



Grey Scale #13



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



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OBRONY POWIETRZNEJ

~~XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX~~

Egz. nr 1

Płk dr hab. Zbigniew GROSZEK
Płk dr inż. Mieczysław ADAMCZYK

ROZPOZNANIE RADIOLOKACYJNE DLA POTRZEB DOWODZENIA
WOJSKAMI W SYSTEMIE OP-OBECNIE I W PRZYSZŁOŚCI

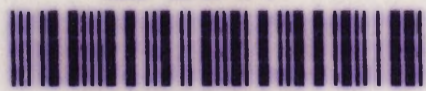
/studium operacyjne/

I etap badań



63932

Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej
S/2947



05-002947-001-0



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OBRONY POWIETRZNEJ

~~DO UŻYTKU SLUŻBOWEGO~~

Egz. nr 1



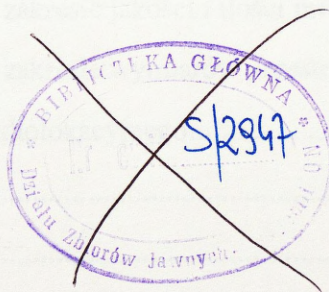
Płk dr hab. Zbigniew GROSZEK

Płk dr inż. Mieczysław ADAMCZYK

ROZPOZNANIE RADIOLOKACYJNE DLA POTRZEB DOWODZENIA WOJSKAMI W SYSTEMIE OP - OBECNIE I W PRZYSZŁOŚCI

(studium operacyjne)

I etap badań



WARSZAWA 1995

WSTĘP	4
1. PROBLEMY BADAWCZE, ZAKRES PRACY I METODY BADAWCZE	8
1.1. Cel i problemy badawcze	8
1.2. Hipoteza robocza i metody badawcze.....	12
1.2.1. Metody badawcze.....	12
2. OGÓLNA ANALIZA SYSTEMÓW INFORMACYJNYCH.....	15
2.1. Wybrane metody analizy systemów informacyjnych.....	16
2.2. Metody badania i analizy SI kierowania.....	25
2.3. Analiza struktur systemu informacyjnego kierowania	31
2.4. Ogólna analiza systemu informacyjnego kierowania pod kątem ujęcia czynnościowego	40
3. ANALIZA ROZPOZNANIA RADIOLOKACYJNEGO POD KĄTEM WYMAGAŃ INFORMACYJNYCH DLA POTRZEB DOWODZENIA	56
3.1. Istota i miejsce rozpoznania radiolokacyjnego w obronie powietrznej.....	57
3.2. Wymagania stawiane rozpoznaniu radiolokacyjnemu w obronie powietrznej RP	61
3.2.1. Wymagania informacyjne stawiane systemowi rozpoznania radiolokacyjnego.....	63
3.2.2. Wymagania w zakresie jakości i ilości informacji radiolokacyjnej	66
3.2.3. Wymagania w zakresie wymiarów przestrzennych strefy rozpoznania radiolokacyjnego.....	84
ZAKOŃCZENIE.....	103
LITERATURA.....	104

WSTĘP

Doświadczenia minionych lat dowiodły, że we współczesnym świecie należy mieć silną i dobrze zorganizowaną obronę powietrzną, zapewniającą funkcjonowanie całego zaplecza oraz prowadzenie operacji wojennych na lądzie, morzu i w powietrzu. Obrona taka staje się obecnie jednym z podstawowych kryteriów przygotowania kraju pod względem militarnym.

Należy zaznaczyć, że obecna zmiana doktryny wojennej Polski na obronną między innymi wymaga reorganizacji obrony powietrznej.

Zgodnie z nową doktryną obronną, wojska lądowe będą działały na własnym terytorium. Dlatego uzasadnione jest posiadanie silnej, jednolitej OP zdolnej do wykonania zadań.

Reorganizacja obrony powietrznej dotyczy zmiany struktury organizacyjnej, funkcjonalnej, informacyjnej i technicznej. Zmiany te uwarunkowane są również rozwojem (zmianą) sztuki operacyjnej i taktyki oraz taktyki środków napadu powietrznego potencjalnego przeciwnika, a także poglądami na ich użycie na danym teatrze działań wojennych.

W ostatnim dziesięcioleciu obserwuje się szczególnie dynamiczny rozwój środków napadu powietrznego oraz metod i sposobów ich stosowania na współczesnym polu walki. Jednocześnie wzrasta nasycenie obrony powietrznej środkami walki i środkami zabezpieczenia działań bojowych.

Należy wnioskować, że będzie to w istotny sposób komplikować dowodzenie, a także wypracowywanie koncepcji, zasad i sposobów działań wobec przeciwnika.

W ostatnich latach znacznie wzrosły potrzeby informacyjne wszystkich szczebli dowodzenia wojskami w tym w systemie obrony powietrznej (OP).

Deficyt informacji narzuca konieczność – lepszego i intensywniejszego wykorzystania posiadanych i nabywanych (z coraz większym trudem - trudności finansowe) środków zdobywania, przekształcania, gromadzenia i dostarczania

informacji o sytuacji powietrznej systemowi dowodzenia i kierowania środkami walki. Należy zaznaczyć, że niedobór informacji może wynikać, zarówno z małej ilości informacji, jak również z nadmiarem różnorodnej informacji trudnych do opracowania (analizy) w krótkim czasie przez posiadane podsystemy. Ponadto zjawisko niedoboru sił i środków w rodzajach sił zbrojnych systemu OP narzuca potrzebę reorientacji w określaniu kierunków działalności i wyznaczenia jej celów i zadań.

Należy założyć, że funkcjonuje jednolity system rozpoznania przestrzeni powietrznej (w tym radiolokacyjny) RP. Działają w nim podsystemy rozpoznania: wojsk OP, OPL i MW. Istniejące w tych wojskach podsystemy informacyjne dowodzenia nie są spójne, toteż nie tworzą spójnego systemu informacyjnego dowodzenia.

Wynika stąd potrzeba zintensyfikowanie badań nad sposobami i metodami ustalania zmieniających się często informacyjnych potrzeb dowodzenia, zwiększenia zakresu ich zastosowań oraz przejścia do problemowej budowy podsystemów informacyjnych, funkcjonujących w warunkach baz danych wielodostępnych i sieciowych systemach komputerowych, umożliwiających integrację podsystemów.

W związku z powyższym zachodzi potrzeba przeprowadzenia badań i naukowego opracowania koncepcji obiegu informacji radiolokacyjnej w procesie dowodzenia siłami i środkami wojsk w systemie OP, z uwzględnieniem warunków polityczno - militarnych oraz ewentualnej przyszłej wojny.

Problem realizowany jest w trzech etapach: pierwszy - 1995 r., drugi - 1996 r. trzeci - 1997 r..

Odpowiednio na część opracowania składają się trzy części.

Pierwsza część zawiera istotę problemu badawczego, analizę systemów informacyjnych w sensie ogólnym oraz wymagania informacyjne dla potrzeb dowodzenia.

Druga część będzie obejmować: analizę aktualnych możliwości systemu rozpoznania z uwzględnieniem taktyki działania możliwości czasowo-przestrzennych środków walki przeciwnika i własnych; możliwości współpracy z analogicznym systemem państw NATO (RFN).

Trzecia część będzie zawierać: tendencje rozwoju techniki i rozpoznania radiolokacyjnego (środków wykrywania oraz zbierania i opracowania informacji) na świecie i w kraju; koncepcję obiegu informacji o sytuacji powietrznej w perspektywicznym systemie rozpoznania radiolokacyjnego.

Część pierwsza składa się z trzech rozdziałów.

Rozdział pierwszy zawiera problem badawczy, cele badań, hipotezę roboczą oraz wykaz stosowanych metod badawczych.

W rozdziale drugim przedstawione zostały: ogólne metody analizy systemów informacyjnych; metody badania i analizy systemów informacyjnych kierowania (zarządzania) oraz strukturę, powiązania funkcjonalne i ujęcie czynnościowe (dynamiczne) systemu informacyjnego w odniesieniu do podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego w systemie OP. W rozdziale tym zostały pokazane zasady i techniki postępowania, wybrane z literatury krajowej i zachodniej, umożliwiające zarówno pogłębienie treści merytorycznej rozwiązań, jak również dokonanie porównań myśli twórczej (podejść naukowych do analizy systemów informacyjnych) cenionych przedstawicieli różnych szkół analizy systemów informacyjnych.

Wnioski z tego rozdziału umożliwiły bardziej precyzyjnie (ukierunkowane) określenie wymagań informacyjnych dla potrzeb dowodzenia w systemie OP oraz pozwoli lepiej przeprowadzić ocenę funkcjonowania systemu rozpoznania radiolokacyjnego.

Rozdział trzeci zawiera analizę wymagań informacyjnych dla potrzeb dowodzenia wojskami w systemie OP, stawianych podsystemowi rozpoznania. Szczególnie została zwrócona uwaga na parametry związane z wymiarami

przestrzennymi strefy rozpoznania radiolokacyjnego oraz z jakością i ilością informacji o sytuacji powietrznej.

Przedstawione wyniki badań pozwoliły określić wymagane zakresy (przedziały) wielkości podstawowych parametrów informacji, a także wyciągnąć wnioski dotyczące funkcjonowania i struktury podsystemu rozpoznania.

Przeprowadzona analiza wymagań stawianych informacji o sytuacji powietrznej pod kątem potrzeb podsystemu dowodzenia i środków walki, pozwoli na dokładniejszą ocenę aktualnych możliwości wojsk radiotechnicznych w zakresie rozpoznania radiolokacyjnego podczas działań bojowych wojsk w systemie OP.

1. PROBLEMY BADAWCZE, ZAKRES PRACY I METODY BADAWCZE

Złożoność procesu dowodzenia wymaga konieczności dokonywania wszechstronnych analiz i ocen będących podstawą opracowywania, weryfikacji oraz wyboru dopasowanych (racjonalnych) sposobów wykorzystania potencjału bojowego sił i środków obrony powietrznej.

Ważnym zagadnieniem jest racjonalne wykorzystanie potencjału bojowego wojsk radiotechnicznych (tworzących podsystem radiolokacyjny) działających w systemie OP, stanowiących główne źródło informacji o sytuacji powietrznej, mającej zasadniczy wpływ na efektywność dowodzenia wojskami w systemie obrony powietrznej.

Wymagane jest ciągle doskonalenie systemu radiolokacyjnego w zakresie jakości ilości wydawanej informacji. Należy zaznaczyć, że zarówno ćwiczenia, jak i lokalne konflikty zbrojne nie odzwierciedlają wszystkich aspektów pola walki odpowiadających współczesnemu systemowi obrony powietrznej. Toteż konieczne i celowe jest zastosowanie nowoczesnych metod naukowych, pozwalających analizować i oceniać efektywność działań bojowych, a następnie doskonaląc wykorzystanie sił i środków OP na współczesnym polu walki.

1.1. Cel i problemy badawcze

Ze wstępnej analizy funkcjonowania podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego, działającego w systemie OP wynika następujący cel badań:

- określenie sposobów zmierzających do racjonalnego wykorzystania możliwości wojsk radiotechnicznych, Wojsk Lotniczych i OP, wojsk OPL oraz MW z uwzględnieniem najnowszych i perspektywicznych środków radiotechnicznych zautomatyzowanego zbioru, opracowania i dystrybucji informacji radiolokacyjnej oraz udoskonalenie obiegu informacji radiolokacyjnej w procesie dowodzenia wojskami w systemie obrony powietrznej na terytorium Polski.

Proces dowodzenia związkami taktycznymi oddziałami i pododdziałami wojsk w systemie OP jest złożony. Wynika to z wielostronnych uwarunkowań natury organizacyjnej i technicznej.

Uwarunkowania te obejmują:

1. W sferze organizacyjnej;

- utworzenie jednolitego systemu rozpoznania przestrzeni powietrznej RP, zapewniającego możliwość współpracy z analogicznym systemem NATO oraz jego sprawne funkcjonowanie, stosownie do potrzeb i skali zagrożeń;

- ustalenia organizacyjne i planistyczne zapewniające organizację i funkcjonowanie systemu rozpoznania przestrzeni powietrznej w siłach zbrojnych RP (między innymi powołanie jednego organu odpowiedzialnego za powyższe);

- normatywne ustalenia określające sposób działania sił i środków Wojsk Lotniczych i OP, wojsk OPL w jednolitym systemie obrony powietrznej;

- uzyskanie jednakowych możliwości wykrywania ŚNP na wszystkich kierunkach, z uwzględnieniem zdecydowanej ich poprawy na kierunku wschodnim;

- poprawę efektywności systemu, poprzez połączenie organizacyjne rozpoznania radiolokacyjnego, radioelektronicznego i elementów prognozowania rozwoju sytuacji powietrznej;

- struktura i funkcjonowanie obiegu informacji radiolokacyjnej (sytuacji powietrznej) zapewniającego: wykorzystanie wszystkich przydatnych źródeł informacji; dostarczanie informacji o dużej jakości potrzebnej użytkownikom; wzajemną wymianę informacji między współdziałającymi stanowiskami dowodzenia; bezpieczeństwo własnego lotnictwa działającego w strefach ognia naziemnych środków walki.

2. W sferze technicznej:

- poziom automatyzacji procesu dowodzenia wojskami w systemie OP;

- możliwości integracji zautomatyzowanych podsystemów dowodzenia funkcjonujących w systemie OP, w zakresie dowodzenia, wymiany informacji i powiadamiania;

- możliwości radiowych środków łączności wykorzystywanych w procesie dowodzenia, współdziałania i powiadamiania.

Dokładne określenie zakresu problemu badawczego wymagało przyjęcia następujących założeń wstępnych:

1. Zakres zainteresowań badawczych obejmuje zagadnienia związane z tworzeniem struktury obiegu informacji radiolokacyjnej (o sytuacji powietrznej) w ramach funkcjonowania systemu radiolokacyjnego składającego się z sił i środków wojsk radiotechnicznych - Wojsk Lotniczych i OP, Wojsk OPL i Marynarki Wojennej. Struktura ta ma zapewnić otrzymywanie informacji o sytuacji powietrznej wykorzystywanej w procesie dowodzenia wojskami w systemie OP.

2. Zakres pojęcia „ Rozpoznanie radiolokacyjne dla potrzeb dowodzenia wojskami w systemie OP” obejmuje:

- zdobywanie informacji radiolokacyjnej poprzez dostępne źródła informacji;
- ujawnienie ŚNP i zamiaru działań przeciwnika powietrznego;
- zabezpieczenie radiolokacyjne dowodzenia (dotyczy informacji potrzebnej w dowodzeniu wojskami);

- zabezpieczenie radiolokacyjne działań bojowych wojsk raketowych i lotnictwa myśliwskiego (dotyczy informacji potrzebnej do naprowadzania lotnictwa myśliwskiego i wskazywania celów dywizjom raketowym);

- powiadamianie wojsk o działalności przeciwnika powietrznego;
- wymianę informacji o sytuacji powietrznej między odpowiednimi stanowiskami dowodzenia w ramach współdziałania.

3. Zasadniczym obszarem poszukiwań doskonalszych rozwiązań w zakresie obiegu informacji radiolokacyjnej jest przede wszystkim sfera organizacyjna, w mniejszym stopniu techniczna.

4. Wypracowanie dopasowanej struktury obiegu informacji radiolokacyjnej wymaga:

- określenia parametrów informacji decydujących o jej wartości;
- określenie czynników i zbadania ich wpływu na wartość informacji;
- uwzględnienia wymagań dotyczących informacji radiolokacyjnej w odniesieniu do możliwości czasowo-przestrzennych ŚNP przeciwnika i środków walki wojsk własnych;
- analizy i oceny aktualnych możliwości zbioru i opracowania informacji radiolokacyjnej w procesie dowodzenia wojskami, w tym możliwości integracji podsystemów zautomatyzowanego dowodzenia wojsk radiotechnicznych w systemie OP;
- określenia kierunków zmierzających do tworzenia racjonalnych struktur i funkcjonowania obiegu informacji radiolokacyjnej.

W myśl przyjętych założeń wstępnych wyodrębnione zostały następujące problemy:

1. Ustalenie wymagań w zakresie możliwości taktyczno-technicznych środków zdobywania, zautomatyzowanego systemu zbierania i opracowywania informacji radiolokacyjnej z punktu widzenia potrzeb stanowiska dowodzenia wojskami w systemie obrony powietrznej.

2. Analiza struktury organizacyjnej i możliwości aktualnego podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego w zakresie zbierania, opracowania i dystrybucji informacji w procesie dowodzenia wojskami w systemie obrony powietrznej na terytorium RP, w świetle możliwości ŚNP potencjalnego przeciwnika, środków rozpoznania radiolokacyjnego i środków walki wojsk działających w tym systemie.

3. Określenie sposobów zmierzających do racjonalnego wykorzystania możliwości bojowych wojsk radiotechnicznych, wojsk lotniczych i OP oraz wojsk OPL i MW oraz cywilnych z uwzględnieniem najnowszych oraz perspektywicznych środków radiolokacyjnych, a także zautomatyzowanego zbioru, opracowania i

dystrybucji informacji radiolokacyjnej (o sytuacji powietrznej) - opracowanie koncepcji przyszłościowego obiegu informacji o sytuacji powietrznej.

Pomijanie, czy powierzchowne uwzględnianie tych problemów w praktyce może stanowić zasadnicze źródło małej sprawności dowodzenia wojsk w systemie OP.

1. 2. Hipoteza robocza i metody badawcze

Poczynione wstępne badania obiegu informacji radiolokacyjnej w procesie dowodzenia wojskami lotniczymi i OP, wojskami OPL i MW działającymi w jednolitym systemie obrony powietrznej naszego kraju prowadzą do wniosku, że obecnie obowiązujące w tym zakresie rozwiązania nie gwarantują efektywnego wykorzystania radiolokacyjnych podsystemów rozpoznania przeciwnika powietrznego tych rodzajów wojsk.

Przede wszystkim jest zbyt małe wykorzystanie podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego wojsk OPL i marynarki wojennej w jednolitym systemie OP. Ponadto brak jest odpowiedniej integracji tych podsystemów radiolokacyjnych.

Autorzy uważają, że dzięki odpowiednim przedsięwzięciom natury strukturalnej można wydatnie zwiększyć efektywność wykorzystania podsystemów rozpoznania radiolokacyjnego tych rodzajów wojsk, a tym samym zapewnić sprawniejsze dowodzenie nimi na terytorium RP.

1. 2. 1. Metody badawcze

Obiektem badań jest podsystem informacyjny - rozpoznania radiolokacyjnego - funkcjonujący w systemie obrony powietrznej. Determinuje to konieczność stosowania systemowych metod badawczych.

Podstawową metodą umożliwiającą ocenę działania podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego jest analiza systemowa, w tym wypadku analiza systemów

informacyjnych kierowania (zarządzania, dowodzenia). Skupia ona również klasyczne metody badawcze.

Metoda analizy systemów informacyjnych kierowania została przedstawiona w rozdziale drugim.

Zastosowanie metody analizy systemów informacyjnych pozwoliło:

- ustalić elementy podsystemów i istotnych związków między nimi (jako ogniw w obiegu informacji), wydających informację wymaganej jakości (określenie wymagań);
- zanalizować organizację struktury podsystemów i jednolitego systemu OP (obiegu informacji o sytuacji powietrznej);
- określić kierunki doskonalenia podsystemu radiolokacyjnego.

Metoda analizy systemowej umożliwiła:

a) w zakresie strukturalnym:

- zbadać (określić) powiązania między stanowiskami dowodzenia systemu OP - zarówno wewnątrz poszczególnych podsystemów jak również w ramach jednolitego systemu OP;
- wyselekcjonować informację potrzebną dla danego elementu systemu;
- określić zakres (skład i ilość) informacji potrzebnych w procesie dowodzenia, współdziałania, wymiany informacji i powiadamiania.

b) w zakresie funkcjonalnym:

- określić i dać ocenę wykonania zadań dotyczących zabezpieczenia radiolokacyjnego przez poszczególne podsystemy radiolokacyjne w odniesieniu do zadań wykonywanych przez jednolity system OP;
- przeprowadzić analizę i ocenę ogniw zdobywania i opracowywania informacji o sytuacji powietrznej oraz kanałów transmisji informacji;
- określić kierunki i sposoby polepszenia parametrów informacji wykorzystywanej w procesie dowodzenia.

c) w zakresie informacyjnym:

- wyodrębnić (w ujęciu myślowym) proces informacyjny z procesu dowodzenia, dla skupienia się na zasadniczym problemie pracy - doskonaleniu obiegu informacji o sytuacji powietrznej;

- analizę i ocenę źródeł informacji radiolokacyjnej (o sytuacji powietrznej), użytkowników informacji oraz kanałów łączności między nimi z uwzględnieniem ich struktur - ustalenie roli (przydatności) każdego badanego elementu (systemu OP);

- wyciągnąć wnioski w zakresie zastosowania aktualnie istniejących i ujętych w prognozie urządzeń zautomatyzowanego systemu dowodzenia.

2. OGÓLNA ANALIZA SYSTEMÓW INFORMACYJNYCH

Można stwierdzić, na podstawie wielu przeglądanych prac, że w literaturze przedmiotu pojęcia dotyczące metodyki analizy (projektowania) są formułowane i interpretowane niejednoznacznie.

