



21

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

CENTRUM INFORMATYKI

KOMPUTEROWA GRA PRZECIWLOTNICZA

Cz.I

Projekt koncepcyjny

~~Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej
S/2605 cz. 1
05-002605-002-0~~

WARSZAWA

69280



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

CENTRUM INFORMATYKI

Do użytku służbowego

Egz.nr.....

KOMPUTEROWA GRA PRZECIWLOTNICZA

Cz. I
Projekt koncepcyjny



Temat: **KGW - 4**

15

8.2.4



Wykonawcy:

płk dr hab. inż. Czesław FLANEK
płk dr hab. inż. Bogdan ZDRODOWSKI
płk dr inż. Zbigniew KLIMKIEWICZ
mjr dypl. inż. Jerzy KOZIOL
kpt mgr inż. Grzegorz KOTT

WARSZAWA

Listopad

1994

| | |
|---|----|
| 1. PROJEKTOWANIE KOMPUTEROWEJ GRY WOJENNEJ | 7 |
| 1.1. Wprowadzenie | 7 |
| 1.2. Projektowanie komputerowej gry wojennej | 11 |
| 1.2.1. Sformułowanie ogólnych celów KGW | 12 |
| 1.2.2. Prowadzenie badań systemu działań bojowych | 14 |
| 1.2.3. Projektowanie koncepcyjne KGW | 16 |
| 1.2.4. Wdrażanie KGW do eksploatacji użytkowej | 19 |
| 2. KOMPUTEROWA GRA PRZECIWLOTNICZA | 20 |
| 2.1. Wprowadzenie | 20 |
| 2.2. Cel i przeznaczenie komputerowej gry przeciwlotniczej .. | 20 |
| 2.3. Ogólna charakterystyka komputerowej gry przeciwlotniczej | 22 |
| 3. KONCEPCJA FUNKCJONOWANIA MODELU KGPlot DLA CELÓW SZKOLENIOWYCH | 25 |
| 4. MODEL KOMPUTEROWEJ GRY PRZECIWLOTNICZEJ | 32 |
| 4.1. Struktura organizacyjno-funkcjonalna modelu symulacyjnego KGPlot. | 33 |
| 4.1.1. Moduł sterujący działaniem KGPlot. | 35 |
| 4.1.2. Symulacyjne moduły funkcjonalne modelu komputerowej gry przeciwlotniczej. | 35 |
| 4.1.2.1. Moduł rozpoznania obrony powietrznej (OP) | 36 |
| 4.1.2.1.1. Przeznaczenie. | 36 |
| 4.1.2.1.2. Rola i miejsce modułu w modelu . | 36 |
| 4.1.1.2.3. Funkcjonowanie modułu | |

| | |
|--|-----------|
| rozpoznania w czasie prowadzenia | |
| działań bojowych | 37 |
| 4.1.1.2.4. Zdobywanie informacji | 38 |
| 4.1.1.2.5. Opracowanie informacji | 39 |
| 4.1.1.2.6. Dystrybucja informacji | 40 |
| 4.1.1.2.7. Dowodzenie | 41 |
| 4.1.1.2.8. Schemat blokowy modułu | 43 |
| 4.1.1.2.9. Współpraca z innymi modułami | 45 |
| 4.1.1.2.10. Elementy decyzyjne | 45 |
| 4.1.1.2.11. Dane wejściowe i wyjściowe | 46 |
| 4.1.1.3. Moduł WRE OP | 46 |
| 4.1.1.3.1. Ogólna charakterystyka bloku | 46 |
| 4.1.1.3.2. Działanie bloku | 47 |
| 4.1.1.3.3. Ograniczenia | 49 |
| 4.1.1.3.4. Schemat blokowy modułu | 49 |
| 4.1.1.3.5. Elementy decyzyjne w module | 50 |
| 4.1.1.3.6. Współpraca z innymi modułami | 50 |
| 4.1.1.4. Moduł ogniowy OP | 50 |
| 4.1.1.4.1. Ogólna charakterystyka | |
| modułu | 50 |
| 4.1.1.4.2. Opis działania | 51 |
| 4.1.1.4.3. Opis zjawisk w funkcji czasu | 51 |
| 4.1.1.4.5. Ograniczenia | 52 |
| 4.1.1.4.6. Schemat blokowy modułu | 53 |
| 4.1.1.5. Moduł dynamiki OP | 54 |
| 4.1.1.5.1. Ogólna charakterystyka modułu | 54 |
| 4.1.1.5.2. Działanie modułu | 55 |

| | |
|---|-----------|
| 4.1.1.5.3. Ograniczenia | 57 |
| 4.1.1.5.4. Schemat blokowy modułowy | 59 |
| 4.1.1.5.5. Elementy decyzyjne | 60 |
| 4.1.1.5.6. Współpraca z innymi modułami . . . | 61 |
| 4.1.1.5.6. Dane szybkozmiennie i aktualizowane | 64 |
| 4.1.1.6. Moduł rozpoznania ŚNP | 65 |
| 4.1.1.6.1. Przeznaczenie | 65 |
| 4.1.1.6.2. Rola i miejsce bloku w grze | 65 |
| 4.1.1.6.3. Funkcjonowanie modułu rozpoznania w czasie prowadzenia działań bojowych. | 65 |
| 4.1.1.6.4. Zdobywanie informacji | 66 |
| 4.1.1.6.5. Opracowanie informacji | 67 |
| 4.1.1.6.6. Dystrybucja informacji | 67 |
| 4.1.1.6.7. Dowodzenia | 68 |
| 4.1.1.6.8. Współpraca z innymi blokami | 68 |
| 4.1.1.6.9. Schemat blokowy modułu | 69 |
| 4.1.1.6.10. Elementy decyzyjne | 70 |
| 4.1.1.6.11. Dane wejściowe i wyjściowe | 70 |
| 4.1.1.7. Moduł WRE ŚNP | 70 |
| 4.1.1.7.1. Ogólna charakterystyka modułu | 70 |
| 4.1.1.7.2. Działanie modułu | 71 |
| 4.1.1.7.3. Ograniczenia | 73 |
| 4.1.1.7.4. Schemat blokowy modułu | 74 |
| 4.1.1.7.5. Elementy decyzyjne w module | 75 |
| 4.1.1.7.5.6. Współpraca z innymi modułami . . . | 75 |

4.1.1.8. Moduł rażenia obiektów uderzeń przez ŚNP

| | |
|---|----|
| (moduł | 75 |
| 4.1.1.8.1. Ogólna charakterystyka modułu | 75 |
| 4.1.1.8.2. Opis działania modułu | 76 |
| 4.1.1.8.2.1. Etap planowania | 76 |
| 4.1.1.8.2.2. Etap dynamiki | 78 |
| 4.1.1.8.3. Opis zjawisk w funkcji czasu | 79 |
| 4.1.1.8.4. Ograniczenia | 80 |
| 4.1.1.8.5. Schemat blokowy modułu | 82 |
| 4.1.1.8.6. Elementy decyzyjne w module | 83 |
| 4.1.1.8.7. Współpraca z innymi modułami | 83 |
| 4.1.1.8.9. Informacje szybkozmienne i aktualizowane okresowo | 84 |

4.1.1.9. Moduł dynamiki środków napadu

| | |
|--|----|
| powietrznego | 84 |
| 4.1.1.9.1. Przeznaczenie modułu | 84 |
| 4.1.1.9.2. Działanie bloku dynamiki ŚNP | 85 |
| 4.1.1.9.3. Funkcje i procesy zachodzące w bloku w funkcji czasu | 86 |
| 4.1.1.9.4. Ograniczenia | 89 |
| 4.1.1.9.5. Schemat blokowy modułu dynamiki środków napadu | 91 |
| 4.1.1.9.6. Elementy decyzyjne w module | 92 |
| 4.1.1.9.7. Współpraca z innymi blokami | 92 |
| 4.1.1.9.8. Informacje szybko zmienne i aktualizowane okresowo | 93 |

| | |
|---|------------|
| 5. OPIS WSPÓŁPRACY POMIĘDZY MODUŁAMI FUNKCJONALNYMI . . . | 94 |
| 6. WYMAGANIA NA BAZĘ DANYCH KGPlot | 98 |
| 7. UWARUNKOWANIA TECHNICZNO-PROGRAMOWANE | 103 |
| 7.1. Sprzęt (HARDWARE): | 104 |
| 7.2. Oprogramowanie (SOFTWARE): | 105 |
| 6.2.2. System zarządzania bazami danych | 107 |
| 6.2.3. Graficzne zobrazowanie sytuacji | 108 |
| 8. ZASTOSOWANIE KOMPUTEROWEJ MAPY TERENU W KGPlot | 110 |
| 8.1. Wybrane zastosowania "komputerowej mapy terenu" | 111 |
| 9. WYMAGANIA DOTYCZĄCE DOSTĘPU I OCHRONY INFORMACJI W KOMPUTEROWEJ GRZE PRZECIWLOTNICZEJ | 117 |

1. PROJEKTOWANIE KOMPUTEROWEJ GRY WOJENNEJ

1.1. Wprowadzenie

Gry wojenne jako metoda doskonalenia kadr dowódczo-sztabowych i rozwiązywania złożonych problemów sztuki wojennej stanowią integralny element funkcjonowania sił zbrojnych. Na przestrzeni ostatnich lat przeszły one swoistego rodzaju ewolucję od gier nazwijmy to tradycyjnych, poprzez gry komputerowo wspomagane, aż do gier komputerowych włącznie.

Podstawową przyczyną takiego rodzaju przeobrażeń gier wojennych była konieczność uczynienia z nich efektywniejszego narzędzia dydaktycznego i naukowo-badawczego.

Tradycyjne gry wojenne w wyniku postępującej ciągle złożoności systemów walki nie zawsze odpowiadają potrzebom nauki wojennej i praktyki dowódczo-sztabowej. Zakres i stopień szczegółowości odwzorowywanych w nich zjawisk, elementów i procesów pola walki jest często nieadekwatny do stopnia złożoności współczesnych systemów działań bojowych, a przyjmowane w procesie ich opracowania i wykorzystania założenia i ograniczenia mają często charakter subiektywny i są głównie wynikiem logicznego myślenia, intuicji i nagromadzonego doświadczenia, a przy ograniczonej możliwości wykorzystania metod precyzyjnych np. modelowania matematycznego, nie zawsze zapewnia pożądaną użyteczność opracowanej gry.

Przełomowym wydarzeniem, które spowodowało jakościowo nowe zmiany w sposobie opracowania, w charakterze i zakresie wykorzystania gier wojennych było pojawienie się techniki komputerowej.

W wyniku bowiem jej zastosowania, a także twórczego wykorzystania na gruncie sztuki wojennej dorobku takich dyscyplin jak cybernetyka, informatyka, analiza systemowa, modelowanie matematyczne itp., gry wojenne zaczęły nabierać charakteru gier komputerowych, gier które w coraz większym stopniu spełniają wymagania jakie formułuje się współczesnym, nowoczesnym narzędziom dydaktycznym, naukowo-badawczym i środkiem praktycznego doskonalenia kadr dowódczo-sztabowych.

Komputerowe gry wojenne są coraz powszechniej stosowane w większości liczących się współcześnie armiach. W pracach nad ich projektowaniem i wykorzystaniem

zaangażowany jest liczący się potencjał naukowo-badawczy.

Pomimo znacznego w ostatnich latach dorobku w zakresie teoretycznych podstaw projektowania komputerowych gier wojennych, istnieją ciągle znaczne różnice poglądów co do istoty, treści, struktury i sposobu ich wykorzystania.

Biorąc pod uwagę wyniki prowadzonych aktualnie badań, w rezultacie, których przyjęto traktować grę jako paradygmat systemu działania, proponuje się przyjąć następującą definicję komputerowej gry wojennej.

K o m p u t e r o w a g r a w o j e n n a (KGW) to wielowariantowy model funkcjonowania określonego systemu walki (np. pododdział, oddział, ZT) oraz jego otoczenia (teren, wspierając siły i środki ze szczebla nadrzędnego, wojska nieprzyjaciela i sąsiadów) w sytuacji konfliktowej typu walka zbrojna, w którym zasadnicze elementy, zjawiska i procesy realizowane w jego podsystemie działań bojowych odwzorowano w postaci symulacyjnych programów komputerowych, natomiast elementy, zjawisko i procesy realizowane w jego podsystemie dowodzenia odwzorowano na tej samej bazie materiałowej co w systemie rzeczywistym.

Te zaś zjawiska, procesy i elementy podsystemu działań bojowych, które nie uwzględniono w symulacyjnych programach komputerowych, odwzorowuje się stosowanie do celu, charakteru i przeznaczenia gry poprzez wykorzystanie zespołów podgrywających.

Z przedstawionej definicji wynika, że do istotnych cech komputerowej gry wojennej zaliczyć należy między innymi to, że:

1° istota, treść i struktura realizowanego w grze procesu dowodzenia jest identyczna jak w tradycyjnych grach wojennych;

Oznacza to między innymi, że:

- a) aktywnym elementem KGW jako modelu walki są ludzie – uczestnicy gry, których udział w grze umożliwia automatyczne odwzorowanie wpływu ich wiedzy doświadczenia, umiejętności dowódczych, a także często i racjonalnych zachowań na jakość podejmowanych decyzji, a w konsekwencji na przebieg działań bojowych;
- b) decyzje dotyczące sposobu przygotowania i prowadzenia działań bojowych podejmowane są tylko i wyłącznie przez uczestników gry, tzn. w KGW nie funkcjonują programowo realizowane reguły podejmowania decyzji.

Takie elementy procesu dowodzenia jak: analiza zadania, ocena położenia,

wypracowanie zamiaru, podjęcia decyzji pozostają domeną twórczej pracy dowódcy i sztabu.

Rola dowódcy i jego sztabu w procesie zbierania i przetwarzania informacji oraz w wyborze optymalnego wariantu rozwiązania będzie decydująca.

- c) opracowane przez uczestników KGW dokumenty bojowe (zarządzenia, rozkazy, mapy) oraz funkcjonujący w grze obieg informacji mają identyczną postać i charakter jak w grach tradycyjnych.

2° zjawiska, elementy i procesy walki odwzorowuje się poprzez wykorzystanie symulacyjnych programów komputerowych;

Oznacza to między innymi, że:

- a) realizowane przez pododdziały, oddziały i ZT poszczególnych rodzajów wojsk własnych jak i przeciwnika, rodzaje i formy działań bojowych oraz związane z nimi zjawiska i procesy odwzorowywane są przede wszystkim przez programy komputerowe (symulacyjne) a nie przez zespoły podgrywające;
- b) podejmowane przez uczestników KGW decyzje "wprowadzone są" w postaci danych wejściowych do komputera w celu odwzorowania (symulacji) przebiegu działań bojowych, tzn. komputerowi przekazane zostaną te operacje, które wykona on znacznie szybciej i dokładniej niż czynią to zespoły podgrywające;
- c) dostarczane uczestnikom KGW meldunki okresowe i doraźne komunikaty o stanie, położeni i działaniu symulowanych pododdziałów i oddziałów "wyprowadzane są" na urządzenia końcowe (m.in. monitor ekranowy) jako wynik realizacji symulacyjnych programów komputerowych.

Komputerowa gra wojenna ze względu na zakres i stopień szczegółowości odwzorowania systemu, którego proces projektowania porównywalny jest z procesem projektowania informatycznego systemu o aktywnej strukturze przetwarzania przez komputer zadań.

Złożoność, pracochłonność i efektywność procesu projektowania komputerowych gier wojennych (KGW) uwarunkowana jest przede wszystkim:

- specyfiką systemu będącego przedmiotem gry;
- przyjętą metodologią i metodami projektowania;
- kwalifikacjami zespołu projektującego.

Podstawową metodą wykorzystywaną do modelowania systemów działań bojowych będących przedmiotem KGW jest m e t o d a s y m u l a c j i k o m p u t e r o w e j.

Wykorzystywanie symulacji komputerowej do modelowania zjawisk i procesów walki wpływa ponadto na przebieg i charakter samego procesu projektowania KGW.

Metodologia i metody projektowania KGW są tymi elementami systemu projektującego, które proces projektowania czynią wewnętrznie spójnym i wysoce zorganizowanym.

Analizując struktury, treść i wynik procesu projektowania komputerowych gier wojennych oraz uwzględniając bogaty dorobek teoretyczny i praktyczny wymienionych uprzednio dyscyplin naukowych oraz własne doświadczenia badawcze sformułować można w stosunku do kompleksu zamierzeń i działań związanych z projektowaniem KGW następujące postulaty:

- proces projektowania KGW należy traktować jako złożony system działania;
- w procesie projektowania KGW należy wykorzystać teoretyczny i praktyczny dorobek "inżynierii systemów", dyscypliny, która powstała w wyniku złożoności procesów projektowania, w skutek konieczności jego racjonalnej i naukowej organizacji oraz specyficznej podstawy metodologicznej, związanej z całościowym traktowaniem obiektu i procesu jego tworzenia;
- w procesie projektowania KGW należy wykorzystać i integrować doświadczenia z zakresu projektowania tradycyjnych gier wojennych, jak i informatycznych systemów zarządzania;
- proces projektowania i eksploataowania KGW należy rozpatrywać łącznie we wzajemnych związkach i uwarunkowanych;
- w procesie projektowania KGW dążyć należy do odwzorowania zarówno wyjaśniającego jak i ocenowo-decyzyjnego charakteru gry.

Mając na celu uczynienie procesu projektowania KGW bardziej czytelnym, całość przedsięwzięć z tym związanych podzielono na cztery fazy.

F a z a p i e r w s z a obejmuje kompleks prac przygotowawczych związanych z badaniem systemu działań bojowych, będącego przedmiotem gry oraz sformułowanie na podstawie ich wyniku.

F a z a d r u g a obejmuje prace projektowe tzn projektowanie koncepcyjne i technologiczne.

F a z a t r z e c i a to przedsięwzięcia organizacyjno-techniczne związane z projektowaniem i wdrożeniem gry.

F a z a c z w a r t a Obejmuje eksploatację próbną, weryfikację i wdrożenie użytkowe gry.

1.2. Projektowanie komputerowej gry wojennej

Prace przygotowawcze do projektowania KGW stanowią jedną z najbardziej istotnych i pracochłonnych faz procesu projektowania gry.

Zakres i stopień poprawności ich prowadzenie decyduje bowiem w sposób zasadniczy o charakterze przyszłej gry oraz o strukturze i treści procesu jej projektowania.

Celem prac przygotowawczych jest uzasadnienie potrzeb projektowania KGW. Prace te obejmują dwa etapy:

1. prace związane z badaniem systemu działań bojowych będącego przedmiotem gry;
2. prace związane ze sformułowaniem zadania projektowego.

Wynikiem prac przygotowawczych do projektowania KGW winno być sformułowanie precyzyjnego, pełnego i komunikatywnego z a d a n i a p r o j e k t o w e g o .

Celem badań systemu działań bojowych będącego przedmiotem gry jest identyfikacja i opis jest elementów składowych (modułów funkcjonalnych) oraz sposobów funkcjonowania i kierunków rozwoju, a także sprecyzowanie potrzeb w zakresie jego usprawnienia.

Prace związane z badaniem systemu działań bojowych, obejmują najczęściej następujące przedsięwzięcia:

- sformułowanie ogólnych celów gry;
- prowadzenie badań systemu będącego przedmiotem KGW;
- analizę i opracowanie wyników badań.

Wynikiem badań systemu powinny być wnioski o celowości projektowania KGW.

1.2.1. Sformułowanie ogólnych celów KGW

Punktem wyjścia do rozpoczęcia prac związanych z projektowaniem KGW jest przeprowadzenie wstępnej analizy, diagnozy i oceny systemu działań bojowych będących przedmiotem gry.

Proces formułowania ogólnych celów KGW przebiega niejako jednocześnie z procesem badań systemu działań bojowych.

W procesie formułowania ogólnych, a w dalszej kolejności szczegółowy celów KGW, należy z jednej strony uwzględnić możliwości, wady i zalety oraz przewidywany charakter i sfery zastosowań gry, z drugiej zaś sprecyzowane w wyniku badań systemu zakres i kierunki prac usprawniających, jak i badawczych nad modelem SDzB, a także istniejące możliwości projektowe i technologiczne.

Łączne rozpatrywanie wymienionych obszarów zagadnień umożliwi sformułowanie takich ogólnych celów KGW, które odpowiadać będą potrzebom użytkowników SDzB i uwzględniać będą możliwości projektowe oraz zalety, wady i możliwości KGW, traktowanych jako nowoczesne narzędzie dydaktyczne i środek wspomagający proces projektowania złożonych systemów.

Formułując ogólne cele KGW należy mieć na uwadze następujące jej możliwości jak:

- adekwatne odwzorowanie zachowa, człowieka – uczestnika gry, będącego aktywnym elementem modelowanego SDzB we wszystkich etapach procesu dowodzenia, jak również w poszczególnych fazach procesu decyzyjnego;
- odwzorowanie dynamiki funkcjonowania SDzB w szerokim zakresie zmian warunków i parametrów opisujących jego funkcjonowanie;
- dynamiczne modyfikowanie systemu motywacji uczestników gry oraz ocenę jego wpływu na przebieg i rezultaty gry;
- wielokrotne wykorzystanie opracowanej gry dla różnych scenariuszy i danych wejściowych o systemie i jego otoczeniu;
- bezpośrednie sprawdzanie efektów podejmowanych przez uczestników gry decyzji oraz ocenę realizacji celów modelowanego systemu działań bojowych;
- różnorodne możliwości w konstruowaniu sposobów bieżącego informowania uczestników gry o stanie modelowanego systemu działań bojowych;
- uwzględnienie (odwzorowanie) wpływu zmian struktur organizacyjnych,

technicznych (uzbrojenie) i informacyjnych na przebieg funkcjonowania SDzB w konkretnej sytuacji taktycznej;

- inicjowanie takiego działania uczestników gry, które wyzwala ich aktywność w stopniu nieporównywalnie większym niż ma to miejsce w innych metodach dydaktycznych.

Poprawne sformułowanie ogólnych celów gry oraz pełne i jednoznaczne rozumienie ich przez wszystkich uczestników procesu projektowania KGW decyduje o powodzeniu całego zamierzenia.

Cele ogólne stanowią podstawą do formułowania celów szczegółowych, które są niejako ich udokładnieniem.

Cele szczegółowe winny być formułowane w sposób wyjątkowo precyzyjny. Determinują one bowiem zakres i stopień dokładności odwzorowania modelowanego systemu, a także charakter i przebieg gry.

Szczegółowe cele gry określają między innymi:

- rodzaje sił zbrojnych, wojsk, służb (rodzaj systemu działań bojowych) wojsk własnych i nieprzyjaciela będący przedmiotem gry;
- rodzaj, formy i fazy operacji (walki, działań bojowych) modelowanych w grze;
- ilość i rodzaj biorących w grze dowództw, sztabów i osób funkcyjnych;
- zakres wiedzy i czynności, które uczestnicy gry winni poznać i doskonalić.

Stopień szczegółowości w formułowaniu celów gry zależy przede wszystkim od charakteru zjawisk i procesów przewidzianych do odwzorowania w modelowanym systemie działań bojowych.

Na stopień szczegółowości celów gry istotny wpływ wywierać będzie przewidywany sposób funkcjonowania informacyjnego systemu gry, a w szczególności zakres, treść i stopień szczegółowości informacji o modelowanym systemie działań bojowych i jego otoczeniu oraz sposób i zakres informowania uczestników gry.

Sformułowanie ogólnych celów gry zapoczątkowuje kolejne etapy prac badawczych systemu działań bojowych.

1.2.2. Prowadzenie badań systemu działań bojowych

Prowadzenie badań modelowanego systemu działań bojowych (SDzB), będącego przedmiotem gry, stanowi jeden z najbardziej pracochłonnych etapów projektowania KGW. Systemy działań bojowych należą do systemów wielce złożonych.

Badanie systemu działań bojowych obejmuje:

- identyfikację i analizę celów funkcjonowania systemu oraz realizowanych zadań;
- identyfikację i analizę struktury morfologicznej, funkcjonalnej i rozwojowej systemu;
- ustalenie i opis charakterystyk taktyczno-technicznych systemu;
- identyfikację i analizę struktury zadań, obowiązków i uprawnień oraz formalnych i nieformalnych więzi użytkowników systemu;
- identyfikację i analizę procesów walki i informacyjno-decyzyjnych systemu.

W wyniku badania systemu działań bojowych będącego przedmiotem gry uzyskujemy:

- identyfikację elementów SDzB i powiązań między nimi;
- odwzorowanie struktury SDzB;
- wyznaczenie charakterystyk ilościowych SDzB;
- identyfikację podstawowych oddziaływań pomiędzy elementami systemu oraz pomiędzy systemem a otoczeniem;
- określenie grafu stanów SDzB;
- wyznaczenie struktury dynamicznej i funkcjonalnej SDzB;
- określenie "scenariuszy" zachowania się SDzB;
- określenie prognozy rozwojowej SDzB.

Zakończenie badań systemu działań bojowych mających być przedmiotem gry, warunkuje rozpoczęcie fazy prac związanej z analizą uzyskanych wyników badań.

Finalnym elementem prac przygotowawczych do projektowania KGW jest **z a d a n i e p r o j e k t o w e**.

Obejmuje ono między innymi:

- założenia wstępne;
- wymagania dotyczące struktury, podstawowych elementów i podsystemów funkcjonalnych KGW;

- wymaganie dotyczące podsystemów zabezpieczających funkcjonowanie KGW;
- opis organizacji prac projektowych i ich wykonawców;
- wstępną ocenę efektywności KGW.

Celem założeń wstępnych do zadania projektowego jest między innymi uzasadnienie potrzeb prowadzenia prac projektowych, charakterystyka celu przewidywanych prac projektowych i opis przeznaczenia gry:

- . ogólne przeznaczenie KGW;
- . obszar możliwych zastosowań;
- . cele szczegółowe prowadzonych prac projektowych.

oraz opis i uzasadnienie ogólnych wymagań dotyczących projektowanej gry.

Wymaganie zaś dotyczące struktury, podstawowych elementów i podsystemów funkcjonowania KGW obejmują:

- wykaz rozgrywanych tematów (faz walki) i ich fragmentów ze wskazaniem powiązań między nimi;
- określenie stanu sytuacji wejściowej i końcowej modelowanego w grze SDzB, dla każdego z rozgrywanych w grze tematów lub ich fragmentów;
- strukturę morfologiczną, funkcjonalną i rozwojową modelowanego SDzB;
- warunki funkcjonowania modelowanego SDzB, reguły gry oraz warunki początkowe.
- warunki dotyczące struktury i treści modelu otoczenia SDzB i informacyjnego systemu gry;
- określenie regulaminu gry;
- wymagania odnośnie składu grup grających (uczestników gry).

Wymagania dotyczące podsystemów zabezpieczających funkcjonowanie KGW obejmują między innymi:

- zestaw i strukturę połączeń technicznych środków informatyki (rozmieszczenie i funkcjonowanie);
- zakres i stopień wykorzystania systemów operacyjnych i oprogramowania standardowego i narzędziowego;
- powiązań z innymi systemami informatycznymi (zakres informacji pobieranych z tych systemów).

Opracowanie zadania projektowego kończy etap prac przygotowawczych do

rozpoczęcia właściwego procesu projektowania.

1.2.3. Projektowanie koncepcyjne KGW

Celem realizowanych w tej fazie prac projektowych jest opracowanie i udokumentowanie projektu KGW.

Proces projektowania KGW podzielono na dwa etapy:

- projektowanie koncepcyjne;
- projektowanie technologiczne.

Celem projektowania koncepcyjnego jest określenie i udokumentowanie rozwiązań modelowych KGW oraz ocena kosztów jej projektowania i efektów wykorzystania.

Projekt koncepcyjny KGW obejmuje przede wszystkim następujące zagadnienia:

- a) analizę warunków i okoliczności, które decydują potrzebę projektowanie i wykorzystania KGW;
- b) charakterystyka warunków wykorzystania KGW ze szczególnym uwzględnieniem między innymi:
 - . miejsca i zakresu wykorzystania KGW;
 - . sposobu wykorzystania KGW;
 - . potencjalnych uczestników gry;
- c) ogólną charakterystykę KGW z uwzględnieniem:
 - . celu, przeznaczenia i przedmiotu KGW;
 - . elementów rzeczywistego systemu działań bojowych, które zostały odwzorowane w grze;
 - . przedziału czasu w ramach, którego odwzorowuje się zjawiska i procesy walki;
 - . elementy, zjawiska i procesy, które odwzorowuje się w KGW poprzez odgrywanie ról, a które poprzez wykorzystanie symulacyjnych programów komputerowych;
 - . sposobu przebiegu gry.

Na schemacie obrazującym sposób przebiegu gry przedstawia się symulacyjne modele działań bojowych pododdziałów i oddziałów rodzajów wojsk i ich otoczenia, role spełniane w grze oraz sposób i formę powiązań elementów modelowanego SDzB:

- reguły gry;
 - role przewidziane do odegrania przez uczestników;
 - regulamin gry (kolejność rozgrywania poszczególnych faz walki, ilość etapów gry i czas ich trwania);
 - zakres, sposób i stopień szczegółowości odwzorowania otoczenia, mającego wpływ na przebieg funkcjonowania modelowanego SDzB (programy symulacyjne, tabele, oceny ekspertów odwzorowujących wpływ oraz reakcje otoczenia).
- d) koncepcję struktury i zasad funkcjonowania informacyjnego systemu gry, ze szczególnym uwzględnieniem:
- sposobu organizacji podstawowej bazy danych;
 - struktury i treści zbiorów informacji opisujących odwzorowywane w KGW elementy;
 - struktury i treści informacji wejściowych do symulacyjnych programów komputerowych i informacji wynikowych powstających w wyniku ich realizacji;
 - struktury i treści tzw. pomocniczych zbiorów informacji (parametry techniczno-taktyczne środków walki, normy operacyjno-taktyczne, itp);
 - system obiegu informacji w procesie realizacji KGW (nadawca, odbiorca, treść, forma czas opracowania i przekazania informacji);
 - zestawu, struktury połączeń, funkcjonowanie i rozmieszczenie technicznych środków informatyki;
 - zasad aktualizacji zbioru informacji.
- e) charakterystykę potencjalnych uczestników KGW;
- f) ocenę efektywności KGW:
- kalkulację kosztów projektowania KGW;
 - kalkulację kosztów użytkowej eksploatacji gry.

Projekt koncepcyjny KGW po formalnym zatwierdzeniu przez przyszłego użytkownika gry, stanowi podstawą do projektowania technologicznego.

P r o j e k t o w a n i e t e c h n o l o g i c z n e jest jednym z najbardziej pracochłonnych etapów projektowania KGW.

Celem projektowania technologicznego jest oprogramowanie KGW oraz opracowanie dokumentacji programowej i eksploatacyjnej określającej sposób funkcjonowania wszystkich elementów gry oraz umożliwiającej sprawne jej wdrażanie.

