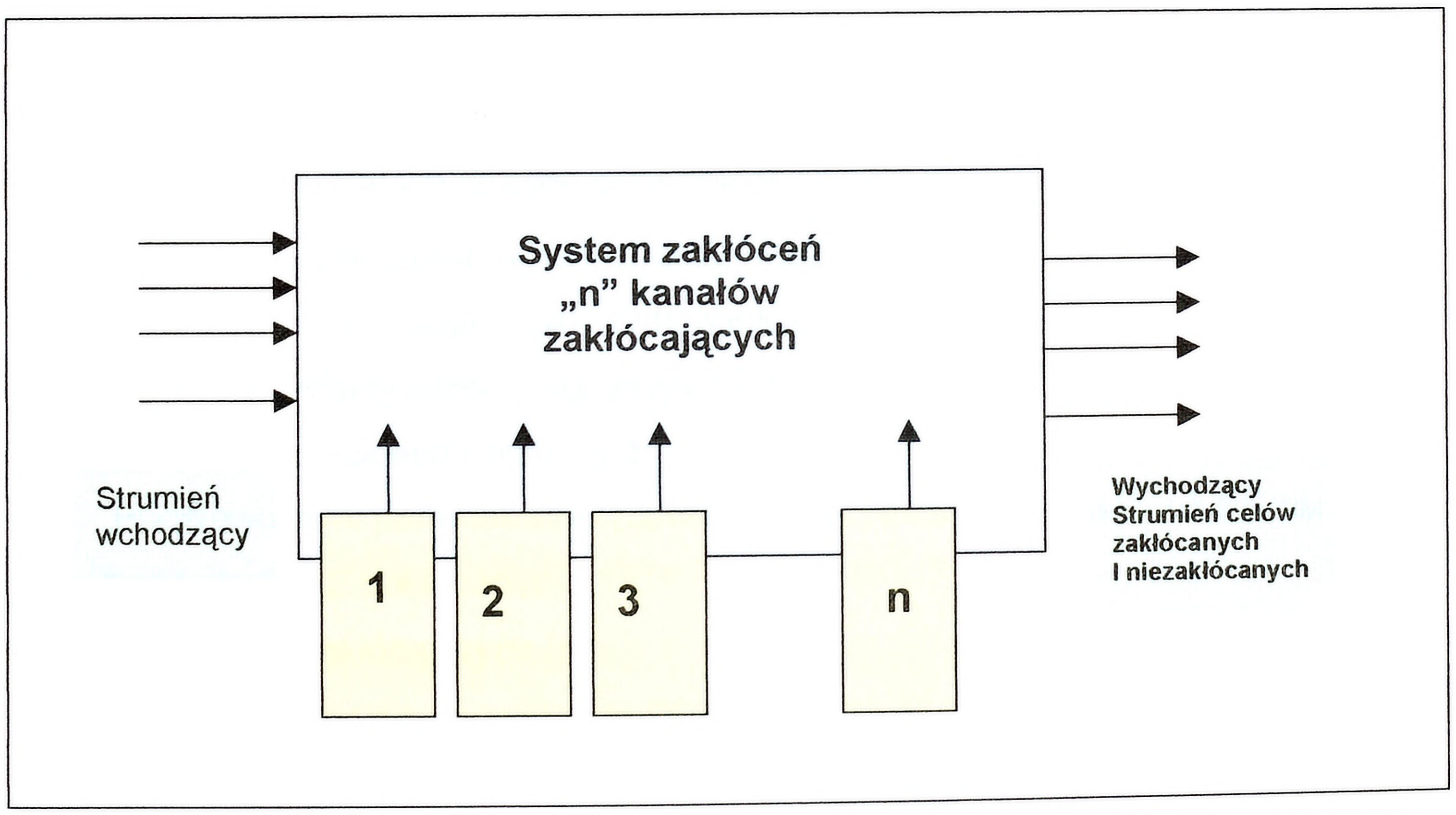
[301] Cz. Gozdecki., E. Zawada.: Wybrane metody statystyczne w prognozowaniu wojskowy. MON, Warszawa, 1978, s. 226 i 227.

5.3. Określanie możliwości bojowych pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych

Do określania możliwości bojowych pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych zastosowano, między innymi, teorię obsługi masowej. Analizując działanie pododdziału zakłóceń (system zakłóceń) w oparciu o teorię masowej obsługi, można sprecyzować podstawowe parametry charakteryzujące:

- strumień celów RE wchodzących do systemu obsługi;
- system zakłóceń;
- strumień celów RE wychodzących ze strefy zakłóceń.

Strumień celów powietrznych (CP) wchodzących do systemu obsługi należy interpretować jako ogół urządzeń radioelektronicznych (RE) przeciwnika, pracujących w paśmie możliwych zakłóceń, które wykorzystując metody radiolokacji aktywnej, realizują zadania rozpoznania radioelektronicznego i kierowania środkami walki.



Rys. 19. Uproszczony model funkcjonowania systemu zakłóceń.

Źródło: *L. Ciborowski, S. Babicki.: Matematyczne podstawy oceny efektywności walki radioelektronicznej.*

Podstawowymi parametrami opisującymi ten strumień są:

- liczba celów CP wchodzących w strefę zakłóceń pododdziałów zakłóceń (m);

- intensywność wejściowego strumienia celów CP (λ).

Pierwszy z wymienionych wskaźników, a więc liczba celów RE, determinowany jest wieloma różnymi czynnikami. Do najważniejszych z nich należy zaliczyć: stopień nowoczesności środków napadu powietrznego, charakter wykonywanych zadań bojowych oraz wielkość obiektu ataku. Drugim, bardzo ważnym parametrem wchodzącego strumienia, jest jego intensywność (λ). Należy podkreślić, że wymienione parametry można z dużym prawdopodobieństwem prognozować[302]. Postawą tej prognozy mogą być normy taktyczne, jakie są przewidywane dla pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych do realizacji postawionych im zadań. Niewątpliwy wpływ na wielkość obydwu czynników ma działalność pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych. Elementarny strumień celów powietrznych (CP) wchodzących do systemu zakłócającego podporządkowany jest prawu Poissona.

Jeżeli założymy, że wchodzący strumień CP ma charakter procesu Poissona, to fakt ten umożliwia nam wykorzystanie matematycznego aparatu przypadkowych procesów Markowa do badania możliwości bojowych (efektywności) pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych. Tak sformułowane i przyjęte założenia, umożliwiają głównie obliczenie wielkości prawdopodobieństwa znajdowania się w systemie określonej liczby CP, w danym czasie, przy założonej intensywności wchodzącego strumienia celów λ. Obliczona w ten sposób wielkość prawdopodobieństwa, stanowi podstawę do tworzenia zależności matematycznych umożliwiających analizę możliwości bojowych (efektywności) ugrupowanych w danym rejonie pododdziałów (oddziałów) zakłóceń radioelektronicznych.

Podstawowymi parametrami charakteryzującymi system zakłóceń RE są:

* wielkość strefy RE zakłócania;
* liczba kanałów zakłócających (n);
* czas zakłócania pojedynczego celu RE (t_z);
* czas oczekiwania celu RE na zakłócanie (t_{ocz}).

Wielkość strefy zakłócania zależy głównie od warunków terenowych, w których wykonywane jest zadanie bojowe, wysokości lotu celu powietrznego, charakterystyk taktyczno - technicznych zakłócanego urządzenia i kanału zakłócającego oraz taktyki użycia pracującego pokładowego środka RE.

---

[302] **Prognoza** to opis przebiegu i stanu możliwych przyszłych zdarzeń, oparty na naukowych podstawach.

Liczba kanałów zakłócających (n) jest najważniejszym parametrem charakteryzującym system zakłóceń radioelektronicznych. W ugrupowaniu bojowym pododdziałów zakłóceń znajdują się jedno - i wielokanałowe stacje zakłóceń[303]. W związku z tym, że będące obecnie w uzbrojeniu stacje zakłóceń przystosowane są do pracy w dwóch różnych zakresach częstotliwości (pasmo 2 i 3 cm), istnieje konieczność ich oddzielnego rozpatrywania.

Czas zakłócania pojedynczego celu (t_z) ma charakter wielkości przypadkowej, a podstawową wielkością wpływającą na jego wartość jest przepustowość systemu (μ), którą oblicza się z zależności:

$$\mu = \frac{1}{t_z} \qquad [101]$$

gdzie:

t_z - średni czas zakłócania jednego celu;

Przebieg zmienności funkcji przepustowości systemu zakłócającego względem czasu ma charakter wykładniczy i opisany jest wzorem:

$$F\mu(t) = 1 - e^{-\lambda t}, t > 0$$

W praktyce wielkość μ określa średnią liczbę celów RE zakłócanych przez jeden, pracujący nieprzerwanie kanał zakłócający.

Czas oczekiwania celu RE na zakłócanie t_{ocz} jest również wielkością przypadkową, o wykładniczym przebiegu zmienności funkcji względem czasu:

$$F\upsilon(t) = 1 - e^{-\upsilon t}, t > 0$$

gdzie:

υ - charakteryzuje intensywność ubywania niezakłóconych celów RE ze strefy zakłóceń.

Istotnym wskaźnikiem charakteryzującym system zakłóceń są: względna (q) i absolutna (A) jego przepustowość.

Przepustowość względna systemu zakłóceń (q) liczbowo równa jest prawdopodobieństwu niewykonania zadania bojowego przez środek napadu powietrznego przeciwnika.

Wskaźnikami uzupełniającymi wcześniej wymienione są:

---

[303] Wielokanałowość to cecha nowoczesnych stacji zakłóceń, polegająca na możliwości jednoczesnego zakłócania kilku urządzeń radioelektronicznych (RE).

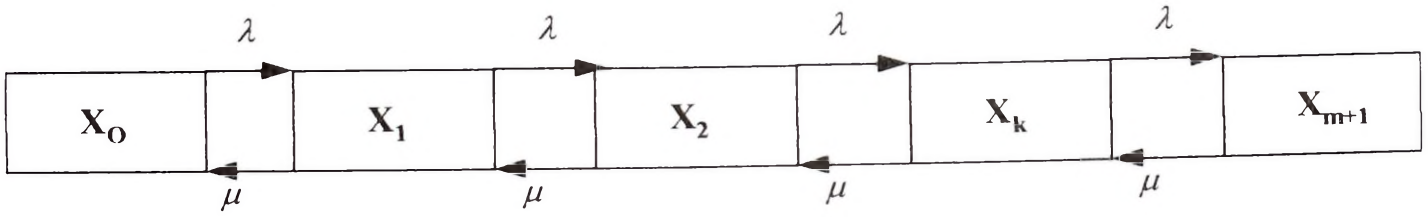
* prawdopodobieństwo niezakłócenia celu - P_{nz};
* średnia liczba kanałów zakłócających, zajętych zakłócaniem celów RE - M_Z ;
* współczynnik zajętości kanałów zakłócających K_p;
* współczynnik postoju K_p;
* średnia długość kolejki celów czekających na zakłócenie m;
* średni czas oczekiwania celu RE na zakłócenie t_{ocz}[304].

W przypadku analizowania problemów efektywności użycia pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych, wydaje się racjonalne zastosowanie metod matematycznych, dotyczących głównie systemów jednokanałowych oraz wielokanałowych, z ograniczonym czasem oczekiwania na obsługę. Pozostałe mogą być jednak zastosowane w każdym innym, uzasadnionym przypadku, dla badania sytuacji szczegółowych.

Przypadki jednokanałowej pracy środków WRE występują przede wszystkim w strefowej osłonie radioelektronicznej. Natomiast wielokanałowa praca, z ograniczonym czasem oczekiwania w kolejce, będzie występować przy realizacji obrony obiektowej (obiektowo - strefowej) w wypadkach zmasowanego użycia ŚNP przez przeciwnika, wobec osłanianych obiektów.

Możliwe stany systemów oraz znaczenie prawdopodobieństwa pozostawania systemów w tych stanach, przedstawione zostały przez S. Babickiego w sposób następujący:

A. Jednakowy system zakłóceń z oczekiwaniem przy ograniczonej liczbie miejsc w kolejce



$$p = \frac{1-p}{1-p^{m+2}}$$

X_o - kanał wolny

X_1 - kanał zajęty, kolejki brak
X_2 - kanał zajęty, jeden cel w kolejce
X_k - kanał zajęty, k - 1 celów w kolejce
X_{m+1} - kanał zajęty m celów w kolejce

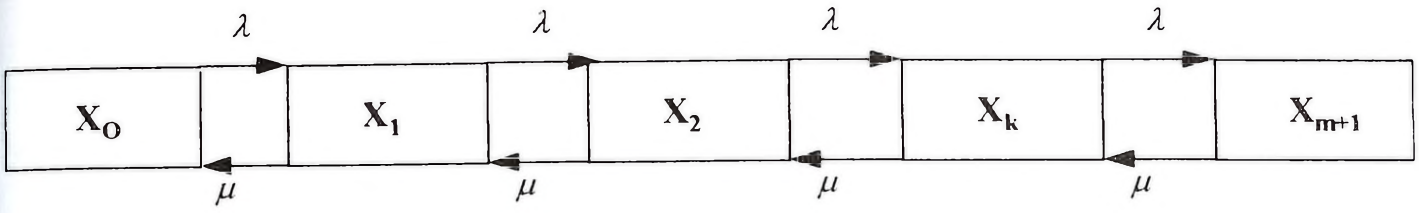
$p=pp_o$

$p_2=p^2p_o$
$p_2=p^kp_o$
$p_{m+1}=p^{m+1}p_o$

---

[304] S. Babicki. Matematyczne podstawy oceny efektywności walki radioelektronicznej. Zeszyty Naukowe AON. Warszawa. 1997, s.150.

B. Jednokanałowy system zakłóceń z oczekiwaniem z nieograniczoną liczbą miejsc w kolejce

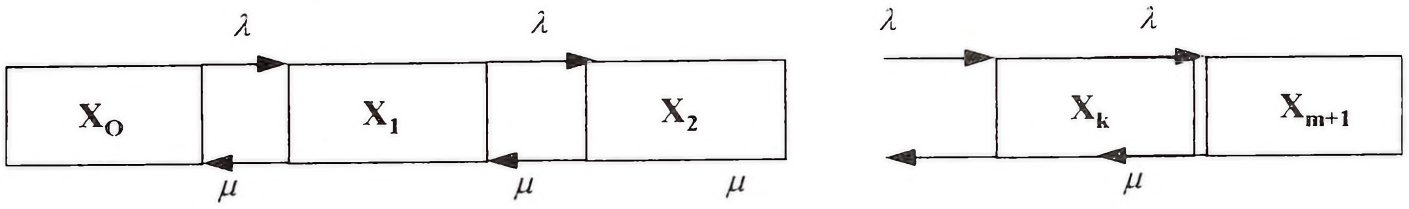


X_o - kanał wolny

X_1 - kanał zajęty, kolejki brak
X_2 - kanał zajęty, jeden cel w kolejce
X_k - kanał zajęty, k - 1 celów w kolejce

$p_o = 1-p$
$p_1 = p(1-p)$
$p_2 = p^2(1-p)$
$p_k = p^k(1-p)$

C. Wielokanałowy system zakłóceń z odmową



X_o - kanał wolny

X_k - zajętych k - kanałów, pozostałe wolne

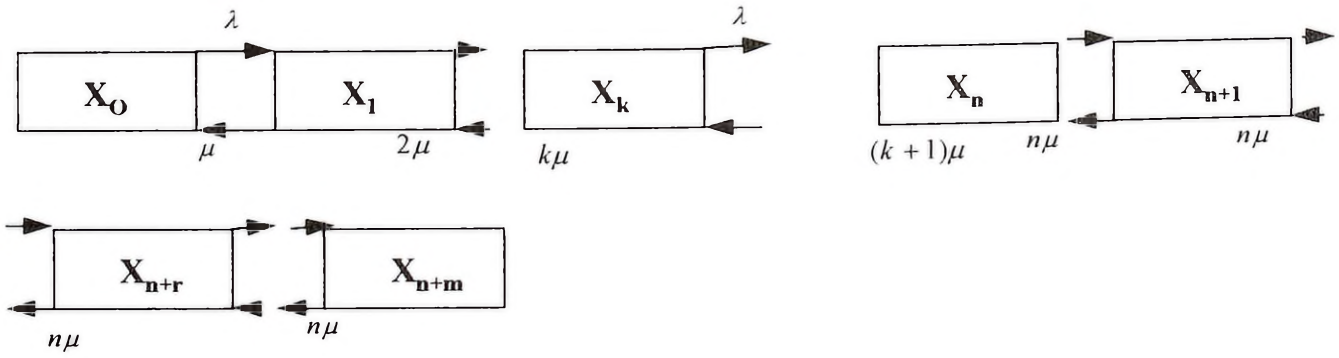
S_n - zajęte wszystkie kanały

$$p_o = \frac{1}{1+\frac{p}{1!}+\frac{p^2}{2!}+\ldots+\frac{p^n}{n!}}$$

$$p_k = \frac{p^k}{k!}p_o$$

$$p_n = \frac{p^n}{n!}p_o$$

D. Wielokanałowy system zakłóceń z ograniczoną liczbą miejsc w kolejce



X_o - wszystkie kanały są wolne

$$p_o = \frac{1}{1+\frac{p}{1!}+\frac{p^2}{2!}+\ldots+\frac{p^n}{n!}+\frac{\frac{p}{n}-(\frac{p}{n})^{m+1}}{1-\frac{p}{n}}}$$

X_1 -jeden kanał jest zajęty, pozostałe wolne $\quad p \equiv \frac{p}{1!} p_o$

X_k - zajęte k kanałów, pozostałe wolne $\quad p_k = \frac{p^k}{k!} p_o$

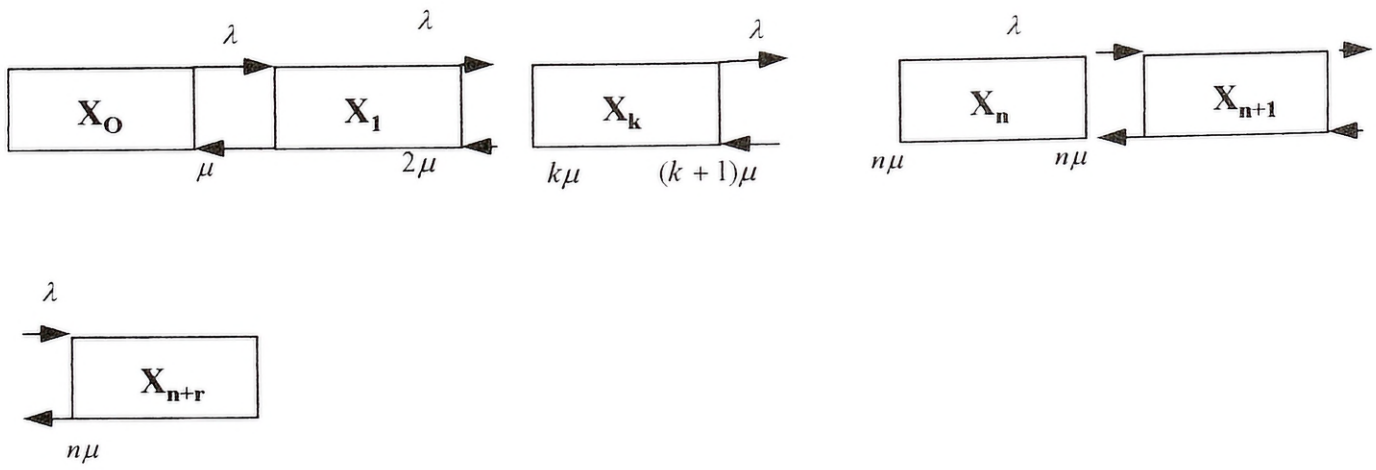
X_n - zajęte wszystkie n - kanały $\quad p_n = \frac{p^n}{n!} p_o$

X_{n+1} - zajęte wszystkie n kanały, jeden cel w kolejce $\quad p_{n+1} = \frac{p^n}{nn!} p_o$

X_{n+r} - zajęte wszystkie n kanały, r celów w kolejce $\quad p_{n+r} = \frac{p^{n+r}}{n^r n!} p_o$

X_{n+m} - wszystkie n kanały zajęte, m celów w kolejce $\quad p_{n+m} = \frac{p^{n+m}}{n^m n!} p_o$

E. Wielokanałowy system zakłóceń z nieograniczoną liczbą miejsc w kolejce



X_o - wszystkie kanały wolne $\quad p_o = \frac{1}{1 + \frac{p}{1!} + \frac{p^2}{2!} + \ldots + \frac{p^n}{n!} + \frac{p^{n+1}}{n!(n-p)}}$

X_1- jeden kanał zajęty, pozostałe wolne $p_1 = \frac{p}{1!} p_o$

X_k - zajęte k kanałów, pozostałe wolne $p_k = \frac{p^k}{n!} p_o$

x_{n+1} - zajęte wszystkie n kanałów $p_{n+1} = \frac{p^{n+1}}{nn!} p_o$

X_{n+r} - zajęte wszystkie kanały, r - celów w kolejce[305] $p_{n+r} = \frac{\overline{p^{n+r}}}{n^2 n!} p_o$

KONKLUZJA:

Obliczone wielkości prawdopodobieństwa znajdowania się systemu w określonym stanie, stanowią podstawę do użycia wzorów matematycznych, zamieszczonych w tabeli i umożliwiających ocenę efektywności systemu z wykorzystaniem różnych wskaźników[306]. Przedstawiony aparat matematyczny ma charakter uniwersalny. Pozwala badać problemy efektywności bojowego użycia dowolnego ugrupowania wojsk, wykonującego zadania o charakterze osłonowym. Jego zaletą jest możliwość określania niezbędnej ilości sił do wykonania zadania bojowego z określoną efektywnością.

Odpowiedź na pytanie: Czy przedstawiony aparat (model) matematyczny okaże się dobry (wystarczający) czy nie?, jest niezwykle trudna. Zachodzi potrzeba nieustannego porównywania rezultatów otrzymywanych w wyniku badań, z efektami praktycznej działalności pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych. Trzeba również pamiętać o tym, że pełne odwzorowanie realnego systemu w postaci modelu wykorzystywanego do oceny stopnia realizacji zadań osłony radioelektronicznej nie jest możliwe. Matematyczny model używany do oceny stopnia realizacji zadań osłony

---

[305] Praktyczne zastosowanie metody opisałem w załączniku 13.

[306] L. Ciborowski, S. Babicki.: III Konferencja naukowo – techniczna nt. Systemy rozpoznania i walki radioelektronicznej. Tom I. Artykuł nt. Matematyczne podstawy oceny efektywności walki radioelektronicznej. Żegiestów, 1997, s.159.

radioelektronicznej, powinien wyrażać jedynie najbardziej istotne cechy realnego systemu, umożliwiać badaczowi sprawdzenie teoretycznych przekonań (założeń) o realnym systemie, mobilizować do dalszych szczegółowych badań oraz zapewniać wytyczenie, uzasadnionej naukowo, drogi modyfikacji i doskonalenia systemu radioelektronicznej osłony innych komponentów wojsk obrony powietrznej.

5.4. Określanie możliwości bojowych pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego

Celem oceny możliwości bojowych pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego jest określenie efektywności działań pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego. Skuteczność rozpoznania jest charakteryzowana prawdopodobieństwem wykonania zadań stawianych pododdziałom rozpoznania oraz stopniem osiągnięcia celu rozpoznania na etapie przygotowania lub prowadzenia działań bojowych wojsk OP.

Podstawowym wskaźnikiem, który należy obliczyć, jest stopień osiągnięcia celu działań pododdziałów rozpoznania. Wskaźnik ten zależy od liczby i ważności zadań rozpoznawczych oraz terminowości ich wykonania, i można go wyrazić zależnością:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^{n} V_i P_i(t)}{\sum_{i=1}^{n} V_i} \qquad [102]$$

gdzie:

V_i - ważność wykonywanego i-tego zadania rozpoznawczego;

$P_i(t)$ - prawdopodobieństwo terminowego wykonania i-tego zadania rozpoznawczego;

n - liczba wykonywanych zadań rozpoznawczych na określonym etapie organizacji lub prowadzenia działań bojowych[307].

---

[307] Z. Groszek.: Metody oceny efektywności działań bojowych systemu rozpoznania wojsk OPK. Zeszyty Naukowe Nr 3 (54) 88. ASG WP. Warszawa, 1988, s.134.

Prawdopodobieństwo terminowego wykonania i-tego zadania rozpoznawczego zdeterminowane jest przede wszystkim ilością różnego rodzaju sił i środków rozpoznania, zaangażowanych w jego wykonanie oraz prawdopodobieństwem terminowego wykonania tego zadania tymi siłami i środkami. Można je określić za pomocą wzoru:

$$P_i(t) = 1 - \prod_{j=1}^{n} \left[1 - P_{ij}(t)\right] \qquad [103]$$

gdzie:

$P_{ij(t)}$ – prawdopodobieństwo terminowego wykonania i-tego zadania przez i-ty rodzaj sił i środków rozpoznania;

n - liczba rodzajów sił i środków rozpoznania biorących udział w wykonywaniu i-tego zadania[308].

Z kolei prawdopodobieństwo terminowego wykonania i-tego zadania przez j-ty rodzaj sił i środków rozpoznania można określić iloczynem prawdopodobieństwa zdobycia pełnej informacji (o wymaganej wiarygodności) przez j-ty rodzaj sił i środków rozpoznania w czasie wykonywania i-tego zadania oraz prawdopodobieństwo terminowego przekazania tej informacji określonym użytkownikom:

$$P_{ij(t)} = P_{zdij} \cdot P_{dij(t)} \qquad [104]$$

Prawdopodobieństwo zdobycia pełnej informacji przez j-ty rodzaj sił i środków rozpoznania w czasie wykonywania i-tego zadania rozpoznawczego zależy przede wszystkim od liczby i ważności przedsięwzięć podlegających wykryciu w czasie wykonywania tego zadania, prawdopodobieństwa wykrycia tych przedsięwzięć oraz rzeczywistej liczby przedsięwzięć wykrytych w toku realizacji tego zadania. Prawdopodobieństwo to można określić zależnością:

$$P_{zdij} = \frac{\sum_{k=1}^{n} VkP_{wykijk}}{\sum_{k=1}^{n} V_k} \qquad [105]$$

gdzie:

---

[308] tamże, s. 136.

P_{wykijk} – prawdopodobieństwo wykrycia k-tego przedsięwzięcia, które realizuje przeciwnik, przez j-ty rodzaj sił i środków rozpoznania w czasie wykonywania i-tego zadania rozpoznawczego;

V_k - współczynnik ważności k-tego przedsięwzięcia realizowanego przez przeciwnika;

n - liczba przedsięwzięć podlegających wykryciu w czasie wykonywania i-tego zadania rozpoznawczego;

l - liczba przedsięwzięć rzeczywiście wykrytych w czasie realizacji i-tego zadania rozpoznawczego[309].

Prawdopodobieństwo terminowego dotarcia wymaganej informacji do j-tego rodzaju sił i środków rozpoznania w czasie wykonywania i-tego zadania rozpoznawczego zdeterminowane jest głównie wartością czasów: dyspozycyjnego i potrzebnego do wykonania tego zadania, i można je wyrazić zależnością:

$$P_{dij(t)} = \frac{\sum_{k=1}^{n} k_{dijk}}{n} \qquad [106]$$

gdzie:

$$K_{dijk} = \begin{cases} 1 \text{ gdy T dyspozycyjny}^{310} \text{ (dolotu) > T potrzebnego} \\ 0 \text{ gdy T dyspozycyjny (dolotu) < T potrzebnego} \end{cases}$$

przy czym T potrzebne = $T_r + T_d + T_{pz} + T_{wyk}$, gdzie:

T_r – czas rozpoznania;

T_d – czas powzięcia decyzji;

T_{pz} – czas postawienia zadania;

T_{wyk} – czas wykonania zadania.

Z przeprowadzonych badań wynika, że na stopień prawdopodobieństwa terminowego wykonania określonych zadań rozpoznawczych, zasadniczy wpływ będą miały wskaźniki wartości prawdopodobieństw wykonania tych zadań przez wszystkie, zaangażowane w tym celu rodzaje sił rozpoznania. Dlatego też poniżej przedstawię

---

[309] Tamże, s. 137.

[310] **Czas dyspozycyjny** jest średnim czasem mierzonym od momentu wykrycia pierwszych oznak realizowania określonych przedsięwzięć przez przeciwnika (lub od chwili wykrycia celu powietrznego) w czasie wykonywania i-tego zadania przez j-ty rodzaj sił i środków rozpoznania, do momentu jego zakończenia (lub do chwili dolotu celu powietrznego do rubieży wykonania zadania).

zależności, za pomocą których można określić wartości poszczególnych wskaźników prawdopodobieństwa wykonania zadań rozpoznawczych przez różne rodzaje sił i środków rozpoznania.

Prawdopodobieństwo wykrycia źródeł rozpoznania przez siły i środki rozpoznania radiowego zakresu fal krótkich, można określić z zależności:

$$P_{wyk}^{PRKF} = P_o \cdot P_p \cdot P_u \qquad [107]$$

gdzie:

P_o – prawdopodobieństwo odszukania źródła rozpoznania pracującego w zakresie KF w zadanym paśmie częstotliwości;

P_p – prawdopodobieństwo przechwycenia źródła rozpoznania pracującego w zakresie KF;

P_u – prawdopodobieństwo umiejscowienia źródła rozpoznania pracującego w zakresie KF[311].

Prawdopodobieństwo przechwycenia źródła rozpoznania pracującego w zakresie KF uzależnione jest przede wszystkim od czasu pracy rozpoznawanego źródła, parametrów widma sygnału tego źródła, parametrów technicznych urządzeń rozpoznawczych, stopnia wyszkolenia operatorów tych urządzeń oraz zadanego pasma częstotliwości do poszukiwania. Prawdopodobieństwo to określa się za pomocą wzoru:

$$P_p^{KF} = 1 - \left[\frac{t_i}{t_p + t_i} o - \frac{(F_w + F) \cdot T}{t_i \cdot \phi_p} \right] \frac{t_r}{T} \qquad [108]$$

gdzie:

t_p - czas pracy źródła rozpoznania (min.);

---

[311] Uwaga:

Przy przechwycie radiowym określonego źródła rozpoznania P_o=1. **Przechwytywanie** polega na ciągłym odbiorze nadawań (emisji) wykrytych źródeł rozpoznania i rejestracji (utrwalaniu) zawartych w nich informacji. Wybór źródeł rozpoznania do przechwytywania ich nadawań, zależy od miejsca i roli tych źródeł w ugrupowaniu bojowym przeciwnika oraz ich wartości informacyjnej. Przechwytywaniu podlegają emisje tych źródeł rozpoznania, które w danej sytuacji bojowej przekazują ważne informacje i pozwalają na wykonanie głównych zadań rozpoznawczych.

t_i – przerwa między kolejnymi seansami pracy źródła rozpoznania (min.);

F_w – szerokość widma sygnału źródła rozpoznania (kHz);

F - szerokość pasma przepuszczania odbiorników rozpoznawczych (kHz);

T - średni czas przeszukania zadanego pasma częstotliwości (min.);

ϕ_p – zadane pasmo częstotliwości do poszukiwania (kHz);

t_r - czas rozpoznania (czas potrzebny na przechwycenie pracy źródła rozpoznania (min.)[312].

Prawdopodobieństwo umiejscowienia[313] źródła rozpoznania pracującego w zakresie KF, zależy głównie od liczby namierników radiowych, biorących udział w określaniu miejsca znajdowania się określonego źródła rozpoznania, oraz ilości namiarów wykonanych przez te namierniki na to źródło rozpoznania. Wartość tego prawdopodobieństwa określa się z zależności:

$$P_u = \sum_{SS_{\min}}^{N} C_N^S P_1^S \left(1 - P_1\right)^{N-S} \qquad [109]$$

gdzie:

N - liczba namierników radiowych w sieci namierzania radiowego KF;

S - liczba namiarów wykonanych na określone źródło rozpoznania radiowego KF;

S_{min} – minimalna ilość namiarów wykonanych na to źródło rozpoznania, wystarczająca do określenia jego koordynatów;

---

[312] Z. Groszek.: Metody oceny efektywności działań systemu rozpoznania wojsk OPK. Zeszyty Naukowe Nr 3 (54) 88. ASG WP. Warszawa, 1988, s. 139.

[313] **Namierzanie** polega na lokalizacji (umiejscawianiu) źródeł rozpoznania. Prowadzi się je przynajmniej dwoma urządzeniami namierzającymi, rozwiniętymi w terenie, w określonej odległości od siebie, zwanej podstawą (bazą namierzania). Namierzanie może być prowadzone trzema sposobami: automatycznie, na komendę i według zadań stałych. **Namierzanie automatyczne** polega na jednoczesnym określaniu azymutów (namiarów) na źródło rozpoznania przez wszystkie urządzenia namierzające, nastrojone na częstotliwość pracy źródła rozpoznania w sposób automatyczny, z wykorzystaniem elektronicznych maszyn cyfrowych. **Namierzanie na komendę** polega na określaniu azymutów na źródło rozpoznania przez wszystkie urządzenia namierzające, po otrzymaniu zadania (komendy) ze stanowiska kierowania namierzaniem lub bezpośrednio ze stanowiska rozpoznawczego w ustalonym momencie. **Namierzanie według zadań stałych** polega na określaniu

P_1 - prawdopodobieństwo wykonania prawidłowego namiaru jednym namiernikiem radiowym KF;

C^S_N – liczba możliwych kombinacji obliczana za pomocą wzoru:

$$C_N^S = \frac{N!}{S!(N-S)!} \qquad [110]$$

Jeżeli do wykonywania określonego zadania rozpoznawczego są angażowane środki rozpoznania radiowego UKF, to prawdopodobieństwo wykrycia źródeł rozpoznania pracujących w tym zakresie częstotliwości, można określić:

$$P_{wyk}^{PRUKF} = \left[1 - e - \frac{\lambda M T r \Pi d r^2}{as}\right] f\left[\frac{T_n - T_p}{\delta n}\right] P_{tw} \qquad [111]$$

gdzie:

λ - intensywność wymiany korespondencji radiowej (w ciągu doby);

M - liczba częstotliwości przydzielonych do kontroli dla jednego stanowiska odbiorczego;

T_r - czas rozpoznania (w godz.);

a - liczba wykrytych częstotliwości pracy rozpoznawanego źródła (obiektu);

d_r - zasięg rozpoznania środków rozpoznania radiowego UKF (km);

s - powierzchnia rejonu objętego rozpoznaniem (km^2);

f - funkcja o rozkładzie normalnym;

T_n - czas trwania wymiany korespondencji radiowej (min.);

T_p - czas potrzebny na rozpoznanie korespondencji radiowej;

δ_n - średniokwadratowy błąd w określaniu czasu trwania korespondencji radiowej;

P_{tw} - prawdopodobieństwo technicznego wykrycia korespondencji radiowej.

Z powyższej zależności wynika, że wartość prawdopodobieństwa wykrycia źródeł rozpoznania pracujących w zakresie fal ultrakrótkich, zależy przede wszystkim od: intensywności i czasu trwania pracy tych źródeł, liczby częstotliwości pracy wykorzystywanych przez te źródła, zasięgu rozpoznania urządzeń rozpoznawczych oraz stopnia wyszkolenia operatorów tych urządzeń.

---

namiarów na źródła rozpoznania przez urządzenia namierzające, zgodnie z wcześniej opracowanym harmonogramem (zadaniem).

W sytuacji, gdy określone zadania rozpoznawcze wykonywane są z wykorzystaniem środków rozpoznania pokładowych systemów (środków) radiolokacyjnych (SRL), prawdopodobieństwo wykrycia pokładowych SRL przeciwnika, określa się z zależności:

$$P_{wyk}^{RSRL} = 1 - e - \frac{2drV_c P_k P_{por} T_r}{S} \qquad [112]$$

gdzie:

d_r - zasięg środków rozpoznania pokładowych SRL przeciwnika;

V_c - prędkość lotu celu;

P_k - prawdopodobieństwo spotkania anten pokładowej SRL i środków rozpoznania;

P_{cr} - prawdopodobieństwo istnienia cech rozpoznawczych;

T_r - czas rozpoznania;

S - powierzchnia rejonu objętego rozpoznaniem.

A zatem wartość prawdopodobieństwa wykrycia pokładowej SRL, w głównej mierze zależy od: zasięgu środków rozpoznawczych, parametrów lotu celu powietrznego, czasu i sposobu pracy rozpoznawczych SRL, parametrów technicznych urządzeń rozpoznawczych oraz stopnia wyszkolenia załóg tych urządzeń.

KONKLUZJA:

Przedstawiony aparat matematyczny pozwala z dużą dokładnością określić prawdopodobieństwo terminowego wykonania postawionych przed pododdziałami rozpoznania radioelektronicznego OP zadań oraz stopień osiągnięcia zakładanego celu rozpoznania.

Można więc stwierdzić, że przyjęte wskaźniki oceny efektywności rozpoznania pozwalają bezpośrednio określić stopień wykonania zadań stojących przed systemem rozpoznania wojsk OP, a pośrednio – wpływ rezultatów działania tego systemu rozpoznania na efektywność działań bojowych wojsk OP.