Analiza systemów informacyjnych (SI) w zasadzie dotyczy¹ konceptualizacji, poznania i usprawniania ich poprzez badanie struktury i funkcjonowania. Zakres badań obejmuje istniejące i funkcjonujące systemy oraz konceptualizację SI, czyli fazę przedprojektową i fazę poprojektową. Analiza SI rozpoczyna się bowiem już podczas określania koncepcji konstrukcji określonego systemu, sformułowaniu potrzeb informacyjnych przyszłych użytkowników oraz celów, funkcji i zadań systemu, projektu systemu, jego głównych problemów, trudności i kryteriów efektywności. Wynika stąd, iż analiza SI może być narzędziem tworzenia i modernizowania i powinna zaczynać się od rozpoznania systemu informacyjnego, poprzedzającego jego właściwe projektowanie (unowocześnienie). Tym samym stają się uzasadnione odpowiedzi na pytania: „gdzie badać następnie”, lub „co zrobić” i „jak to zrobić”, aby usprawnić obieg informacji. W wielu opracowaniach, głównie w literaturze anglojęzycznej, podkreśla się, że analiza SI powinna uwzględniać:

- badanie celów ocenianych projektów SI bądź algorytmów i procedur przetwarzania danych w świetle funkcji, celów i zadań wykonywanych w instytucji (organizacji);
- badanie możliwych sposobów realizacji tych celów, z uwzględnieniem sugestii, pomysłów i projektów nowych rozwiązań technicznych i technologicznych;
- określanie pozytywnych i negatywnych skutków, a więc korzyści i strat wynikających z wdrażania każdego z możliwych projektów systemów, z uwzględnieniem ryzyka i niepewności w przyszłości;

¹ Zob. B. Kubiak, *Analiza systemów informatycznych*, Uniwersytet Gdański 1994, s.16 i nast.

- porównanie rozwiązań wariantowych, przyjmując różne kryteria i zestawienia wyników w sposób ułatwiający wybór projektu mającego przynieść największe korzyści.

Należy podkreślić, że realizacja wymienionych zadań jest przedsięwzięciem trudnym i złożonym, dlatego wymaga podejścia systemowego (w rozwiązaniu określonych problemów - kompleksowe rozpatrywanie procesów i zjawisk w ich zależnościach wewnętrznych i zewnętrznych), całościowego, angażującego zespół interdyscyplinarny, stosujący w swej ocenie zarówno ujęcie ilościowe, jak też jakościowe.

2.1. Wybrane metody analizy systemów informacyjnych

Analiza systemów informacyjnych jest rozszerzeniem dyscyplin tradycyjnego rozwiązywania problemów projektowania organizacji, stosowanych w praktyce jednostek organizacyjnych (obiektów).

Dyscypliny te najczęściej służą: określaniu systemów i ich otoczenia, identyfikacji systemów, poznaniu i optymalizacji ich struktury, poznaniu i optymalizacji ich zachowania (funkcjonowania).

Stąd też w analizie SI znajdują zastosowanie metody i techniki wykorzystywane przez ekonomię, matematykę, organizację i zarządzanie, psychologię, socjologię, cybernetykę, statystykę, ekonometrię, teorię języków informacji, nauki techniczne i in. Analiza SI nie ogranicza się więc do własnych metod, lecz korzysta z zapożyczonych metod z różnych dyscyplin naukowych. Dokonując zatem analizy SI, należy każdorazowo łączyć metody i techniki, by stworzyć podejście jak najlepiej przystosowane do rozwiązywania złożonych problemów tworzenia i doskonalenia funkcjonujących jednostek gospodarujących.

Dla ujednoczenia rozumowania - metoda SI, jak każdy inny sposób postępowania, jest ciągiem kroków lub iteracji zmierzających do opracowania nowego systemu informacyjnego (informatycznego) lub modernizacji już

funkcjonującego SI. Natomiast techniki analizy SI, zwane też narzędziami analizy, utożsamia się z reguły ze środkami realizacji stosowanymi w ramach określonej metody analizy SI. Techniki analizy SI są więc rozwinięciem i uszczegółowieniem metod stosowanych w analizie, a także celowym posługiwaniem się określoną metodą i wymaganymi przez nią środkami dla usprawnienia lub zaprojektowania nowego SI.

Z potrzeby łączenia cząstkowych metod i technik stosowanych w innych dyscyplinach naukowych wyłoniła się metodologia badań systemów informatycznych (SI), obejmująca metody: określania celu i funkcji SI, realizacji SI, określania zbiorów informacji, na których system będzie działał, określenia sposobów przepływu i dystrybucji informacji, ustalenia struktur zbiorów informacji oraz wyboru procesu przetwarzania danych i właściwego wyposażenia technicznego.

Zastosowanie tej wiedzy metodycznej (metod) w analizie SI umożliwia opracowanie wiedzy faktualnej² i w konsekwencji - wytycznych, zwanych też zaleceniami praktycznymi, będących punktem wyjścia w projektowaniu SI, a więc opracowywaniu nowych koncepcji SI. Wiedzę metodyczną traktuje się jako podejście lub sposób posługiwania się wiedzą faktualną, którą odnosi się zawsze do konkretnych procesów przebiegających w rzeczywistość: (co znajduje odzwierciedlenie w określonej dziedzinie tematycznej, czyli agendzie SI), rozpatrywanej ze względu na zaistniałe i ujawnione w niej problemy wymagające rozwiązania. Rozstrzygnięcie różnorodnych problemów twórczych, w tym również analiza SI, jest przedmiotem badań naukowych. Badanie naukowe - jak każda inna racjonalna działalność - prowadzące do twórczych rozwiązań problemów jest wieloetapowym podejściem (procesem) obejmującym następujące kroki: sformułowanie hipotezy, eksperymentowanie, analizowanie wyników, weryfikowanie hipotezy zastosowania jej rozwiązań w konkretnej rzeczywistości³.

² Por. W. Gasparski, *Projektowanie i systemy. Zagadnienia metodologiczne*, Wrocław 1978, s. 12 i nast.

³ Zob. też A. Nowicki, *Doskonalenie systemu informacyjnego w obiekcie gospodarczym. Procesy. Modele. Zastosowania*, Wrocław 1987, s. 43.

Szybko postępujący rozwój wiedzy z zakresu analizy i projektowania SI doprowadził do powstania i upowszechnienia różnych podejść badawczych, których największe - jak dotąd - uznanie zyskały: podejście diagnostyczne, podejście prognostyczne, podejście strukturalne. W każdym z tych podejść badawczych stosuje się pokrewne lub odmienne metodyki szczegółowe określające zasady, metody i techniki rozwiązywania problemów SI. dokonanie właściwego wyboru określonych metodyk lub kombinacji wymaga dobrej znajomości tych zagadnień.

Przystępując do systematyki metod i technik stosowanych w analizie SI, w celu określenia przydatności praktycznej i zastosowania do rozwiązań konkretnych problemów doskonalenia systemów SI, należy uwzględnić brak ogólnie przyjętej i powszechnie akceptowanej ich klasyfikacji. Zawarte w różnych opracowaniach próby usystematyzowania metod i technik różnią się zarówno w odniesieniu do przyjętych kryteriów grupowania jak też w wynikach tej klasyfikacji. Dobór kryterium grupowania zależy głównie od przewidywanego zastosowania klasyfikacji.

Zasadniczo analiza polega na dekompozycji tego, co już wiadomo o faktach, procesach, przedmiotach i problemach. Osądza się w niej dotychczasowe twierdzenia i przyjęte zasady po to, by określić nowe, pomocne w uchwyceniu nieznanych dotąd relacji i uogólnień (syntezy)⁴.

W zależności od tego, czy przedmiotem analizy jest pozyskanie nowych informacji lub interpretacja informacji już znanych, można mówić o analizie w wymiarach: teoretycznym, technicznym, optymalnym i rzeczywistym. Teoretyczny wymiar analizy zakłada poznanie dokładne i obowiązkowe; wymiar techniczny sprowadza się do poznania możliwego z uwzględnieniem społecznych i historycznych uwarunkowań; wymiar optymalny uwzględnia poznanie

⁴ Zob. S. Żurawicki, *Metody i techniki badań ekonomicznych. Zagadnienia epistemologiczne i metodologiczne*. Warszawa 1980, s. 248 i nast.

dokonywane z punktu widzenia oczekiwanego celu, zaś wymiar rzeczywisty dotyczy poznania stosownie do aktualnego stanu wiedzy.

Z kolei w ramach każdego z tych wymiarów istnieje możliwość dokonywania analizy elementarnej, zależności i analizy przyczynowej: Analiza elementarna polega na dekompozycji badanego przedmiotu lub jego zbioru na elementy lub podzbiory na podstawie określonego kryterium z zachowaniem warunków rozłączności i wyczerpywalności. Analiza zależności zmusza do poznania coraz bardziej złożonych powiązań (relacji) pomiędzy dwoma lub więcej elementami systemu. Przedmiotem analizy może tu być charakter relacji (np. jednoznaczność, prawdopodobieństwo, zawieranie się w zbiorze, identyczność i in.) lub sama relacja (np. hierarchia, współrzędność, konkurencyjność, preferencja, przynależność i in.). Analiza przyczynowa koncentruje się na określaniu zależności pomiędzy bodźcami i reakcjami systemu; określa pochodzenie badanego procesu, ale nie prowadzi do poznania jego prawidłowości i wzajemnej zależności zmian będących następstwem badanego procesu⁵. Badanie przyczyn jako warunków poprzedzających badane zdarzenie jest krokiem wstępnym do wyjaśnienia sytuacji problemowej; dlatego konieczne jest:

- opracowanie listy możliwych przyczyn, na które można by wpływać;
- dokonanie wyboru najbardziej prawdopodobnej (wiarygodnej) przyczyny, na którą można by oddziaływać;
- zweryfikowanie przyczyny, na którą można by oddziaływać;
- zweryfikowanie przyczyny poprzez eksperyment (bezpośrednio), wywiad, sondaż, analizę treści, ankietę lub obserwację (pośrednio).

W toku tych działań wykorzystuje się różne metody i techniki poznawcze, wśród których coraz większą rolę odgrywają komputerem wspomagane techniki modelowania danych.

⁵ Zob. O. Tenzer i in., *Wstęp do metodologii ekonomii*, Wrocław-Gdańsk 1979, s. 62 i nast.

Poznanie i klasyfikacja tych metod ułatwia efektywne ich wykorzystanie w analizie SI. Stosując kryterium klasy abstrakcji analizy można wyodrębnić metody analizy, systemów rzeczywistych i metody analizy systemów abstrakcyjnych.

Metody analizy systemów rzeczywistych umożliwiają dwa różne spojrzenia na SI. W podejściu pierwszym ustala się słabe strony rzeczywistych systemów informacyjnych w drodze ich podziału na elementy składowe, oddzielne ich rozpatrywanie oraz badanie struktury wzajemnych powiązań. W podejściu drugim SI rozpatruje się jako niepodzielną całość, co w świetle najnowszych metod analizy i tworzenia SI jest rozwiązaniem mało efektywnym. Istotną cechą metod analizy systemów abstrakcyjnych jest formułowanie syntetycznej, czyli uogólnionej koncepcji wstępnej całego SI i późniejsze szczegółowe jego badanie, które kończy się wnioskami odnośnie do przyjęcia, modyfikacji lub odrzucenia projektu wstępnego SI.

Dalsze rozróżnienie metod analizy SI następuje na podstawie kryterium rodzaju analizy. Umownie można wyróżnić tu metody analizy: klasycznej (diagnostycznej), systemowej (prognostycznej), morfologicznej, strukturalnej, funkcjonalnej i operacyjnej.

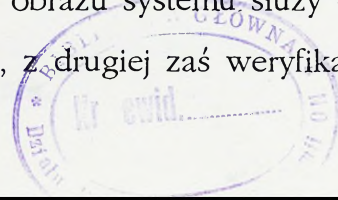
Analiza diagnostyczna zwana też klasyczną, charakteryzuje się triadą: ujęcie stanu faktycznego, analiza, stan pożądany. Metoda ta jest stosowana w odniesieniu do systemów istniejących (realnych) i funkcjonujących w celu ich usprawnienia, ulepszenia działania przebiegającego w teraźniejszości. Analiza diagnostyczna nie prowadzi zatem do opracowania przyszłościowego projektu systemu, bazuje bowiem na rejestracji i analizie stanu faktycznego SI (a nie przyszłościowego), który stanowi podstawę formułowania wniosków i oceny zasadności proponowanych usprawnień. Bierze się stąd skrótowe ujęcie metody diagnostycznej, obejmującej trzy grupy działań: analiza - synteza - ocena.

Przeciwieństwem analizy diagnostycznej jest *analiza systemowa*, zwana też prognostyczną. Istotą tej analizy jest opracowanie wzorca konkretnego, projektowanego systemu na podstawie tendencji rozwojowych i przyszłych celów

systemu a nie stanu istniejącego. Przydatną dla niej okazuje się metoda wzorca idealnego G. Nadlera. Zaletą metody prognostycznej jest częściowe oderwanie się od stanu istniejącego (przeszłości lub terażniejszości) i opracowanie wizji systemu, uwzględniającej nowe, przyszłościowe warunki, stąd nazwa metody - prognostycznej, która przebiega w triadzie: synteza - analiza - ocena. Znajduje zastosowanie w badaniu i tworzeniu rzeczywistych lub abstrakcyjnych SI, spełniających wymagania określonego systemu zarządzania (kierowania, dowodzenia).

Analiza morfologiczna, w przeciwieństwie do analizy prognostycznej, nie bada struktury SI i charakteru powiązań pomiędzy jego elementami strukturalnymi, koncentruje się na sprawdzaniu jego zachowania, opisie pozostałych cech, własności (właściwości) i jego elementów składowych. Metoda ta obejmuje pięć następujących kroków: sformułowanie problemu; identyfikację i charakterystykę parametrów niezbędnych do rozwiązania problemu; konstrukcję skrzynki morfologicznej lub wielowymiarowej macierzy zawierającej dopuszczalne sposoby rozwiązań i kombinację niezbędnych parametrów; analizę i ocenę możliwych rozwiązań problemu, przyjmując jako kryterium zamierzony cel SI; wybór rozwiązania najkorzystniejszego oraz przeprowadzenie eksperymentów końcowych i wyprowadzenie ostatecznych wniosków analizy. Analiza morfologiczna jest zatem podejściem alternatywnym do badania zachowania SI i koncentruje się na uogólnieniu zestawienia właściwości (ściśle związanych z analizą funkcjonalną) systemu.

Analiza strukturalna zakłada przede wszystkim podział SI na elementy składowe i badanie struktury powiązań między tymi elementami. Istotne jest rozgraniczenie etapu struktury stadium funkcjonalnego i etapu struktury obrazu systemu (przed i po skomputeryzowaniu). W stadium funkcjonalnym SI dzieli się na niewielkie elementy składowe i określa powiązania (relacje) pomiędzy nimi, stosując metody i wzorce sterujące. Natomiast struktura obrazu systemu służy - z jednej strony - przechodzeniu od ogółu do szczegółów, z drugiej zaś weryfikacji



obrazu i wyszukiwaniu pożądaných elementów. W toku realizacji tych etapów następuje: iteracyjna dekompozycja systemu, czyli pojęciowy podział systemu na komponenty i ich powiązanie oraz korekta kolejnych (interakcyjnych) poziomów abstrakcji; graficzne sformułowanie, odzwierciedlenie i przedstawienie obrazu systemu przy zastosowaniu diagramu przepływu danych w celu określenia funkcji, które system ma wykonywać oraz jego specyfiki działania; weryfikowanie przez użytkowników tworzonego sukcesywnie obrazu systemu; normalizacja (przekształcenie) źródłowych struktur danych znajdujących się w SI i określenie wzajemnych powiązań między nimi, a więc doprowadzenia ich do postaci mało podatnej na zmiany w przetwarzaniu, pozbawionej redundancji i rozproszenia⁶.

Analiza funkcjonalna polega na wyodrębnieniu poszczególnych funkcji z całokształtu działalności obiektu i badanie podsystemów obsługujących określone funkcje. Prace rozpoczynają się od zdefiniowania funkcji, ich celów i zadań i zadań oraz krótkiego opisu. Cele i zadania funkcji stanowią postawę wyjściową do zaprojektowania (modernizacji) SI, toteż zadania muszą być tak zapisane i uzgodnione z kierownictwem, by można było ustalić przepływ informacji wymagany przy ich realizacji. Z kolei opis funkcji zawiera sposób realizacji zadań. Opis sposobu powinien być pozbawiony nadmiernych szczegółów dotyczących systemu, istotne są zasady jego funkcjonowania oraz standardowe stosowanie metody poznawania zachowania systemu. Można zatem stwierdzić, iż analiza funkcjonalna polega głównie na badaniu funkcjonowania systemu w świetle realizacji jego kluczowych celów. Wymaga to określenia wzajemnych powiązań i oddziaływania system - otoczenie oraz współdziałania jego elementów składowych w realizacji celów zadań.

Analiza operacyjna służy badaniu funkcjonowania zarówno systemów rzeczywistych, jak abstrakcyjnych. Ma ona następujący przebieg:

- analiza problemu (co należy rozwiązać i w jakim celu, jak działa obecny system - jego słabości i ograniczenia zawiera system);

⁶ Szerzej na tem. J. Kisielnicki, *Metody systemowe*, Warszawa 1989 s.171 i nast.

- analiza funkcji, a więc operacyjna koncepcja systemu, funkcje nowego systemu i czynniki warunkujące ich spełnianie, zależności między czynnościami i czynnikami;
- alternatywne rozwiązania systemu (wyodrębnienie podsystemów i ich charakterystyka);
- identyfikacja konkurencyjnych systemów;
- opracowanie modelu systemu i jego testowanie (kryteria celów systemu, zależności między charakterystykami działalności systemu, jego otoczenia i kryteriami, szacowanie danych liczbowych modelu i in.);
- określenie wielkości nakładów na opracowanie systemu;
- uwzględnienie ryzyka i niepewności (np. system może nie osiągnąć przewidywanej wydajności, koszty projektowania i funkcjonowania będą wyższe od planowanych, otoczenie wprowadzi zmiany podważające sens i cel funkcjonowania systemu i in.);
- opracowanie systemów alternatywnych;
- wybór systemu najkorzystniejszego (z punktu widzenia przyjętych kryteriów oceny).

Kluczowym etapem analizy operacyjnej jest tworzenie logicznych modeli danych do oceny i wyboru alternatywnych rozwiązań SI. Postępowanie to jest zgodne z tendencją stopniowego przechodzenia od podejścia zorientowanego na procedury do podejścia zorientowanego na dane, zwanego również inżynierią informacji.

Budowa i testowanie oraz późniejsze eksperymenty na modelach przeprowadzane są przy użyciu różnych technik (m.in. wykorzystuje się techniki symulacyjne oraz techniki inżynierii informacji).

Modelowanie systemu jest znacznie bezpieczniejszym i tańszym sposobem poszukiwania najkorzystniejszych rozwiązań, aniżeli eksperymentowanie na systemach już funkcjonujących, pod warunkiem starannego doboru kryteriów wyboru i uwzględnienia możliwych rozwiązań alternatywnych systemu.

Innym ważnym podziałem metod analizy - przy zastosowaniu kryterium formy opisu - jest wyróżnienie: metod opisu słownego, metod opisu formalnego. Istotą metod opisu słownego jest faktograficzne, a ściślej graficzne odzwierciedlenie struktur i procesów w badanych systemach. Do najczęściej stosowanych technik graficznych zalicza się schematy organizacyjne i czynnościowe, tablice krzyżowe i decyzyjne, diagramy i sieci działań programów oraz przepływu danych w systemie, harmonogramy i nomogramy⁷. Zastosowanie tych metod pozwala redukować problem (procedury, system) do pewnej liczby skończonych kroków, nie tylko upraszcza prześledzenie głównych funkcji i struktury (rośnie przejrzystość) badanego systemu, lecz także zmniejsza potrzebę dokonywania opisów (maleje pracochłonność).

Metody opisu formalnego w mniejszym stopniu niż metody opisowe zapewniają powiązanie systemu z celami całej organizacji. Mimo tych ograniczeń są stosowane w badaniu struktury i zachowania systemu. Przydatność tych metod znacznie wzrosła w ostatnim dwudziestolecu na skutek szybkiego rozwoju aspektów matematycznych badań operacyjnych i modelowania matematycznego. Zastosowanie metod matematycznych przyczyniło się do rozwoju teorii i praktyki optymalizacji powiązań elementów systemu informacyjnego zarządzania (kierowania), co z kolei pozwoliło zwiększyć oddziaływanie SI na przetwarzanie i rozwój jednostek działających (obiektów). Istotą metod opisu formalnego, a zwłaszcza modeli matematycznych, jest wykorzystywanie technik ilościowych i koncepcji systemowych w rozwiązaniu problemów, biorąc za punkt odniesienia cele i wymagania obiektu jako całości (systemu).

Badania współzależności i powiązania elementów strukturalnych systemu ujmuje się w postaci funkcji (modeli) matematycznych. Wprowadzając nowe zmienne (parametry systemu) można opracowywać kolejne modele systemu informatycznego, zwiększając tym samym szansę zaprojektowania i wdrożenia

⁷ Szersze ujęcie zagadn. są w oprac.: A. Nowicki, *Modernizacja systemu informacyjnego w przedsiębiorstwie przemysłowym*, PWE, Warszawa 1979 i Z. Zbichowski, *Metody graficzne w zarządzaniu i organizacji produkcji*, WNT, Warszawa 1977.

systemu spełniającego wymagania i cele obiektu. Stąd też coraz częściej stosuje się modele matematyczne do odwzorowania zarówno statycznego, jak też dynamicznego ujęcia systemu informatycznego, pomimo iż stanowi ono jedynie aproksymację rzeczywistości z uwagi na uproszczony, teoretyczny charakter postaci systemu. Nie zmienia to bowiem faktu, iż model zawsze przedstawia realny system. Wykorzystując tę cechę modelu (zastępowania systemu realnego) dokonuje się eksperymentów (symulacji) z różnymi podejściami w badaniu, opracowywaniu i ulepszaniu systemu informatycznego. Eksperymenty te - zastępując rzeczywistą działalność systemu - nie wymagają przerwania jego funkcjonowania (systemu), by wypróbować rozwiązania alternatywne. Jest to jedna z efektywniejszych dróg potaniaenia procesu analizy i projektowania SI.