Prace prowadzone na etapie projektowania technologicznego obejmują przedsięwzięcia, które dotyczą między innymi następujących zagadnień:

- a) w zakresie udokładniania i uszczegółowienia rozwiązań, projektowych:
 - analizy charakterystyk i wymagań przyjętych w fazie formułowania "zadania projektowego" oraz rozwiązań projektowych wypracowanych na etapie "Projektowania koncepcyjnego";
 - opracowania i opisu ostatecznego wariantu modelu symulacyjnego SDzB, algorytmów ogólnych i szczegółowych i informacyjnego systemu gry oraz struktury i sposobu funkcjonowania KGW;
 - opracowanie algorytmów pomocniczych zabezpieczających komputerową realizację całego modelu symulacyjnego;
- b) w zakresie oprogramowania KGW_
 - oprogramowanie algorytmów szczegółowych;
 - przygotowanie danych testujących oraz testowanie zarówno pojedynczych programów, jak i powstałego z nich systemu programów funkcjonujących pod kontrolą specjalnego programu sterującego;
 - opracowanie instrukcji eksploatacji programów, przygotowania danych wejściowych;
- c) w zakresie opracowania instrukcji dla uczestników KGW i dokumentacji projektu technologicznego:
 - opracowania instrukcji dla kierownictwa gry, graczy, administratora, ekspertów oraz niezbędnej dokumentacji programowej.

Na etapie projektowania technologicznego, równocześnie z procesem projektowania algorytmów szczegółowych i ich oprogramowaniem oraz testowaniem, opracowuje się także niezbędną dokumentację programową.

W wyniku realizacji projektu technologicznego uzyskujemy udokumentowane i zweryfikowane na danych testujących oprogramowanie oraz zasady i sposób funkcjonowania KGW.

Zakończenie tego etapu prac inicjuje kolejną fazę prac związanych z wdrożeniem

KGW do użytkowej eksploatacji.

1.2.4. Wdrażanie KGW do eksploatacji użytkowej

Wdrożenie KGW do użytkowej eksploatacji stanowi końcowy fragment prac projektowych.

Celem realizowanych w tym fragmencie prac jest sprawdzenie i zweryfikowanie opracowanych rozwiązań projektowych oraz użytkowe wdrożenie KGW. Realizowane w tym zakresie prace podzielić można na dwa w pewnym stopniu niezależne etapy:

- 1° prace związane z eksploatacją próbną KGW;
- 2° prace związane z eksploatacją wstępną KGW.

Celem prac realizowanych w pierwszym etapie jest przygotowanie organizacyjne i techniczne do praktycznego sprawdzenia poprawności rozwiązań KGW oraz sprawdzenia stopnia przygotowania użytkowników i środków technicznych do eksploatacji gry.

Wynikiem zaś zrealizowanych w tym etapie prac powinno być takie przygotowanie wybranych ogniw organizacyjnych (użytkownika) pod względem organizacyjnym, funkcjonalnym i technicznym, które umożliwiłyby próbną eksploatację gry.

Celem drugiego etapu prac jest kompleksowe sprawdzenie i zweryfikowanie gry oraz włączenie jej do eksploatacji użytkowej.

Pomyślne zakończenie próbnej i wstępnej eksploatacji kończy długotrwały i narażony często na wiele trudności proces projektowania KGW.

2.KOMPUTEROWA GRA PRZECIWLOTNICZA

2.1. Wprowadzenie

Przedstawione opracowanie jest wynikiem realizacji prac nad KOMPUTEROWĄ GRĄ PRZECIWLOTNICZĄ ma charakter "P r o j e k t u k o n c e p c y j n e g o".

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie ogólnej struktury komputerowej gry wraz z opisem jego podstawowych elementów (modułów) i podsystemów funkcjonalnych oraz realizowanych procedur obliczeniowych.

Zakres tematyczny niniejszego opracowania ograniczony został głównie do szczegółowego opisu poszczególnych modułów funkcjonalnych - działań bojowych pododdziałów i oddziałów poszczególnych rodzajów wojsk. Rozwiązanie takie uznano za celowe z następującego powodu - moduły funkcjonalne stanowią o istocie, treści i strukturze gry komputerowej i od poprawności ich opracowania zależeć będzie postęp prac na etapie projektowania technologicznego.

2.2. Cel i przeznaczenie komputerowej gry przeciwlotniczej

Celem komputerowej gry przeciwlotniczej (KGPlot) jako jakościowa nowego narzędzia jest zwiększenie efektywności obiektywności realizowanego w AON procesu dydaktycznego i naukowo-badawczego w zakresie taktyki rodzajów wojsk tworzących system obrony powietrznej.

W komputerowej grze przeciwlotniczej odzwierciedlone będą działania bojowe Wojsk Obrony Powietrznej oraz Środków Napadu Powietrznego zarówno wojsk własnych jak potencjalnego przeciwnika.

Przeznaczeniem KGPlot jest wykorzystanie jej w ćwiczeniach dowódczo-sztabowych oraz do szkolenia grup słuchaczy Wydziału wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej AON.

Komputerowa gra przeciwlotnicza może być również wykorzystywana do szkolenia kadry wojsk Obrony Powietrznej i Lotnictwa w ramach opracowywanych przez ich sztaby ćwiczeń dowódczo-sztabowych na szczeblu oddziału lub ZT.

Szczegółowe zastosowania dydaktyczne KGPlot mogą być następujące:

- a) nauczania słuchaczy przygotowania i kierowania działaniami bojowymi według obiektywnych zasad dla obu walczących stron;
- b) nauczania poprawnego toku racjonalnego rozumowania poprzez możliwości bieżącego reagowania uczestników gry, ćwiczenia na przebieg symulowanych działań bojowych;
- c) ocenianie wpływu i stopnia trafności podejmowanych decyzji na przebieg i skutki symulowanych działań bojowych;
- d) nauczania myślenia w kategoriach systemowych oraz praktycznego posługiwania się w dowodzeniu wojskami technicznymi środkami informatyki;
- e) głębsze poznanie zjawisk i procesów walki poprzez fakt, że symulacyjne gry komputerowe angażują intelektualnie i emocjonalnie uczestników gry w stopniu znacznie większym niż inne metody aktywnego nauczania;
- f) usprawnienie prac zespołu autorskiego nad opracowaniem założeń i metodyki prowadzenia ćwiczeń;
- g) usprawnienie kierowania przebiegiem ćwiczenia i wzbogacenie rozgrywanych sytuacji o elementy zbliżone do rzeczywistych procesów walki zbrojnej;
- h) wykorzystanie komputerowej mapy terenu do graficznego zobrazowania taktycznej sytuacji walczących stron.

Symulacyjny model KGPlot w obszarze zastosowań naukowo-badawczych spełniać może funkcje poznawcze, weryfikacyjne i formalizacyjne.

Funkcje poznawcze wzbogacają wiedzę o modelowanym systemie. Dają możliwość badania wzajemnych uwarunkowań i zależności informacyjnych, organizacyjnych i decyzyjnych systemu walki będącego przedmiotem modelu.

Funkcje weryfikacyjne symulacyjnego modelu walki ujawniają się w procesie eksperymentu symulacyjnego, kiedy to mogą się ścierać różne koncepcje i hipotezy wykorzystywane w mechanizmach funkcjonowania modelu. Istotnym zagadnieniem może być badanie wpływu na przebieg i skuteczność działań bojowych np. struktury organizacyjnej i uzbrojenia wojsk lub struktury ugrupowania bojowego.

2.3. Ogólna charakterystyka komputerowej gry przeciwlotniczej

Komputerowa gra przeciwlotnicza jest ze swej istoty modelem złożonego systemu działania. Na jej treść i strukturę składać się będzie wiele wzajemnie powiązanych elementów i podsystemów funkcjonalnych, a o zakresie i efektywności jej wykorzystania decydować będzie wiele przedsięwzięć organizacyjnych i działań związanych z przygotowaniem i prowadzeniem eksperymentu symulacyjnego (growego).

Szczegółowy pogląd na złożoność komputerowej gry przeciwlotniczej dać może pełny i wyczerpujący opis każdego z istotnych elementów (modułów) funkcjonalnych.

Mając na względzie celowość takiego opisu, traktowanego przede wszystkim jako wyraz praktycznej realizacji postulatu dotyczącego czytelności i poglądowości procesu projektowania i dokumentowania komputerowej gry przeciwlotniczej pk. WALKA POWIETRZNA, w kolejnych fragmentach niniejszego opracowania wszystkie istotne zagadnienia odnośnie struktury treści i funkcjonowania poszczególnych modułów funkcjonalnych, przedstawione zostaną w sposób w miarę wyczerpujący, w postaci wyodrębnionych bloków problemowych.

W tej części opracowania zwrócimy tylko uwagę na te cechy komputerowej gry przeciwlotniczej, które niezależnie od przyjętych rozwiązań szczegółowych wyznaczają z jednej strony tło i taktyczne granice gry (modelu symulacyjnego), z drugiej decydują o jej zasadniczej strukturze i charakterze.

Symulacyjny model walki – WALKA PRZECIWLOTNICZA mieć będzie w znacznym stopniu charakter uniwersalny. Jego uniwersalny charakter wynika zarówno z przeznaczenia, oraz zakresu i sposobu wykorzystania modelu (gry).

WALKA PRZECIWLOTNICZA przeznaczona może być do realizacji określonych celów dydaktycznych oraz naukowo-badawczych. Ze względu zaś na zaprojektowaną strukturę "bazy danych" i stopień szczegółowości odwzorowania w niej działań bojowych wojsk obrony powietrznej i jej otoczenia oraz zjawisk, procesów i elementów pola walki.

Model – WALKA PRZECIWLOTNICZA wykorzystywany może być do wielokrotnego (praktycznie nieograniczonego) rozgrywania licznego zbioru złożonych sytuacji taktycznych dla różnych warunków pola walki, jak i struktur organizacyjnych oraz rodzajów i typów środków walki będących na uzbrojeniu odwzorowywanych w modelu symulacyjnym

wojsk.

Ze względu na zakres odwzorowywanych zjawisk i elementów rzeczywistych działań bojowych, WALKA PRZECIWLOTNICZA, mieć będzie także charakter kompleksowy. Odwzorowane bowiem zostaną w nim działania bojowe pododdziałów i oddziałów poszczególnych rodzajów wojsk Obrony Powietrznej.

Kompleksowy charakter modelu (gry) w płaszczyźnie odnoszącej się do komputerowego symulowania zjawisk i elementów pola walki jest w pewnym stopniu ograniczony. Spowodowane to zostało brakiem symulacyjnego odwzorowania problematyki logistycznego zabezpieczenia działań bojowych, którego odwzorowanie przeniesiono w obszar funkcjonowania kierownictwa gry oraz ekspertów i zespołów podgrywających.

Komputerowa gra przeciwlotnicza ma charakter gry dwustronnej i wieloszczebłowej.

Oznacza to, że modelu symulacyjnym odwzorowuje się działania bojowe pododdziałów i oddziałów zarówno wojsk własnych jak i nieprzyjaciela.

Komputerowa gra przeciwlotnicza posiadać będzie wysoce interaktywny charakter.

Interaktywność ta wyrażać się będzie przede wszystkim w możliwości bieżącego i bezpośredniego wpływania przez uczestników eksperymentu symulacyjnego na przebieg symulowanych działań bojowych oraz o możliwościach bieżącego ich informowania o wszystkich istotnych sytuacjach modelowanych działań bojowych.

Interaktywny charakter modelu stymulować powinien wysoką aktywność uczestników gry (eksperymentu symulacyjnego).

W symulacyjnych modelach walki obok możliwości wariantowego podejmowania decyzji, istotną rolę spełnia struktura i sposób odwzorowania fizycznego zjawiska upływu czasu, z którym to związane jest tak istotną cechą modelowanego systemu, jaką jest wysoka dynamika współczesnych działań bojowych.

W komputerowej grze przeciwlotniczej – WALKA PRZECIWLOTNICZA (model symulacyjny działań bojowych) sposób odwzorowania upływu czasu wynika z przyjętej techniki modelowania symulacyjnego (metoda kolejnych zdarzeń), a przedział czasu, w którym symuluje się działania bojowe pododdziałów i oddziałów rodzajów wojsk obrony Powietrznej ograniczony jest tylko i wyłącznie celami eksperymentu symulacyjnego. Oznacza to, że symulacja działań bojowych obejmować może dowolny przedział czasu.

Odwzorowanie upływu czasu obejmuje sytuacje, w których jednej jednostce czasu funkcjonowania systemu rzeczywistego, odpowiada jedna jednostka czasu funkcjonowania modelowanego systemu (s y m u l a c j a w c z a s i e r z e c z y w i s t y m).

Jest rzeczą oczywistą, że WALKA PRZECIWLOTNICZA będzie mieć charakter d y n a m i c z n y – wynika to bowiem z jego istoty. Pozwoli to n a odwzorowanie działań bojowych wojsk w szerokim zakresie zmian warunków zewnętrznych (teren, wojska nieprzyjaciela i sąsiadów), jak i wewnętrznych, związanych z funkcjonowaniem poszczególnych pododdziałów i oddziałów (rodzaj, formy i sposób realizacji działań, bojowych, ilość i rodzaj środków walki oraz sposób ich wykorzystanie).

Treść i strukturę komputerowej gry przeciwlotniczej wyznaczają między innymi:

- przyjęte założenie i ograniczenia;
- informacje wejściowe opisujące odwzorowywane pododdziały i oddziały rodzajów wojsk;
- przyjęte algorytmy działań bojowych (funkcjonowania) odwzorowywanych w grze pododdziałów poszczególnych rodzajów wojsk;
- informacje wynikowe będące rezultatem komputerowej realizacji, powstałych na bazie przyjętych algorytmów, programów symulacyjnych;
- przyjęte procedury realizacji (modele matematyczne), uwzględnianych w algorytmach działań bojowych procesów walki.

Wszystkie z wyżej wymienionych elementów w odniesieniu do poszczególnych modułów funkcjonalnych komputerowej gry przeciwlotniczej, a więc działań bojowych pododdziałów i oddziałów poszczególnych rodzajów wojsk, przedstawione zostaną w kolejnych rozdziałach niniejszego opracowania.

3. KONCEPCJA FUNKCJONOWANIA MODELU KGPlot DLA CELÓW SZKOLENIOWYCH

Zorganizowane działanie ludzkie jako przejaw aktywności społecznej obejmuje trzy podstawowe rodzaje czynności: poznawcze, decyzyjne i wykonawcze, skierowane na: zdobycie orientacji w otoczeniu, powzięcie decyzji o działaniu i realizację decyzji. Czynności te są wzajemnie ze sobą powiązane i stanowią najogólniejszy model każdego zorganizowanego działania.

Rozpatrując proces decyzyjny można w jego zamkniętym cyklu (w przypadku gry dla każdej z walczących stron) wyróżnić cztery podstawowe procesy przedstawione na rys. 1. Są to następujące procesy:

- wypracowanie decyzji;
- powzięcia decyzji;
- realizacji decyzji;
- kontroli stanu realizacji decyzji.

Zakłada się, że procesy realizacji decyzji i kontroli stanu jego realizacji będą zautomatyzowane i wykonywane przez komputer, który wykorzystuje w tym celu symulacyjny, dwustronny dynamiczny w czasie operacyjnym model walki zbrojnej.

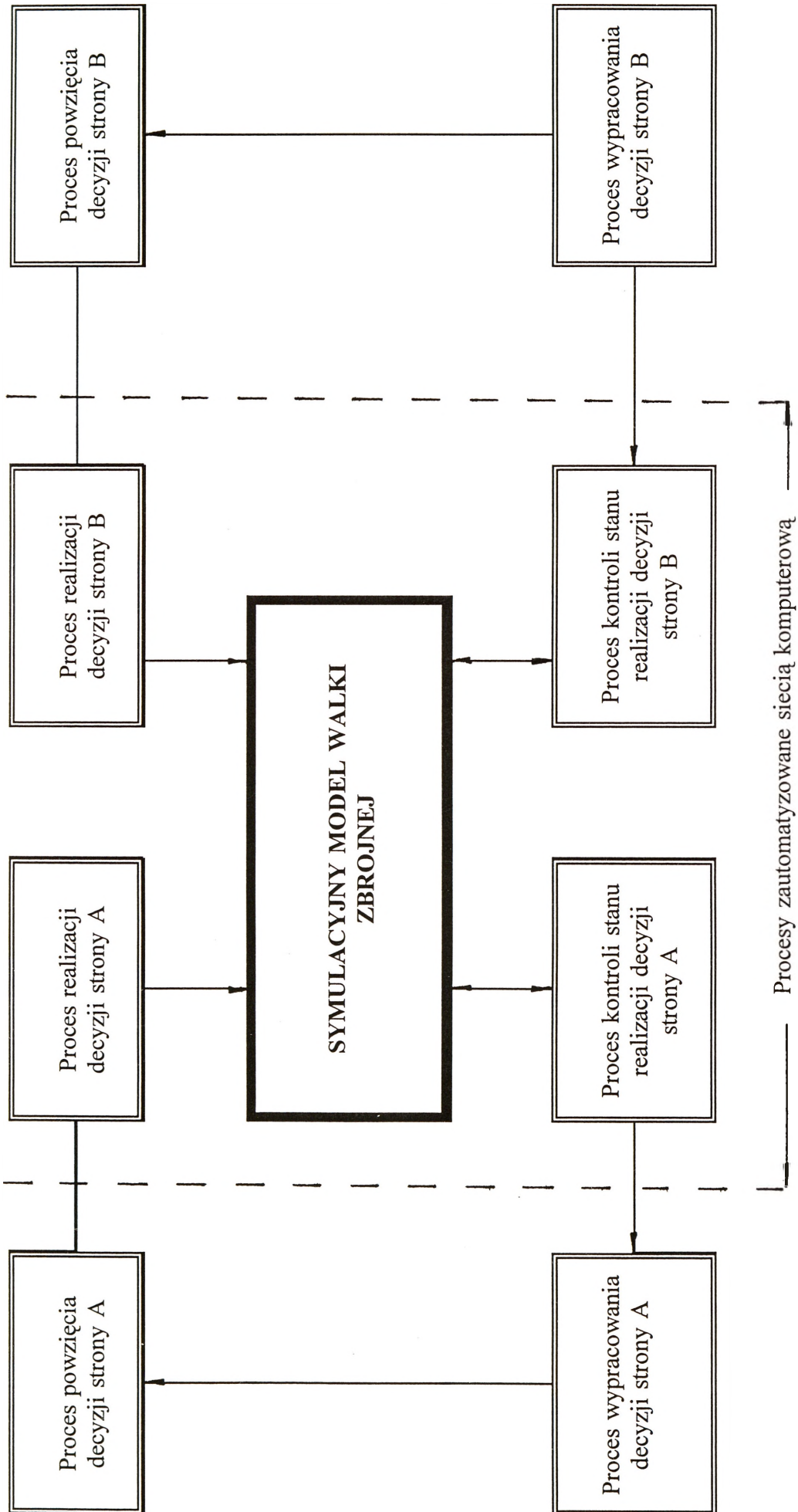
Proces wypracowania decyzji odbywać się będzie w zmodyfikowany sposób tradycyjny, uwzględniający niezbędne wymogi komputeryzacji.

Proces wypracowania kolejnej decyzji przez dowódcę może być w przyszłości wspomagany przez system ekspertowy osadzony na lokalnym mikrokomputerze.

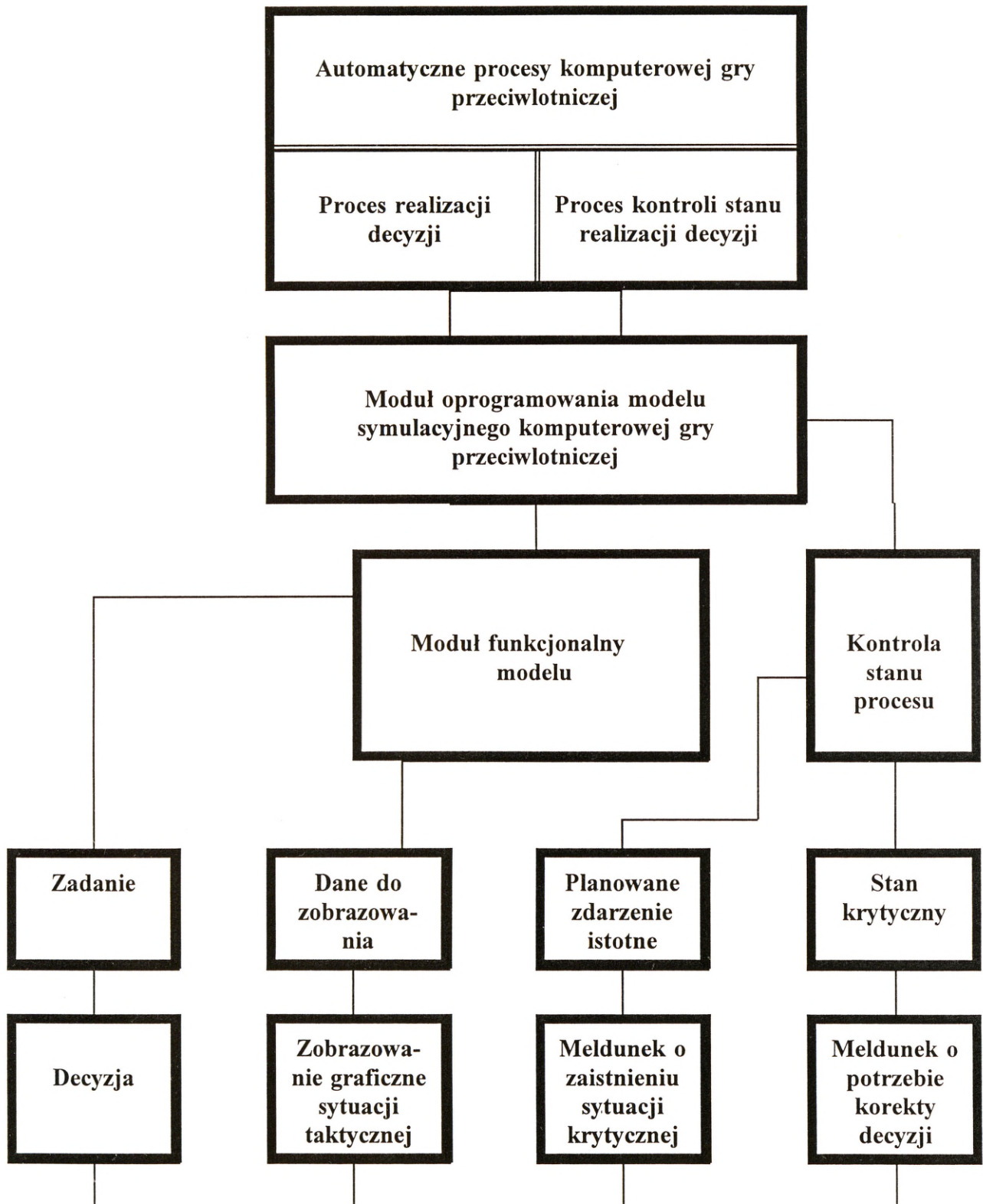
Proces podjęcia decyzji jest w założeniach autorów procesem niezautomatyzowanym realizowanym przez uczestników KGPlot (dowódców pododdziałów i oddziałów rodzajów wojsk obrony powietrznej).

Decyzje powzięte przez poszczególnych użytkowników będą w sformalizowany sposób wprowadzane przez te ćwiczące osoby do komputera.

Struktura zautomatyzowanych symulacyjnych procesów realizacji decyzji i kontroli stanu jej realizacji w modelu przedstawiona jest na rys. 2



Rys.1. Współbieżne cykle procesu decyzyjnego walczących stron w komputerowej grze przeciwlotniczej



Rys. 2. Struktura zautomatyzowanych procesów decyzyjnych w komputerowej grze przeciwlotniczej

Rysunek ten ukazuje kolejne szczeble w hierarchii przejścia od decyzja proces komputerowej gry wojennej.

Widzimy, że zadania bojowe będą realizowane przez odpowiednie moduły funkcjonalne symulujące działania bojowe elementów modelu (pododdziałów, oddziałów rodzajów wojsk).

Technologia przetwarzania informacji w ramach komputerowej gry przeciwlotniczej obejmuje trzy zasadnicze fazy:

1. przygotowania "bazy danych" o wojskach własnych i nieprzyjacielu;
2. przygotowanie "scenariuszy" działań bojowych wojsk własnych i nieprzyjaciela;
3. prowadzenie eksperymentu symulacyjnego.

W fazie przygotowania "bazy danych" o wojskach własnych i nieprzyjacielu zakłada się zbiory danych stałych modelu. Baza danych stałych modelu zakładana jest na początku jego eksploatacji użytkowej a następnie jest tylko aktualizowana w przypadku zmian danych, co powinno mieć miejsce niezwykle rzadko.

W fazie przygotowywania "scenariuszy działań bojowych" wojsk własnych i nieprzyjaciela wprowadzane są przez użytkowników (decydentów) decyzje odnośnie sposobu użycia poszczególnych rodzajów wojsk biorących udział w eksperymencie (symulowanych działaniach bojowych).

Po wprowadzeniu wszystkich zadań bojowych jakie mają wykonać pododdziały i oddziały rodzajów wojsk własnych i nieprzyjaciela biorące udział w eksperymencie następuje faza realizacji eksperymentu symulacyjnego w ramach KGPlot.

Faza realizacji eksperymentu symulacyjnego stanowi istotę funkcjonowania modelu.

Realizacja tej fazy polega na przetwarzaniu programów i podprogramów komputerowych odwzorowujących działania bojowe pododdziałów i oddziałów rodzajów wojsk biorących udział w eksperymencie oraz całej sfery informacyjnej pozwalającej m. in. na bieżące sterowanie przebiegiem symulacji.

Faza realizacji eksperymentu jest reżyserią – inaczej mówiąc wykonaniem – opracowanego, w poprzedniej fazie, "scenariusza działania wojsk własnych oraz nieprzyjaciela.

W czasie jej trwania ożywiane są elementy modelu wraz z ich funkcjami i zadaniami.

Symulacja procesu walki prowadzonej przez wojska Obrony Powietrznej wykonywana jest metodą występowania w czasie zdarzeń istotnych. Fazę tę określałyby okresy czasowe od poprzedniego do następnego zdarzenia istotnego odtwarzanego procesu symulacyjnego. Każdy taki okres czasu tworzy cykl, który charakteryzuje się ciągiem następujących czynności:

- a) Uruchomienie na mikrokomputerze głównym modelu symulującego działania bojowe (walkę) rodzajów wojsk OP. Proces ten realizują moduły funkcjonalne odwzorowujące działania bojowe poszczególnych rodzajów wojsk OP zarówno własnych jak i nieprzyjaciela, pracujące pod kontrolą programu zarządzającego KGPlot. W wyniku realizacji jednego cyklu procesu symulacyjnego może powstać zbiór komunikatów i meldunków okresowych;
- b) W zbiorze komunikatów i meldunków przeprowadzić należy selekcję informacji ze względu na walczącą stronę i rodzaj decydenta, tworząc odpowiednie zbiory informacji wyjściowej dla poszczególnych użytkowników;
- c) Użytkownicy otrzymują komunikaty o stanie krytycznym podległych im jednostek mają możliwość zmiany (korekty) decyzji w ramach już realizowanego zadania, bądź postawienia nowych zadań, bądź też kontynuowanie zadania pomimo zaistniałych faktów.
Zaktualizowane decyzje tworzą zbiory informacji wyjściowej poszczególnych użytkowników.
- d) Na podstawie informacji zawartej w zbiorach wyjściowych użytkowników dokonuje się aktualizacja zbiorów roboczych "scenariusze działań bojowych" wojsk własnych i przeciwnika.
- e) W zależności od cyklu czasowego dokonuje się wyprowadzenie "meldunków okresowych" lub zobrazowania sytuacji taktycznej.

Po zrealizowaniu powyższych czynności "program zarządzający ma możliwość uruchomienia kolejnego cyklu technologicznego związanego z okresem symulacji działań bojowych.

Zakłada się, że dialog użytkownika z komputerem w zakresie aktualizacji zadań (decyzji), prowadzony będzie w czasie realizacji przez mikrokomputer główny wszystkich uprzednio wymienionych zadań.

Istotnym zagadnieniem tej fazy będzie minimalizacja informacji decyzyjnych w ramach poszczególnych zadań.

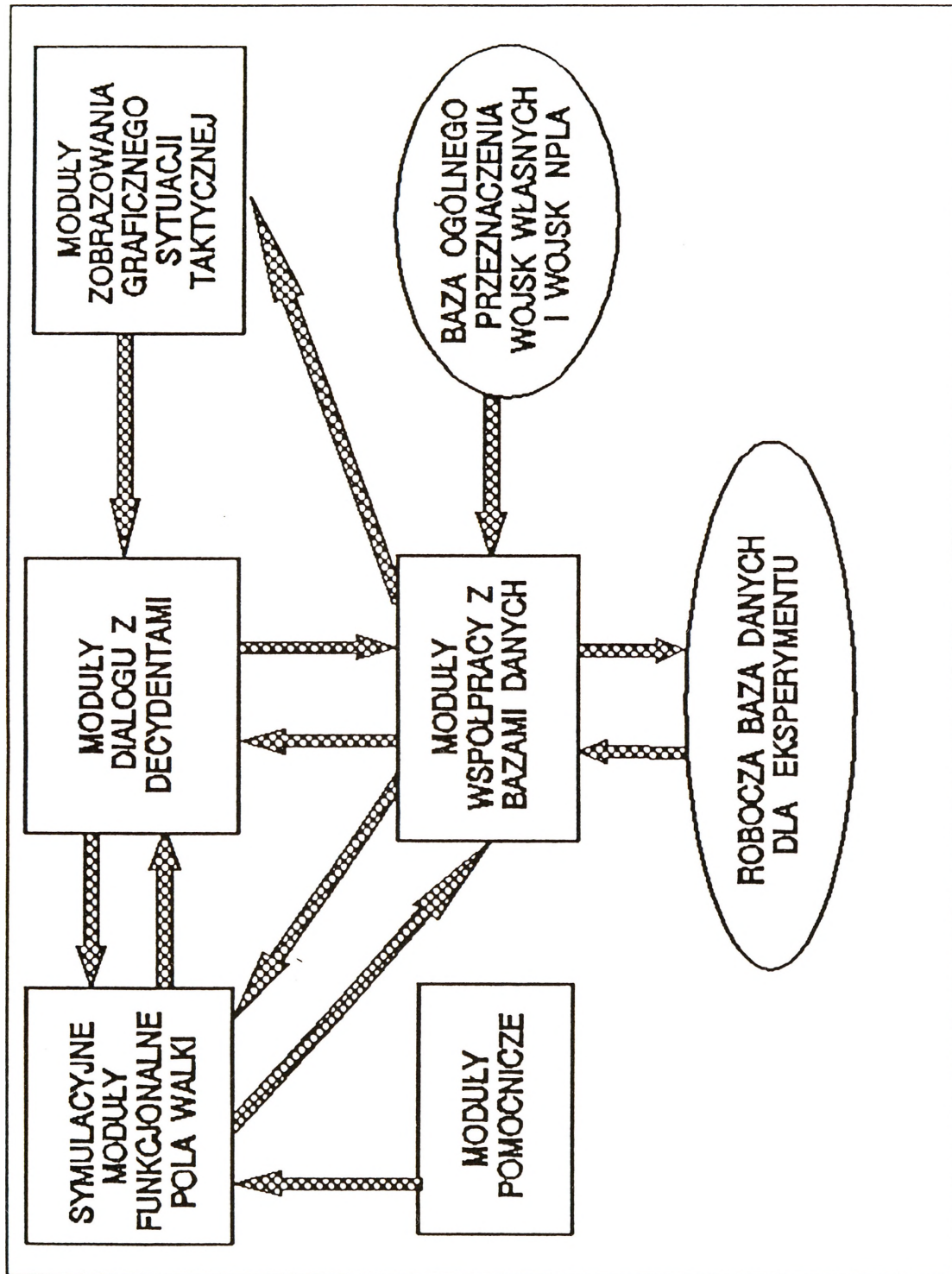
Z powyższych rozważań wynika, że zadania bojowe realizowane (symulowane) będą przez odpowiednie programy bądź podprogramy komputerowe.