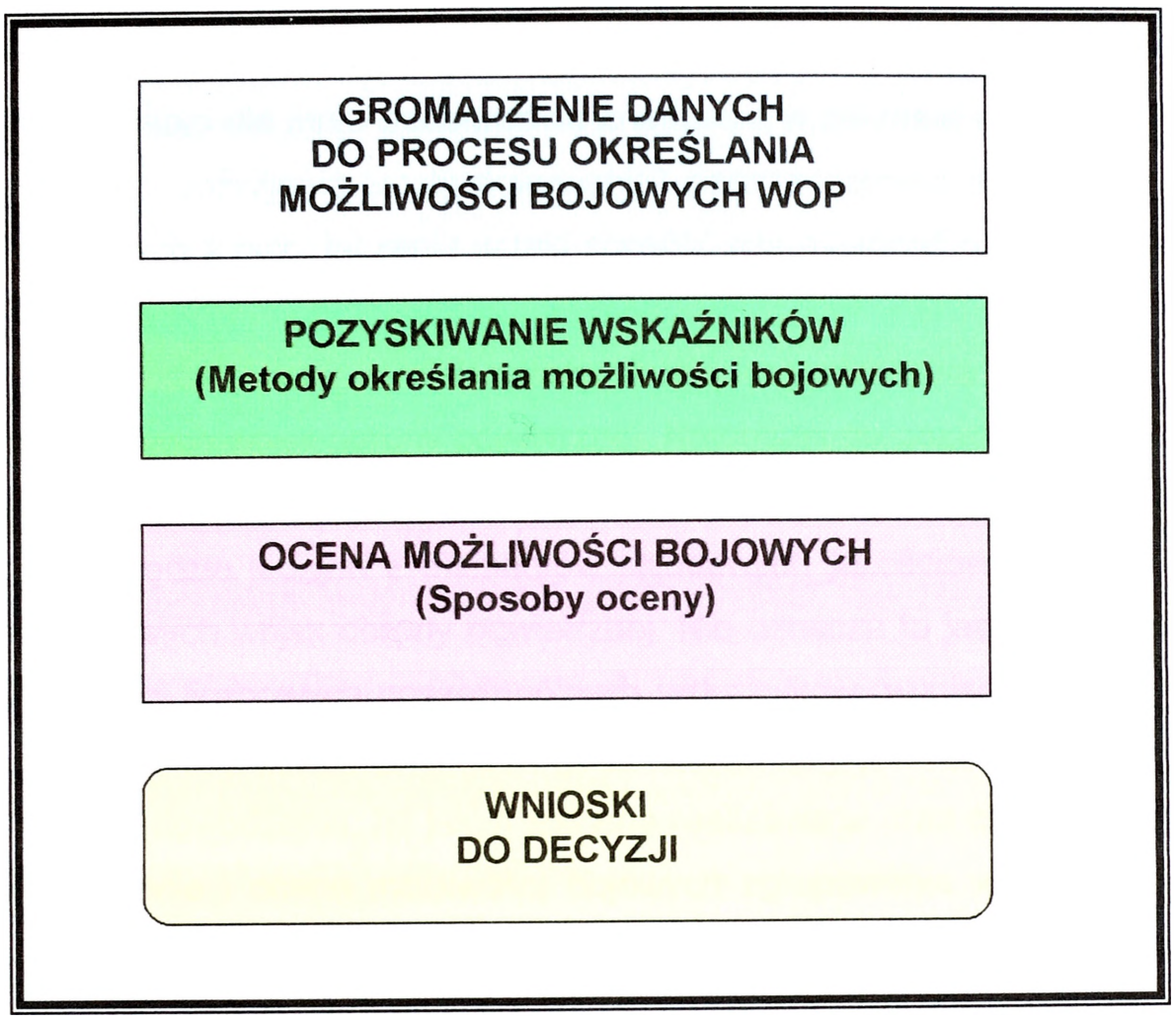
Z przeprowadzonych przeze mnie badań wynika, że efektywność pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego wojsk OP zależy przede wszystkim od: stopnia doskonałości i sprawności sprzętu rozpoznania, stopnia wyszkolenia obsług i osób funkcyjnych, zaangażowanych w proces wykonywania zadań rozpoznawczych oraz sprawności i przepustowości systemu obiegu informacji.

6. PROPONOWANA METODA OCENY MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH WOJSK OBRONY POWIETRZNEJ

Przeprowadzone przeze mnie badania wykazały, że określanie możliwości bojowych obejmuje rozwiązanie dwóch, ściśle ze sobą związanych problemów. Pierwszy dotyczy zdobycia (pozyskiwania) informacji o wskaźnikach wyrażających możliwości bojowe wojsk obrony powietrznej, drugi natomiast - ich oceny, a tym samym wyrażenia opinii o jakości obrony powietrznej. Wyniki badań przedstawione w rozdziale 4 odnosiły się jedynie do metod (sposobów) pozyskiwania wskaźników i parametrów możliwości bojowych poszczególnych komponentów wojsk obrony powietrznej. Metody te nie obejmują jednak ich oceny, którą pozostawia się w gestii podmiotu określającego możliwości bojowe. Najczęściej w literaturze przedmiotu określa się te działania jako interpretację otrzymywanych wyników obliczeń.

Uważam, że zarówno pozyskiwanie danych, jak i ich ocena, ma poważny wpływ na poprawność procesu określania i oceny możliwości bojowych, a w efekcie podejmowania racjonalnych decyzji o obronie powietrznej. Z tego względu, swoje badania ukierunkowałem na rozwiązanie tych dwóch problemów, w mojej opinii bardzo ważnych. O ile pozyskiwanie danych (wskaźników możliwości bojowych), szczególnie dotyczących możliwości bojowych poszczególnych komponentów (rodzajów wojsk) jest problemem dobrze rozpoznanym i sformalizowanym, o tyle metoda oceny tych wskaźników, w moim odczuciu, praktycznie nie istnieje. W odniesieniu do pierwszego problemu przeprowadzone przeze mnie badania ukierunkowane były przede wszystkim na ocenę stosowanych dotychczas metod, przedstawianie ich wad i zalet oraz na określeniu zakresu ich zastosowań.

Przypomnę, że metody będące przedmiotem moich badań, przeznaczone są do określania możliwości bojowych poszczególnych komponentów wojsk OP. Nie spotkałem metody, która umożliwiałaby kompleksowe określenie możliwości bojowych zgrupowania wojsk obrony powietrznej. Specyfika obliczania (wyznaczania) wskaźników w poszczególnych rodzajach wojsk jest tak daleko idącą, że obecnie nie widzę możliwości wprowadzenia spójnej, kompleksowej metody określania możliwości wojsk OP w oparciu o stosowane dotychczas metodyki szczegółowe.



Rys.20. Charakterystyka procesu określania i oceny możliwości bojowych wojsk OP.
Źródło: Opracowanie własne.

Przyjmując, że metoda to sposób postępowania, świadomy i powtarzalny wybór działania (bądź sposób wykonania zadania praktycznego lub rozwiązania problemu naukowego) założyłem, że:

metoda określania i oceny możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej jest świadomym i powtarzalnym sposobem pozyskiwania danych (wielkości liczbowych) o wyrażających je wskaźnikach oraz umożliwiających ich ocenę.

Konstruując metodę określania możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej, która zawierałaby element oceniający, należało pamiętać o spełnieniu przez nią wymagań metodycznych i proceduralnych, które w znacznym stopniu decydują o rozwiązaniu problemu. Podstawowa koncepcja metody zawiera się w wymaganiach metodycznych, które, jak twierdzi J. Antoszkiewicz, tworzy się z zasad metodycz-

nych[314] uzupełnionych podejściami[315], przy wykorzystaniu odpowiednich języków[316] i wyposażenia[317]. Tak więc znajomość, a przede wszystkim zrozumienie istoty składników metody, miało dla mnie podstawowe znaczenie w zakresie właściwych wyborów dotyczących: rozwijania (rozbudowywania) poszczególnych składników, eliminowania niektórych z nich, łączenia w taki sposób, aby osiągnąć pożądany cel działania[318].

Założyłem, że główny wysiłek należy skupić na wypracowaniu metody oceny możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej. Natomiast do pozyskiwania wielkości interesujących nas wskaźników, należy wykorzystać wybraną i ocenioną przeze mnie metodę, która będzie jednym z elementów składowych jakościowej metody oceny możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej. Nie oznacza to jednak, że do pozyskiwania wartości liczbowych poszczególnych wskaźników (wyników) musi być wybrana tylko jedna metoda. Uważam, że wybór uzależniony jest od celu dokonywanej oceny, szczebla dowodzenia, na jakim jest ona realizowana oraz czasu przeznaczonego na określenie i ocenę możliwości bojowych zgrupowania wojsk OP. Za konieczne uznałem więc sformułowanie propozycji metody w powiązaniu ze szczeblami dowodzenia OP. Wnioski w tym zakresie, wynikające z przeprowadzonych przeze mnie badań, przedstawiłem w rozdziale czwartym rozprawy.

---

[314] **Zasadą metodyczną** nazywa się charakterystyczny, obmyślony i uporządkowany zbiór norm postępowania, które obejmują zalecenia, wytyczne, reguły i dyrektywy uznane za słuszne i racjonalne z uwagi na problem, który ma być rozwiązany.

[315] **Podejście** ustala sposób stawiania, ujmowania lub podchodzenia do rozwiązywania problemu. Formułuje, od czego zacząć działanie. Określa zatem punkt wyjścia w postępowaniu metodycznym. Istnieje wiele różnych podejść, które odmiennie się formułuje w zależności od rodzaju problemu, jego złożoności i struktury oraz specyficznych uwarunkowań.

[316] W każdej metodzie jest używany określony i zorganizowany system znaków nazywany **językiem**, który służy do przekazywania informacji między człowiekiem a człowiekiem, człowiekiem a maszyną, maszyną a maszyną. Może to być język naturalny, wykształcony w procesie biologicznym, społecznym, albo język sztuczny, rozumiany jako system porozumiewania się ludzi w określonych dziedzinach (np. logice, prakseologii, ekonomii, technice, itp.) lub jako zespół skoordynowanych kodów.

[317] **Wyposażenie metody** stanowi określony zbiór urządzeń fizycznych, którym posługujemy się w danej metodzie. Do wyposażenia metody, którego używa się na przykład w zarządzaniu, należą komputery, kalkulatory, itp.

[318] J. Antoszkiewicz.: Metody heurystyczne. Twórcze rozwiązywanie problemów. PWE, Warszawa, 1990, s. 37.

Badania główne (zasadnicze) wykazały, że efektywność bojowa nie jest jedynym, miarodajnym wskaźnikiem wyrażającym możliwości bojowe wojsk obrony powietrznej (w przeciwieństwie do możliwości poszczególnych ich komponentów). Chcąc kompleksowo ocenić możliwości bojowe wojsk OP, należy związki taktyczne i oddziały wojsk rakietowych, lotnictwa myśliwskiego wraz z oddziałami wojsk radiotechnicznych, pododdziałami rozpoznania i zakłóceń radioelektronicznych, działające w jednej strefie odpowiedzialności, traktować jako zgrupowanie wojsk obrony powietrznej, które realizuje wspólne zadanie obrony wyznaczonych obiektów i wojsk[319]. Dlatego ***kompleksowa jakościowa metoda oceny możliwości bojowych***[320] odnosi się do wspomnianego zgrupowania wojsk jako całości, a nie oddzielnie do poszczególnych jego komponentów. Metoda ta opracowana została na bazie kwalitologii, w której jakość definiuje się jako: „...stopień spełnienia stawianych wymagań"[321]. Założyłem, że proponowana metoda pozwoli określać stopień spełnienia stawianych wojskom OP wymagań, związanych z obroną wyznaczonych obiektów (wojsk, rejonów, kierunków).

Uznałem również, że podstawowym wymogiem metody określania możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej jest jej użyteczność w procesie decyzyjnym. Metoda ta powinna bowiem ułatwiać wybór racjonalnego wariantu działania (ugrupowania bojowego) zgrupowania wojsk OP oraz zapewnić racjonalność przypisywania zadań wykonawcom na miarę ich możliwości.

---

[319] Dowódca OP, posiadający stosowne uprawnienia w zakresie dowodzenia i kontroli, w stosunku do dowódcy zgrupowania wojsk obrony powietrznej, przed postawieniem zadania bojowego, powinien na tyle znać ich możliwości bojowe, aby mieć pewność (przekonanie), że zadanie to nie przekracza ich możliwości. Natomiast po walce ze środkami napadu powietrznego przeciwnika, powinien umieć ocenić stopień jego wykonania.

[320] Tak proponuję nazwać opracowaną przeze mnie metodę oceny możliwości bojowych wojsk OP.

[321] Model obliczania i porównywania potencjałów zgrupowań bojowych wojsk własnych i potencjalnego przeciwnika (pod naukowym kierownictwem Cz.Flanka). AON, Warszawa, 1998.

6.1. Kompleksowa jakościowa metoda oceny możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej

O ile problem (zagadnienie) kompleksowej oceny efektywności systemów technicznych (systemów uzbrojenia) nie przedstawia zasadniczych trudności, o tyle kompleksowa ocena systemów techniczno – organizacyjnych, a do takiej klasy należy zgrupowanie wojsk OP, jest w dużym stopniu dyskusyjna i nastręcza szereg trudności. Jak twierdzi Cz. Flanek[322], w praktyce dominuje przekonanie, że kompleksowa ocena systemu może być dokonana przez określenie zbiorów ocen cząstkowych. Dzięki temu można uzyskać ocenę wypadkową, która z reguły jest określona średnią ocen cząstkowych. Na ogół każda ocena systemu uzyskiwana jest zgodnie z przyjętym kryterium. Z tego powodu określa się wagę (znaczenie) danej oceny albo wagę (znaczenie) danego kryterium w zbiorze kryteriów oceny systemu (możliwości bojowych wojsk OP). Przy określaniu wypadkowej (kompleksowej) oceny istnieje także problem znalezienia wspólnej miary dla ocen cząstkowych. Trudność tę można częściowo pokonać poprzez wprowadzenie ocen cząstkowych, unormowanych do przedziału zmienności (0, 1).

Proponowana przeze mnie jakościowa metoda oceny możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej, oparta jest na ocenie jakości[323], którą należy interpretować jako właściwość:

- zbiorczą, kumulującą oddziaływanie różnych właściwości zbiorczych, tj. takich cech lub wielkości wymiernych, które określają jakiś przymiot przedmiotu analizy w sposób wielostronny lub pojedynczy, tj. takich poszczególnych cech lub wielkości mianowanych, które określają jakiś przymiot przedmiotu analizy w sposób jednostronny;
- niemianowaną – gdyż nie istnieje dotychczas jednostka, za pomocą której można wyrazić jakość w sposób wymierny;
- niemierzalną – gdyż nie znane są dotychczas metody i sprzęt umożliwiający bezpośredni pomiar jakości;

---

[322] Cz. Flanek.: Analiza systemowa i metodologia modelowania systemowego. Cz. I. Analiza systemowa w praktyce OPL. AON, Warszawa, s. 82.

[323] Muszę zaznaczyć, że metoda ta jest oparta na metodzie prof. R. Kolmana, która znalazła zastosowanie w szeroko pojętej problematyce gospodarczej. Ja natomiast zaadaptowałem ją dla potrzeb rozwiązywania problemu oceny możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej.

- wyznaczalną – gdyż można wyrazić jakość za pomocą wskaźników liczbowych uwzględniających stan (natężenie, oddziaływania) kryteriów przyjętych do określania jakości.

Z badań przeprowadzonych przeze mnie wcześniej wynika, że przedmiotem analizy jakości (badania jakości) mogą być: dowolny obiekt ożywiony (zwierzę, roślina), nieożywiony (gleba, maszyna, budowla, itp.), proces (technologiczny, eksploatacyjny, walki, itp.) właściwości lub postępowanie człowieka, stanowiące środki pośredniego lub bezpośredniego oddziaływania na otoczenie i odwrotnie. Na tej podstawie założyłem, że zarówno wojska obrony powietrznej, jak i odpowiednio ugrupowany system obrony powietrznej mogą być przedmiotem badań jakości (wyznaczenia zestawów przymiotów określających stopień zgodności możliwości bojowych wojsk OP, systemu OP z wymaganiami, które są najkorzystniejsze dla danych warunków). Tak więc stopień jakości będzie odzwierciedlał możliwości bojowe wojsk OP, a tym samym ich zdolność do wykonania powierzonych im zadań.

Idea metody wyraża się w ocenie (odzwierciedleniu) możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej za pomocą kilku współczynników, które wyrażają ich jakość. Istnieje również możliwość oceny (wyrażenia) możliwości bojowych za pomocą wskaźnika jakości tych możliwości. Zarówno wskaźniki cząstkowe, jak i wskaźnik globalny (wypadkowy) są liczbami (wartościami) niemianowanymi.

6.1.1. Założenia metodyczne

Ważne znaczenie dla poprawnego przebiegu procesu konstruowania jakościowej metody oceny możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej ma jednoznaczne określenie i zrozumienie takich pojęć jak: obiekt, proces, przymiot, wielkość, cecha, kryteria oraz znamiona jakości.

W ogólnym znaczeniu ***proces*** to sposób wzajemnego oddziaływania między obiektami lub grupą obiektów na człowieka. Procesy mogą być rozpatrywane jako techniczne i nietechniczne (społeczne, biologiczne, itp.).

Przymiotem jest niemierzalna cecha lub mierzalna wielkość określająca jakąś właściwość przymiotu analizy. W odniesieniu do przedmiotu moich badań, przymiotem są właściwości (cechy) wskaźników możliwości bojowych, niezbędnych do kompleksowej oceny możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej wybranych przeze mnie i zaaprobowanych przez środowisko naukowe Wydziału WLOP.

Wielkość w ogólnym znaczeniu to właściwość, która może być zmierzona i wyrażona za pomocą ogólnie przyjętych do stosowania jednostek miary. W słowniku jakości wymienia się tylko pojęcie „wielość wyjściowa", które jest zdefiniowane jako: „wielkość, wymiar, w odniesieniu do którego wyznaczane są wszystkie granice zmienności"[324]. W przypadku wojsk obrony powietrznej, takimi wielkościami są rozmiary strefy informacji radiolokacyjnej, strefy rozpoznania radioelektronicznego, a także wielkości charakteryzujące możliwości przestrzenne aktywnych środków walki. W wojskach rakietowych SP wielkościami tymi są parametry stref ognia pojedynczych pododdziałów rakietowych, natomiast w odniesieniu do lotnictwa myśliwskiego - będą nimi wielkości odzwierciedlające wszelkie rubieże. Należy również pamiętać o pododdziałach zakłóceń radioelektronicznych, które także zaliczane są do aktywnych środków walki. Dla tych pododdziałów wielkościami mierzalnymi są możliwe strefy zakłóceń radioelektronicznych.

Z kolei ***cecha*** to właściwość niemierzalna (w dosłownym tego słowa znaczeniu), lecz możliwa do wyznaczenia przez określenie stopnia intensywności jej oddziaływania[325]. W stosunku do zgrupowania wojsk OP, taką wielkością niemierzalną jest np. wyszkolenie obsług bojowych i ich morale. Wyjątkowo trudno jest wyrazić stopień wyszkolenia i stan moralny obsług (pilotów, personelu naziemnego, obsług stacji radiolokacyjnych, stacji zakłóceń itd.). Nie ma jednak wątpliwości co do tego, że w dużym stopniu wpływają one na rezultaty walki z przeciwnikiem powietrznym. Nawet najlepsze, najnowocześniejsze uzbrojenie (sprzęt bojowy) w rękach nieprzygotowanego personelu (żołnierza), traci na wartości w sensie pełnego wykorzystania jego możliwości bojowych.

Znamionami jakości są szczególne kryteria kumulujące (łączące) wpływ pozostałych kryteriów jakości, podzielonych zależnie od potrzeby według ich oddziaływania na kilka grup znaczeniowych, określających jakość z różnych punktów widzenia[326].

Jeżeli wymagania stawiane przedmiotowi analizy ujmuje się w zestaw określonej liczby n kryteriów jakości, to jakość wyrażana liczbowym wskaźnikiem J zależy

---

[324] R. Kolman.: Ilościowe określanie jakości. PWE, Warszawa, 1978, s. 44.

[325] Dla porównania w „Słowniku języka polskiego" pojęcie cechy wyjaśniono jako: „właściwość charakteryzującą pod jakimś względem istotę, przedmiot, czynność lub stan".

[326] R. Kolman.: Ilościowe określanie jakości. PWE, Warszawa, 1978, s. 44.

od stanu poszczególnych kryteriów oznaczonych symbolami k_1, k_2, k_3, ..., k_n. Można to przedstawić zależnością:

$$J = f(k_1, k_2, k_3, ..., k_n) \qquad [114]$$

W przypadku możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej (systemu OP) zakładam, że ich jakość należy rozpatrywać jako:

- cechy wyrażające (odzwierciedlające, charakteryzujące) zdolności w zakresie rażenia środków napadu powietrznego przeciwnika;
- cechy wyrażające zdolności w zakresie rozpoznania (pozyskiwania informacji umożliwiającej dowodzenie oraz zabezpieczenie działań bojowych aktywnych środków walki);
- cechy charakteryzujące możliwości w zakresie logistycznego zabezpieczenia;
- cechy charakteryzujące wyszkolenie i morale stanu osobowego zgrupowania wojsk OP;
- cechy charakteryzujące żywotność wojsk OP.

Założyłem, że wysoka jakość (doskonałość)[327] wojsk obrony powietrznej (ich możliwości bojowych) zapewni obronę obiektu przed rozpoznaniem i uderzeniami środków napadu powietrznego przeciwnika. Przyjąłem, że w idealnym przypadku, kiedy jakościowy wskaźnik możliwości bojowych zgrupowania wojsk OP przybiera wartość 1, to w wyniku ich starcia ze środkami napadu powietrznego przeciwnika, bronione (osłaniane) obiekty nie poniosą żadnych strat lub zniszczeń.

Na podstawie przeprowadzonych badań wykazałem konieczność opracowania wskaźników, które umożliwiłyby pełniejszą niż dotychczas ocenę możliwości bojowych wojsk OP. Najpowszechniej stosowanym wskaźnikiem możliwości bojowych (skuteczności działania systemu OP) była efektywność i związana z nią oczekiwana liczba zniszczonych celów powietrznych. Uważam, że wskaźniki te obecnie nie spełniają podstawowych wymagań, do których najczęściej zalicza się: zgodność z celem działania i wrażliwość na zmiany podstawowych właściwości elementów systemu. Mankament ten zaczął być wyraźnie odczuwalny po wprowadzeniu do wojsk OP

---

[327] Zgodnie z definicją doskonałości, jakość z natury rzeczy musi wynikać z liczby kryteriów większej od jeden (1). Dotychczas bowiem nie jest znane kryterium pojedyncze, które określałoby kompleksowo obliczony stopień doskonałości (gdyby takie kryterium było znane, problem jakości byłby już dawno rozwiązany).

środków zakłóceń radioelektronicznych, które jak wiadomo nie niszczą, a jedynie obezwładniają środki napadu powietrznego przeciwnika. Jednakże skutki ich działań poważnie zmniejszają stopień zniszczenia obiektów osłanianych, powodowany przez przeciwnika powietrznego.

Przyjąłem, że w miarę pełna ocena możliwości bojowych wojsk OP (zgrupowania tych wojsk) będzie możliwa jeśli możliwości te będą opisane (scharakteryzowane) nie jednym, jak to było dotychczas, a kilkoma wskaźnikami. Zaliczyłem do nich:

α - wskaźnik rażenia (skuteczności bojowej);

β - wskaźnik rozpoznania (informacyjny);

δ - wskaźnik logistyczny;

γ - wskaźnik wyszkolenia;

χ - wskaźnik żywotności;

φ - wskaźnik degradacji obiektu osłony (obrony).

6.1.2. Wskaźnik skuteczności wojsk OP

Pierwszy z wymienionych wskaźników (kryteriów oceny) odzwierciedla skuteczność rażenia wojsk OP. Najczęściej możliwości w tym zakresie wyrażane są w postaci oczekiwanej liczby rażonych celów powietrznych przez zgrupowanie wojsk OP. W takim ujęciu, zdolność rażenia określana jest sumą oczekiwanej liczby zniszczonych (rażonych) celów przez aktywne środki walki zgrupowania wojsk OP (lotnictwo myśliwskie oraz wojska rakietowe). Wskaźnik ten zależy od wielu różnych czynników (wskaźników składowych), do których zaliczyłem założone prawdopodobieństwo niszczenia celów powietrznych oraz liczbę oddziaływań WOP do środków napadu powietrznego. Wiarygodność tego wskaźnika zależy głównie od umiejętności odzwierciedlenia warunków prowadzenia walki.

W wojskach rakietowych liczba oddziaływań utożsamiana jest z liczbą możliwych do wykonania strzelań przez pododdział (związek taktyczny). Z analizy zależności [69] wynika, że wartość tego wskaźnika zależy od czasu trwania nalotu przeciwnika powietrznego, czasu przebywania jego środków napadu powietrznego w strefach startu pododdziałów rakietowych oraz cyklu strzelania przeciwlotniczych zestawów rakietowych, będących w uzbrojeniu. Analizując wpływ pierwszego z wymie-

nionych przeze mnie wskaźników składowych na wartość liczby strzelań, można stwierdzić, że w miarę zwiększania tego czasu, dywizjon (dywizjony) rakietowy może wykonać więcej strzelań. Podobnie bywa w przypadku kolejnego wskaźnika (współczynnika) składowego, jakim jest czas przebywania celu powietrznego w strefie startu pododdziału rakietowego (załącznik 18). Im ten czas jest dłuższy, tym pododdział rakietowy może więcej razy oddziaływać ogniowo na środki napadu powietrznego przeciwnika. Analizując trzeci składnik, którym jest czas cyklu strzelania, dochodzimy do wniosku, że wraz z wydłużaniem tego czasu, maleje liczba strzelań pododdziału rakietowego. Bardzo często w prowadzonych kalkulacjach operacyjno – taktycznych, podmioty oceniające możliwości bojowe wojsk rakietowych SP, w celu uproszczenia obliczeń, przyjmują jego wartość średnią[328]. Takie postępowanie rzeczywiście ułatwia obliczenia, ale jednocześnie wprowadza błąd, który systematycznie narasta wraz z obliczaniem kolejnych wskaźników, takich jak: oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych czy efektywność bojowa. Jak wynika ze wzoru umożliwiającego określenie czasu cyklu strzelania (T_c) [70], czas ten jest sumą czasów - potrzebnego na ostrzelanie celu powietrznego i przeniesienia ognia na inny cel. Oceniłem, że graniczne wartości (wielkości) zależą przede wszystkim od czasu lotu rakiety do dalszej oraz bliższej granicy strefy ognia przeciwlotniczego zestawu rakietowego. Natomiast wartości pośrednie zawierają się w tym przedziale i odzwierciedlają możliwość ostrzelania środka napadu powietrznego w głębi strefy ognia. Muszę również podkreślić, że wyrażona w ten sposób prognozowana liczba strzelań nie uwzględnia rubieży wykonania zadania przez środki napadu powietrznego[329]. Zależność, umożliwiająca określenie liczby strzelań sugeruje, że wielkość (wartość) ta będzie się zwiększała wraz z wydłużeniem czasu uderzenia (nalotu) środków napadu powietrznego przeciwnika. W zależności od typu przeciwlotniczego zestawu rakietowego, liczba ta może wzrosnąć dwu lub trzykrotnie, w przypadku strzelania do celów powietrznych nie serią, a pojedynczymi rakietami. Takie ograniczenie w zużyciu rakiet może być wprowadzone w przypadku odpierania zmasowanego nalotu przeciwnika, kiedy liczba biorących w nim udział środków napadu powietrznego przekracza możliwości w zakresie standardowego, zgodnego z zasadami strzelania i

---

[328] Wartość cyklu strzelania jest różna i zależy od typu przeciwlotniczego zestawu rakietowego.

[329] Rubież ta ma bardzo ważne znaczenie dla prowadzonych kalkulacji, bowiem najczęściej zakłada się, że po jej osiągnięciu środki napadu powietrznego mogą wykonać uderzenie na broniony obiekt.

instrukcją pracy bojowej prowadzenia ognia (serią rakiet) przez jednostki rakietowe sił powietrznych. Tak jednak nie jest, ponieważ dywizjony (baterie) rakietowe nie posiadają nieskończenie dużego zapasu gotowych do strzelania rakiet. Zatem maksymalna liczba możliwych do wykonania strzelań ograniczona jest liczbą wynikającą z posiadanego zapasu gotowych do strzelania rakiet. Wynika to z zależności [73]. Każdy pododdział rakietowy ma przydzielony, ściśle określony zapas rakiet[330], który w obecnych warunkach jest raczej trudny, a rzekłbym wręcz niemożliwy do uzupełnienia. Związek taktyczny wojsk rakietowych SP, w przeciwieństwie do pododdziałów posiada pewne rezerwy. Jednak wykorzystanie tych rezerw nie spowoduje ponownego ich uzupełnienia. Zakłada się możliwość zwiększenia liczby rakiet w jednym związku taktycznym kosztem innego, który w danej sytuacji operacyjno – taktycznej nie będzie zaangażowany bezpośrednio w walkę ze środkami napadu powietrznego przeciwnika. Należy jednak wyraźnie podkreślić, że wszystkie wymienione przeze mnie wskaźniki zależą od parametrów przyjętego wariantu uderzenia środków napadu powietrznego przeciwnika. Na przykład, prędkość i wysokość lotu środków napadu powietrznego, a także użycie urządzeń przeznaczonych do walki radioelektronicznej, wpływa na wielkość strefy ognia przeciwlotniczego zestawu rakietowego. Wnioski z dotychczasowych konfliktów i wojen lokalnych jednoznacznie dowiodły, że im niższa jest wysokość lotu środków napadu powietrznego, tym strefa ognia zestawów rakietowych jest mniejsza. Ponadto, im większa jest prędkość lotu celów powietrznych, tym czas ich przebywania w strefach ognia jest krótszy. Zakłócenia radioelektroniczne również powodują zmniejszanie się stref ognia[331]. Zarówno w jednym, jak drugim przypadku, zmniejszy się liczba prognozowanych strzelań.

Uważam, że liczba strzelań jest bardzo istotnym, ale nie jedynym wskaźnikiem wyrażającym tak ważną cechę możliwości bojowych wojsk rakietowych, jaką jest zdolność rażenia. Wiele wyrażającym wskaźnikiem o skuteczności bojowej jest prawdopodobieństwo zniszczenia (rażenia). W praktycznych kalkulacjach operacyjno

---

[330] Rakiety te znajdują się w różnym stanie gotowości bojowej (stanie przechowywania).

[331] Np. stosowanie zakłóceń przez samoloty izraelskie z takiej odległości umożliwiało prowadzenie ognia przez dywizjony rakietowe, wyposażone w PZR S – 75M i S – 125M, ale ich strefy ognia uległy poważnemu zmniejszeniu i odpowiednio wynosiły:

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

Biuletyn Szkoleniowy Nr 11 WR OPK, Dowództwo OPK, Warszawa 1988.

– taktycznych tego prawdopodobieństwa nie oblicza się. Z reguły podmioty oceniające korzystają z przygotowanych wcześniej tabel (w rozprawie tabela 7). Zamieszczone w nich wartości, są wynikiem wieloletnich analiz i doświadczeń poligonowych. Nie zachodzi więc konieczność specjalnego, doraźnego ich obliczania w trakcie procesu określania i oceny możliwości bojowych.

W odniesieniu do możliwości bojowych wojsk OP, a szczególnie pododdziałów i związków taktycznych wojsk rakietowych, istotną informację zawiera również wskaźnik gęstości ognia. Jest on określany zarówno dla pojedynczego dywizjonu rakietowego, jak i związku taktycznego. Dzięki temu wskaźnikowi dowódca zgrupowania wojsk OP może ocenić zdolność jego sił do odpierania uderzenia środków napadu powietrznego przeciwnika w tym samym czasie, na określonym kierunku uderzenia. Porównanie wartości tego wskaźnika z prognozowaną gęstością (intensywnością) nalotu (uderzenia) umożliwia dokonanie oceny w zakresie przełamania systemu OP przez przeciwnika, na analizowanym kierunku uderzenia. Intensywność nalotu jest więc kolejną bardzo ważną informacją, którą powinno się uzyskać w wyniku szczegółowej analizy i oceny przeciwnika powietrznego.

Istotnym problemem jest również określenie wskaźników skuteczności lotnictwa myśliwskiego. W swoich badaniach wziąłem pod uwagę tylko te, którymi zainteresowany będzie dowódca zgrupowania wojsk OP. Podobnie jak w wojskach rakietowych SP, tak i w lotnictwie myśliwskim, oczekiwana liczba rażonych celów jest podstawowym wskaźnikiem jego skuteczności bojowej. Nie ma wątpliwości co do tego, że wyniki walk powietrznych można traktować jako zmienną losową. Przyjmując zwycięstwo w walce za sukces, a niekorzystny jej wynik za porażkę oraz określając wartość prawdopodobieństwa zaistnienia tych zdarzeń, można sprecyzować funkcję rozkładu zmiennej losowej jako rozkład zerojedynkowy[332]. Można zatem oczekiwaną liczbę zniszczonych celów powietrznych (sukcesów) zdefiniować jako wartość oczekiwaną zmiennej losowej i obliczać ją znanymi w rachunku prawdopodobieństwa metodami.

Wskaźnik ten może służyć jako ostateczne (decydujące) kryterium analizowanych wariantów użycia lotnictwa myśliwskiego w procesie decyzyjnym. Jest to słuszne przy założeniu, że pododdział (oddział) będzie wykonywał zadania związane z

---

[332] P. Makowski, W. Marud.: Wyznaczanie możliwości bojowych lotnictwa dla realizacji zadań obrony powietrznej. AON, Warszawa, 1998, s. 9.

niszczeniem środków napadu powietrznego przeciwnika, bez kategorycznego określenia rezultatów w postaci nakazanej liczby zniszczonych celów powietrznych.

Skuteczność działania wojsk obrony powietrznej wyrażana jest w postaci prawdopodobieństwa wykonania przez nie zadania bojowego. Z ogólnych prawideł walki zbrojnej wynika, że stopień realizacji celu wojsk obrony powietrznej i środków napadu powietrznego przeciwnika można wyrazić za pomocą równania:

$$P_{ŚNP} + P_{WOP} = 1$$

gdzie:

$P_{ŚNP}$ – prawdopodobieństwo osiągnięcia celu działań przez środki napadu powietrznego przeciwnika.

P_{WOP} – prawdopodobieństwo osiągnięcia celu działań przez wojska obrony powietrznej.

Z powyższej zależności można ocenić wskaźnik, który z punktu widzenia podejmowania decyzji ma fundamentalne znaczenie, określa bowiem, z jakim prawdopodobieństwem mogą wykonać zadanie wojska obrony powietrznej. W teorii prawdopodobieństwa[333] przyjmuje się, że w praktyce zdarzenie można uznać za pewne, jeżeli jego prawdopodobieństwo zaistnienia[334] mieści się w granicach od 0,66 do 0,92.

Wielkości tych prawdopodobieństw zawierają się w przedziale (0, 1). Można je interpretować jako prawdopodobieństwo (stopień) osiągnięcia zakładanych celów działań (walki) odpowiednio przez środki napadu powietrznego i wojsk obrony powietrznej.

6.1.3. Wskaźnik zabezpieczenia radiolokacyjnego wojsk OP

Drugim z zaproponowanych przeze mnie wskaźników jest radiolokacyjne zabezpieczenie. Wskaźnik ten umożliwi w sposób kompleksowy (w stosunku do zgrupowania wojsk OP) ocenę możliwości w zakresie radiolokacyjnego zabezpieczenia działań wojsk obrony powietrznej. Zakładam, że współczynnik zabezpieczenia radiolokacyjnego zapewni określenie (odzwierciedlenie) relacji zachodzących pomię-

---

[333] Zdarzenie, które całkowicie lub częściowo poza zasięgiem kontroli ludzkiej potocznie nazywane jest zdarzeniem losowym.

[334] Prawdopodobieństwem zaistnienia zdarzenia określa się liczby wyróżniające w pewien sposób stopień możliwości ich zachodzenia.

dzy wymaganiami, a potrzebami aktywnych środków walki w zakresie informacji radiolokacyjnej, a tym samym ich ocenę.

Współczynnik ten można określić z następującej zależności:

$$\beta_{WOP} = \frac{\beta_{WRSP} + \beta_{LM}}{2} \qquad [115]$$

gdzie:

β_{WOP} – współczynnik zabezpieczenia radiolokacyjnego działań zgrupowania wojsk obrony powietrznej;

β_{WRSP} – współczynnik zabezpieczenia radiolokacyjnego działań związku taktycznego wojsk rakietowych SP;

β_{LM} – współczynnik zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych pododdziału, oddziału lotnictwa myśliwskiego.

Przy czym, poszczególne wskaźniki cząstkowe można obliczyć z podobnych zależności, odnoszących się do aktywnych środków walki. Zatem, wskaźnik radiolokacyjnego zabezpieczenia działań wojsk rakietowych wyrażany jest w następującej postaci:

$$\beta_{WRSP} = \frac{d_{mWRt}}{D_{potrz(WRSP)}} \qquad [116]$$

gdzie:

$\beta_{WR\ SP}$ – wskaźnik zabezpieczenia radiolokacyjnego działań wojsk rakietowych (ich, pododdziałów, oddziałów i związków taktycznych);

d_{mWRt} – realne możliwości WRt (ich pododdziałów, oddziałów w zakresie wykrywania);

$D_{potrz(WRSP)}$ – potrzebna (wymagana) strefa informacji radiolokacyjnej dla oddziału, związku taktycznego wojsk rakietowych SP.