Do trzeciej (ostatniej) grupy metod analizy SI można zaliczyć - stosując kryterium nakładów środków - metody nakładooszczędne i metody nakładochłonne. Metody nakładooszczędne nie powodują wysokich nakładów finansowych i czasowych, nie wymagają udziału dużych zespołów specjalistów z uwagi na zastosowanie technik manualnych bądź technik o niewielkim stopniu mechanizacji. Inaczej jest w przypadku zastosowania metod nakładochłonnych, głównie ze względu na duży udział różnych zespołów specjalistów i technik automatyzujących prace analityczne i projektowe.

2. 2. Metody badania i analizy SI kierowania

Metody badania SI kierowania różnią się w zależności od celów stawianych przed analizą systemów informatycznych oraz jej możliwości realizacji tych celów. Przyjmując za kryterium mierzalność lub niemierzalność materiału identyfikującego SI wyróżnia się ilościową i jakościową ocenę poszczególnych elementów składowych SI kierowania. Podejście to umożliwia analizę kompleksową, a więc łączne poznanie czynników determinujących mechanizm funkcjonowania tych

systemów i dlatego znane jest jako inwentaryzacja kompleksowa systemu informacyjnego (IKSI).

W podejściu ilościowym stosowanym w analizie systemów informacyjnych kwantyfikacja faktów zebranych w toku identyfikacji systemu nie następuje większych trudności. Inaczej jest w podejściu jakościowym, które wymaga bardziej skomplikowanych i sformalizowanych reguł postępowania, np. opisu macierzowego za pomocą tablic krzyżowych. Opis macierzowy jest wykorzystywany zarówno w analizie poszczególnych elementów SI kierowania w odniesieniu do obiektów (tablice typu I), jak też w analizie tych elementów w obrębie SI.

W analizie przeprowadzone według tej procedury wyróżnia się cztery następujące fazy:

Faza I - analiza zbiorów informacji, w tym:

- analizę funkcji zbiorów informacji,
- analizę czynności przetwarzania zbiorów informacji,
- analizę transformacji zbiorów informacji,
- analizę powiązań nośników informacji.

Faza II - analiza kanałów, nadawców i odbiorców informacji.

Faza III - analiza środków technicznych przesyłania i przetwarzania informacji.

Faza IV - analiza jednostek funkcjonalnych.

Analiza jakościowa SI kierowania służy przede wszystkim ocenie jego użyteczności w procesie funkcjonowania. Osiągnięcie tego celu wymaga zastosowania dwojakiemu typowi tablic dwudzielnych.

Tablica typu I służy analizie poszczególnych elementów SI, stąd zawiera:

- w pionie: wszystkie pozycje analizowanego elementu SI występujące w danym obiekcie działania;
- w poziomie: szczegółową charakterystykę tych pozycji.

Natomiast tablica typu II dostarcza materiału do analizy kompleksowej danego elementu, ale w odniesieniu do całego obiektu. Stąd też tablica ta zawiera:

- w pionie: pozycje danego elementu, występujące w określonym obiekcie;
- w poziomie: jednostki organizacyjne obiektu.

Podejście jakościowe w analizie SI odnosi się do systemu już funkcjonującego⁸. Posługując się tą metodą można uzyskać informacje do podjęcia decyzji, których realizacja prowadzi do usprawnienia SI. Wynika stąd, iż analiza kompleksowa znajduje zastosowanie w badaniu funkcjonujących SI, nie zaś systemów będących w fazie projektowania, bądź też systemów, które dopiero mają powstać. Konieczne jest zatem poznanie i upowszechnianie metody uniwersalnej, służącej wszystkim wymienionym celom.

Metodyki takie są znane i z powodzeniem stosowane w krajach zachodnich. Cechą charakterystyczną tych metodyk jest ich przystosowanie do rozwiązywania złożonych problemów związanych z opracowywaniem SI kierowania, jak również doskonaleniem funkcjonujących już SI kierowania (zarządzania). Istotą takiego podejścia badawczego systemu jest zatem zamknięty cykl analizy "od projektu do projektu" oraz odejście od nowych sposobów zaspokajania starych potrzeb i przejście na definiowanie aktualnych i przyszłych wymagań użytkowników SI. Wychodząc naprzeciw tym postulatом większość autorów opracowań z zakresu analizy systemów informatycznych w USA i krajach zachodnioeuropejskich wyróżnia sześć następujących faz analizy SI:

- faza I - wybór projektu systemu,
- faza II - studium zastosowalności systemu,
- faza IV - projektowanie systemu,
- faza III - definiowanie systemu,
- faza V - wdrażanie systemu,
- faza VI - ocena systemu.

Należy zaznaczyć, że *tablice decyzyjne*⁹ są to narzędzia dokumentowania faktów i ustaleń. W przeciwieństwie do sieci działań, tablice decyzyjne umożliwiają

⁸ Zob. A. Nowicki, *Modernizacja systemu informacyjnego w przedsiębiorstwie przemysłowym. Procesy. Modele. Zastosowanie*, Wrocław 1987, s. 90 i nast.

⁹ Zob. S.L. Pollack, T.H. Hicks jr, W.J. Harrison, *Tablice decyzyjne*, Warszawa 1975.

w sposób zwięzły definiowanie, analizowanie i rozwiązywanie problemów przetwarzania danych poprzez określenie czynności do wykonania, jeśli zostaną spełnione z góry wyznaczone warunki.

Układ tablicy decyzyjnej przedstawiony jest na rys. 1.

Tablica decyzyjna										
Numer tablicy										
Nazwa tablicy										
Autor data										
Wielkość tablicy										
Odcinki warunków „jeżeli” (I)	Pozycje wskaźników zasad (reguł) decyzyjnych (II)									
Odcinki czynności „to” (III)	Pozycje wskaźników wyboru (czynności) (IV)									

Rys. 1. Układ Tablicy decyzyjnej

Źródło: B. Kubiak, *Analiza systemów informatycznych*, Gdańsk 1994.

Tablica decyzyjna składa się z czterech części (I-IV) rozdzielonych podwójnymi liniami (rys.1), w których ujmuje się algorytmy i czynności (procedury) oraz oddziela wszystkie warunki i czynności (procedury) od wskaźników opisujących ich występowanie w uwzględnionych (w tablicy) regułach decyzyjnych. W polu I - odcinki warunków („jeżeli zaistnieją określone warunki. . . „) - dokonuje się wyszczególnienia i opisu wszystkich najistotniejszych warunków mających wpływ na analizowane rozwiązanie (decyzje), dlatego określa się tu warunki dla wszystkich reguł (zasad) decyzyjnych zamieszczanych w polu II. Z doświadczenia wynika, iż tablice decyzyjne warto opracowywać wówczas, gdy: iloczyn zasad i warunków dla danego zagadnienia jest nie mniejszy niż sześć; liczba warunków

dla tablic z regułami prostymi jest nie większa niż cztery, co jest równoznaczne z ograniczeniami zasad (reguł) decyzyjnych do nie więcej niż szesnaście. Ograniczenie to nie odnosi się do liczebności czynności, ponieważ nie mają one tak dużego wpływu na złożoność tablicy decyzyjnej i zaciemnienie jej obrazu. W polu III - odcinki czynności („TO”. . . podjąć się takie czynności. . .), czyli poniżej podwójnej linii, zamieszcza się najważniejsze czynności wynikające z wyboru jednej z przyjętych reguł (zasad) decyzyjnych. W polu II - pozycje wskaźników zasad (reguł) decyzyjnych - wskazuje się konieczność spełnienia (TAK - T), niespełnienia (NIE - N) lub zignorowania („-”) spełnienia warunku sformułowanego w odcinku. Wreszcie w polu IV - pozycje wskaźników wyboru (czynności) - wskazuje się, że czynność z danego odcinka ma być wykonana (oznaczenie „X”), jeśli spełnione są wszystkie warunki danej reguły lub zignorowana (oznaczenie „-”), bez względu na to, czy spełnione są warunki danej reguły.

Z dotychczasowych rozważań ogólnych o tablicach decyzyjnych wynika, że jest to alternatywna metoda - w stosunku do sieci działań - organizacji toku myślenia, wyjaśniania warunków determinujących wykonanie określonych czynności oraz przekazywania tej logiki osobom próbującym się zrozumieć (analityk - klient). Wszystkie pola znajdujące się ponad podwójną linią poziomą służącą do zamieszczania warunków, zaś pola poniżej linii podwójnej wypełniają czynności. Pola znajdujące się na lewo od pionowej linii podwójnej określa się mianem odcinek, natomiast pola na prawo - odpowiednio nazywa się pozycją.

W wyniku skojarzenia odcinka i pozycji powyżej podwójnej linii poziomej powstają warunki, natomiast połączenie odcinka i pozycji poniżej podwójnej linii poziomej stwarza podstawy do określenia czynności. Z kolei zestawienie poszczególnych kolumn na prawo od pionowej linii podwójnej z odpowiednią kolumną po lewej stronie tej linii tworzy regułę decyzyjną.

Tablica decyzyjna - w przeciwieństwie do sieci działań - nie jest sekwencyjnym modelem podejmowania decyzji (testu), po którym następuje jedna lub więcej

czynności. Istotą tablicy decyzyjnej jest ogólna analiza warunków, które tworzą dany problem oraz określenie wpływu tych warunków na rozwiązanie problemu. Bierze się stąd różnorodność tablic decyzyjnych (otwarte, zamknięte, o strukturze liniowej, hierarchicznej itp.) i sposobów ich wypełniania.

O szerszym zastosowaniu można mówić w odniesieniu do dwóch metod wypełniania tablic decyzyjnych - metody opisów ograniczonych i metody opisów rozwiniętych. W tablicy decyzyjnej z opisami ograniczonymi każdy warunek i każde działanie jest w pełni określone z lewej strony podwójnej linii pionowej. Natomiast z prawej strony podwójnej linii pionowej, a więc w części opisowej tablicy, podaje się, czy spełniony jest dany warunek (przy użyciu symboli T,N) albo, czy należy wykonać określone działanie (oznaczenie symbolem X) lub zaniechać działania (symbol pusty). Tablica z opisami rozwiniętymi tym różni się od tablicy z opisami ograniczonymi, iż po lewej stronie podwójnej linii pionowej zawiera stwierdzenia niekompletne (niepełne).

W konsekwencji podjęcie decyzji (działania) przy użyciu tej tablicy wymaga jednoczesnego rozpatrywania lewej i prawej strony każdego wiersza. Postępowanie takie umożliwia stwierdzenie, czy określony warunek lub działanie odnoszą się danej reguły (zasady), zapewnia też oszczędność miejsca w tablicy oraz przekształcenie jej w każdej chwili w tablicę z opisami ograniczonymi.

Dotychczasowe zastosowania tablic decyzyjnych zarówno przez informatyków (projektanci, programiści, analitycy systemów), jak i użytkowników systemów informatycznych świadczą o niepełnym wykorzystaniu tej metody w rozwiązaniu problemów analizy, projektowania i eksploatacji systemów kierowania (zarządzania).

Jedną z istotnych przyczyn hamujących upowszechnienie się zastosowań tablic decyzyjnych jest niewystarczająca liczba translatorów, dostępnych i informatykom i użytkownikom SI. Postęp w produkcji sprzętu i oprogramowania nie uwzględnia w dostatecznym stopniu modyfikacji i przystosowania do nowych warunków (mikroskala) automatycznych środków translacji tablic decyzyjnych. Inną przyczyną

opóźniająca rozwój zastosowań tablic decyzyjnych na szerszą skalę, jest brak przystępnej literatury fachowej, z której użytkownik tablic mógłby czerpać wzorce ich zastosowań oraz wskazówki odnośnie do dostępnego oprogramowania dla kodowania i tłumaczenia tablic. Uwzględniając jednak istotne zalety tej metody rozwiązywania problemów (zmniejszanie nadmiaru informacji, wzrost dokładności itd.) należy przypuszczać, iż wkrótce upowszechni się jej znajomość i szersze zastosowanie. Coraz częściej podkreśla się bowiem, iż tablice decyzyjne pozwalają nie jednej, lecz grupie osób skupić się nad jednym problemem, uzgodnić kryteria, sformułować dopuszczalne możliwości rozwiązań, by wreszcie móc zaakceptować konkretny związek między kryteriami a istniejącymi możliwościami rozwiązań problemu. Potwierdza to raz jeszcze tezę o wyższości tablic nad innymi metodami w wyrażaniu złożonej logiki badanych procesów i problemów oraz poszukiwanie dróg ich rozwiązań.

2. 3. Analiza struktur systemu informacyjnego kierowania

Dla dokonania oceny podsystemu informacyjnego i postawienia wniosków dotyczących jego modyfikacji (usprawnienia), koniecznym staje się przeprowadzenie analizy jego struktury.

Charakteryzując podsystem informacyjny zarządzania wielokrotnie było podkreślane, że należy on do klasy systemów szczególnie złożonych składających się z dużej liczby elementów składowych i relacji występujących między tymi elementami. Fakt ten zmusza do rozpatrywania tego podsystemu z różnych punktów widzenia, w wielu przekrojach (lub „odbiciach”) przy zastosowaniu różnych kryteriów identyfikacji, analizy i trafnej dekompozycji systemu na jego części składowe. Traktowanie systemu nie jako ujęcia „płaskiego”, lecz jako ujęcia przestrzennego - o wielu współrzędnych, stwarza korzystniejsze warunki do wieloaspektowego odzwierciedlenia tego systemu w postaci modelu¹⁰. Przy

¹⁰ Zob. S. Chajtman, *Systemy i procesy informacyjne*, PWE, Warszawa 1986.

wieloaspektowym ujęciu SI kierowania każdy przekrój dekompozycji (przy zastosowaniu ściśle określonego kryterium) stwarza możliwość do szczególnej interpretacji (odzwierciedlenia) jednego i tego samego systemu, jako zbioru części składowych - właściwych dla tegoż przekroju oraz sieci zawartych w nim sprzężeń relacyjnych między tymi elementami składowymi. W analizie i tworzeniu (doskonaleniu) systemów informacyjnych kierowania są cele, funkcje i zadania oraz specyficzne potrzeby informacyjne użytkowników systemu¹¹. Przyjmując to podejście wyodrębnia się w systemach informacyjnych:

- strukturę funkcjonalną (cele, funkcje, zadania, czyli podsystem zadań przetwarzania danych);
- strukturę informacyjną (zbiory danych, technologia przetwarzania danych, oprogramowania użytkowe, a więc podsystem danych);
- strukturę techniczną (sprzęt, oprogramowanie systemowe i narzędziowe, czyli podsystem liczący);
- strukturę przestrzenną (dynamiczne rozmieszczenie w przestrzeni elementów składowych systemu, tj. podsystem komunikacyjny).

Struktura funkcjonalna jest pierwszym i nadrzędnym przekrojem dekompozycji systemu informacyjnego (SI), z którego wynikają jego cele, funkcje i zadania przetwarzania danych i relacje występujące między nimi. Struktura funkcjonalna SI jest jakby „pochodną pierwszego stopnia, funkcji realizowanych w procesie zarządzania (kierowania). Warto w tym miejscu dodać, iż niektórzy autorzy proponują jako kryterium kształtowania struktury funkcjonalnej - jednostki organizacyjne; badając, funkcje realizowane dochodzą do struktury funkcjonalnej. Podejście to uznaje się za mniej efektywne, nie gwarantuje bowiem uwzględnienia wszystkich elementów składowych (czynności) danej funkcji, utrudnia uchwycenie funkcji i najważniejszych z punktu widzenia realizacji celu i nie wymusza zachowania kompleksowości badania, tzn. uchwycenia wpływu zmian

¹¹ Zob. J. Kulikowski, *Teoretyczne podstawy organizacji systemów informatycznych*, Arch. Automatyki i Telemechaniki 1970 t.14 z. 4, s. 26 i nast., a także *Systemy informatyczne*, s. 76 i nast.

zachodzących w jednym podsystemie na inne podsystemy i sprawdzanie poprawności wzajemnych uwarunkowań.

Uznając zatem wyższość klasyfikatora funkcji (nad jednostką organizacyjną) wyróżnia się następujące podstawowe funkcje SI:

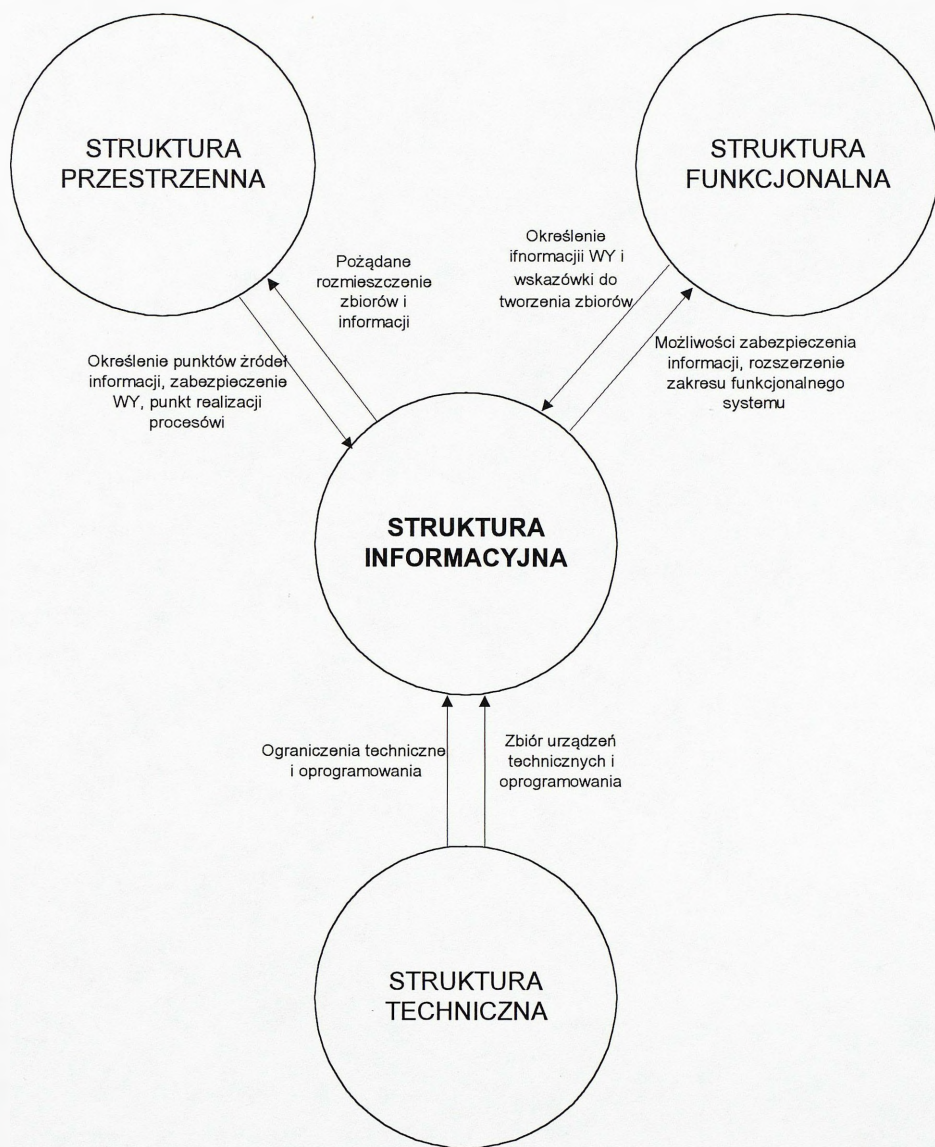
- planowanie i programowanie;
- ewidencjonowanie (rejestracja) operacji gospodarczych, danych technicznych i planistycznych;
- kontrolowanie (m.in. przez ustalanie odchyień od norm, żądań, planu celów itp.);
- sprawozdawczość i analizowanie.

Każda funkcja jest zazwyczaj kompleksem zadań, wymagającym dalszej dekompozycji aż do wyodrębnienia czynności elementarnych. Wynika stąd, że tworzenie struktury funkcjonalnej SI zmierza do utworzenia systemu żądań składającego się z sieci podsystemów funkcjonalnych (segmentów - kompleksów zadań).

Strukturę informacyjną SI definiuje się jako „... zbiory informacji przyporządkowane opisanym punktom w strukturze przestrzennej oraz powiązania informacyjne między tymi zbiorami realizowane w strukturze technicznej¹². Struktura informacyjna jest więc systemem danych, którego wartość - w toku procesu przetwarzania - stale dostosowuje się do wymagań struktury funkcjonalnej, technicznej i przestrzennej. Wynika stąd, że strukturę informacyjną - podobnie jak cały SI - należy rozpatrywać statycznie i dynamicznie.

Związki strukturalne statyczne (rys. 2) wyrażają wzajemne ustosunkowanie się do siebie zbiorów: wyjścia, wejścia i danych stałych oraz wewnętrzne ich uporządkowanie (strukturę wewnętrzną).

¹² Por. J. Jeziński, *Wyznaczanie struktur systemu informatycznego*, „Wojskowy przegląd Organizacji i Informatyki” 1973, nr 3.