Programy komputerowe symulujące działania bojowe poszczególnych rodzajów wojsk tworzących elementy funkcjonalne modelu symulacyjnego gry tworzą główne oprogramowanie modelu gry.

Ponadto na całość oprogramowania modelu gry składa się:

- oprogramowanie graficznego zobrazowania sytuacji taktycznej;
- oprogramowanie współpracy z "bazami danych";
- programy dialogu z użytkownikami (decydentami poszczególnych rodzajów wojsk);
- programy i procedury pomocnicze (np: określania strat, aktualizacji położenia itp.).

Na rysunku 3 przedstawiona została struktura oprogramowania modelu symulacyjnego komputerowej gry przeciwlotniczej, tj. powiązań pomiędzy modułami funkcjonalnymi a ogólną "bazą danych o wojskach własnych i przeciwnku" oraz "robotyczną bazą danych - zawierającą tzw. scenariusze działań bojowych poszczególnych rodzajów wojsk odwzorowywanych w modelu gry", która jest tworzona na podstawie decyzji uczestników eksperymentu symulacyjnego o użyciu poszczególnych rodzajów wojsk.



Rys. 3. Struktura oprogramowania modelu symulacyjnego KGPlot

4. MODEL KOMPUTEROWEJ GRY PRZECIWLOTNICZEJ

Przedmiotem symulacyjnego modelu komputerowej gry przeciwlotniczej są działania bojowe wojsk obrony przeciwlotniczej oraz lotnictwa. Model odwzorowuje działania bojowe zarówno wojsk własnych jak i umownego przeciwnika. Realizowane są procesy:

- rozpoznania;
- ruchu (zmiany położenia);
- zakłócania;
- rażenia od różnych środków walki;
- zabezpieczenia działań bojowych.

Uwzględniony jest także wpływ warunków terenowych na działania bojowe – szczególnie wojsk OPL.

Model komputerowej gry przeciwlotniczej ma charakter dwustronnej gry. Jest wieloszczeblowy ze względu na strukturę organizacyjną wojsk, dynamiczny w czasie, symulacyjny w konstrukcji modelu i prowadzeniu eksperymentu, interakcyjny w sposobie informowania użytkowników gry jak i wpływaniu przez nich na przebieg symulowanych procesów działań bojowych.

Ze względu na swój obszar zastosowań jest modelem dydaktycznym.

W zakresie wymagań systemowym przyjęto zasadę obiektywności rezultatów modelowania.

Zapewniono odpowiednią czułość, poglądowość (Komputerowa mapa terenu – KMT) i otwartość modelu.

W zakresie konstrukcji modelu zastosowano strukturę modułarną budując autonomiczne submodele odwzorowujące procesy działań bojowych danego rodzaju wojsk.

Do konstrukcji modelu symulacyjnego zastosowano szeroko rozumianą metodą modelowania, na którą składają się trzy zasadnicze etapy:

- budowy modelu;
- weryfikacji modelu;
- prowadzenia badań (ćwiczeń, szkolenia) na modelu.

Model symulacyjny KGPlot posiada uniwersalny charakter.

Uniwersalność ta wyraża się wykorzystaniem modelu do symulowania działań

bojowych wojsk OP i lotnictwa we wzajemnych uwarunkowaniach (zależnościach), jak również wybranych rodzajów tych wojsk.

Możliwe jest także symulowanie wybranych etapów i faz różnego rodzaju działań bojowych.

4.1. Struktura organizacyjno-funkcjonalna modelu symulacyjnego KGPlot.

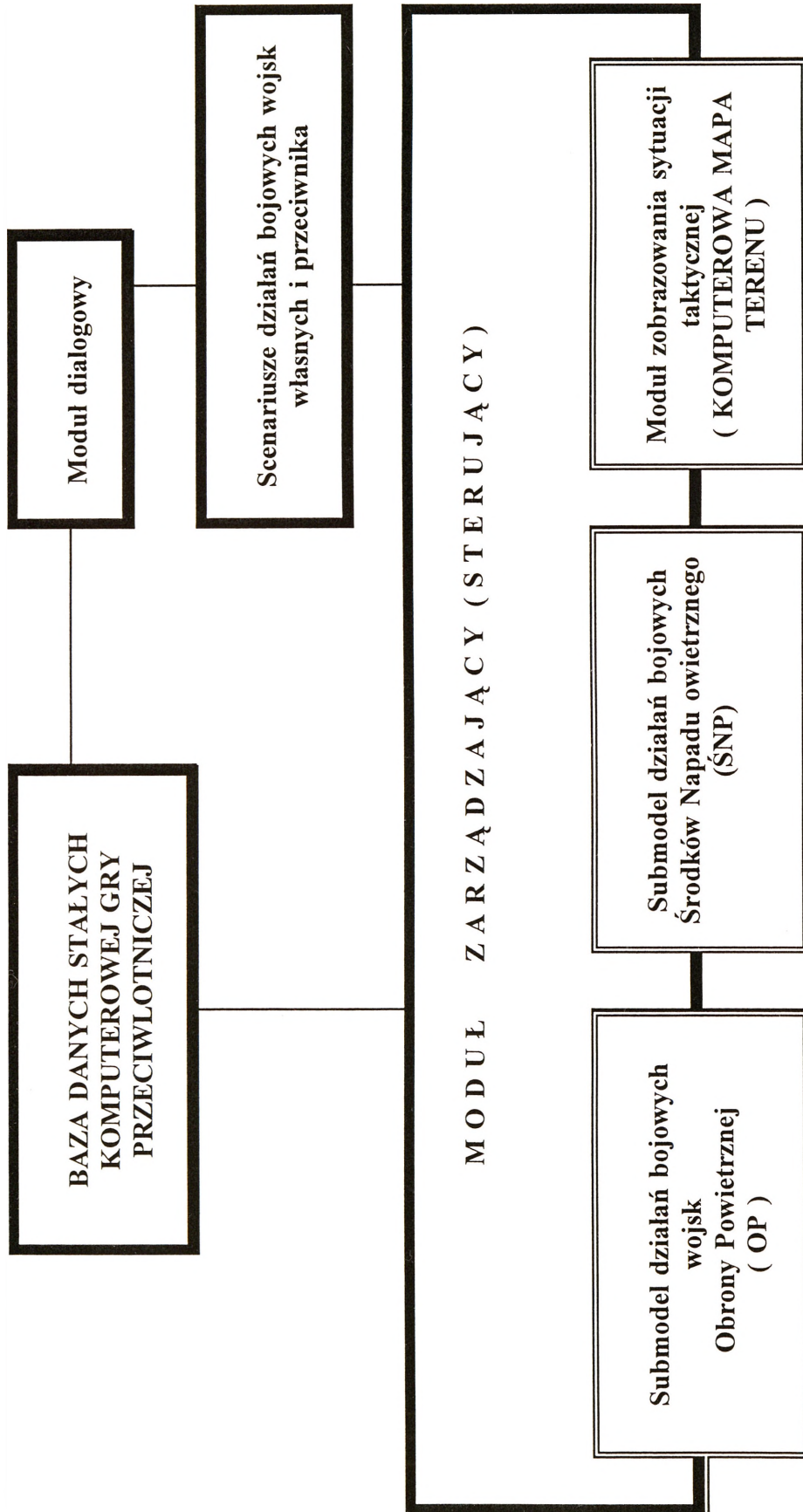
Model symulacyjny komputerowej gry przeciwlotniczej (KGPlot) ma budowę modułową.

Strukturą modelu symulacyjnego KGPlot przedstawiono na rys. 4.

Model symulacyjny komputerowej gry przeciwlotniczej składa się z następujących głównych submodeli:

- submodelu działań bojowych wojsk Obrony Powietrznej;
- submodelu działań bojowych lotnictwa (ŚNP);
- modułu zobrazowania sytuacji taktycznej z wykorzystaniem komputerowej mapy terenu.

Każdy z submodeli składa się z modułów funkcjonalnych, których charakterystyka i funkcje zostaną przedstawione w dalszej części niniejszej pracy.



Rys.4. Struktura funkcjonalna KOMPUTEROWEJ GRY PRZECIWLOTNICZEJ (KGPlot)

4.1.1. Moduł sterujący działaniem KGPlot.

Moduł sterujący (zarządzający) realizuje sterowanie procesem symulacji w komputerowej grze przeciwlotniczej na poziomie podprogramów odwzorowujących działania bojowe elementów (rodzajów wojsk) odwzorowywanych w grze.

Moduł ten realizuje następujące funkcje:

- a) - wywołuje poszczególne moduły funkcjonalne poprzez wywołanie odpowiednich podprogramów symulacyjnych;
- b) - ustala kolejność wywołania odpowiednich podprogramów;
- c) - wyznacza kwant czasu po upływie, którego nastąpić powinna zmiana stanu symulowanego systemu działań;
- d) - dokonuje aktualizacji zbiorów roboczych ("scenariusza działania wojsk" o nowe decyzje użytkowników po każdym kwancie czasu obsługi zdarzenia istotnego;
- e) - realizuje przesyłanie komunikatów pomiędzy modułami funkcjonalnymi modelu symulacyjnego gry.

4.1.2. Symulacyjne moduły funkcjonalne modelu komputerowej gry przeciwlotniczej.

W tej części opracowania zostanie przedstawiona ogólna charakterystyka poszczególnych modułów funkcjonalnych stanowiących główną część KGPlot.

Zadaniem modułów funkcjonalnych modelu jest symulacja procesów walki zachodzących pomiędzy wojskami obrony powietrznej (OP) a lotnictwem.

Jest to praktyczny weryfikator podjętych decyzji co do użycia poszczególnych rodzajów wojsk w celu wykonania postawionego zadania bojowego.

Procesy zachodzące w poszczególnych modułach funkcjonalnych są najistotniejszymi pod względem praktycznej przydatności konstruowanej gry.

Zasadniczymi modułami modelu symulacyjnego komputerowej gry przeciwlotniczej są:

- a) dla wojsk obrony powietrznej:

- moduł rozpoznania OP;
 - moduł WRE;
 - moduł rażenia środków OP (ogniowy);
 - moduł dynamiki OP;
- b) dla środków napadu powietrznego (ŚNP):
- moduł rozpoznania ŚNP;
 - moduł WRE ŚNP;
 - moduł ogniowy ŚNP;
 - moduł dynamiki ŚNP.

Identyczna struktura zasadniczych modułów funkcjonalnych modelu symulacyjnego KGPlot funkcjonalnych modelu symulacyjnego KGPlot jest dla strony A i B. W dalszej części pracy zostaną scharakteryzowane poszczególne moduły funkcjonalne modelu symulacyjnego KGPlot.

4.1.2.1. Moduł rozpoznania obrony powietrznej (OP)

4.1.2.1.1. Przeznaczenie.

Moduł rozpoznania OP symuluje procesy prowadzenia rozpoznania przez wojska obrony powietrznej (OP) – zdobywanie, przetwarzanie i dystrybucja informacji o działaniach rozpoznawanych obiektów ŚNP strony przeciwnej.

4.1.2.1.2. Rola i miejsce modułu w modelu

Jest jednym z najważniejszych modułów w grze, tak po stronie A, jak i B. Bez informacji o rozpoznawanych obiektach - własnych i przeciwnika - nie mogą funkcjonować moduły, głównie:

- rażenia OP;
- dynamiki OP;
- WRE OP.

To informacje z modułu rozpoznania inicjują pracę uprzednio wymienionych modułów i warunkują w znacznym stopniu ich funkcjonowanie. Od jakości, liczby i czasu dostarczanych informacji zależy sposób i możliwości prowadzenia działań przez aktywne siły OP - moduły rażenia WR i LM oraz WRE), wprowadzania sił w wyższe stopnie gotowości bojowej.

4.1.1.2.3. Funkcjonowanie modułu rozpoznania w czasie prowadzenia działań bojowych

Moduł rozpoznania, w porównaniu do innych modułów, funkcjonuje (już w czasie pokoju) w sposób ciągły. W grze oznacza to, że część sił rozpoznania jest w gotowości bojowej nr 1 (stacje radiolokacyjne, urządzenia odbiorcze, namierzania i rozpoznania systemów radiolokacyjnych, środki przetwarzania informacji i jej przekazywania są włączone).

Podsystem rozpoznania ma stworzoną określoną (zależną od liczby posterunków rozpoznania) strefę rozpoznania radiolokacyjnego i radioelektronicznego, charakteryzującą się takimi parametrami jak:

- zasięg rozpoznania radiolokacyjnego i radioelektronicznego z poszczególnych posterunków;
- dolna i górna granica strefy rozpoznania radiolokacyjnego;
- dolna granica strefy rozpoznania radioelektronicznego UKF;
- szerokość i głębokość tych stref.

W funkcjonowaniu bloku rozpoznania stan taki oznacza, że nie trzeba uwzględnić czasu potrzebnego na (włączenie stacji), wprowadzenia gotowości bojowej nr 1 dla tej części sił rozpoznania.

Następnym krokiem w funkcjonowaniu podsystemu rozpoznania jest włączenie kolejnych zgodnie z decyzją ćwiczących środków (posterunków) rozpoznania radiolokacyjnego i radioelektronicznego.

W bloku rozpoznania oznacza to potrzebę otrzymania (dopływu) informacji z modułu dynamiki o liczbie włączonych zgodnie z decyzją ćwiczących stron (A i B) posterunków (stanowisk) rozpoznania, a tym samym zmianie możliwości podsystemu rozpoznania:

- parametrów strefy rozpoznania;
- jakości informacji.

Zadaniem podsystemu rozpoznania OP jest ciągle dostarczanie (udostępnianie) decydom systemu OP terminowej, dokładnej i wiarygodnej informacji o działaniach rozpoznawanych obiektów (sił powietrznych strony przeciwnej, jej ŚNP oraz własnych obiektów powietrznych).

Zadanie to podsystem rozpoznania realizuje wypełniając funkcje:

- dowodzenia siłami rozpoznania;
- zdobywania informacji o rozpoznawanych obiektach (poszukiwanie, wykrywanie, śledzenie, lokalizowanie (namierzanie));
- opracowania (przetwarzania) informacji (rejestrwanie, analizowania, uzupełnianie, porównywanie, selekcjonowanie i grupowanie informacji (danych rozpoznawczych));
- określanie charakterystyki rozpoznawanych obiektów (parametrów lotu, (sygnałów), przynależności państwowej, rodzaju działalności);
- dystrybucji informacji, przekazywania - meldowania wewnątrz podsystemu rozpoznania, dostarczania lub udostępniania informacji użytkownikom - decydom systemu OP.

4.1.1.2.4. Zdobywanie informacji

Wykrywanie rozpoznawanych obiektów w bloku rozpoznania powinno być poprzedzone sprawdzeniem, czy z bloku dynamiki ŚNP napływają informacje o pracy środków radioelektronicznych rozpoznawanych obiektów i ich położeniu oraz czy środki te znajdują się w strefach rozpoznania radioelektronicznego. Jeżeli oba zdarzenia występują należy przyjąć, że obiekt został wykryty przez środki rozpoznania radioelektronicznego. W następnej kolejności należy sprawdzić czy z modułu WRE ŚNP są informacje o włączeniu zakłóceń aktywnych szumowych przez rozpoznawane obiekty ich mocy i intensywności. Jeżeli tak, to do modułu dynamiki OP musi dotrzeć informacja o tym fakcie, w wyniku czego możliwości sił rozpoznania radiolokacyjnego w rejonie lub sektorze gdzie stosowane są zakłócenia muszą ulec zmniejszeniu, głównie możliwości przestrzenne.

Wykrycie rozpoznawanych obiektów przez siły rozpoznania radiolokacyjnego będzie polegało na porównaniu informacji o położeniu (wg współrzędnych biegunowych lub płaskich) ŚNP lub własnych obiektów powietrznych napływających z modułu dynamiki ŚNP

lub modułu dynamiki OP z możliwościami przestrzennymi sił rozpoznania radiolokacyjnego. Jeżeli rozpoznawane obiekty znajdują się w strefie rozpoznania radiolokacyjnego należy je uznać za wykryte.

Śledzenie wykrytych obiektów będzie polegało na ciągłym sprawdzaniu czy z modułów dynamiki ŚNP lub dynamiki OP napływa informacja o położeniu rozpoznawanych obiektów (pracy ich środków radioelektronicznych) i porównywaniu ich z możliwościami przestrzennymi sił rozpoznania. Jeżeli tak, to obiekt jest śledzony w sposób ciągły.

Lokalizacja obiektów będzie polegała na przyjęciu za miejsce znajdowania się obiektu informacji o położeniu napływającej z modułu dynamiki środków OP lub dynamiki OP.

4.1.1.2.5. Opracowanie informacji

Opracowanie informacji w bloku rozpoznania ograniczy się do określenia wybranych parametrów charakterystyki rozpoznawanych obiektów:

- a) parametrów pracy środków radioelektronicznych tych obiektów (częstotliwości emitowanych sygnałów, rodzaju emisji) - z modułu dynamiki ŚNP, pod warunkiem, że z tego modułu wpłynęła wcześniej informacja o pracy środków radioelektronicznych rozpoznawanych obiektów;
- b) przynależność państwową "swoj - obcy" - porównując, z którego bloku wpłynęła informacja o rozpoznawanym obiekcie - modułu dynamiki OP (obiekt własny) czy modułu dynamiki ŚNP (obiekt obcy);
- c) skład rozpoznawanego obiektu - poprzez porównanie informacji z modułu dynamiki ŚNP lub OP o liczbie samolotów i ich ugrupowaniu (odstępach i odległościach) z możliwościami środków rozpoznania radiolokacyjnego zakresie rozróżnialności w azymucie i odległości.

Jeżeli rozróżnialność stacji radiolokacyjnych będzie większa od odstępów i odległości w ugrupowaniu rozpoznawanych obiektów, wówczas należy przyjąć, że moduł rozpoznania nie określił składu obiektu (wykrył jeden obiekt powietrzny);

- d) wysokość lotu rozpoznawanego obiektu - z bloku dynamiki ŚNP lub OP.

Jeżeli obiekt został wykryty, czyli znalazł się w strefie rozpoznania radiolokacyjnego, to należy przyjąć, że została określona jego wysokość.

Jeżeli obiekt wykryły środki rozpoznania radioelektronicznego nie ma możliwości określenia wysokości lotu tego obiektu;

- e) przeznaczenie taktyczne rozpoznawanych obiektów - poprzez porównanie informacji z modułów dynamiki ŚNP lub OP.

Jeżeli informacja pochodzi z modułu dynamiki OP to jest to obiekt własny - LM lub LMB. Natomiast w przypadku gdy informacja pochodzi z modułu dynamiki ŚNP należy porównać dane o:

- składzie obiektu;
- wysokości lotu;
- prędkości lotu;
- skutecznej powierzchni odbicia.

Jeżeli obiekt wykonuje zadania na małych wysokościach z prędkością do 800 km/h i jego skład jest większy od czterech samolotów o SPO większy od 1 m₂, można przyjąć że jest to grupa uderzeniowa.

Gdy obiekt wykonuje lot na wysokościach od 1000 - 1500 m z prędkością powyżej 900 km/h w składzie do 4 samolotów o SPO do 1 m₂, to jest to prawdopodobnie grupa osłony.

Gdy obiekt wykonuje zadanie na wysokości 5000 - 6000 m w składzie 1-2 samolotów o SPO powyżej 10 m₂ z prędkością do 600 km/h i emituje zakłócenia radioelektroniczne to jest to prawdopodobnie wyspecjalizowany samolot WRE. Informacja o tym obiekcie powinna pochodzić z modułu WRE ŚNP.

W przypadku gdy obiekt wykonuje lot na wysokości 8-9 tys. m w składzie jednego samolotu o SPO powyżej 10 m₂ z prędkością 500 - 600 km/h, to jest to prawdopodobnie samolot wczesnego wykrywania i naprowadzania.

4.1.1.2.6. Dystrybucja informacji

W module rozpoznania proces dystrybucji informacji należałoby ograniczyć do dostarczania (udostępniania) informacji użytkownikom - decydom aktywnych środków walki OP (LM, WR, WRe). Podsystem rozpoznania dostarcza użytkownikom informacje dowodzenia i informację bojową. Należy założyć, że wszystkie informacje uzyskane przez siły rozpoznania radioelektronicznego oraz informacje z rozpoznania radiolokacyjnego

o działaniach obiektów na dalekich podejściach do obiektów obrony są informacjami dowodzenia - umożliwiające doprowadzenie sił OP do odpowiedniego stopnia gotowości bojowej. Natomiast informacje z rozpoznania radiolokacyjnego służące naprowadzaniu LM i wskazywaniu celów WR i pododdziałom ZRe są informacjami bojowymi.

Informacja dowodzenia wychodząca z modułu rozpoznania i dostarczana do modułu rażenia OP może zawierać tylko dane o przynależności państwowej rozpoznawanego obiektu (obcy) i rejonie jego znajdowania się. Natomiast informacja bojowa, dostarczana do modułu rażenia OP, musi zawierać dane conajmniej o:

- dokładnym położeniu rozpoznawanych obiektów (ŚNP i obiektów własnych) we współrzędnych biegunowych lub płaskich (x, y);
- wysokości lotu rozpoznawanych obiektów;
- prędkości lotu rozpoznawanych obiektów;
- składzie grupy;

a dla pododdziałów ZRe dane o:

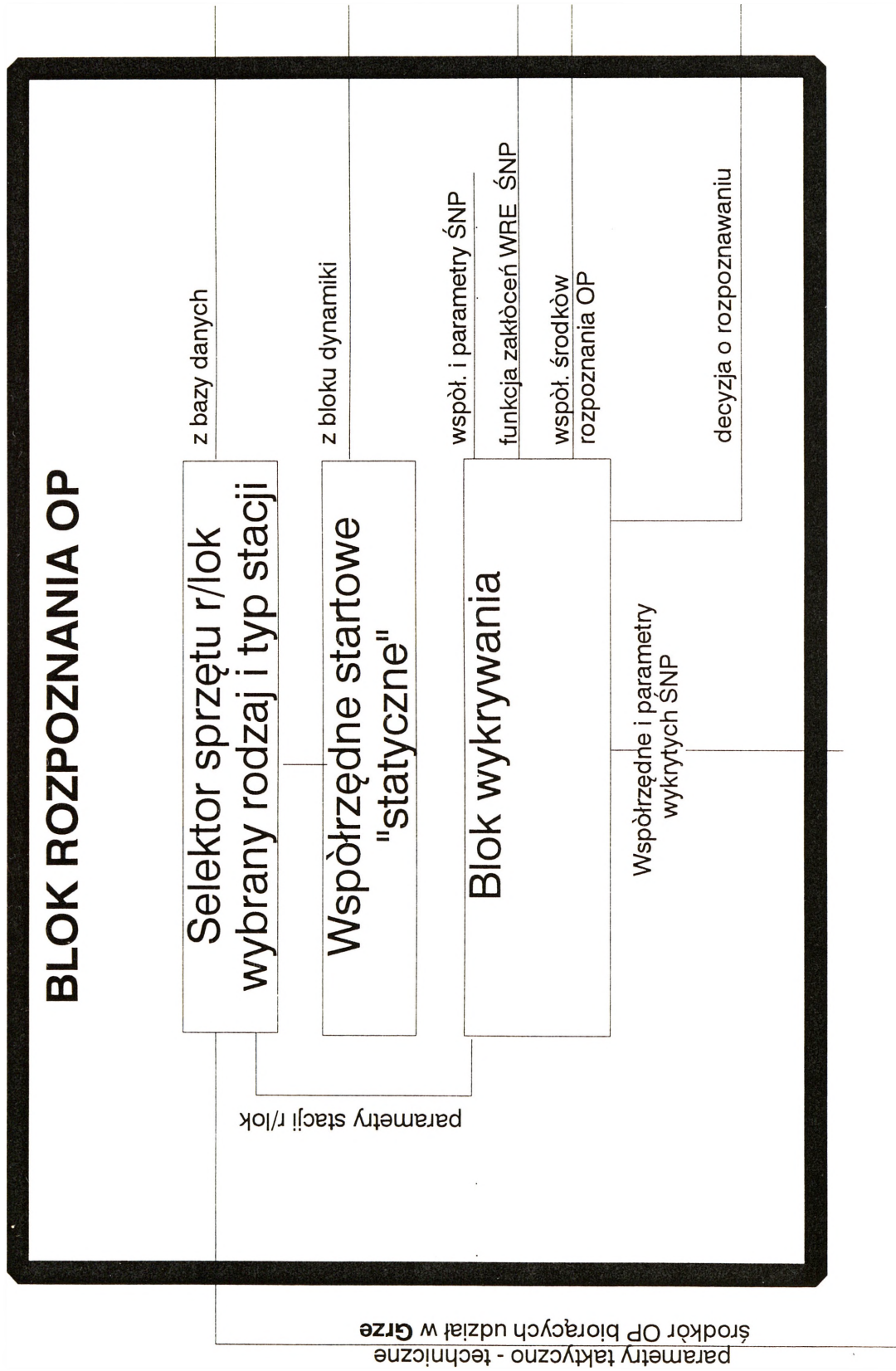
- położeniu i częstotliwości pracy rozpoznawanych środków radioelektronicznych.

4.1.1.2.7. Dowodzenie

Dowodzenie siłami rozpoznania w module rozpoznania ogranicza się do przekazywania komend do modułu dynamiki OP, dotyczących włączania i wyłączenia określonej decyzją ćwiczących liczby środków rozpoznania radiolokacyjnego i radioelektronicznego (wprowadzania dla tych sił stopni gotowości bojowej 1, 2 lub 3) oraz manewru środkami rozpoznania z odwodu celem odtworzenia strefy rozpoznania. Konsekwencją tych decyzji jest zwiększenie lub zmniejszenie możliwości podsystemu rozpoznania, głównie jego parametrów przestrzennych i ilościowych.

Liczba włączonych środków rozpoznania będzie zależała od rozwoju sytuacji taktycznej lub operacyjno - taktycznej (natężenia działań ŚNP przeciwnika). Manewr środkami rozpoznania w czasie działań bojowych będzie najczęściej wymuszony poniesionymi stratami w walce. Będzie polegał na odtworzeniu strefy rozpoznania środkami rozpoznania z odwodu. Realizacja manewru środkami w module rozpoznania będzie polegała na przekazaniu polecenia do modułu dynamiki OP, z którego informacja zwrotna po sprawdzeniu stanu sił w odwodzie i uwzględnieniu czasu potrzebnego na manewr dotrze do modułu rozpoznania.

4.1.1.2.8. Schemat blokowy modułu



Legenda do schematu blokowego

1. Zakłócenia radioelektroniczne aktywne szumowe - ich moc, częstotliwość i natężenie oraz czas emitowania.
2. Informacje o ŚNP lub własnych obiektach powietrznych - położenie (x, y, k), skład, odstępy, odległości, SPO, prędkość.
3. Informacje o pracy środków radioelektronicznych strony przeciwnej - częstotliwość, położenie, intensywność, czas, rodzaj emisji, liczba.
4. Informacja o tych ŚNP lub obiektach własnych, które znalazły się w strefie rozpoznania radiolokacyjnego - położenie (x, y, k), skład, ugrupowanie, prędkość, przynależność państwowa.
5. Informacje o pracy środków radioelektronicznych tych ŚNP, które znajdują się w strefie rozpoznania radioelektronicznego - częstotliwość (długość fali) rodzaj emisji, intensywność pracy, położenie, liczba.
6. Informacje o rozpoznawanych obiektach (ŚNP i własnych) - położenie (x, y, k), skład, przynależność państwowa, charakterystyka pracy środków radioelektronicznych, jeżeli pracują (jak wyżej), przeznaczenie taktyczne lub operacyjno - taktyczne.
7. Informacja dowodzenia - przynależność państwowa i rejon działania rozpoznawanego obiektu, czas wykrycia.
- 7a. Informacja bojowa - terminowa, dokładna, ciągła - o położeniu rozpoznawanego obiektu (x, y, k), składzie, przynależności, przeznaczeniu taktycznym (dla LM i WR), a dla pododdziałów ZRe dodatkowo częstotliwości pracy środków radioelektronicznych ŚNP i własnych samolotów LM.
8. Wymagania bloku rażenia OP co do jakości informacji z bloku rozpoznania w zakresie terminowości, dokładności, ciągłości, liczby.
9. Aktualne możliwości bojowe sił rozpoznania i ich stan.
10. Zarządzenia o włączeniu lub wyłączeniu sił rozpoznania lub ich manewrze.

4.1.1.2.9. Współpraca z innymi modułami

Blok rozpoznania bezpośrednio współpracuje z modułami dynamiki ŚNP, dynamiki OP i rażenia OP.

Współpraca z modułem dynamiki ŚNP polega na dopływie z tego modułu informacji o działaniach środków napadu powietrznego i ich środkach radioelektronicznych z modułem dynamiki OP moduł rozpoznania współpracuje dwukierunkowo. Do modułu rozpoznania napływają informacja o działaniach własnych obiektów powietrznych i aktualnym stanie oraz możliwościach sił rozpoznania. Z bloku rozpoznania do bloku dynamiki OP kierowane są zarządzenia (komendy) dotyczące włączenia i wyłączenia środków rozpoznania oraz ich manewrze w ramach odtworzenia strefy rozpoznania w czasie walki.

Również współpraca modułu rozpoznania z modułem rażenia OP jest dwukierunkowa. Do bloku rozpoznania kierowane są wymagania (potrzeby) co do informacji z rozpoznania, zaś z bloku rozpoznania dostarczane są informacje o takich parametrach, na jakie pozwalają możliwości bojowe podsystemu rozpoznania.