Wymagania w zakresie rubieży informacji radiolokacyjnej stawiane przez wojska rakietowe (ich pododdziały, oddziały i ZT), narzucają niejako pododdziałom i oddziałom wojsk radiotechnicznych odległości (lub inaczej czas), na jakich powinni, otrzymywać informację radiolokacyjną, aby móc skutecznie zwalczać środki napadu powietrznego przeciwnika. Chodzi tu głównie o maksymalne wykorzystanie możliwości bojowych pododdziałów rakietowych. Jest to bardzo ważne, ponieważ jeśli dywizjony rakietowe otrzymują informację na wymaganych rubieżach, to pierwsze strze-

lanie mogą wykonać na dalszej granicy strefy ognia. Natomiast w przypadku nie spełnienia tych wymagań, pierwsze strzelanie wykonują w głębi strefy ognia, a tym samym nie będą w pełni wykorzystane ich możliwości bojowe.

Wartości liczbowe odległości do potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej można obliczyć na podstawie zależności:

$$D_{PRIR} = D_{ds} + V_c(t_{op} + t_{pd} + t_{got}) \qquad [117]$$

$$D_{PRIR} = D_d + V_c(t_{op} + t_{pd} + t_{got} + t_{lr}) \qquad [118]$$

gdzie:

t_{op} – czas opóźnienia przekazywanej informacji radiolokacyjnej [min];

t_{got} – czas potrzebny na dokonanie startu rakiet z określonego stopnia gotowości bojowej;

D_d – odległość rzeczywista do dalszej granicy strefy ognia;

t_{lr} – czas lotu rakiety;

t_{st} – czas opóźnienia startu rakiety;

$D_{ds.}$ – odległość do dalszej granicy strefy startu rakiet [km].

Ze wzoru [118] wynika, że :

$$D_{PRIR} = d_d + V_c \cdot T_{DOW_{dop}}$$

T_{DOWdop} – dopuszczalny (potrzebny) czas trwania cyklu dowodzenia bojowego ($T_{l,k}^{DOW} = T_{l,k}^{CID} + T_l^{ODD}$)[335], czyli jest to czas potrzebny na terminowe wykonanie zadania bojowego przez dany dywizjon rakietowy.

Warunkiem ostrzelania celu we właściwym czasie, na dalszej granicy strefy ognia, jest spełnienie nierówności:

$$T_{DOL} \geq T_{DOWdop}$$

Na wartość T_{DOL} mają wpływ wielkości ujęte w wyrażeniu:

$$T_{DOL} = \frac{D_w \pm \Delta D - d_d}{V_C} \qquad [119]$$

ΔD - odległość RLP od pozycji dywizjonu rakietowego na kierunku nalotu przeciwnika[336];

---

[335] $T_{l,k}^{CID}$ –czas trwania cyklu informacyjno – decyzyjnego względem 1l –tej grupy przy dowodzeniu z k – tego poziomu; T_l^{ODD} – czas trwania cyklu oddziaływania środków walki na – tą grupę ŚNP przeciwnika.

D_W – zasięg wykrywania celów przez posterunek radiolokacyjny;

d_d – odległość rzeczywista do dalszej granicy strefy ognia.

Ze wzoru [118] wynika, że z punktu widzenia wojsk radiotechnicznych skrócenie czasu dopuszczalnego należy osiągać poprzez minimalizację czasu opóźnienia informacji radiolokacyjnej i czasu przeznaczonego na podjęcie decyzji przez decydenta oraz wydłużenie T_{DOL}, poprzez zwiększenie w odległości strefy (stref) wykrywania oraz odpowiednie usytuowanie pozycji posterunków radiolokacyjnych (RLP) względem danego dywizjonu rakietowego, na spodziewanym kierunku nalotu środków napadu powietrznego przeciwnika.

Potrzebna informacje radiolokacyjna jest niezbędna do dokonania oceny sytuacji powietrznej i postawienia dywizjonów rakietowych w gotowość bojową. Dlatego ważne jest, z jakiej odległości ma wpływać powyższa informacja do stanowisk dowodzenia wojsk rakietowych sił powietrznych. Wyliczone na podstawie wyrażenia [120] liczbowe wartości wymaganej odległości informacji radiolokacyjnej dla wojsk rakietowych, przedstawiłem w tabeli 8.

Tabela 8

Wartości odległości do potrzebnych rubieży informacji radiolokacyjnej dla różnych przeciwlotniczych zestawów rakietowych

Typ zestawu	V_c	H_c	Dol	T_{DOW1}	T_{DOW2}	PRIR 1	PRIR 2
S – 125M	300 / 700	100 / 18000	11 / 24	160 / 190	440 / 460	59 / 157	143 / 346
S – 75M	300 / 1000	100 / 30000	24 / 40	190 / 220	450 / 500	81 / 260	159 / 540
KUB – M3	60 / 600	100 / 14000	11 / 24	160 / 190	440 / 460	121 / 138	37 / 300
KRUG – M	300 / 800	300 / 24000	24 / 50	180 / 200	500 / 530	78 / 210	174 / 474
S – 300	300 / 1000	100 / 25000	24 / 75	140 / 200	310 / 500	66 / 275	117 / 575
S – 200	300 / 1000	300 / 41000	17 / 240	190 / 410	620 / 840	74 / 650	203 / 1080

[336] Znak „+" oznacza położenie RLP przed dywizjonem rakietowym, a znak „ -„ oznacza ustawienie za dywizjonem, względem kierunku uderzenia środków napadu powietrznego przeciwnika);

Powyższe obliczenia wykonane zostały w oparciu o wzór:

$$D_{PRIRWR} = D_d + V_C(t_{op} + t_{pd} + t_{got} + t_{lr}) = D_d + V_C + T_{DOW} \quad [120]$$

T_{DOW1} – czas dowodzenia dywizjonami znajdującymi się w gotowości bojowej nr 1;

T_{DOW2} – w gotowości bojowej nr 2.

Wskaźnik radiolokacyjnego zabezpieczenia działań lotnictwa myśliwskiego określa stosunek możliwości do potrzeb w tym zakresie. Można go obliczyć z następującej zależności:

$$\beta_{LM} = \frac{d_{m(LM)}}{D_{potrz(LM)}} \quad [121]$$

gdzie:

d_{mWRt} – realne możliwości WRt w zakresie wykrywania;

$D_{potrz(LM)}$ – potrzebna strefa informacji radiolokacyjnej dla pododdziału, oddziału lotnictwa myśliwskiego.

W lotnictwie myśliwskim istnieje podobny problem, jak wojskach rakietowych, z tą jednak różnicą, że jest on bardziej złożony. Wynika to, między innymi, z potrzeby naprowadzania samolotów myśliwskich na środki napadu powietrznego przeciwnika oraz różnych stanów LM przed tym naprowadzaniem (dyżurowanie na lotniskach, w powietrzu, itp.). Prawidłowe funkcjonowanie punktów naprowadzania LM w dużej mierze zależy od jakości informacji radiolokacyjnej, którą dysponuje. Ujmując naprowadzanie samolotów jako proces dynamiczny, wyróżniłem następujące etapy: naprowadzanie wstępne, bezpośrednie, wyprowadzanie samolotu w rejon strefy wyznaczonego lotniska lądowania.

Podczas realizacji każdego z tych etapów, pierwszoplanową rolę odgrywają inne cechy informacji radiolokacyjnej. Na etapie naprowadzania wstępnego zwykle wykorzystuje się wtórną[337] informację radiolokacyjną o celach powietrznych, zobrazowaną na stole naprowadzania, planszecie, wskaźniku aparatury zautomatyzowanego systemu dowodzenia lub pierwotną, zobrazowaną na: wskaźniku obserwacji

[337] Informacja tzw. opracowania wtórnego obejmuje: inicjowanie i przedstawianie tras obiektów powietrznych w oparciu o kolejne informacje z opracowania pierwotnego; utożsamianie tras i określanie charakterystyk obiektów powietrznych, o których dane napływają z różnych źródeł. W literaturze technicznej można się spotkać z określeniem – informacja syntetyczna.

okrężnej, pochodzącą bezpośrednio ze stacji radiolokacyjnej (stacji radiolokacyjnych).

Najistotniejszym parametrem informacji radiolokacyjnej na tym etapie naprowadzania, są wielkości określające wymiary strefy informacji radiolokacyjnej, one bowiem, między innymi, decydują o czasie dysponowanym na przechwycenie, a w konsekwencji obligują wybór sposobu działań danego oddziału lotnictwa myśliwskiego. Wymagania przestrzenne stawiane informacji radiolokacyjnej, potrzebne dla etapu wstępnego naprowadzania i poprzedzającego go procesu wypracowania decyzji oraz postawienia zadania bojowego dowódcy (nawigatorowi), określają położenie rubieży potrzebnej informacji radiolokacyjnej (PRIR). Rubież ta wyznaczana jest dla konkretnych warunków lotu celu powietrznego, położenia potrzebnej rubieży wprowadzania do walki (PRWW) i ugrupowania bojowego oddziału lotnictwa myśliwskiego oraz zabezpieczającego jego działania pododdziału radiotechnicznego. Podczas wstępnego etapu naprowadzania samolotów, nakładają się na informację radiolokacyjną określone wymagania odnośnie pozostałych jej cech i składników.

Tabela 9

Odległości od potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej (D_{PRIR}) dla różnych warunków sytuacji powietrznej (wstępny etap naprowadzania)

PRWW	V_C	V_m	$\frac{V_C}{V_m}$	T_{op}	T_{pd}	t_{got}	t_{wzn}	T_m	D	D_{PRRW1} D_{PRWW2}
20	700	800	0,87	1	1	4 (8)	-	1	5	94 (137)
	800	1100	0,8							105 (157)
	900	1200	0,75							115 (175)
	1400	1700	0,82							174 (267)
	1800	2100	0,85			4	2	1	5	282
40	700	800	0,87	1	1	4(8)	-	1	5	109 (154)
	800	1000	0,8							120(173)
	900	1200	0,75							130 (190)
	1400	1700	0,82							191 (284)
	1800	2100	0,85			4	2	1	5	300
60	700	800	0,87	1	1	4 (8)	-	1	5	126 (172)
	800	900	0,8							136 (189)
	900	1100	0,75							145 (205)
	1400	1700	0,82							207 (300)
	1800	2100	0,85			4	2	1	5	320
100	700	800	0,87	1	1	4 (8)	-	1	5	166 (206)
	800	1000	0,8							141 (221)
	900	1200	0,75							180 (235)
	1100	1700	0,82							240 (333)
	1200	2100	0,85			4	2	1	5	350

Ostrość tych wymagań jest tym wyższa, im mniejsze są wskaźniki przestrzenne strefy informacji radiolokacyjnej. Dla dowódcy decydującego o użyciu samolotów myśliwskich, istotnym problemem jest posiadanie wiarygodnych informacji dotyczących składu do zwalczania danego celu powietrznego, ponieważ te dane bezpośrednio wpływają na liczbę wydzielonych do zwalczania sił własnych. Mniejszą natomiast rolę odgrywają takie cechy, jak: dokładność określania położenia i warunków lotu celu powietrznego oraz czas opóźnienia i dyskretność przekazywanej informacji[338]. Obecnie na stanowiskach dowodzenia korzysta się z informacji radiolokacyjnej o parametrach zawartych w tabeli 9.

Ogólnie można stwierdzić, że wymagania przestrzenne dla informacji radiolokacyjnej w etapie naprowadzania bezpośredniego są zawężone do określonej przestrzeni w obrębie potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki (PRWW) i mniejsze od wymagań w etapie poprzednim[339]. Najważniejsze znaczenie w tym etapie mają takie cechy informacji radiolokacyjnej, jak: dokładność, ciągłość, minimalna wartość czasu opóźnienia[340], dyskretność[341] oraz duża rozróżnialność w odległości i w azymucie[342].

---

[338] Pod warunkiem, że popełniane w tym etapie błędy, wynikające z przybliżonego charakteru kalkulacji i obliczeń, będą możliwe do skorygowania w etapie naprowadzania bezpośredniego.

[339] A. Adamczyk, M. Adamczyk.: Zabezpieczenie radiolokacyjne oddziałów wojsk OP. Skrypt. AON, Warszawa, 1991, s. 21.

[340] **Opóźnienie informacji** to czas, który upłynął od chwili określania współrzędnych położenia obiektu powietrznego na wskaźniku stacji radiolokacyjnej, do momentu pojawienia się jego obrazu na urządzeniu zautomatyzowanego systemu dowodzenia lub naniesienia na planszet.

[341] **Dyskretnością** *przekazywania informacji radiolokacyjnej nazywa się czas między kolejnymi meldunkami o danym celu, a ściślej – między kolejnymi pomiarami współrzędnych jego położenia w przestrzeni powietrznej.* Zależy ona przede wszystkim od liczby obiektów powietrznych, o których informacje są jednocześnie opracowywane, rodzaju aparatury i standardu transmisji w kanałach teledacyjnych oraz umiejętności i jakości pracy operatorów. Wymaganą dyskretność przekazywania informacji ustala się dla każdego celu, stosownie do jego ważności i prędkości lotu. (Biuletyn Informacyjny nr 1 (149). Sztab Generalny, Warszawa, 1986, s. 54.

[342] Najlepsze wskaźniki w tym zakresie posiada informacja pierwotna, pochodząca ze stacji radiolokacyjnych zakresu centymetrowego i decymetrowego.

Tabela 10[343]

Odległości od potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej (D_{PRIR}) dla różnych warunków sytuacji powietrznej (bezpośredni etap naprowadzania)

V_c	V_m	t_{op}	t_N	t_m	D	$D_{PRIR,PRWW}$
700	800	1	0,5	1 (2)	5	23 (40)
800	1000	1	0,5	1 (2)	5	28 (47)
900	1200	1	0,5	1 (2)	5	33 (53)
1400	1700	1	0,5	1 (2)	5	53 (82)
1800	2100	1	0,5	1 (2)	5	70 (105) 80[344]

Etap naprowadzania bezpośredniego kończy się po wyprowadzeniu samolotu myśliwskiego z walki, w rejon lotniska lądowania. Jest to ostatni etap naprowadzania.

Wymagania wobec informacji radiolokacyjnej w tym etapie zależą od stopnia złożoności sytuacji powietrznej i są określone wymogami zapewnienia bezpieczeństwa własnym samolotom. Ponieważ odległości od poszczególnych PRWW od lotniska są różne, odpowiadające im D_{PRIR} od danego lotniska nie mogą przyjmować wartości stałej i też muszą być różne. Wynika stąd wniosek, że PRIR nie może być interpretowana w postaci łuku okręgu o środku w miejscu znajdowania się lotniska (strefy, DOL), a linia tworząca PRIR powinna być wypukłością, skierowaną od PRWW[345].

6.1.4. Wskaźnik wyszkolenia wojsk OP

Kolejny zaproponowany przeze mnie wskaźnik uwzględnia wyszkolenie zgrupowania wojsk. Wielkość tę można obliczyć ze wzoru:

$$\gamma_{WOP} = \frac{\gamma_{WRSP} + \gamma_{LM} + \gamma_{WRt} + \gamma_{ZAKŁ} + \gamma_{ROZPOZ}}{5} \qquad [122]$$

gdzie:

γ_{WOP} – stopień wyszkolenia wszystkich obsług bojowych zgrupowania wojsk obrony powietrznej;

---

[343] A. Adamczyk, M. Adamczyk.: Zabezpieczenie radiolokacyjne oddziałów wojsk OP. Skrypt. AON, Warszawa 1991, s. 68.

[344] Wartość ta odnosi się do działań samolotów myśliwskich z przedniej półsfery.

[345] A. Adamczyk, M. Adamczyk.: Zabezpieczenie radiolokacyjne oddziałów wojsk OP. Skrypt. AON, Warszawa, 1991, s. 21.

γ_{WRSP} - stopień wyszkolenia wszystkich obsług bojowych związku taktycznego wojsk rakietowych SP;

γ_{LM} – stopień wyszkolenia personelu latającego i obsług naziemnych pododdziału, oddziału lotnictwa myśliwskiego;

$\gamma_{ZAKŁ}$ – stopień wyszkolenia obsług bojowych pododdziału zakłóceń radioelektronicznych;

γ_{WRt} – stopień wyszkolenia obsług bojowych oddziału wojsk radiotechnicznych;

γ_{ROZPOZ} – stopień wyszkolenia obsług bojowych pododdziału rozpoznania radioelektronicznego.

Normowanie wskaźników wyszkolenia dla poszczególnych komponentów, wchodzących w skład zgrupowania wojsk OP, proponuję przeprowadzić, korzystając z następujących zależności:

a) dla wojsk rakietowych

$$\gamma_{WR} = \frac{\gamma_{x(WR)}}{\gamma_{max(WR)}} \qquad [123]$$

gdzie:

γ_x - prognozowany (rzeczywisty) stopień wyszkolenia obsług bojowych;

γ_{max} - wzorcowy (pożądany) stopień wyszkolenia obsług bojowych[346].

Wskaźnik γ_x wyraża stopień przygotowania obsług bojowych dywizjonów rakietowych, który określany jest na podstawie ocen za działania na cele kontrolne. Stopień realizacji maksymalnych możliwości pododdziału, oddziału, związku taktycznego można obliczyć ze wzoru:

$$\gamma_{x(WR)} = \frac{N_r}{N_g} = \frac{N_{OS} - 0{,}5N_2 - 0{,}1N_3}{N_g} \cdot 100\% \qquad [124]$$

gdzie:

N_r – rzeczywiste możliwości w zakresie ostrzelania celów w konkretnej sytuacji powietrznej;

N_g – maksymalne możliwości pozornego ostrzelania celów w konkretnej sytuacji powietrznej;

N_{OS} – liczba pozornie ostrzelanych celów;

---

[346] Przyjąłem, że dla tego stanu obsługi bojowe przygotowane są na ocenę bardzo dobrą.

N_2 – liczba pozornie ostrzelanych celów (z ogólnej liczby celów ostrzelanych) z niepełnym wykorzystaniem możliwości ogniowych;

N_3 – liczba pozornie ostrzelanych celów (z ogólnej liczby ostrzelanych celów) z naruszeniem zasad strzelania oraz instrukcji pracy bojowej[347].

b) dla lotnictwa myśliwskiego

$$\gamma_{LM} = \frac{\gamma_{x(LM)}}{\gamma_{max(LM)}} \qquad [125]$$

gdzie:

γ_x - prognozowany (rzeczywisty) stopień wyszkolenia personelu latającego i obsługi naziemnej;

γ_{max} - wzorcowy (pożądany) stopień wyszkolenia personelu latającego i obsługi naziemnej.

Współczynnik $\gamma_{x(LM)}$, odzwierciedlający stopień realizacji maksymalnych możliwości bojowych w zakresie zwalczania celów powietrznych (samolotów kontrolnych), a tym samym stopień wyszkolenia personelu latającego, można określić z następującej zależności:

$$\gamma_{x(LM)} = \frac{N_r}{N_g} \cdot 100\% = \frac{N_{at} - a_1 N_1 - a_2 N_2 - a_3 N_3}{N_g} \cdot 100\% \qquad [126]$$

gdzie:

N_r – liczba pozornie zniszczonych celów w konkretnym nalocie[348];

N_g - graniczne możliwości bojowe pododdziału, oddziału w zakresie pozornego niszczenia celów powietrznych[349];

N_{at} – liczba celów (samolotów kontrolnych) atakowanych na obliczonych rubieżach;

N_1, N_2, N_3 – liczba celów (samolotów kontrolnych) atakowanych ze stopniem oddziaływania, określonym odpowiednim współczynnikiem;

---

[347] Pozorne ostrzelanie, z niepełnym wykorzystaniem możliwości ogniowych (N_2) oraz z naruszeniem zasad strzelania i instrukcji pracy bojowej (N_3), określa się według danych obiektywnej kontroli, a także przez rozjemców (kontrolujących), na podstawie popełnianych błędów, sprecyzowanych w obowiązujących zasadach strzelania.

[348] Cel powietrzny (samolot kontrolny) uważa się za pozornie zniszczony, jeśli wykonano do niego niezbędną liczbę ataków, uzyskując wartości współczynnika a = 0.

[349] W scentralizowanym dowodzeniu za N_g przyjmuje się liczbę celów (samolotów kontrolnych), w stosunku do których postawione było zadanie bojowe, nie przekraczające jednak możliwości bojowych pododdziału, oddziału lotnictwa myśliwskiego.

a_1, a_2, a_3 – współczynniki charakteryzujące stopień niepełnego oddziaływania w czasie pozornego niszczenia celów powietrznych (samolotów kontrolnych)[350].

Znaczenie współczynników a_1, a_2, a_3, w zależności od wysokości lotu i średniej liczby ataków zaliczeniowych do jednego samolotu ze składu celu grupowego, przedstawiłem w tabeli 11.

Tabela 11[351]

Wartości współczynników charakteryzujących stopień oddziaływania do celów pozornych

Znaczenie współczynnika „a"	Średnia liczba ataków zaliczeniowych na małych wysokościach (poniżej 1000 m)	Średnia liczba ataków zaliczeniowych na średnich i dużych wysokościach (1000 – 12000 m)	Średnia liczba ataków zaliczeniowych na wysokościach stratosferycznych (powyżej 12000 m.)
$a_1 = 0,2$	1 – 1,7	1 – 1,4	0,7 – 0,99
$a_2 = 0,1$	1,71 – 2,4	1,41 – 1,8	1 – 1,40
$a_3 = 0$	2,41 – 3,00	1,81 – 2,00	1,41 – 2,00

Maksymalne możliwości bojowe pododdziału, oddziału w zakresie pozornego niszczenia celów powietrznych (samolotów kontrolnych) w konkretnym nalocie, można określić za pomocą obliczeń nawigatorskich z uwzględnieniem liczby gotowych samolotów myśliwskich (przechwytujących) i zdolności przepustowej systemu dowodzenia i naprowadzania.

c) dla wojsk radiotechnicznych

$$\gamma_{WRt} = \frac{\gamma_{x(WRt)}}{\gamma_{max(WRt)}} \qquad [127]$$

$\gamma_{x(WRt)}$ - prognozowany (rzeczywisty) stopień wyszkolenia obsług bojowych pododdziałów wojsk radiotechnicznych;

$\gamma_{max(WRt)}$ - wzorcowy (pożądany) stopień wyszkolenia obsług bojowych pododdziałów radiotechnicznych.

---

[350] Metodyka oceny działań wojsk OPK na cele kontrolne w czasie ćwiczeń i treningów. Szt. Gen. Warszawa, 1986, s. 22.

[351] Tamże, s. 22.

Rzeczywisty (prognozowany) stopień wyszkolenia wojsk radiotechnicznych można wyrazić za pomocą współczynnika $\gamma_{x(WRt)}$:

$$\gamma_{x(WRt)} = \frac{N_{KC} - N_{PRZEP} - 0{,}5 \cdot N_{niest}}{N_{KC}} \cdot 100\% \quad [128]$$

gdzie:

N_{PRZEP} – liczba celów przepuszczonych[352];

N_{niest} – liczba niestabilnie[353] prowadzonych celów powietrznych.

Ocenę oddziału (pododdziału) wojsk radiotechnicznych za rozpoznanie radiolokacyjne i wydanie informacji radiolokacyjnej aktywnym środkom walki, określa się zgodnie z warunkami przyjętymi w tabeli 12.

Tabela 12

Zasady oceny pododdziałów radiotechnicznych

Wartość współczynnika γ_{WRt}	Ocena
$\gamma_{WRt} \geq 90\ \%$	bardzo dobrze
$80\ \% \leq \gamma_{WRt} \leq 90\%$	dobrze
$70\ \% \leq \gamma_{WRt} < 80\ \%$	dostatecznie
$\gamma_{WRt} < 70\ \%$	niedostatecznie

d) dla pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego

$$\gamma_{ROZ} = \frac{\gamma_{x(ROZ)}}{\gamma_{max(ROZ)}} \quad [129]$$

$\gamma_{x(ROZ)}$ - prognozowany (rzeczywisty) stopień wyszkolenia obsług bojowych pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego;

---

[352] Cel uważa się za przepuszczony, jeżeli wykryto go w odległości mniejszej niż 60 % możliwej odległości wykrycia lub mniej niż przez 40 % trasy był prowadzony w strefie informacji radiolokacyjnej.

[353] Cel powietrzny uważa się za prowadzony niestabilnie, jeśli został wykryty w odległości 60 – 90 % możliwej odległości wykrycia, a przez 40 – 80 % trasy lotu był prowadzony w strefie informacji radiolokacyjnej. Dla porównania - cel powietrzny traktowany jest jako prowadzony stabilnie, jeśli został wykryty w odległości nie mniejszej niż 90 % możliwej odległości wykrycia i nie mniej niż 80 % był prowadzony w strefie informacji radiolokacyjnej.

$\gamma_{max(ROZ)}$ - wzorcowy (pożądany) stopień wyszkolenia obsług bojowych pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego.

e) dla pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych

$$\gamma_{ZAKL} = \frac{\gamma_{x(ZAKL)}}{\gamma_{max(ZAKL)}} \quad [130]$$

gdzie:

$\gamma_{x(ZAKL)}$ - prognozowany (rzeczywisty) stan (stopień) wyszkolenia obsług bojowych pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych;

$\gamma_{max(ZAKL)}$ - wzorcowy (pożądany) stan wyszkolenia obsług bojowych pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych.

Ocenę oddziału (pododdziału) zakłóceń radioelektronicznych określa się stopniem realizacji możliwości obezwładnienia promieniujących, pokładowych środków radioelektronicznych celów powietrznych w konkretnej sytuacji radioelektronicznej. Stopień realizacji możliwości bojowych wyraża iloraz liczby celów kontrolnych z obezwładnionymi środkami radioelektronicznymi, do maksymalnej liczby celów powietrznych, biorących udział w danym nalocie:

$$\gamma_{ZAKL} = \frac{N_r}{N_g} \cdot 100\% \quad [131]$$

gdzie:

N_r – liczba celów kontrolnych z realnie obezwładnionymi środkami radioelektronicznymi według danych z obiektywnej kontroli;

N_g – maksymalna liczba celów, których środki radioelektroniczne mogły być efektywnie obezwładniane zakłóceniami.

Wartości N_r i N_g oznaczają sumaryczne liczby celów ze środkami radioelektronicznymi różnego przeznaczenia i długości fal:

$$N_r = \sum_{j=1}^{m} N_{rj} \quad [132]$$

$$N_g = \sum_{j=1}^{m} N_{gj} \quad [133]$$

gdzie:

j – numer typu środka radioelektronicznego;

m – liczba typów środków radioelektronicznych różnego przeznaczenia i długości fal;

N_{gj} – maksymalna liczba celów ze środkami radioelektronicznymi typu j;

N_{rj} – liczba celów powietrznych (celów kontrolnych) z realnie obezwładnionymi środkami radioelektronicznymi typu j.

Maksymalną liczbę celów można obliczyć dla każdego typu środków radioelektronicznych z zależności:

$$H_{gj} = \sum N_i \cdot p_i \cdot d_i \quad [134]$$

gdzie:

i – numer grupy samolotów w nalocie;

n – liczba grup samolotów w nalocie;

N_i – liczba samolotów w i – tej grupie z włączonymi środkami radioelektronicznymi danego (j – go) typu, które mogły być efektywnie obezwładniane środkami oddziału;

d_i – współczynnik tłumienia gęstości nalotu w j – tej grupie, uwzględniający nierównomierność potoku w systemie masowego obsługiwania;

p_i – współczynnik wydajności ugrupowania bojowego pododdziału (oddziału) zakłóceń radioelektronicznych samolotów i – tej grupy.

Z kolei współczynnik d_i można określić z zależności:

$$d_i = c_1^{\frac{1-\frac{T_{SRi}}{T_{MAXi}}}{2}} \quad [135]$$

gdzie:

c_1 – współczynnik gęstości szyku bojowego samolotów, który wynosi:

2 – szyk bojowy par samolotów;

3 – kluczami po 3 samoloty;

4 - kluczami po 4 samoloty, itd[354].

$T_{śr}$ – średni odstęp czasowy między samolotami w i – tej grupie;

T_{MAXi} – maksymalna przerwa czasowa między samolotami w i – tej grupie.

Wartość średniego odstępu czasowego między samolotami w grupie, można określić z zależności:

$$T_{śr} = \frac{T_i}{N_i - 1} \quad [136]$$

gdzie:

T_i – odstęp czasowy między pierwszym a ostatnim samolotem w grupie.

---

[354] Ogólnie przyjmuje się wartość c_1 = 2,718281.

Jeśli w i - tej grupie liczba samolotów jest mniejsza lub równa liczbie jednocześnie obezwładnianych celów N_j, to współczynniki d_i i p_i przyjmują wartość 1, niezależnie od szyku bojowego i gęstości uderzenia.

W innych przypadkach p_i należy obliczać ze wzoru:

$$p_i = \frac{Q_{max}}{Q_i}; p \le 1 \qquad [137]$$

gdzie:

Q_{max} – maksymalna gęstość równomiernego nalotu, podczas którego oddział (pododdział) zakłóceń radioelektronicznych jest zdolny obezwładnić środki radioelektroniczne j – tego typu wszystkich samolotów, biorących udział w nalocie;

Q_i – realna gęstość nalotu w i - tej grupie.

$$Q_{max} = \frac{N_i}{T_o} \qquad [138]$$

gdzie:

N_i – liczba jednocześnie obezwładnianych środków radioelektronicznych przez oddział zakłóceń radioelektronicznych;

T_o – czas przebywania samolotu lecącego z określoną prędkością, w strefie obezwładniania.

$$T_o = \frac{D_o}{V_o} \qquad [139]$$

gdzie:

D_o – głębokość strefy obezwładniania;

V_c – prędkość samolotu (celu powietrznego).

$$Q_i = \frac{N_i}{T_i + T_o} \qquad [140]$$

gdzie:

Q_i – realna gęstość nalotu w i – tej fazie;

N_i – liczba samolotów w i – tej grupie;

T_i – odstęp czasowy między pierwszym, a ostatnim samolotem i – tej grupy.

$$M_j = \sum N_{Sz\phi} \cdot K_{\varphi} \qquad [141]$$

gdzie:

M_j – liczba jednocześnie obezwładnionych środków radioelektronicznych;

ϕ - numer typu stacji zakłóceń;

p – liczba typów stacji zakłóceń;

N_{Sz} – liczba stacji zakłóceń i – tego typu;

K_{ϕ} - przepustowość stacji zakłóceń ϕ typu[355].

Tabela 13

Zasady oceny pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych

Wartość współczynnika $\gamma_{ZAKŁ}$	Ocena
$\gamma_{ZAKŁ} \geq 90\ \%$	bardzo dobrze
$80\ \% \gamma_{ZAKŁ}\ 90\%$	dobrze
$70\ \% \gamma_{ZAKŁ} < 80\ \%$	dostatecznie
$\gamma_{ZAKŁ} < 70\ \%$	niedostatecznie

Obezwładnienie środków radioelektronicznych celów powietrznych może być uznane wówczas, jeżeli wykonanie uderzenia na osłaniany obiekt za pomocą pokładowej stacji radiolokacyjnej jest niemożliwe, a rezultaty obezwładniania potwierdzone są materiałami obiektywnej kontroli.

Badania wykazały, że najczęściej podmioty realizujące ocenę możliwości bojowych wojsk OP (i nie tylko), nie uwzględniają problemu wyszkolenia lub zakładają jego wysoki stopień. Przyjmując założenie, że obsługi bojowe (piloci, personel naziemny, obsługi bojowe dywizjonów rakietowych, stacji radiolokacyjnych, itd.) są w pełni wyszkoleni, zakładamy sytuację idealną. Uważam, że jest to znaczne uproszczenie, gdyż taka sytuacja może wystąpić jedynie w pierwszym okresie konfliktu (wojny). Natomiast w trakcie prowadzenia działań zarówno jedna, jak i druga strona konfliktu (wojny) poniosą straty, toteż, w następnych fazach działań będą uczestniczyły kolejne obsługi, które niekoniecznie muszą być tak dobrze przygotowane, jak te w pierwszej fazie działań. Chcąc ocenić wyszkolenie bojowe proponuję przyjąć następujące warunki określone w tabeli 14.

[355] Stacje zakłóceń oddziaływujące na stacje radiolokacyjne typu SPB - 7, SPO – 8, SPN – 30, SPN – 40 są jednokanałowe w kierunku i wielokanałowe w zakresie częstotliwości. Dla częstotliwości, współczynnik K odpowiednio wynosi: 3 – SPB – 7; 4 – SPN -40, 3 - SPN – 30; 2 – SPO – 8.

Tabela 14

Wartości współczynników określających stopień wyszkolenia stanów osobowych zgrupowania wojsk OP

Ocena przygotowania	Wartość
bardzo dobra	1
dobra	0,75
dostateczna	0,50
niedostateczna	0,25

Muszę jednak zaznaczyć, że ocena niedostateczna jest czysto hipotetyczna i w praktycznych obliczeniach nie będzie uwzględniania. Wynika to z założenia, że nie wyszkolone obsługi bojowe nie będą dopuszczone do prowadzenia walki z przeciwnikiem powietrznym.

6.1.5. Wskaźnik zabezpieczenia logistycznego wojsk OP

Równie istotnym wskaźnikiem jest wielkość określająca możliwości w zakresie zabezpieczenia logistycznego, które w obecnym ujęciu zawiera również zabezpieczenie techniczno – specjalne. Zabezpieczenie techniczno – specjalne obejmuje realizację wszelkich przedsięwzięć związanych z utrzymaniem uzbrojenia, sprzętu technicznego, rakiet i amunicji przeciwlotniczej[356].

Problem ten, w różnych opracowaniach naukowych i dydaktycznych jest bardzo często upraszczany, a czasami wręcz pomijany. Uproszczenie to z reguły polega na tym, że autorzy przyjmują sytuację idealną, nie wpływającą na proces walki z przeciwnikiem powietrznym. Uważam, że chcąc rzetelnie określić i ocenić możliwości bojowe zgrupowania wojsk obrony powietrznej, nie można pominąć współczynnika odzwierciedlającego ich możliwości w zakresie zabezpieczenia logistycznego (szczególnie zaś zabezpieczenia rakietowo – technicznego), który również wpływa na jakość obrony powietrznej. Współczynnik zabezpieczenia logistycznego dla zgrupowania wojsk obrony powietrznej można określić z następującej zależności:

[356] W przypadku zgrupowania wojsk OP, amunicja przeciwlotnicza potrzebna jest do zabezpieczenia funkcjonowania pododdziałów zapewniających bezpośrednią obronę przeciwlotniczą jednostek wojsk rakietowych SP. Pododdziały te najczęściej wyposażone są w przeciwlotnicze karabiny maszynowe (PKM – Z) oraz przenośne przeciwlotnicze zestawy rakietowe.

$$\delta_{(WOP)} = \frac{\delta_{WRSP} + \delta_{LM} + \delta_{WRt} + \delta_{ROZP} + \delta_{ZAKŁ}}{5} \qquad [142]$$

gdzie:

δ_{WOP} – globalny wskaźnik zabezpieczenia logistycznego zgrupowania wojsk obrony powietrznej;

δ_{WRSP} – wskaźnik zabezpieczenia logistycznego związku taktycznego wojsk rakietowych SP;

$\delta_{ZAKŁ}$ – wskaźnik charakteryzujący zabezpieczenia logistyczne pododdziału zakłóceń radioelektronicznych;

δ_{WRt} – wskaźnik zabezpieczenia logistycznego oddziału wojsk radiotechnicznych;

δ_{ROZPOZ} – wskaźnik zabezpieczenia logistycznego pododdziału rozpoznania radioelektronicznego.

Istota wymienionych wskaźników wyraża się w określeniu relacji zachodzących w zakresie potrzeb i wymagań zabezpieczenia logistycznego działań bojowych (walki) zarówno całego zgrupowania wojsk, jak i ich poszczególnych komponentów. Jeżeli podsystem zabezpieczenia zgrupowania wojsk OP w pełni może realizować zadania w tym zakresie, to wartość współczynnika przyjmuje wartość jeden (1). W przeciwnym razie współczynnik przyjmie wartości z przedziału (0, 1)[357]. Poszczególne wskaźniki można obliczyć, korzystając ze wzorów:

$$\delta_{WRSP} = \frac{\delta_M}{\delta_P} \qquad [143]$$

gdzie:

$\delta_{(WRSP)}$ – wskaźnik zabezpieczenia logistycznego związku taktycznego wojsk rakietowych SP;

δ_M – realne możliwości w zakresie zabezpieczenia logistycznego związku taktycznego wojsk rakietowych SP;

δ_P – wymagania w zakresie zabezpieczenia logistycznego związku taktycznego wojsk rakietowych SP;

Wskaźnik zabezpieczenia logistycznego oddziału lotnictwa myśliwskiego:

---

[357] Jeżeli, np. dla pełnego zabezpieczenia podsystemu rakietowego osłony obiektu potrzeba 100 rakiet, a podsystem zabezpieczenia techniczno - specjalnego może dostarczyć 70, to współczynnik zabezpieczenia równy jest 0,7.

$$\delta_{(LM)} = \frac{\delta_M}{\delta_P} \quad [144]$$

gdzie:

$\delta_{(LM)}$ – wskaźnik zabezpieczenia logistycznego oddziału lotnictwa myśliwskiego;

δ_M – realne możliwości w zakresie zabezpieczenia logistycznego oddziału lotnictwa myśliwskiego;

δ_P – wymagania w zakresie zabezpieczenia logistycznego oddziału lotnictwa myśliwskiego;

$$\delta_{(WRt)} = \frac{\delta_M}{\delta_P} \quad [145]$$

gdzie:

$\delta_{(WRt)}$ – wskaźnik zabezpieczenia logistycznego oddziału wojsk radiotechnicznych;

δ_M – realne możliwości w zakresie zabezpieczenia oddziału wojsk radiotechnicznych;

δ_P – wymagania w zakresie zabezpieczenia logistycznego oddziału wojsk radiotechnicznych;

$$\delta_{ZAKŁ} = \frac{\delta_M}{\delta_P} \quad [146]$$

gdzie:

$\delta_{(ZAKŁ)}$ – wskaźnik zabezpieczenia logistycznego pododdziału zakłóceń radioelektronicznych;

δ_M – realne możliwości w zakresie zabezpieczenia logistycznego pododdziału zakłóceń radioelektronicznych;

δ_P – wymagania w zakresie zabezpieczenia logistycznego pododdziału zakłóceń radioelektronicznych;

$$\delta_{(ROPOZ)} = \frac{\delta_M}{\delta_P} \quad [147]$$

gdzie:

$\delta_{(ROZPOZ)}$ – wskaźnik zabezpieczenia logistycznego pododdziału rozpoznania radioelektronicznego;

δ_M – realne możliwości w zakresie zabezpieczenia logistycznego pododdziału rozpoznania radioelektronicznego;

δ_P – wymagania w zakresie zabezpieczenia logistycznego pododdziału rozpoznania radioelektronicznego.