Rys. 2. Powiązania struktury informacyjnej z pozostałymi strukturami systemu

Źródło: *Analiza systemów informatycznych*. B. Kubiak, Gdańsk 1994, s. 86.

Zbiory wyjściowe, zwane też kolekcją danych wyjściowych, uważane są za najważniejszy element („punkt” finalny) SI kierowania i dlatego determinują kody wejścia, algorytmy obliczeniowe, technologię przetwarzania i konfigurację podsystemu. Struktura i zakres kolekcji (zbiorów) danych wyjściowych, a więc wyjście, musi być zaprojektowane w sposób umożliwiający zaspokajanie informacyjnych potrzeb zarządzania użytkowników wewnętrznych (znajdujących

się w obszarze działania SI kierowania użytkowników zewnętrznych (jednostki nadrzędne organa państwowe i in.); oznacza to potrzebę emitowania zestawień informacji decyzyjnej i informacji dla celów ewidencyjno-sprawozdawczych.

Zbiory wyjściowe, czyli kolekcja danych wyjściowych, powstają na podstawie danych zawartych w dokumentacji źródłowej lub szerzej na podstawie dokumentów wejścia, wśród których wyróżnić można dokumenty wejścia: służące do utworzenia zbiorów podstawowych (stałych i transakcyjnych); dla bieżącego przetwarzania; modyfikujące zbiory podstawowe; korygujące błędy zaistniałe w toku przetwarzania.

Dane stałe są to najczęściej zbiory i podzbiory danych przechowywane przez dłuższy czas w komputerze i wykorzystywane w wielu procesach informacyjnych (zbiory podstawowe stałe i zbiory podstawowe transakcyjne), lub przechowywane okresowo wskutek częściowego tylko przetworzenia i likwidowane po zakończeniu każdego procesu informacyjnego (zbiory robocze). Zbiory te zalicza się do konwencjonalnych (klasycznych), ponieważ występuje w nich najczęściej jeden typ zapisu, wszystkie jego wystąpienia mają taką samą (zbliżoną) głębokość strukturalną i zawierają taką samą liczbę pól.

Ujęcie struktury informacyjnej w ujęciu dynamicznym jest ciąg czynności związany z przekształcaniem - według określonych algorytmów danych wejściowych i stałych w zbiory danych wyjściowych (informacje) stosownie do wymagań ich użytkowników. Jest to zatem ujęcie czynnościowe, u którego podstaw tkwią procesy przetwarzania o charakterze podstawowym (zaspokajanie informacyjnych potrzeb użytkowników i pomocniczym (np. łączenie, podział, aktualizacja danych i inne mniej ważne przebiegi technologiczne), powtarzane cyklicznie zgodnie z kalendarzem systemu. Procesy przetwarzania tworzą zwykle określone związki strukturalne (np. sieci danych) i funkcjonalne, gdzie dane wyjściowe, jednego procesu są danymi wejściowymi innych procesów. Powiązania takie występują zarówno w ramach jednej dziedziny tematycznej SI kierowania, jak też w zintegrowanym systemie informatycznym, funkcjonującym w warunkach i

technologii baz danych. Inną wreszcie cechą procesów przetwarzania, a tym samym struktury informacyjnej w ujęciu dynamicznym, jest ich inicjowanie lub rozgałęzienie przez różne operacje działania, zachodzące w obiekcie. Typowymi składnikami procesów przetwarzania wejść w wyjścia w technologii komputerowej są: generowanie, gromadzenie i przechowywanie danych, ich przetwarzanie i przesyłanie (dostarczanie) użytkownikom. Z uwagi na typ organizacji procesu przetwarzania danych wyróżnia się takie rodzaje struktur informacyjnych jak: zdecentralizowana, krańcowo centralizowana, scentralizowana z autonomicznymi podsystemami, hierarchiczno-szeregową, hierarchiczno-szeregowo-równoległą, mieszaną¹³.

Każdą strukturę informacyjną określają ; następujące jej elementy składowe¹⁴:

- komórki organizacyjne użytkownika SI kierowania lub też inne systemy, a więc dawcy informacji (pochodzący z obiektu działania lub z jego otoczenia), biorcy (użytkownicy) informacji (zewnątrzni i wewnętrzni);

- kolekcja danych wejściowych (wejścia) - dane dostarczane do SI przez dawców;

- kolekcja danych wyjściowych (wyjścia.) - informacje dostarczane przez SI kierowania użytkownikom wewnętrznym i zewnętrznym;

- kolekcja danych stałych - dane stale przechowywane przez SI;

- technologia przetwarzania danych - obejmuje czynności, procesy i algorytmy służące do przekształcenia danych wejściowych i stałych w odpowiednie dane wyjściowe (informacje);

- przedziały czasowe (okresy), w których jest realizowana technologia przetwarzania danych;

- relacje, czyli właściwe powiązania wszystkich danych i informacji; 8) parametry ilościowe struktury informacyjnej;

- sytuacje decyzyjne;

- warunki zdarzeń i zdarzenia.

¹³ Zob. J. Jeziński, *Wyznaczanie struktur.....*- przypis 22.

¹⁴ Por. W. Olejniczak, *Zasady projektowania systemów informacyjnych.....*s. 80.

Parametry, sytuacje i warunki odnoszą się do określonych stanów, jakie przyjmują kolekcje danych (wejściowych, stałych i wyjściowych) w toku procesów przetwarzania.

Strukturę techniczną SI kierowania definiuje się jako zbiór technicznych urządzeń przetwarzania danych, które przy zastosowaniu oprogramowania systemowego, narzędziowego i użytkowego realizują cele i zadania systemu przetwarzania danych poprzez wykonywanie logicznych (powiązań informacyjnych) i fizycznych operacji na danych oraz wzajemne relacje między tymi elementami.

Istotny wpływ na strukturę techniczną SI kierowania wywierają zatem:

- organizacja, cele i zadania systemu przetwarzania danych;
- wymagania użytkowników SI;
- niezawodność i ceny dostępnych systemów komputerowych (mikrokomputerowych) i urządzeń z nimi współpracujących;
- oferowane na rynku oprogramowanie systemowe, narzędziowe i użytkowe, jego niezawodność i możliwości szybkiego tworzenia;
- możliwości pracy w wielodostępie w technologii baz danych i sieciach.

Strukturę przestrzenną SI kierowania utożsamia się z systemem komunikacyjnym ponieważ odzwierciedla rozmieszczenie w systemie działania (instytucji) źródeł i ujęć (emisji) danych, punkty gromadzenia i komutacji (nadawania) danych, przetwarzania, przechowywania, dyspozycji i wykorzystywania danych, a także drogi komunikacji (przesyłania) między tymi punktami. Struktura przestrzenna nie funkcjonuje jako samodzielny, oderwany element SI. Strukturę tę tworzy się w drodze połączenia (integracji) omawianych już struktur SI kierowania: funkcjonalnej, informacyjnej i technicznej, a następnie wprowadza do konkretnego obiektu działania. W wyniku syntezy powstaje sieć (zwana topografią systemu), z odpowiednio rozmieszczonymi punktami (węzłami) w środowisku, pomiędzy którymi tworzy połączenia, zwane kanałami przesyłania danych. Tak utworzonej strukturze przestrzennej SI przyporządkowuje się

odpowiednie elementy struktur: funkcjonalnej, informacyjnej i technicznej. Punktami styku struktury przestrzennej SI kierowania z systemem rzeczywistym danej instytucji są punkty emisji (źródła danych - generowanie i kodowanie) i punkty wykorzystywania danych. Pozostałe punkty z ich połączeniami (kanałami) są traktowane jako warstwa nośna dla SI. Wynika stąd, iż proces tworzenia struktury przestrzennej SI kierowania może mieć następujący przebieg:

- identyfikacja źródeł danych (generowanie i kodowanie) i punktów wykorzystania informacji - przyjmuje się założenie, że punkty te istnieją w momencie rozpoczęcia budowy struktury przestrzennej SI;
- wyodrębnienie pozostałych punktów struktury, tzw. warstwy nośnej SI;
- ustanowienie połączeń pomiędzy punktami (węzłami sieci), optymalizacja organizacji struktury przestrzennej.

Utworzenie optymalnej (dla danych warunków) struktury przestrzennej SI kierowania wymaga uwzględnienia wielu różnorodnych czynników mierzalnych i niemierzalnych oraz ograniczeń narzucanych przez pozostałe struktury SI.

Do czynników niemierzalnych zalicza się głównie te, które determinują (określają) węzły i powiązania między nimi w SI. Czynniki te są pochodnymi cech funkcjonalnych SI kierowania i jego otoczenia. Z bliższego rozpoznania cech funkcjonalnych SI wynika, iż chodzi tu o takie elementy typ systemu informatycznego oraz wartość użytkowa informacji. Z kolei typ systemu informatycznego (przetwarzanie wsadowe, w czasie rzeczywistym, systemy wielodostępne, sieciowe) pozostaje pod dużym wpływem organizacji przebiegu procesów informacyjnych w danym systemie kierowania (zarządzania), tj. kolejności operacji przetwarzania, czasu ich wystąpienia oraz zakresu przedmiotowego i przestrzennego. Natomiast dla SI kierowania z trybem przetwarzania *off-line* lub *on-line* istotne znaczenie odgrywa powiązanie w przestrzeni elementów systemu kierowania. W jednym i drugim przypadku dominantą staje się rzeczywista struktura przestrzenna tradycyjnego systemu przetwarzania, będąca "lustrzanym odbiciem" funkcji realizowanych przez system

zarządzania obiektem działania. Otoczenie SI kierowania jako kolejny czynnik niemierzalny wpływa na strukturę przestrzenną tego systemu poprzez kryteria ekonomiczne (m. in. ceny i dostępność sprzętu komputerowego i urządzeń transmisji danych) i kryteria organizacyjne (np. koncepcja komputeryzacji danego obiektu działania, potrzeby informacyjne poszczególnych szczebli kierowania (zarządzania) obiektem, które ma zaspokoić SI i in.).

Spośród czynników mierzalnych określających strukturę przestrzenną SI kierowania duże znaczenia mają parametry kwantytatywne sieci, np. czas działania, koszt eksploatacji, dokładność i czas przesyłania informacji i in.

Z obserwacji wynika, iż w przestrzennym rozmieszczeniu punktów przetwarzania w obiekcie działania dominuje struktura pionowa, zwana strukturą hierarchiczną lub drzewiastą, której cechą wyróżniającą się jest „rozgałęziająca się konfiguracja kanałów łączności”. Przewaga przestrzennych struktur hierarchicznych znajduje uzasadnienie w tym iż pokrywa się ona z hierarchią działania obiektu (organizacji), w szczególności zaś z hierarchią jego systemu zarządzania szczególnie ważne miejsce w hierarchii w organizacji struktur bierze się stąd, iż zasada ta umożliwia skuteczny podział funkcji między różne obiekty (organy, szczeble) przy jednoczesnym zachowaniu centralizacji sterowania. Ponadto, struktury hierarchiczne wykazują znacznie większą niezawodność niż jednopoziomowe struktury scentralizowane, jeśli bowiem nastąpi przerwanie działania operatorów wyższych poziomów w strukturze hierarchicznej, dalsze jej funkcjonowanie zapewniają organy sterujące niższych poziomów. Wreszcie, istną zaletą wyróżniającą struktury hierarchiczne jest relatywnie mniejsza sumaryczna długość kanałów, a tym samym krótsza sieć połączeniowa źródeł danych i odbiorców informacji. Poszukując zatem kryteriów optymalizacji hierarchicznej struktury przestrzennej należy przede wszystkim uwzględnić kryterium sumarycznej długości kanałów i kryterium strat średnich wynikających z zawodności lub kryterium syntetyczne - koszty całkowite, będące funkcją takich zmiennych systemu jak niezawodność, podział informacji, struktura, efektywność

wykorzystania informacji i inne. W ostatnich latach podejmowane są próby optymalizacji hierarchicznej struktury przestrzennej SI kierowania metodą drzewa celów. Metoda ta umożliwia wyeliminowanie struktury przestrzennej elementów (obiektów) o bardzo niskich wskaźnikach ważności, optymalizuje zatem SI i jego strukturę przestrzenną z punktu widzenia wytyczonych mu celów i zadań.

Z dotychczasowych rozważań dotyczących optymalizacji struktury przestrzennej SI kierowania łatwo wysnuć wniosek, iż brak jest nadal kompleksowej metody uwzględniającej jednocześnie czynniki kwantytatywne i jakości. Wspomniane modele matematyczne ułatwiają określenie parametrów kwantytatywnych struktury przestrzennej SI bez możliwości uwzględnienia powiązań między poszczególnymi kryteriami (parametrami). W jeszcze skromniejszym zakresie zaawansowane są badania i rozwój metodologii optymalizacji wyboru rodzaju (i typu) struktury przestrzennej SI kierowania, który określają takie czynniki jak liczba elementów składowych struktury przestrzennej sposób ich rozmieszczenia w środowisku, rodzaje powiązań między nimi i in.

2. 4. Ogólna analiza systemu informacyjnego kierowania pod kątem ujęcia czynnościowego

Do przygotowania decyzji konieczne są odpowiednie informacje, gdyż - jak wskazuje praktyka - informacja o wysokiej jakości prowadzi do trafnej racjonalnej decyzji. Błędne decyzje są przeważnie skutkiem niedoceniań informacji. System informacyjny powinien być tak zorganizowany, żeby dostarczał informacji wspomagających sprawne kierowanie (zarządzanie)¹⁵, powinien być użyteczny, niezbyt kosztowny i na tyle sprawny, by na czas dostarczał niezbędnych wiadomości.

¹⁵ **Kierowanie** można uważać, jako sterowanie w systemach społecznych i systemach działania. **Zarządzanie** oznacza kierowanie w systemach ekonomicznych (gospodarczych). Natomiast kierowanie w systemach wojskowych nazywa się **dowodzeniem**. Zob. P. Sienkiewicz, *Inżynieria systemów*, Wyd. MON, Warszawa 1983.

Przyczyn niepowodzenia (trudności) w rozwiązywaniu większości problemów organizacyjnych i technicznych, związanych z analizą, tworzeniem systemu informacyjnego, upatruje się w niemożliwości znalezienia formuły pozwalającej określić każdorazowo minimum informacji niezbędnych do kierowania i podejmowania decyzji na każdym szczeblu zarządzania w ramach jego kompetencji. Nie mniej kontrowersyjne jest ustalenie zasad, w myśl których należałoby podejmować decyzje ekonomiczne, czy wreszcie - wskazanie podmiotów podejmujących określone decyzje.

Ustalanie celów systemu informacyjnego i analiza potrzeb informacyjnych poszczególnych szczebli zarządzania powinna następować dopiero po zbadaniu celów działania oraz rozstrzygnięciu zasadniczych problemów organizacyjnych w skali centrum organizacyjnego i jednostki organizacyjnej oraz procesów informacyjno - decyzyjnych mających w nim przebiegać. Słusznie zatem najpierw ustala się cele sumaryczne w skali centrum, jednostki organizacyjnej), a następnie cele cząstkowe obiektów (organizacji) niższego szczebla, a następnie cele systemu informacyjnego, jako pochodne celów obiektu, jako całości. Realizacja celów systemu informacyjnego następuje w procesie jego funkcjonowania, a więc w toku wykonywania podstawowych zadań systemu i właściwego współdziałania jego elementów składowych. Zdaniem wielu autorów, w toku funkcjonowania systemu informacyjnego nie zachodzą istotne zmiany ilościowe i jakościowe w jego strukturze. Zmiany te powstają wskutek upadku (wycofania) systemu lub jego rozwoju. Nieodzowne są wówczas zmiany lub wymiany elementów oraz rodzaju sprzężeń, a więc rozwój systemu¹⁶. Zarówno funkcjonowanie, jak i rozwój systemu informacyjnego przebiegają w określonej rzeczywistości, a ściślej - w obszarze lub dziedzinie (agendzie) działania danej organizacji. Pochodzą stąd stosowane zamiennie synonimy: dziedzina, agenda lub obszar (podsystem) działania systemu informacyjnego. Z kolei cele zadania, obszar funkcjonowania

¹⁶ Zob. *Zarys informatyki dla ekonomistów*, Wrocław 1985, s. 9.

systemu, jego struktura; funkcjonowanie i rozwój determinują właściwości systemu informacyjnego, zaś ich zmiany dynamikę systemu.

Równolegle z określaniem celów działania poszczególnych szczebli oraz celów systemu informacyjnego należy określać przepływ informacji i stopniową ich redukcję stosownie do hierarchii stanowisk określonych użytkowników informacji.

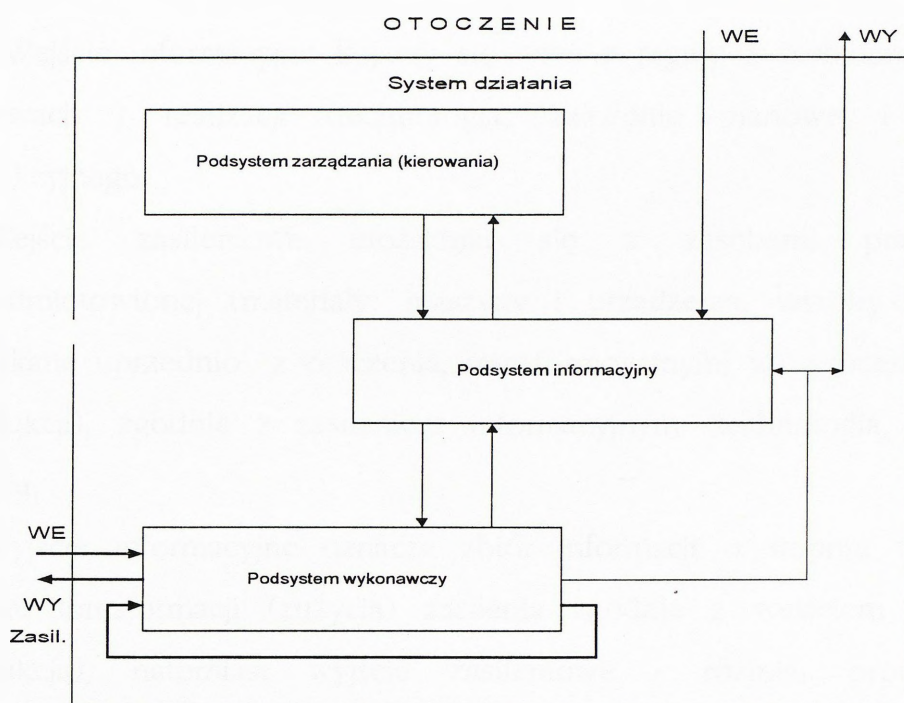
Rozwój każdej organizacji obejmuje także przemiany jej infosfery: racjonalizację procesów informacyjno-decyzyjnych, tworzenie nowych kanałów informacyjnych, ośrodków przechowywania i przetwarzania informacji.

Podjęcie decyzji - zwiększenie ich trafności i operatywności - dużej mierze zależy od ilości i jakości informacji jakimi dysponują organa decyzyjne. Informowanie jest jednym z podstawowych rodzajów procesów w każdej organizacji i obejmuje zbieranie, przesyłanie, przechowywanie, przetwarzanie i udostępnianie (upowszechnianie) informacji, zgodnie z potrzebami i wymaganiami użytkowników zarówno wewnątrz, jak i zewnątrz organizacji.

W każdej organizacji (układzie) - systemie działania współdziałają wzajemnie i ściśle z sobą powiązane podsystemy: kierowania i informacyjny - jako informacyjno-decyzyjny oraz wykonawczy (produkcji). Powiązanie tych podsystemów przedstawiony jest na rys.3.

Pojęcie systemu informacyjnego, jego strukturę i mechanizm funkcjonowania kształtuje się poprzez stosowanie zasad teorii informacji cybernetyki. W myśl tych zasad każdy obiekt (organizacja) jest układem względnie odosobnionym, posiadającym „wejście”, przez które otoczenie nań oddziałuje (wejście zewnętrzne) i „wyjście” umożliwiające układowi oddziaływanie na otoczenie (wyjście zewnętrzne).

Ponadto w układzie musi istnieć wejście i wyjście wewnętrzne, zapewniające przepływ zasilenia i informacji pomiędzy elementami organizacji (relacje wewnętrzne). W każdym zatem obiekcie występują podwójne wejścia i wyjścia - wejście informacyjne (zewnętrzne i wewnętrzne) i wejście zasileniowe (wewnętrzne i zewnętrzne).



Rys.3. Powiązanie podsystemów: kierowania, informacyjnego i wykonawczego

Źródło: B. Kubiak, *Analiza systemów informatycznych*, Gdańsk 1994, s. 54.

Wejście informacyjne zewnętrzne przechodzące z otoczenia do systemu informacyjnego jest zróżnicowane i obejmuje¹⁷: dyrektywy, wytyczne, zalecenia i uzgodnienia pochodzące z jednostek nadrzędnych i procesów rynkowych; wskaźniki, limity, parametry i in.; oferty oraz porozumienia kooperacyjne (handlowe), przepisy i in.; prace badawcze, projekty, ekspertyzy, oceny, wskaźniki i in.; polecenia i wytyczne jednostek administracji państwowej.

Informacje te po odpowiednim przetworzeniu w systemie informacyjnym (WE), stają się wejściem wewnętrznym i są przekazywane do systemu wykonawczego w postaci (WY): dokumentacji konstruktywnej, technicznej, technologicznej, produkcyjnej, organizacyjnej, ekonomicznej, administracyjnej; planowych zadań produkcyjnych (działalności podstawowej) i usługowych (działalności pomocniczej); decyzji wykonawczych, informacji o zakłóceniach i zmianach.