Porównanie wymagań z możliwościami pozwala określić czy działania podsystemu rozpoznania są skuteczne i na ile. Niedostateczna informacja obniża możliwości modułu rażenia.

Pośredni wpływ na moduł rozpoznania mają moduły WRE ŚNP i mapy terenu. Moduły te bezpośrednio współpracują z modułem dynamiki OP. Dane z tych modułów wpływają na możliwości sił rozpoznania.

4.1.1.2.10. Elementy decyzyjne

W module rozpoznania elementami decyzyjnymi będą zarządzenia (komendy) o liczbie aktualnie pracujących środków rozpoznania i ich aktualnym położeniu (ewentualnym manewrze), które będą kierowane do modułu dynamiki OP.

4.1.1.2.11. Dane wejściowe i wyjściowe

Dane wejściowe stałe:

- stan czynnych środków rozpoznania w momencie rozpoczęcia gry, ich możliwości bojowe - z modułu dynamiki OP.

Dane wejściowe zmienne:

- aktualna w danym momencie liczba środków rozpoznania i ich możliwości bojowe - z modułu dynamiki OP;
- dane o działaniach własnych obiektów powietrznych - z modułu dynamiki OP;
- dane o działaniach ŚNP i ich środkach radioelektronicznych - z modułu ŚNP;
- wymagania (potrzeby) informacyjne - z modułu rażenia OP.

Dane wyjściowe:

- informacja bojowa i informacja dowodzenia przekazywane do modułu rażenia OP.

4.1.1.3. Moduł WRE OP

4.1.1.3.1. Ogólna charakterystyka bloku

Zasadniczym celem WRE w OP jest obezwładnianie radioelektroniczne pracy urządzeń radioelektronicznych przeciwnika w celu dezorganizacji jego systemów kierowania środkami rażenia, rozpoznania i dowodzenia. Zadanie to wykonują specjalne pododdziały zakłóceń radioelektronicznych, przeznaczone do organizacji radioelektronicznej osłony wojsk i obiektów specjalnych przed rozpoznaniem i rażeniem z powietrza.

Moduł WRE OP powinien określać na ile środki zakłóceń radioelektronicznych zapewniają osłonę poszczególnych obiektów OP i jaki to będzie miało wpływ na zmniejszenie prawdopodobieństwa ich porażenia przez ŚNP strony przeciwnej.

Wartość liczbowa zmniejszenia prawdopodobieństwa porażenia obiektu $OP_{WRE\ OP}$ powinna być przekazana do modułu rażenia ŚNP, gdzie powinna być uwzględniana przy określaniu rezultatów działań ŚNP strony przeciwnej.

Oślonę radioelektroniczną naziemnych obiektów OP, zapewniają stacje zakłóceń radiolokacyjnych i łączności radiowej UKF, które zakłócają urządzenia pokładowe ŚNP. Uniemożliwia to lub utrudnia ŚNP korzystanie z tych urządzeń i wykonanie uderzenia na osłaniany obiekt.

4.1.1.3.2. Działanie bloku

Moduł powinien oceniać, czy pokładowe środki radioelektroniczne przeciwnika, znajdujące się na ŚNP, a służące do dowodzenia, wykrywania i kierowania środkami rażenia zostaną obezwładnione przez środki zakłóceń osłaniające konkretny obiekt.

Uwzględniając parametry osłanianego obiektu, ugrupowanie ŚNP i parametry pokładowych urządzeń radioelektronicznych oraz możliwości środków zakłócających, blok określałby o ile zmniejszy się prawdopodobieństwo porażenia tego obiektu.

Wartość liczbowa tego prawdopodobieństwa byłaby przekazywana do modułu rażenia ŚNP i miałaby wpływ na określenie czy ŚNP wykonały postawione zadanie na osłanianym obiekcie OP.

Podstawowym warunkiem zapewnienia osłony radioelektronicznej jest zgodność zakresów częstotliwości urządzeń obezwładniających i obezwładnianych. Ponadto ŚNP muszą być na czas wykryte przez system rozpoznania OP.

Na etapie planowania do modułu należy dostarczyć dane dotyczące:

1. ŚNP jakimi dysponuje przeciwnik:

- typy ŚNP;
- parametry taktyczno - techniczne środków radioelektronicznych znajdujących się na ŚNP.

2. Środków WRE osłaniających obiekty OP:

- możliwości taktyczno - techniczne zastosowanych stacji zakłóceń.

3. Parametrów osłanianego obiektu.

W czasie walki moduł na bieżąco określa, na ile osłona radioelektroniczna obiektów OP wpływa na zmniejszenie prawdopodobieństwa ich rażenia.

W czasie walki do modułu WRE OP powinna wpłynąć z modułu rozpoznania WRE informacja o ŚNP atakujących dany obiekt OP.

Informacja powinna zawierać dane dotyczące typów ŚNP ich ilości i parametrów ugrupowania. Dopiero w tym momencie przez stronę OP, może być podjęta decyzja o włączeniu zakłóceń.

Z chwilą podjęcia takiej decyzji, moduł WRE na podstawie danych otrzymanych w trakcie planowania działań i dynamiki, określałby o ile zmniejszy się prawdopodobieństwo rażenia danego obiektu OP ($P_{WRE\ OP}$). Ta wartość liczbowa powinna być przesłana do modułu rażenia ŚNP i będzie mieć wpływ na wypracowywany w tym bloku wynik działań bojowych.

Wyznaczenie prawdopodobieństwa $P_{WRE\ OP}$ musi uwzględniać:

- ugrupowanie ŚNP i parametry ich środków radioelektronicznych;
- możliwości środków obezwładniania radioelektronicznego osłaniających dany obiekt;
- parametry osłanianego obiektu.

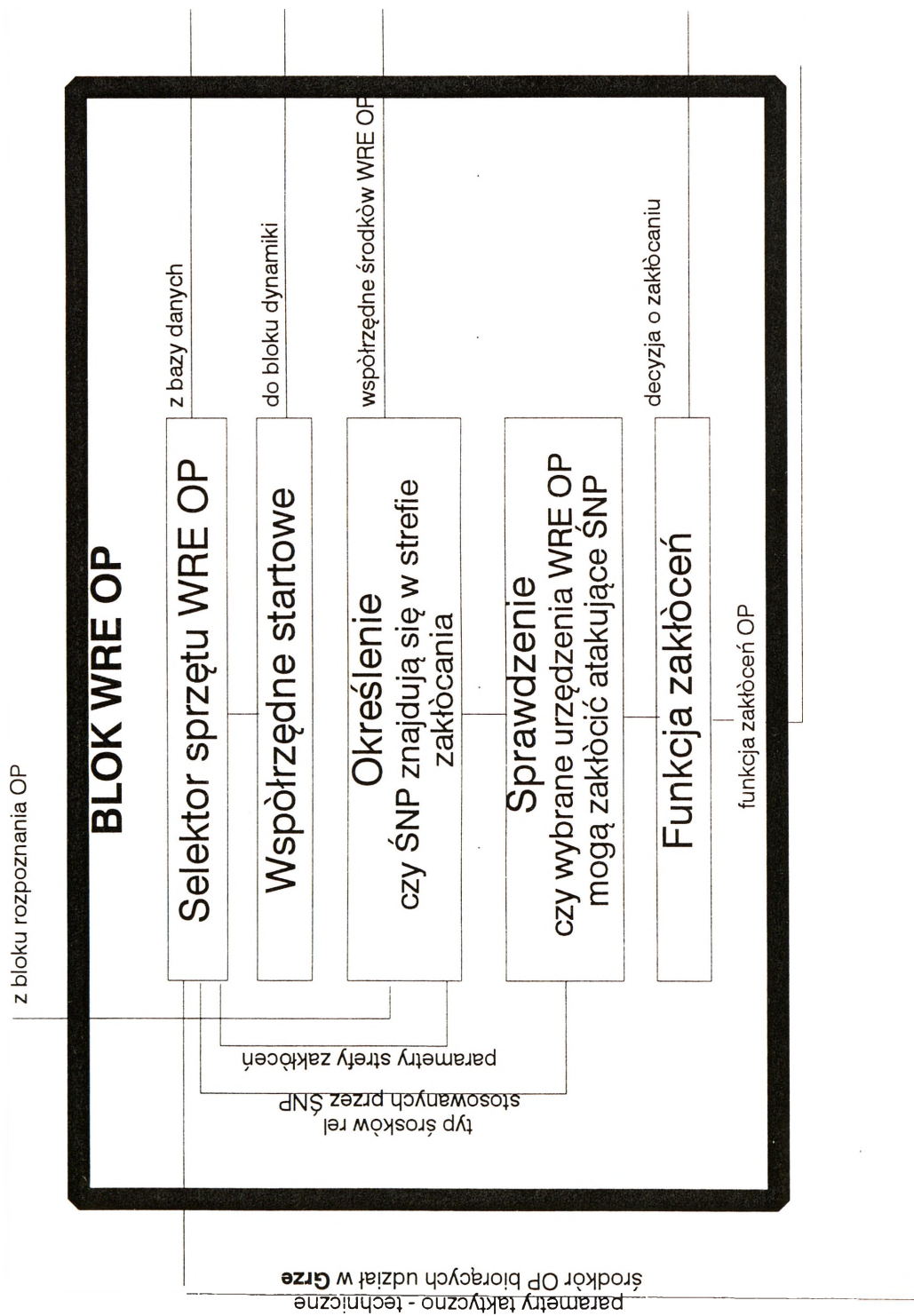
Należy jednak zaznaczyć, że wyznaczenie prawdopodobieństwa $P_{WRE\ OP}$ ze względu na wpływ przedstawionych powyżej czynników jest problemem złożonym. Nie ma aktualnie wzorów, które pozwoliłyby je wyznaczyć. W kolejnych etapach tej pracy problem ten musi być rozwiązany.

Najprostszym rozwiązaniem byłoby opracowanie tabel, które dla danego obiektu OP, atakowanego przez określone ŚNP a osłanianego przez przydzielone stacje zakłóceń wyznaczałyby prawdopodobieństwo $P_{WRE\ OP}$.

4.1.1.3.3. Ograniczenia

Moduł nie uwzględnia wpływu zakłóceń łączności radiowej KF na osłonę radioelektroniczną obiektu, ponieważ jest on niewielki.

4.1.1.3.4. Schemat blokowy modułu



4.1.1.3.5. Elementy decyzyjne w module

Do modułu będą przekazywane decyzje dotyczące włączenia stacji zakłóceń. Reakcją modułu będzie określenie o ile zmniejszy się prawdopodobieństwo rażenia osłanianego obiektu OP przez środki rażenia ŚNP.

4.1.1.3.6. Współpraca z innymi modułami

Jak wynika z przedstawionego w punkcie 4.1.1.3.4. niniejszej pracy schematu blokowego moduł współpracuje z:

- modułem rozpoznania OP;
- modułem rażenia ŚNP.

4.1.1.4. Moduł ogniowy OP

4.1.1.4.1. Ogólna charakterystyka modułu

Moduł ogniowy OP ma zadanie odwzorowywać skuteczność ogniową systemu OP. Blok ten byłby niejako ostatecznym weryfikatorem trafności decyzji strony zwalczającej ŚNP, zwłaszcza co do oceny:

- a) przyjętego ugrupowania bojowego;
- b) właściwie (w odpowiednim czasie i do właściwego celu) prowadzonego kierowania ogniem (odpierania uderzenia);
- c) prawidłowej ilości zużytej amunicji i rakiet.

Miarą skuteczności ogniowej OP mogłaby być średnia oczekiwana liczba zniszczonych celów.

Do celów symulacji efektów uderzeń proponuje się by generator zmiennej losowej X (o rozkładzie zerojedynkowym) losował jej wartość np. "1" – oznaczającej rażenie obiektu z prawdopodobieństwem R_R lub wartość "0" z prawdopodobieństwem przeciwnym ($1 - P_R$). Losowanie to następowałoby tyle razy ile cykli strzelania cel przebywałby w strefie rażenia.

Warunkiem uruchomienia procedury obliczającej R_R i następnie generatora zmiennej losowej X byłoby spełnienie warunków przestrzennych, tzn. znalezienie się ŚNP w przestrzeni określonej jako strefa rażenia danego środka OP i decyzja grających.

W etapie planowania walki blok ten mógłby wspomagać wypracowanie decyzji o wyborze wariantu ugrupowania środków OP poprzez określanie oczekiwanego rezultatu uderzeń.

4.1.1.4.2. Opis działania

Etap planowania

W końcowym etapie planowania walki, w ramach stawiania zadań jednostkom OP możliwe byłoby zadeklarowanie danych dotyczących:

- a) jakie grupy ŚNP i w jakiej kolejności niszczyć;
- b) sposobu rażenia (jedną czy dwoma raketami);
- c) sposobu manewru ogniem;
- d) wariantu ugrupowania;
- e) źródła informacji o położeniu ŚNP;

Etap dynamiki

W etapie dynamiki przed odpieraniem uderzenia powinna istnieć możliwość inicjacji nowych zadań wynikających z dynamiki – wyznaczanie nowych obiektów osłony. W etapie dynamiki realizowane byłoby zasadnicze zadanie bloku sprawdzające się do przekazywania efektów uderzeń do bazy danych ŚNP. Informacja o celach do bloku docierałaby przez blok rozpoznania OP.

4.1.1.4.3. Opis zjawisk w funkcji czasu

Przedstawiony poniżej opis dotyczy zjawisk w funkcji czasu w relacji ŚNP środki OP. Również w przypadku kilku grup ŚNP przewidzieć należy w bloku ogniowym możliwość sekwencyjnego realizowania opisanych zjawisk w odniesieniu do wszystkich grup.

Możliwość zmiany wprowadzanych danych pociąga za sobą potrzebę zawieszenia realizacji kolejnych sekwencji na czas sprowadzanych zmian.

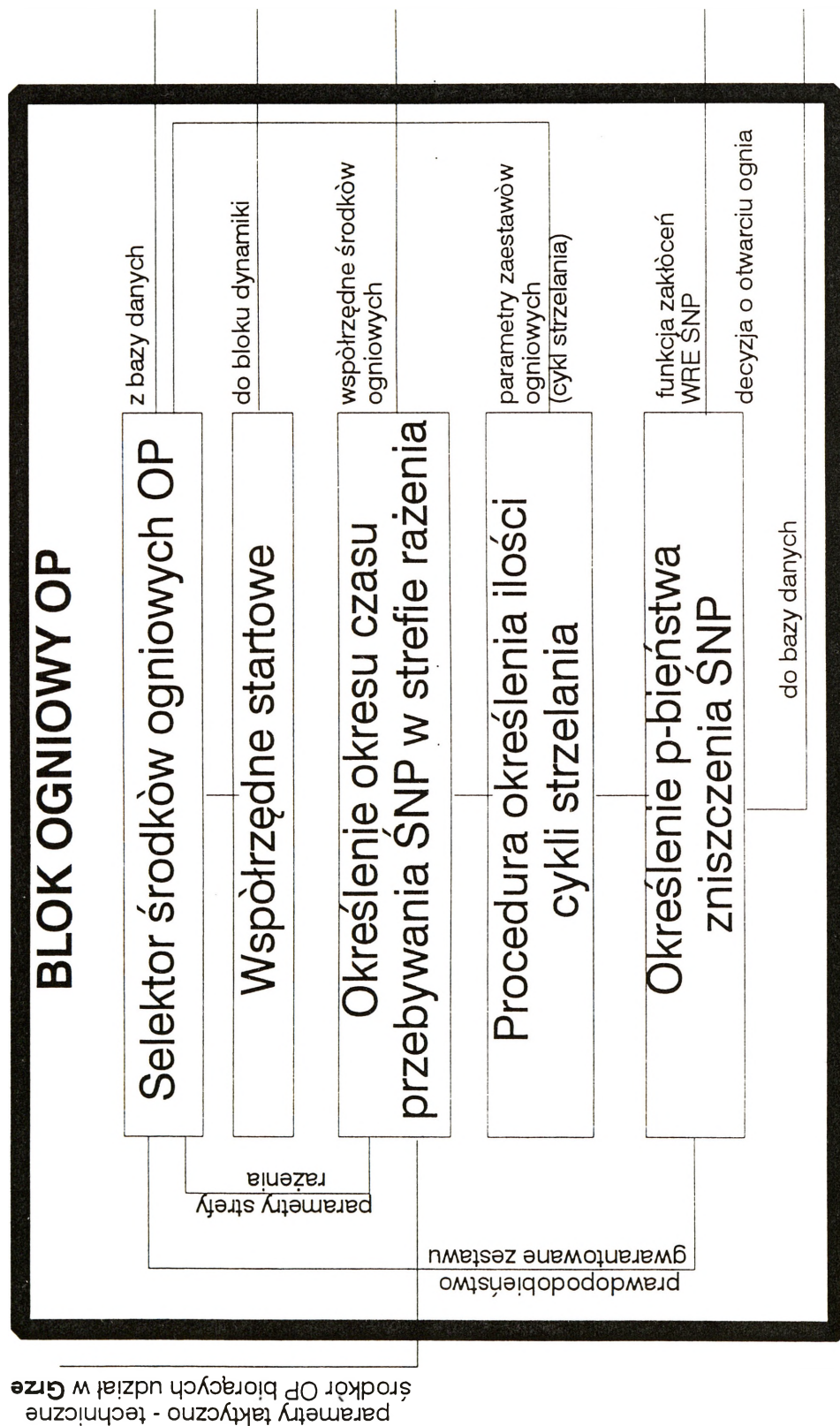
Sygnałem startującym dla bloku ogniowego może być bieżąca pozycja ŚNP. Blok ogniowy na bieżąco określa odległość ŚNP od środków ogniowych OP.

4.1.1.4.5. Ograniczenia

Proponujemy przyjąć uproszczenia wynikające z założeń przyjętej metody oceny skuteczności ogniowej jak i daleko przybliżonej konstrukcji stref rażenia środków OP.

Omawiane funkcje byłyby aproksymacją stref ognia (rażenia) ŚNP za pomocą wielomianów wyższych rzędów lub funkcji wykładnikowych.

4.1.1.4.6. Schemat blokowy modułu



4.1.1.5. Moduł dynamiki OP

Moduł dynamiki OP powinien umożliwić osiągnięcie decydom strony OP dwóch głównych celów.

Pierwszy cel polega na wyposażeniu ćwiczących stron OP w bazę informacyjną umożliwiającą organizację systemu OP w zakresie:

- zbierania, analizowania i opracowywania danych o sytuacji taktycznej;
- powzięcia decyzji o użyciu oddziałów (pododdziałów) rażenia, rozpoznania i zabezpieczenia;
- postawienia zadań bojowych;
- rozwijania środków walki w ugrupowanie bojowe;
- organizacji zabezpieczenia w rakiety przeciwlotnicze;
- kierowania manewrem w czasie walki.

Cel drugi (zasadniczy) polega na realizacji działalności taktycznej środków walki OP, zgodnie z decyzjami ćwiczących stron, w działaniach taktycznych i operacyjnych.

4.1.1.5.1. Ogólna charakterystyka modułu

Przeznaczeniem prezentowanego modułu dynamiki OP powinno być odwzorowywanie i informowanie uczestników gry o prowadzonej działalności taktycznej środków walki OP w działaniach obronnych i zaczepnych.

Moduł umożliwiać powinien śledzenie działalności taktycznej przez wszystkie strony biorące udział w grze, różniąc się zakresem udostępnianych informacji o prowadzonej przez strony walki.

Moduł powinien generować różnego rodzaju zdarzenia taktyczne, odwzorowywać je i w sposób ciągły informować użytkowników o istotnych dla nich zmianach sytuacji.

Decyzje taktyczne uczestników gry wypracowywane powinny być poza modułem (sposobem tradycyjnym). Wprowadzanie do bloku powinno być możliwe przed i w trakcie trwania eksperymentu.

W etapie planowania walki funkcja bloku sprawdzić się powinna tylko do odwzorowania położenia wyjściowego. Rola bloku zdecydowanie wzrośnie w okresie

realizacji podjętych decyzji i kierowania walką.

4.1.1.5.2. Działanie moduł

Przyjęty zakres i stopień szczegółowości odwzorowywania zjawisk, procesów i czynników występujących w obszarze powietrznego pola walki określać powinien zakres odzwierciedlenia działalności taktycznej przyjętych pododdziałów elementarnych środków walki.

Każdy z pododdziałów elementarnych powinien realizować jedno z następujących zadań:

- I - przebywanie w rejonie (ześrodkowania, odpoczynku itp.);
- II - marsz (manewr) - rozumiany jako zmiana położenia;
- III - praca bojowa - nazwa przyjęta dla działań środków walki związanych z osłoną obiektów, prowadzenie rozpoznania radiolokacyjnego oraz gotowością do elaboracji i dowozu rakiet;
- IV - przebywanie poza systemem - stan technologiczny powstały po poniesieniu strat wymagających odtwarzania zdolności bojowej.

W trakcie realizacji zadań I, II, III środki walki znajdują się w gotowościach bojowych 1, 2 i 3, tzn. prowadzona jest osłona wybranych obiektów.

Zadania I, II i IV moduł dynamiki OP realizuje w całości, natomiast "praca bojowa" tylko w części jest to zadanie podstawowe dla bloku rażenia.

Omawiany blok powinien odwzorowywać:

- położenie środków walki OP (ugrupowanie bojowe);
- procesy przegrupowania (manewru) w/w środków;
- stopnie gotowości bojowej i ich zmianę;
- procesy zabezpieczenia środków rażenia w rakiety;
- treść i strukturę meldunków taktycznych napływających z pola walki.

Funkcjonowanie moduł w etapie planowania walki powinno być ograniczone do odwzorowywania informacji o położeniu wyjściowym (graficznie i tekstowo) oraz przyjęcia zadania bojowego.

Położenie środków rażenia wczytane w sytuacji wyjściowej może ulegać ciągłym zmianom w czasie trwania eksperymentu. Zmiany te powinny być wynikiem realizacji decyzji strony OP, wczytanej przed eksperymentem. Decyzje o zmianie położenia środków rażenia mogą wyrażać się:

a) **czasem rozpoczęcia zmiany, drogami marszu, rejonem nowego położenia.**

Rozpoczęcie zmiany położenia może być wyrażone czasem operacyjnym bądź spełnieniem określonego warunku sytuacyjnego (np. może być uzależniony od działania osłanianego obiektu, działania ŚNP, przedsięwzięć podjętych w innych blokach itp.).

b) **zmianą położenia osłanianych obiektów.**

W tym przypadku moduł powinien mieć możliwości symulowania środków walki OP zgodnie z zasadami i normami ich zachowań, w ślad za manewrem osłanianych obiektów.

Położenie powinno być odzwierciedlane w formie graficznej (z wykorzystaniem znaków taktycznych) współrzędnymi topograficznymi oraz w opisowej (tabelarycznej).

Procesy przegrupowania powinny być ograniczone jedynie do odwzorowywania marszów i manewrów w ramach operacji a nie jako forma działań operacyjnych. Czas (prędkość) marszu i manewru powinien zależeć od: rodzaju środka rażenia oraz rodzaju i stopnia przejezdności dróg marszu (manewru). W przypadku nieprzejezdności dróg, decydent środka rażenia powinien być o tym informowany, a realizujący manewr środek czeka na jego decyzję.

Stopnie gotowości bojowej środków walki determinują czas użycia danego środka w walce, dając jednocześnie możliwość odtworzenia wszystkich resursów.

Środki utrzymywane w GB1 traktuje się jako pracujące w pełnych reżimach pracy oraz posiadające możliwości natychmiastowego podjęcia walki.

Gotowość nr 2 i 3 charakteryzują odpowiednie czasy, potrzebne na osiągnięcie gotowości numer 1.

Każdy środek powinien mieć przypisane możliwości przebywania w gotowości nr 1, po którym to czasie niezależnie od prowadzonej działalności bojowej zostaje wyłączony (przeniesiony automatycznie w stan gotowości niższej), na okres niezbędny do odtworzenia

zużytych rezsursów. Po odtworzeniu ich może być ponownie włączony do walki.

W przypadku decyzji strony OP o "postawieniu" wszystkich środków w gotowości nr 1, osiągają ją (po odpowiednim czasie), tylko te środki, które dysponowały dotychczas czasem na odtworzenie (uzupełnienie) rezsursów. Pozostałe środki nie mogą wziąć udziału w walce, aż do czasu odtworzenia rezsursów.

Zmiany stopni gotowości bojowych powinny następować w wyniku:

- decyzji stron OP wprowadzanych przed i w trakcie trwania gry;
- samorzutnie, w wyniku wyczerpania możliwości bojowych przez zbyt długie utrzymywanie środków w gotowości bojowej nr 1.

Procesy zabezpieczenia środków rażenia w rakiety dotyczyć powinny tylko elaboracji i dowozu rakiet i amunicji plot w celu ich uzupełnienia po prowadzonej działalności ogniowej.

Dowóz rakiet powinien być realizowany podobnie jak w zadaniu "marsz". Elaborację rakiet określonego typu determinować będą głównie liczba potoków technologicznych oraz czasy normatywne na przygotowanie rakiet do bojowego użycia. Procesy powyższe powinny być symulowane tylko na podstawie podjętej decyzji przez strony OP.

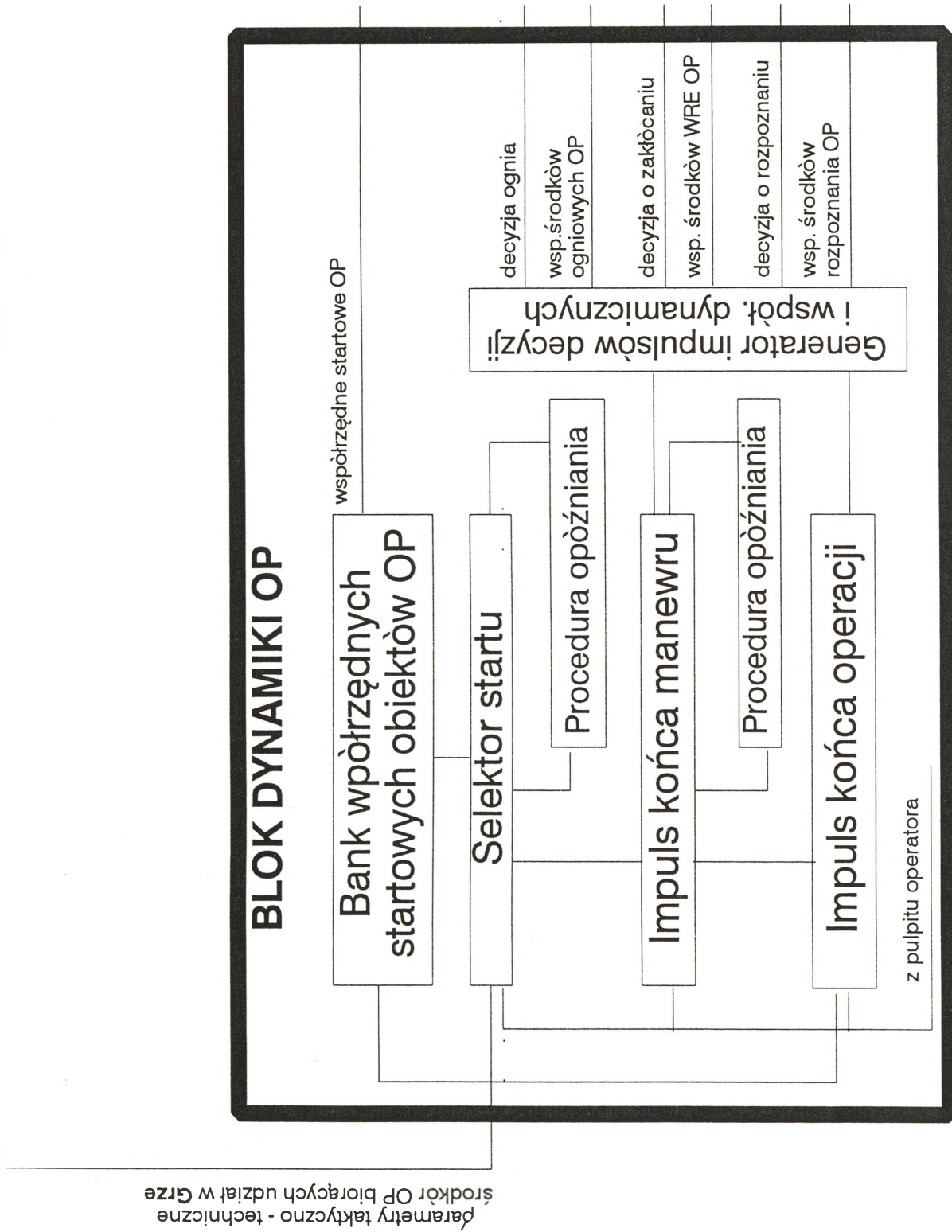
4.1.1.5.3. Ograniczenia

W prezentowanym module przyjęto następujące ograniczenia:

- dla każdego pododdziału elementarnego zaplanować można jednorazowo nie więcej niż dwa zadania bojowe;
- liczba punktów węzłowych wyznaczających trasę manewru dla pododdziału nie może być większa od trzech;
- w symulowanych działaniach bojowych nie uwzględnia się procesów obejmujących inne rodzaje zabezpieczenia logistycznego (za wyjątkiem techniczno - raketowego);
- nie uwzględnia się zjawisk związanych z odtwarzaniem gotowości bojowej drogą remontów, a jedynie losowo stwierdza się czy po określonym czasie sprzęt uszkodzony staje się ponownie sprawny;

- czas przejścia pododdziału od wykonania zadania bojowego do innego rodzaju przyjmuje się równy 0;
- proces dowozu rakiet z wyższego szczebla nie jest analizowany, bowiem zakłada się, że rakiety zostaną dostarczone do rejonu baterii technicznej;
- każda grupa transportowa jest w stanie wykonać cały cykl związany z dostarczeniem rakiet i amunicji na stanowiska startowe (ogniowe) odbiorców.

4.1.1.5.4. Schemat blokowy modułowy



4.1.1.5.5. Elementy decyzyjne

Decyzje ćwiczących mogą być wprowadzone przed rozpoczęciem eksperymentu symulacyjnego lub w trakcie jego trwania.

Informacje zawarte w decyzjach stanowią podstawę do funkcjonowania poszczególnych modułów bloku.

Część decyzyjna powinna obejmować:

a) Dla wszystkich rodzajów pododdziałów:

- liczbę zaplanowanych zadań;
- kod aktualnego zadania;
- kod kolejnego zadania;
- planowany czas rozpoczęcia realizacji aktualnego zadania;
- planowany czas zakończenia aktualnego zadania.

b) Dla zadania PRZEBYWANIE W REJONIE:

- współrzędne x każdego rodzaju środka;
- współrzędne y każdego rodzaju środka;
- liczbę cykli pracy każdego środka (różnych stanów B);
- stan środka w każdym cyklu;
- czas rozpoczęcia cyklu;
- czas zakończenia cyklu;
- limit przydzielonych rakiet i amunicji.