Dla określania współczynnika zabezpieczenia logistycznego istotne znaczenie ma również uwzględnienie niezawodności systemów uzbrojenia[358]. Przy omawianiu niezawodności, rozpatrywane są normalne warunki eksploatacji, z pominięciem uszkodzeń bojowych[359]. Sprzęt bojowy może znaleźć się w jednym z trzech stanów:

- sprawności – gdy odpowiada wszystkim wymaganiom co do wartości podstawowych parametrów, umożliwiających spełnienie normalnych funkcji, jak i wartości parametrów drugorzędnych, zapewniających np. wygodę eksploatacji;
- niesprawności – gdy sprzęt bojowy nie spełnia co najmniej jednego z warunków technicznych w odniesieniu zarówno do podstawowych, jak i drugorzędnych parametrów;
- zdatności do pracy – gdy sprzęt bojowy nie odpowiada wszystkim wymaganiom co do wartości podstawowych parametrów, lecz może nie spełniać wszystkich wymagań dotyczących wartości parametrów drugorzędnych[360].

Inną istotną cechą jest trwałość. Oznacza ona zachowanie przez sprzęt bojowy (systemy uzbrojenia), w ciągu dłuższego czasu zdatności do poprawnej pracy, z ewentualnymi przerwami na naprawy, do chwili zupełnego zużycia lub osiągnięcia innego stanu granicznego. Trwałość mierzona jest (może być) czasem eksploatacji , liczbą cykli pracy lub zakresem wykonywanej pracy.

Z kolei naprawialność polega na przystosowaniu wyrobu (sprzętu bojowego) do: zapobiegania, wykrywania i usuwania niesprawności oraz uszkodzeń. Charakteryzuje ją nakład pracy, czasu i środków przeznaczonych na dokonywanie niezbędnych czynności. Wszystkie wymienione cechy powinny znaleźć odzwierciedlenie w postaci stosownych współczynników, które jednocześnie byłyby współczynnikami cząstkowymi możliwości zabezpieczenia logistycznego.

Bardzo ważnym problemem jest również określenie (odzwierciedlenie) wpływu działania przeciwnika na właściwości (własności) systemów uzbrojenia. Do najważniejszych właściwości uzbrojenia, związanych z oddziaływaniem przeciwnika, zali-

---

[358] Niezawodnością nazywa się własność wyrobu uwarunkowaną nieuszkadzalnością, trwałością i naprawialnością, zapewniającą wykonywanie określonych funkcji.

[359] Pod pojęciem „uszkodzenie" należy rozumieć utratę pełnej lub częściowej zdatności do poprawnej pracy.

[360] J. Czujew.: Badania operacji w wojsku. Wydawnictwo MON, Warszawa, 1972, s. 48 i 49.

czyłem żywotność[361] oraz odporność na zakłócenia. Żywotność może być charakteryzowana zbiorem praw rażenia powodowanego działaniem typowego ładunku wybuchowego lub ładunku przyjętego za wzorzec[362]. Żywotność z reguły decyduje o skuteczności wzoru uzbrojenia bardziej, niż wszystkie pozostałe własności.

Odporność na zakłócenia[363] ma szczególne znaczenie dla systemów radiolokacyjnych, radiotechnicznych i niektórych innych systemów uzbrojenia. Systemy wrażliwe na zakłócenia radioelektroniczne mogą okazać się mało skuteczne lub w ogóle nie przydatne w warunkach współczesnego pola walki. Wskaźnikiem tej własności może być prawdopodobieństwo normalnego działania przy danych (wzorcowych) zakłóceniach.

6.1.6. Wskaźnik żywotności wojsk OP

Inny z proponowanych przeze mnie wskaźników, który umożliwiałby bardziej obiektywną ocenę możliwości bojowych wojsk OP to współczynnik żywotności[364]. Istotą żywotności bojowej sił powietrznych jest zdolność do przeciwstawienia się eliminowaniu stanu osobowego i zniszczeniu sprzętu w wyniku ogniowego oddziaływania przeciwnika, a tym samym utrzymania gotowości bojowej oraz szybkiego jej odtworzenia w razie poniesienia strat. Realizowane przedsięwzięcia mają więc na celu zminimalizowanie strat w wyniku destrukcyjnego ogniowego oddziaływania przeciwnika oraz szybkie (terminowe) odtworzenie gotowości porażonych elementów. Jako kryterium żywotności zgrupowania wojsk OP można przyjąć współczynnik χ, który może być wyrażony w postaci następującej zależności:

---

361 **Żywotność** to własność wzoru uzbrojenia polegająca na zachowaniu zdolności bojowej, tj. spełnianiu swych funkcji przy uszkodzeniach bojowych. Należy pamiętać, że jeśli mówimy o niezawodności w przeciwieństwie do żywotności, to bierze się tylko pod uwagę normalne warunki eksploatacji, bez uszkodzeń bojowych.

362 J. Czujew.: Badania operacji w wojsku. Wydawnictwo MON. Warszawa, 1972, s. 52.

363 **Odporność** na zakłócenia to właściwość polegająca na spełnianiu funkcji bojowych w warunkach zakłóceń wytwarzanych przez przeciwnika.

364 **Żywotność bojowa** to zdolność wojsk do prowadzenia długotrwałej walki oraz szybkiego odtwarzania gotowości bojowej w razie poniesienia większych strat w ludziach i sprzęcie (Leksykon wiedzy wojskowej, s. 529). Zakres tego pojęcia zawęża „Słownik podstawowych terminów wojskowych, określając **żywotność bojową** jako zdolność stanu osobowego, obsługującego sprzęt bojowy, do szybkiego odtwarzania gotowości bojowej w razie poniesienia poważnych w strat w ludziach, uzbrojeniu i sprzęcie technicznym .

$$\chi = 1 - \frac{N_{str}}{N_{og}} \quad [148]$$

gdzie:

N_{str} – liczba elementów zgrupowania wojsk OP, które prawdopodobnie mogą być zniszczone w wyniku uderzenia środków napadu powietrznego przeciwnika;

N_{og} – liczba wszystkich elementów zgrupowania wojsk OP (ich ugrupowania bojowego).

Współczynnik χ pozwala porównywać żywotność różnych ugrupowań wojsk OP, w różnych ich wariantach rozwinięcia i umożliwia ich ocenę w tym zakresie. Uproszczony wzór wskaźnika żywotności można wyrazić w następującej postaci:

$$N_{str} = N_{OG} \cdot P(Z) \quad [149]$$

Współczynnik żywotności określa w istocie prawdopodobieństwo przetrwania ugrupowania bojowego zgrupowania wojsk OP po oddziaływaniu rażącym (niszczącym) przeciwnika. Wartość tego współczynnika może przyjmować wartości od 0 do 1. Przyjmuje się, że im jego wartość jest wyższa, tym żywotność bojowa zgrupowania jest większa. Jeżeli współczynnik χ=1, to jego wartość sugeruje, że wszystkie elementy zgrupowania wojsk OP rozwinięte w terenie, przetrwały uderzenie środków napadu powietrznego przeciwnika i są w stanie dalej prowadzić walkę. W sytuacji przeciwnej, gdy χ = 0 należy przyjmować, że wszystkie elementy ugrupowania bojowego zgrupowania wojsk OP są zniszczone w stopniu uniemożliwiającym im dalszą realizację zadań bojowych.

Inne podejście do problemu oceny wojsk OP w zakresie żywotności może wyrażać się w postaci ilościowej. Ilościową miarą żywotności bojowej zgrupowania wojsk OP jest prawdopodobieństwo ich przetrwania („przeżycia") podczas wykonywania zadań bojowych (przynajmniej do wypełnienia wcześniej ustalonego, minimalnego zakresu swoich funkcji), przy oddziaływaniu określonego czynnika rażącego. Zatem prawdopodobieństwo przetrwania zgrupowania wojsk OP można określić zależnością:

$$P_p(e) = P[U_p(e) \geq U_Z(e)] \quad [150]$$

gdzie:

U_p (e) – zachowany stopień zdolności elementu do pracy;

U_z (e) – minimalny stopień zdolności elementu systemu do pracy.

Prawdopodobieństwo przetrwania elementu systemu charakteryzuje jego żywotność, w ciągu określonego czasu Δt, do oddziaływania przez przeciwnika, co można wyrazić zależnością:

$$P_p(e,\Delta t) = P_r(e,\Delta t) \cdot P_p(e) \quad [151]$$

gdzie:

P_r (e, Δt) – prawdopodobieństwo, iż określony element ugrupowania bojowego uchroni się przed rażącym oddziaływaniem przeciwnika powietrznego z prawdopodobieństwem:

$$P = 1 - P(T) \quad [152]$$

gdzie:

P (T) – prawdopodobieństwo trafienia przez środek rażenia określone ze wzoru:

$$P(T) = 1 - e^{\frac{o,23^2 S}{E^2}} \quad [153]$$

gdzie:

R – promień rażenia zastosowanego środka ogniowego;

E – prawdopodobne odchylenie w wyniku rozrzutu środka rażenia[365].

Zatem współczynnik żywotności można wyrazić wzorem:

$$\chi_{WOP} = 1 - P(Z) \quad [154]$$

Posługiwanie się współczynnikiem χ_{WOP} jest wygodne przy kalkulacjach operacyjno – taktycznych, ponieważ możliwe staje się liczbowe wyrażenie wskaźnika tak istotnego z punktu widzenia oceny możliwości bojowych zgrupowania wojsk OP. Żywotność, jak wiadomo, zależy od wielu czynników, do których zaliczyłem: zakres prac inżynieryjnych i maskowniczych; wybór oraz przygotowanie zapasowych i pozornych stanowisk przede wszystkim dywizjonów rakietowych, pozycji pododdziałów wojsk radiotechnicznych pododdziałów rozpoznania i zakłóceń radioelektronicznych; racjonalne rozśrodkowanie sprzętu na pozycjach bojowych i lotniskach; zgromadzenie niezbędnych środków materiałowo – technicznego zabezpieczenia; utrzymanie w wysokim stopniu ukompletowania zapasów nienaruszalnych dla sprzętu bojowego; terminowe wykonanie manewru pododdziałów i oddziałów oraz stanowisk dowodzenia.

---

[365] F. Mroczko.: Ocena żywotności ugrupowania bojowego. Przegląd Wojsk Lotniczych i OP. Grudzień1990, s. 6.

6.1.7. Wskaźnik degradacji obiektu osłony

Innym wskaźnikiem, który w moim odczuciu mógłby również określać możliwości bojowe wojsk OP, jest współczynnik wyrażający stopień zniszczenia obiektu bronionego przez OP przez środki napadu powietrznego przeciwnika. Współczynnik ten powinien odzwierciedlać, między innymi, dokładność ostrzeliwania przez przeciwnika obiektu będącego przedmiotem obrony wojsk OP. Dokładne ustalenie stopnia zniszczenia bronionego obiektu nastręcza poważne trudności. Najczęściej w literaturze przedmiotu wyróżnia się trzy stopnie zniszczenia obiektu: obezwładniony, uszkodzony i zniszczony. Po zakończeniu uderzenia przez środki napadu powietrznego przeciwnika, obiekt może znaleźć się w jednym z wyróżnionych stanów ze zbioru SZ = $\{sz_1, sz_2, sz_3, sz_4\}$, gdzie:

- sz_1 – obiekt nieuszkodzony;
- sz_2 – obiekt obezwładniony;
- sz_3 – obiekt uszkodzony;
- sz_4 – obiekt zniszczony.

Zdaniem E. Kołodzińskiego[366], można przyjąć, że obiekt jest:

- nieuszkodzony ($SZ= sz_1$), jeżeli $z(V) \in (0, z_1)$;
- obezwładniony ($SZ = sz_2$), jeżeli $z(v) \in (0, z_2)$;
- uszkodzony ($SZ = sz_3$), jeżeli $z(v) \in (0, z_3)$;
- zniszczony ($SZ = sz_4$), jeżeli $z(v) \in (0, z_4)$,

przy czym musi być spełniona zależność:

$$0< z_1 < z_2 < z_3 < \infty$$

Wielkość z(v) jest realizacją zmiennej losowej Z (V) dla ustalonego potencjału środków rażenia, użytych do niszczenia obiektu naziemnego. Granice przedziałów z_1, z_2, z_3, zakresu wartości zmiennej losowej Z (V), dla poszczególnych stanów obiektów ze zbioru SZ, mogą być ustalone przez ekspertów[367].

---

[366] E. Kołodziński.: Ocena skuteczności działania systemu obrony powietrznej. Biuletyn Wojskowej Akademii Technicznej. Grudzień, 1984, s. 64.

[367] Tamże, s. 65.

6.1.8. Skale, klasy jakości możliwości bojowych wojsk OP

Chcąc dokonać wiarygodnej oceny jakości OP, a tym samym możliwości bojowe zgrupowania wojsk OP, podstawowym problemem jest przyjęcie odpowiedniej skali ocen, które mogą być różne. Najważniejsze jest odpowiednie dokonanie przekładu wartości skali na wykonanie zadań w obronie powietrznej. Przyjmując, że liczba jeden (1) oznacza stan doskonałości[368], a liczba zero (0) stan niedoskonałości oraz zakładając równomierność rozkładu ułamkowych wartości pośrednich, proponuję skalę jakości, przedstawioną na rysunku 21.

Dzięki zastosowaniu transformacji stanów, każde kryterium jakościowe może być określone ułamkiem dziesiętnym, którego wartość zależy od jego aktualnego, a w przypadku moich badań - prognozowanego stanu. Najkorzystniejszym stanom odpowiadają wartości:

- dla waloru – 1,0;
- dla mankamentu - 0,0

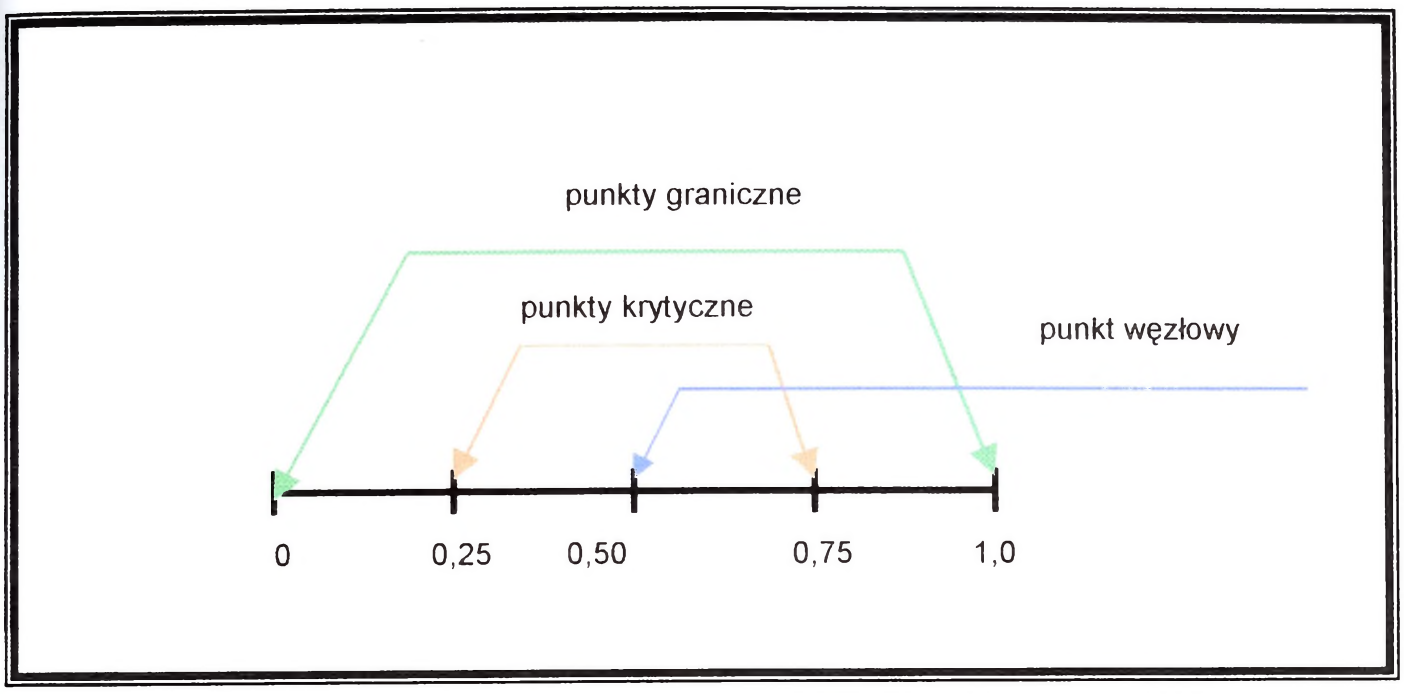
Oba skrajne punkty skali, reprezentujące stany: doskonały i niedoskonały, można określić jako punkty graniczne. Przy równomiernej skali stanów, punkt środkowy skali stanów można określiłem jako punkt węzłowy. Jego wartość wynosząca 0,5 odpowiada stanowi, któremu przypisuje się miano przeciętnego (równowaga OP i przeciwnika).

Między punktem węzłowym, a punktem granicznym znajdują się punkty krytyczne dla skali jakości, które określają normalność i nienormalność skali jakości. Z rysunku 21 wynika, że są to punkty 0,25 i 0,75.

Skale jakości pod względem gęstości stopniowania nie muszą być identyczne. Na rysunku 22 przedstawiłem przykłady trzech skal. Pierwsza skala (na rysunku pierwsza od lewej strony) powstała poprzez podział całego obszaru zmienności na cztery części.

---

[368] Doskonałość, według „Małego słownika języka polskiego", to „największy stopień cech dodatnich, (...) brak wad; idealność, wzorowość". Można więc uważać doskonałość za synonim czegoś, co jest praktycznie nieosiągalne albo jest osiągalne z trudem, a także czegoś, co może być określone jednoznacznie za pomocą tylko jednej właściwości. Zatem można stwierdzić, że doskonałość to najkorzystniejszy z możliwych stan wszystkich przymiotów rozpatrywanego przedmiotu analizy.



Rys. 21. Elementarna skala jakości.

Źródło: Opracowano na podstawie: R. Kolman.: Kompleksowa ocena jakości. PWE, Warszawa, 1970.

Informuje ona o wartościach dla podstawowych stopni jakości w następujący sposób:

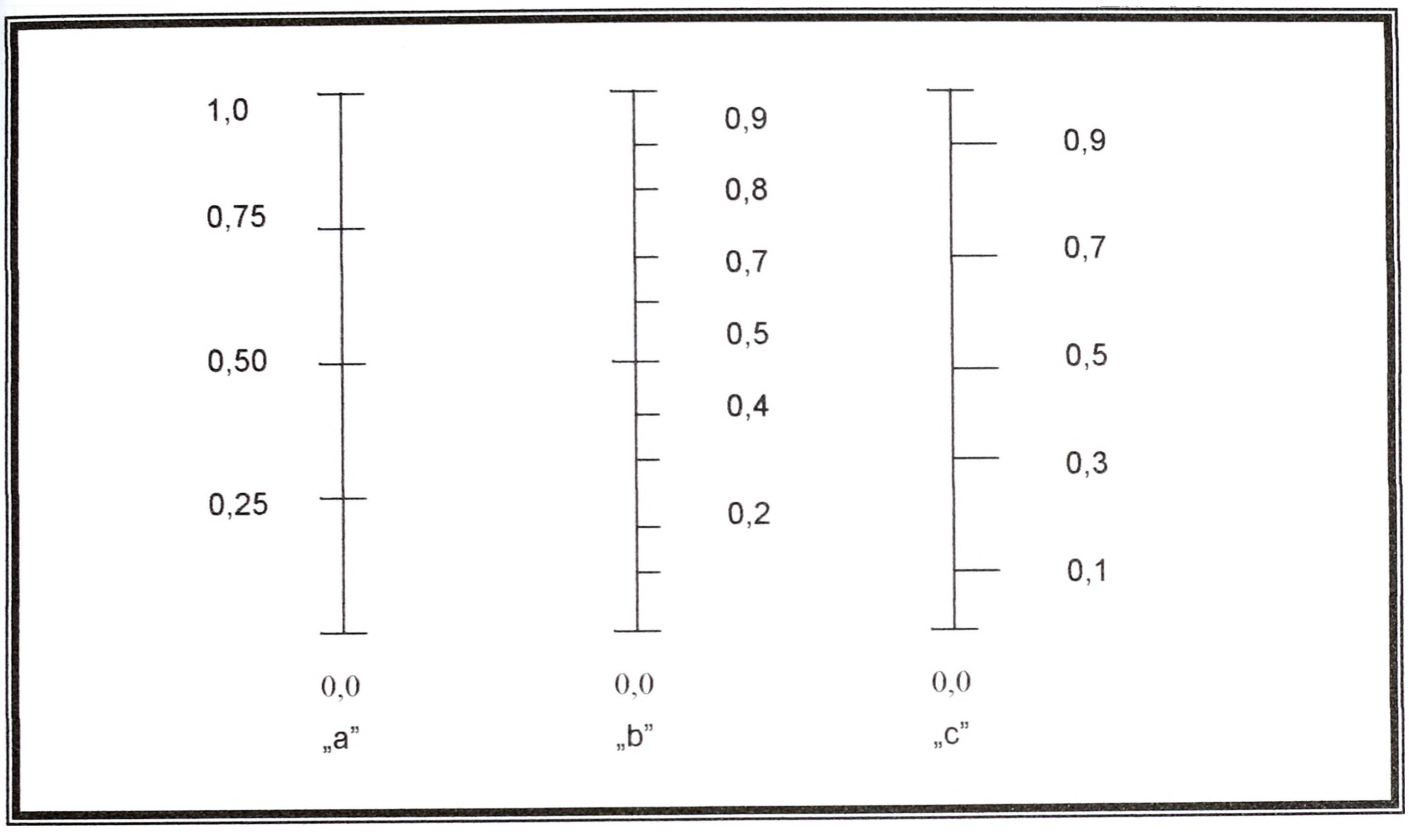
- 1,00 – doskonałość;
- 0,75 – normalność;
- 0,50 – przeciętność;
- 0,25 – nienormalność;
- niedoskonałość.

Skala środkowa, na rysunku 22 oznaczona symbolem „a", może być nazwana podstawową skalą jakości. Powstała ona w wyniku podziału całego obszaru zmienności na dziesięć równych części, wyznaczających kolejne ułamki dziesiętne doskonałości.

W przeciwieństwie do skali pierwszej, która jest skalą małego zróżnicowania, skala druga może być uważana za skalę zwykłego zróżnicowania („b"). Gdybyśmy zastosowali gęstość stopniowania większą (np.20 lub 30 części), powstałaby skala dużego zróżnicowania. Trzecia przedstawiona na rysunku skala (oznaczona symbolem „c"), jest pochodną od podstawowej. Powstała w wyniku podziału całego obszaru zmienności na sześć nierównych części. Jej wartości ułamkowe mogą być wykorzystywane do oceny stanów jakości, z następującą (proponowaną) interpretacją ocen:

- 0,9 – bardzo korzystna;
- 0,7 – korzystna;

- 0,5 – obojętna (przeciętna, średnia);
- 0,3 – niekorzystna;
- 0,1 - bardzo niekorzystna.



Rys. 22. Przykłady różnych skali jakości.

Źródło: R. Kolman.: Ilościowe określanie jakości. PWE, Warszawa, 1978.

Cały obszar podstawowej skali stanów dzieli się na dziesięć różnych części, rozgraniczonych między sobą wartościami ułamków dziesiętnych. Najbardziej zrozumiałym i operatywnym system, zachowującym odpowiednio dużą selektywność, jest system dziesięciu (10) klas. Obejmuje on, podobnie jak podstawowa skala jakości, dziesięć jednakowych przedziałów cząstkowych. Otrzymany w ten sposób system 10 klas jest stopniowany równomiernie, a kolejne klasy oznaczane są cyframi arabskimi od 0 (najlepsza klasa) do 9 (najgorsza klasa).

Ustalenie liczby klasy jakości na podstawie obliczonej wartości wskaźnika, może nastąpić przez obliczenie z zależności:

$$K = 10 - (10J + u) \quad [155]$$

K – liczba klasy jakości;

J – wskaźnik jakości, w postaci ułamka dziesiętnego;

U – ułamek dziesiętny uzupełniający iloczyn 10J do najbliższej liczby całkowitej w górę; u = 0, gdy iloczyn 10J jest liczbą całkowitą, oraz u = 1, gdy J = 0[369].

Zaproponowany system dziesięciu klas jakości ma bardzo istotną zaletę, ponieważ każdej z 10 klas jakości można przypisać jednoznaczną nazwę stanu, które reprezentują sobą poszczególne klasy. Odpowiednie zestawienie porównawcze nasilenia wymagań odpowiadających różnym klasom jakości i nazw stanów przypisywanych poszczególnym klasom, ująłem w tablicy 15.

Mając na względzie aktualny stan rozwoju problematyki ilościowego określania jakości, można zestawić najistotniejsze ogólne formuły matematyczne stosowane do obliczania jakości zorganizowanej przez wojska obrony powietrznej osłony obiektów i wojsk.

Przyjmując za słuszną zależność $J = f(k_1, k_2, \ldots, k_n)$ oraz na podstawie trzeciej i dziewiątej zasady kwalitowerystyki[370] można zapisać:

$$\varphi \cdot \Lambda = J = f(A, B, C, \ldots X) \quad [156]$$

gdzie:

Δ - doskonałość;

φ - ułamek dziesiętny wskazujący stopień zbliżenia do doskonałości rozpatrywanego przypadku;

J – liczbowa wartość wskaźnika jakości;

A,B,C, ...,.X – liczbowe wyróżniki jakości poszczególnych grup kryteriów jakości, które spełniają zależność ogólną:

$$X = f(S_{X1}, S_{X2}, S_{X3}, \ldots S_{XN}) \quad [157]$$

Gdzie $S_{X1}, S_{X2}, S_{X3}, \ldots S_{XN}$ – stany kryteriów jakości w grupie jakości o symbolu X.

Jakość J wskazująca stopień zbliżenia do doskonałości zależy – jak wynika z zależności (156) – od czynników, które oznaczono symbolami od A do X. Zależność (157) należy rozumieć w ten sposób, że wartość liczbowego wyróżnika oznaczonego symbolem X, zależy od stanów poszczególnych kryteriów jakości, oznaczonych numerami od 1 do n, zaliczanych do grupy X.

---

[369] R. Kolman.: Ilościowe określanie jakości. PWE, Warszawa 1978, s. 91.

[370] Podstawowe informacje na temat zasad kwalitowerystki zawiera załącznik 15.

Tabela 15[371]

Zestawienie porównawcze wymagań, klas jakości oraz nazw i stopni stanów

Lp.	Wymagania	Klasy Jakości	Stany	
			Nazwa	Stopień
1	największe	0	znakomity	10
2	szczególne	1	wyróżniający	9
3	normalne	2	korzystny (normalny)	8
4	niepełne	3	dogodny (zadowalający)	7
5	umiarkowane	4	umiarkowany	6
6	pośrednie	5	pośredni	5
7	ograniczone	6	niedogodny (niezadowalający)	4
8	małe	7	niekorzystny	3
9	bardzo małe	8	krytyczny	2
10	najmniejsze	9	zły	1

6.1.9. Istota metody

Do oceny możliwości bojowych wojsk OP lub inaczej określenia - jakości systemu OP, utworzonego w wyniku przyjęcia odpowiedniego ugrupowania wojsk obrony powietrznej, można wykorzystać stosowaną w inżynierii jakości metodę uśrednionych znamion jakości. Istota tej metody wyraża się w obliczaniu uśrednionego wskaźnika jakości z wartości znamion, które reprezentują uśrednione stany kryteriów jakości zakwalifikowanych do poszczególnych grup znaczeniowych, wynikających z najważniejszych aspektów uwzględniania jakości.

Ogólny tok postępowania, przy stosowaniu proponowanej przeze mnie metody, można sprowadzić do :

1) wyboru kryteriów ze stawianych wymagań i warunków;
2) selekcji i segregowania kryteriów na grupy znaczeniowe reprezentowane przez poszczególne znamiona jakości;
3) kwantyfikacji stanów kryteriów przez ich redukcję w obszarach zmienności i transformację do jednej skali stanów;

[371] Tamże, s. 94.

4) obliczenia wyróżników znamionowych, jako średnich z transformowanych stanów kryteriów;
5) obliczenia wskaźnika jakości jako średniej ze wskaźników znamionowych.

Fundamentalnym problem w proponowanej metodzie jest wybór kryteriów. Liczba kryteriów w zestawie, z założenia powinna być większa od jedności. Im więcej jest zestawów kryteriów, tym bardziej wnikliwa będzie ocena możliwości bojowych zgrupowania wojsk OP (jakości). Jednak nadmierna liczba kryteriów utrudnia tę ocenę. Z kolei, z przesłanek wynikają grupy znaczeniowe kryteriów, na które dzieli się kryteria w przypadkach uzasadnionych względami ilościowymi (odpowiednio duża liczba zestawu kryteriów) i rzeczowymi, tzn. wtedy, gdy w danej analizie ważne jest wyodrębnienie oddziaływania podstawowych czynników mających wpływ na jakość.

Zestawiając kryteria jakości w odpowiednie grupy znaczeniowe, należy dążyć do takiego ich skompletowania, aby możliwe było uzyskanie odpowiedzi na pytanie: Jakie znaczenie mają określone przymioty dla określenia jakości danego przedmiotu (wojsk obrony powietrznej)?

Szczegółowe badania wykazują, że podane przymioty podstawowe wystarczają do kompleksowego określenia i oceny możliwości bojowych (jakości) rozpatrywanego zgrupowania wojsk OP (przedmiotu analizy). Inne kryteria dadzą się podporządkować tym właśnie pięciu kryterium (wymaganiom) generalnym. Kryteria podstawowe w inżynierii systemów, przyjęto nazywać znamionami jakości[372], gdyż właśnie ich stan bezpośrednio znamionuje, czyli określa stan możliwości bojowych (jakości) rozpatrywanego zgrupowania wojsk OP (przedmiotu analizy). Z tego wynika, że stosowanie systemu znamion jakości stwarza jednolite znaczeniowo przesłanki doboru kryteriów możliwości bojowych zgrupowania wojsk OP (jakości).

Ogólnie redukcja polega na ustaleniu, o ile będzie zmniejszona lub jaką część całkowitego obszaru zmienności zajmuje aktualna wartość zmierzonej wielkości, albo

---

[372] Na przykład, w gospodarce (przemyśle) najczęściej formułuje się następujące definicje pięciu znamion jakości, oznaczając je umownymi symbolami:

1. A – przydatność, czyli kompleksowy (zbiorczy, wynikowy) stopień spełnienia wymagań dotyczących przeznaczenia;
2. B – poprawność – stopień spełnienia wymagań dotyczących wytwarzania;
3. C – użyteczność – stopień spełnienia wymagań użytkowania;
4. D – doznaniowość – stopień spełnienia wymagań doznaniowych;
5. E – opłacalność – stopień spełnienia wymagań ekonomicznych.

ocenionej cechy. Natomiast w przypadku oceny możliwości bojowych zgrupowania wojsk obrony powietrznej, nie będą to wielkości zmierzone - a prognozowane, które należy odnieść do wielkości „idealnych wskaźników", charakteryzujących te możliwości.

Transformacja jest istotnym, kolejnym problemem do rozwiązania. Polega na obliczeniu wartości określającej poziom stanu, a więc natężenie oddziaływania rozpatrywanego kryterium jako stosunku zajmowanej części obszaru zmienności do jego wartości całkowitej.

Ważnym przedsięwzięciem w metodzie jest również uśrednianie, czyli wyznaczanie średniej wartości poszczególnych znamion oraz średniej wartości wskaźnika jakości. W statystyce matematycznej mogą być stosowane różne średnie w zależności od potrzeby, które w sposób jednoznaczny (za pomocą jednej wartości) określają zbiorowość statystyczną, stanowiąc wartość wypadkową wynikającą z wartości elementów składowych rozpatrywanego zbioru[373].

W metodzie uśrednionych znamion jakości stosuje się przede wszystkim średnią arytmetyczną jako formułę najprostszą, a tym samym najszybszą do obliczenia. Istotnym motywem zastosowania średniej arytmetycznej do obliczenia wyróżników znamionowych i wskaźnika jakości jest motyw logiczny. Wynika on z następującego rozumowania:

- Jeżeli jakość ma być rozpatrywana jako wynikowa dwu znamion o skrajnych i przeciwstawnych sobie wartościach 0 (niedoskonałość) i 1 (doskonałość), to łatwo jest dowieść, że tylko średnia arytmetyczna umożliwia uzyskanie logicznie uzasadnionej wartości wynoszącej 0,5 (przeciętność – rys.22) jako wynikowej stanów doskonałości i niedoskonałości.
- W proponowanej metodzie do obliczania wskaźników jakości przyjęto system addytywny, który w sposób bardziej naturalny i logiczny niż multyplikacyjny, odtwarza wynikowy stan bieżący (aktualny). W metodzie znalazły więc zastosowanie formuły wyrażone wzorami (załącznik 17), co daje możliwość uwzględnienia rozległego zespołu czynników od wariantów najprostszych, do najbardziej złożonych,

---

[373] Do najczęściej stosowanych średnich należy zaliczyć:

- arytmetyczną;
- geometryczną;
- harmoniczną;
- kwadratową.

przy zachowaniu logicznej interpretacji otrzymywanych wyników. Najogólniejsza postać wzoru do obliczania wskaźnika jakości J, według metody uśrednionych znamion jakości jest następująca:

$$J = (\alpha A^a + \beta B^b + \gamma C^c + \delta D^d + \varepsilon E^e) \quad [158]$$

gdzie:

z = 1 – 5 – liczba uwzględnianych znamion jakości;

$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ - współczynniki korekcyjne, regulujące intensywność wzajemnego oddziaływania wyróżników znamionowych;

A – wyróżnik znamionowy skuteczności;

B – wyróżnik znamionowy rozpoznania;

C – wyróżnik znamionowy wyszkolenia;

D – wyróżnik znamionowy zabezpieczenia logistycznego;

E – wyróżnik znamionowy żywotności.

e, b, c, d, e – wykładniki potęgowe uwzględniające specyfikę wpływu poszczególnych wyróżników znamionowych na wskaźnik jakości.