¹⁷ Zob. A. Małachowski, *Systemy informacyjne w obiektach gospodarczych*, Wrocław 1985, s. 14 i nast.

Wejście informacyjne kojarzy się więc z reguły z metodami i technikami obserwacji i realizacji (technologia, założenia planowe i in.) procesu produkcyjnego.

Wejście zasileniowe utożsamia się z zasobami pracy żywej i uprzedmiotowionej (materiały, maszyny i urządzenia, wyroby gotowe i in.) pozyskane uprzednio z otoczenia, transformowanymi w procesie wytwarzania (produkcji), zgodnie z zasileniem informacyjnym (technologia, instrukcje) na wejściu.

Wyjście informacyjne oznacza zbiór informacji o stopniu transformacji o stopniu transformacji (zużycia) zasilenia zgodnie z wejściem informacyjnym (instrukcją), natomiast wyjście zasileniowe - rozmiar produkcji (usług) zrealizowanej według wzorca na wejściu informacyjnym.

Elementy składowe wyjścia informacyjnego i zasileniowego powinny być powiązane z parametrami wejścia, czyli sprzężone zwrotnie. Istnienie sprzężenia zwrotnego pomiędzy wejściem i wyjściem oraz zasileniowym w obiekcie gospodarczym ma duże znaczenie dla realizacji zadań produkcyjnych (wykonawczych). W świetle cybernetyki realizacja zadań produkcyjnych jest równoznaczna z utrzymaniem przedsiębiorstwa (organizacji, obiektu) w stałej równowadze, chociaż w praktyce zdarza się, że pracujące przedsiębiorstwa (np. w budownictwie) znajdują się w stanie równowagi, a dobrze pracujące - nie są w stanie tej równowagi utrzymać

Naruszenie równowagi sygnalizuje powstanie nieprawidłowości w działalności organizacji, które powinny być jak najszybciej zlikwidowane. Instrumentem mającym utrzymać obiekt lub centrum gospodarcze (instytucji) w stałej równowadze wewnętrznej, niezależnie od zmian warunków (otoczenia), jest sprzężenie zwrotne ujemne.

Sprzężenie zwrotne oznacza sygnał zależny od wielkości wejściowej, który jest skierowany z powrotem do wejścia układu, przy czym oddziałuje on w taki sposób, aby nastąpiła zmiana sygnału wyjściowego. Zmiana ta może polegać na

zmniejszaniu (sprężenie zwrotne - ujemne) lub zwiększaniu (sprężenie zwrotne dodatnie) błędów regulacji układu od stanu równowagi wewnętrznej. Zadaniem sprzężenia zwrotnego, jako mechanizmu sterowania, jest dopilnowanie, by transformacje dokonywane przez układ (obiekt) były zgodne lub nie zgodne z zadanym parametrem (normą), czyli działalnością określoną jako prawdziwą. Oznacza to konieczność takiego zaprojektowania sieci (mechanizmu) sterowniczej sprzężenia zwrotnego, by odtwarzała wiernie rzeczywistość, a jednocześnie przenosiła polecenia wykonawcze jak najbliżej punktów wykonania. Z drugiej strony, sieć sterownicza sprzężenia zwrotnego powinna zapewnić odwrotne przekazywanie sygnałów sterujących po analizie i podjęciu decyzji wykonawczych do punktów decyzyjnych, z których pochodzą działania sterujące¹⁸.

Podmioty sterujące obiektu (organizacji) dowiadują się o ewentualnym naruszeniu równowagi ogólnej i ponownym jej przywróceniu za pośrednictwem systemu informacyjnego. Z tych względów SI porównuje się z obwodem zamkniętym, powiązaniem z zewnętrzną i wewnętrzną organizacją obiektu (układu), uwzględniającym podział pracy w systemach działania (produkcji) i zarządzania (kierowania). Wynika stąd, iż SI jest logicznym i całościowym układem: (zbiorem) danych cybernetycznych (ekonomicznych i innych) i technicznych, uzyskiwanych w wyniku zaistnienia zdarzeń i procesów gospodarczych, przetwarzanych przy zastosowaniu odpowiednich metod, technik i urządzeń, ułatwiających poznanie i ocenę rzeczywistości w danej dziedzinie (ekonomicznej, historycznej, wojskowej itp.), a także kształtowanie przyszłych warunków gospodarowania (działania) w wyniku podejmowania decyzji operatywnych, taktycznych i strategicznych.

Treścią systemu informacyjnego są wycinkowe informacje techniczne i dotyczące działania w danej dziedzinie, pochodzące z różnych jego podsystemów, dlatego też system ten musi zapewnić sprawny ich obieg, począwszy od

¹⁸ Zob. A. Jaszczak, *Organizacja przetwarzania danych*, Gdańsk 1979, s. 21 i nast. oraz M. Rembiałkowski, *projektowanie systemów informatycznych zarządzania*, Gdansk 1978, s. 12 i nast.

pozyskania i przetwarzania danych, a kończąc na wykorzystaniu informacji dla podejmowania decyzji. Stąd też kryteria klasyfikacji, forma i zakres systemu informacyjnego, determinowane są przez potrzeby użytkowników informacji oraz właściwości i powiązania istniejące pomiędzy układami, jakie tworzy: człowiek - człowiek, człowiek - maszyna i maszyna - maszyna.

Obieg informacji w obiekcie gospodarczym (organizacji) przypomina pętlę fazową, z uwagi na jej kulisty kształt, wewnątrz której odbywa się nieustanna wymiana informacji. Informacja przechodzi kanałami informacyjnymi według programowo określonego łańcucha.

Należy przypomnieć, że zgodnie z ogólną teorią organizacji pojęcie „system” może być odniesione do dowolnej całości zorganizowanej, rozumianej jako uporządkowany - według określonego kryterium - zbiór elementów, którymi mogą być nie tylko przedmioty i rzeczy zorganizowane, a więc również instytucje, lecz także cechy i procesy w nich przebiegające. W tym rozumieniu informacje o sytuacji powietrznej oraz procesy związane z ich powstawaniem, jako określone zbiory elementów, również tworzą pewien system. Ujęcie takie ma duże znaczenie w zakresie analizy funkcjonowania danego podsystemu.

Jak wiadomo rozpoznawanie obiektów (sytuacji powietrznej) realizowane jest przede wszystkim w ramach funkcjonowania podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego działającego w podsystemie rozpoznania przeciwnika powietrznego, zasilającego system dowodzenia wojskami obrony powietrznej, w tym kierowania środkami walki.

Wynika stąd, iż podsystem rozpoznania kwalifikuje się do systemów informacyjnych i jest logicznym i całościowym układem: (zbiorem) danych o sytuacji powietrznej¹⁹ (obiektach powietrznych - celów i własnych), ponadto

¹⁹ Informacja o sytuacji powietrznej, w wojskach w systemie OP oznacza zbiór wiadomości o obiektach powietrznych uzyskiwanych od środków radiolokacyjnych i innych źródeł informacji opracowanych i przekazywanych do adresatów w postaci sformalizowanych meldunków. Główną część informacji o sytuacji powietrznej stanowi informacja radiolokacyjna o obiektach powietrznych. Informacja radiolokacyjna dotyczy tych obiektów powietrznych, które znajdują się w strefie informacji radiolokacyjnej wytworzonej przez posterunki radiolokacyjne. Informacja o sytuacji powietrznej dotyczy natomiast obiektów znajdujących się w zasięgu rozpoznania radiolokacyjnego i innych źródeł, które dostarczają danych o tych obiektach.

dotyczących stanu i możliwości bojowych sił i środków przeciwnika i własnych, a także logistycznych i innych-uzyskiwanych w wyniku zaistnienia zdarzeń i procesów w ramach prowadzonych działań bojowych. Następnie przetwarzanych przy zastosowaniu odpowiednich metod, technik i urządzeń, ułatwiających poznanie i ocenę rzeczywistości sytuacji powietrznej, a także organizowanie (planowanie) przyszłych działań wojennych w wyniku podejmowania decyzji na różnych szczeblach dowodzenia.

Ogólnie można powiedzieć, że treścią podsystemu informacyjnego są wycinkowe informacje o sytuacji powietrznej, pochodzące z różnych jego podsystemów (źródeł), dlatego też podsystem ten musi zapewnić sprawny ich obieg, począwszy od pozyskania i przetwarzania danych i dystrybucji, a kończąc na wykorzystaniu informacji dla podejmowania decyzji. Stąd też kryteria klasyfikacji, forma i zakres podsystemu rozpoznania jako systemu informacyjnego, determinowane są przez potrzeby użytkowników informacji oraz właściwości i powiązania istniejące pomiędzy układami, jakie tworzy: człowiek - człowiek, człowiek - maszyna i maszyna - maszyna.

Na uwagę zasługuje to, że w ujęciu czynnościowym (dynamicznym) podsystem rozpoznania (jako system informacyjny) traktuje się jako zbiór procesów (faz) - niezależnie od specyficznych warunków działania i potrzeb informacyjnych stanowisk dowodzenia (innych ośrodków kierowania).

Jest to zbiór takich procesów, jak: zbierania, selekcji i gromadzenia danych źródłowych; przetwarzania, analizy i syntezy informacji; formułowania wniosków i przesyłania informacji użytkownikom (prezentowania i wykorzystania informacji) oraz opracowania prognoz i wariantów (scenariuszy); podjęcia (opracowania) decyzji; zasilenia w informację systemu wykonawczego (w ramach kierowania środkami walki).

Struktura systemu informacyjnego (rozpoznania radiolokacyjnego w ujęciu dynamicznym przedstawiona jest na rys. 4.

Wyróżnione na rysunku elementy (układy, podsystemy) w podsystemie rozpoznania z punktu widzenia dynamicznego, zawierają obraz wzajemnego ustosunkowania się do siebie czynności składających się na pełny proces przetwarzania danych w podsystemie. Jest to typowy obraz struktury procesów przebiegających w systemie informacyjnym w tym wypadku - podsystemie rozpoznania).

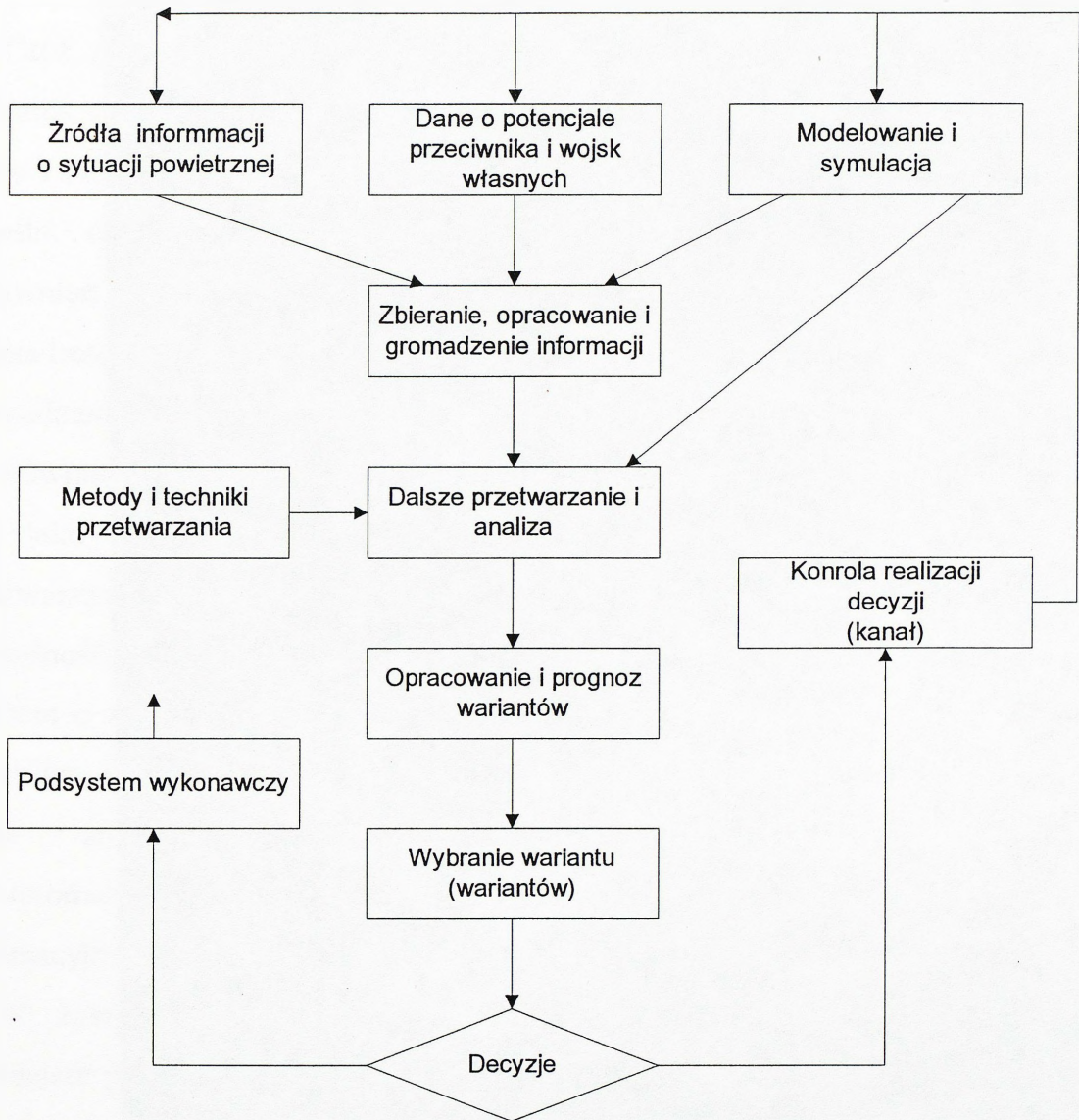
Zbieranie, opracowanie i gromadzenie danych źródłowych - obejmuje zamianę danych źródłowych na symbole (kody) lub ich agregowanie (uogólnienie) za pomocą wskaźników zbiorczych, a następnie przekazanie ich do miejsc (banku danych), skąd będą pobierane w następnych (fazach) opracowania informacji.

W odniesieniu do systemu dowodzenia, proces zbierania informacji obejmuje gromadzenie na stanowiskach dowodzenia wiadomości, które umożliwiają śledzenie obiektów powietrznych, określenie ich charakterystyk i działalności. Czynności te dotyczą również wyboru właściwego źródła informacji oraz sposobu jej przekazywania i zobrazowania.

Zbieranie i opracowywanie informacji są ze sobą ściśle powiązane, wykonywane zazwyczaj w tym samym czasie. Można wyróżnić dwa etapy opracowywania informacji: opracowanie pierwotne i wtórne.

Opracowanie pierwotne obejmuje odczytywanie (zdejmowanie) współrzędnych, kodowanie sygnałów, określanie przynależności i składu obiektów powietrznych oraz innych wielkości w zależności od sytuacji powietrznej. W literaturze technicznej często występuje jako informacja analogowa lub analogowo-syntetyczna.

Opracowanie wtórne obejmuje inicjowanie i przedstawianie tras lotu obiektów powietrznych na podstawie kolejnych informacji z opracowania pierwotnego; utożsamianie tras i określanie charakterystyk obiektów powietrznych, o których dane napływają z różnych źródeł. Często występuje jako informacja syntetyczna.



Rys. 4. Struktura systemu informacyjnego w ujęciu czynnościowym (dynamicznym)

Gromadzenie danych powinno ograniczać się do minimum, ponieważ mają one obrazować najważniejsze zjawiska działań bojowych, techniczne i inne, mające decydujący wpływ na efektywność dowodzenia. Zarówno nadmiar jak i niedobór gromadzonych danych mogą wydłużać cykl podejmowania decyzji. Dlatego ważnym jest, żeby był taki dobór (redukcja), aby nie utrudniać w prowadzeniu analizy sytuacji powietrznej, tym samym w podejmowaniu decyzji przez dowódcę.

Otóż gromadzenie danych odbywa się według ściśle określonego programu działania (technologii systemów), który powinien rozstrzygać kwestie: co, gdzie, kiedy i jak należy gromadzić, by zaspokoić potrzeby użytkowników informacji i określić czynniki zapewniające im panowanie nad sytuacją stosownie do uprawnień i obowiązków danego szeregu dowodzenia. Gromadzenie danych skupia bowiem takie zagadnienia jak: źródła danych i ich właściwy dobór, metody gromadzenia i przekazywania danych (tradycyjne i nowoczesne).

Również należy zwrócić uwagę na sposoby gromadzenia danych. Można to ująć jako metody prowadzenia zbiorów danych oraz techniki gromadzenia, przetwarzania i odczytywania informacji w sposób szybki i niezawodny. Zakres, dokładność i szybkość przekazywania informacji różnym użytkownikom przesądza bowiem o wartości informacji. Można zauważyć, że sprawne dowodzenie zależy od sprawnego operowania (zarządzania) informacjami. Informacja podawana z wielu źródeł (dodatkowych) jeszcze podawana jest sposobem nieautomatyzowanym. Obniża to znacznie efektywność podsystemu informacyjnego.

W zakresie zbierania i opracowania informacji uwidaczniają się takie ważniejsze problemy jak:

- zorganizowanie strefy rozpoznania radiolokacyjnego o takich parametrach dotyczących jej wymiarów przestrzennych, żeby zapewnić wykrywanie obiektów na wymaganych odległościach i w zakresie wysokości - od małej do stratosferycznej przy zapewnieniu ciągłego śledzenia celów powietrznych;
- optymalizacja ugrupowania bojowego wojsk radiotechnicznych pod kątem: kształtowania strefy rozpoznania radiolokacyjnego (SRR), zwiększenia żywotności, dużej mobilności środków radiolokacyjnych;
- zautomatyzowanie wszystkich źródeł informacji;
- integracja zautomatyzowanych źródeł informacji;

- doskonalenie obiegu informacji w celu zwiększenia jakości informacji, obniżenia czasu jej opóźnienia i zwiększenia dokładności oraz usprawnienia dystrybucji wydawanej informacji.

Doskonalenia wymaga gromadzenie i wykorzystanie, w sposób zautomatyzowany, informacji (danych) dotyczącej potencjału przeciwnika i wojsk własnych.

Ogólnie można powiedzieć, że *przetwarzanie (dalsze opracowanie) i analiza informacji* - ma kluczowe znaczenie w podsystemach informacyjnych. Otóż zbiór danych otrzymany (zebranych) z odpowiednich źródeł może być wykorzystany do celów dowodzenia (kierowania środkami walki), po uprzednim uporządkowaniu według algorytmu typowego dla tej fazy procesu podsystemu. Algorytm ten określa się też mianem: „wytyczne przetwarzania danych”, obejmuje bowiem takie czynności jak: integracja, programowanie i kodowanie danych, organizacja technologicznego przetwarzania danych, a także przyjmowanie danych, w poszczególnych fazach ich wytwarzania oraz przekazywanie informacji. Właśnie analiza pozwala podjąć odpowiednie wnioski podczas oceny sytuacji powietrznej, przeciwnika i wojsk własnych. Tym samym warunkuje opracowanie prognoz i wariantów rozwiązań.

Na podstawie literatury można stwierdzić, że system informacyjny można uznać za prawidłowy, jeśli zawiera narzędzia informacji (wskaźniki, normy, wzorce, inne parametry) i kryteria optymalizacji, zwane też kryteriami wyboru, ponieważ są to wzorce ocen i sądów, jakie wydają wyższe i niższe szczeble dowodzenia w toku podejmowania decyzji.

Rozróżnia się dwa rodzaje kryteriów optymalizacji stosowane w praktyce. Do grupy pierwszej zalicza się miary efektywności (wydajności) lub sukcesu, osiągnięć (np. minimalizacja strat, maksymalizacja sukcesu i zysku), które służą do oceny przewidywanych wyników różnych decyzji i wytyczania kierunków działania w różnych i zmiennych warunkach. Drugi rodzaj kryterium traktuje się jako warunek konieczny i wystarczający dla wytyczenia optymalnego kierunku postępowania.

Przy rozwiązywaniu problemów dotyczących np. doskonalenia podsystemu informacyjnego, należałoby wykorzystać dwa rodzaje przedstawionych kryteriów.

Narzędzia informacji i kryteria optymalizacji muszą być wewnętrznie zgodne. W przeciwnym razie informacje, przesłane z kanału dowodzenia (kierowania) do kanału wykonania lub odwrotnie, mogą być odczytywane niezgodnie z zamierzeniami ich nadawców. Trudny też staje się wówczas wybór kryterium, które do minimum zmniejsza liczbę informacji niezbędnej do podjęcia decyzji. W obu przypadkach naruszenia wewnętrznej zgodności narzędzi i kryteriów wyboru podsystem przestaje być zwarty.

W odniesieniu do podsystemu rozpoznania sytuacji powietrznej (radiolokacyjnego) w wyniku opracowania i analizy możliwe staje się: ustalenie faktu rozpoczęcia przez przeciwnika działań bojowych lub nowego ich etapu; ujawnienie operacyjnego (taktycznego) zamiaru przeciwnika; prognozowanie jego dalszych działań; zwiększenie wiarygodności posiadanych informacji.

Proces *formułowania wniosków i przesyłania informacji użytkownikom* podobnie jak analiza jest jednym z najważniejszych aktów w podejmowaniu decyzji. Podejmowanie decyzji na każdym szczeblu dowodzenia determinuje określony zbiór informacji gromadzonych i przetwarzanych z pewną częstotliwością w podsystemach informacyjnych. Zapotrzebowanie i chłonność na informacje każdego z tych szczebli jest zróżnicowana.