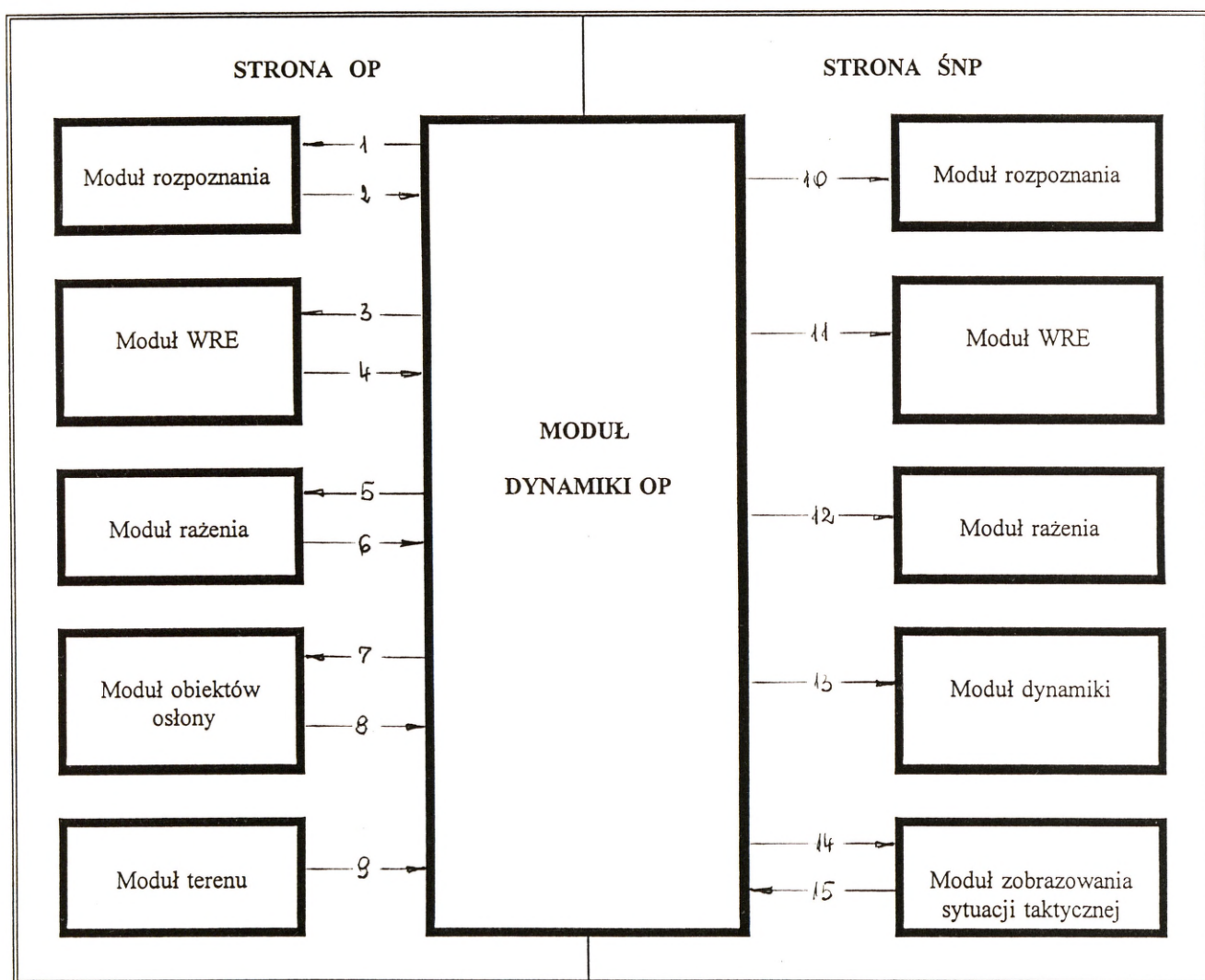
c) Dla zadania MARSZ (MANEWR) - dodatkowo:

- liczbę pododdziałów w kolumnie;
- miejsce pododdziałów w kolumnie;
- drogę manewru (liczbę i współrzędne punktów węzłowych).

Na podstawie informacji decyzyjnych poszczególne elementy składowe (moduły) bloku realizują decyzje, a użytkownik na bieżąco jest informowany o skutkach, których odwzorowanie powinno przyjąć formy:

- graficzną (położenie środków walki) - na bieżąco;
- tekstową (stan i ukompletowanie) - okresowo (na żądanie);
- komunikatów doraźnych - tekstowo, na bieżąco.

4.1.1.5.6. Współpraca z innymi modułami



Rys. 5. Powiązania informacyjne modułu dynamiki OP z innymi modułami

Legenda:

- 1 - rodzaj zadania;
 - czas trwania zadania (rozpoczęcie, zakończenie);
 - współrzędne x,y;
 - droga manewru;
 - miejsce w kolumnie;
 - stan GB każdego środka;
 - czas trwania dyżuru w poszczególnych stopniach GB (rozpoczęcie, zakończenie);
 - sprawny, niesprawny;
 - czas odtworzenia zdolności bojowej;
 - ukompletowanie;
- 2 - stan realizacji zadania;
 - aktualne położenie;
 - stan GB;
 - niesprawny;
 - odtworzył zdolność bojową;
 - poniesione straty;
- 3 - jak informacje nr 1 i dodatkowo:
 - limit przydzielonych rakiet i amunicji;
 - miejsce dowozu rakiet i amunicji;
 - liczba dostarczanych rakiet i amunicji;
 - czas zakończenia elaboracji rakiet;
- 4 - jak informacje nr 2 i dodatkowo:
 - liczba i rodzaj rakiet do elaboracji;
 - czas rozpoczęcia elaboracji rakiet;
- 5 - jak informacje nr 1;
- 6 - jak informacje nr 2;
- 7 - rodzaj zadania;
 - czas trwania zadania;
 - położenie środków walki OP;
- 8 - rodzaj (charakter) zadania;

- charakter obiektów osłony;
 - położenie obiektów osłony;
 - czas rozpoczęcia zmiany położenia;
 - droga manewru;
- 9 - rejon prowadzonej walki;
- pokrycie terenu i jego charakterystyka;
 - drogi manewru;
- 10 - położenie wykrytych środków walki (ugrupowanie);
- stan środków walki;
- 11- jak informacje nr 10;
- 12 , 13 , 14 , 15 - zbiór programów umożliwiających graficzne i tekstowe zobra-
prowanie sytuacji taktycznej niezbędnej dla wojsk OP i OP

4.1.1.5.6. Dane szybkozmiennie i aktualizowane

a) Szybkozmiennie

- czas trwania zadania;
- stan GB każdego środka walki;
- czas trwania dyżuru w poszczególnych stopniach GB;
- czas odtwarzania zdolności bojowej;
- czas manewru;
- czas elaboracji rakiet;
- czas dowozu rakiet.

b) Aktualizowane

- liczba zadań bojowych;
- położenie środków walki;
- stan środków walki;
- droga manewru;
- liczba punktów węzłowych;
- sprawny - niesprawny;
- limit przydzielonych rakiet i amunicji;
- miejsce i liczba dostarczonych rakiet;
- liczba rakiet do elaboracji;
- charakter obiektów osłony;
- sytuacja taktyczna niezbędna dla wojsk OP i OPL;
- rejon prowadzonej walki;
- pokrycie terenu i jego charakterystyka.

4.1.1.6. Moduł rozpoznania ŚNP

4.1.1.6.1. Przeznaczenie

Moduł rozpoznania ŚNP jest odpowiedzialny za zdobywanie, przetwarzanie i dystrybucję informacji o działaniach rozpoznanych obiektów. Zadaniem tego bloku jest symulowanie uzyskiwania informacji przez środki rozpoznawcze zamontowane na latających aparatach powietrznych.

4.1.1.6.2. Rola i miejsce bloku w grze

Jest jednym z najważniejszych modułów w grze, tak po stronie OP, jak i ŚNP. Bez informacji o rozpoznawanych obiektach funkcjonowanie innych modułów, głównie modułów ogniowych OP i ŚNP, byłoby mało skuteczne. To informacje z modułu rozpoznania inicjują pracę modułów ogniowych i WRE oraz warunkują w znacznym stopniu ich funkcjonowanie. Od jakości, liczby i czasu dostarczanych informacji zależy sposób prowadzenia działań przez lotnictwo myśliwsko - bombowe (symulowanie innych środków o tak dużym zasięgu rażenia w grze nie przewiduje się).

4.1.1.6.3. Funkcjonowanie modułu rozpoznania w czasie prowadzenia działań bojowych.

Moduł rozpoznania ŚNP, funkcjonuje dopiero wówczas gdy aparat latający (ŚNP) – nosiciel środków rozpoznawczych otrzyma komendę do ich uruchomienia. w grze oznacza to, że część sił rozpoznania jest w gotowości do wykonania zadań na lotniskach, część w powietrzu wykonuje te zadania a część odtwarza zdolność do kolejnych zadań.

Rozpoznawanie obiektów przeciwnika realizowane jest na komendę według wcześniej zaplanowanego scenariusza.

Systemy rozpoznania umieszczone na aparatach latających mają określoną (zależną od liczby środków i ich parametrów technicznych) strefę rozpoznania. Strefa taka charakteryzuje

się takim parametrami jak: zasięg rozpoznania, szerokość i głębokość. Włączenie systemu rozpoznania i jego forma (ugrupowanie, rodzaj stosowanych środków) uzależniona jest od decyzji ćwiczących. Decyzje te równocześnie rejestrowane są w module dynamiki stanowiąc dane początkowe. Dane dotyczące manewru środków rozpoznawczych uzyskiwane są z modułu dynamiki po zainicjowaniu ich przez operatora (decyzje ćwiczących).

Zadaniem podsystemu rozpoznania ŚNP jest ciągłe dostarczanie (udostępnianie) decydom terminowej, dokładnej i wiarygodnej informacji o działaniach rozpoznawanych obiektów (sił strony przeciwnej).

Zadanie to podsystem rozpoznania realizuje wypełniając funkcję:

- zdobywania informacji o rozpoznawanych obiektach (poszukiwanie, wykrywanie, śledzenie, lokalizowanie);
- opracowywania przetwarzania informacji – rejestrowanie, analizowanie, uzupełnianie, porównywanie, selekcionowanie i grupowanie informacji (danych rozpoznawczych), określanie charakterystyki rozpoznawanych obiektów;
- dystrybucji informacji, przekazywania – meldowania wewnątrz podsystemu rozpoznania, dostarczania lub udostępniania informacji użytkownikom – decydom uczestnikom gry.

4.1.1.6.4. Zdobywanie informacji

Wykrywanie rozpoznawanych obiektów w bloku rozpoznania realizowane jest na zasadzie porównania współrzędnych bieżących rozpoznawanych obiektów, pozyskiwanych z modułu dynamiki z parametrami stref rozpoznania środków rozpoznawczych ŚNP. Jeżeli ćwiczący podejmą decyzję o włączeniu środków rozpoznawczych i rozpoznawany obiekt będzie znajdował się w ich strefie wykrywania to wówczas zostanie uruchomiona procedura probabilistycznego odwzorowania wykrytych obiektów.

Wspomniana procedura polega na uruchomieniu generatora liczb losowych, który z prawdopodobieństwem, będącym wynikiem iloczynu prawdopodobieństw wykrycia obiektu i zakłócenia systemu rozpoznawczego przez środki WRE, losuje zdarzenie wykrycia obiektu.

Należy przyjąć, że obiekt został wykryty przez środki rozpoznania, wówczas gdy zostaną spełnione wszystkie wyżej wymienione warunki. Z bloku WRe OP będzie czerpana

informacja o włączeniu zakłóceń aktywnych szumowych przez rozpoznawane obiekty, w formie funkcji prawdopodobieństwa wprostproporcjonalnej do mocy i intensywności stosowanych zakłóceń. Jeżeli tak, to prawdopodobieństwo wykrycia obiektu ulegnie zmniejszeniu. W wyniku czego możliwości sił rozpoznania w rejonie lub sektorze gdzie stosowane są zakłócenia zostaną ograniczone.

Wykrycie rozpoznawanych obiektów przez siły rozpoznania będzie polegało na porównaniu (iloczyn logiczny) informacji o położeniu, (wg współrzędnych biegunowych lub płaskich) rozpoznawanego obiektu z możliwościami przestrzennymi środków rozpoznawczych, zamieszczonych na nosicielu (aparacie latającym). Jeżeli rozpoznawane obiekty znajdują się w strefie rozpoznania i uzyskany zostanie pozytywny wynik losowania, należy je uznać za wykryte.

4.1.1.6.5. Opracowanie informacji

Opracowanie informacji w module rozpoznania ograniczy się do określenia wybranych parametrów charakterystyki rozpoznawanych obiektów:

- a) parametrów pracy środków radioelektronicznych tych obiektów (częstotliwości emitowanych sygnałów, rodzaju emisji) – z bazy danych, bloku dynamiki OP i obiektów biorących udział w grze, pod warunkiem, że do tego bloku wpłynęła wcześniej informacja o decyzji pracy środków radioelektronicznych rozpoznawanych obiektów;
- b) rodzaj rozpoznawanego obiektu – punktowy, powierzchniowy, dynamiczny, statyczny itp.
- c) skład informacji na temat roli i zadań spełnianych w ugrupowaniu przeciwnika.

4.1.1.6.6. Dystrybucja informacji

W module rozpoznania proces dystrybucji informacji ograniczony jest do dostarczania (udostępniania) informacji użytkownikom – decydom.

Podsystem rozpoznania dostarcza użytkownikom informacje dowodzenia i informacje bojową. Należy założyć, że wszystkie informacje uzyskane przez siły rozpoznania o

działaniach obiektów są informacjami dowodzenia – umożliwiające postawienie zadań LMB.

Informacja dowodzenia wychodząca z modułu rozpoznania jest dostarczana do modułu ogniowego ŚNP może zawierać dane o rejonie znajdowania się obiektów i jego parametrach.

4.1.1.6.7. Dowodzenia

Dowodzenie siłami rozpoznania w module rozpoznania ŚNP ogranicza się do przekazywania komend z pulpitu operatora do modułu dynamiki, dotyczących włączania i wyłączenia określonej decyzji ćwiczących. Konsekwencją tych decyzji jest zwiększenie lub zmniejszenie możliwości podsystemu rozpoznania, głównie jego parametrów przestrzennych i ilościowych. Liczba włączonych środków rozpoznania będzie zależała od rozwoju sytuacji taktycznej lub operacyjno-taktycznej (natężenia działań środków rozpoznawczych). Manewr środkami rozpoznania w czasie działań bojowych będzie najczęściej wymuszony sytuacją taktyczną.

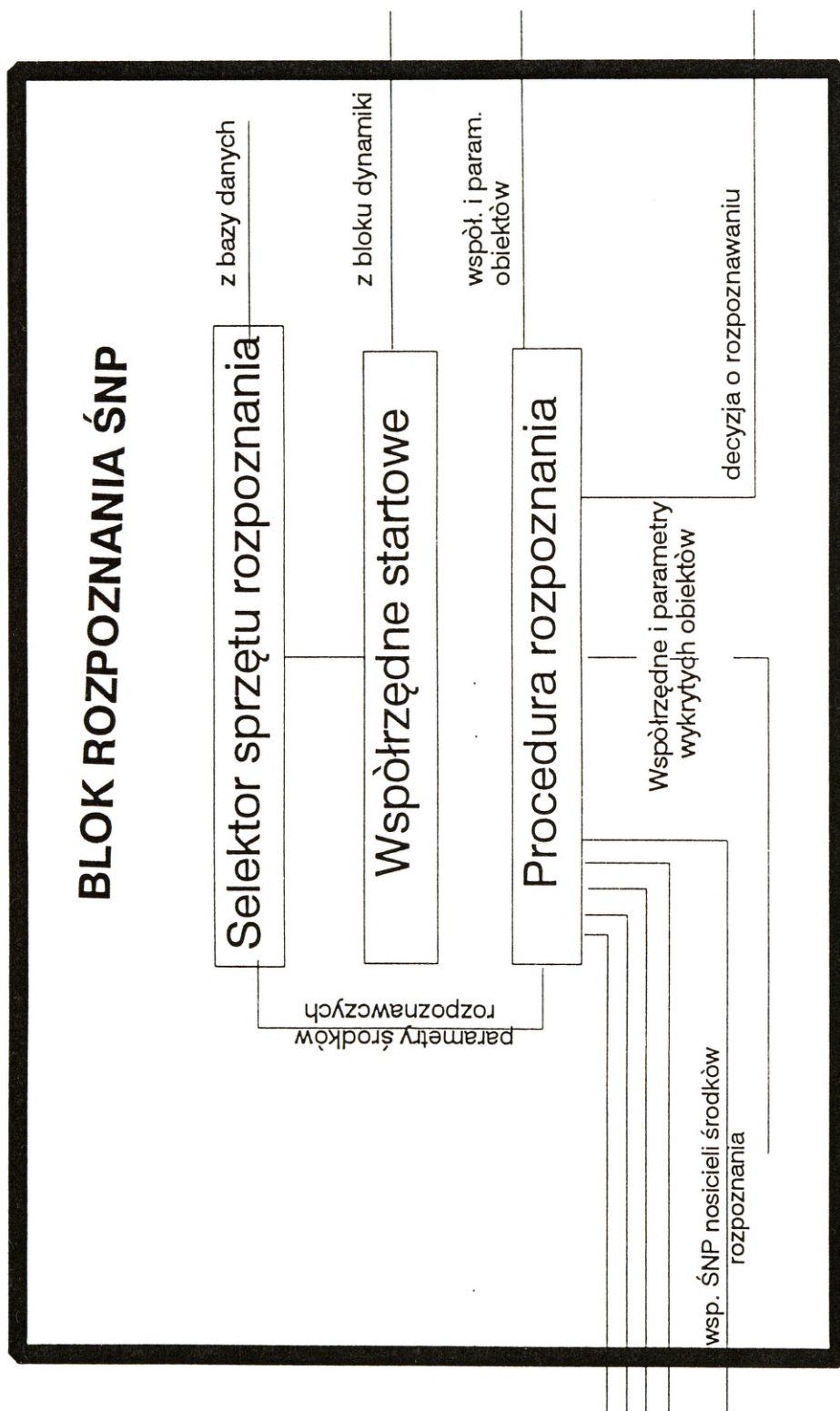
4.1.1.6.8. Współpraca z innymi blokami

Moduł rozpoznania ŚNP bezpośrednio współpracuje z modułami dynamiki ŚNP. Współpraca z modułem dynamiki ŚNP polega na dopływie z tego modułu informacji o działaniach nosicieli środków rozpoznania.

Do modułu ogniowego napływają informacja o działaniach wykrytych obiektów i ich aktualnym stanie. Z modułu dynamiki kierowane są zarządzenia (komendy) dotyczące włączenia i wyłączenia środków rozpoznania. Niedostateczna informacja rozpoznawcza obniża możliwości modułu rażenia.

Bezpośredni wpływ na moduł rozpoznania mają moduły WRE OP i mapy terenu. Dane z tych modułów wpływają na możliwości rozpoznania.

4.1.1.6.9. Schemat blokowy modułu



4.1.1.6.10. Elementy decyzyjne

W module rozpoznania elementami decyzyjnymi będą komendy o liczbie aktualnie pracujących środków rozpoznania i ich aktualnym położeniu.

4.1.1.6.11. Dane wejściowe i wyjściowe

Dane wejściowe stałe:

- stan czynnych środków rozpoznania w momencie rozpoczęcia gry, ich możliwości bojowe – z bazy danych.

Dane wejściowe zmienne:

- aktualna w danym momencie liczba środków rozpoznania i ich możliwości bojowe – selektor środków rozpoznania;
- dane o działaniach własnych obiektów powietrznych – z modułu dynamiki ŚNP.

Dane wyjściowe:

- informacja bojowa i informacja dowodzenia przekazywane do modułu ogniowego.

4.1.1.7. Moduł WRE ŚNP

4.1.1.7.1. Ogólna charakterystyka modułu

Bardzo duża liczebność i skuteczność systemów obrony powietrznej (OP) ogranicza możliwości wyłącznie ogniowego ich zwalczania.

Pokonanie OP przeciwnika bez skutecznego obezwładnienia jej środków radioelektronicznych jest nieopłacalne ze względu na straty własne.

Moduł WRE ŚNP uwzględniałby wpływ, użytych po stronie ŚNP, środków WRE na pokonanie OP strony przeciwnej. Moduł powinien określać o ile wzrośnie prawdopodobieństwo pokonania konkretnego obiektu OP wskutek użycia zaplanowanych do jego obezwładnienia środków WRE.

Wartość liczbowa wzrostu prawdopodobieństwa pokonania OP - $P_{WRE \text{ ŚNP}}$ powinna być przekazana do bloku rażenia OP, gdzie powinna być uwzględniana przy określaniu rezultatów działań OP strony przeciwnej.

Obrpna powietrzna (OP) może być obezwładniana przez indywidualne środki WRE każdego samolotu, oraz środki WRE osłony grupowej (samoloty WRE i śmigłowce WRE). Walka radioelektroniczna ŚNP może być również wspierana przez naziemne środki WRE. Od ilości i rodzajów użytych środków WRE zależy prawdopodobieństwo pokonania OP strony przeciwnej.

4.1.1.7.2. Działanie modułu

Moduł powinien oceniać czy systemy radioelektroniczne OP związane ze środkami rażenia, znajdujące się w pasie przelotu samolotów (ŚNP) będą obezwładniane. W zależności od tego ile i jakich środków WRE zostanie użytych do obezwładnienia danego systemu rażenia, moduł określi na ile zwiększy się prawdopodobieństwo jego pokonania $P_{WRE \text{ ŚNP}}$.

Najważniejszymi obiektami, które należy obezwładnić są radioelektroniczne systemy kierowania uzbrojeniem samolotów myśliwskich, przeciwlotniczych zestawów raketowych (PZR) i artyleryjskich (PZA), w tym stacje radiolokacyjne wykrywania, naprowadzania, śledzenia i podświetlania celów oraz głowice rakiet powietrze - powietrze i ziemia - powietrze.

Ponadto mogą być obezwładniane stacje radiolokacyjne Wojsk Radiotechnicznych służące do wykrywania i naprowadzania (zadanie to mogą realizować wyłącznie samoloty i śmigłowce WRE).

Podstawowym warunkiem realizacji obezwładniania radioelektronicznego jest zgodność zakresów częstotliwości urządzeń obezwładniających i obezwładnianych. Ponadto środki radioelektroniczne OP muszą być na czas wykryte lub ich położenie i parametry

radioelektroniczne muszą być wcześniej znane.

W etapie planowania do modułu należy dostarczyć dane dotyczące:

1. Środków rażenia OP rozmieszczonych w pasie przelotu ŚNP:

- rodzaj środka i jego położenie;
- parametry techniczne środków radioelektronicznych służących do kierowania uzbrojeniem;
- strefy wykrywania i rażenia.

2. Środków WRE jakimi dysponują ŚNP:

- możliwości taktyczno - techniczne środków indywidualnych (stacje rozpoznawczo - ostrzegawcze, stacje zakłóceń aktywnych, pasywne środki przeciwradiolokacyjne, termiczne imitatory celu, rakiety przeciwradiolokacyjne);
- możliwości taktyczno - techniczne użytych samolotów i śmigłowców WRE oraz sposób realizacji zakłóceń (ze stref dyżurowania, czy z ugrupowania bojowego).

W czasie walki moduł na bieżąco określa miejsce znajdowania się ŚNP w stosunku do obiektów OP (kiedy ŚNP znajdzie się w strefie wykrywania środków radioelektronicznych, a kiedy w strefie rażenia).

Jeśli obiekt znajdzie się w strefie wykrywania środka radioelektronicznego następuje sprawdzenie, czy środek jest wykrywany przez pokładową stację ostrzegania, czy też nie. Jeśli środek radioelektroniczny nie może być wykryty przez pokładową stację ostrzegania, a jego położenie i parametry nie były wcześniej znane należy przyjąć, że obezwładnianie radioelektroniczne nie będzie realizowane. Jeśli natomiast informacje takie będą znane, należy uznać, że środek radioelektroniczny może być obezwładniany.

Kiedy ŚNP znajdą się w strefie wykrywania środków radioelektronicznych powinny być podjęte decyzje co do użycia środków WRE (zgodnie z opracowanym wcześniej planem użycia środków WRE w czasie pokonywania OP).

Na poszczególne środki radioelektroniczne OP mogą oddziaływać indywidualne środki

WRE, takie jak:

- stacje zakłóceń aktywnych;
- rakiety przeciwradiolokacyjne;
- dipole przeciwradiolokacyjne;
- termiczne imitator celu.

Ponadto, grupową osłonę radioelektroniczną mogą zapewniać samoloty i śmigłowce WRE (o ile strona ŚNP będzie takimi dysponowała).

W zależności od tego jakie środki WRE zostaną użyte¹ moduł powinien określać o ile wzrośnie prawdopodobieństwo pokonania danego obiektu OP. Brak jest wzorów, które pozwalałyby obliczyć to prawdopodobieństwo. Specjaliści zachodni przyjmują najczęściej następujące wartości wzrostu prawdopodobieństwa pokonania danego obiektu OP w zależności od użytych środków WRE:

- środki pasywne - $P = 0,15$;
- środki aktywne - $P = 0,20$;
- środki aktywne i pasywne - $P = 0,25$;
- termiczne imitatory celu - $P = 0,20$ (oddziałują wyłącznie na środki naprowadzane na podczerwień).

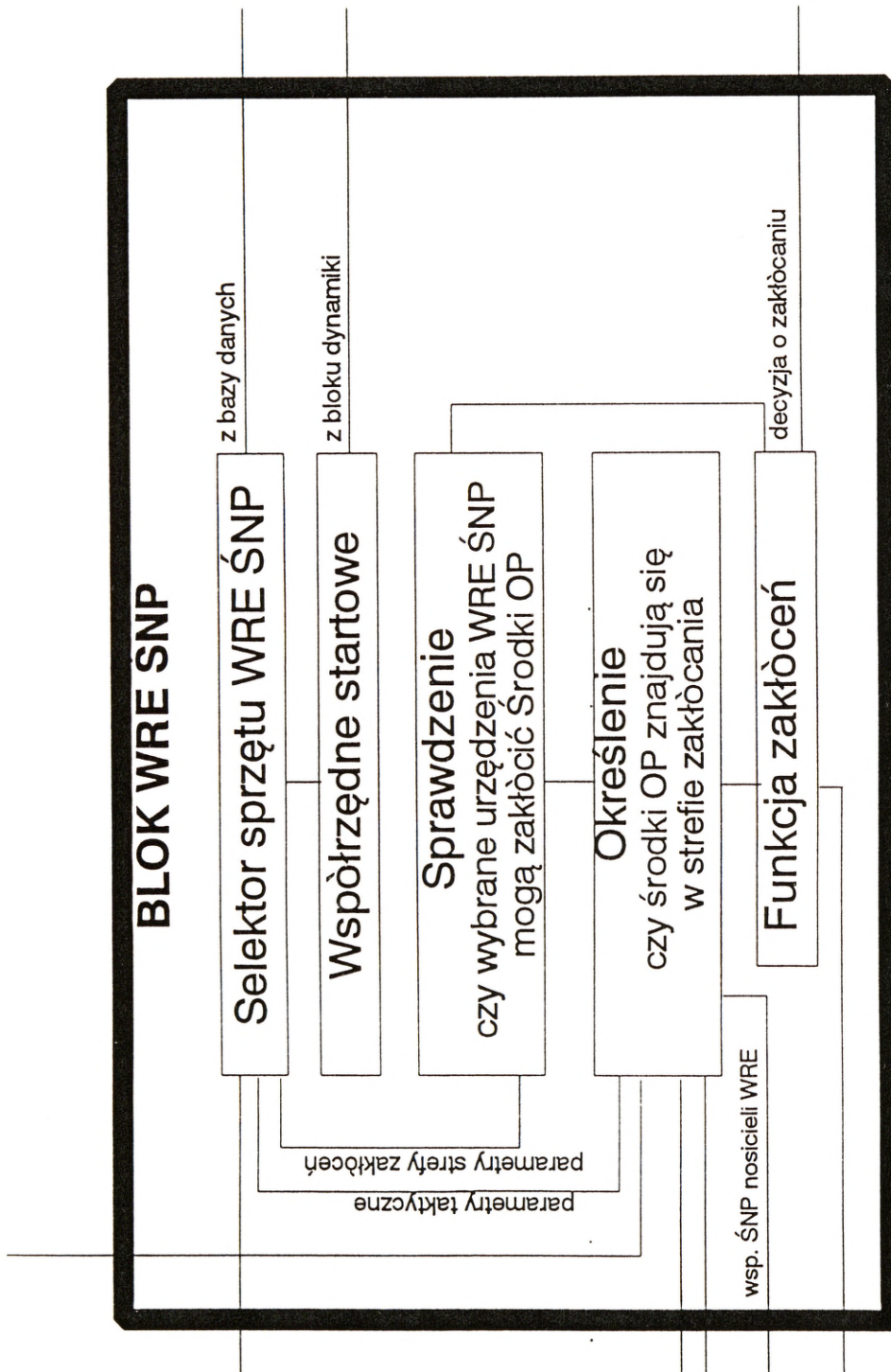
Jeśli osłona radioelektroniczna będzie dodatkowo realizowana przez środki osłony grupowej to P wzrośnie jeszcze o 0,05 do 0,15 w zależności od rodzaju środka i sposobu działania.

4.1.1.7.3. Ograniczenia

Moduł nie będzie uwzględniał wpływu naziemnych środków zakłóceń na obezwładnienie systemu OP przeciwnika, oraz środków pokładowych na stacje radiolokacyjne Wojsk Radiotechnicznych nie związane bezpośrednio ze środkami rażenia.

¹ *Decydować o tym będą nie tylko możliwości poszczególnych środków, ale również ograniczona ilość środków pasywnych, jakie mogą być zabierane przez ŚNP. Ilość zabieranych środków będzie mierzona możliwą ilością odpaleń.*

4.1.1.7.4. Schemat blokowy modułu



4.1.1.7.5. Elementy decyzyjne w module

Do modułu będą przekazywane decyzje dotyczące użycia poszczególnych pokładowych środków WRE. Reakcją modułu będzie określenie o ile zwiększy się prawdopodobieństwo pokonania danego obiektu OP.

4.1.1.7.5.6. Współpraca z innymi modułami

Jak widać ze schematu przedstawionego w punkcie 4.1.1.7.4. niniejszego opracowania moduł współpracuje z modułem rozpoznania ŚNP (tylko na etapie planowania) oraz z modułem rażenia OP.