- Poszczególne wyróżniki znaczeniowe można obliczyć jako średnie arytmetyczne wyróżników kryterialnych ze wzoru:

$$X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} W_{ix}^{P_{IX}} \quad [159]$$

gdzie:

X= A (lub B, C, D, E) – wyróżniki znamionowe kolejno dla: skuteczności (rażenia), rozpoznania, wyszkolenia, zabezpieczenia logistycznego oraz żywotności (uwzględniane w miarę występowania w analizie tych znamion);

N –liczba kryteriów rozpatrywanych w danej grupie znaczeniowej, a więc w grupie przydatności, poprawności, czy innej;

W_{ix} – wyróżnik kryterialny o numerze bieżącym i w grupie znaczeniowej X (szczegóły dotyczące wyznaczania wyróżników kryterialnych podane są w dalszej części pracy;

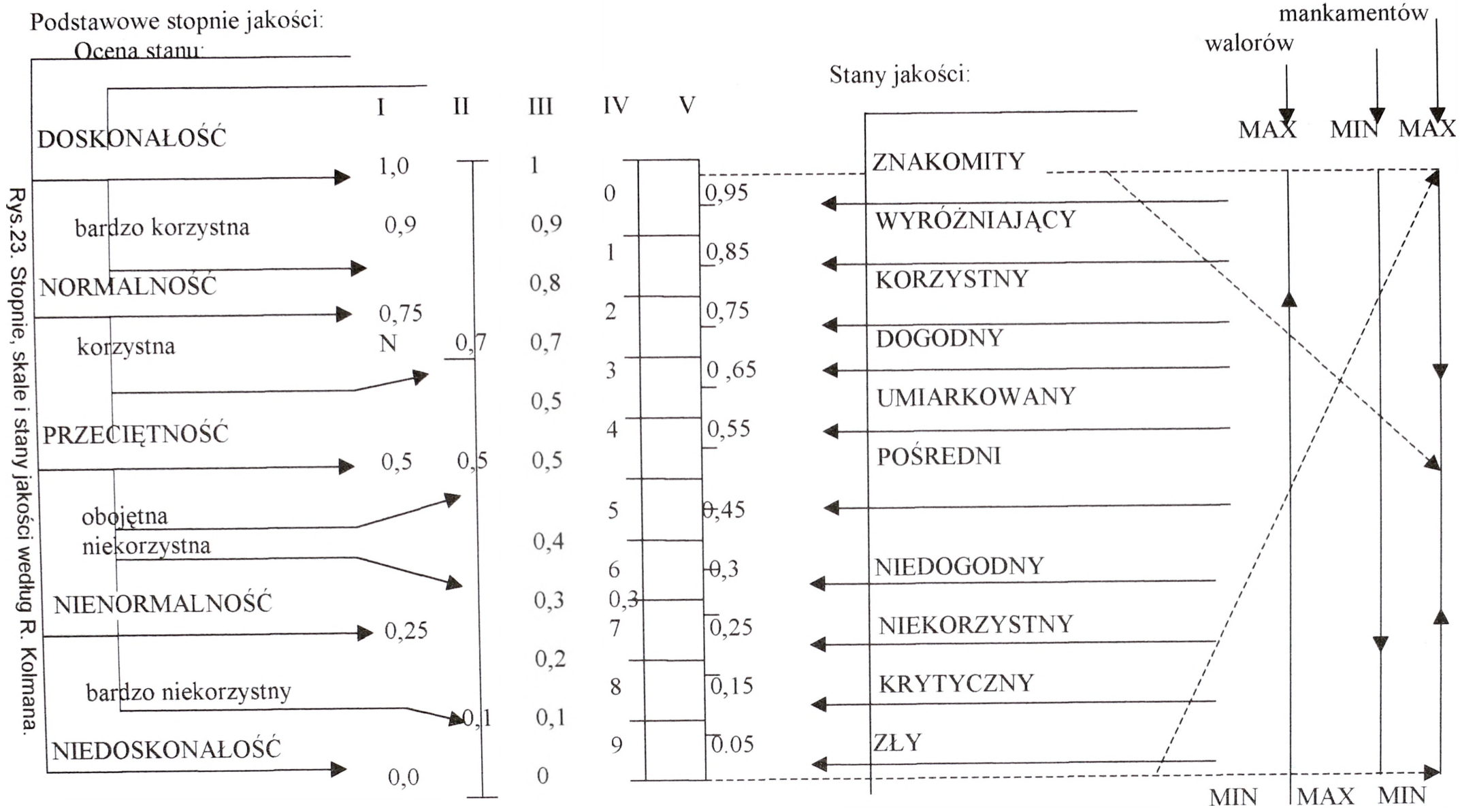
P_{ix} – wykładnik potęgowy uwzględniający specyfikę wpływu wyróżnika kryterialnego W_{ix} na wyróżnik znaczeniowy X (najczęściej p = 1)

- Wskaźnik jakości J powinien przyjmować wartości od o do 1, co według skali IV na rysunku 23 (aktualnej również dla wyróżników kryterialnych i znaczeniowych), odpowiada klasom od 0 do 9.

Liczbę klas jakości dla wyróżnika J lub wyróżników znamionowych X, czy kryterialnych W_{ix} oblicza się w systemie 10 klas jakości ze wzoru [155] dla stosunkowo często w praktyce występujących przypadków, gdy współczynniki korekcyjne a = b = c = d = e = 1, wzór [158] przyjmuje wtedy postać uproszczoną:

$$J = \frac{1}{Z}(A + B + C + D + E) \quad [160]$$

- W proponowanej metodzie jakość jest średnią arytmetyczną wyróżników znamionowych, których wartości mogą być regulowane w merytorycznie uzasadnionych przypadkach za pomocą odpowiednio dobranych wykładników potęgowych, a wzajemne proporcje między znamionami - za pomocą współczynników korekcyjnych (współczynników ważności, czyli tzw. wag).
- Wyróżniki znamionowe są średnimi arytmetycznymi wyróżników kryterialnych, których wartości również mogą być regulowane za pomocą wykładników potęgowych w razie uzasadnionej potrzeby.


Podstawowe stopnie jakości:
Ocena stanu:
I
II
III
IV
V
DOSKONAŁOŚĆ
1,0
1
bardzo korzystna
0,9
0,9
NORMALNOŚĆ
0,8
0,75
korzystna
N
0,7
0,7
0,5
PRZECIĘTNOŚĆ
0,5
0,5
0,5
obojętna
niekorzystna
0,4
NIENORMALNOŚĆ
0,3
0,25
0,2
bardzo niekorzystny
0,1
0,1
NIEDOSKONAŁOŚĆ
0,0
0
Rys.23. Stopnie, skale i stany jakości według R. Kolmana.
Zmienność stanów:
optymentów
mankamentów
walorów
MAX
MIN
MAX
Stany jakości:
0
0,95
ZNAKOMITY
WYRÓŻNIAJĄCY
1
0,85
KORZYSTNY
2
0,75
DOGODNY
3
0 ,65
UMIARKOWANY
4
0,55
POŚREDNI
5
0,45
6
0,3
NIEDOGODNY
0,3
7
0,25
NIEKORZYSTNY
8
0,15
KRYTYCZNY
9
0.05
ZŁY
MIN
MAX
MIN

Logiczne podwaliny koncepcji metody uśrednionych znamion jakości wojsk obrony powietrznej (systemu OP) można sprowadzić do podstawowych założeń, sformułowanych w postaci pięciu punktów:

1. Jeżeli jakaś właściwość zbiorcza, która ma być określona ilościowo za pomocą jednej liczby mieszczącej się w jakimś przedziale zamkniętym, jest zależna od stanów zbioru przymiotów niezależnych wyrażonych odpowiednimi wartościami liczbowymi w takim samym przedziale zamkniętym, to w przypadku nieznajomości ścisłej współzależności funkcyjnej między właściwością zależną a przymiotami niezależnymi można uznać, że wartością reprezentatywną dla określenia ilościowego stanu zależnej właściwości zbiorczej jest wartość uśredniona ze zbioru wartości określających stany przymiotów niezależnych.
2. Zmienne w dowolnych granicach wartości stanu różnorodnych wielkości mierzalnych lub zróżnicowane stany cech mierzalnych dadzą się sprowadzić do wspólnego zamkniętego przedziału zmienności liczb niemianowanych o liniowym rozkładzie wartości pośrednich, odtwarzającego pośrednie i krańcowe stany rozpatrywanych przymiotów (transformacja stanów).
3. Za najbardziej odpowiedni przedział wartości odtwarzających liniowo różne stany dowolnych przymiotów, uznano przedział zamknięty wartościami granicznymi 0 i 1.
4. Funkcja wykładnicza daje możność przystosowania liniowego rozkładu przedziału zmienności stanów, do rzeczywistej specyfiki oddziaływania danego przymiotu.
5. Korekcję intensywności wzajemnego oddziaływania różnych przymiotów niezależnych na stan zależnej właściwości zbiorczej, można przeprowadzić najprościej przez odpowiedni dobór współczynników korygujących wartości odtwarzające stany przymiotów niezależnych.

Spełnienie założeń wymienionych w punktach od 1 do 5, doprowadza do ogólnej postaci wzoru [158] na ogólny wskaźnik jakości dla metody uśrednionych znamion jakości, z tym że wskaźnik obliczony z tego wzoru, powinien spełniać nierówność

$$0 \leq J \leq 1$$

Jednak do oceny możliwości bojowych wojsk OP, przyjąłem zależność [160]. Wynika to z trudności wyrażania liczbowego wzajemnych współczynników korelacji,

uwzględniających ich wpływ na współczynnik jakości możliwości bojowych wojsk OP (J_{WOP}).

W zależności od celu badania jakości oraz odmiany kryterium (niemierzalne czy mierzalne), w metodzie jakościowej oceny możliwości bojowych wojsk OP (uśrednionych znamion jakości systemu OP) można stosować różne sposoby kwantyfikowani stanów jakości. Zastosowanie proponowanej metody da następujące korzyści:

- możliwe będzie wykorzystywanie w zależności od dysponowanych danych i potrzeby kryteriów mierzalnych i niemierzalnych;
- realne stanie się wyodrębnienie wpływu poszczególnych podstawowych przymiotów (znamion) na jakość;
- możliwe będzie zastosowanie dowolnej (zależnej od potrzeby) liczby kryteriów jakości;
- możliwe będzie dokonanie podziału kryteriów na grupy znaczeniowe, co ułatwia analizę wpływu poszczególnych grup czynników (znamion) na wartość kompleksowego wskaźnika jakości;
- do praktycznego wykorzystania metody, wystarczy znajomość podstawowych działań arytmetycznych (dodawanie, mnożenie, dzielenie), a bardzo rzadko potęgowanie.

Sądzę, że określenie wskaźnika efektywności (skuteczności) jest niewystarczające, aby ocenić możliwości bojowe wojsk OP, które w znacznym stopniu wpływają na jakość zorganizowanej obrony obiektów i wojsk przez zgrupowanie wojsk OP. Uważam, że do oceny możliwości bojowych zgrupowania wojsk niezbędna jest znajomość innych wskaźników, które z reguły w obliczeniach operacyjno – taktycznych nie są uwzględniane, gdyż podmioty oceniające, dla uproszczenia kalkulacji, przyjmują „idealne warunki prowadzenia działań". Mam tu na myśli pełne zabezpieczenie aktywnych środków walki (wojsk rakietowych i lotnictwa myśliwskiego) w informację radiolokacyjną oraz podobną sytuację w zakresie zabezpieczenia logistycznego. Podobnie, nie uwzględniany jest czynnik ludzki, który bez wątpienia w znacznym stopniu wpływa na możliwości bojowe zgrupowania wojsk OP. Ponieważ wyjątkowo trudno jest je (go) wyrazić, dlatego najczęściej przyjmuje się założenie, że wszystkie obsługi bojowe są bardzo dobrze wyszkolone i posiadają odpowiedni „zapał do walki". W związku z tym, zaproponowałem wprowadzenie nowych wskaźni-

ków, które ujmowałyby te istotne dla OP okoliczności, a tym samym umożliwiały pełną ocenę możliwości bojowych zgrupowania wojsk OP.

6.2. Metodyka jakościowej oceny możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej

Jakościowa ocena możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej obejmuje realizację czterech, kolejno po sobie następujących przedsięwzięć, które stanowią jednocześnie etapy tej oceny.

Pierwszy etap dotyczy rozpoznania problemu. Należy tu dokonać przede wszystkim identyfikacji przedmiotu oceny (możliwości bojowych zgrupowania wojsk OP).

Podstawą do rozpoczęcia procesu określania i oceny możliwości bojowych jest pozyskanie danych o przeciwniku powietrznym. Uzyskujemy je w wyniku oceny przeciwnika, która przede wszystkim obejmuje:

- bazowanie i możliwości środków napadu powietrznego przeciwnika;
- bronione obiekty w wyznaczonej strefie działań zgrupowania wojsk OP;
- elementy taktyki sił powietrznych przeciwnika;
- środki napadu powietrznego jako cele powietrzne[374].

Określając ugrupowanie bojowe środków napadu powietrznego przeciwnika w nalocie i jego parametry, z punktu widzenia określania możliwości bojowych zgrupowania wojsk OP, interesują nas takie zagadnienia, jak: podział ŚNP na rzuty, fale i grupy; odległości i odstępy między rzutami, falami, grupami i samolotami w grupach; skład i miejsce w ugrupowaniu grup osłony, zakłóceń radioelektronicznych i pozoracji; szerokość i głębokość nalotu. Ustalając prawdopodobny sposób pokonania obrony powietrznej przez przeciwnika, na trasie lotu jego ŚNP i w rejonie bronionych przez zgrupowanie wojsk OP obiektów, należy sprecyzować takie elementy, jak: przewidywane odcinki wejścia środków napadu powietrznego w strefę działań zgrupowania wojsk OP (ich strefę odpowiedzialności); elementy systemu OP, które przeciwnik będzie prawdopodobnie niszczył na trasie dolotu do obiektów uderzeń i kolejność ich niszczenia; rodzaj, liczby środków rażenia i środków przenoszenia, prze-

---

[374] Z. Groszek.: Metodyka oceny przeciwnika powietrznego na szczeblu taktycznym i operacyjno – taktycznym wojsk systemu obrony powietrznej RP. AON, Warszawa 1993, s.14.

znaczonych do niszczenia tych elementów; prędkość i wysokość lotu ŚNP oraz właściwą dla nich rubież wykonania zadania; sposoby atakowania obiektów OP i rodzaje stosowanych manewrów. Określenia (prognozy) wymaga także intensywność nalotu, która wskazuje liczbę jednocześnie działających celów powietrznych w strefie odpowiedzialności zgrupowania OP. Intensywność prognozowanego nalotu (uderzenia) określa się na podstawie parametrów czasowo – przestrzennych prognozowanego ugrupowania środków napadu powietrznego przeciwnika w nalocie. Końcowy etap procesu oceny przeciwnika powietrznego obejmuje wypracowanie najbardziej prawdopodobnych wariantów prognozowanych uderzeń środków napadu powietrznego przeciwnika. Proces ten, zadaniem Z. Groszka[375], dzieli się na trzy, następujące po sobie fazy:

- faza I – graficzne zobrazowanie wszystkich rozpatrywanych kombinacji wariantów nalotu środków napadu powietrznego przeciwnika;
- faza II – grafoanalityczne rozegranie walki z przeciwnikiem powietrznym w poszczególnych kombinacjach wariantów nalotu środków napadu powietrznego przeciwnika;
- faza III – tabelaryczne zestawienie wyników walki z przeciwnikiem powietrznym oraz obliczenie wskaźników efektywności działań bojowych wojsk własnych.

Drugi etap odnosi się do pozyskiwania wartości współczynników wyrażających możliwości bojowe. Podstawowym problemem tego etapu jest wybór metody określania możliwości bojowych. Na szczeblu taktycznym może to być, na przykład, metoda analityczna, a na szczeblu operacyjnym - stosunek sił. W rezultacie powinniśmy otrzymać interesujące nas wskaźniki, charakteryzujące możliwości bojowe wojsk OP.

W trzecim etapie należy wyznaczyć wyróżniki kryterialne oraz obliczyć znamionowe wyróżniki jakości. Trzeba pamiętać, że znamionowy wyróżnik jakości dla dowolnej grupy jest średnią arytmetyczną wyróżników kryterialnych, ujętych daną grupą. Wyraża to zależność (159).

Obliczanie wskaźnika jakości - to kolejne przedsięwzięcie jakościowej oceny możliwości bojowych wojsk OP (czwarty etap). W metodzie uśrednionych znamion jakości, wartość wskaźnika, określającego poziom jakości, oblicza się jako średnią arytmetyczną uwzględnionych w analizie znamion jakości, modyfikowanych w razie

---

[375] Tamże, s.47.

potrzeby za pomocą odpowiednich współczynników korelacyjnych lub wykładników potęgowych (158 i 159).

Ujednolicenie interpretacji wyniku analizy jakości możliwości bojowych zgrupowania wojsk OP można uzyskać przez zastosowanie jednoznacznego zapisu tego wyniku. W ogólnym znaczeniu, w środowisku cywilnym wynik ten zapisywany jest w następujący sposób:

$$J_{tv}^{rk} = 0,...(K / K_A K_B K_C K_D K_E /_9 n_i - .../_5 n_k - ...) \quad [161]$$

gdzie:

J_{tv} – wskaźnik jakości dla przedmiotu t analizy w wariancie v;

r – ogólna liczba kryteriów uwzględnianych w analizie (wskazuje na wszechstronność analizy);

k – symbol sposobu wartościowania metodą uśrednionych znamion jakości; dla poszczególnych sposobów symbol k jest zastępowany literami. Np. k = t – dla taksacji.

0, ... – ułamek dziesiętny informujący o wartości wskaźników jakości;

K – liczba klasy jakości odpowiadająca obliczonej wartości wskaźnika jakości;

K_A, K_B, K_C, K_D, K_E – liczby klas jakości odpowiadające poszczególnym, uwzględnianym w analizie znamionom jakości; nieuwzględnienie w danej analizie jakiegoś znamiona, przejawia się brakiem odpowiedniego symbolu[376];

$/_9$ $/_7$ $/_5$ - symbole przedziałów klasowych odpowiadające 9, 7, 5, klasie dla kryterialnych wyróżników jakości;

n_i -..., n_j - ..., n_k – kolejne numery kryteriów jakości, mieszczące się w odpowiednich przedziałach klasowych[377].

W odniesieniu do moich badań, zapis ten przedstawia następującą postać

$$J_{WOP2}^{9T} = 0,62(3/3_C 3_E 4_A /_7 1/_5 2-6-9) \quad [162]$$

Powyższy zapis można skomentować następująco: jakość możliwości bojowych zgrupowania wojsk OP w pierwszym wariancie ugrupowania bojowego jest dogodna, dogodne są bowiem znamiona skuteczności i rozpoznania. Natomiast stan

---

[376] Kolejność zapisu – według malejących wartości wyróżników znamionowych.

[377] R. Kolman.: Ilościowe określanie jakości. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne. Warszawa 1973, s. 145 i 146.

zabezpieczenia jest umiarkowany. Ingerencji wymagają pogarszające się kryteria 1, a następnie 2, 6 i 9[378].

Analiza wyników stanowi piąty etap jakościowej oceny możliwości bojowych wojsk OP. Interpretacja wyniku ma na celu określenie:

- udziału kryteriów mierzalnych, co świadczy o obiektywności analizy;
- uzyskanego ogólnego stopnia doskonałości;
- stanu uwzględnionych podstawowych przymiotów, czyli znamion jakości;
- przyczyn ujawnionego, prognozowanego stanu jakości możliwości bojowych wojsk OP, z uwzględnieniem czynników polepszających i pogarszających ich jakość;
- możliwości i zakresu polepszenia ogólnego wskaźnika jakości;
- opłacalności korekty stanu jakości możliwości bojowych zgrupowania wojsk OP.

Wydawałoby się, że o wiele łatwiej można ocenić możliwości bojowe ex post (ocena retrospektywna). Badając jednak dotychczasowe wojny i konflikty[379] lokalne historycy wojskowi ustalili, że ocena wyników walki zbrojnej powinna składać się z trzech różnych ocen, niemalże intuicyjnych:

- stopnia zrealizowania przeciwstawnych zadań (celów), osiągniętych (zadanych) w trakcie walki;
- efektywności przestrzennej uczestników walki określającej zdolność jednej strony do zdobywania określonego stanu dominacji w powietrzu i drugiej – jej utrzymania;
- efektywności strat rozumianej jako stosunek strat poniesionych przez daną stronę do jej początkowego potencjału bojowego[380].

Idea trzech miar efektywności – lub kryteriów oceny działania, mających służyć do oceny walki zbrojnej (bitwy, bitew) jest prosta. Jej praktyczne wykorzystanie – to jednak coś zupełnie innego i wymagałoby skonstruowania systemu umożliwiającego kwantyfikację wyników działań bojowych.

---

[378] Dodatkowe kryteria ustalane według potrzeb.

[379] Badania te obejmują wojny starożytne, I i II wojnę światową oraz konflikty i wojny lokalne po II wojnie światowej.

[380] Pogląd taki reprezentuje T. N .Dupuy w książce pt.: „Liczby, prognozy i wojna" (tłumaczenie z języka angielskiego), ASG WP, Warszawa, 1984, s. 96.

Po pierwsze – ocena stopnia zrealizowania zadań bojowych stanowi najtrudniejszy element pomiaru. W celu jego dokonania, należy ocenić zasadniczo subiektywnie, sprzeczne z reguły opinie, reprezentowane przez strony biorące udział w walce. Dane do oceny mogą pochodzić z zachowanych meldunków bojowych i sprawozdań – w zależności od wagi, jaką przypisuje się ich wiarygodności (tu kryje się subiektywizm ocen). Okazuje się jednak, że po dokonaniu pewnej liczby eksperymentów, można ocenić stopień realizacji zadania danej strony, za pomocą dziesięciostopniowej skali (zawartej od 1 do 10). Z założenia tego wyprowadzić można współczynnik zrealizowania zadania, zamieszczony w tabeli 16. Gdy nie ma potrzeby wykorzystywania skali odpowiadającej różnym stopniom wykonania danego zadania zadaje się zwykle tzw. wartość normalną.

Tabela 16[381]

Zasady oceny stopnia wykonania zadania bojowego

Stopień wykonania zadania	**Rozpiętość**	**Średni**
Całkowite wypełnienie zadania	7 – 10	8
Znaczne, względnie satysfakcjonujące spełnienie zadania	5 – 7	6
Częściowe, nie satysfakcjonujące spełnienie zadania	3 – 5	4
Małe osiągnięcie celu	1 – 3	2

Po drugie – miara efektywności działania powinna uwzględniać odniesienie do siebie siły obu stron oraz głębokości zajmowanych przez nie rejonów, w porównaniu do dziennych postępów natarcia lub wycofania się, w miarę jak teren przechodził z rąk do rąk w trakcie trwania walki (bitwy).

Po trzecie – efektywność strat danej strony walczącej, w walce (starciu, bitwie) powinna uwzględniać nie tylko względną efektywność strony w zadawaniu strat jej przeciwnikowi, tzn. skuteczność odniesioną do wielkości jej samej oraz przeciwnika (w kategoriach strat dziennych), ale także jej zdolność w minimalizacji strat własnych, odniesionych do wielkości własnej strony[382].

---

[381] Zubek J. Ocena jakości stanów osobowych wojsk. Rozprawa habilitacyjna. AON, Warszawa, 1990, s. 157.

[382] Tamże, s. 158

O wiele trudniejszy jest problem dotyczący określenia wzajemnych relacji pomiędzy prognozowanymi możliwościami bojowymi wojsk obrony powietrznej, a stawianym zadaniem oraz rozliczaniem z ich wykonania w odniesieniu do przyszłych działań (prognozowanych).

Warto zauważyć, że w przypadku wojsk OP, ich możliwości bojowych i związanego z nimi zadania bojowego (zadanie powinno być postawione na miarę możliwości wykonawcy) można wyróżnić tworzone, uporządkowane zbiory elementów przynależnych do różnych kategorii logicznych, powiązanych różnymi relacjami i nie tworzących całości. Przykładem tego może być uporządkowana trójka:

$$< O, Z, W >$$

w której:

O – oznacza jednostkę organizacyjną wojsk OP;

Z – przydzielone jej zadanie;

W – osiągnięty przez nią wynik.

W pełniejszym opisie trójkę tę można zastąpić, np. uporządkowaną piątką:

$$< O, Z, S, T, W >$$

w której nowe symbole oznaczają:

S – środki przydzielone danej jednostce na realizację zadania;

T – technologię (sposób) realizacji zadania.

Tego rodzaju uporządkowany i dowolnie rozbudowany opis jest bardzo wygodny i ułatwia systematyzację wiedzy o rzeczywistości. Dzięki zastosowaniu takiego opisu, np. do n kolejnych etapów realizacji celu tej samej jednostki organizacyjnej lub do wszystkich n jednostek w obrębie danej organizacji (np. zgrupowania wojsk obrony powietrznej), otrzymuje się:

$$<O_1, Z_1, S_1, T_1, W_1>$$
$$<O_2, Z_2, S_2, T_2, W_2>$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$<O_n, Z_n, S_n, T_n, W_n>$$

W powyższym zapisie macierzowym, pojedyncza kolumna obejmuje elementy przynależne do tej samej kategorii, które zazwyczaj powinny spełniać określoną relację i tworzyć pewną całość. Z tego względu, kolumnowe zbiory elementów warto na

ogół rozpatrywać jako systemy. Zbiór takich systemów, objętych powyższym zapisem macierzowym, można nazywać wielosystemem (multisystemem)[383].

Problem ten, mimo że w znacznym stopniu wpływa na efektywność (skuteczność) działań wojsk OP, bardzo często w ćwiczeniach dowódczo – sztabowych nie jest odpowiednio eksponowany, a czasami wręcz pomijany. Uważam, że właściwym podejściem do rozwiązania go jest określenie stopnia osiągnięcia celu przez wojska OP. Jeśli w wyniku procesu oceny możliwości bojowych wojsk OP można założyć, że mimo uderzeń środków napadu powietrznego przeciwnika obiekty osłaniane przez wojska OP będą funkcjonowały, oznacza to, że cel działań OP został osiągnięty.

---

[383] Każdy system w ramach wielosystemu ma tę samą liczbę elementów, które w każdym systemie należą do innej kategorii logicznej. Każdy element jednego systemu ma po jednym, odpowiadającym sobie elemencie w pozostałych systemach. Między każdą parą odpowiadających sobie elementów, w dwóch dowolnych systemach przynależnych do wielosystemu, zachodzi ten sam rodzaj odpowiedniości.

ZAKOŃCZENIE

Niniejsza rozprawa doktorska to efekt badań naukowych rozpoczętych przeze mnie w 1996 roku. Określanie i ocena możliwości bojowych jest w dalszym ciągu problemem otwartym, pomimo powstania w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych wielu interesujących prac naukowych na ten temat.

Głównym celem badań (pracy) było opracowanie metody pozwalającej w sposób kompleksowy (globalny) ocenić możliwości bojowe wojsk obrony powietrznej, traktowanych jako zgrupowanie broni połączonych. Rozwiązując ten problem dokonałem, między innymi, usystematyzowania wiedzy z zakresu teorii możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej oraz ich poszczególnych komponentów i wskaźników, za pomocą których są one wyrażane, oraz metod ich określania. Problem oceny wynika z faktu, że proces określania możliwości bojowych nie jest przedsięwzięciem samym w sobie, ale ma na celu ocenę możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej (jako broni połączonych, realizujących zadania we wspólnej strefie, np. połączonego stanowiska dowodzenia, rejonie korpusu obrony powietrznej, a w ramach zintegrowanego systemu obrony powietrznej NATO - w wyznaczonej przez stosowne dowództwo strefie odpowiedzialności), a także poszczególnych ich komponentów rozpatrywanych oddzielnie, w aspekcie podejmowania decyzji przez dowódców różnych szczebli dowodzenia.

W pracy zdefiniowałem podstawowe pojęcia mające bardzo ważne znaczenie dla prawidłowego przebiegu procesu określania możliwości bojowych, właściwego zrozumienia samego procesu, jak i wielości wskaźników otrzymywanych na jego wyjściu. Usystematyzowanie teoretycznych podstaw możliwości bojowych wojsk OP i ich poszczególnych komponentów jest zasadniczym przedsięwzięciem niezbędnym do prawidłowego przeprowadzenia badań w tym zakresie (obszarze).

Jak wynika z treści pracy, problem określania możliwości bojowych poszczególnych komponentów wojsk OP (szczególnie ich aktywnych środków walki) jest stosunkowo dobrze rozwiązywany. Istnienie wielu różnych metod (z których część jest już zapomniana, bądź niechętnie stosowana) wymagało wnikliwej ich analizy i oceny pod kątem praktycznego zastosowania w działalności sztabowej oraz przydatności do użycia w proponowanej metodzie.

Zaproponowana przeze mnie metoda uwzględnia działania bojowe poszczególnych komponentów wojsk OP i wynikające z tego relacje i zależności, zachodzące

między nimi. Biorąc pod uwagę względnie pełne odzwierciedlenie złożoności procesów walki, umożliwia otrzymywanie bardziej zobiektywizowanych rezultatów, zbliżonych do rzeczywistych. Wiąże się to z koniecznością uwzględnienia w niej wielu różnorodnych czynników i zależności charakteryzujących proces walki z przeciwnikiem powietrznym, toteż w badaniach konieczne było określenie wpływu każdego z komponentów OP na końcowy rezultat działań.

Zaproponowana przeze mnie metoda posiada cechy uniwersalne, a jednocześnie spełnia oczekiwania w zakresie dokładności (wiarygodności) uzyskiwanych wyników. Uniwersalność tej metody związana jest przede wszystkim z czasem, w jakim mają być przeprowadzone obliczenia oraz szczeblem dowodzenia, na jakim prowadzi się kalkulacje, albowiem możliwa jest ona do zastosowania zarówno na etapie przygotowania, jak i w trakcie prowadzenia działań bojowych.

Dotychczas, najczęściej stosowanym w wojskach obrony powietrznej kryterium oceny wariantów walki z przeciwnikiem powietrznym był oczekiwany jej rezultat, mierzony liczbą zniszczonych środków napadu powietrznego przeciwnika. Warianty te przeważnie oceniane są według prostej zasady: im więcej tym lepiej. Wynika stąd prosta konkluzja, że lepszy jest ten wariant, który zapewnia zniszczenie większej liczby ŚNP przeciwnika.

Przyjęcie założenia, że efektywność obrony obiektów rośnie wraz ze wzrostem liczby zniszczonych ŚNP przeciwnika, jest wyjątkowo dużym uproszczeniem. Prognozowanie liczby środków napadu powietrznego, która może pokonać system obrony powietrznej, nie umożliwia jednak ustalenia, jaka ich liczba zniszczy obiekt, chociażby ze względu na różnorodność stosowanych środków rażenia.

Przyjmując do oceny OP takie kryterium, nie możemy uzyskać odpowiedzi na pytanie: W jakim stopniu wykorzystano możliwości bojowe posiadanych sił, w konfrontacji z określonym przeciwnikiem oraz czy działalność tych sił zapewnia wykonanie postawionego im zadania bojowego?.

Zdaję sobie sprawę z tego, że w prezentowanej przeze mnie rozprawie nie wszystkie problemy zostały poruszone w dostatecznym zakresie. Dotyczy to przede wszystkim poglądów ekspertów z NATO na omawianą problematykę. Pomimo dużych starań w tym kierunku, natknąłem się na obiektywne trudności w dotarciu do materiałów źródłowych, których w aktualnej sytuacji nie mogłem pokonać. Pewien postęp w tym zakresie jest wynikiem mojego uczestniczenia w polsko - amerykańskim zespole, którego zadaniem była ocena efektywności systemu obrony powietrz-

nej RP, z wykorzystaniem amerykańskiego programu symulacji komputerowej, opracowanego przez firmę Martin Lockhead. Po wstąpieniu Polski do NATO zaczęło wpływać do nas coraz więcej sojuszniczych dokumentów, instrukcji i podręczników dotyczących obrony powietrznej. Jednak w wielu dostępnych materiałach problem oceny możliwości bojowych wojsk OP jest albo w ogóle pomijany, albo opisywany bardzo ogólnie. Mimo to, przeprowadzona przeze mnie analiza literatury zachodniej traktującej o obronie powietrznej (i nie tylko) wskazuje, że bardzo często stosowaną tam w procesie decyzyjnym metodą - jest gra wojenna. Z określenia teorii gier wynika, że zajmuje się ona zadaniami typowymi dla działań wojskowych. Jest więc metodą, która może być zastosowana do oceny możliwości bojowych. W Polsce natomiast panuje (przyjął się) pogląd, że gra wojenna prowadzona jest tylko na szczeblu strategicznym lub w wyjątkowych sytuacjach operacyjnym. W NATO stosowana jest ona także na szczeblu taktycznym. W ten sposób są sprawdzane i oceniane wypracowane warianty działania w etapie oceny sytuacji.

Doświadczenia, jakie zdobyłem w pracy wspomnianego zespołu, są bardzo istotne dla wszystkich specjalistów zajmujących się problematyką określania i oceny możliwości bojowych. Potwierdza się teza, że obecnie dominującymi metodami rozwiązywania większości problemów związanych z oceną efektywności i skuteczności systemów OP są metody symulacyjne. O tym, jak dużą wagę przywiązuje się do nich w USA niech świadczy fakt, że tam jest to program rządowy, nad którym pracują sztaby najwybitniejszych specjalistów wojskowych i cywilnych.

Wydaje mi się, że zbyt szybko i pochopnie oceniono metody kalkulacyjne jako mało przydatne, ze względu na niewielką dokładność uzyskiwanych rezultatów obliczeń. Okazuje się, że specjaliści amerykańscy pomimo wypracowania doskonałych metod symulacyjnych, nie zaniedbują również znacznie prostszych metod kalkulacyjnych. Szczególnie odnosi się to do wyrażania możliwości bojowych w postaci potencjału bojowego.

Reasumując chcę stwierdzić, że oprócz symulacji komputerowych, nie istnieje obecnie jedna metoda, spełniająca założone przeze mnie wymagania w zakresie pozyskiwania wskaźników możliwości bojowych. Dlatego do określania możliwości bojowych zaproponowałem kilka metod. Znacznie trudniejszym obecnie problemem jest ocena poszczególnych wskaźników możliwości bojowych zgrupowania wojsk OP. Uważam, że zastosowanie proponowanej przeze mnie kompleksowej, jakościowej metody oceny możliwości bojowych w pewnym stopniu wypełni lukę w tym zakresie.

Zdaję sobie sprawę, że może ona budzić pewne kontrowersje, a szczególnie zaproponowany przeze mnie sposób unormowania wskaźników w przedziale liczb (0, 1). Nasuwa się również wątpliwość: Czy rzeczywiście zachodzi konieczność wyrażania możliwości bojowych jednym wskaźnikiem, który następnie jest przedmiotem oceny? Zdania w tym zakresie będą oczywiście podzielone. Wydaje się, że za pomocą jednego, wypadkowego (globalnego) wskaźnika jest znacznie łatwiej porównywać możliwości bojowe zgrupowania wojsk, w różnych wariantach. Natomiast znacznie trudniej jest go wiarygodnie wyrazić i odczytać przez podmioty nie będące specjalistami w dziedzinie obrony powietrznej, a uczestniczącymi w procesie decyzyjnym. Sądzę, że racjonalnym rozwiązaniem w tym zakresie jest przedstawienie możliwości bojowych w postaci jednego wskaźnika, ale uzupełnionego również wskaźnikami cząstkowymi. Dzięki takiemu zabiegowi, podmiot decyzyjny posiadać będzie pełną informację o możliwościach bojowych zgrupowania wojsk obrony powietrznej i jego komponentów. Zawsze najważniejszym jednak problemem, związanym z określaniem tych możliwości, jest ich ocena. Zaproponowany współczynnik degradacji obiektu odzwierciedla w pewnym stopniu relacje zachodzące pomiędzy możliwościami bojowymi zgrupowania - a stanem obiektu (nieuszkodzony, uszkodzony, obezwładniony, zniszczony). Propozycja moja rozwiązuje zatem problem, bardzo często w literaturze przedmiotu nazywany interpretacją operacyjno – taktyczną, otrzymanych wyników obliczeń. Sądzę więc, że wypracowana przeze mnie metoda oceny możliwości bojowych zgrupowania wojsk OP, w znacznym stopniu zbliża mnie do osiągnięcia założonego celu rozprawy, ale nie do końca satysfakcjonuje. Wiąże się to głównie z wykorzystaniem metod eksperckich, a te jak wiadomo, nie są w pełni obiektywne. Dlatego uważam, że problem określania i oceny możliwości bojowych wojsk OP, pomimo moich usilnych starań, nadal pozostał problemem otwartym.

Przeprowadzenie badań oraz opracowanie niniejszej rozprawy doktorskiej nie byłoby możliwe bez życzliwego klimatu stworzonego przez Komendę oraz oficerów Wydziału Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej, którym tą drogą składam serdeczne podziękowania. Szczególnie, chciałbym podziękować promotorowi – płk dr hab. Inż. Bogdanowi Zdrodowskiemu za opiekę, pomoc merytoryczną oraz wyrozumiałość.

BIBLIOGRAFIA:

1. Ackoff R.L.: Decyzje optymalne w badaniach stosowanych. PWN, Warszawa, 1969.
2. Adamczyk A.: Batalion radiotechniczny. Skrypt. AON, Warszawa 1994.
3. Adamczyk A, Adamczyk M.: Zabezpieczenie radiolokacyjne oddziałów wojsk OP. Skrypt. AON, Warszawa, 1991.
4. Adamczyk A,. Zabłocki E.: Metody efektywności wykorzystania lotnictwa myśliwskiego korpusu obrony powietrznej kraju. ASG WP, Warszawa 1979.
5. Adamczyk M.: Analiza systemów informacyjnych w ujęciu czynnościowym w ramach doskonalenia podsystemu radiolokacyjnego w procesie dowodzenia wojskami obrony powietrznej, Zeszyty Naukowe AON nr 2/97.
6. Antczak S.: Systemy kierowania i uzbrojenia w Polskich Siłach Powietrznych, AON Warszawa 1998.
7. Antczak S.: Zastosowanie niektórych metod badań operacyjnych do oceny pola radiolokacyjnego dla wykrywania obiektów powietrznych na małych wysokościach w brygadzie radiotechnicznej korpusu obrony powietrznej . ASG WP, Warszawa 1979.
8. Antoszkiewicz J.: Metody heurystyczne. Twórcze rozwiązywanie problemów, PWE, Warszawa 1990.
9. Barczak A.: Komputerowe gry wojenne. Wydawnictwo Bellona, Warszawa, 1994.
10. Babicki S.: Matematyczne podstawy oceny efektywności walki radioelektronicznej (WRE), Zeszyty Naukowe Nr 3 (28), AON, Warszawa 1997.
11. Bendkowski J.: Informacja ekonomiczna w przedsiębiorstwie. Politechnika Śląska, Gliwice, 1993.
12. Biuletyn wojsk rakietowych i artylerii obrony powietrznej kraju, Warszawa, 1977.