Wyższe szczeble dowodzenia, potrzebują informacji uogólnionych, o pełniejszym i bardziej dużym zakresie, ważnych operacyjnie (strategicznie) - obejmujących przestrzeń na podejściach do granic państwa, rejonu i w rejonie działań (strefy odpowiedzialności), i do tego charakteryzującą się dużą wiarygodnością (pełnością). Informacja ta powinna umożliwić: doprowadzenie wojsk w systemie obrony powietrznej do pełnej gotowości bojowej w celu prowadzenia oczekiwanych działań bojowych; ujawnienie zamiaru nalotu przeciwnika powietrznego; określenie kierunku głównego wysiłku i utworzenie niezbędnego stosunku sił na kierunkach rubieżach i względem celów

powietrznych przez racjonalny podział zadań dla poszczególnych jednostek i pododdziałów wojsk raketowych, lotnictwa myśliwskiego i pododdziałów walki radioelektronicznej - wybranie jednego spośród wariantów działań lub ostateczne sprecyzowanie wcześniej powziętych decyzji.

Niższe szczeble dowodzenia potrzebują informacji szczegółowych, rozproszonych charakteryzujących konkretne działania bojowe. W systemie OP dotyczy to podział celów dla poszczególnych zestawów raketowych, wskazanie ich stacjom naprowadzania rakiet oraz naprowadzanie samolotów przechwytyjących cele - informacja dla kierowania środkami walki.

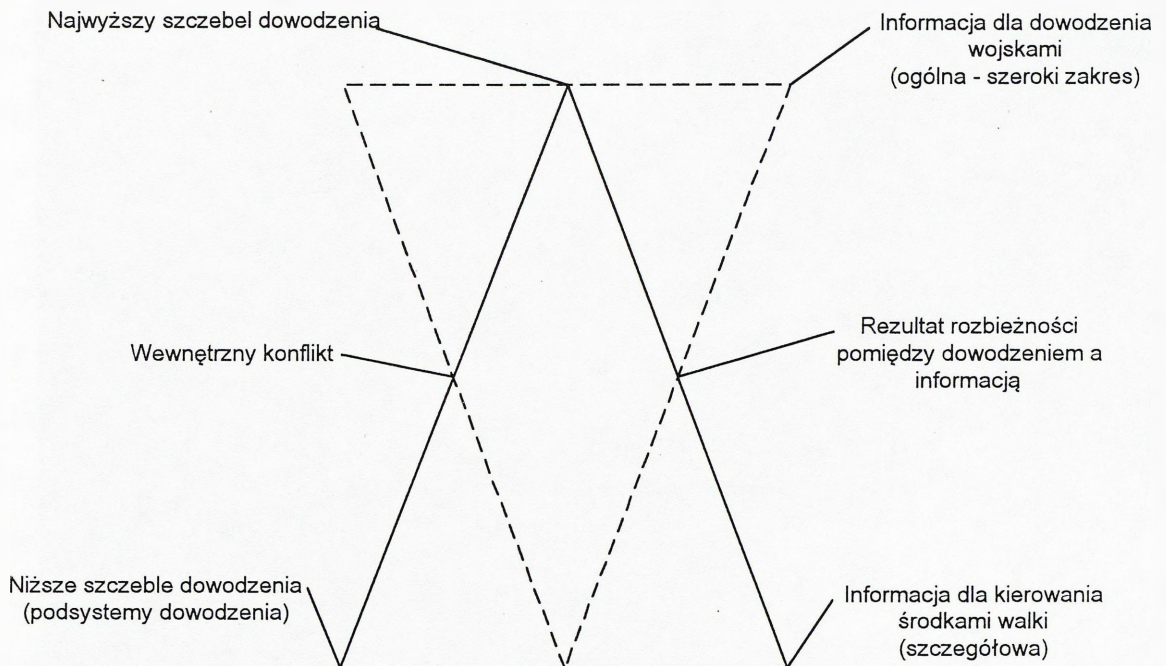
Mamy tu więc do czynienia z pewną hierarchią w procesie decyzyjnym, wpływającą z hierarchicznej struktury organizacji i dowodzenia. Najwyższy (wyższy) szczebel dowodzenia, przewidując przyszłe warunki działania, nie może zgromadzić i przetworzyć takiej ilości informacji, jaka jest potrzebna dla zlikwidowania niepewności i ryzyka niższych szczebli zarządzania. Te ostatnie, otrzymując nakazy (komendy) od szczebli wyższego rzędu, muszą same tę niepewność wyjaśnić i uzupełnić poprzez samodzielne podejmowanie decyzji.

Ogólnie można powiedzieć, że proces decyzyjny, a w ślad za nim systemy informacyjne, muszą mieć określoną postać, w której decydenci znajdują się nad jednostkami oczekującymi na decyzje. Zależności te można przedstawić graficznie w postaci piramidy dowodzenia²⁰ (rys.5), której wierzchołek tworzą wyższe szczeble dowodzenia, natomiast podstawę - szczeble najniższe (podsystem wykonawczy).

W odniesieniu do powyższego kształt odwrócony, powinna mieć piramida informacji tworzona w ramach podsystemu informacyjnego.

Każde miejsce w piramidzie informacji ma swoją pojemność, czyli zdolność gromadzenia przetwarzania i prezentowania informacji odpowiednio skorelowanych z potrzebami poszczególnych szczebli dowodzenia.

²⁰ Według J. Pelca *Decyzje w zarządzaniu*, Kraków 1995, s. 191 i B. Kubiaka *Analiza systemów informatycznych*, Gdańsk 1994, s. 51.



Rys. 5. Piramida dowodzenia (władzy) i odwrócona piramida informacyjna

Od przestrzegania tych prawidłowości zależy w dużej mierze wysokość kosztów procesów informacyjnych, ich prędkość i niezawodność, a także efektywne zapobieganie powstawaniu błędów, zniekształceń i nieporozumień.

Sposób i formę prezentacji informacji uzyskiwanej w ostatniej fazie podsystemu, należy każdorazowo dostosowywać do złożoności (właściwości) sytuacji powietrznej i potrzeb informacyjnych określonego szczebla dowodzenia.

Dobrze zorganizowany system informacyjny powinien spełniać następujące warunki:

- powinien być dostosowany do potrzeb i obejmować cały zakres działalności wojsk w systemie obrony powietrznej, wszystkie szczeble dowodzenia i poziomy decyzyjne;
- dostarczać informacje kompleksowe i aktualne, aby reakcja systemu OP na działania przeciwnika powietrznego była szybka i skuteczna.

- transmitować informacje tym, którzy ich rzeczywiście potrzebują - i to informacje w formie nadającej się bezpośrednio (bez przetwarzania) do użytku i najdogodniejszej dla podjęcia ostatecznych decyzji;

- powinien zapewniać efektywne wykorzystanie informacji, co uwarunkowane jest szybkością i częstotliwością ich obiegu, dane muszą być aktualne, kompletne i odpowiednio posegregowane, gdyż to ułatwia ich obieg;

- droga przepływu informacji powinna być możliwie najkrótsza i zgodna ze strukturą organizacyjną, a poszczególne podsystemy informacji powinny być zintegrowane, zaś same informacje w postaci prostych zbiorów, które można sobie szybko przyswoić i wykorzystać w podejmowaniu racjonalnych decyzji;

- algorytmy opracowywania informacji powinny zapewnić śledzenie przebiegu procesów oddziaływania podsystemu wykonawczego (środków walki) na środki napadu powietrznego przeciwnika, i sprzężeń zwrotnych przepływu informacji,

- koszty pozyskiwania i przetwarzania informacji nie mogą być wysokie, metody ich zbierania, opracowywania, przechowywania i przepływu muszą uwzględniać możliwości komputeryzacji systemu informacyjnego, a forma ich prezentacji powinna być dostosowana do możliwości odczytywania przez zainteresowanych;

- system musi być zabezpieczony przed niepożądanym wpływem informacji zbędnych i stale doskonalony, aby mógł zapewniać sprawny przepływ pożądanej informacji.

Podsystem informacji powinien być stale aktualizowany: zasilany w nowe informacje dotyczące: przewidywanej sytuacji powietrznej (otoczenia); aktualnych danych dotyczących stanu i możliwości sił i środków oraz taktyki działania przeciwnika i własnych. Wiele z tych informacji ma charakter prognostyczny i są one szczególnie cenne, gdyż pozwalają na identyfikację i analizę tendencji, narastanie sił i wydarzeń, które mogą mieć zasadnicze znaczenie dla organizowania działań bojowych oraz doskonalenia taktyki i sztuki operacyjnej.

3. ANALIZA ROZPOZNANIA RADIOLOKACYJNEGO POD KĄTEM WYMAGAŃ INFORMACYJNYCH DLA POTRZEB DOWODZENIA

We wszystkich współczesnych, teoretycznych ujęciach problematyki obrony powietrznej uważa się, że ta część walki zbrojnej, która prowadzona jest w wymiarze powietrznym, nosi miano obrony powietrznej.

Jej cel formułowany jest jako przeciwstawienie się zagrożeniu niesionemu przez ŚNP przeciwnika, czyli uniemożliwienie ŚNP przeciwnika wykonanie stawianych im zadań, tworząc tym samym siłom własnym dogodnie warunki do prowadzenia szeroko rozumianej walki zbrojnej w warunkach zagrożenia powietrznego. Powyższy cel obrona powietrzna osiąga w wyniku realizacji dwóch zasadniczych funkcji: niszczenia (obezwładniania) ŚNP w powietrzu; informowania o zagrożeniu powietrznym decydentów czynnej i biernej obrony powietrznej.

Obok funkcji podstawowych obrona powietrzna sprawuje także funkcje dowódcze i zabezpieczające (wspomagające, zasilające).

Obrona powietrzna, będąc częścią systemu obronnego państwa, w okresie pokoju może realizować następujące zadania: ostrzegania i stałego informowania władz państwowych i wojskowych o działalności sił lotniczych państw ościennych, a szczególnie prowadzonych w pobliżu naszych granic; zapewnienia bezpieczeństwa powietrznego państwa, przez reagowanie na każdy nieznany lub niezgodny z ogólnie przyjętymi zasadami i przepisami przelot (lot) aparatu latającego, niosącego ze sobą zagrożenia dla powietrznego bezpieczeństwa państwa lub bezpieczeństwa ruchu statków powietrznych; kontroli ruchu powietrznego, głównie w zakresie przestrzegania norm i zasad, koordynacji wojskowego ruchu powietrznego z cywilnym ruchem powietrznym i lotami doświadczalnymi; poszukiwanie i ratownictwo, w tym organizowanie współdziałania operacyjnego zespołów poszukiwań zaginionych samolotów i ratownictwa lotniczego na terytorium Polski.

Podczas wojny główne zadania obrony powietrznej mogą obejmować: uniemożliwienie agresorowi wywalczenia przewagi w powietrzu oraz dążenie do uzyskania takiej przewagi nad przeciwnikiem; powietrzna obrona wojsk prowadzących operację obronną (w okresie przegrupowania wojsk, rozwijania i prowadzenia operacji); osłonę obiektów logistycznych, mających istotne znaczenie dla funkcjonowania państwa i jego sił zbrojnych; osłonę obiektów mających istotne znaczenie dla trwałości systemu obronnego państwa.

Charakter i treść zadań obrony powietrznej będą się zmieniać w zależności od rozwoju sytuacji strategiczno - operacyjnej i warunków działań. Zgodnie z ogólnymi założeniami funkcjonowania obrony powietrznej państwa, na plan pierwszy wysuwają się zadania przeciwstawienia się wywalczeniu przewagi w powietrzu przez stronę przeciwną oraz obrona istotnych obiektów systemu obronnego państwa i wojsk prowadzących operację wojenne.

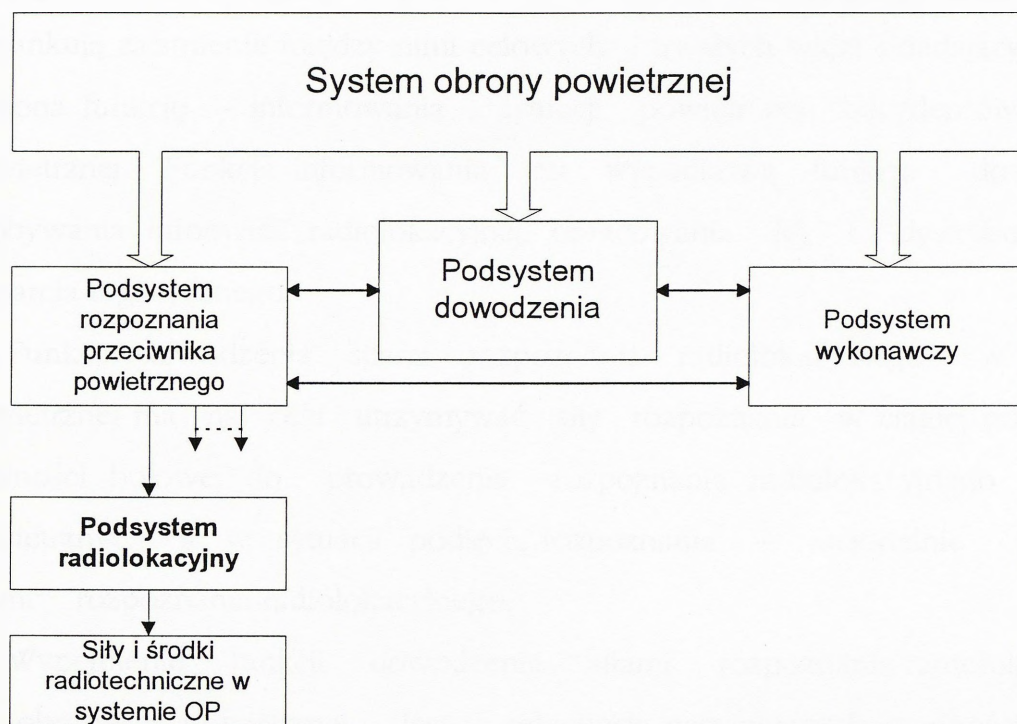
Podstawową czynnością, niezbędną w funkcjonowaniu obrony powietrznej jest informowanie (zabezpieczenie informacyjne - radiolokacyjne) obrony o działaniach obiektów powietrznych przeciwnika i własnych. Obrona powietrzna, rozumiana tylko jako siły walki, nie ma możliwości realizacji zasadniczych funkcji bez udziału sił rozpoznania radiolokacyjnego. Stąd, rola rozpoznania radiolokacyjnego w obronie powietrznej jest pierwszoplanowa (główna).

3. 1. Istota i miejsce rozpoznania radiolokacyjnego w obronie powietrznej

Ogólnie w systemie obrony powietrznej można wyodrębnić następujące podsystemy: podsystem rozpoznania przeciwnika powietrznego; podsystem dowodzenia i podsystem wykonawczy (środków walki).

System obrony powietrznej (OP) można przedstawić w postaci modelu (rys. 6.). W skład podsystemu rozpoznania przeciwnika powietrznego wchodzi podsystem radiolokacyjny (rozpoznania radiolokacyjnego) obejmujący siły i środki wojsk radiotechnicznych (WRt) w systemie OP. Podstawowym zadaniem

powyższego podsystemu jest zdobywanie, opracowywanie i dostarczanie podsystemowi dowodzenia i środków walki informacji o sytuacji w obszarze obserwacji przestrzeni powietrznej (nad terytorium kraju i w pobliżu jego granic).



Rys. 6. Miejsce podsystemu radiolokacyjnego w systemie OP

Cele i funkcje rozpoznania radiolokacyjnego w obronie powietrznej wynikają głównie ze sposobu funkcjonowania obrony powietrznej RP.

Analiza celu, funkcji i zadań obrony powietrznej oraz roli rozpoznania radiolokacyjnego w tej obronie pozwala sprecyzować cel istnienia rozpoznania radiolokacyjnego w obronie powietrznej i jego podstawowe funkcje, które zapewniają osiągnięcie tego celu.

Celem działania rozpoznania radiolokacyjnego w obronie powietrznej jest informowanie (dostarczanie) decydom obrony powietrznej informacji o działaniach obiektów powietrznych przeciwnika (ŚNP) i własnych. Dostarczana informacja jest niezbędna dla decydentów do racjonalnego

kierowania siłami obrony powietrznej w walce ze ŚNP przeciwnika, w interesie obrony powietrznej nakazanych obiektów.

Rozpoznanie radiolokacyjne w obronie powietrznej jest zbiorem kategorii zabezpieczenia o takich cechach i o takim stanie przygotowania, które warunkują zaistnienie między nimi celowych i trwałych więzi składających się na złożoną funkcję - informowania o sytuacji powietrznej decydentów obrony powietrznej. Funkcja informowania jest wypadkową funkcji: dowodzenia, zdobywania informacji radiolokacyjnej, opracowania jej i dystrybucji oraz wsparcia logistycznego.

Funkcja dowodzenia siłami rozpoznania radiolokacyjnego w obronie powietrznej ma na celu utrzymywać siły rozpoznania w ciągłej gotowości i zdolności bojowej do prowadzenia rozpoznania radiolokacyjnego obiektów powietrznych, a w sytuacji podjęcia rozpoznania - racjonalnie kierować siłami rozpoznania radiolokacyjnego.

Wypełnienie funkcji dowodzenia siłami rozpoznania radiolokacyjnego w obronie powietrznej jest sekwencją następujących czynności:: ciągle analizowanie danych o sytuacji bojowej, a szczególnie o przeciwniku powietrznym i na tej podstawie prognozowanie charakteru działań środków napadu powietrznego przeciwnika; organizowanie rozpoznania radiolokacyjnego obiektów powietrznych przeciwnika i własnych; realizacja rozpoznania radiolokacyjnego w obronie powietrznej zgodnie z podjętą decyzją; kontrolowanie zgodności zamierzeń wskazanych w planach z prowadzonymi.

Funkcję dowodzenia, siłami rozpoznania radiolokacyjnego w obronie powietrznej, realizują dowódcy wszystkich szczebli dowodzenia wojsk radiotechnicznych i ich sztaby.

Funkcja zdobywania informacji o obiektach powietrznych, w ujęciu czynnościowym, to wyodrębniony zbiór czynności realizowanych przez siły rozpoznania radiolokacyjnego w celu: wykrywania obiektów powietrznego, sił powietrznych państw ościennych, rozmieszczonych w powietrzu i kosmosie;

wykrywania własnych obiektów powietrznych; ciągłego śledzenia wykrytych obiektów powietrznych (określanie miejsca położenia i działalności); określania charakterystyk wykrytych obiektów przeciwnika powietrznego (przynależności państwowej, typu, ugrupowania i działalności); meldowania zdobytych informacji do stanowisk dowodzenia sił rozpoznania radiolokacyjnego.

Funkcja zdobywania informacji jest realizowana przez wszystkie źródła rozpoznania radiolokacyjnego i wzrokowego, które posiadają zdolności rozpoznawania obiektów powietrznych przeciwnika i własnych. Źródła rozpoznania są to ludzie i urządzenia bezpośrednio obserwujące obiekty powietrzne będące przedmiotem zainteresowania sił rozpoznania radiolokacyjnego w obronie powietrznej.

Funkcje opracowania i dystrybucji informacji, w ujęciu czynnościowym, to złożony i wyodrębniony zbiór czynności realizowanych przez siły rozpoznania radiolokacyjnego w celu: wyboru najlepszego źródła śledzenia wykrytych obiektów powietrznych przeciwnika i własnych (ze względu na: czas i przestrzeń śledzenia; dokładność i wiarygodność uzyskiwanej informacji; odporność na przeciwdziałanie przeciwnika); określenia pełnej charakterystyki śledzonych obiektów powietrznych przeciwnika (ŚNP) (przynależności państwowej, działalności szkoleniowej i bojowej, przeznaczenia operacyjnego lub taktycznego-zamiaru działania); podziału śledzonych obiektów powietrznych na samoloty (obiekty) własne i cele powietrzne; zabezpieczenia działalności szkoleniowej sił powietrznych państwa; przekazania informacji o celach powietrznych i własnych obiektach powietrznych do decydentów obrony powietrznej, w ustalonej formie i o wymaganych parametrach w zakresie: terminowości, dokładności, wiarygodności, ciągłości i ilości.

Funkcje opracowania i dystrybucji informacji są realizowane przez stanowiska dowodzenia wszystkich szczebli sił rozpoznania radiolokacyjnego w obronie powietrznej. Stanowiska dowodzenia są to ludzie i urządzenia kierujące

działalnością źródeł rozpoznania i bezpośrednio uczestniczące w opracowaniu i dystrybucji informacji.

Siły rozpoznania radiolokacyjnego w obronie powietrznej mogą realizować zbiór, opracowanie i dystrybucje informacji z wykorzystaniem różnego rodzaju urządzeń technicznych (prostych - planszety, półautomatycznych i automatycznych).

Funkcja wsparcia logistycznego - to wyodrębniony zbiór czynności realizowanych w celu zabezpieczenia technicznego i materiałowego sił rozpoznania radiolokacyjnego w obronie powietrznej.