4.1.1.8. Moduł rażenia obiektów uderzeń przez ŚNP (moduł ogniowy)

4.1.1.8.1. Ogólna charakterystyka modułu

Moduł rażenia obiektów uderzeń przez ŚNP odwzorowywałby efektywność ogniową ŚNP, którym udało się pokonać system OP i osiągnąć nakazane rubieże wykonania zadania w odniesieniu do wyznaczonych obiektów pola walki. Omawiany blok byłby niejako ostatecznym weryfikatorem trafności decyzji strony zwalczającej obiekty naziemne lub nawodne, zwłaszcza co do właściwej oceny:

- a) położenia obiektów;
- b) rodzaju obiektów oraz właściwego wyboru lotniczych środków rażenia;
- c) liczby ŚNP desygnowanych do zwalczania danych obiektów.

Miarą efektywności ogniowej ŚNP byłby względny oczekiwany rezultat działań bojowych, który określałby prawdopodobieństwo poligonowe (P_r) rażenia (typu A, B lub C) obiektów z uwzględnieniem prawdopodobieństwa ich wykrycia.

Do celów symulacji obiektów uderzeń proponuje się by generator zmiennej losowej X (o rozkładzie zerojedynkowym) losowałby jej wartość np. "1" - oznaczającej

rażenie obiektu (typu A, B lub C) z prawdopodobieństwem P_R lub wartość "O" z prawdopodobieństwem przeciwnym ($1 - P_R$).

Wartość zmiennej losowej X (0, 1) i znany typ rażenia (A, B lub C), wynikający z realizowanego zadania, byłyby wielkościami wyjściowymi dla modułu strat po stronie odpierającej atak ŚNP (lub bloku rezultatów uderzeń).

Dla rażenia typu A i $X=1$ obiekt byłby zniszczony.

Dla rażenia typu B i $X=1$ obiekt byłby wyłączony z "walki" na 12 godzin.

Dla rażenia typu C i $X=1$ obiekt byłby wyłączony z gry na 2 godziny.

Warunkiem uruchomienia procedury obliczającej P_R i następnie generatora zmiennej losowej X byłoby spełnienie warunków przestrzennych, tzn. znalezienie się ŚNP w odległości mniejszej w stosunku do obiektu uderzenia, niż rubież wykonania zadania bojowego wyliczona dla planowanych do użycia jako pierwsze lotniczych środków rażenia (LŚR).

W etapie planowania walki moduł ten mógłby wspomagać wypracowanie decyzji o wyborze wariantu uzbrojenia ŚNP poprzez określanie oczekiwanego rezultatu uderzeń lub potrzebnej liczby ŚNP do uzyskania nakazanych stopni rażenia obiektów (program EFEKT). Zadanie to oceniamy jako pomocnicze.

4.1.1.8.2. Opis działania modułu

4.1.1.8.2.1. Etap planowania

W końcowym etapie planowania walki, po postawieniu zadań jednostkom lotniczym (bezpośrednim wykonawcom uderzeń na obiekty naziemne lub nawodne) możliwe byłoby zadeklarowanie danych dotyczących:

- a) typu obiektów uderzeń i ich parametrów;
- b) typu rażenia i prawdopodobieństwa gwarancyjnego;
- c) wariantu uzbrojenia;
- d) źródła informacji o położeniu obiektów (rozpoznanie wstępne, bezpośrednie, brak rozpoznania i oznaczania celu);
- e) liczby ataków nad celem i sposobu zużycia LŚR;
- f) warunków atmosferycznych.

Ad.a) Wybór typu obiektów i jego parametrów sprowadzałby się do wybrania z listy obiektów uderzeń (moduł obiektów uderzeń - BOU) określonej pozycji i w przypadku obiektów powierzchniowych podania jego wymiarów (długości, szerokości), a dla obiektów grupowych ponadto liczby pojedynczych celów (punktów celowania).

Wybór obiektów uderzeń determinowałby listę możliwych do użycia LŚR rekomendowanych do zwalczania danych obiektów. Lista tych środków zawarta byłaby w bazie danych modułu obiektów uderzeń - MOU. W przypadku wyboru LŚR z poza tej listy (np. działek GSz-23 z OFZ do niszczenia czołgów) oczekiwany rezultat działań byłby przyjmowany jako zero ($X = 0$).

Ad.b) i c) Wybór typu rażenia (A, B lub C) i wariantu uzbrojenia determinowałby wartości zmiennych charakteryzujących odporności obiektu na działanie danych LŚR tzw. normy rażenia - SR umieszczone w bazie danych modułu obiektów uderzeń (MOU) (pliki programu EFEKT) i przesłanie jej do modułu rażenia obiektów uderzenia (MROU) w razie potrzeby.

Prawdopodobieństwo gwarancyjne byłoby zmienną wejściową (wolnoziemną) do MROU.

Ad.d) Zadeklarowanie źródła informacji o położeniu obiektu powinno zapewnić określenie prawdopodobieństwa wykrycia obiektu.

Listę tych prawdopodobieństw można umieścić w bazie danych modułu obiektów uderzeń - MOU. Sporządzenie tej listy w oparciu o normy taktyczne lotnictwa rozpoznawczego jest możliwe.

Określone wartości omawianych prawdopodobieństw (P_w) dla danych typów obiektów byłyby przekazywane z modułu obiektów uderzeń do modułu rażenia obiektów uderzeń.

Ad.e) Liczba ataków (bezpośrednio z trasy, dwa lub trzy zajścia) determinowałyby czas przebywania nad celem istotny z punktu widzenia pokonania OPL bezpośredniej osłony obiektów. Czas ten potrzebny do konstrukcji standardowych manewrów w rejonie obiektów uderzeń mogłyby stanowić wielkość wejściową do modułu zobrazowania sytuacji powietrznej.

Sposób zużycia LŚR (np. pojedynczo, serią kolejnych salw) jest istotny dla procedury określającej P_R ponieważ wyznacza w algorytmie obliczeń P_R potrzebne współczynniki korelacji dla danych LŚR.

Ad.f) Warunki atmosferyczne (podstawa chmur, widzialność, determinowałyby możliwości

wykorzystania zadklarowanych LŚR, możliwe kąty nurkowania (0-30°) i odległości bojowego zastosowania - Z_{max} .

$$Z_{max} = f_x \text{ (typu LŚR, wysokości ataku, dyskretności informacji)}$$

Zbiór f_x może zawierać np. baza danych modułu obiektów uderzeń (MOU).

Z_{max} - zmienna wolnozmienna.

Środki OPL wojsk lądowych nie biorące udziału w grze (takie jak wkm-y, S-1, S-2 itp.) można byłoby uwzględniać przyjmując po obu stronach grających gęstości ich występowania na kilometr frontu i wyliczać składowe prawdopodobieństwo ich pokonania (np. za pomocą znanego programu "PRZENIKANIE").

Wartości tych prawdopodobieństw byłyby wprowadzane do MROU w okresie plaowania działań np. przez rozjemców. Uwzględnienie tych prawdopodobieństw w kalkulacjach byłoby analogiczne jak prawdopodobieństwa wykrycia.

4.1.1.8.2.2. Etap dynamiki

W etapie dynamiki przed "startem grup uderzeniowych", a także możliwość inicjacji nowych zadań wynikających z dynamiki - wyznaczanie nowych obiektów uderzeń. Po starcie grup uderzeniowych wyklucza się zmianę wariantu uzbrojenia. W etapie tym realizowane byłoby zasadnicze zadanie modułu przedstawione w pkt.1. sprawdzające się do przekazywania efektów uderzeń do bloku strat przeciwnika. W BROU realizowane byłyby sekwencyjnie w odniesieniu do wszystkich relacji: grupa uderzeniowa - obiekt uderzeń następujące zjawiska:

a) obliczanie zasięgu najlepszego LŚR (Z_{max}) dla najlepszych warunków ataku przy danych warunkach atmosferycznych. Funkcje te zrealizowano w programie "PRWW";

b) obliczanie bieżącej odległości ŚNP od obiektu uderzenia (Z) na podstawie przekazywanej z modułu dynamiki pozycji ŚNP i pozycji obiektu (współrzędne płaskie);

c) stwierdzenie czy dany ŚNP znalazł się podczas gry w odległości zapewniającej rażenie wyznaczonego obiektu uderzenia, poprzez porównanie Z i Z_{max} ;

d) obliczenie względnego oczekiwanego rezultatu uderzeń ogniowych (P_{Rk}) w

każdym k-tym ataku przy użyciu określonych środków rażenia.

Funkcje tą realizuje program "EFEKT", w którym odwzorowano algorytm kalkulacji kompleksowej metody oceny skuteczności LSR wykorzystywanej w WLOP i AON;

e) obliczenie sumarycznego względnego oczekiwanego rezultatu działań (P_R) według zależności:

$$P_R = [1 - \prod_{k=1}^n P(1 - P_R)] * P_w * P_{OPL} ;$$

gdzie:

n - liczba ataków;

P_w - prawdopodobieństwo wykrycia;

P_{OPL} - prawdopodobieństwo pokonania OPL przeciwnika nie biorącego udziału w grze (S-1, S-2. WKM-y itp.).

Moduł rażenia obiektów uderzeń nie odwzorowuje żadnych zjawisk wymagających zobrazowanie. (Trasę lotu ŚNP zobrazowuje moduł dynamiki, a efekty uderzeń moduł strat).

4.1.1.8.3. Opis zjawisk w funkcji czasu

Przedstawiony poniżej opis dotyczy następstwa zjawisk w funkcji czasu w relacji grupa uderzeniowa - obiekt uderzenia. Zatem w przypadku kilku grup ŚNP przewidzieć należy w MROU możliwość sekwencyjnego realizowania opisanych zjawisk w odniesieniu do wszystkich grup uderzeniowych.

Możliwość zmiany wprowadzanych danych (wielkości wolnozmiennie) pociąga za sobą potrzebę zawieszenia realizacji kolejnych sekwencji na czas wprowadzanych zmian. Sygnałem startującym dla MROU (dla danej sekwencji odpowiadającej parze: grupa ŚNP - obiekt uderzeń) może być bieżąca pozycja ŚNP. MROU na bieżąco określa odległość ŚNP od obiektów uderzeń (Z) wyznaczonych im do zwalczania, wylicza zasięg najlepszego LSR przy danych warunkach atmosferycznych i stwierdza czy ŚNP znalazł się w odległości umożliwiającej mu wykonanie skutecznego ataku: $Z \leq Z_{max}$. W wypadku gdy ŚNP nie osiągnęło jeszcze rubieży wykonania zadania $Z > Z_{max}$ realizowane są inne funkcje gry lub

sprawdzana jest następna grupa ŚNP w opisywanym aspekcie.

W momencie gdy $Z \leq Z_{\max}$ rozpoczyna się "pełne wykorzystanie możliwości obliczeniowych modułu rażenia obiektów uderzeń. Uruchomiona zostaje procedura EFEKT, która dla aktualnej chwili czasowej to w oparciu o dane wejściowe pozyskane z modułu obiektów uderzeń i wprowadzone do modułu rażenia obiektów uderzeń jako wielkości wolno zmienne, a także w oparciu o aktualną liczbę ŚNP przekazaną z modułu strat własnych, wylicza oczekiwany rezultat działań dla pierwszego ataku i kolejnych ataków.

Następnie obliczany jest oczekiwany rezultat działań i dokonywane jest losowanie efektu uderzenia. Wynik losowania przekazywany jest do modułu strat przeciwnika.

4.1.1.8.4. Ograniczenia

Proponujemy przyjąć uproszczenia wynikające z założeń przyjętej metody oceny skuteczności ogniowej LŚR wykorzystanej w procedurze programowej EFEKT. Dokładny opis założeń tej metody zawarty jest w opracowaniu "Ocena skuteczności działań bojowych LMB". AON - 1994 r.

Zasięgi LŚR (Z_{\max}) proponujemy przedstawić w postaci funkcji

$$Z_{\max} = f(H)$$

gdzie:

H - byłoby wysokością bojowego zastosowania LŚR.

Omawiane funkcje byłyby aproksymacją stref ognia LŚR za pomocą wielomianów wyższych rzędów lub funkcji wykładnikowych.

Pewnym uproszczeniem w proponowanym rozwiązaniu jest również założenie, że liczba ŚNP wykonujących kolejne ataki nad obiektem uderzenia jest niezmienna z punktu widzenia efektów uderzeń.

ŚNP wykonujące kolejne ataki mogą być niszczone przez aktywne środki walki, ale skuteczność wykonanych ataków na obiekty naziemne będzie wyliczona jak dla składu grupy, która znalazła się nad obiektem w pierwszym ataku.

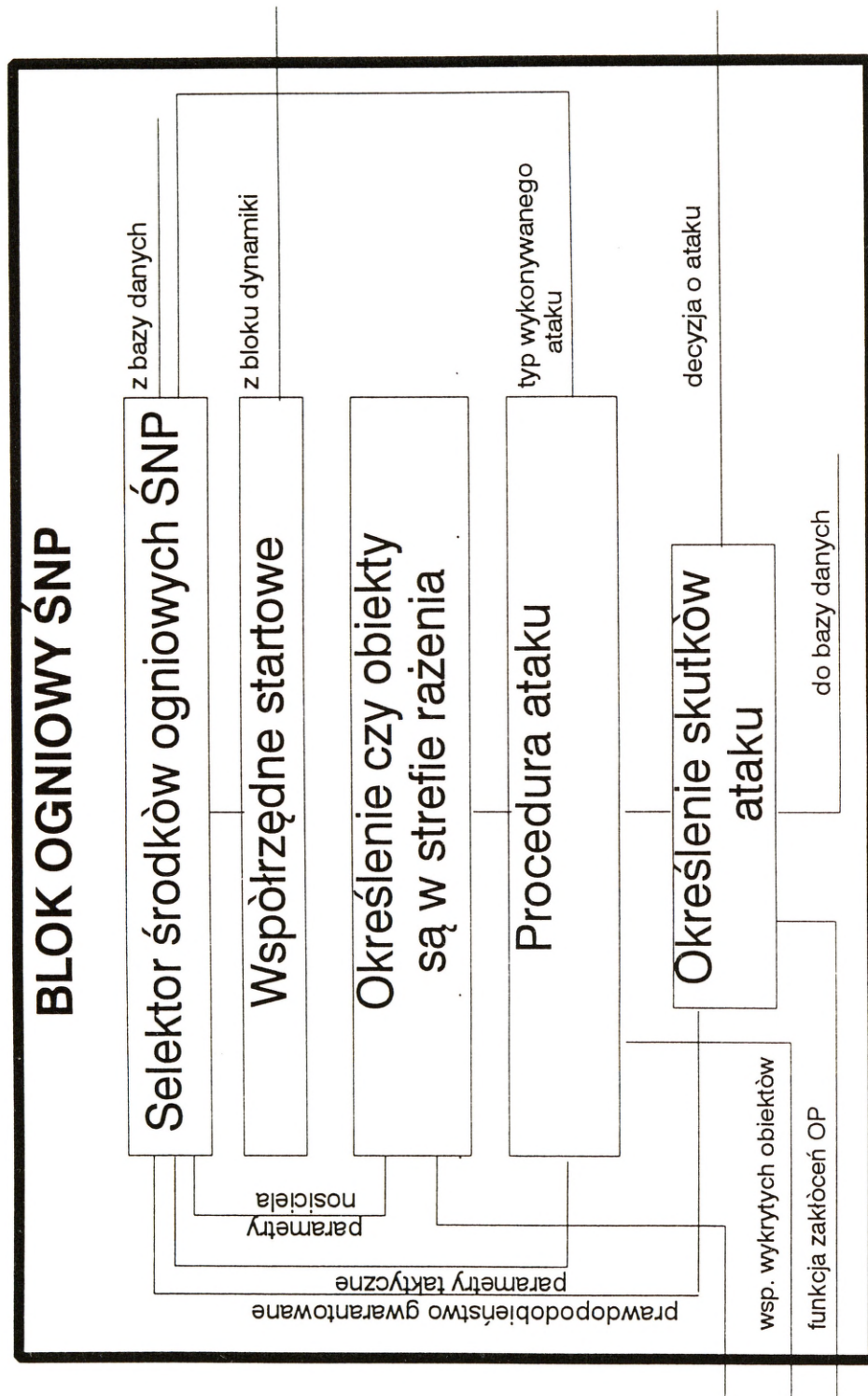
Eliminacja tego uproszczenia byłaby możliwa, według naszej oceny, gdyby "moduł strat własnych" przekazywał aktualną (w danej chwili czasowej) liczbę ŚNP. Wymagałoby

to np. autonomicznej (współbieżnej) pracy większości modułów symulatora.

Można taki efekt uzyskać stosując koncepcję "rozproszonych baz danych" opierając konstrukcję symulatora na rozwiązaniach sieci komputerowych lub realizując między współdziałającymi modułami skomplikowaną komutację pracy każdego z modułów.

Pewnym utrudnieniem jest również rozróżnianie przez moduł rażenia obiektów uderzeń grupy uderzeniowej jako tych ŚNP, które dodatkowo posiadają ten sam wariant uzbrojenia. Oznacza to, że dla innych modułów np. realizujących niszczenie ŚNP, grupa wykonująca lot w danym ugrupowaniu bojowym będzie musiała być zdefiniowana jako kilka grup uderzeniowych według wariantu uzbrojenia jako dodatkowego wyróżnika.

4.1.1.8.5. Schemat blokowy modułu



4.1.1.8.6. Elementy decyzyjne w module

W czasie dynamiki moduł rażenia obiektów uderzeń w zaproponowanej konfiguracji powinien umożliwiać inicjację nowych sekwencji dla relacji grupa uderzeniowa ŚNP - obiekt uderzeń (opisanych wyżej), a ponadto w przypadku gdy dana grupa ŚNP nie wykonała ataku, wprowadzenie poprawek do wcześniej podjętych decyzji co do wszystkich jej elementów wymienionych w pkt.2.1. od a) do f) z wyjątkiem zmiany wariantu uzbrojenia.

4.1.1.8.7. Współpraca z innymi modułami

Współpracę z innymi modułami ilustruje schemat blokowy modułu przedstawiony w pkt.4.1.1.8.5 niniejszej pracy. Moduł rażenia obiektów uderzeń współpracuje z następującymi modułami:

- dynamiki;
- bazą danych;
- obiektów uderzeń;
- WRE OP;
- rozpoznania.

Baza danych jest odbiorcą efektów pracy bloku rejestrując skutki działań ŚNP na obiekty uderzeń.

Moduł dynamiki dostarcza do modułu rażenia obiektów uderzeń aktualną pozycję ŚNP i pozycję obiektu we współrzędnych płaskich przyjętych w symulatorze.

Moduł obiektów uderzeń byłby źródłem informacji dla modułu rażenia obiektów uderzeń o:

a) współczynnikach funkcji f_x potrzebnej do określania zasięgu maksymalnego LŚR planowanych do użycia jako pierwsze ($k = 1$);

b) normatywnych powierzchniach rażenia LŚR (S_R) w odniesieniu do danych obiektów uderzeń w każdym z k-tych ataków.

Aktualny kod numeru ataku, liczba k, przekazywana jest z MROU do MOU;

c) prawdopodobieństwie wykrycia danego obiektu uderzenia.

4.1.1.8.9. Informacje szybkozmiennie i aktualizowane okresowo

Do informacji szybkozmiennych bez wątpienia zaliczono pozycję ŚNP.

W dalszej kolejności byłaby to pozycja obiektu.

Pozostałe informacje noszą znamiona sygnałów wolnozmiennych.

4.1.1.9. Moduł dynamiki środków napadu powietrznego

4.1.1.9.1. Przeznaczenie modułu

Moduł przeznaczony jest do:

- a) smulowania położenia środków napadu powietrznego (związków taktycznych, oddziałów, pododdziałów, grup samolotów lub śmigłowców) na ziemi i w powietrzu w czasie przygotowania i prowadzenia przez nie walki;
- b) symulowania zmian położenia i ukompletowania elementów zabezpieczenia logistycznego środków napadu powietrznego w czasie przygotowania i prowadzenia walki.

Rola i miejsce modułu w grze

Jest to zasadniczy modułów po stronie modułów środków napadu powietrznego, gdyż jego zadaniem jest symulowanie procesów zachodzących w nim na ziemi i w powietrzu z uwzględnieniem rezultatów symulacji w innych modułach ŚNP:

- obiektów ataku;
- ogniowy ŚNP;
- rozpoznania ŚNP;
- WRE ŚNP;
- transportu powietrznego ŚNP - moduł ten jest niewykazywany na ogólnym schemacie gry)

oraz modułach po stronie przeciwnika:

- obiektów obrony, a w tym ich OPL, maskowanie i możliwość wykrycia;
- WRE OP;

- ogniowy OP.

Zatem na procesy zachodzące w module dynamiki ŚNP mają wpływ rezultaty symulacji w innych modułach, tak po stronie ŚNP jak i OP.

4.1.1.9.2. Działanie bloku dynamiki ŚNP

W zasadzie moduł powinien mieć możliwość jednakowego działania na etapie planowania i prowadzenia walki. Na przykład lotnictwo rozpoznawcze powinno prowadzić rozpoznanie powietrzne również na etapie planowania celem dostarczenia dodatkowych danych o przeciwniku (obiektach) potrzebnych do podjęcia uzasadnionych decyzji.

a) Na etapie planowania blok dynamiki ŚNP powinien umożliwiać:

- tworzenie ugrupowania bojowego lotnictwa (bazowania) na ziemi;
- zmianę ugrupowania poprzez przelot rzutów bojowych (samolotów i śmigłowców) i przemieszczenie rzutów zabezpieczenia naziemnego;
- zmianę dyslokacji, asortymentu i ilości środków zabezpieczenia logistycznego lotnictwa;
- symulowanie procesów zachodzących podczas odtwarzania gotowości bojowej samolotów (śmigłowców) do kolejnych zadań;
- wprowadzenie (uwzględnianie) strat lotnictwa i środków zabezpieczenia logistycznego w wyniku uderzeń ogniowych przeciwnika (ŚNP, wojska rakietowe wojsk lądowych);
- symulowanie przemieszczania samolotów (śmigłowców) według zasad przedstawionych niżej.

b) Na etapie prowadzenia walki moduł dynamiki powinien umożliwiać symulowanie przemieszczenia samolotów (śmigłowców) w powietrzu według etapów:

- start samolotów (śmigłowców) i formowanie ugrupowania bojowego w powietrzu (zbiórka samolotów lub śmigłowców);
- lot nad terenem własnym;
- lot nad terenem przeciwnika;
- wykonanie uderzenia na obiekty przeciwnika lub rozpoznanie nakazanych obiektów lub innych zadań, np. wysadzenie desantu powietrznego;

- lot powrotny nad ternem przeciwnika;
- lot powrotny nad ternem własnym i lądowanie na lotnisku dotychczasowego lub nowego bazowania. Lądowanie grup samolotów (śmigłowców) poprzedza rozpuszczenie na pary lub pojedyncze samoloty (śmigłowce).

4.1.1.9.3. Funkcje i procesy zachodzące w bloku w funkcji czasu

Na etapie planowania walki:

Tworzenie (zmiana) ugrupowania bojowego lub poprawa bazowania przez przelot rzutów bojowych i przemieszczenie rzutów zabezpieczenia naziemnego. Przelot samolotów (śmigłowców) zgodnie z ustalonymi przez ćwiczących prędkościami ($t_{lotu} - f(S, V)$), przemieszczenie rzutów zgodnie z zasadami organizacji marszu.

Odtworzenie gotowości bojowej samolotów i śmigłowców - przebieg tego procesu w czasie realnym w zależności od ilości środków zabezpieczenia logistycznego, ilości ludzi do obsługi oraz ilości sprzętu zabezpieczającego.

Czas ten może się zwiększać np. w wyniku uderzeń ogniowych przeciwnika, zmniejszenie ilości ludzi i sprzętu zabezpieczającego oraz ilości środków zabezpieczenia logistycznego.

Osiąganie gotowości bojowej w czasie realnym - zgodnie z ustalonymi normami. Czasy te mogą się zmieniać (zwiększać) w sytuacji jak wyżej (uderzenia ogniowe itp.).

Na etapie prowadzenia walki:

Start samolotów (śmigłowców) i formowanie ugrupowania bojowego w powietrzu.

Etap ten obejmuje przedział czasu od momentu otrzymania przez pilotów sygnału (rozkazu) na start do momentu zakończenia zbiórki (zakończenia formowania ugrupowania bojowego).

$$t_{st \ i \ zb} = t_{st(GB)} + t_{zb}$$

Wielkość tego czasu zależy od czasu potrzebnego na start z określonego stopnia gotowości bojowej ($t_{st(GB)}$) i czasu potrzebnego na wykonanie zbiórki (t_{zb}). Niezbędne jest,

aby moduł umożliwił symulację zbiórki samolotów (śmigłowców) startujących z jednego lotniska lub kilku lotnisk. W modelu zbiórki celowe jest uwzględnienie metody "dopędzanie" i metody "zakręt" (w tym o 180°). Model tego etapu powinien uwzględniać wpływ warunków atmosferycznych na możliwość i sposób wykonania startów z poszczególnych lotnisk (poniżej pewnych granicznych warunków start jest niemożliwy) oraz ilość samolotów (śmigłowców), które dotrą do punktu końcowego zbiórki.

Program symulacyjny zdarzenia i przebieg etapu powinien umożliwić symulację procesu zbiórki, dla wprowadzonych wielkości decyzyjnych i podawanie na minitorze (ekranie) charakterystycznych zdarzeń tego procesu.

Lot nad terenem własnym.

Etap ten obejmuje przedział czasu od momentu zakończenia tworzenia ugrupowania bojowego do momentu przelotu rubieży styczności bojowej wojsk.

W symulacji tego etapu uwzględnić należy uwarunkowania bezpieczeństwa lotu (wykorzystanie korytarzy przelotu, konieczność uzgadniania tras lotu), występowanie stref zakazanych, możliwość biernego (wejście w strefę wykrywania OP) i czynnego działania środków OP (strefa rażenia OP, oddziaływanie środków WRE).

Przebieg etapu w funkcji czasu zależy od długości pokonywanego odcinka i prędkości lotu

$$t_{ltw} = \frac{S_{tw}}{V_{lotu}}$$

gdzie:

t_{ltw} - czas lotu nad terenem własnym;

S_{tw} - długość odcinka lotu nad terenem własnym;

V_{lotu} - prędkość lotu.

Program symulacji tego etapu powinien umożliwić symulowanie (w skali czasu) lotu samolotów (śmigłowców) i podawanie na monitorze (ekranie) charakterystycznych zdarzeń tego etapu lotu.

Lot nad terenem przeciwnika.

Etap ten obejmuje przedział czasu od momentu przelotu rubieży styczności bojowej wojsk do momentu wyjścia w rejon obiektu działań (uderzenia, rozpoznania), do punktu

początku ataku lub rozpoznania.

W symulacji tego etapu uwzględnić należy działanie czynne i bierne środków OP na samoloty (śmigłowce) wykonujące lot w ugrupowaniu - wykrywanie, oddziaływanie środków WRE i oddziaływanie środków ogniowych OP.

Działanie to powinno powodować zmniejszenie wielkości grup (straty), zmniejszać zasięg łączności oraz środków radionawigacyjnych samolotów (śmigłowców).

Przebieg etapu w funkcji czasu - tak jak podczas lotu nad terenem własnym. dodatkowo droga (odcinek) lotu może się zwiększać w wyniku wykonywania manewrów przeciw środkom radiolokacyjnym, rakietowym i artyleryjskim środkom OP (OPL), lotnictwu myśliwskiemu.

Program symulacji tego etapu powinien umożliwiać symulowanie (w skali czasu) lotu samolotów (śmigłowców) i podawanie na monitorze (ekranie) charakterystycznych zdarzeń tego etapu.

Wykonanie uderzenia (lub rozpoznania) na obiekty przeciwnika.

Etap ten obejmuje przedział czasu od wyjścia w punkt początku ataku (rozpoznania) nazywanego początkiem drogi bojowej (PDB) do momentu przekroczenia wyjściowego punktu trasy powrotnej (WPTP).

W symulacji tego etapu należy uwzględniać:

- oddziaływanie środków OPL obiektu na samoloty (śmigłowce) i wynikające stąd straty;
- zmniejszenie możliwości środków OPL osłaniających obiekt w wyniku oddziaływania ogniowego i radioelektronicznego wydzielonej grupy samolotów (śmigłowców);
- wpływ bezpośredniego rozpoznania i ewentualnego oznaczenia obiektu ataku na rezultaty uderzenia ogniowego;
- wpływ warunków atmosferycznych na możliwości wykonania ataku lub rozpoznania;
- możliwość zastosowania jednego z kilku (np. trzech) sposobów ataku lub prowadzenia rozpoznania;
- wpływ zwalczania obiektów OP (OPL) na efektywność (zmniejszenie) OP.

Przebieg etapu w funkcji czasu zależy od odległości PDB do obiektu ataku i od obiektu

ataku do WPTP oraz prędkości lotu, a także od ilości manewrów i czasu potrzebnego na wykonanie każdego z nich. Manewry do ataku można standaryzować w funkcji czasu (przyjmować stałe odcinki czasowe dla każdego manewru).

Lot powrotny nad terenem przeciwnika.

Etap obejmuje przedział czasu od momentu przekroczenia wyjściowego punktu trasy powrotnej (WPTP) do momentu przekroczenia rubieży styczności bojowej wojsk.

W symulacji tego etapu lotu należy uwzględnić:

- oddziaływanie środków OP (OPL) na samoloty (śmigłowce), które mogą wracać w ugrupowaniu jak nakazał (zdecydował) dowódca, lub takim jak w czasie wykonania ataku (rozpoznania), lub w rozproszeniu, w zależności od warunków atmosferycznych, liczby wykonywanych ataków i intensywności oddziaływania środków OPL (liczby zestrzelonych nad celem samolotów lub śmigłowców).

Lot powrotny nad terenem własnym i lądowanie na lotnisku dotychczasowego lub nowego bazowania.

Etap ten obejmuje przedział czasu od momentu przelotu rubieży styczności bojowej wojsk do momentu zakończenia lądowania samolotów na lotnisku dotychczasowego lub nowego bazowania. W symulacji tego etapu lotu należy uwzględnić:

- zróżnicowanie przebiegu trasy lotu powrotnego (trasą uzgodnioną lub inną, np. w celu lądowania na lotnisku innym, niż planowane);
- możliwość zestrzelenia samolotów (śmigłowców) przez własne środki OP (OPL) w przypadku powrotu po trasie innej niż planowana;
- ograniczenia możliwości lądowania w wyniku wyczerpania się zapasu paliwa lub nieodpowiednich warunków na lotniskach lądowania.

Przebieg etapu w funkcji czasu zależy od długości pokonywanego odcinka, prędkości lotu oraz sposobu rozpuszczenia i zajścia do lądowania.

Na etapie planowania i prowadzenia walki moduł dynamiki współpracuje z komputerową mapą terenu.