13. Biuletyn Informacyjny nr 1 (149), Sztab Generalny, Warszawa, 1986.

14. Bronsztejn I.N, Siemiendajew K. A.: Matematyka. Poradnik encyklopedyczny. Część piąta i szósta. PWN. Warszawa, 1990.

15. Cholewicka – Goździk K.: Kompleksowa ocena jakości, PWE, Warszawa, 1984.

16. Czujew J.: Badania operacji w wojsku. Wydawnictwo MON. Warszawa, 1972.

17. Dubrawski Z.: Współczesne aspekty walki radioelektronicznej w obronie powietrznej. AON, Warszawa, 1995.

18. Dubrawski Z.: Metoda oceny możliwości bojowych systemu obezwładniania radioelektronicznego wojsk OPK, Rozprawa doktorska, ASG WP, Warszawa, 1988.

19. Dupuy T. N.: Prognozy, liczby i wojna. Cz. I. Ilościowo – jakościowa metoda oceny zdolności bojowej i prognoz wyników walki, ASG WP, Warszawa 1984.

20. Ficoń K.: Symulacyjne modelowanie potencjału bojowego okrętowych sił morskich państw nadbałtyckich w aspekcie prognozowania obronnego. Zeszyty Naukowe 124 A. Akademia Marynarki Wojennej, Gdynia, 1995.

21. Findeisen W.: Analiza systemowa – podstawy i metodologia. PWE, Warszawa, 1985.

22. Flanek Cz.: Analiza systemowa i metodologia modelowania systemowego. Cz. I. Analiza systemowa w praktyce wojsk OPL. AON, Warszawa, 1993.

23. Gadzała J, Glen A, Radomyski A.: Obrona powietrzna wojsk lądowych wybranych państwach NATO (USA, Niemcy, Dania). AON, Warszawa, 1999.

24. GogolewskiJ, Wocial J.: Metody określania jednostkowego wskaźnika jakości, AON Warszawa 1992.

25. Gozdecki Cz., Zawada E.: Wybrane metody statystyczne w prognozowaniu wojskowym. Wydawnictwo MON. Warszawa, 1978.

26. Gozdecki Cz.: Użycie wojsk OPL w operacji obronnej armii na obszarze kraju. Rozprawa habilitacyjna. ASG WP, Warszawa, 1990.

27. Grabowski T.: Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno – gospodarczych, PWE, Warszawa 1996.

28. Groszek Z.: Rozpoznanie w systemie obrony powietrznej Rzeczypospolitej Polskiej. Rozprawa habilitacyjna. AON, Warszawa, 1995.

29. Groszek Z.: Metoda oceny możliwości bojowych systemu rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK. ASG WP, Warszawa 1988.

30. Groszek Z.: Możliwości bojowe pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego wojsk lotniczych i OP. Skrypt. AON, Warszawa 1990.

31. Groszek Z, Ocena przeciwnika powietrznego, AON, Warszawa, 1993.

32. Jura J.: Przygotowanie rozprawy doktorskiej. AON, Warszawa 1994.

33. Kobierski J.: Podstawy teorii kierowania ogniem naziemnych sił OP. Rozprawa doktorska. Warszawa 1985.

34. Kolman R.: Ilościowe określanie jakości, PWE, Warszawa 1978.

35. Kolman R.: Inżynieria jakości, PWE, Warszawa 1992.

36. Leksykon wiedzy wojskowej. Wydawnictwo MON, Warszawa, 1979.

37. Leksykon PWN, Warszawa, 1972.

38. Kotarbiński T.: Traktat o dobrej robocie. Wydawnictwo Ossolineum, Wrocław * Warszawa * Kraków * Gdańsk * Łódź, 1982.

39. Krzemiński Cz.: Problemy obrony powietrznej w teoretycznej myśli wojskowej okresu międzywojennego, ASG WP, Warszawa, 1974.

40. Kubow R.: Możliwości bojowe lotnictwa myśliwskiego, Skrypt, AON, Warszawa, 1992.

41. Leksykon wiedzy wojskowej. Wydawnictwa MON, Warszawa, 1979.

42. Mała encyklopedia Wojskowa. MON, Warszawa, 1970.

43. Makowski P, Grzelka A.: Wspomaganie komputerowe oceny sytuacji w przygotowaniu działań bojowych lotnictwa myśliwskiego. AON, Warszawa, 1996.

44. Makowski P, Marud W.: Wyznaczanie możliwości bojowych lotnictwa dla realizacji zadań obrony powietrznej. AON, Warszawa, 1998.

45. Mały słownik języka polskiego. PWN, Warszawa, 1989.

46. Marcinkowski B.: Modelowanie procesów decyzyjnych prowadzenia zakłóceń radiolokacyjnych z wykorzystaniem zautomatyzowanego systemu dowodzenia RUDNIA, Rozprawa doktorska, AON, Warszawa, 1992.

47. Marszałek M.: Metody oceny możliwości bojowych WOP. AON, Warszawa 1995.

48. Marszałek M.: Możliwości bojowe wojsk rakietowych Sił Powietrznych. AON, Warszawa, 1996.

49. Marszałek M.: Metody określania możliwości bojowych WOP. Cz. I. Metody określania aktywnych środków walki. AON, Warszawa 1997.

50. Marszałek M.: Metodyka określania możliwości ogniowych związku taktycznego wojsk rakietowych OP. Praca dyplomowa. AON, Warszawa, 1994.

51. Metodyka oceny jakościowej uzbrojenia i sprzętu bojowego państw NATO, MON Warszawa 1981.

52. Michalak W.: Dominacja z powietrza. AON, Warszawa, 1999.

53. Miodek S.: Użycie oddziału (ZT) wojsk rakietowych Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej. AON. Warszawa, 1995.

54. Midoek S.: Wojska rakietowe WLOP. Oddział (związek taktyczny) WR. Skrypt. AON. Warszawa, 1994.

55. Miodek S.: Wojska rakietowe WLOP. Oddział (ZT) WR. AON, Warszawa, 1994

56. Mendel T.: Metodyka pisania prac doktorskich. Akademia Ekonomiczna w Poznaniu. Poznań, 1995.

57. Model obliczania i porównywania potencjałów bojowych zgrupowań wojsk własnych i potencjalnego przeciwnika, AON, Warszawa 1998.

58. Objaśnienia do zasad strzelania przeciwlotniczymi rakietami kierowanymi zestawu S - 75M, DW OPK, Warszawa, 1979.

59. Obrona powietrzna (pod red. B. Zdrodowskiego). Podręcznik. AON., Warszawa, 1996.

60. Obrona przeciwlotnicza wojsk. AON, Warszawa, 1996.

61. Paradowski R.: Teoria strzelania przeciwlotniczymi rakietami kierowanymi, Skrypt, ASG WP, Warszawa, 1985.

62. Oliver P.: Jak pisać prace uniwersyteckie, Wydawnictwo Literackie, Kraków 1998.

63. Pieter J.: Z zagadnień pracy naukowej. Ossolineum, Wrocław, 1974.

64. Pilch T.: Zasady badań pedagogicznych. Wydawnictwo Żak, Warszawa 1995.

65. Podstawy badań operacyjnych w technice wojskowej. ASG WP, Warszawa, 1968.

66. Pluta W.: Wielowymiarowa analiza porównawcza w badaniach ekonomicznych, PWE, Warszawa 1977.

67. Podstawowe wskaźniki możliwości bojowych lotnictwa frontowego i lotnictwa wojsk lądowych, DWLot, Poznań, 1986 r.

68. Pszczołowski T.: Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji.

69. Punktowa ocena możliwości wojsk (wg. poglądów teoretyków amerykańskich), Szt. Gen., Warszawa 1992.

70. Pytkowski W.: Organizacja badań i ocena prac naukowych. PWN, Warszawa 1981.

71. Sajewski H.: Analiza wartości w siłach zbrojnych, Wydawnictwo MON, Warszawa 1977.

72. Sienkiewicz P.: Teoria efektywności systemów, PAN, Warszawa - Wrocław - Kraków - Gdańsk - Łódź, 1987.

73. Słownik współczesnego języka polskiego, Warszawa, 1997.

74. Słownik podstawowych terminów wojskowych, Szt. Gen., Warszawa, 1977.

75. Słownik wyrazów obcych. PWN, Warszawa, 1980.

76. Spustek H.: Wielokryterialna analiza porównawcza zgrupowań wojsk z wykorzystaniem metod numerycznych, AON, Warszawa 1995.

77. Spustek H.: Model obliczania i porównywania potencjałów bojowych zgrupowań wojsk własnych i potencjalnego przeciwnika. AON, Warszawa 1998.

78. Statystyczne metody analizy danych (pod red. Walentego Ostasiewicza), Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 1998.

79. Świątnicki Z.: Wojskowe systemy eksperckie. Wydawnictwo Bellona, Warszawa 1995.

80. Taktyka wojsk rakietowych WOPK. Podręcznik. DW OPK, Warszawa, 1984.

81. Taktyka lotnictwa myśliwskiego. Podręcznik. DW LOT, Poznań, 1986.

82. Taktyka wojsk rakietowych WOPK. Podręcznik. DW OPK, Warszawa, 1980.

83. Telep J. Doskonalenie osłony radioelektronicznej obiektów w ugrupowaniu operacyjnym armii w operacji zaczepnej. Rozprawa habilitacyjna. ASG WP. Warszawa, 1985.

84. Toffler A, H.: Wojna i antywojna. Warszawskie Wydawnictwo Literackie Muza, Warszawa, 1997.

85. Uniwersalna metodyka oceny wartości bojowej uzbrojenia oraz potencjału bojowego związków taktycznych i operacyjnych, MON Warszawa 1993.

86. Wiśniewski E.: Metodyka wojskowych badań naukowych. Cz. I. Zeszyt 2. Materialistyczna metoda dialektyczna i ogólnonaukowe metody – sposoby podejścia (wydanie II uzupełnione i poprawione). ASG WP. Warszawa 1989.

87. Wiśniewski E.: Metodyka wojskowych badań naukowych. Cz. I. Zeszyt 1. Wprowadzenie do metodyki i wojskowe badania naukowe (wydanie II uzupełnione i poprawione). ASG WP, Warszawa, 1989.

88. Wiśniewski E.: Metodyka wojskowych badań naukowych. Cz. I. Zeszyt 3. Metody – sposoby działania. ASG WP, Warszawa, 1989.

89. Wiśniewski E.: Metodyka wojskowych badań naukowych. Cz. I. Zeszyt 4. Proces wojskowych badań naukowych. AON, Warszawa, 1990.

90. Wiśniewski E.: Metodyka wojskowych badań naukowych. Cz. II. Metody sformalizowane. Podręcznik. ASG WP, Warszawa, 1989.

91. Współczynniki jakościowe uzbrojenia i sprzętu bojowego wojsk własnych i nieprzyjaciela, Sztab Generalny, Warszawa 1984.

92. Współczynniki jakości podstawowego uzbrojenia Wojska Polskiego i armii obcych, główny Zarząd Szkolenia Bojowego WP, Zarząd Operacyjny, Warszawa 1992.

93. Zabłocki E.: Taktyka lotnictwa myśliwskiego obrony powietrznej kraju. ASG WP, Warszawa, 1989.

94. Zabłocki E., Antczak S. Ocena efektywności działań bojowych wojsk obrony powietrznej kraju. Rozprawa habilitacyjna. AG WP, Warszawa, 1985.

95. Zabłocki E. Ocena możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego obrony powietrznej kraju. ASG WP, Warszawa, 1979.

96. Zajas S., Nowak J., Cieślak G., Gruszczyński J., Wybrane aspekty doktryny Sił Powietrznych NATO, AON, Warszawa, 1997.

97. Zabłotni J, Metody oceny efektywności bojowej systemu obrony przeciwlotniczej, Skrypt, ASG WP, Warszawa, 1974.

98. Zamojski. Zagadnienia niezawodności w projektowaniu systemów: niezawodność systemów. Praca naukowa Instytutu Cybernetyki Technicznej Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 1976.

99. Zdrodowski B., Kuriata R., Rozwiązywanie problemów obrony powietrznej i przeciwlotniczej z wykorzystaniem techniki mikrokomputerowej. AON, Warszawa, 1992.

100. Zdrodowdki B. Obrona powietrzna. Zbiór wykładów. AON, Warszawa, 1992.

101. Zdrodowski B. Teoria obrony powietrznej. AON, Warszawa, 1996.

102. Zdrodowski B. Teoria OP wojsk operacyjnych. AON, Warszawa, 1994.

103. Zdrodowski B, Marciniak M.: Doktryna powietrzna NATO. AON, Warszawa, 1999.

104. Ziembiński J.: Logika praktyczna. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1996.

105. Zubek J.: Ocena stanów osobowych wojsk. Rozprawa habilitacyjna. AON, Warszawa, 1990.

Załącznik 1

Sprawozdanie

z działalności polsko – amerykańskiego zespołu badawczego

do spraw oceny efektywności systemu OP

W dniach 27 – 29. 10. 1997 roku uczestniczyłem w pracy międzynarodowego (polsko – amerykańskiego) zespołu badawczego, którego celem była ocena systemu obrony powietrznej Rzeczypospolitej Polskiej. Ze strony polskiej udział wzięli przedstawiciele dowództwa Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej oraz Akademii Obrony Narodowej (mjr Maciej Marszałek), natomiast stronę amerykańską reprezentowali eksperci z koncernu Lokhead Martin, zajmujący się problematykę symulacji komputerowej i oceny możliwości bojowych systemu obrony powietrznej. Zakres rozważanych problemów obejmował:

W zakresie punktów dowodzenia OP:

1. Lokalizację.
2. Konstrukcję (budynek, schron – ciężki, średni, itp., ukrycie).
3. System łączności i wsparcia komputerowego (radiostacje, linie łączności radiowej, komputery używane do procesu automatyzacji dowodzenia, zasadnicze i zapasowe środki dowodzenia).
4. Sieć dowodzenia (szczebel nadrzędny, dowódców sektorów, uzgadnianie przydzielenia celów powietrznych).
5. Możliwości czasowe (typowy czas reakcji i czas opóźnienia związany z odbiorem i procesem zdobywania informacji) oraz określania trasy lotu środków napadu powietrznego przeciwnika.
6. Granice rejonów, stref, sektorów OP (odpowiedzialności, dowodzenia i kontroli);

W zakresie stanowisk radiolokacyjnych wczesnego wykrywania

1. Lokalizację.
2. Liczbę i typy stacji radiolokacyjnych (ich zasięgi).
3. Wysokości anten.
4. Sieć powiadamiania (kto składa meldunki).
5. Możliwości czasowe (wykrycie, forma meldunku, przekazanie do stanowiska dowodzenia).

W odniesieniu do systemu ogniowa obrony powietrznej (przeciwlotniczej):

1. Lokalizację stacjonarnych przeciwlotniczych zestawów rakietowych.
2. Typy zestawów.

3. Ogólny opis systemu (liczba stacji radiolokacyjnych, stacji naprowadzania rakiet, systemy dowodzenia i kontroli).
4. Sieć dowodzenia (osoby opracowujące meldunki, zasady przydziału celu).
5. Ilość rakiet w gotowości do użycia.
6. Wskazywanie celów (czas otrzymania wskazania celu, zasady przechwycenia celu).
7. Możliwości ilościowe w zakresie elaboracji rakiet i przeładowania wyrzutni.
8. Możliwości czasowe w zakresie elaboracji.
9. Ilość i typy mobilnych zestawów obrony przeciwlotniczej (obrony powietrznej).
10. Typowe ugrupowanie bojowe wojsk obrony przeciwlotniczej WLOP i OPL.
11. Wzajemne nakładanie się stref ognia zestawów i możliwości dowodzenia nimi.
12. Wskazywanie celów dla środków ogniowych (przeciwlotniczych zestawów rakietowych).

Naziemne stanowiska naprowadzania:

1. Lokalizację.
2. Ilość i typy stacji radiolokacyjnych.
3. Linie dowodzenia.
4. Możliwości czasowe (wykrycie, prowadzenie celów powietrznych).
5. Ilość nawigatorów naprowadzania (ich możliwości naprowadzania, kierunki i sposoby naprowadzania samolotów lotnictwa myśliwskiego).

Bazy lotnicze:

1. Lokalizację.
2. Ilość i typy samolotów w poszczególnych bazach.
3. System dowodzenia dla alarmowego startu LM.
4. Możliwości czasowe do startu LM z gotowości bojowej nr 1.
5. Ładunek bojowy samolotów.
6. Uśrednioną skuteczność przeciwdziałania typowym środkom napadu powietrznego.

Scenariusz zagrożenia:

1. Ilość i typ środków napadu powietrznego przeciwnika.
2. Ładunek bojowy środków napadu powietrznego.
3. Przypuszczalne trasy dolotu środków napadu powietrznego przeciwnika.
4. Położenie obiektów uderzeń środków napadu powietrznego przeciwnika.

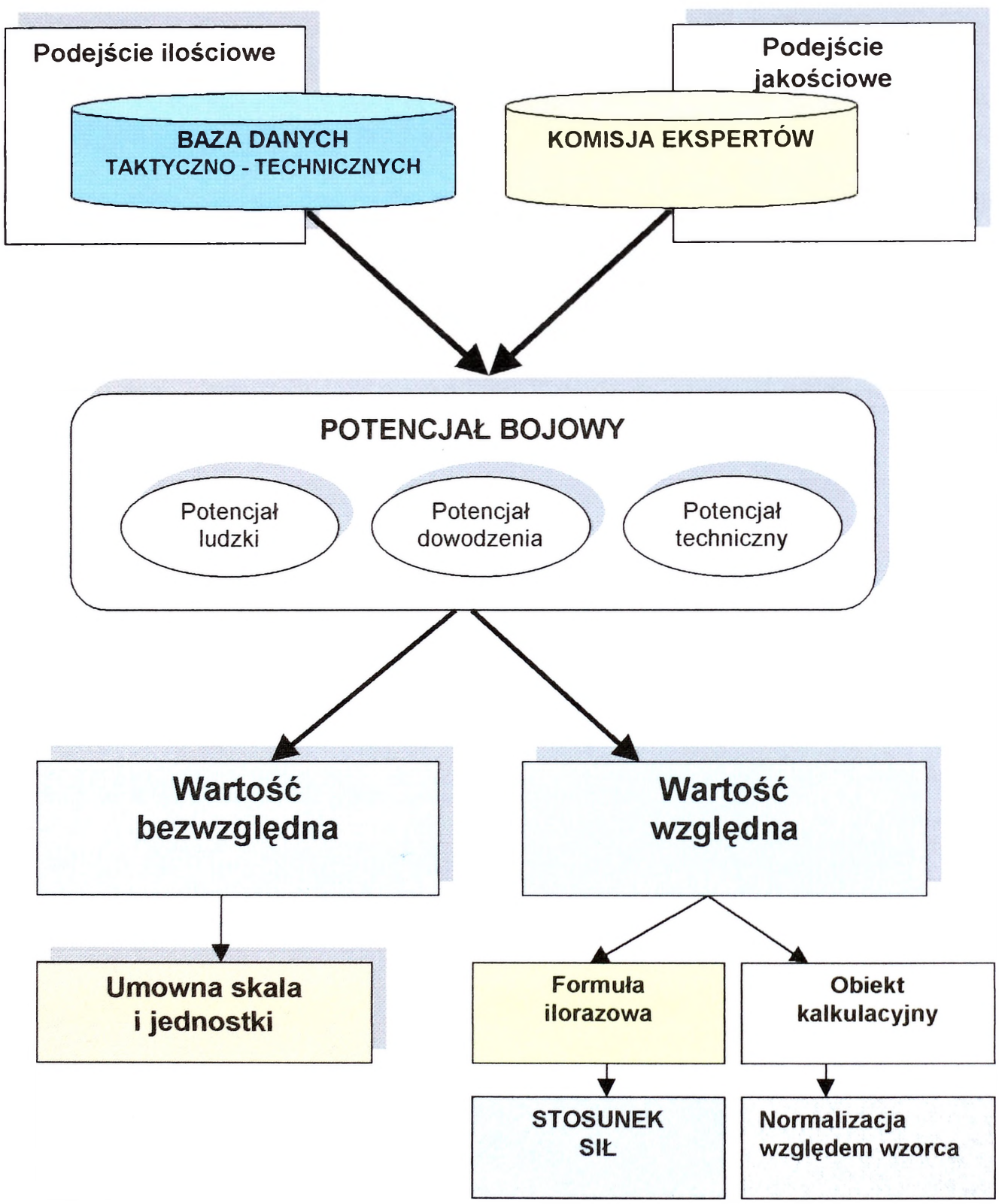
Praca zespołu podzielona była na dwa zasadnicze etapy, z których pierwszy realizowany był w Polsce i miał obejmować zapoznanie przedstawicieli koncernu z obecnym system obrony powietrznej. Drugi etap miał być realizowany po upływie dwóch lub trzech miesięcy i dotyczyłby opracowania, a następnie przetestowania programu symulacyjnego. Program ten, po wprowadzeniu wymienionych wcześniej danych umożliwiałby ocenę faktycznego stanu efektywności systemu obrony powietrznej naszego państwa. Jednak ze względu na zakres informacji, wymaganych przez stronę amerykańską działalność zespołu została wstrzymana.

Z prezentacji przedstawionych przez ekspertów amerykańskich oraz z prowadzonych z nimi rozmów, wyciągnąłem następujące, bardzo istotne wnioski:

1. Problem oceny systemu obrony powietrznej państwa w Stanach Zjednoczonych jest tak ważny, że do tego celu stworzono specjalny program rządowy.
2. Na stworzenie i funkcjonowanie zespołu pracującego nad oceną efektywności systemu OP, przeznaczono pokaźne nakłady finansowe.
3. W skład zespołu badawczego wchodzą najlepsi specjaliści cywilni i wojskowi zajmujący się problematyką obrony powietrznej.
4. Pomimo szeroko zakrojonych badań nad metodami symulacyjnymi, nadal stosowane są metody analityczne.

Załącznik 2

Sposoby przedstawiania potencjału bojowego



Rys. 24. Ogólny schemat wyznaczania potencjału bojowego w marynarce wojennej.

Załącznik 3

Współczynniki jakościowe uzbrojenia i sprzętu bojowego wojsk własnych i wybranych państw

Współczynniki jakościowe (WJ) uzbrojenia i sprzętu bojowego przedstawiają sobą w formie matematycznej wartości bezwzględnej - charakterystykę ich możliwości bojowych w operacji.

Za jednostkę kalkulacyjną możliwości bojowych poszczególnych rodzajów techniki bojowej (JK) przyjęto możliwości bojowe czołgu T - 55, którego współczynnik jakościowy (WJ) równa się 1,0.

Poniższa tabela zawiera współczynniki jakościowe sprzętu OP znajdującego się w uzbrojeniu wojsk własnych i innych, wybranych państw.

Tabela 17[384]

WOJSKA WŁASNE		WOJSKA INNYCH PAŃSTW	
TECHNIKA BOJOWA	WSPÓŁCZYNNIK	TECHNIKA BOJOWA	WSPÓŁCZYNNIK
S - 200 WE	9,00	Bateria HAWK	7,88
S - 300 PMU	11,00	Bateria ZM HAWK	9,60
Bateria KRUG	4,50	WB ROLAND - 1	0,55
S – 75M	4,70	RAPIER – 1	0,19
S - 125 M	2,97	Bateria CROTALE	0,90
KUB	3,00	BW CHAPPRAL	0,51
WB OSA	0,86	GEPARD	0,41
WB STRZAŁA - 1M	0,48	VULCAN	0,12

[384] Współczynniki jakościowe uzbrojenia i sprzętu bojowego wojsk własnych i nieprzyjaciela, Szt. Gen, Warszawa, 1984, s. 6.

Załącznik 4

Tabela 18

Samoloty bojowe – dane taktyczno – techniczne

Nazwa	Prod.	Rok prod.	Masa [t]	Dług. [m]	Rozp. [m]	Wys. [m]	Udźw. [t]	Pręd. [km/h]	Prom. Drział. [km]	Pułap [m]	Układy elektr.
F – 16C	USA	1985	8.45	15.03	10.00	5.10	5.40	1800	1300	15000	ABCDE
RF –4E	RFN	1979	13.35	19.20	11.70	4.96	-5.00	2400	920	22000	ABCDE
SU - 25	ROS	1984	8.53	15.53	15.36	4.80	4.85	970	300	7000	ACD
F/A-18	USA	1984	9.76	17.07	11.43	4.66	6.24	1900	500	1580	ABCDE
A –10 II	USA	1974	9.20	16.25	17.53	4.47	7.25	834	460	6000	ABCDE
A-10 II	USA	1974	8.53	16.25	17.53	4.47	4.85	970	300	7000	ACD
F/A-18	USA	1984	9.76	17.07	11.43	4.66	6.24	1900	500	15800	ABCDE
F-16C	USA	1985	8.45	15.03	10.00	5.10	5.40	1800	1300	15000	ABCDE
SU –24	ROS	1981	19.00	24.53	17.63	4.97	8.00	2300	1050	17500	ABCD
F-15E	USA	1988	14.38	19.40	13.05	5.63	10.66	2500	1700	12000	ABCD
SU-27	ROS	1987	21.00	21.93	14.70	4.97	7.00	2400	2000	18500	ABCDE
F –16C	USA	1985	8.45	15.03	10.00	5.10	5.40	1800	1300	15000	ABCDE
A –10 IIX	USA	1974	9.20	16.25	17.53	4.47	7.25	834	460	6000	A
SU –25	ROSJA	1984	8.53	15.53	15.36	4.80	4.85	970	300	7000	ACD
F-16C	USA	1985	8.45	15.03	10.00	5.10	5.40	1800	1300	15000	ABCDE
F-16C	USA	1985	8.45	15.03	10.00	5.10	5.40	1800	1300	15000	ABCDE
RF-4E	RFN	1979	13.35	19.20	11.70	4.96	-5.00	2400	920	22000	ABCDE
F-15E	USA	1988	14.38	19.40	13.05	5.63	10.66	2500	1700	12000	ABCD
SU-24	ROSJA	1981	19.00	24.53	17.63	4.97	8.00	2300	1050	17500	ABCD

Załącznik 5

Tabela 19

Ocena wartości bojowej samolotu SU - 25

Typ samolotu: **SU – 25**				
Wariant uzbrojenia	Typ uzbrojenia	Wartość bojowa	Lu	Wartość bojowa całkowita
Uzbrojenie 1	R -60	-1.25	2	
Uzbrojenie 2	ZASOBNIK STRZELECKI	-10.00	2	
Uzbrojenie 3	GSz -23	8.09	1	
Uzbrojenie 4	AB –250	-5.00	2	
Uzbrojenie 5	VICHR	-3.0	16	**274.04**
Uzbrojenie 6	S – 8	-0.8	40	

Tabela 20

Ocena wartości bojowej samolotu F/A - 18

Typ samolotu: **F/A – 18**				
Wariant uzbrojenia	Typ uzbrojenia	Wartość bojowa	Lu	Wartość bojowa całkowita
Uzbrojenie 1	SIDEWINDER AIM – 9R	2.11	2	
Uzbrojenie 2	AIM –120 AMRAM	10.51	2	
Uzbrojenie 3	M61A1	12.22	1	
Uzbrojenie 4			0	
Uzbrojenie 5			0	**364.78**
Uzbrojenie 6			0	

Załącznik 6

Tabela 21

Ocena wartości bojowej przeciwlotniczego zestawu rakietowego

Typ PZR: **Roland 1**				
1.	Producent	FRA	Km 1	
2.	Rok produkcji	1970	Masa	15.00
3.	Kaliber	160.0	Pancerz i ukł. dodatkowy	DE
4.	Liczba prowadnic	2	Długość	7.00
5.	Prędkość maksymalna	550	Szerokość	2.50
6.	Zasięg strzału	6300	Wysokość	2.50
7.	Masa pocisku	62.50	Prędkość marszu	50
8.	Masa głowicy	6.50	Zasięg marszu	200
9.	System naprowadzania	F	Nacisk jednostkowy	-0.70
10.	Automatyzacja ładowania	2.00	Wartość bojowa Zestawu (systemu)	**110.75**
11.	Zapas pocisków (rakiet)	20		

Uwaga:

Naprowadzanie:

A – bierne na źródło promieniowania podczerwonego, tylna półsfera;

B – radiowe, ręczne sprowadzanie do linii celowania;

C – bierne na źródło promieniowania podczerwonego, przednia i tylna półsfera;

D – telewizyjne;

F – radiowe. Półautomatyczne, radiolokacyjne lub optyczne śledzenie celu;

G – radiolokacyjne, śledzenie celu przez pocisk;

H – radiolokacyjne, półaktywne;

Załącznik 7

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OBRONY POWIETRZNEJ
KATEDRA WOJSK OBRONY POWIETRZNEJ

A N K I E TA

W ramach badań prowadzonych nad opracowaniem kompleksowej metody oceny możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej, proszę o udzielenie odpowiedzi na pytania zawarte w ankiecie.

Nie musi być ona podpisana, ponieważ nie ma to wpływu na rezultaty badań. Proszę udzielać odpowiedzi poprzez wpisanie konkretnych wartości liczbowych lub wstawienie odpowiedniego znaku. Część pytań wymaga uzasadnienia lub podania odpowiedzi opisowej.

Dziękuję za rzetelne wypełnienie ankiety

mjr Maciej MARSZAŁEK

WARSZAWA **1998**

1. Czy podjęcie racjonalnej decyzji dotyczącej działań (walki), powinno być poprzedzone oceną możliwości bojowych dysponowanych (własnych) sił ? *Proszę zakreślić wybraną odpowiedź*

a) tak;
b) raczej tak;
c) nie;
d) raczej nie;

2. Jakie czynniki wpływają na wiarygodność oceny możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej ?
Proszę o ocenę w skali od 1 do 10 (10 – najwyższy wpływ)

a) wiedza i umiejętności podmiotu oceniającego;
b) czas dysponowany na wykonanie obliczeń;
c) możliwość użycia programów komputerowych, wspomagających wykonanie obliczeń (kalkulacji);
d) właściwe przyjęcie danych wejściowych w zakresie sił własnych i przeciwnika ;
e) umiejętność odzwierciedlenia przeciwdziałania ze strony przeciwnika powietrznego (ŚNP);
f) umiejętność i wiedza podmiotu oceniającego oraz możliwość zastosowania programu komputerowego;
h) inne, jakie?.....

3. Czy Pana zdaniem, stosowane obecnie metody określania możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej są wystarczająco dokładne do ich rzetelnej oceny? *Proszę zakreślić wybraną odpowiedź i uargumentować ją.*

a) tak;

.....

.....

.....

b) raczej tak;

.....

.....

.....

c) nie;

.....

.....

.....

d) raczej nie;

.....

.....

.....

4. Czy proponowany przeze mnie podział możliwości bojowych, oparty na funkcjach OP, jest korzystniejszy od tradycyjnego? *Proszę uzasadnić swoją wypowiedź.*

a) tak;

.....

.....

b) raczej tak:

.....

.....

.....

c) nie;

.....

.....

.....

d) raczej nie:

.....

.....

.....

4. Czy metody określania możliwości bojowych wojsk OP, stosowane obecnie w etapie przygotowania do działań bojowych, mogą być użyte również w trakcie prowadzenia działań (walki) ? *Proszę zakreślić wybraną odpowiedź i uargumentować ją.*

a) tak;

.....

.....

.....

b) raczej tak;

.....

.....

.....

c) nie;

.....

.....

.....

d) raczej nie;

.....

.....

.....

6. Czy wnioski wynikające z oceny możliwości bojowych powinny mieć wpływ na zakres zadań stawianych pododdziałom, oddziałom, ZT wojsk OP ?
Proszę wybrać i uzasadnić swoją odpowiedź.

a) tak;

.....

.....

.....

b) raczej tak;

.....

.....

.....

c) nie;

.....

.....

.....

d) raczej nie;

.....

.....

.....

4. Czy za pomocą jednego wskaźnika można wiarygodnie ocenić możliwości bojowe wojsk OP ?

Proszę wybrać odpowiedź i umotywować ją.

a) tak;

.....

.....

b) raczej tak;

.....

.....

c) nie;

.....

.....

d) raczej nie;

.....

.....

8. Czy metody stosowane w innych rodzajach sił zbrojnych (wojskach lądowych i marynarce wojennej) mogą być przydatne do oceny możliwości bojowych wojsk OP? *Proszę wybrać i uzasadnić swoją odpowiedź.*

a) tak;

.....

.....

.....

b) raczej tak;

.....

.....

.....

c) nie;

.....

.....

.....

d) raczej nie;

.....

.....

.....

9. Które metody wymienione w ankiecie, są najczęściej stosowane w działalności dowódczo – sztabowej w Pana jednostce (oddziale, związku taktycznym)? *Proszę wybrać i uzasadnić swoją odpowiedź*

a) metoda analityczna;

.....

.....

.....

b) metoda grafoanalityczna;

.....

.....

.....

a) metoda oparta na teorii obsługi masowej;

.....

.....

.....

d) metoda symulacji komputerowej;

.....

.....

.....

e) inne.

.....

.....

.....

10. Czy metoda spełniająca następujące wymagania:

- prospektywna;
- przydatna zarówno podczas przygotowania wojsk, jak również w trakcie prowadzenia działań bojowych;
- uniwersalna (tzn. możliwa do zastosowania zarówno dla wszystkich komponentów wojsk OP oddzielnie oraz dla całego systemu (wojsk OP);
- otwarta (przystosowana do uwzględniania zarówno obecnych, jak i nowych nie znanych jeszcze uwarunkowań);

będzie zapewniała kompleksową, wiarygodną ocenę możliwości bojowych wojsk OP? *Proszę wybrać odpowiedź i uzasadnić ją.*

a) tak;

.....

.....

.....

b) raczej tak;

.....

.....

.....

c) nie;

.....

.....

.....

d) raczej nie;

.....

.....

.....

Załącznik 8

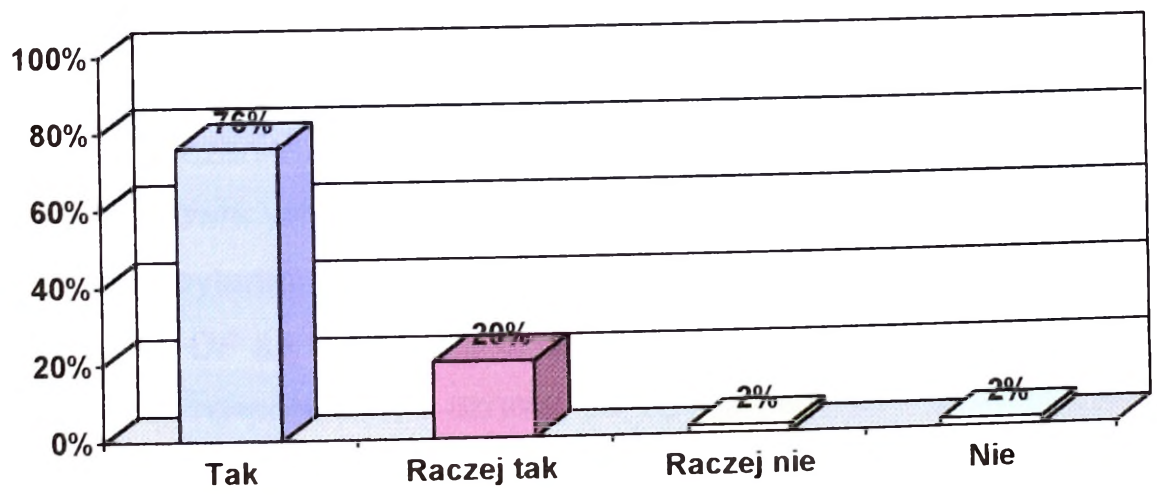
Sprawozdanie z badań ankietowych

Badania przeprowadziłem w trzecim kwartale 1998 roku. Ich celem było poznanie opinii respondentów, które dotyczyły metody określania możliwości bojowych wojsk OP.

Analiza odpowiedzi ankietowanych oficerów umożliwiła mi opracowanie zaprezentowanych poniżej uogólnień oraz sprecyzowanie wniosków, które wynikają z wiedzy i znajomości stosowanych obecnie metod określania możliwości bojowych.

W pierwszej kolejności starałem się poznać opinię respondentów co do relacji zachodzących pomiędzy procesem określania możliwości bojowych a podejmowaniem racjonalnej decyzji w obronie powietrznej. Zadałem więc pytanie: ***czy podjęcie racjonalnej decyzji dotyczących działań (walki), powinno być poprzedzone oceną możliwości bojowych dysponowanych (własnych) sił?***

Odpowiedzi „tak" udzieliło 76 %; „raczej tak" 20 %; „raczej nie" 2 %; „nie" 2 %; ankietowanych. Uzasadniając odpowiedzi, większość badanych uważała, że obecnie nie należy opierać decyzji na intuicji dowódcy, lecz decyzję poprzeć stosownymi kalkulacjami operacyjno – taktycznymi. Na rysunku 25 przedstawiłem graficzne zobrazowanie odpowiedzi respondentów na pytanie pierwsze.

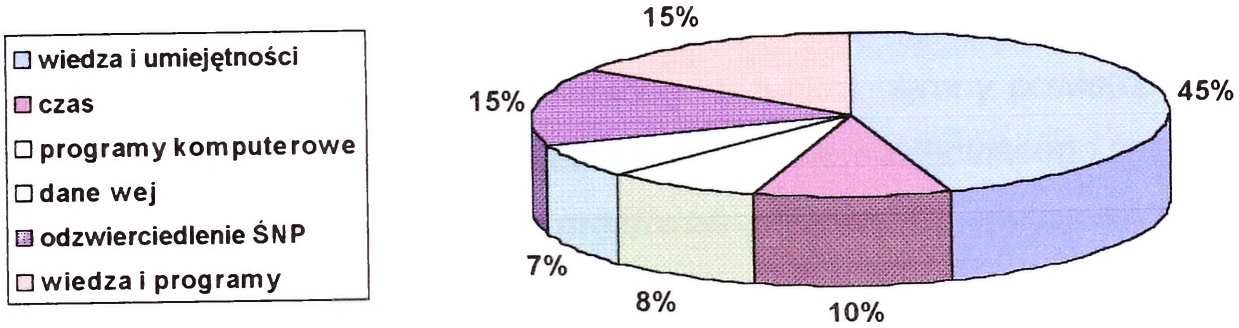


Rys. 25. Opinie respondentów dotyczące potrzeby określania możliwości bojowych wojsk w procesie decyzyjnym.