3. 2. Wymagania stawiane rozpoznaniu radiolokacyjnemu w obronie powietrznej RP

Jak wiadomo efektywność działań bojowych wojsk w systemie obrony powietrznej w dużej mierze zależy od skuteczności dowodzenia. Ta zaś zależy między innymi od poprawności decyzji, zorganizowanego systemu dowodzenia i stopnia jego automatyzacji. Dąży się, żeby decyzja była podjęta we właściwym czasie, zgodnie z przewidywanym rozwojem sytuacji i wszechstronnie uzasadniona. Osiągnięcie tego jest związane z wykonaniem wielu zadań składających się na treść dowodzenia. Jednym z nich jest nieprzerwane zdobywanie, opracowywanie, zobrazowywanie i analizowanie danych o sytuacji powietrznej. Zadanie to należy niewątpliwie do bardzo trudnych. Polega ono na ciągłym, we właściwym czasie i wymaganym zakresie, zabezpieczeniu stanowiska dowodzenia w wiarygodną informację o położeniu i stanie przeciwnika, wojsk własnych, a także o warunkach prowadzenia działań bojowych (operacji). Od realizacji tego zależy: Trafność wniosków z oceny sytuacji, aktualność i zasadność podjętych decyzji, jakość planowania działań bojowych (operacji) oraz efektywność użycia sił i środków. Do wykonania każdego zadania dowodzenia jest potrzebna określona ilość i zakres informacji o wymaganej wartości.

W związku z powyższym organizowany jest obieg informacji o sytuacji powietrznej (gdzie podstawą jest informacja radiolokacyjna), który ma zapewnić jak największą sprawność w zdobywaniu informacji o sytuacji powietrznej (z dostępnych źródeł) oraz umożliwić efektywne dowodzenie i kierowanie środkami walki poprzez osiągnięcie wymaganej jej wartości. Należy podkreślić, że w ramach obiegu realizowane są dwa zasadnicze procesy a mianowicie - rozpoznanie radiolokacyjne oraz wypracowywanie informacji wspomagającej w podejmowaniu decyzji i umożliwiającej kierowanie środkami walki.

Rozpoznanie radiolokacyjne umożliwia, poprzez zbieranie, opracowywanie i analizę informacji, ujawnianie środków napadu powietrznego oraz zamiaru i taktyki działań przeciwnika.

Proces opracowania informacji dla wspomagania dowodzenia i kierowania środkami walki realizowany jest w oparciu o dane z rozpoznania radiolokacyjnego oraz dane o możliwościach bojowych środków walki i dotyczące taktyki działań bojowych przeciwnika oraz wojsk własnych zawarte w bazie komputerów i otrzymanych z innych źródeł - a także dane dotyczące stanu gotowości bojowej i dyslokacji środków walki własnych.

W aspekcie zakładanych rozwiązań dotyczących taktyki i możliwości bojowych współczesnych i perspektywicznych ŚNP, celów i funkcji obrony powietrznej RP, podsystem rozpoznania radiolokacyjnego w obronie powietrznej powinien:

- rozpoznawać obiekty powietrzne potencjalnych przeciwników RP na wszystkich prawdopodobnych kierunkach zagrożenia;
- wykrywać obiekty powietrzne o najmniejszej skutecznej powierzchni odbicia, w warunkach stosowania przez przeciwnika zakłóceń radioelektronicznych, w całym przedziale wysokości ich lotu, na odległościach zapewniających pełne wykorzystanie potencjalnych możliwości sił OP;
- udostępniać lub przekazywać pełne i wiarygodne informacje o ŚNP przeciwnika i własnych obiektach powietrznych decydującym OP, w dowolne

miejsce na terytorium RP, z dokładnością i dyskretnością odpowiadającymi wymaganiom poszczególnych szczebli dowodzenia obroną;

- być mobilnym, niezawodnym i odpornym na oddziaływania przeciwnika.

Z powyższego wynika, że podsystem radiolokacyjny jest informacyjny. Dlatego jego efektywność wiąże się z wartością wydawanej przez niego informacji.

3. 2. 1. Wymagania informacyjne stawiane systemowi rozpoznania radiolokacyjnego

Sprawność dowodzenia zależy między innymi od trafnej decyzji, zorganizowanego systemu dowodzenia, stopnia jego automatyzacji i czasu reakcji. Decyzje dowódcy w systemie obrony powietrznej, dotyczące prowadzenia działań bojowych, stanowią podstawę do planowania i realizacji wszystkich przedsięwzięć mających na celu wykonanie zadania. Działania bojowych (operacji) oraz efektywność użycia sił i środków. Do wykonania każdego zadania dowodzenia jest potrzebna określona ilość i zakres informacji o wymaganej wartości. Zwiększenie czy zmniejszenie liczby danych nie prowadzi do jednoczesnej zmiany skuteczności podjętej decyzji i zużytego na to czasu.

Zależność między efektywnością dowodzenia (E), a także zużytym na podejmowanie decyzji czasem (T) i ilością wykorzystywanej informacji (I) można opisać wzorami (3.1 i 3.2):

$$E = E_{\max} \left[1 - B_0 e^{-\frac{J_0}{J_n}} \right], \quad (3.1)$$

gdzie:

E_{\max} - efektywność "idealna" dowodzenia;

B_0 - początkowa entropia (po wprowadzeniu informacji);

J_n - zadana liczba celów powietrznych w nalocie (zadana liczba celów do zniszczenia);

J_0 - ilość informacji możliwa do uzyskania (liczba celów, o których przekazywana jest informacja o wymaganej jakości).

Ze wzrostem ilości otrzymywanej informacji rośnie efektywność dowodzenia. Jednak przy posiadaniu wystarczającej informacji dalsze jej zwiększanie może powodować spadek efektywności.

Dla wykonania zadania w dowolnej sytuacji istnieje najlepsze rozwiązanie (wariant- E), które można otrzymać dysponując wyczerpującą informacją o sytuacji powietrznej. W praktyce jednak zawsze jest niedostatek informacji o przeciwniku powietrznym.

Dlatego można przyjąć również rozwiązania różniące się nawet ilością informacji: od najlepszego w zakresie do E (graniczna wartość, możliwa do przyjęcia). Istotne jest znalezienie przedziału informacji, w którym znajdują się rozwiązania możliwe do przyjęcia, mimo że różni się on od najlepszego.

Określenie zakresu informacji umożliwiającej podjęcie decyzji w danych warunkach wymaga poznania zależności czasu zużytego na jej uzyskanie oraz ilości wykorzystywanej informacji. Okazuje się, że ze wzrostem ilości informacji czas powyższy zmienia się różnie i można to opisać wzorem:

$$T = T_{\text{dvs}} B_0 e^{\frac{J_0}{J_n}} + t_b e^{-\left(1 - \frac{J_{zb}}{J_m}\right)}, \quad (3.2)$$

gdzie:

J_{zb} - ilość informacji zbieranej do opracowania- z odpowiednich źródeł;

J_m - możliwa liczba śledzonych tras celów przy określonej

dyskretności;

T_{DYS} - dysponowany czas dowodzenia (równy czasowi dolotu);

t_D - dyskretność wydawanej informacji (przyjęto $t_D = 10$ s).

Gdy jest za mało informacji, potrzeba więcej czasu na podjęcie (wypracowanie) decyzji. W miarę zwiększania ilości informacji efektywność znacznie rośnie, a czas reakcji się zmniejsza. Dalsze zwiększanie się ilości informacji powoduje jego wzrost. Związane jest to z nadmiarem informacji powodującym utrudnienie zbierania, opracowywania i analizy.

Czas podjęcia decyzji można uważać za wystarczający, gdy zakres informacji mieści się w przedziale, zapewniającym przyjęte rozwiązanie w dopuszczalnym okresie. Jednak konieczny tylko będzie ten zakres informacji, który znajduje się w przedziale gwarantującym podjęcie skutecznej decyzji w niezbędnym czasie.

W odniesieniu do odpowiedniego systemu dowodzenia (organa dowodzenia), znając powyższe zależności, można drogą eksperymentów i obliczeń ustanawiać zakres informacji, konieczny do efektywnego rozwiązania każdego zadania dowodzenia w wymaganym czasie. Ponadto zależności powyższe mogą być wykorzystane do: organizacji i budowy systemów informacyjnych; uzasadnienia struktury informacyjnej w zautomatyzowanych systemach dowodzenia wojskami i innych zadań informacyjnego zabezpieczenia procesu dowodzenia; przy planowaniu przedsięwzięć w zakresie zwiększenia żywotności, niezawodności i odporności na zakłócenia pracy środków zbierania, opracowywania, przekazywania i zobrazowania informacji.

Niedociągnięcia w pracy tych środków prowadzą do utraty bądź opóźnienia części informacji, a w następstwie - do obniżenia efektywności dowodzenia.

3. 2 .2. Wymagania w zakresie jakości i ilości informacji radiolokacyjnej

Efektywność użycia wojsk raketowych (WR) i lotnictwa myśliwskiego (LM) w systemie obrony powietrznej w działaniach zależy od wielu czynników. Jedne z nich bezpośrednio wpływają na rezultaty działań bojowych uwarunkowane ilościowym posiadaniem sił i środków oraz ich możliwościami. Drugie dotyczą przygotowania do działań i dowodzenia wojskami - mają one wpływ na stopień wyzyskania ich możliwości bojowych. W drugiej grupie czynników ważne miejsce zajmuje zabezpieczenie ciągłego i operatywnego dowodzenia wojskami obrony powietrznej podczas wykonywania zadań w warunkach działań bojowych. Między innymi dotyczy to: stawiania w jak najkrótszym czasie sił i środków wojsk raketowych i lotnictwa myśliwskiego w odpowiedni stopień gotowości bojowej celem wykonania zadań bojowych; wskazywania i przydzielania celów powietrznych dywizjonom raketowym oraz naprowadzania samolotów myśliwskich na cele powietrzne. Powyższe zadanie realizowane jest na podstawie informacji o sytuacji powietrznej z podsystemu radiolokacyjnego. W związku z tym jakość dowodzenia i oczekiwane rezultaty działań bojowych zależą od stopnia zaspokojenia wymagań dotyczących ilości i wartości informacji, co z kolei zależy między innymi od przyjętego wariantu ugrupowania bojowego wojsk radiotechnicznych.

W ogólnym ujęciu, na efektywność systemu informacyjnego, oprócz ilości, istotny wpływ ma wartość informacji wykorzystywanej w systemie.

W odniesieniu do systemu obrony powietrznej podstawowym zadaniem bojowym środków walki jest obezwładnianie celów powietrznych działających w ich strefach rażenia. Przy czym przez obezwładnianie należy rozumieć takie uszkodzenie, przy którym cel nie jest w stanie wykonać swojego zadania bojowego.

Każde oddziaływanie systemu wykonawczego na cel powietrzny powinno być poprzedzone działaniami systemu rozpoznania w zakresie wydania informacji o sytuacji powietrznej, o jakości zapewniającej skuteczne wykonanie wszystkich zadań siłami w systemie obrony powietrznej. Dla zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych środków walki konieczne jest spełnienie podstawowego wymagania: wydanie takiej informacji o obiektach powietrznych, której ilość i wartość zapewni pełną realizację ich możliwości w zakresie maksymalnej liczby ostrzelanych celów (przez LM i WR w systemie OP) za okres nalotu. Wówczas efektywność użycia bojowego wojsk radiotechnicznych, analogicznie jak efektywność wojsk raketowych i lotnictwa myśliwskiego można oceniać według stopnia zgodności realnych możliwości wojsk radiotechnicznych w zakresie wydania informacji o obiektach powietrznych z wymaganą jakością i ilością informacji o obiektach, które mogą być zniszczona przez system wykonawczy.

Kryterium oceny efektywności użycia bojowego wojsk radiotechnicznych (K_{WRt}) można przedstawić na podstawie wyrażenia:

$$K_{WRt} = \begin{cases} \frac{M_{WRt}}{N_Z}, & \text{przy } M_{WRt} < N_Z \\ 1, & \text{przy } M_{WRt} \geq N_Z \end{cases}, \quad (3.3)$$

$$\text{gdzie: } M_{WRt} = \sum_{j=1}^{i_Z} P_{WRtj}, \quad (3.4)$$

P_{WRt} - prawdopodobieństwo wydania informacji o każdym j-tym celu z wymaganą jakością;

M_{WRt} - ilościowe możliwości wydania informacji o wymaganej jakości;

N_Z - zadana liczba celów do ostrzelania przez przeciwlotnicze zestawy raketowe lub samoloty myśliwskie.

Kryterium K_{WRt} jest zgodne w formie i w treści z kryterium efektywności systemu OP (E_{OP}). W wyniku tego można ocenić wpływ efektywności różnych wariantów użycia bojowego WRt na efektywność działań bojowych środków walki:

$$E_{OP}^{WRt} = K_{WRt} \cdot E_{OP}, \quad (3.5)$$

gdzie:

E_{OP}^{WRt} - efektywność działań bojowych WR, LM i pododdziałów zakłóceń w systemie obrony powietrznej z uwzględnieniem przyjętego wariantu użycia bojowego WRt.

Kryterium K_{WRt} (w tym wypadku jako współczynnik) charakteryzuje stopień realizacji oczekiwanych wyników działań bojowych. Jakość informacji o sytuacji powietrznej w systemie OP można określić na podstawie wskaźników prawdopodobieństwa, do których między innymi można zaliczyć:

- terminowość wykrywania celów i przekazywania informacji o nich - oznacza wykrywanie obiektów odpowiednio przed potrzebną rubieżą informacji radiolokacyjnej - może być oceniana wskaźnikiem prawdopodobieństwa terminowego wykrywania każdego celu;
- ciągłość śledzenia celu, rozumiana jako ciągłe obserwowanie radiolokacyjne każdego wykrytego obiektu w czasie wymaganym dla wykonania zadań naprowadzania - oceniana na podstawie wskaźnika prawdopodobieństwa ciągłego śledzenia każdego celu;
- dokładność informacji, będącą wielkością błędu określania współrzędnych położenia każdego wykrytego i śledzonego obiektu powietrznego - oceniana na podstawie wskaźnika prawdopodobieństwa określania współrzędnych położenia celu z zadaną dokładnością;

- pełność informacji - obejmuje wydanie danych z ustaloną dyskretnością i oceniana jest na podstawie wskaźnika prawdopodobieństwa "obsługiwania" każdego celu.

Wymienione wskaźniki prawdopodobieństwa określające jakość informacji, a także współczynniki K_{WRt} i M_{WRt} w każdym wariancie użycia bojowego wojsk radiotechnicznych zależą od następujących czynników: charakteru działań przeciwnika powietrznego; możliwości bojowych różnych typów przeciwlotniczych zestawów raketowych i samolotów myśliwskich; poziomu przygotowania zmian bojowych stanowisk dowodzenia związków, oddziałów wojsk raketowych i lotnictwa myśliwskiego; ugrupowania bojowego wojsk radiotechnicznych i parametrów strefy informacji radiolokacyjnej; odporności na zakłócenia środków rozpoznania radiolokacyjnego; żywotności ugrupowań bojowych wojsk radiotechnicznych w warunkach ogniowego oddziaływania przeciwnika.

Skuteczność (skuteczność) dowodzenia wojskami w systemie obrony powietrznej w znacznej mierze zależy między innymi od wartości i ilości informacji, dostarczonej przez podsystem radiolokacyjny. Z uwagi na to są więc ściśle określone wymagania dotyczące jakości informacji radiolokacyjnej (o sytuacji powietrznej). Informacja ta powinna być przedstawiona tak, aby umożliwić uzyskanie niezbędnych danych do podejmowania decyzji przez dowódców w zakresie oceny sytuacji powietrznej i zwalczania środków napadu powietrznego przeciwnika, zabezpieczenia naprowadzeń lotnictwa myśliwskiego lub wskazywania celów dywizjom raketowym.

Z powyższego wynika, że aby zapewnić wykorzystanie wojsk w największym zakresie możliwości czasowo-przestrzennych środków walki, wymagane są odpowiednie wartości wskaźników możliwości bojowych systemu radiolokacyjnego, przede wszystkim w zakresie odległości wykrycia celu powietrznego, dokładności wskazania miejsca znajdowania się celu w przestrzeni (dokładności naprowadzania na cel), a także dyskretności i

opóźnienia przekazywania informacji. Można stwierdzić, że informacja o sytuacji powietrznej ma umożliwić: po pierwsze - doprowadzenie wojsk w systemie obrony powietrznej do pełnej gotowości bojowej w celu prowadzenia oczekiwanych działań bojowych; ujawnienie zamiaru taktycznego nalotu przeciwnika powietrznego; określenie kierunku głównego wysiłku i utworzenie niezbędnego stosunku sił na kierunkach, rubieżach i względem celów powietrznych przez racjonalny podział zadań dla poszczególnych jednostek wojsk raketowych, lotnictwa myśliwskiego i pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych - wybranie jednego spośród wariantów działań lub częściowe udokładnienie wcześniej powziętych decyzji, po drugie - rozdział celów dla poszczególnych zestawów raketowych oraz wskazanie celów stacjom naprowadzania rakiet i naprowadzanie samolotów przechwytyjących cele. Zatem mamy do czynienia w pierwszym wypadku z informacją uogólnioną (wtórną), obejmującą obszar przestrzeni na podejściach do granic rejonu i w rejonie działań (strefy odpowiedzialności) - charakteryzującą się dużą wiarygodnością i pełnością, w drugim zaś - z informacją dokładną (pierwotną), uwzględniającą zasięg działania środków walki - charakteryzującą się, oprócz dużej wiarygodności i pełności, dużą dokładnością (szczegółowością). W rezultacie wymagania w zakresie jakości zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych LM i WR w systemie obrony powietrznej sprowadzają się do określenia wymiarów przestrzennych strefy (stref) informacji radiolokacyjnej, jak również określania wymaganej jakości wydawanej informacji.

Jeżeli mówi się o wartości informacji (oznaczającej jakość i użyteczność informacji) w procesie dowodzenia, to ma się na myśli tę informację, którą wykorzystuje dowódca w procesie podejmowania decyzji i w kierowaniu środkami walki - czyli jest to postać końcowa informacji (po opracowaniu).

Na wartość tej informacji przede wszystkim mają wpływ takie ogniwa obiegu informacji, jak: stacje radiolokacyjne - zdobywanie informacji; podsystemy zautomatyzowanego zbierania, opracowania informacji i wspomaganie dowódcy w

podejmowaniu decyzji (tzw. system zautomatyzowanego dowodzenia) oraz podsystemy kierowania środkami walki, a także środki łączności.

I tak, w odniesieniu do: stacji radiolokacyjnych - najważniejszym problemem jest wykrywanie i śledzenie obiektów nisko lecących i w stratosferze (przede wszystkim dotyczy zasięgu wykrywania i ciągłości śledzenia obiektów o małej powierzchni skutecznej odbicia) ; podsystemów zautomatyzowanego dowodzenia - problemy jakości (w tym - czasu opóźnienia i dokładności informacji), zakresu i ilości wydawanej informacji oraz problem możliwości integracyjnych podsystemów (zestawów); środków łączności (ściśle związane z podsystemami zautomatyzowanego dowodzenia) - problem wiarygodności przekazywania danych oraz możliwości urządzeń transmisji danych - szybkości i jakości transmisji danych oraz problem w zakresie możliwości integracyjnych sprzęganych podsystemów automatyzacji; podsystemów kierowania środkami walki - problem dokładności informacji i precyzyjnego zautomatyzowanego (automatycznego) nakierowywania środków walki na cele powietrzne.

Należy podkreślić, że czynnikiem determinującym właściwe działanie systemu obrony powietrznej jest czas oraz dokładność sterowania środkami walki na obiekty powietrzne przeciwnika. Potrzebne jest ciągle doskonalenie systemu radiolokacyjnego - jakości i liczby wydawanych przez niego informacji.

Należy zdawać sobie sprawę z tego, że chcąc określić w miarę trafnie przydatność informacji w procesie dowodzenia, a następnie dość dokładnie kierunki i sposoby (doskonalenia) zwiększenia jej wartości, konieczna staje się odpowiedź na dwa istotne pytania: pierwsze - jaka ma być ta docelowa jakość informacji, żeby były spełnione w pełnym zakresie wymagania stawiane przez podsystem dowodzenia ? drugie - na ile te wymagania będą spełnione przez informację otrzymaną z aktualnego podsystemu radiolokacyjnego ?.

Nie potrzeba dokonywać głębokiej analizy, aby stwierdzić, że drugie pytanie jest trudne i złożone . Zawiera ono jeden z najważniejszych problemów w wojskach obrony powietrznej - problem informacji o jak największej jakości dla

potrzeb dowodzenia. Na pytanie to autorzy postarają się odpowiedzieć w drugiej części opracowania.

Ponadto konieczne jest sprecyzowanie kierunku doskonalenia jakości informacji. To wymaga określenia zakresu niedomagań jakościowych informacji. Trzeba postawić sobie pytanie, jakie są te niedomagania i co trzeba z nimi zrobić, żeby je zminimalizować?

Przedstawiona, w części pierwszej opracowania, analiza wymagań dotyczących informacji z rozpoznania radiolokacyjnego dla potrzeb dowodzenia wojskami w systemie OP, stanowić ma podstawę odpowiedzi na ostatnie pytanie.

Wymagania dotyczące *ilości wydawanej informacji o celach powietrznych* (liczby jednocześnie śledzonych celów (tras) powietrznych), o wymaganej jakości, można określić w oparciu o dane przedstawione w tabelach (rys. 7 i 8). Zostały tam przedstawione wyniki obliczeń zależności efektywności dowodzenia od liczby śledzonych celów przez podsystemy taktycznego i operacyjno-taktycznego szczebla dowodzenia w oparciu o wzór (3.1). Przy obliczaniu wzięto pod uwagę, że maksymalna liczba celów powietrznych, o których została wydana informacja radiolokacyjna o wymaganej jakości i z dyskretnością $t_D = 10s$ (dyskretność określona jest możliwościami w tym zakresie zestawów automatyzacji). Ponadto przyjęto: $I_n = 20, 40, i 60$ celów - dla szczebla taktycznego oraz $I_o = 120, 160 i 200$ celów - dla szczebla operacyjno - taktycznego; $B_o = 0,8$.