4.1.1.9.4. Ograniczenia

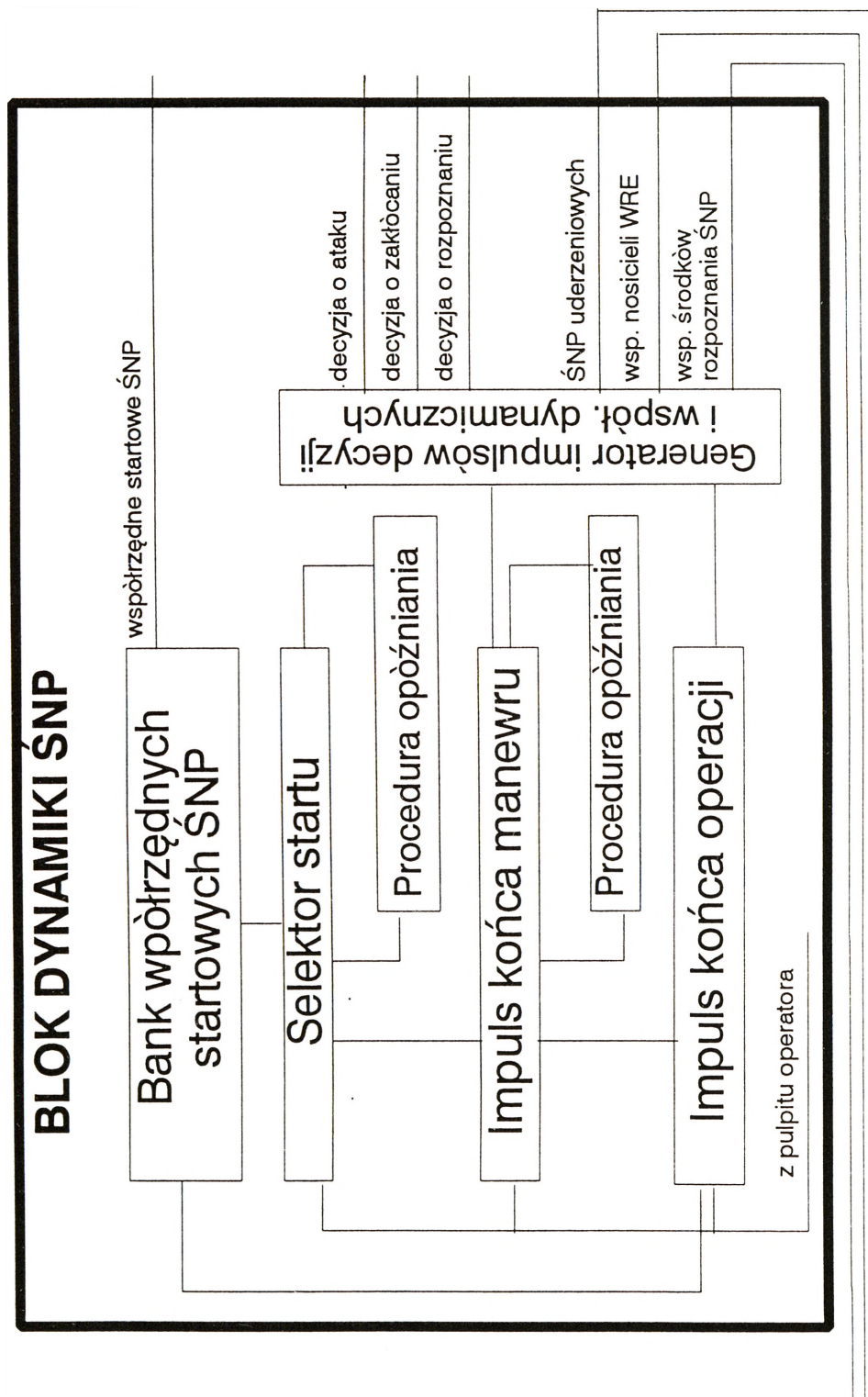
Wynikają one z potrzeby standaryzacji niektórych elementów (procesów) dynamiki. wskazane jest aby blok umożliwiał wybór spośród proponowanych opcji:

- trzech wariantów wykonania standardowych zbiorów oraz rozpuszczenia do lądowania;
- 3-5 typowych manewrów do atakowania obiektów;
- 5-7 manewrów do prowadzenia rozpoznania charakterystycznych obiektów liniowych, płaszczyznowych, punktowych;
- 3-5 typowych manewrów przeciwrakietowych, przeciwartyleryjskich, przeciwmysliwskich, przeciwradiolokacyjnych.

Blok powinien umożliwiać wprowadzenie prędkości lotu w zakresie 0-1200 km/h, wysokości w zakresie 0-16000 m, wielkość grup samolotów (śmigłowców) - 0-20.

Sytuacja naziemna powinna być odwzorowana przy pomocy standardowych dla "gry" znaków. To samo dotyczy znaczników samolotów (śmigłowców) rodzajów lotnictwa.

4.1.1.9.5. Schemat blokowy modułu dynamiki środków napadu powietrznego



4.1.1.9.6. Elementy decyzyjne w module

W module będą odwzorowywane decyzje dotyczące położenia ŚNP na ziemi i w powietrzu. Elementy te prezentowane są na prezentowanym schemacie (w formie graficznej). Zobrazowanie rezultatów symulacji w bloku dynamiki środków napadu powietrznego

Rezultatem symulacji powinno być zobrazowanie sytuacji naziemnej i powietrznej środków napadu powietrznego.

Zobrazowanie to powinno być wyrażone przyjętymi znakami graficznymi, umownymi i jednakowymi dla całej gry. Idea zobrazowania sytuacji naziemnej i powietrznej ŚNP odzwierciedla zasady bazowania i wykonania lotu przez grupę samolotów z jednego lotniska (lądowanie na innym lotnisku). W grze sytuacja ta może być bardzo skomplikowana skomplikowana - dużo lotnisk, lądowisk i grup w powietrzu.

4.1.1.9.7. Współpraca z innymi blokami

Moduł dynamiki ŚNP we wszystkich etapach współpracuje z modułem komputerowej mapy terenu.

Na procesy planowania walki wpływ może mieć moduł ogniowy ŚNP strony przeciwnej. Jest to związane z możliwością wykonania uderzeń na lotniska i spowodowane albo zablokowanie części lotnictwa i zmniejszenie ilości środków zabezpieczenia logistycznego, albo zmianę ugrupowania lotnictwa na ziemi.

W czasie prowadzenia walki przez samoloty (śmigłowce) moduł dynamiki współpracuje z modułami:

- rozpoznania;
- WRE;
- ogniowymi OP.

Wynika to z oddziaływania na ŚNP podczas lotu nad terenem własnym, przeciwnika, wykonania uderzenia (rozpoznania), lotu powrotnego nad terenem przeciwnika. Współpracuje też z modułami:

- ogniowym;
- WRE;

- rozpoznania ŚNP.

Jest to związane z oddziaływaniem ogniowym i radiotechnicznym na środki OP na trasach przelotu i w rejonach wykonania zadań oraz z oddziaływaniem ogniowym na zaplanowane obiekty. Współpraca z blokiem rozpoznania dotyczy prowadzenia planowanego rozpoznania powietrznego (wzrokowego, fotograficznego, radioelektronicznego).

4.1.1.9.8. Informacje szybko zmienne i aktualizowane okresowo

W czasie rzeczywistym powinny być aktualizowane informacje o przemieszczeniu się samolotów (śmigłowców) w przestrzeni powietrznej zgodnie z wprowadzonymi prędkościami.

Do informacji szybko zmiennych należy zaliczyć zmiany (zmniejszenie) składu grup samolotów (śmigłowców) w strefie oddziaływania środków ogniowych OP. Można założyć okresową (np. co 30 sekund lub co 60 sekund) aktualizację, albo po przelocie strefy rażenia danych środków. Również do takich informacji należy zaliczyć oddziaływanie ogniowe ŚNP na obiekty strony OP lub rezultaty rozpoznania ŚNP. Aktualizowanie rezultatu działań celowo jest przeprowadzać po wykonaniu jednego, zaplanowanego (zaprogramowanego) wcześniej manewru. Jednocześnie po każdym ataku (manewrze) zmniejsza się ilość środków rażenia (lub środków rozpoznania powietrznego).

W czasie lotu okresowo (co 2-3 minuty, lub częściej) aktualizowany powinien być zapas paliwa samolotów (śmigłowców).

Do informacji aktualizowanych okresowo zaliczyć należy te, które dotyczą ugrupowania ŚNP na ziemi, zapasów środków zabezpieczenia logistycznego i ich zmiany np. przez przebazowanie samolotów (śmigłowców), przemieszczenie rzutów naziemnego zabezpieczenia, odtworzenie gotowości bojowej, lub w wyniku uderzeń ŚNP strony przeciwnej. Możliwość wprowadzenia tych zmian powinna istnieć tak na etapie planowania, jak i dynamiki.

5. OPIS WSPÓŁPRACY POMIĘDZY MODUŁAMI FUNKCJONALNYMI

Gra rozpoczyna się od ułożenia wstępnego scenariusza działań (wprowadzenia sytuacji początkowej gry). Zadaniem grających jest zidentyfikowanie problemu (sytuacji konfliktowej) i podjęcie decyzji. Decyzja ta wprowadzana jest przez pulpity operatorów poprzez bloki dynamiki do selektorów sprzętu. Parametry techniczne i taktyczne każdego typu sprzętu uczestniczącego w grze zawarte są w bazie danych. Dane dotyczące struktur organizacyjnych, typów dysponowanego sprzętu przez grające strony oraz współrzędne początkowe, przed rozpoczęciem gry zakładają rozjemcy. Wspomniane wyżej scenariusze działań są porównywane w module operacyjnym i rezultat tego porównania jest wynikiem końcowym gry stanowi on również podstawę oceny podejmowanych decyzji przez uczestników gry.

Sposób porównywania decyzji (procesy zachodzące) w module operacyjnym przedstawimy w tej części opracowania.

Decyzje wprowadzone przez uczestników gry stanowią podstawę prowadzenia gry (stanowią prognozę działań). Jest to operacja przyporządkowania poszczególnym obiektom ich współrzędnych początkowych a następnie prognozowanych. Jeżeli obiekt uczestniczący w grze ma znajdować się w ruchu lub aktualnie w nim jest to informacja o nim poprzez bank współrzędnych a następnie generator decyzji i współrzędnych bieżących (GDWB) w modułach dynamiki dostarczana jest do modułów poszczególnych rodzajów obiektów. Start procedury ruchu wywołany jest komendą z pulpitu operatora. Komenda taka poprzez selektor startu i procedury opóźnienia jeżeli obiekt znajduje się w stanie, w którym natychmiast po danej komendy wykonać nie może, jest podawana do GDWB. Generator ten odtwarza scenariusz (prognozowane współrzędne) dla właściwego obiektu. Obiekty mogące reagować na komendy natychmiast podawane są do GDWB bez opóźniania. Każde opóźnienie ma pewien sens fizyczny, który w formie komentarza jest wyświetlany na pulpicie operatora np. wykonywany marsz, gotowość bojowa nr 3, przekroczone rezerwy pracy itp. Tak skonstruowany blok dynamiki na wyjściu daje współrzędne poszczególnych rodzajów obiektów i komendy decyzji (decyzja otwarcia ognia do modułu ogniowego, czy decyzja o emitowaniu energii elektromagnetycznej).

Sygnały takie trafiają do poszczególnych modułów OP i ŚNP. W module rozpoznania OP współrzędne środków rozpoznawczych OP są absorbowane (zgodnie z kodem

charakteryzującym dany rodzaj sprzętu) a następnie korelowane z danymi taktyczno-technicznymi właściwego egzemplarza. Dane takie uzyskiwane są poprzez selektor środków rozpoznawczych OP z bazy danych. Sama procedura rozpoznawania jest uzależniona od spełnienia kilku warunków. Po pierwsze, do elementu odpowiedzialnego za wyniki rozpoznawania muszą wpłynąć współrzędne ŚNP strony "A" i "B". Z miejsc rozmieszczenia środków rozpoznawczych zasymulowane muszą być strefy rozpoznania (ograniczone ze względu na warunki terenowe). Kolejnym warunkiem, który musi być spełniony to sygnały komend decyzji o rozpoznawaniu dla poszczególnych rodzajów środków rozpoznawczych. Wreszcie współrzędne ŚNP muszą znajdować się w tych aktywnych strefach. Jeżeli wszystkie te warunki zostaną spełnione to wówczas następuje uruchomienie procedury rozpoznawania. Jest to funkcja prawdopodobieństwa o rozkładzie zero-jedynkowym, w którym prawdopodobieństwo wykrycia q jest jeszcze w funkcji zakłóceń WRE pozyskiwanej z modułu WRE ŚNP strony przeciwnej. Tak więc po spełnieniu wszystkich wymienionych warunków obiekt jest wykrywany z prawdopodobieństwem $P=q$ (WRE ŚNP) a niewykrywany z prawdopodobieństwem $P_n = 1 - q$ (WRE ŚNP).

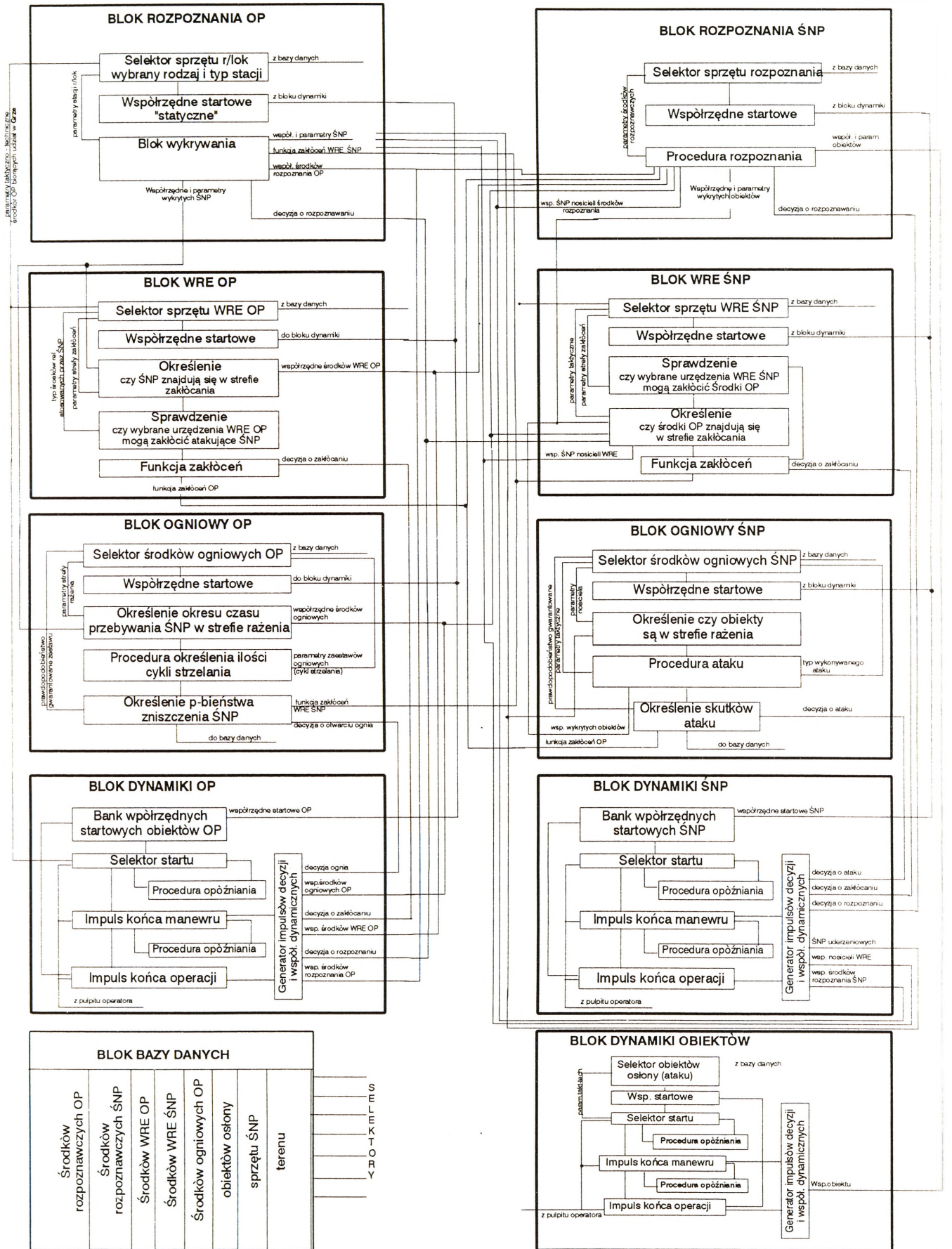
Współrzędne wykrytych obiektów (ŚNP) i przesyłane są do modułu WRE OP. Oprócz sygnału z bloku rozpoznania dostarczane są współrzędne środków zakłócających (z modułu dynamiki) i ich parametry taktyczno-techniczne (z bazy danych). Spełnienie warunków: wykrycie ŚNP; odpowiednio dobrane środki zakłócające do zakłócenia aparatury pokładowej ŚNP przeciwnika; znajdowanie się ŚNP w strefie zakłócania i decyzja o zakłócaniu powodują wypracowanie na wyjściu funkcji zakłócania, która wysyłana jest do module ogniowego ŚNP przeciwnika. Funkcja ta wpływa na zmniejszenie prawdopodobieństwa zniszczenia obiektów osłanianych radioelektronicznie, przez lotnictwo przeciwnika.

Bardzo podobnie realizowane są procedury niszczenia (obezwładniania) ŚNP przez środki ogniowe OP. Na wejście tego modułu podawane są współrzędne wykrytych obiektów (ŚNP), które porównywane są z parametrami stref rażenia symulowanymi w miejscach ugrupowania (stania) środków ogniowych. W momencie wejścia ŚNP w strefę rażenia rozpoczyna się procedura obliczania ilości cykli strzelania jakie może wykonać środek ogniowy OP do tego celu. Jeżeli zostanie podana komenda otwarcia ognia do wskazanego celu i warunek obecności w strefie rażenia został spełniony to wówczas rozpoczyna się procedura niszczenia ŚNP przeciwnika zgodnie z funkcją prawdopodobieństwa o rozkładzie zero – jedynkowym. Prawdopodobieństwo zniszczenia celu zależne jest od funkcji zakłóceń

emitowanej przez moduł WRE ŚNP przeciwnika. Procedura niszczenia uruchamiana jest tyle razy ile jest możliwych cykli strzelania danego środka ogniowego.

Moduły odpowiedzialne za procesy zachodzące po stronie ŚNP funkcjonują bardzo podobnie z tą różnicą, że strefy rozpoznania, zakłócania czy rażenia muszą być dokładnie skorelowane ze współrzędnymi ŚNP nosicielami środków rozpoznawczych, zakłócających albo rażenia. Przez moduł rozpoznania ŚNP przechodzą również informacje uzyskiwane z innych źródeł (rozpoznanie kosmiczne, grupy specjalnego przeznaczenia, agenturalne itp.). Praktycznie informacje te pochodzą od rozjemcy, który wprowadza tło sytuacyjne. W bloku ogniowym ŚNP oprócz warunków jakie muszą być spełniane w module ogniowym OP, podaje się również typ ataku wykonywany przez nosiciel środków rażenia.

Wszystkie wymienione wyżej procedury opisywane były na przykładzie pojedynczych celów, czy środków walki. Należy oczywiście przyjąć, że opisywane procedury odnoszą się do celów grupowych jak i różnych typów środków walki. Wymienione wcześniej procedury mają charakter sekwencyjny a ich realizacja jest interaktywna – zgodnie z założonymi wcześniej warunkami gry.



6. WYMAGANIA NA BAZĘ DANYCH KGPlot

W modelu KGPlot wykorzystywana jest "baza danych" stałych o wojskach własnych i nieprzyjacielu. Zawarte są w niej informacje odnoszące się do wojsk własnych i nieprzyjaciela a dotyczące:

- struktury etatowej (stan osobowy, środki walki) typowych pododdziałów i oddziałów wojsk OP;
- parametry taktyczno-techniczne środków walki;
- dane normatywne (np. prawdopodobieństwo wykrycia SNP przez RLS itp).

Na podstawie informacji zawartych w zbiorach tworzących "bazę danych stałych" oraz w oparciu o dokumenty "bojowe" (rozkaz bojowy, mapa robocza itp.) tworzona jest tzw. "baza danych roboczych" modelu inaczej zwana "scenariuszem działania" wojsk własnych i nieprzyjaciela.

Struktura rekordów informacji opisujących pododdziały i oddziały rodzajów wojsk OP powinna być niezależna od struktury i treści programów użytkowych funkcjonujących w systemie.

Sformułowane w tym rozdziale wymagania będą odnosiły się w zasadzie do "bazy roboczej i dotyczyć będą głównie zbiorów informacji opisujących strukturę etatowych pododdziałów i oddziałów rodzajów wojsk OP.

Wymagania zaś odnośnie zbiorów informacji tworzących "bazę danych stałych" a opisujące parametry taktyczno-techniczne środków walki, oraz dane normatywne są na obecnym etapie prac projektowych mniej istotne i sprowadzają się tylko i wyłącznie do określenia ogólnej struktury i zawartości wspomnianych zbiorów.

Szczegółowe precyzowanie treści i struktury logicznej tych zbiorów realizowane będzie na etapie projektowania technologicznego i stanowić będzie integralny element realizacji oprogramowania modelu.

Rekordy informacji opisujące stan typowych pododdziałów rodzajów wojsk OP występujących w modelu powinny posiadać taką strukturę logiczną, która zapewniłaby szybkość ich aktualizację oraz winna uwzględniać wszystkie rodzaje środków walki będących na ich wyposażeniu.

W rekordzie tym można wyróżnić trzy zasadnicze części:

STAŁĄ – ROBOCZĄ – DECYZYJNĄ

Informacje o elementarnych pododdziałach rodzajów wojsk OP wprowadzane są do "bazy roboczej" przy wykorzystaniu "p r o g r a m u d i a ł o g o w e g o".

Wprowadzone informacje w szczególności obejmują:

a) **W zakresie informacji stałych:**

- numer kolejny elementu organizacyjnego;
- kod struktury odzwierciedlający podległość organizacyjną;
- numer pododdziału
- skrót taktyczny nazwy pododdziału;
- kod etatu wzorcowego;
- procent ukończenia;
- aktualne położenie (x, y);
- liczba typów sprzętu będące na wyposażeniu.

Każdy typ sprzętu (środek walki) będzie opisany w sposób następujący:

- indeks sprzętu;
- ilość etatowa;
- ilość faktyczne;
- współczynnik jakości.

Przy tworzeniu "części stałej" rekordu informacji należy wykorzystać bazy danych systemu MIKRO-OS:

- MIKRO-OP – informacje o wojskach własnych;
- MIKRO-RW – informacje o nieprzyjacielu.

b) **W zakresie informacji roboczych:**

Ta część rekordu informacji opisującego elementarny pododdział rodzajów wojsk OP jest aktualizowana przez programy komputerowe wchodzące w skład oprogramowania modelu.

Informacje robocze opisujące elementarny pododdział rodzajów wojsk OP mogą dotyczyć np.:

- średniego czasu niezdolności bojowej;
- bieżącej prędkości marszu;
- bieżącego czasu realizacji zadania;
- . . .


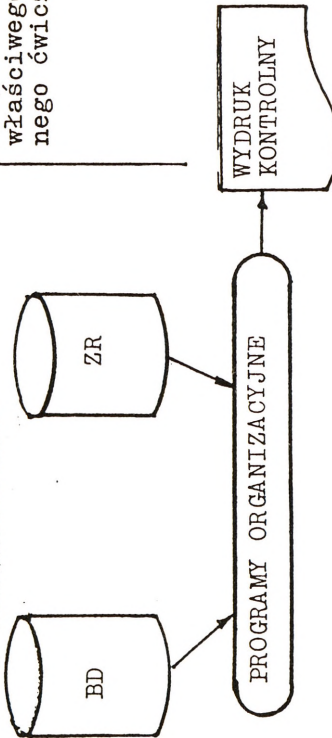
- . . .
- wskaźnika zakłóceń RLS;
- . . .
- . . .

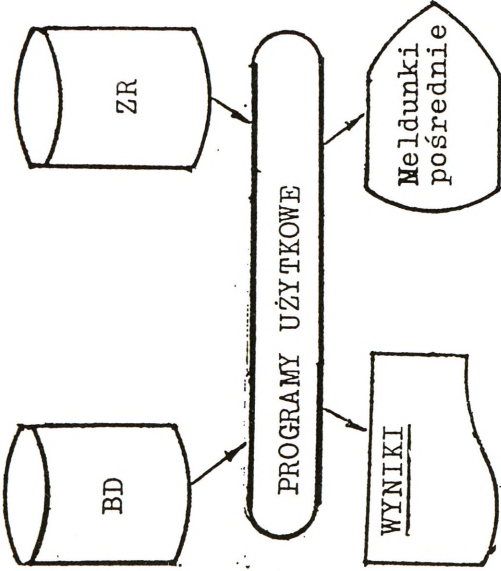
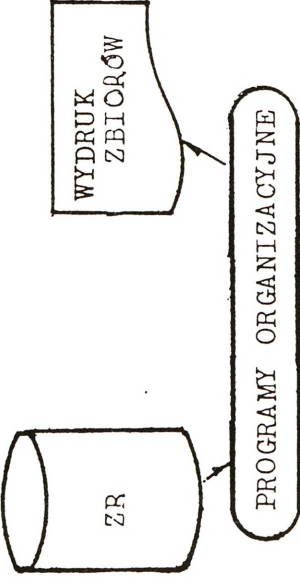
c) **W zakresie informacji decyzyjnych:**

- liczba zadań bojowych do wykonania;
- kod 1-szego zadania;
- kod kolejnego zadania;
- parametry opisujące
- kolejne zadania.

Informacje zapisane w zbiorach tworzących "b a z e d a n y c h s t a ł y c h" oraz "bazę roboczą" modelu KGPlot mogą być aktualizowane, udostępnione użytkownikom oraz wykorzystywane przez programy wchodzące w skład oprogramowania modelu.

Sposób dostępu do tych informacji i zakres związanych z tym czynności dla różnych faz eksploatacji modelu przedstawia schemat:

| Schemat przetwarzania | Wykonywane czynności | Wykonawca | Uwagi |
|--|---|---|---|
| <p>A. Konserwacja i testowanie</p>  <p>Zbiory robocze z poprzednich ćwiczeń</p> | <p>Konserwacja zbiorów w/g norm ustalonych w instrukcji eksploatacji systemu</p> | <p>Administrator systemu wg określonego planu</p> | <p>Konserwację zbiorów bazy danych przeprowadza się wówczas, gdy ulegają modyfikacji dane, które tworzą np. stan etatowy pododdziałów /oddziałów/</p> |
| <p>B. Przygotowanie zbiorów oraz programów do konkretnego ćwiczenia /eksperymentu/</p>  <p>Parametry do założenia ZR</p> <ul style="list-style-type: none"> Struktura organizacyjna Ukompletowanie | <p>Generowanie /tworzenie/ zbioru roboczego właściwego dla własnego ćwiczenia</p> | <p>Administrator systemu na podstawie zamówienia kierownika ćwiczenia</p> | <p>Tworzony zbiór roboczy ma strukturę logiczną odpowiadającą strukturze organizacyjnej ZT /oddziału/ uwzględnianą w danym ćwiczeniu</p> |

| Schemat przetwarzania | Wykonywane czynności | Wykonawca | Uwagi |
|---|---|---|---|
| <p>C. Realizacja procesu przetwarzania danych</p>  | <p>Zbieranie danych roboczych</p> | <p>Uczestnicy ćwiczenia</p> | <p>Bezpośredni dostęp do zbioru roboczego możliwy będzie poprzez kierownictwo i uczestników ćwiczenia</p> |
| <p>D. Zakończenie eksploatacji systemu</p>  | <p>Kopiuwanie zbioru roboczego na dyskietki Wydruk fragmentów zbioru roboczego Kasowanie zbioru roboczego</p> | <p>Administrator systemu na zlecenie kierownictwa ćwiczenia</p> | |

7. UWARUNKOWANIA TECHNICZNO – PROGRAMOWANE REALIZACJI KOMPUTEROWEJ GRY PRZECIWLOTNICZEJ

Przyjęto następujące założenia:

1. Systemem ma być wielodostępny (musi istnieć możliwość współpracy z wielu użytkownikami jednocześnie).
2. System ma być interakcyjny (każdy z użytkowników może, w dowolnym momencie, przerwać działanie systemu, w celu modyfikacji przyjętych założeń lub baz danych).
3. Pożądane jest graficzne zobrazowanie sytuacji taktycznej.

Realizacja systemu spełniającego powyższe założenia, wymaga przede wszystkim zdefiniowania każdego elementu działań bojowych (manewru, ognia, strat, zysków itp.) jako funkcji. Funkcji, której argumentami zawsze będą (oprócz innych) czas oraz położenie w przestrzeni. Nie wystarczy podanie współczynników liczbowych – musi być podany wzór (zależny od czasu i położenia danego obiektu). Jeżeli nie zdefiniuje się odpowiednich funkcji, to nie da się zrealizować postulatu interakcyjności systemu.

Przyjęte założenia implikują następujące wnioski:

1. Projektowany system wymaga umożliwienia jednoczesnego, możliwie bezkolizyjnego, współużytkowania systemu komputerowego – czyli:
 - . działania na wielu stanowiskach (komputerach),
 - . umożliwienia przesyłania informacji między poszczególnymi stanowiskami.
2. System w każdym momencie działania, stanowi pewien model rzeczywistości, reprezentowany wyczerpująco i kompletnie przez dane. System komputerowy realizujący na z którego będzie korzystał projektowany system ekspertowy musi zapewnić:
 - . kontrolę integralności (niesprzeczności) informacji,
 - . ochronę przed redundancją danych (powielaniem informacji) w systemie.
3. Szczegółowość systemu, postulat graficznej interpretacji jego wyników oraz

ilość przetwarzanych informacji stawia duże wymagania każdemu składnikowi systemu komputerowego, użytemu przy jego realizacji.

7.1. Sprzęt (HARDWARE):

Ze względu na:

- . cenę,
- . dostępność,
- . kwalifikuje ludzi mających tworzyć i wykorzystywać system,

ograniczę się do przedstawienia konfiguracji komputerów opartych na procesorach intel.

Projektowany system ekspertowy nakłada na sprzęt następujące wymagania:

- . komputery muszą być połączone między sobą łączem umożliwiającym możliwie najszybszą transmisję danych. W tym celu należy użyć kart sieciowych standardu ETHERNET oraz (jeśli to możliwe) łączy światłowodowych,
- . komputery powinny mieć jednolite konfiguracje, zawierające co najmniej:
 - . procesor 486 DX,
 - . 8 MB RAM,
 - . szybki dysk twardy o pojemności co najmniej 200 MB,
 - . szybką kartę graficzną SVGA, a w miarę możliwości akcelerator graficzny,
 - . lokalną szynę danych w standardzie Local Bus (lepiej PCI).
- . komputer główny (serwer – jeżeli przy realizacji systemu użyta zostanie LAN NetWare) powinien zawierać:
 - . procesor 486 DX2 lub Pentium
 - . 16 MB RAM,
 - . bardzo szybki dysk twardy o pojemności co najmniej 500 MB (optymalna byłaby macierz dyskowa),
 - . urządzenie podtrzymujące napięcie – UPS.
- . jeden z komputerów – stanowisk pracy, powinien być wyposażony :
 - . w stację CD ROM,

- . stację wymiennych dysków twardych (typu Syquest),
- . jeżeli jednym z efektów działania systemu ma być wykreślenie sytuacji taktycznej na mapie (lub tworzenie planszet), to należałoby uwzględnić dołączenie do systemu komputerowego skanera/plottera bębnowego.