Respondenci mieli natomiast podzielone zdania, odnośnie czynników wpływających na wiarygodność określania i oceny możliwości bojowych. Pytanie sondu-

jące opinie w tym zakresie, brzmiało: **Jakie czynniki wpływają na wiarygodność oceny możliwości bojowych wojsk OP?**

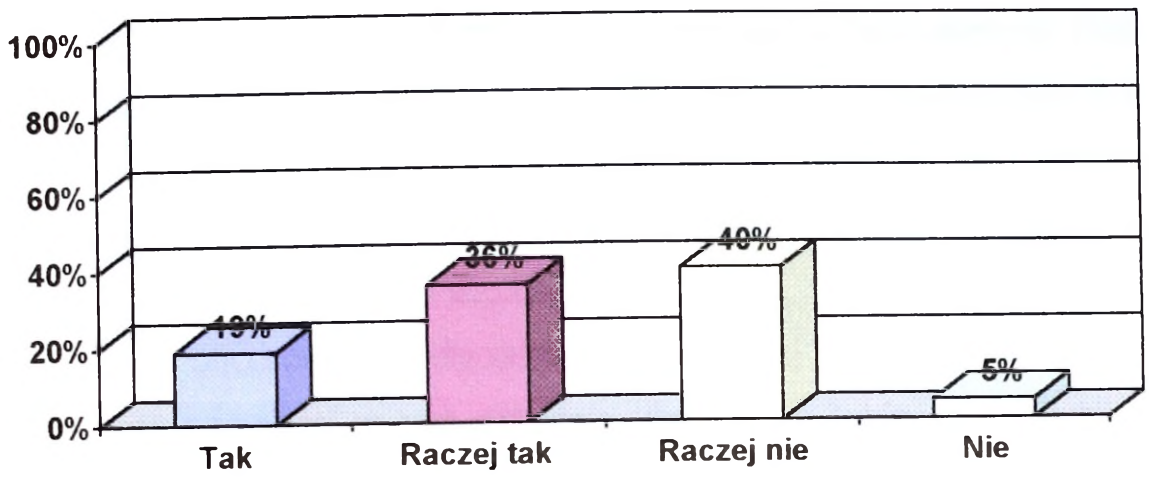
Większość z respondentów stwierdziła, że wiarygodność zależy od wiedzy i umiejętności podmiotów realizujących proces określania i oceny możliwości bojowych. Pozostali oficerowie sugerowali, że istotne znaczenie oprócz wiedzy i umiejętności, ma również możliwość korzystania z programów komputerowych. Wyniki badań w tym zakresie, zaprezentowałem na rysunku 26.



Rys. 26. Opinie respondentów dotyczące czynników wpływających na wiarygodność oceny możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej.

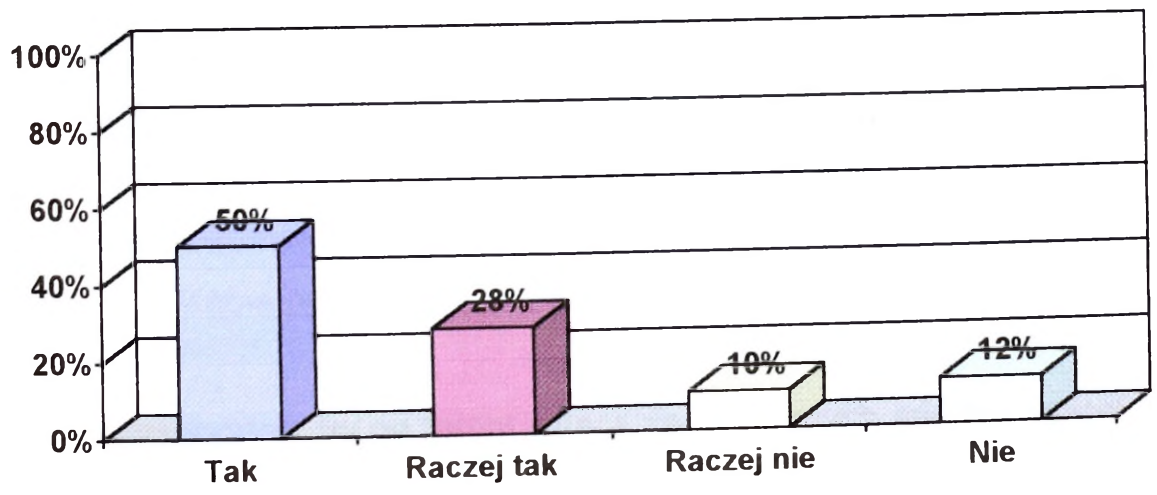
Istotne znaczenie dla prowadzonych przeze mnie badań, miała również ocena dokładności stosowanych obecnie metod. Opinie respondentów na ten temat poznałem, zadając pytanie: ***Czy stosowane obecnie metody określania możliwości bojowych wojsk OP są wystarczająco dokładne do ich rzetelnej oceny?***

Większość respondentów uznała, że wykorzystywane obecnie metody nie są wystarczająco dokładne, aby zapewnić wiarygodną, kompleksową ocenę możliwości bojowych wojsk OP. Druga co do wielkości grupa była zdania, że raczej są wystarczające. Grupa ta nie jest więc do końca przekonana o jakości tych metod. Opinie respondentów odnoszące się do problemu zawartego w pytaniu czwartym przedstawiłem na rysunku 27.



Rys. 27. Opinie respondentów dotyczące dokładności stosowanych obecnie metod określania możliwości bojowych wojsk OP.

Kolejny problem odnosił się do zaproponowanego przeze mnie, nowego podziału możliwości bojowych, wynikającego z funkcji obrony powietrznej. Opinie ankietowanych na ten temat, poznałem na podstawie następującego pytania: ***Czy proponowany przeze mnie podział możliwości bojowych, oparty na funkcjach OP, jest korzystniejszy od tradycyjnego?***



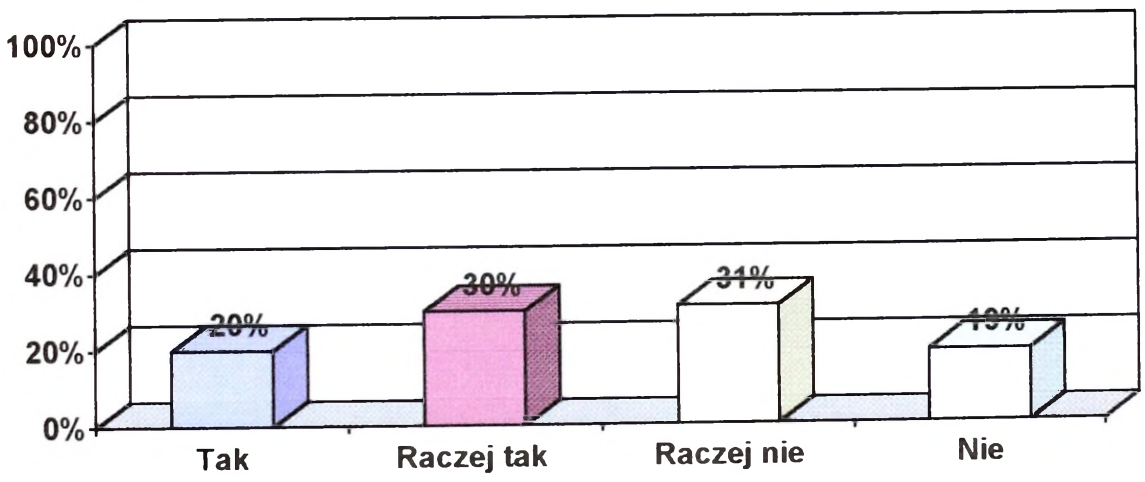
Rys. 28. Opinie respondentów dotyczące proponowanego przeze mnie, nowego podziału możliwości bojowych wojsk OP, wynikającego z funkcji OP.

Zdecydowana większość - (50 %) oficerów ustosunkowała się pozytywnie do zaproponowanego przeze mnie podziału. Uzasadniając swoje wypowiedzi twierdzili, że taki podział w większym stopniu oddaje samą istotę obrony powietrznej, a ponadto zwraca uwagę, że obrona powietrzna to nie tylko rażenie środków napadu po-

wietrznego przeciwnika, ale także rozpoznanie i informowanie, itp. Wyniki odpowiedzi respondentów przedstawiłem na rysunku 28.

Bardzo istotną kwestią jest możliwość stosowania tych samych metod zarówno w etapie przygotowania wojsk, jak również w trakcie prowadzenia działań bojowych. Informacje na ten temat uzyskałem, stawiając następujące pytanie: ***Czy metody stosowane obecnie w etapie przygotowania do działań mogą być użyte również w trakcie prowadzenia działań (walki)?***

Większość oficerów udzieliła odpowiedzi „raczej tak" lub „raczej nie", co wskazuje na ich brak pewności w tym zakresie. Sądzę, że takie odpowiedzi wynikają z większego przywiązywania uwagi do procesu określania możliwości bojowych w czasie przygotowania do działań, niż w trakcie prowadzenia walki. Wyniki badań zamieściłem na rysunku 29.

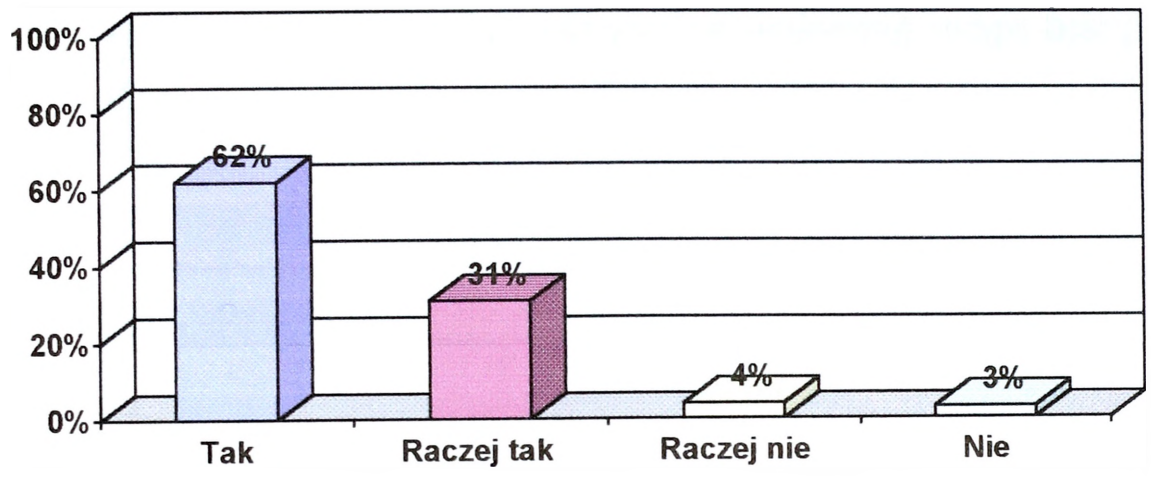


Rys. 29. Opinie respondentów dotyczące oceny metod w zakresie użyteczności zarówno w etapie przygotowania, jak i prowadzenia działań bojowych.

Opinie respondentów na temat relacji zachodzących między wnioskami z oceny możliwości bojowych, a stawianymi pododdziałom, oddziałom, związkom taktycznym zadaniami bojowymi poznałem, zadając następujące pytanie: ***Czy wnioski z oceny możliwości bojowych powinny mieć wpływ na zakres zadań stawianych pododdziałom, oddziałom i ZT wojsk OP?***

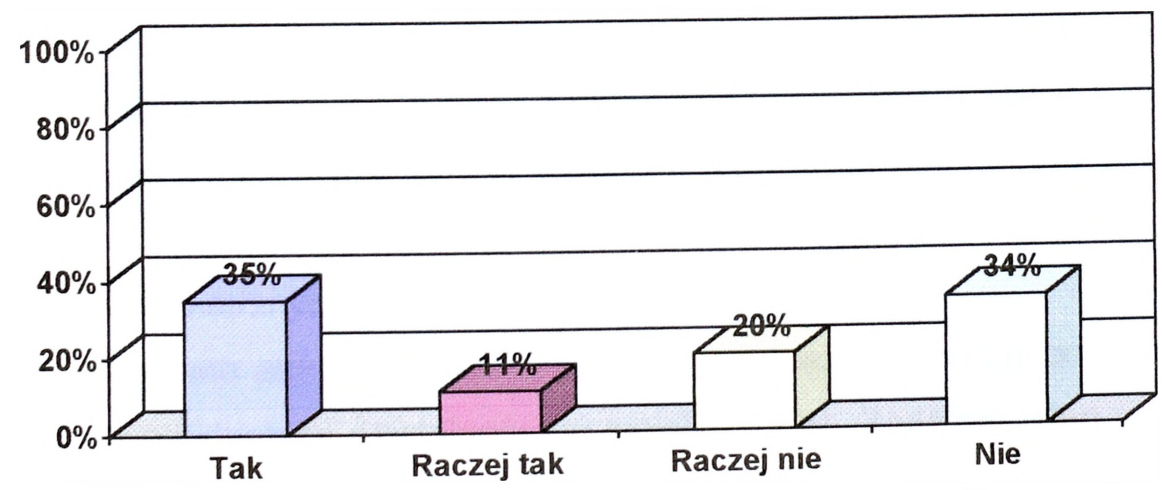
Zdecydowana większość ankietowanych oficerów dała odpowiedź twierdzącą. Istnieje zatem zgodna opinia co do tego, że zadania stawiane podwładnym powinny być korygowane w wyniku procesu określania i oceny możliwości bojowych. Potwier-

dzona została więc teza, że zadania bojowe powinny uwzględniać możliwości bojowych ich wykonawców. Tylko 3 % procent respondentów nie zgodziło się z tą opinią. Wyniki odpowiedzi respondentów przedstawiłem na rysunku 30.



Rys. 30. Opinie respondentów dotyczące uwzględniania wyników procesu określania możliwości bojowych wojsk OP w precyzowaniu zadań bojowych.

Interesował mnie również pogląd respondentów w kwestii oceny możliwości bojowych wojsk OP za pomocą jednego wskaźnika (np. efektywności lub skuteczności bojowej). Zadałem więc pytanie następującej treści: ***Czy za pomocą jednego wskaźnika można wiarygodnie ocenić możliwości bojowe wojsk OP ?***

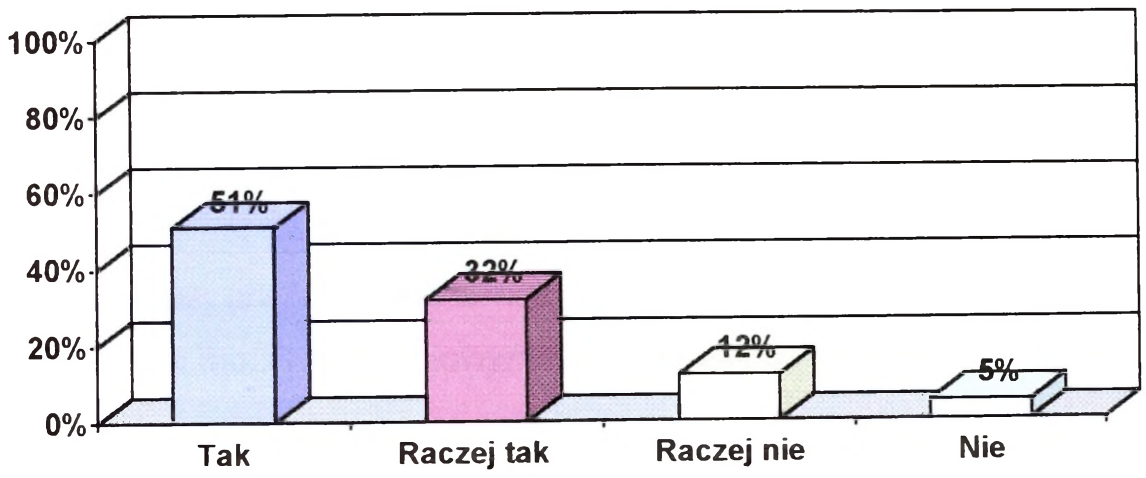


Rys. 31. Opinie respondentów dotyczące oceny możliwości bojowych wojsk OP za pomocą jednego wskaźnika.

Jak wynika z rysunku 31, zdania respondentów w tym zakresie były wyjątkowo podzielone. Świadczy o tym fakt, że 35 % ankietowanych oficerów stwierdziło, że za pomocą jednego wskaźnika można rzetelnie ocenić możliwości bojowe wojsk OP,

oraz prawie tyle samo oficerów (34%) było odmiennego zdania. Natomiast 31 % oficerów nie dało jednoznacznej odpowiedzi ani „tak", ani „nie".

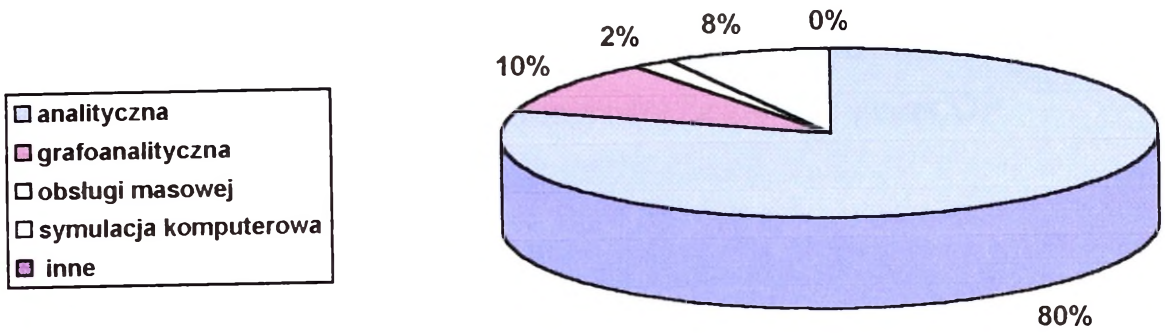
Prowadząc badania metod stosowanych w innych rodzajach sił zbrojnych, starałem się wysondować znajomość tych metod w oddziałach i związkach taktycznych wojsk OP. Dlatego zadałem pytanie: ***Czy metody stosowane w innych rodzajach sił zbrojnych (wojskach lądowych i marynarce wojennej) mogą być przydatne do oceny możliwości bojowych wojsk OP?***



Rys. 32. Opinie respondentów dotyczące użycia metod, stosowanych w wojskach lądowych i marynarce wojennej do określania możliwości bojowych wojsk OP.

Z rysunku 32 można wywnioskować, że pytanie to odebrano jako bardzo kontrowersyjne. Istnieją znaczne różnice pomiędzy pozytywnymi a negatywnymi odpowiedziami. W moim odczuciu, jest to wynikiem niewielkiej wiedzy (zainteresowania) ankietowanych w tym zakresie oraz skupieniu się ich jedynie na metodach stosowanych w siłach powietrznych.

Na podstawie ankiety chciałem uzyskać również informację odnośnie metod używanych w praktycznej działalności w wojskach OP. Zadałem więc następujące pytanie: ***Które metody wymienione w ankiecie są najczęściej stosowanie w działalności dowódczo – sztabowej w oddziałach i związkach taktycznych wojsk OP?***



Rys. 33. Opinie respondentów na temat najczęściej (najchętniej) stosowanych metod określania możliwości bojowych w wojskach OP.

Wyniki przedstawione na rysunku 33 jednoznacznie dowodzą, że najczęściej i najchętniej stosowana jest metoda analityczna. Swoje odpowiedzi respondenci uzasadniali faktem, że najdłużej stosowaną w wojskach OP, a tym samym najlepiej znaną. Posiadając podstawową wiedzę w zakresie możliwości bojowych, nie ma większych problemów w jej w praktycznym zastosowaniu. Respondenci twierdzili również, że na ich potrzeby jest ona wystarczająco dokładna. Tak więc aż 80 % ankietowych podało metodę analityczną jako podstawową metodę stosowaną w wojskach OP.

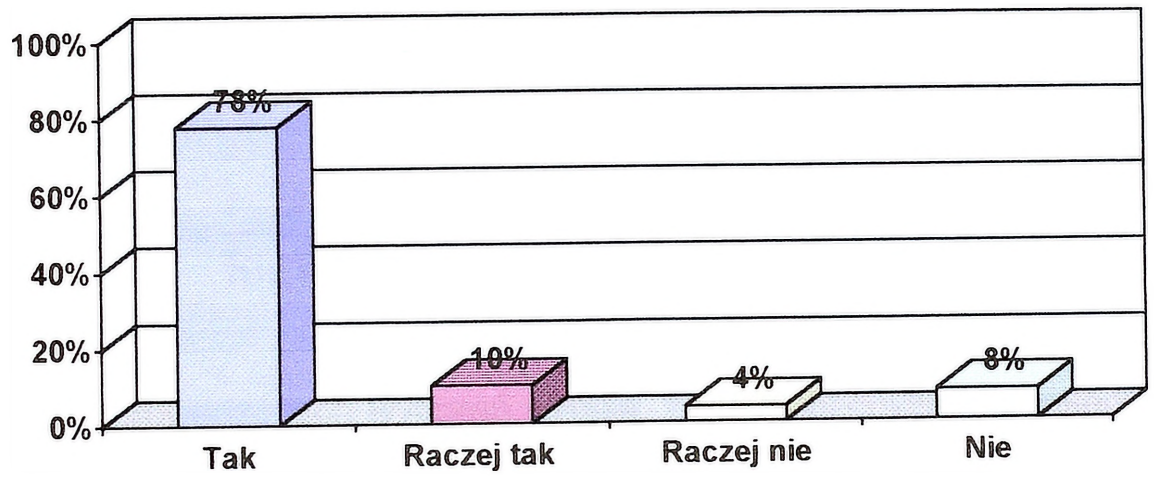
W wyniku przeprowadzonych badań wstępnych wygenerowałem wymagania, które powinna spełniać kompleksowa metoda oceny możliwości bojowych wojsk OP. W związku z tym, chciałem poznać opinie respondentów w tym zakresie. Zadałem więc pytanie następującej treści: ***Czy metoda, spełniająca następujące wymagania:***

- ***prospektywna;***
- ***przydatna zarówno podczas przygotowania wojsk, jak również w trakcie prowadzenia działań bojowych;***
- ***uniwersalna (tzn. możliwa do zastosowania zarówno dla wszystkich komponentów wojsk OP oddzielnie oraz dla całego systemu (wojsk OP);***

- ***otwarta (przystosowana do uwzględniania zarówno obecnych, jak i nowych nie znanych jeszcze uwarunkowań);***

będzie zapewniała kompleksową, wiarygodną ocenę możliwości bojowych wojsk OP?

Większość, bo aż 78% respondentów wypowiedziała się pozytywnie. Można więc przyjąć, że metoda, która spełniałaby przedstawione przeze mnie wymagania, umożliwi kompleksową ocenę możliwości bojowych wojsk OP.



Rys. 34. Opinie respondentów odnoszące się do wymagań, określonych dla kompleksowej metody oceny możliwości bojowych wojsk OP.

Kompletne zestawienie odpowiedzi respondentów przedstawiłem na rysunku 34.

Załącznik 9

Praktyczne określanie możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego

PRZYKŁAD 1

Obliczyć, ile samolotów myśliwskich typu MiG – 23, jest potrzebnych do zniszczenia samolotu F - 4, jeżeli $P_g = 0,9$ oraz $P_p = 0,52$ - podczas naprowadzania z ziemi oraz $P_p = 0,27$ - podczas samodzielnego poszukiwania.

ROZWIĄZANIE

$$N_1(n) = \frac{\log(1-0,9)}{\log(1-0,52)} = \frac{-2,3026}{-0,7340} = 3,1370$$

$$N_1 = \frac{\log(1-0,9)}{\log\log(1-0,27)} = \frac{-2,3026}{-0,3147} = 7,3168$$

Z przeprowadzonych wyliczeń wynika, że w założonych warunkach do zniszczenia celu z nakazanym prawdopodobieństwem $P_g = 0,9$ przy naprowadzaniu samolotów z ziemi potrzeba 4, a przy samodzielnym poszukiwaniu - 8 samolotów myśliwskich[385]. Założenie mniejszego gwarantowanego prawdopodobieństwa zniszczenia celu powietrznego powoduje zmniejszenie liczby samolotów myśliwskich, niezbędnych do jego zniszczenia. Słuszność tej tezy dowodzi poniższy przykład, gdzie założono $P_g = 0,7$ zamiast $P_g = 0,9$. W związku z tym, potrzebna ilość samolotów myśliwskich do zniszczenia jednego samolotu F - 4 wyniesie:

$$N_1(n) = \frac{\log(1-0,7)}{\log(1-0,52)} = \frac{-1,2040}{-0,7340} = 1,6403$$

Widzimy więc, że zmniejszenie prawdopodobieństwa spowoduje, że zamiast klucza do zniszczenia pojedynczego samolotu wystarczy para samolotów myśliwskich MiG - 23.

---

[385] R. Kubow. Możliwości bojowe lotnictwa myśliwskiego. Skrypt. AON. Warszawa. 1992, s.27.

PRZYKŁAD 2

Obliczyć odległość możliwej rubieży wprowadzenia do walki samolotu myśliwskiego względem lotniska startu, dla ataków wykonywanych z przedniej i tylnej półsfery, jeżel D_{wykr} = 260 km, d = 15 km, V_c = 15 km/min, V_m = 18 km/min, t_{pas} = 5 min, t_{wzn} = 3 min, t_{man} = 2 min, S_{wzn} = 25 km.

ROZWIĄZANIE:

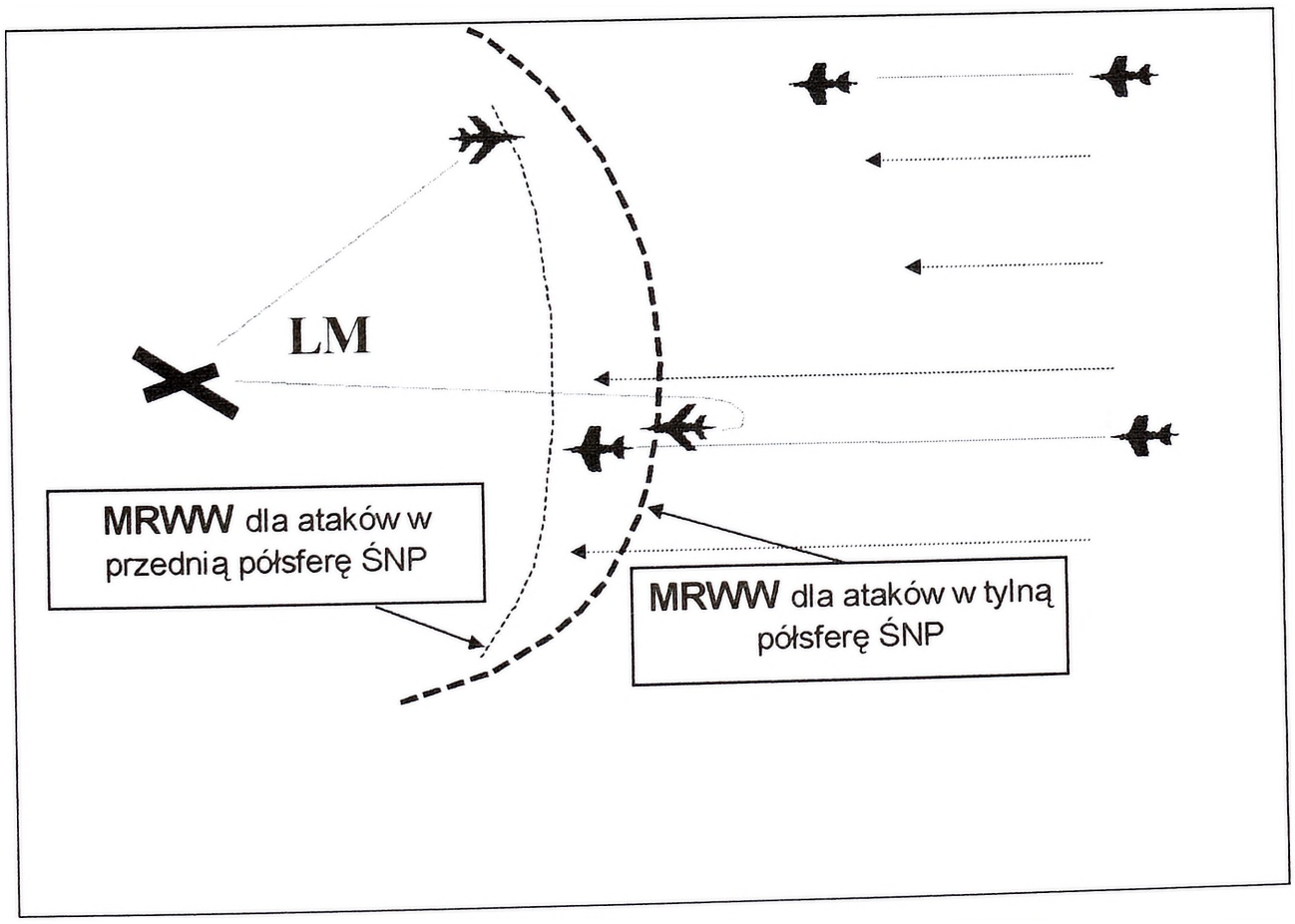
Odległość możliwej rubieży wprowadzenia do walki, samolotu myśliwskiego względem lotniska startu wynosi:

a) dla ataków z przedniej półsfery:

$$S_{MRWWp} = \frac{260 - 15 - (5+3) + 0{,}83 \cdot 25}{1 + 0{,}83} = \frac{145{,}8}{1{,}83} = 79{,}7 km$$

b) dla ataków z tylnej półsfery:

$$S_{MRWWt} = \frac{260 + 15 - 15(8+2) + 0{,}83 \cdot 25}{1 + 0{,}83} = \frac{145{,}8}{1{,}83} = 79{,}7 km$$



Rys. 35. Przykładowy przebieg MRWW dla ataków w przednią i tylną półsferę ŚNP, podczas ich uderzenia z jednego kierunku.

Z przedstawionych obliczeń wynika, że odległości możliwej rubieży wprowadzenia do walki zarówno z tylnej, jak i z przedniej półsfery, są jednakowe i wynoszą w przybliżeniu 80 km.

PRZYKŁAD 3

Obliczyć odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia samolotu myśliwskiego do walki od obiektu osłony, dla ataków wykonywanych z tylnej i przedniej półsfery celu, jeżeli wiadomo, że: a = 5 km, d = 15 km, d_{rk} = 10 km, V_c = 15 km/min, V_m = 18 km/min, t_{rk} = 0,4 min (a tyłu), t_{rk} = 0,2 min (z przodu), A = 2 km, R_b = 0.

ROZWIĄZANIE:

Odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia samolotu myśliwskiego do walki w stosunku do osłanianego obiektu wynosi:

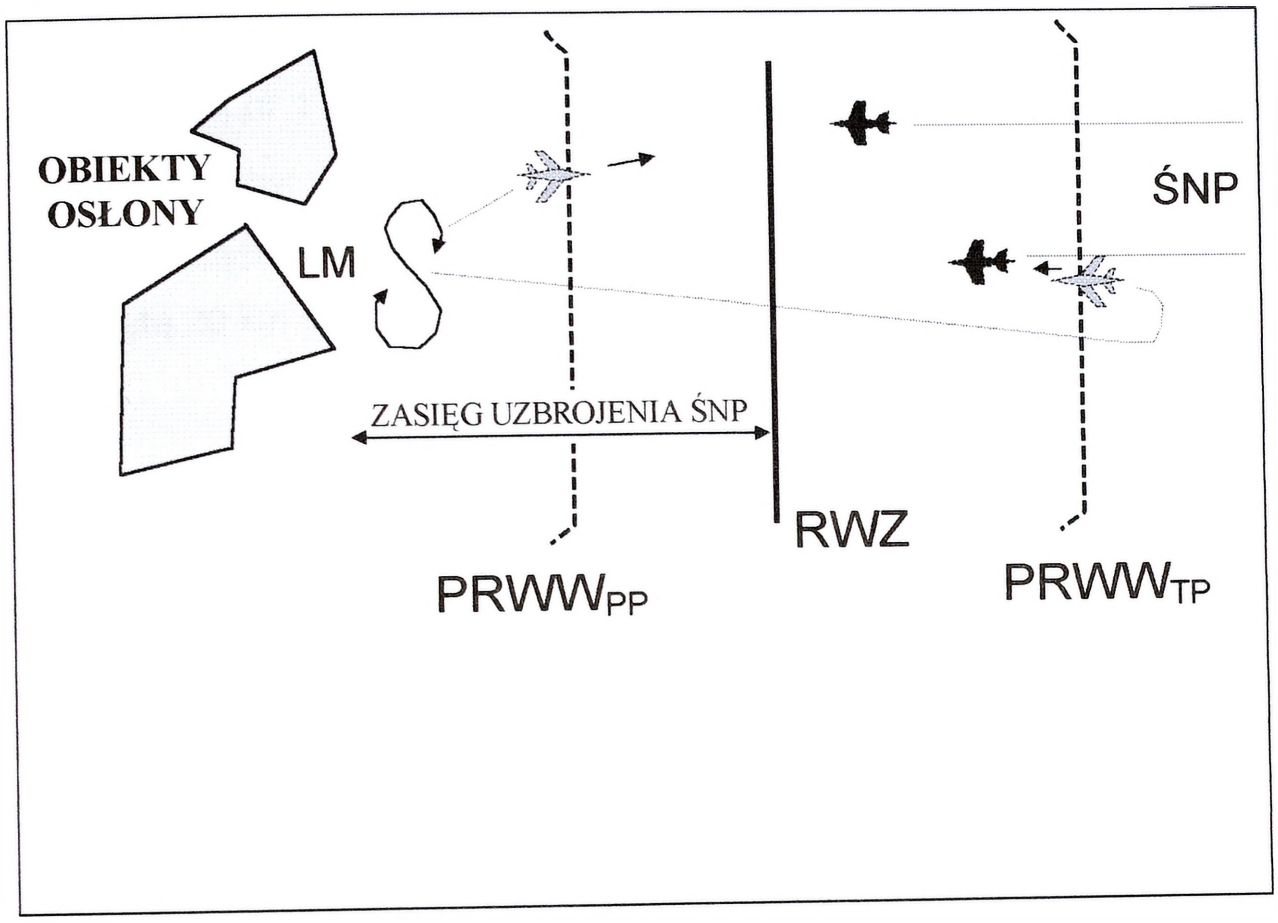
a) dla ataków z przedniej półsfery:

$$S_{PRWWp} = \frac{5+15-10}{1,2-1} - 15 + 15 \cdot 0,2 + 2 + 0 = 4,5 - 10 = -5,5km$$

b) dla ataków z tylnej półsfery:

$$S_{PRWWt} = \frac{5+15-10}{1,2-1} + 15 + 15 \cdot 0,4 + 2 + 0 = 50 + 23 = 73km$$

Z powyższego przykładu wynika, że podczas wykonywania ataków z przedniej półsfery, samolot myśliwski powinien być wprowadzany do walki nie dalej niż 5 km za obiektem osłony, natomiast podczas ataków z tylnej półsfery - nie bliżej niż 73 km przed osłanianym obiektem. Jeżeli zachodzi potrzeba określenia rubieży wprowadzenia samolotów do walki względem lotniska startu lub strefy dyżurowania w powietrzu, to należy dodatkowo uwzględnić odległość między obiektem, a lotniskiem (strefą dyżurowania). Na przykład, jeżeli lotnisko startu znajduje się 50 km za obiektem osłony, wówczas odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia samolotu do walki względem lotniska startu będzie wynosiła 50 + (- 5,5) = 44, 5 km dla przedniej półsfery, natomiast dla ataków z tylnej półsfery 50 + 73 = 123 km.



Rys.36. Położenie potrzebnych rubieży wprowadzenia do walki dla ataków w tylne i przednie półsfery ŚNP.

PRZYKŁAD 4

Obliczyć czas wprowadzenia do walki samolotów myśliwskich na potrzebnej rubieży, jeżeli S_{PRWW} = 72 km, t_{pas} = 7 min, t_{man} = 1 min, t_{wzn} = 3 min, V_m = 18 km/min.

ROZWIĄZANIE:

Należy sprawdzić, czy spełniony będzie warunek:

$$\frac{S_{MRWW}}{V_m} + t_m \geq t_{wzn}$$

Podstawiając dane wyjściowe, otrzymujemy:

$$\frac{72}{18} + 1 \geq 3$$

Po stwierdzeniu, że warunek został spełniony, obliczamy czas wprowadzenia do walki:

$$T_{PRWW} = \frac{72}{18} + 7 + 1 = 4 + 7 + 1 = 12\,\text{min}$$

Z obliczeń wynika, że czas wprowadzenia samolotów myśliwskich do walki z gotowości bojowej nr 1 na rubieży odległej od lotniska startu 72 km - wynosi 12 minut. Aby spełniony był warunek $T_{PRWW} \leq T_c$, odległość minimalnej potrzebnej rubieży wykrycia celu lecącego z prędkością 720 km/h przez stację radiolokacyjną JAWOR - 2M, rozwiniętą 20 km przed potrzebną rubieżą wprowadzenia do walki, powinna wynosić:

$$S_{wykr.\min} = 12 \cdot 12 - 20 = 124km$$

Stacja tego typu, zapewnia wykrycie na tej odległości celu powietrznego, wykonującego lot powyżej wysokości 1500 metrów. W przypadku uderzenia ŚNP przeciwnika na małych wysokościach, nie będzie więc zapewnione wykrycie na takiej odległości, która zapewniłaby samolotom myśliwskim dolot do potrzebnej rubieży we właściwym czasie.