7.2. Oprogramowanie (SOFTWARE):

7.2.1. System operacyjny

A. Systemy bazujące na UNIX'ie – na przykład QNX 4.2.

QNX 4.2 jest pierwszym w pełni 32 bitowym, wielodostępnym, wielozadaniowym i sieciowym systemem operacyjnym, zoptymalizowanym dla rodziny mikroprocesorów Intel – począwszy od 80286, aż do PENTIUM.

QNX należy do systemów otwartych; jest zgodny ze standardem POSIX. System oparty na architekturze modułowej składa się z mikrojądra (7 K) i współpracujących z nim procesorów. Taka struktura QNX pozwala na jego skalowanie, począwszy od systemów zawartych w ROM-ie, aż po rozbudowane do setek procesorów sieci, dające moc obliczeniową równą superkomputerom. Środowisko QNX jest konfigurowalne modułowo i może:

- . obsłużyć do 64 K portów szeregowych na jednym węźle sieci,
- . zaadresować do 4 GB RM,
- . obsłużyć setki równocześnie wykonywanych niezależnych zadań,
- . obsłużyć tyle węzłów sieci, na ile pozwala platforma sprzętowa.

QNX oferuje pełną komunikację między węzłami sieci oraz przetwarzanie rozproszone, pozwalające na wspólne transparentne użytkowanie zasobów programowych i sprzętowych każdej jednostki włączonej w sieć. Zastosowanie innowacyjnej technologii sieciowej FLEET, zaowocowało tym, że QNX jest odporny na uszkodzenia i przeciążenia oraz umożliwia pracę w różnych standardach sieci jednocześnie (np. Arcnet, Ethernet, TokenRing itp.). Stale rozwijające się środowisko QNX zawiera setki narzędzi unixowych, m.in.:

- . optymalizujący kompilator WATCOM ANSI C,

program obsługi przetwarzania równoległego Make.

Zastosowanie środowiska systemu operacyjnego QNX (UNIX) przy realizacji systemu ekspertowego pozwoliłoby wykorzystać równoległość i rozproszenie przetwarzania danych. Należy jednak zdawać sobie sprawę, że jest to środowisko programowe obce dla większości programistów i użytkowników. System wymagałby oprogramowania systemu ekspertowego od podstaw oraz kompleksowego przeszkolenia twórców oprogramowania i jego użytkowników.

B. Microsoft Windows NT.

Microsoft Windows NT jest systemem operacyjnym nowej generacji, charakteryzującym się dużą wydajnością, niezawodnością i otwartością. Windows NT jest solidną platformą sprzętową dla zaawansowanych sieci komputerowych w architekturze klient-serwer, przeznaczonym do pracy z najnowocześniejszymi systemami komputerowymi, w tym wieloprocesowymi. Jako w pełni 32-bitowy, wieloprogramowy system z zabezpieczeniem i separacją procesów, Windows NT nadaje się do zastosowań o wysokim stopniu komplikacji i poziomie wymagań. Współpracuje ze wszystkimi ważniejszymi standardami sieci komputerowych, m. in. Novell NetWare i TCP/IP. System jest dostępny w dwóch wersjach handlowych: Windows NT i Windows Advanced Server.

Zachowanie znanego z Windows 3.1. interfejsu użytkownika pozwala operatorom systemu Windows NT na łatwe realizowanie skomplikowanych zadań zawiadywania siecią i zadaniami o architekturze klient-serwer. Nowoczesne mechanizmy obsługi pamięci i nowy system plików pozwalają na zawiadywanie dużymi zasobami systemu (do kilku terabajtów pamięci dyskowej), NT jest więc dobrym rozwiązaniem także ze względu na przyszłe zastosowania systemów komputerowych.

System Windows NT stanowi optymalną, docelową platformę programową do realizacji systemu. Przemawiają za nim:

- znany, prosty, polskojęzyczny interfejs użytkownika,
- możliwość wykorzystania istniejących aplikacji Windows 3.1, Windows for Workgroups 3.11, DOS
- zintegrowane środowisko graficzne,
- możliwość obsługi wielu równocześnie wykonywanych niezależnych

zadań.

Wadą takiego rozwiązania jest konieczność nauczenia programistów pracy w tym środowisku.

C. Novell Netware + DOS

Sieć lokalna NetWare firmy Novell zapewnia współużytkowanie zbiorów danych. Umożliwia ochronę informacji przed redundancją i utratą integralności.

Sieć lokalna NetWare może pracować według konwencji klient - serwer, potrzebuje do tego specjalistycznego oprogramowania. Architektura systemu klient - serwer polega na specyficznym rozdzieleniu zadań pomiędzy serwer a stację roboczą. Serwer, oprócz udostępniania stacjom roboczym programów i danych, przejmuje częściowo przetwarzanie danych. Podczas gdy komputer będący klientem zajmuje się sformułowaniem warunków selekcji danych oraz sposobu przedstawienia wyników, serwer wyszukuje i przetwarza odpowiednie informacje. System klient - serwer przyspiesza działanie sieci lokalnej, zwiększa jej przepustowość, uniezależnia prędkość pracy sieci od klasy komputerów pełniących rolę stacji roboczych.

Zaletą użycia sieci NetWare do tworzonego systemu jest fakt jej posiadania i przyzwyczajenia użytkowników do korzystania z niej.

Wadami są:

- . niska przepustowość,
- . brak narzędzi do tworzenia systemów klient - serwer,
- . brak wieloprogramowości na pojedynczym stanowisku.

6.2.2. System zarządzania bazami danych

Z uwagi na masę przetwarzanych informacji, konieczność selekcji, projekcji i agregacji danych, właściwym oprogramowaniem realizującym tego typu funkcje będą systemy zarządzania bazami danych.

A. Microsoft SQL Server for Windows NT

Microsoft SQL Server jest zaawansowanym systemem obsługi relacyjnych baz danych (DBMS), przeznaczonym dla sieci w architekturze klient - serwer. Stanowi platformę dla rozwiązań systemów baz danych wymagających dużej wydajności działania i niezawodności. SQL Server charakteryzuje się wysokim stopniem zabezpieczenia dostępu do zasobów bazy danych i realizacji transakcji. w warstwie obsługi bazy danych mechanizmy wewnętrzne SQL Servera nadzorują integralność i jednorodność bazy, ograniczając do minimum ryzyko wystąpienia błędów i nadmiarowej informacji w bazie.

SQL Server jest w dużym stopniu zintegrowany z systemem operacyjnym Windows NT, co pozwala na łatwe konfigurowanie i administrowanie istniejącej bazy danych, nawet w systemach heterogenicznych. SQL Server można uruchamiać z również we współpracy z różnymi standardami sieci komputerowych m. in. z Novell NetWare. Poprzez moduły komunikacyjne istnieje możliwość połączenia bazy danych SQL Servera z systemami MVS, UNIX i AS/400. Procedury zdalnego dostępu do bazy pozwalają na obsługę SQL Servera z innego stanowiska pracy, co jest ważne przy realizacji rozproszonych baz danych w sieciach rozległych. Istniejąca grupa kilkuset aplikacji narzędziowych dla SQL Servera może być rozszerzona przy wykorzystaniu elementów języka SQL, zawartych w narzędziach programistycznych oferowanych przez Microsoft, takich jak Visual C++ czy Visual Basic.

B. CA-Clipper v. 5.2.

CA-Clipper jest wydany systemem zarządzania relacyjnym bazami danych w środowisku DOS i Novell Netware, charakteryzującym się niezawodnością działania przy dużej szybkości przetwarzania danych.

Wykorzystując Clipper'a można realizować samodzielne systemy bazodanowe (również w sieciach komputerowych).

Clipper jest językiem programowania, zorientowanym na przetwarzanie danych.

6.2.3. Graficzne zobrazowanie sytuacji

Informacje zawarte w bazach danych systemu ekspertowego będą miały konkretne odniesienie przestrzenne; będą definiowały konkretną sytuację na mapie (planszecie).

System informacji Geograficznej (GIS – Geographic Information System) to program

lub zespół programów komputerowych, zawierający różnego rodzaju graficzne informacje na temat określonego obszaru geograficznego, a także dane tekstowe lub numeryczne. Informacje usystematyzowane są w sposób pozwalający na łączenie informacji z baz danych, danych z arkuszy kalkulacyjnych, informacji formatu ASCII z obiektami mapy elektronicznej.

Idea GIS polega na powiązaniu elementów mapy z informacjami pochodzącymi z baz danych. GIS może być wykorzystany nie tylko do przechowywania danych czy wyświetlania informacji w postaci mapy numerycznej. Służy przede wszystkim do wykonywania analiz wszystkich tych danych, które mają jakiś element geograficzny (współrzędne, obszar), mogą być przywiązane do obiektów graficznych, występujących na mapie numerycznej.

Podstawowym elementem GIS są mapy. Mapa numeryczna budowana jest z trzech głównych rodzajów elementów:

- . obiektów punktowych,
- . linii, odcinków, łamanych,
- . powierzchni.

Mapa numeryczna jest zwykle zbudowana z zestawu warstw informacyjnych. Każda warstwa opisuje odmienny element terenu lub sytuacji.

W szczególności jedna z warstw może opisywać rozmieszczenie ugrupowania obrony przeciwlotniczej, inna – aktualną pozycję środków napadu powietrznego. Wyniki działania systemu mogą definiować poszczególne warstwy mapy systemu GIS.

Dla potrzeb systemu ekspertowego optymalnym systemem GIS byłby średni system wektorowy. Przykładem takiego systemu jest MapInfo firmy MapInfo Corporation. System MapInfo produkowany jest dla Windows, Dos, Macintosh, Unix HP i Sun SparcStation. Współpracuje z bazami danych (Clipper), czyta formaty: Lotus 1-2-3, Excel, ASCII, DXF.

8. ZASTOSOWANIE KOMPUTEROWEJ MAPY TERENU W KGPlot

W sztuce operacyjnej i taktyce mapa jest podstawowym nośnikiem informacji, umożliwiającym opracowanie decyzji o użyciu wojsk w operacji lub walce i postawienie im zadań.

W procesie dowodzenia praca na mapie prowadzona jest w sposób ciągły i wymaga zaangażowania wielu osób funkcyjnych sztabu oraz dużego obciążenia całego zespołu.

Odwzorowane na mapie elementy obrazujące zamiar dowódcy, jego decyzję użycia wojsk czy zadania dla podległych oddziałów lub pododdziałów, nanoszone są na mapę w oparciu o wyniki wielu analiz i obliczeń wykonywanych przez oficerów sztabu.

Próba zastosowania informatyki do wspomagania wyżej wymienionych prac sięgają początków jej rozwoju. Opracowano wiele algorytmów zadań kalkulacyjnych z zakresu optymalizacji procesów decyzyjnych, modelowania i symulacji pola walki oraz przetwarzania baz danych o wojskach własnych i nieprzyjaciela.

Wyniki obliczeń prezentowane były w formie tablic i zestawień.

W znacznym stopniu usprawniały one prace analityczne prowadzone w procesie dowodzenia, podczas wypracowania decyzji do działań bojowych. Niektóre z nich należało odwzorować w postaci graficznej na mapie i w tym zakresie prac człowiek był niezastąpiony. Przełom nastąpił w ostatnich latach. Wprowadzenie do eksploatacji komputerów z wysoką niezawodnością, jakością graficzną obrazu i dużymi mocami obliczeniowymi. Pojawiły się nowe generacje oprogramowania podstawowego i użytkowego. Powstały systemy graficzne wspomaganie prac projektowych i grafiki użytkowej.

Zawartość baz danych systemów wspomaganie dowodzenia wojskami wzbogacana jest o coraz bardziej dokładne informacje o wojskach zwłaszcza o ich położeniu wyjściowym i przewidywanym ugrupowaniu do działań bojowych. Umożliwia to zastosowanie "komputerowej mapy terenu".

8.1. Wybrane zastosowania "komputerowej mapy terenu"

Najbardziej dostępnym źródłem informacji o terenie są mapy topograficzne.

Prawidłowe czytanie zawartej w niej informacji, która jest przedstawiona umownymi znakami topograficznymi i skrótami umożliwia między innymi:

- określenie kąta nachylenia terenu;
- ocenę możliwości obejścia niektórych obszarów i odcinków przeszkód terenowych;
- określenie pól niewidocznych podczas obserwacji;
- ustalenie optymalnych rejonów dla rozwinięcia środków łączności itp.

Są to wybrane zadania, które są zazwyczaj realizowane na podstawie mapy topograficznej podczas planowania, organizacji i prowadzenia działań bojowych przez sztaby.

Z chwilą rozpoczęcia prac nad numerycznym modelem rzeźby terenu obszaru Polski, zaistniała możliwość wykonania powyższych zadań przy użyciu techniki komputerowej.

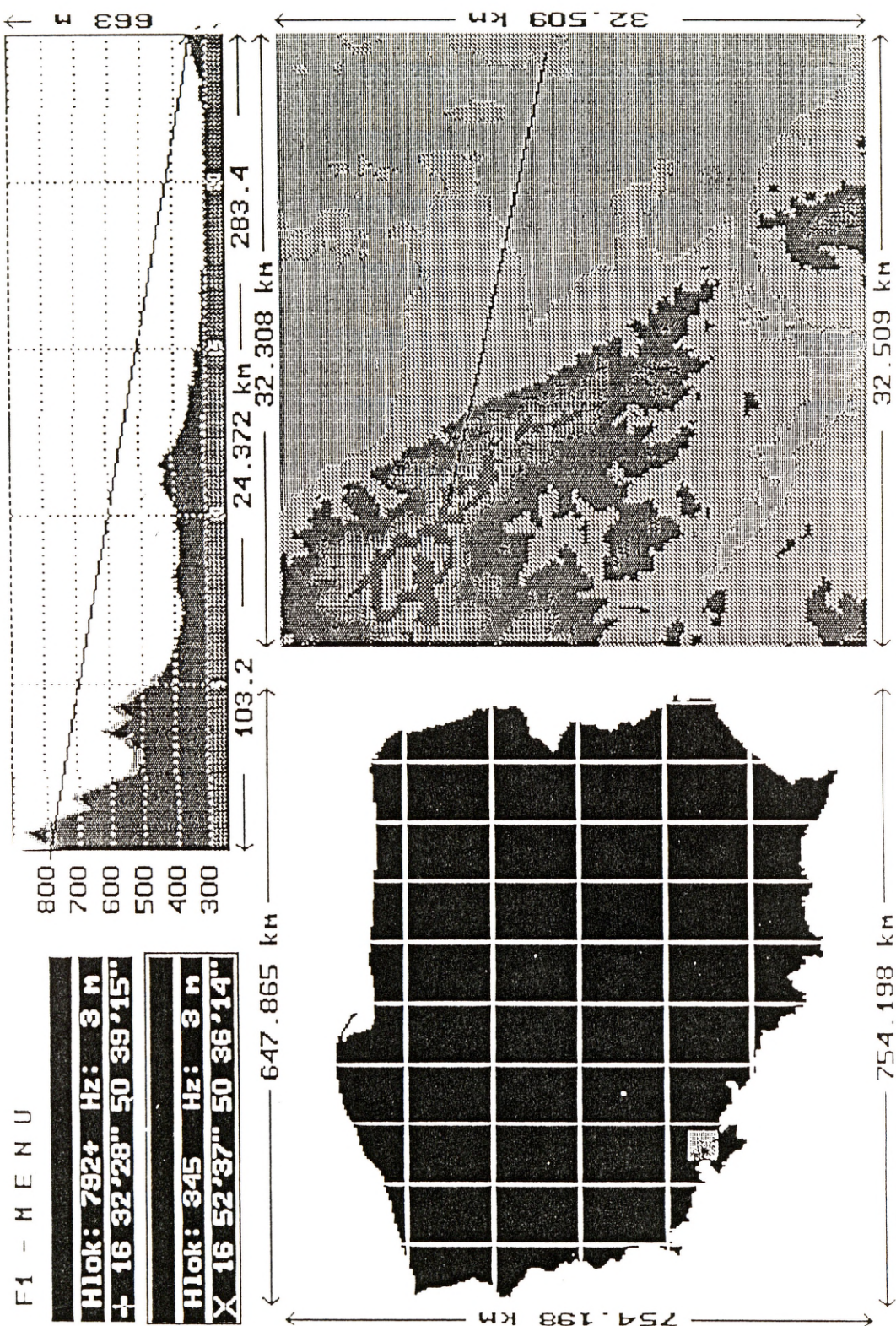
Założono, że aby opracowane programy komputerowe były w pełni przydatne dla celów operacyjno - taktycznych muszą spełniać między innymi następujące wymagania:

- dokładność uzyskanych wyników, które muszą się mieścić w granicach norm operacyjno - taktycznych;
- szybkość uzyskanych wyników, która winna być większa niż podczas pracy manualnej na mapie topograficznej;
- możliwość natychmiastowego wyboru wskazanego wycinka terenu.

W czasie oceny sytuacji podczas wypracowania decyzji na każdym szczeblu dowodzenia dokonuje się oceny właściwości taktycznych terenu. Czynnością podstawową staje się wtedy prawidłowa ocena terenu ze względu na jego ukształtowanie.

Na ekranie monitora komputera można uzyskać trójwymiarowy obraz terenu widzianego z dowolnie wybranego i usytuowanego punktu. Stanowisko obserwacyjne może być podniesione do wysokości 1000 m nad obserwowanym terenem (obserwacja lotnicza). Ta cecha programu jest niezmiernie ważna i może być wykorzystana podczas planowania skrytego rozmieszczenia wojsk w terenie oraz oceny maskowania wojsk własnych.

Istnieje możliwość wykreślenia dowolnego profilu terenu (wydruk nr 2). Umożliwia tym samym określenie głębokości pól martwych i zakrytych.



Wydruk nr 2.

Przy konstruowaniu komputerowej mapy terenu przyjęto następującą jego klasyfikację:

- **teren równinny** - to teren płaski lub prawie płaski z niewielkimi wzniesieniami, o bardzo łagodnych nachyleniach.

Formy rzeźby terenu są słabo widoczne, różnice wysokości rzadko przekraczają 10 m na 1 km, zaś kąt nachylenia nie przekracza 2° ;

- **teren falisty** - teren urozmaicony niewielkimi wzniesieniami o łagodnych zboczach.

Różnice wysokości dochodzą do 50 m na 1 km, kąt nachylenia dochodzi do 10° ;

- **teren pagórkowaty** - to teren o różnorodnych, przeważnie drobnych formach rzeźby.

Różnice wysokości dochodzą do 100 m na 1 km, zaś kąty nachylenia wahają się od 10° do 25° ;

- **teren górzisty** - to teren o bardzo urozmaiconej rzeźbie ze stromymi zboczami.

Różnice wysokości są większe niż 200 m na 1 km, kąty nachylenia zboczy dochodzą do 90° .

Chcąc dokonać analizy właściwości taktycznych terenu należy dokładnie określić średnie trzech parametrów analizowanego obszaru.

Są nimi:

- wysokość terenu nad poziomem morza;
- wysokości względne;
- kąt nachylenia zboczy.

Manualne dokonanie takiej analizy obarczone jest z reguły subiektywnymi błędami oraz wymaga określonego czasu.

Stosując odpowiedni program komputerowy uzyskujemy wyniki już po kilku sekundach. Na ekranie monitora (wydruk 1) można uzyskać uśrednione trzy parametry charakteryzujące rzeźbę dowolnie wybranego wycinka terenu. Oceny tej dokonuje komputer, którego bazą danych jest rzeźba terenu przedstawiona na mapie w skali 1: 50000.

Analiza rzeźby terenu przedstawiona w formie wydruku jest pomocnym dokumentem wykorzystywanym podczas oceny właściwości taktycznych (operacyjnych) w czasie wypracowania następujących decyzji do działań:

- rozmieszczenie wojsk;
- planowanie przegrupowania wojsk.

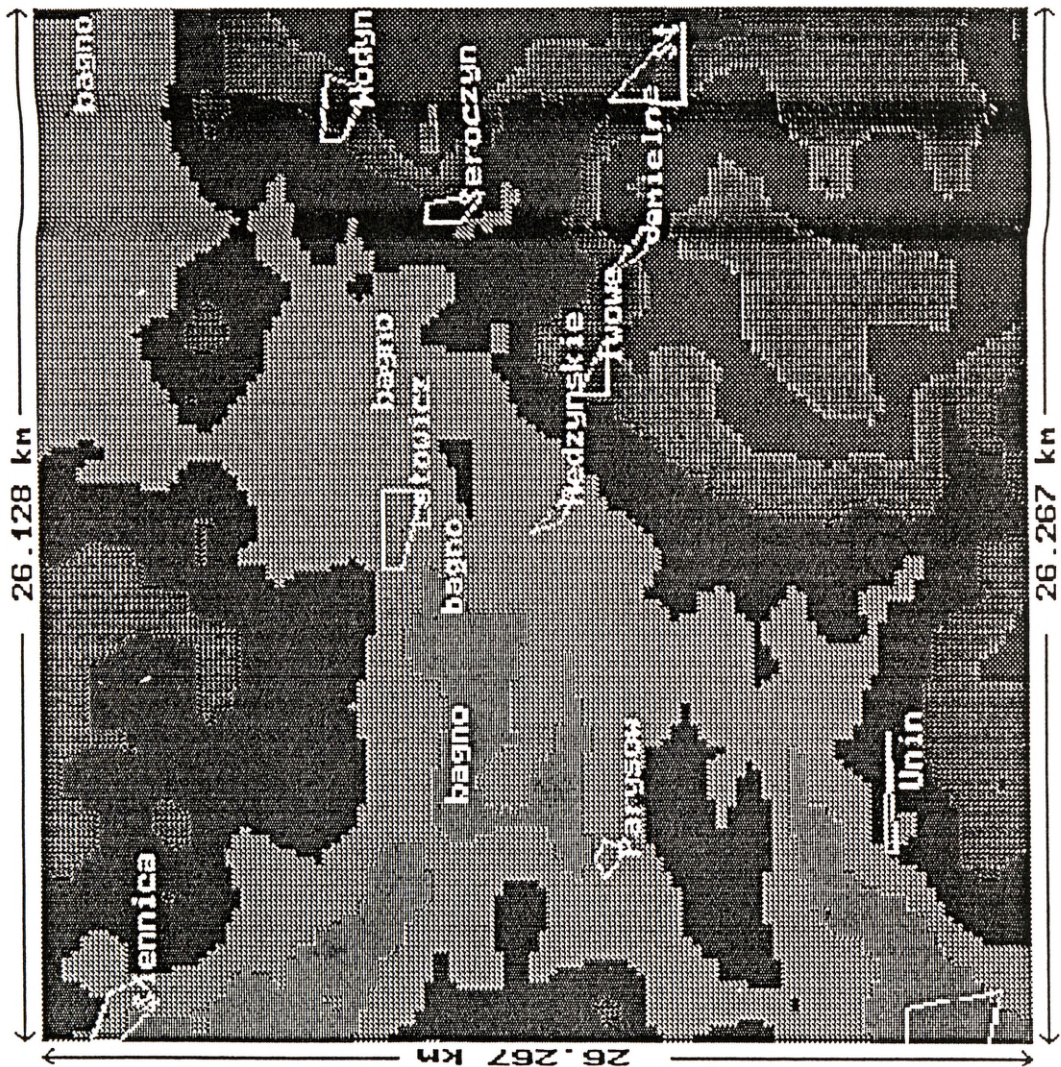
Wykorzystując komputerową mapę terenu można planować łączność radioliniową.

F1 - MENU

Teren falisty

Wysokość nrm - 165m
 Wysokość wzgl. - do 21m
 Nachylenie zboczy - do 4°

| | |
|---|---------------------|
| X | 21°56'14" 51°53'53" |
| | Wysokość : 179 m |
| + | 21°38'24" 52° 6'22" |
| | Wysokość : 150 m |



Wydruk nr 1.

Istniejący program umożliwia:

- wybór i lokalizację rejonu rozwinięcia radiolinii z dokładnością do kilku metrów;
- kontrolę tego miejsca pod względem widoczności radiowej i optycznej;
- pełną ewidencję lokalizacji pojedynczych radiostacji, jak również całego toru radioliniowego.

Podstawą do rozwiązania tego problemu jest sektorowa mapa widoczności radiowej (wydruk nr 3).

Analizowany obszar, stosownie do potrzeb użytkownika może być powiększany lub zmniejszany.

Program uwzględnia:

- rzeźbę terenu (wysokość lasów, zabudowań);
- krzywiznę ziemi;
- refrakcją

więc te elementy, które mają wpływ na rozchodzenie się wiązki fali elektromagnetycznej.

Poszczególne kolory w sektorze wskazują:

- czarny - niemożliwość nawiązania łączności;
- szary - łączność może być nawiązana bez żadnych utrudnień;
- biały - łączność może być nawiązana, przy maksymalnie podniesionych antenach radiolinii.

Obecnie prowadzone są prace, z dużym powodzeniem, nad przedstawieniem sytuacji taktycznej, zapisanej w formie umownych znaków, na ekranie monitora. Tło sytuacji taktycznej (podkład) stanowi mapa topograficzna wybranego obszaru działań bojowych.

Przedstawione powyżej wybrane zastosowanie komputerowej mapy terenu wskazują na jej wielką przydatność w rozwiązywaniu różnorodnych problemów operacyjno - taktycznych.

9. WYMAGANIA DOTYCZĄCE DOSTĘPU I OCHRONY INFORMACJI W KOMPUTEROWEJ GRZE PRZECIWLOTNICZEJ

W łańcuchu faz, przetwarzania informacji w komputerowej grze przeciwlotniczej występują mniej lub bardziej newralgiczne miejsca ze względu na możliwość zaistnienia infiltracji. Zachodzi wobec powyższego konieczność – wynikająca z potrzeb bezpieczeństwa zbiorów informacji – ochrony wszystkich faz procesu przetwarzania informacji.

Można wyróżnić środki do bezpośredniej ochrony zbiorów informacji i do ochrony środowiska, w którym te informacje są przetwarzane.

Ochrona bezpośrednia występuje wówczas, gdy stosuje się ją to zabezpieczenia zbiorów informacji podczas ich przetwarzania przy pomocy mikrokomputera, zawartych w PAO mikrokomputera, w dokumentach źródłowych i wynikowych.

Ochrona środowiska ma na celu zachowanie nienaruszalności zbiorów przede wszystkim podczas przechowywania (magazynowania).

Powyższy podział wskazuje na różnorodność zastosowania środków ochrony.

Całość środków ochrony możemy podzielić – biorąc za kryterium podziału podobieństwo ich działania lub zbliżony sposób postępowania podczas ochrony – na:

- metody organizacyjne;
- metody administracyjne;
- metody programowe;
- środki techniczne;
- szyfrowanie informacji.

W komputerowej grze przeciwlotniczej będą miały zastosowanie pierwsze cztery z uprzednio wymienionych metod ochrony, które pokrótce zostaną scharakteryzowane.

Granica między metodami organizacyjnymi a administracyjnymi nie jest wyraznie zarysowana.

Metody organizacyjne to określone postępowanie lub zespół czynności wykonywanych przez osoby obsługujące mikrokomputery – np. uczestników eksperymentu – w celu ochrony informacji podczas ich przetwarzania. Wynikają one z organizacji i technologii przetwarzania informacji.

Organizacja przetwarzania informacji w systemie wymaga określonego i

jednoznacznego posługiwania się zbiorami informacji.

Ochrona organizacyjna polega na:

- określenie wykazu osób przygotowujących i biorących udział w komputerowej grze przeciwlotniczej;
- etykietowaniu i rejestrowaniu wszystkich zbiorów danych stałych systemu;
- rejestrowaniu dokumentów źródłowych służących do założenia bądź aktualizacji zbiorów danych stałych;
- rejestrowaniu dokumentów wynikowych;
- ustaleniu listy upoważnionych osób do dostępu do zbiorów informacji.

Do zbiorów danych stałych systemu mają dostęp wszyscy użytkownicy systemu, ale tylko w zakresie odnoszącym się do odczytu danych zawartych w tych zbiorach.

Administrator systemu może dokonywać aktualizacji zawartości zbiorów danych stałych:

- odpowiednim przechowywaniu i dystrybucji zbiorów informacji i dokumentów wynikowych.

Administracyjne metody ochrony można ująć w odpowiednie instrukcje precyzujące postępowanie ze zbiorami i dokumentami niejawnymi.

Programowane metody ochrony są to programy, podprogramy lub segmenty programów specjalnie opracowane w celu ochrony dostępu do zbiorów przed osobami nieupoważnionymi lub nierozważnym postępowaniem samych użytkowników systemu.

W budowanej komputerowej grze przeciwlotniczej z programowych metod ochrony najbardziej przydatne będą następujące metody:

- włączenie procedur ochrony danych w mechanizmy programowego sterowania dostępem do informacji zawartej w bazie danych;
- uruchomienie programów użytkowych modelu przez użytkowników na podstawie znanych im haseł;
- programową identyfikację i adresację urządzeń abonenckich wykorzystywanych w sieci KGPlot.

W ogólnym ujęciu metoda ta identyfikacji użytkownika polega na podaniu określonego hasła – procedura upoważnienia oraz udzieleniu odpowiedzi użytkownikowi (zezwoenie dostępu do zbioru lub jego uniemożliwienie) – procedura potwierdzenia.

Do ochrony zbiorów informacji oraz sprzętu oprócz dotychczas wymienionych metod służą różne urządzenia techniczne.

Do ochrony informacji w projektowanym systemie wykorzystywane będą urządzenia zabezpieczające. Są one obecnie często stosowaną formą ochrony informacji w systemach informatycznych. Wynika to z dostatecznego stopnia ochrony zbiorów oraz prostej obsługi w czasie ich eksploatacji. Są to urządzenia techniczne mogące chronić zbiory w sposób bezpośredni. Do układów zabezpieczających należą np. zamki na urządzeniach (mikrokomputerach) oraz specjalne szafy do przechowywania nośników informacji (dyskietek).

Przedstawione wymagania powinny w zadowalającym stopniu zapewnić dostęp do danych zawartych w modelu komputerowej gry przeciwlotniczej (KGPlot) zarówno na etapie przygotowania roboczych baz danych do konkretnego ćwiczenia, jak i w fazie realizacji eksperymentu symulacyjnego gry.