Załącznik 10

Użycie metody analitycznej do określania możliwości bojowych wojsk rakietowych sił powietrznych

PRZYKŁAD 5

Związek taktyczny wojsk rakietowych SP w składzie 7 pododdziałów rakietowych, wyposażonych w PZR S - 75M oraz 3 pododdziały, wyposażone w PZR typu S-125M, występujący w ugrupowaniu obiektowym, ma za zadanie bronić ważnego ośrodka administracyjno - przemysłowego przed rozpoznaniem i uderzeniami z powietrza. Pododdziały dysponują zapasem gotowych do strzelania rakiet, równym dwie jednostki 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 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 [21]:

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

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

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

- 3 wyposażone w PZR S - 75M;

- 1 wyposażony w PZR S - 125M.

3. w zakresie wojsk własnych, przyjęto następujące dane wyjściowe:

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

PZR S - 125M - serią 2 rakiet.

Zapas rakiet gotowych do strzelania, będących w pododdziałach rakietowych:

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

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

4. Z zależności **[65 i 66]** obliczono odległości do dalszej (d_{ds})i bliższej (d_{bs}) granicy strefy startu:

a) dla PZR S - 75M

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

Wielkości d_d i d_b odczytano z tabel, znajdujących się w zasadach strzelania, V_c z oceny przeciwnika, t_{lr} określono dla prędkości rakiety 1000 m/s.

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

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

d_{bs} = 8,4 km

b) dla PZR S - 125M

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

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

Wielkości d_d i d_b odczytano z tabel, znajdujących się w zasadach strzelania, V_r = 700m/s

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

d_{bs} = 4,5 km.

5. Z zależności **[67]** obliczono czas przebywania celu powietrznego w strefie startu pododdziału rakietowego:

a) dla PZR S - 75M

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

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

b) dla PZR S - 125M

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

Cel przebywa w strefie startu 48 sekund.

6. Z zależności **[68]** obliczono liczbę strzelań, jaką może wykonać ZT w stosunku do przyjętego wariantu nalotu ŚNP przeciwnika:

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

Pojedynczy pododdział rakietowy 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 **[79]**, 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 rakietowy:

typu S - 75M może maksymalnie wykonać 12 strzelań;

S - 125M może maksymalnie wykonać 16 strzelań.

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

8. 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

9. Ponieważ przeciwnik stosuje wszelkie możliwe sposoby przeciwdziałania, dlatego z tabeli 3 przyjęto współczynnik złożoności $K_{zł}$ = 0,38.

10. Oczekiwaną liczbę celów powietrznych rażonych (zniszczonych) przez ZT, obliczono z zależności **[87]**:

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

dla zestawów **S -75M**: P_2 = 0,64

$K_1 = 3$

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

$K_2 = 1$

Wielkości prawdopodobieństw wybrano z tabeli 7.

$$M_{c(ZT)} = (K_1 \cdot K_{WE} \cdot K_{zł} \cdot N_{strz(S-75M)} \cdot P_{2(S-75M)}) + (K_2 \cdot K_{WR} \cdot K_{zł} \cdot N_{strz(S-125M)} \cdot N_{strz(S-125M)})$$

$$M_{C(ZT)} = (3 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}38 \cdot 6{,}8 \cdot 0{,}64) + (1 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}38 \cdot 5{,}46 \cdot 0{,}64) = 3{,}15$$

11. Efektywność bojową ZT obliczono z zależności **[88]**:

$N_c = 20$

$M_c = 3{,}15$

$$E_{b(ZT)} = \frac{M_{c(ZT)}}{N_c} = \frac{3{,}15}{20} = 0{,}16$$

12. Obliczoną efektywność bojową, można wyrazić w procentach:

$$E_{b(ZT)} = \frac{M_{c(ZT)}}{N_c} = 0{,}16 \cdot 100\% = 16\%$$

13. W celu pełniejszej znajomości możliwości ogniowych ZT, na podstawie zależności **[90]**, 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.

Tabela 22[386]

Charakterystyka OP w zależności od wartości efektywności

Wartość współczynnika efektywności bojowej	30 % i więcej	20 – 28 %	10 – 18 % (10 – 16 %)	Poniżej 10 %
Charakterystyka OP	Bardzo silna	Silna	Średnia (wystarczająca)	Słaba (niewystarczająca)
Oczekiwane rezultaty	Rozbicie sił powietrznych przeciwnika w 1 dniu operacji powietrznej	Zerwanie operacji powietrznej w ciągu 2 – 3 dób	Utrzymanie status quo w przestrzeni powietrznej	Wywalczenie panowania w przestrzeni powietrznej przez ŚNP

[386] B. Zdrodowski, R. Kuriata.: Rozwiązywanie problemów obrony powietrznej i przeciwlotniczej z wykorzystaniem techniki mikrokomputerowej. AON, Warszawa, 1996.

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń i porównania ich z wielkościami efektywności zawartych w tabeli 22, dochodzimy do wniosku, że rozpatrywany związek taktyczny WR SP zapewni utrzymanie status quo w przestrzeni powietrznej. Dlatego też należy sądzić, że rakietowa obrona powietrzna, jaką tworzą pododdziały rakietowe, umożliwi skuteczną osłonę bronionego przez ZT obiektu.

Załącznik 11

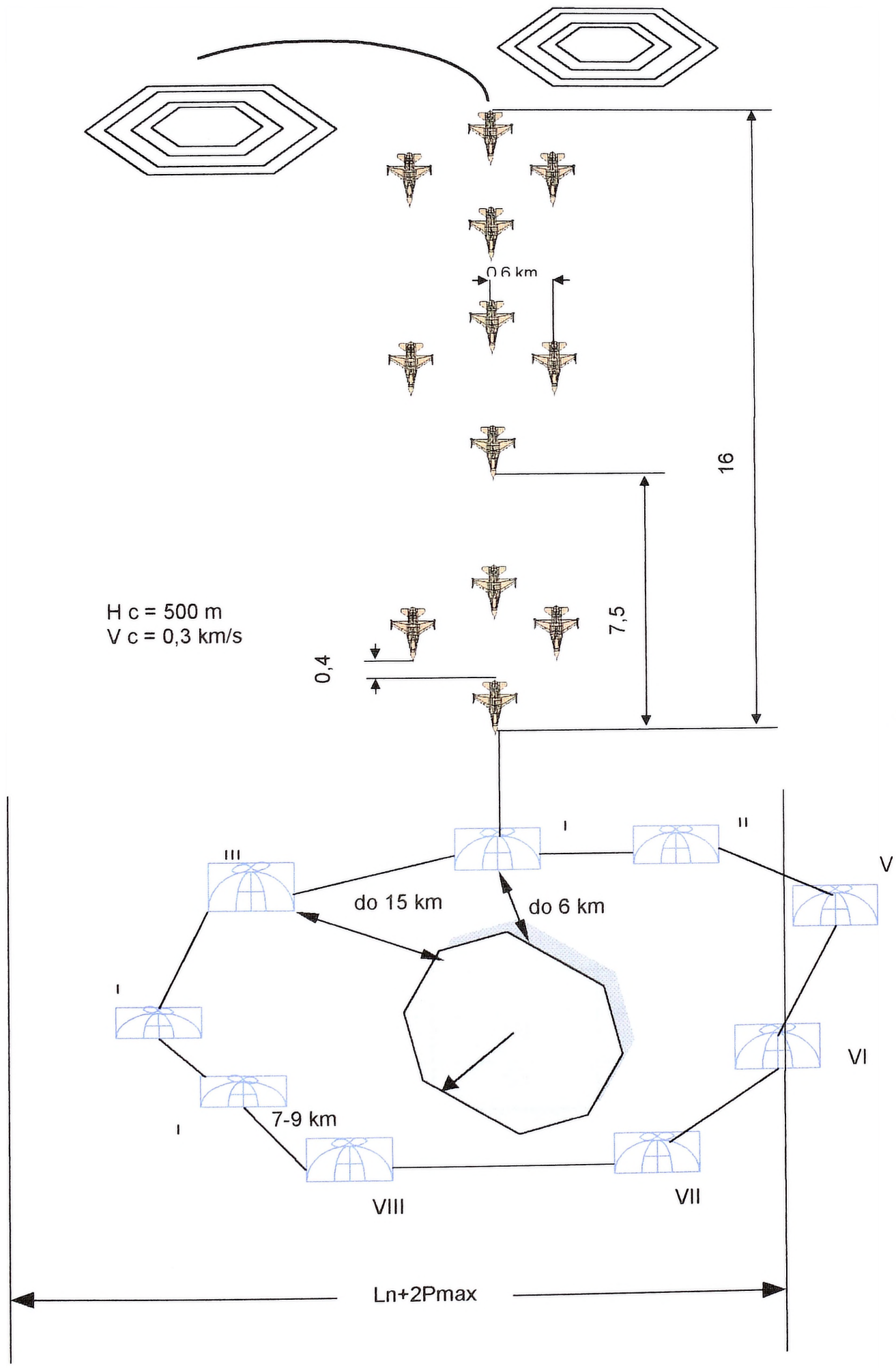
Praktyczne zastosowanie metody średnich czasów do określania możliwości bojowych wojsk rakietowych sił powietrznych

PRZYKŁAD 6

Duży obiekt administracyjno - przemysłowy broniony jest przez związek taktyczny WR OP (brygadę) w składzie 5 pododdziałów rakietowych (dywizjonów rakietowych) wyposażonych w PZR S - 75M oraz 4 pododdziały rakietowe, wyposażone w PZR S - 125M. Ugrupowanie bojowe ZT WR OP przedstawione jest na rysunku (rys.37).

Zakładamy, że do wykonania uderzenia na broniony obiekt przeciwnik wydzielił 3 klucze samolotów myśliwsko - bombowych SU - 22M4 w składzie 12 samolotów. Przeciwnik zamierza w pierwszej kolejności obezwładnić środki ogniowe ZT, a następnie wykonać uderzenie, stosując jednocześnie zakłócenia radioelektroniczne, przy czym lotnictwo przeciwnika może wykonać swój zamiar przez jednoczesne działanie grup obezwładniających i uderzeniowych lub kolejne uderzenia - początkowo na środki ogniowe (dywizjony), a następnie na broniony obiekt. Uderzenie na obiekt jest najbardziej prawdopodobne z kierunku północnego. Spośród środków rażenia, wybrano bomby lotnicze i niekierowane pociski rakietowe (NPR).

Pokonanie systemu obrony powietrznej wykonane będzie prawdopodobnie na wysokości 500 m, z prędkościami do 300 m/s w szykach bojowych z odstępami między samolotami w kluczu wzdłuż frontu i na głębokości 400 do 600 m. Odstępy między kluczami około 7, 5 km. Ogólna głębokość urzutowania celów w nalocie, z uwzględnieniem odstępów między samolotami w kluczu, wynosi około 16 km (rys.37). Przy tych założeniach i dla danego obiektu, rubież wykonania zadania przez ŚNP przeciwnika zadania bojowego (RWZ) będzie znajdować się w odległości 8 do 10 km od jego środka.



Rys.37. Ocena możliwości bojowych ZT WR SP porównania średnich czasów.

ROZWIĄZANIE

Zgodnie z opisaną powyżej metodą stosunku średnich czasów, w pierwszej kolejności wyznacza się pododdziały rakietowe, które mogą uczestniczyć w odpieraniu uderzenia ŚNP przeciwnika. Z rysunku 37. wynika, że w pasie uczestnictwa (bojowego oddziaływania) znajdują się dywizjony oznaczone numerami 1, 2, 3, 4, które będą odpierały uderzenia przeciwnika powietrznego. Należy założyć, że dywizjony 7, 8 i 9 ugrupowane z przeciwnej strony obiektu, ze względu na duże kąty zakrycia nie mogą być zaangażowane w odpieraniu uderzenia na małych wysokościach. Dla każdego, uczestniczącego w walce dywizjonu, należy:

- określić parametry lotu celu (P);
- wyznaczyć, z wykresów podanych w objaśnieniach do zasad strzelania PRK, czas przebywania kolejnych celów w strefach startu (T_{ps}) dla danej wysokości, prędkości i parametru lotu celu;
- obliczyć czasową głębokość urzutowania celów w nalocie;
- określić z uwzględnieniem długości nalotu liczbowe wartości czasu przebywania kolejnych celów powietrznych w strefie startu PRK;
- znaleźć średnie cykle strzelania (Tcśr) za pomocą specjalnie przygotowanych wykresów, przedstawionych na rysunkach (wykresach) 13,14 i 15.

Liczbowe wartości podanych charakterystyk dla dywizjonów, uczestniczących w odpieraniu uderzenia, zamieszczone są w tabeli 23.

Tabela 23

Numer dywizjonu	P_C [Km]	T_{ps} [s]	T_{gs} [s]	T_{dn} [s]	$T_{cśr}$ [s]
4 (S – 75M)	17	63	53	116	60
3 (S – 75M)	9	100	53	153	55
2 (S 75M)	16	70	53	123	59,5
1 (S –125M)	4	73	53	126	44

Po określeniu według wzoru (27) liczby strzelań, którą mogą przeprowadzić w danym nalocie dywizjony 1, 2, 3, 4, dowiemy się, że każdy z nich jest w stanie ostrzelać trzy cele (bierze się tylko pod uwagę całkowitą część wartości, wynikającą z zależności $(\frac{T_{dn}}{T_{cśr}} + 1)$. Jeżeli, założymy, że: przy ostrzelaniu każdego celu serią

dwóch rakiet - liczba strzelań, wynikająca z zapasu rakiet znajdujących się na wyrzutniach wynosi 3 - dla dywizjonu wyposażonego w PZR S - 75M i 8 - dla pododdziału wyposażonego w PZR S - 125M, to liczba strzelań, które mogą wykonać dywizjony w danym nalocie, rozpatrując ugrupowanie środków ogniowych zgodnie ze wzorem (31), wyniesie:

$$N_{strz(ZT)} = N_{strz(S-75M)} + N_{strz(S-125M)} = 3+3+3+8 = 17$$

Ponieważ w uderzeniu uczestniczy 12 samolotów przeciwnika, a sumaryczna liczba strzelań walczących dywizjonów wynosi 17, widzimy więc, że liczba rakiet znajdujących się na wyrzutniach, nie ogranicza możliwości ogniowych dywizjonów rakietowych przy odpieraniu uderzenia.

Jeżeli przyjmiemy, że prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego jedną rakietą (P_1) na małej wysokości dla PZR S - 75M wynosi 0,5 i 0,6 dla PZR S - 125M, a niezawodność pracy bojowej kanału rakietowego i przeciwlotniczej rakiety kierowanej w locie (K_{pbk}) wynosi 0,9, to prawdopodobieństwo rażenia serią dwóch rakiet (P_2) dla PZR S – 75M, wynosi:

$$P_2 = 1-(1-0,9\cdot 0,5)^2 = 0,70,$$

a dla PZR S - 125M:

$$P_2 = 1-(1-0,9\cdot 0,6)^2 = 0,79.$$

W niniejszym przykładzie, pododdziały rakietowe przewidziane do wzięcia udziału w walce, mogą wykonać 17 strzelań do 12 celów powietrznych. W związku z tym, że liczba strzelań jest większa od liczby celów, istnieje możliwość, że niektóre cele mogą być ostrzelane więcej niż jeden raz, kosztem powtórnego ostrzelania lub ześrodkowania ognia kilku dywizjonów. Dlatego też, przed określeniem wartości oczekiwanej liczby rażonych celów powietrznych, należy określić liczbę strzelań, przypadającą na każdy cel, to jest:

$$\frac{17}{12} = 1,4$$

Wielkość $\frac{N_{strz}}{N_c}$ nie jest liczbą całkowitą, z kolei część celów powietrznych jest ostrzeliwana jeden raz (L=1), pozostałe dwa razy (L+1). Liczbę celów ostrzelanych jeden raz, określa się ze wzoru (34):

$$N_{c1} = N_c \cdot (L+1) - N_{strz} = 12(1+1) - 17 = 7$$

a ostrzelanych dwa razy - według wzoru:

$$N_{c2} = N_{strz} - N_c \cdot L = 17 - 12 \cdot 1 = 17 - 12 = 5$$

W ten sposób 7 celów może być ostrzelanych po jednym razie, a 5 celów po dwa razy.

Ostrzeliwanie prowadzi się za pomocą różnych typów PZR, które mają różne prawdopodobieństwo rażenia celu. Aby dokładnie przeprowadzić obliczenia prawdopodobieństwo rażenia celów przyjmuje się jako wartość uśrednioną ($P_{śr}$). W naszym przykładzie:

$$P_{oor} = \frac{P_{2(s-75m)} + P_{2(S-125M)}}{2} = \frac{0,70 + 0,79}{2} = 0,75$$

Wartość oczekiwanej liczby rażonych celów powietrznych oblicza się jako sumę dwóch składowych zgodnie, ze wzorem:

$$M_{c(ZT)} = N_{c1}[1-(1-P_{oor})^L] + N_{c2}[1-(1-P_{oor})^{L+1} =$$

$$= 7[1-(1-0,75)]^1 + 5[1-(1-0,75)^2 \approx 10$$

W ten sposób, przedstawione na rysunku ugrupowanie bojowe ZT WR SP, może razić około 80 % celów powietrznych z ogólnej liczby ŚNP, biorących udział w uderzeniu.

Załącznik 12

Określanie możliwości bojowych wojsk rakietowych sił powietrznych metodą opartą na teorii obsługi masowej

PRZYKŁAD 7:

Zespół obiektów osłaniany jest przez sześć pododdziałów rakietowych (K_{dr} = 6). Czas prowadzenia ognia do celu przez jedną jednostkę to średnio 0,5 min. Średnia intensywność działania środków napadu powietrznego wynosi około 6 celów na minutę (λ = 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 rakietowy (jednostkę ogniową) P = 0,2.

Zadanie polega na opracowaniu, przy podanych informacjach wejściowych, prognozy procesu walki pododdziałów rakietowych z przeciwnikiem powietrznym. Wartości prawdopodobieństw P_i (i - jednostek prowadzi strzelanie) oraz iP_i podane są w tabeli 24. Wykorzystując je, 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 rakietowych, 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 24

Wartości prawdopodobieństw P_i oraz iP_i

Liczba pododdziałów zajętych strzelaniem	P_i	iP_i
0	0,052	O
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 rakietowe:

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

7. Wartość oczekiwana liczby jednostek ogniowych, zajętych ostrzeliwaniem w dowolnym przedziale czasowym 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 rakietowy:

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

11. Efektywność bojowa ZT wynosi:

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

12. Analiza taktyczna otrzymanych wyników.

Praktyczne zastosowanie teorii obsługi masowej do określania możliwości bojowych pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych

Przykład 8

Pododdział zakłóceń radioelektronicznych otrzymał zadanie zorganizowania strefowo - obiektowej osłony ważnych obiektów punktowych. Do osłony jednego z nich, dowódca wydzielił trzy jednakowe stacje zakłóceń. Średnią przewidywaną intensywność uderzenia ŚNP przeciwnika na osłaniany obiekt, oceniono na cztery cele na minutę. Warunki terenowe oraz spodziewany profil uderzenia środków napadu powietrznego na małych wysokościach, umożliwią zakłócanie jednego celu średnio przez 0,5 minuty (t). Maksymalna liczba celów oczekujących w kolejce (m=3). Na podstawie analizy matematycznej, określić możliwości bojowe pododdziału zakłóceń radioelektronicznych, uwzględniając:

- wielkość prawdopodobieństwa nie zakłócenia celu;
- względną przepustowość systemu;
- absolutną przepustowość systemu;
- średnią liczbę zajętych kanałów;
- średnią liczbę celów oczekujących w kolejce;
- średni czas oczekiwania na zakłócenia.

ROZWIĄZANIE

1) Klasyfikacja systemu:

Wielokanałowy system obsługi masowej z ograniczoną liczbą miejsc w kolejce.

2) Obliczenia wstępne:

$$\mu = \frac{1}{t} = \frac{1}{0,5} = 2\,\text{min}^{-1};$$

$$p = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{4}{2} = 2;$$

$$p = \frac{p}{n} = \frac{2}{3}$$

3) Obliczenie wielkości prawdopodobieństwa stanu - wszystkie kanały wolne:

$$p_o = \frac{1}{1+\frac{p}{1!}+\frac{p^2}{2!}+\frac{p^3}{3!}+\frac{p^4}{4!}+\frac{\frac{p}{n}-\{\frac{p}{n}\}^{m+1}}{1-\frac{p}{n}}} = \frac{1}{1+2+\frac{4}{2}+\frac{8}{6}+\frac{8}{6}+\frac{\frac{2}{3}-\{\frac{2}{3}\}^4}{1-\frac{2}{3}}} =$$

$$\frac{81}{665} = 0{,}122$$

4) Obliczenie prawdopodobieństwa stanu - zajęte wszystkie kanały zakłócające, w kolejce trzy cele:

$$p_{mn} = \frac{p^{m+n}}{n^m n!} p_o = \frac{2^6}{27 \cdot 6} \cdot \frac{81}{665} = 0{,}048$$

Względna przepustowość systemu:

$$q = 1 - p_{m+n} = 1 - 0{,}048 = 0{,}952$$

Absolutna przepustowość systemu:

$$A = \lambda \cdot q = 4 \cdot 0{,}952 = 3{,}808$$

Prawdopodobieństwo nie zakłócenia żadnego celu:

$$P_{nz} = P_{m+n} = 0{,}048$$

Średnia liczba celów, czekających na zakłócenie;

$$\bar{r} = \frac{p^{n+1} p_0}{nn!} \frac{1-(m+1)\beta+m_\beta}{(1-\beta)^2} = \frac{2^4 81}{3 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 665} \frac{1-4\frac{2}{3}+\frac{2}{3}}{(1-\frac{2}{3})^2} = 0{,}325$$

Średnia liczba kanałów zakłócających:

$$\bar{z} = \frac{A}{\mu} = \frac{3{,}808}{2} = 1{,}904$$

Średnia liczba celów, znajdujących się w strefie zakłóceń:

$$\bar{k} = \bar{r} + \bar{z} = 0{,}325 + 1{,}904 = 2{,}229$$

Średni czas oczekiwania celu na zakłócenia

$$\overline{t_{ocz}} = \frac{\bar{r}}{\lambda} = \frac{216}{665} \cdot 4 = 0{,}081 \text{min}$$

Średni czas przebywania celu w strefie zakłóceń:

$$\overline{t}_s = t_{ocz} + \frac{q}{\mu} = 0.081 + \frac{0,952}{2} = 0,577\,\text{min}$$

Przedstawiony powyżej sposób oceny pododdziału zakłóceń radioelektronicznych nie odnosi się do konkretnego ugrupowania bojowego. Zastosowane przez autora wzory matematyczne mają charakter uniwersalny, dzięki czemu umożliwiają badanie efektywności bojowego użycia dowolnego ugrupowania wojsk, wykonujących zadania o charakterze osłonowym. Ich zaletą, jak podkreśla autor, jest możliwość wyliczenia niezbędnej ilości sił, potrzebnych do wykonania zadania bojowego z określoną efektywnością.

Załącznik 14

Rubieże taktyczno – nawigacyjne w lotnictwie myśliwskim

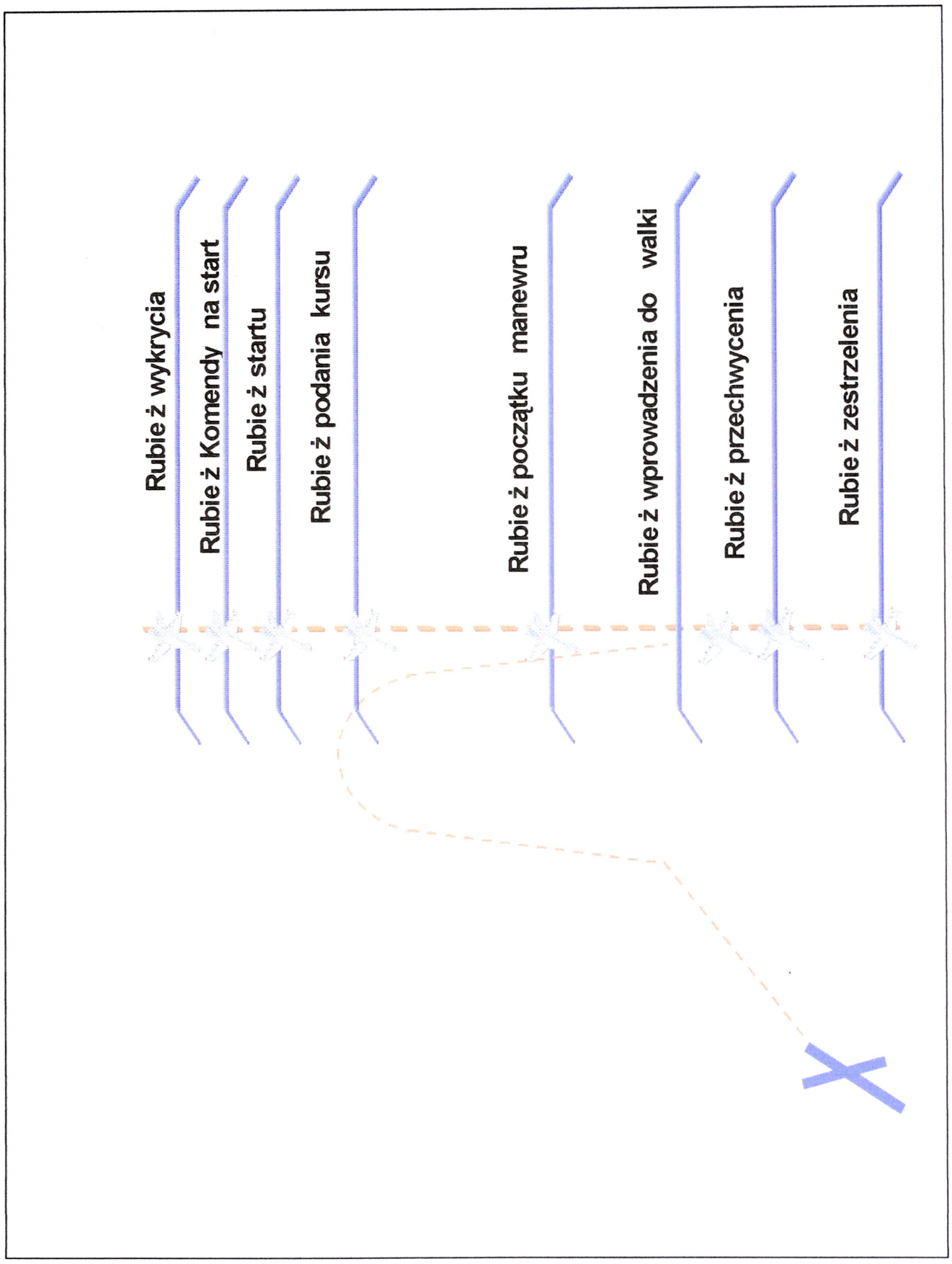
Rubież wykrycia celu powietrznego to linia będąca zbiorem możliwych położeń celu powietrznego, w momencie jego wykrycia przez środki radiolokacyjne lub inne środki rozpoznania, na przykład rozpoznania radioelektronicznego. Na tej rubieży określa się charakterystykę i warunki lotu celu w postaci: numeru celu, składu ugrupowania i typów samolotów, a także to czy cel stosuje zakłócenia radioelektroniczne.

Rubież podania komendy do startu dla samolotu myśliwskiego jest linią stanowiącą zbiór możliwych położeń celu powietrznego, w momencie wydania komendy startu samolotu myśliwskiego, który ma przechwycić dany cel.

Rubież startu jest to linia, będąca zbiorem możliwych położeń celu powietrznego, w momencie rozpoczęcia startu samolotu myśliwskiego na przechwycenie. Rubież tę określamy wtedy, kiedy odległość wykrycia celu powietrznego jest na tyle duża, że do wykonania zadania osłony, samoloty myśliwskie nie muszą startować natychmiast, lecz dopiero w momencie, gdy cel znajduje się na rubieży startu. Jeżeli odległość rubieży wykrycia jest mniejsza aniżeli potrzebna odległość rubieży startu, samoloty myśliwskie powinny startować po wykryciu celu możliwe jak najwcześniej.

Rubież podania kursu pilotowi to linia, będąca zbiorem możliwych położeń celu powietrznego w momencie podania pilotowi warunków lotu dla przechwycenia celu. Rubież tę oblicza się przede wszystkim dla dyżurowania w powietrzu.

Rubież początku manewru samolotu myśliwskiego jest linią, stanowiącą zbiór możliwych położeń celu powietrznego, w momencie rozpoczęcia przez samolot myśliwski manewru dla wyjścia w tylną półsferę tego celu. W wypadkach, gdy uzbrojenie samolotu myśliwskiego umożliwia zaatakowanie celu z dowolnej półsfery i pod dowolną sylwetką, rubież początku manewru może nie mieć praktycznego znaczenia.



Rys.38. Położenie rubieży taktyczno – nawigacyjnych.

Rubież przechwycenia celu powietrznego jest to linia, będąca zbiorem możliwych położeń celu powietrznego w momencie jego przechwycenia, to jest w chwili odpalenia przez samolot myśliwski rakiet lub rozpoczęcia strzelania z działek pokładowych. Niekiedy w literaturze przedmiotu można spotkać się ze stwierdze-

niem, że moment przechwycenia to chwila, kiedy pokładowa stacja radiolokacyjna samolotu myśliwskiego przechodzi w reżim pracy „przechwycenie".

Rubież wyprowadzenia samolotu z walki to linia, na której samolot myśliwski powinien rozpocząć manewr wyprowadzenia z walki. Wyznacza się je zazwyczaj dla zapewnienia bezpieczeństwa własnym samolotom tak, aby nie dopuścić do ich wejścia ich w zakazane obszary przestrzeni powietrznej, np. takie, w których swobodę działania mają inne aktywne środki walki[387].

[387] P. Makowski, W. Marud.: Wyznaczanie możliwości bojowych lotnictwa dla realizacji zadań obrony powietrznej. AON, Warszawa, 1998, s. 26.

Załącznik 15

Podstawowe zasady kwalitowerystyki (według koncepcji R. Kolmana)[388]

Podstawowe zasady kwalitowerystyki można sformułować następująco:

1. Doskonałość, jako optymalny stan bliżej nie określonej liczby przymiotników, jest w warunkach praktycznych nieosiągalna.
2. Stopień zbliżenia do doskonałości w praktycznym ujęciu może określać jakość.
3. Przedmiotami analizy jakości mogą być różnorodne obiekty, właściwości, procesy i sposoby postępowania.
4. Nie istnieje mianowana wartość liczbowa, określająca jednoznacznie i kompleksowo stan jakości.
5. Powszechna potrzeba zunifikowania pojęcia jakości wymaga przyjęcia uniwersalnej skali wartości, odtwarzającej różne stany jakości.
6. Wobec różnorodnych aspektów rozpatrywania, jakość nie może być wyrażona jednym przymiotem.
7. Istnieje bliżej nie określona liczba przymiotów, które mogą stanowić kryteria jakości.
8. Przymioty stanowiące kryteria jakości, mogą być wielkościami mierzalnymi lub cechami niemierzalnymi.
9. Wobec dużego zróżnicowania, kryteria jakości powinny być dzielone na odpowiednie znaczeniowe grupy klasyfikacyjne.

Z zasady 8 kwalitowerystyki wynika jej podział na kwalitocenzję i kwalitometrię. ***Kwalitocenzja*** zajmuje się zagadnieniami dotyczącymi środków i metod oceny kryteriów jakości, a ***kwalitometria*** – zagadnieniami obejmującymi środki i metody wyznaczania jakości na podstawie wyników pomiarów odpowiednich kryteriów.

Załącznik 16

Wzory do transformacji stanów i obliczania wyróżników kryterialnych

Rodzaje kryterium	wzór	Objaśnienia Symbol – nazwa
Walor	$W_w = \frac{k_{wz} - k_{wi}}{k_{wa} - k_{wi}}$	W_w – wyróżnik waloru K_{wz} – wartość waloru zmierzona K_{wa} – wartość waloru największa K_{wi} – wartość waloru najmniejsza
Mankament	$W_m = \frac{k_{ma} - k_{mz}}{k_{ma} - k_{mi}}$	$W_{m.}$ – wyróżnik mankamentu K_{mz} – wartość mankamentu zmierzona K_{ma} – wartość mankamentu największa K_{mi} – wartość mankamentu najmniejsza
Optyment	$S_o = \frac{k_{oz} - k_{oi}}{k_{oa} - k_{oi}}$	S_o – stan optymentu K_{oz} – wartość optymentu zmierzona K_{oa} – wartość optymentu największa K_{oi} – wartość optymentu najmniejsza
	$W_{or} = 2S_o$	W_{or} – wyróżnik optymentu w przedziale rosnącym;
	$W_{om} = 2(1 - S_o)$	W_{om} – wyróżnik optymentu w przedziale malejącym

[388] R. Kolman.: Ilościowe określanie jakości. PWE, Warszawa, 1973, s. 100.

Załącznik 17

Formuły stosowane do określania wskaźnika jakości

Obliczanie wartości wskaźnika jakości J może się odbywać przez zastosowanie jednego z następujących systemów:

1) Multyplikacyjny

$$J_1 = A \cdot B \cdot C \cdot \ldots \cdot X$$

2) Multyplikacyjny korygowany

$$J_2 = \alpha A \cdot \beta B \cdot \gamma C \cdot \ldots \cdot \aleph X$$

3) Multyplikacyjno – wykładniczy

$$J_3 = A^a \cdot B^b \cdot C^c \cdot \ldots \cdot X^x$$

4) multyplikacyjno – wykładniczy korygowany

$$J_4 = \alpha A^a \cdot \beta B^b \cdot \gamma C^c \cdot \ldots \cdot \aleph X^x$$

5) Addytywny

$$J_5 = \frac{1}{n}(A + B + C + \ldots . X)$$

6) addytywny korygowany

$$J_6 = \frac{1}{n}(\alpha A + \beta B + \gamma C + \ldots + \aleph X)$$

7) Addytywno – wykładniczy

$$J_7 = \frac{1}{n}(A^a + B^b + C^c + \ldots + \aleph^x)$$

8)addytywno – wykładniczy korygowany

$$J_8 = \frac{1}{n}(\alpha A^a + \beta B^b + \gamma C^c + \ldots + \aleph X^x)$$

gdzie:

$J_1, \ldots J_8$ – wskaźniki jakościowe uzyskiwane w odpowiednich systemach obliczeniowych;

A, B, C, ...,X – liczbowe wskaźniki jakości poszczególnych grup kryteriów jakości;

A, b, c, ..., x – wykładniki potęgowe;

N – liczba grup, na które podzielono kryteria jakości;

$\alpha, \beta, \gamma, \ldots \aleph$ - współczynniki korelacyjne, uwzględniające ważność poszczególnych grup kryteriów..

Z przeprowadzonych przez R. Kolmana badań wynika, że najlepsze rezultaty przy najszerszych możliwościach wykorzystania daje korygowany system addytywno – wykładniczy.

Załącznik 18

Definicje stref przeciwlotniczych zestawów rakietowych

Wymiary strefy ognia określają możliwości niszczenia środków napadu powietrznego przez przeciwlotniczy zestaw rakietowy (dywizjon rakietowy, baterię). Oprócz samego pojęcia strefy ognia, które najczęściej jest stosowane w literaturze przedmiotu, można wyróżnić jeszcze strefę ostrzelania (ostrzału) oraz strefę startu.

Strefą ostrzelania nazywa się część przestrzeni wokół stacji naprowadzania rakiet, w której możliwe jest naprowadzanie rakiety na cel. Strefa ta odzwierciedla określone możliwości zestawu w ostrzeliwaniu celu powietrznego i jest określona skuteczną powierzchnią odbicia celu, parametrami jego ruchu (wysokość, kurs, prędkość pozioma), potencjałem stacji naprowadzania rakiet, balistycznymi i manewrowymi charakterystykami rakiety oraz intensywnością zakłóceń[389].

Strefą ognia nazywa się część strefy ostrzelania, w której prawdopodobieństwo zniszczenia celu jedną rakietą nie jest mniejsze od zadanego prawdopodobieństwa. Strefa ta charakteryzuje możliwości zestawu w niszczeniu różnych celów w określonych warunkach[390]. Wymiary strefy ognia zależą od wielu czynników. Do najważniejszych z nich zalicza się: typy stosowanych rakiet, wybrane metody naprowadzania, typ i charakter ostrzeliwanych celów, rodzaj przeciwdziałania ze strony przeciwnika (np. stosowanie zakłóceń radioelektronicznych na bardzo małych wysokościach, itp.).

Strefą startu przyjęto nazywać część przestrzeni powietrznej, w której powinien znajdować się cel w momencie startu rakiety, aby jej spotkanie z celem nastąpiło w strefie ognia[391].



[389] Objaśnienia do zasad strzelania przeciwlotniczymi rakietami kierowanymi zestawu S – 75 M. Dowództwo OPK. Warszawa, 1979, s. 101.

[390] Tamże, s. 101.

[391] Tamże, s. 101.



32, 30 zł

Czyt.
Rozprawy dokt.

S/4337