Przedstawione na rys. 11 wyniki obliczeń (na podstawie wzoru 3.5) obrazują zależności efektywności systemu OP, czyli działań bojowych WR, LM i Wre w systemie OP, od możliwości ilościowego wydawania informacji radiolokacyjnej.

Wyniki obliczeń zależności czasu dowodzenia od ilości opracowywanej i wydanej informacji znajdują się na rys. 9 i 10.

Wpływ ilości zbieranej informacji i możliwości w tym zakresie szczebla dowodzenia operacyjno-taktycznego i taktycznego na wielkość dyskretności wydawanej informacji- przedstawiony jest na rys. 12 i 13, w postaci wyników obliczeń.

Wyniki obliczeń obrazujące wpływ na wielkość ogólnego błędu informacji radiolokacyjnej czasu: opóźnienia, dyskretności przekazywania i ekstrapolacji przedstawione są na rys. 14, 15 i 16.

Liczba celów opracowanych - J_0	$J_n = 20$ celów				$J_n = 40$ celów				$J_n = 60$ celów				
	1	18	32	64	120	18	32	64	120	18	32	64	120
$\frac{E_{DOW}}{E_{max}}$	0,24	0,67	0,84	0,97	0,99	0,49	0,64	0,84	0,96	0,41	0,53	0,72	0,92

Rys. 7. Wyniki obliczeń zależności E_{DOW} od ilości informacji (liczby śledzonych celów, - taktyczny szczebel dowodzenia)

J_0	$J_n = 120$ celów								$J_n = 160$ celów								$J_n = 200$ celów							
	2	60	80	120	160	200	300	400	60	80	120	160	200	300	400	60	80	120	160	200	300	400		
$\frac{E_{DOW}}{E_{max}}$	0,21	0,51	0,59	0,71	0,79	0,85	0,93	0,45	0,51	0,62	0,71	0,76	0,88	0,93	0,41	0,46	0,56	0,64	0,71	0,82	0,89			

Rys. 8. Wyniki obliczeń zależności E_{DOW} od ilości informacji (liczby śledzonych celów, - operacyjno-taktyczny szczebel dowodzenia)

Liczba celów opracowanych - J_o	$J_n = 20$ celów, $t_D = 10s$			$J_n = 40$ celów, $t_D = 10s$			$J_n = 60$ celów, $t_D = 10s$						
	18	32	64	120	18	32	64	120	18	32	64	120	
$\frac{T_{DOW}}{T_{DYS}}$	0,76	0,33	0,16	0,03	0	0,51	0,36	0,16	0,04	0,59	0,47	0,28	0

Rys. 9. Wyniki obliczeń zależności czasu dowodzenia (T_{DOW}) od ilości informacji (J_o) w oparciu o wzór (3. 2).

J_o	$J_n = 120$ celów, $t_D = 10s$						$J_n = 160$ celów, $t_D = 10s$						$J_n = 200$ celów, $t_D = 10s$								
	60	80	120	160	200	300	60	80	120	160	200	300	400	60	80	120	160	200	300	400	
$\frac{T_{DOW}}{T_{DYS}}$	0,79	0,49	0,41	0,29	0,21	0,15	0,06	0,54	0,48	0,38	0,29	0,23	0,12	0,07	0,59	0,54	0,43	0,36	0,29	0,18	0,11

Rys. 10. Wyniki obliczeń zależności czasu dowodzenia (T_{DOW}) od ilości informacji (J_o) - szczebel operacyjno-taktyczny

J_o	$J_n = 120$ celów, $t_D = 10s,$						$J_n = 160$ celów, $t_D = 10s$						$J_n = 200$ celów, $t_D = 10s$								
	60	80	120	160	200	300	60	80	120	160	200	300	400	60	80	120	160	200	300	400	
$K_{WRT} \cdot E_{OP}$	0,5	0,67	1	1	1	1	0,38	0,5	0,75	1	1	1	1	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1	1	1

Rys. 11. Wyniki obliczeń efektywności systemu OP (działań bojowych WR, LM i WRe w zależności od kryterium efektywności W_{rt})

Liczba celów możliwa do opracowania - J_m	$J_{zb} = 20$ celów				$J_{zb} = 40$ celów				$J_{zb} = 60$ celów				
	1	18	32	64	120	18	32	64	120	18	32	64	120
t_D /s/	-	11	7	5	4	33	13	7	5	100	24	9	6

Rys. 12. Wyniki obliczeń zależności dyskretności wydawanej informacji (t_D) od ilości zbieranej informacji (J_{zb}) i możliwości taktycznego szczebla dowodzenia w zakresie liczby jednocześnie sledzonych celów (tras - J_m)

J_m	$J_{zb} = 120$ celów								$J_{zb} = 160$ celów								$J_{zb} = 200$ celów							
	2	60	80	120	160	200	300	60	80	120	160	200	300	400	60	80	120	160	200	300	400			
t_D /s/	-	27	16	10	8	7	5	49	38	14	10	8	6	5	100	45	19	13	10	7	6			

Rys. 13. Wyniki obliczeń zależności dyskretności wydawanej informacji (t_D) od ilości zbieranej informacji (J_{zb}) i możliwości operacyjno- taktycznego szczebla dowodzenia w zakresie liczby jednocześnie sledzonych celów (tras - J_m)

t_{op} /s/	$V_c = 800 \text{ km/h (220 m/s)}$ $\delta_e = 1,6 \text{ km}; \delta t_D = 2,2 \text{ km}$ ($t_D = 10\text{s}$)						$V_c = 1400 \text{ km/h (390 m/s)}$ $\delta_e = 1,6 \text{ km}; \delta t_D = 3,9 \text{ km}$ ($t_D = 10\text{s}$)					
	5	10	20	30	40	50	5	10	20	30	40	50
$\delta_{og.xy}/t_{op}/, /km/$	3	4	5	7	9	11	5	6	9	12	16	20

Rys. 14. Wyniki obliczeń zależności ogólnego błędu informacji radiolokacyjnej od czasu jej opóźnienia - na podstawie wzoru (3. 6)

t_D /s/	$V_c = 800 \text{ km/h (220 m/s)}$ $\delta_e = 1,6 \text{ km}; \delta t_{op} = 4,4 \text{ km}$ ($t_{op} = 20\text{s}$)						$V_c = 1400 \text{ km/h (390 m/s)}$ $\delta_e = 1,6 \text{ km}; \delta t_{op} = 7,8 \text{ km}$ ($t_{op} = 20\text{s}$)					
	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30
$\delta_{og.xy}/t_D/, /km/$	4,8	5,2	5,7	6,4	7	8	8	9	10	11	13	14

Rys. 15. Wyniki obliczeń zależności ogólnego błędu informacji radiolokacyjnej od dyskretności jej przekazywania - na podstawie wzoru (3. 6)

δ_e /km/	$V_c = 800 \text{ km/h (220 m/s)}$ $\delta t_{op} = 4,4 \text{ km}; (t_{op} = 20 \text{ s})$ $\delta t_D = 2,2 \text{ km}; (t_D = 10\text{s})$						$V_c = 1400 \text{ km/h (390 m/s)}$ $\delta t_{op} = 7,8 \text{ km}; (t_{op} = 20 \text{ s})$ $\delta t_D = 3,9 \text{ km}; (t_D = 10\text{s})$					
	1	1,4	1,6	2	2,5	3,5	1	1,4	1,6	2	2,5	3,5
$\delta_{og.xy}/\delta_e/, /km/$	5	5,1	5,2	5,3	5,5	6	8,7	8,8	8,9	9	9,1	9,4

Rys. 16. Wyniki obliczeń zależności ogólnego błędu informacji radiolokacyjnej od czasu ekstrapolacji - na podstawie wzoru (3. 6)

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań (przy ustalonych danych wyjściowych) można wnioskować, że w celu zapewnienia efektywności dowodzenia w przedziale (0,8 - 0,9) E_{max} należałoby osiągnąć możliwości

szczebla dowodzenia w zakresie liczby jednocześnie śledzonych celów (tras) powietrznych, o których może być wydawana informacja z wymaganą jakością (o dyskretności - 10 s): na szczeblu taktycznym - minimalnie - 64, a najbardziej korzystnie - ok. 120 celów; na szczeblu operacyjno-taktycznym minimalnie - 200, a najbardziej korzystnie - ok. 300 celów. Pozwoliłoby to zmniejszyć (jak wskazują wyniki przeprowadzonych obliczeń) opóźnienie informacji radiolokacyjnej na szczeblu taktycznym - prawie trzykrotnie i prawie dwukrotnie - na szczeblu operacyjno-taktycznym, natomiast ogólny błąd informacji radiolokacyjnej (dokładność), spowodowany czasem ekstrapolacji, czasem opóźnienia i dyskretnością przekazywania - prawie dwukrotnie na powyższych szczeblach dowodzenia. Można przypuszczać, że w wyniku zwiększenia możliwości wydawania ilości informacji radiolokacyjnej, nastąpiłby znaczny wzrost efektywności działań bojowych wojsk raketowych i lotnictwa myśliwskiego i walki radioelektronicznej. Potwierdzają to wyniki obliczeń efektywności systemu OP w zależności od kryterium efektywności WR_t ($K_{WR_t} = I_0/I_n$) - rys. 11. Zbyt małe możliwości ilościowe wydawania informacji zautomatyzowanych podsystemów dowodzenia, może spowodować znaczne zmniejszenie efektywności systemu OP (działań bojowych WR, LM i WRe). Otóż dla założonej liczby celów (I_n - 80, 120, 160 i 200), przy możliwościach ilościowych systemu odpowiednio od 60 do 400 obiektów powietrznych z dyskretnością $t_D = 10s$, efektywność systemu OP może się zmieniać od $0,2E_{OP}$ do $1E_{OP}$. Z tego wynika, że najbardziej korzystnym podsystemem radiolokacyjnym jest podsystem, który, niezależnie od szczebla dowodzenia, posiada możliwości w zakresie ilości wydawania informacji o wymaganej wartości - nie mniejsze od liczby obiektów powietrznych do opracowania. Natomiast, gdy będzie miał możliwości te mniejsze, to będzie powodował zmniejszenie efektywności systemu OP - w tym wypadku - nawet do $0,2 E_{OP}$.

Ograniczenia ilościowe w wydawaniu informacji mają znaczny wpływ wielkość czasu dowodzenia (rys. 9 i 10). W przypadku otrzymania dużej ilości informacji z

odpowiednich ich źródeł, spowodują zwiększenie się czasu dowodzenia. To spowodowane będzie zwiększonym czasem opracowania informacji i utrudnionej analizy sytuacji powietrznej. Z analizy wyników obliczeń wynika, że na realizację dowodzenia (wypracowania decyzji), najmniej czasu potrzebować będą stanowiska dowodzenia wyposażone w podsystemy automatyzacji o możliwościach w zakresie liczby jednocześnie śledzonych celów powietrznych (wydania informacji z wymaganą jakością) równej lub większej od liczby celów otrzymanych do opracowania. Czas ten (T_{DOW}) będzie wynosił -w przedziale - $(0,04 - 0,16) T_{DYS}$. Natomiast stanowiska dowodzenia o mniejszych możliwościach (mniejszych od liczby celów opracowywanych) będą musiały dysponować czasem na realizację dowodzenia - ok. $0,5 T_{DYS}$, czyli kilku - kilkunasto krotnie dłuższym, co jest nie do przyjęcia.

Wymagane jest, żeby podsystemy zautomatyzowanego dowodzenia posiadały *dokładność wydawanej informacji* (δ_{xy}) odpowiadającą dokładności określania współrzędnych przez stacje radiolokacyjne - niezależnie od szczebla dowodzenia.

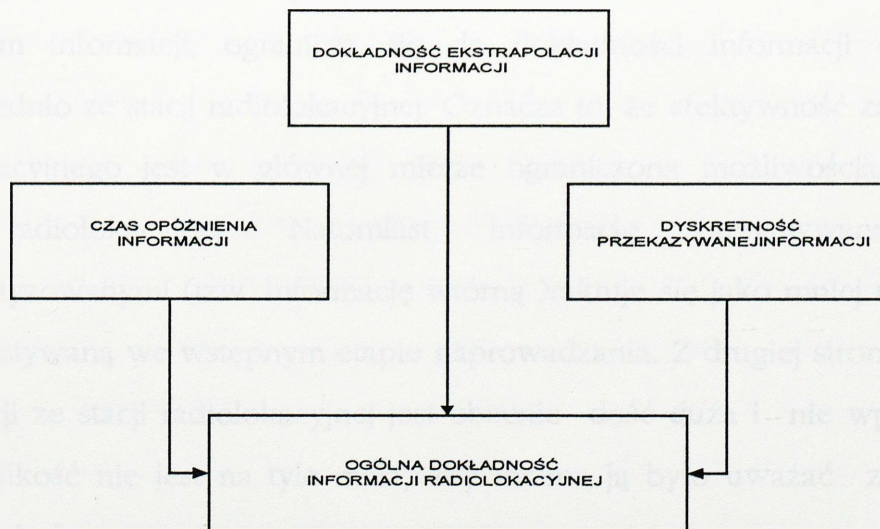
W praktyce *dokładność ekstrapolacji* przyjmuje wartości od 1,2 do 2,4 km przy czasie ekstrapolacji od 10 do 60 s. Z przeprowadzonych badań wynika, że są one zbyt duże i wymagana jest ich minimalizacja.

Dyskretność wydawania informacji, oprócz ilości zebranej informacji, w znacznej mierze zależy od możliwości podsystemu w zakresie ilości jednoczesnego śledzenia tras (celów).

Badania potwierdziły iż ilość wydawanej informacji, jest ograniczona jego możliwościami w tym zakresie w ramach obowiązującej dyskretności (10 s). Przekraczanie możliwości ilościowych danego zestawu powoduje obniżenie jakości wydawanej informacji i wzrost czasu dowodzenia poprzez między innymi zmianę jej dyskretności (cyklu opracowywania). Potwierdzają to wyniki obliczeń zależności dyskretności ilości zbieranej informacji i ilościowych możliwości jej opracowania przez podsystemy automatyzacji, otrzymane na podstawie drugiego składnika wzoru (3.2). Dyskretność zmienia się zależnie od ilości zebranej

informacji (J_{zb}) do opracowania. Gdy ilość jej jest porównywalna z możliwościami ilościowymi podsystemu (J_m), wielkość dyskretności odpowiada ustalonej (w tym przypadku - 10 s). Gdy ilość zbieranej informacji będzie się zwiększała ($J_{zb} > J_m$), dyskretność będzie się zwiększała i tak: przy $J_{zb} = 40$, dla zestawów o możliwościach - $J_m = 18; 32; 64$; dyskretność odpowiednio będzie wynosiła - 33, 13 i 7 s, oraz przy $J_{zb} = 160$, dla zestawów o możliwościach - $J_m = 80; 120; 160; 300$, dyskretność będzie wynosiła - 49, 38, 10 i 6. To potwierdza poprzednio postawiony wniosek, że na poszczególnych szczeblach dowodzenia wymagane jest rozwinięcie zestawów automatyzacji o możliwościach ilościowych opracowania informacji znacznie przewyższających spodziewaną liczbę środków napadu powietrznego przeciwnika i własnych znajdujących się w danej strefie (sektorze) odpowiedzialności - przede wszystkim w celu niepogarszania ustalonej dyskretności informacji, a przez to nie zwiększania czasu na podjęcie decyzji (czasu dowodzenia) i czasu opóźnienia dostarczanej informacji.

W procesie opracowania informacji o sytuacji powietrznej (radiolokacyjnej), oprócz dokładności informacji radiolokacyjnej, należy również uwzględnić czas opóźnienia informacji i dyskretność przekazywania informacji, które są składnikami ogólnej dokładności informacji radiolokacyjnej (rys. 17).



Rys. 17. Schemat powstawania ogólnej dokładności (błędu) informacji radiolokacyjnej

Już ze wstępnych badań wynika, że najważniejszym wskaźnikiem najbardziej praktycznym), który odzwierciedla jakość informacji, jej przydatność w procesie dowodzenia, a w końcu jej wiarygodność, jest *ogólny błąd / dokładność / informacji radiolokacyjnej*. Obejmuje on czas opóźnienia, czas ekstrapolacji i dyskretności przekazywania informacji radiolokacyjnej i ma decydujący wpływ na jej dokładność.

W systemie zautomatyzowanym ogólną dokładność informacji radiolokacyjnej można obliczyć na podstawie zależności:

$$\delta_{og/xy/} = \sqrt{\delta_e^2 + \delta_{to}^2 + \delta_{td}^2}, \quad (3.6)$$

gdzie: δ_e , δ_{to} , δ_{td} - błędy informacji spowodowane czasem ekstrapolacji, opóźnienia i dyskretnością przekazywania

Należy stwierdzić, że do tej pory i obecnie w rozważaniach na temat jakości informacji radiolokacyjnej wykorzystywanej w procesie dowodzenia, mało się o tym błędzie mówi. A przecież duża wielkość ogólnego błędu informacji powoduje, że w procesie zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych środków walki decydującą rolę odgrywa dokładność informacji ze stacji radiolokacyjnej. Zatem prawdopodobieństwo zabezpieczenia naprowadzania (wskazywania celów) pod względem informacji, ogranicza się do dokładności informacji otrzymywanej bezpośrednio ze stacji radiolokacyjnej. Oznacza to, że efektywność zabezpieczenia radiolokacyjnego jest w głównej mierze ograniczona możliwościami bojowymi stacji radiolokacyjnej. Natomiast informację otrzymywaną kanałami zautomatyzowanymi (tzw. informację wtórną) rąkuje się jako mniej użyteczną np. wykorzystywaną we wstępnym etapie naprowadzania. Z drugiej strony dokładność informacji ze stacji radiolokacyjnej jest obecnie dość duża i nie wpływa istotnie na jej jakość nie jest na tyle mała, aby można ją było uważać za wiodącą w rozważaniach.

Należy zdecydowanie zaakcentować, że ogólny błąd (dokładność) informacji radiolokacyjnej w obecnie istniejącym obiegu informacji wynosi kilka, kilkanaście kilometrów (zależnie od prędkości celu powietrznego) - jest za duży. Oznacza to, że ta informacja jest jednak za mało dokładna, żeby można było na jej podstawie efektywnie realizować naprowadzanie lotnictwa myśliwskiego i wskazywanie celów dywizjom raketowym. Nadal informacją zasadniczą jest tu informacja pierwotna - zależna od możliwości danej stacji radiolokacyjnej (posterunku radiolokacyjnego), co obecnie i w przyszłości jest i będzie nie do przyjęcia z uwagi na efektywność zabezpieczenia radiolokacyjnego.

Dokonując porównania wyników obliczeń zależności ogólnego błędu, otrzymanych na podstawie wzoru (3. 6), od błędów spowodowanych czasem ekstrapolacji, opóźnienia i dyskretnością przekazywania, łatwo można dojść do wniosku, że największy wpływ na ogólny błąd ma czas opóźnienia i dyskretność informacji o sytuacji powietrznej, a dużo mniejszy - wpływ ma czas ekstrapolacji oraz minimalny - dokładność informacji ze stacji zakresu centymetrowego i decymetrowego. Zmniejszenie czasu opóźnienia do zera może spowodować zmniejszenie się ogólnego błędu do dwóch kilometrów (niezależnie od prędkości celu) a przy udoskonaleniu ekstrapolacji może on być jeszcze mniejszy, natomiast w przypadku zmniejszenia dyskretności przekazywanej informacji (np. przez zastosowanie sieci komputerowej) - nawet równy lub mniejszy od kilometra.

Osiągnięcie tego umożliwi wykorzystanie w procesie zabezpieczenia radiolokacyjnego, w pełnym zakresie, informacji radiolokacyjnej otrzymywanej również z kanałów zautomatyzowanych (informacji wtórnej), między innymi do naprowadzania lotnictwa myśliwskiego i wskazywania celów powietrznych dywizjom raketowym - i to z dużym prawdopodobieństwem. Można powiedzieć, że będzie to decydujący krok do zapewnienia efektywnego rozpoznania radiolokacyjnego, tym samym efektywnego dowodzenia wojskami w systemie obrony powietrznej.

Z powyższych rozważań można wyciągnąć jeden zasadniczy wniosek, że obok zapewnienia odpowiedniej struktury przestrzenno-częstotliwościowej strefy informacji radiolokacyjnej ważnym problemem (może najważniejszym) jest dalsze zmniejszenie, nawet do zera, czasu opóźnienia informacji radiolokacyjnej, tak, aby ogólny błąd informacji radiolokacyjnej był porównywalny, a nawet mniejszy niż błąd zawarty w informacji ze stacji radiolokacyjnej zakresu centymetrowego. Jest to istotna droga (sposób) uzyskania rzeczywistej (o jak największej wiarygodności) informacji o sytuacji powietrznej na poszczególnych szczeblach dowodzenia.

Nasuwa się tutaj istotny wniosek, iż najważniejszym parametrem informacji w procesie dowodzenia jest czas opóźnienia, gdyż ma on największy wpływ na wielkość ogólnego błędu, a tym samym jej wiarygodność.

W podsumowaniu należy zaznaczyć, że wartość informacji o sytuacji powietrznej zależy w znacznej mierze od sprawnego z jej obiegu. Jak wiadomo obejmuje on poszczególne ogniwa zdobywania informacji (stacje radiolokacyjne oraz inne źródła informacji), przekształcania i gromadzenia jej na odpowiednich stanowiskach dowodzenia (zestawy zautomatyzowanego dowodzenia) oraz środki łączności. W ramach obiegu realizowane są dwa zasadnicze procesy, a mianowicie: rozpoznanie radiolokacyjne oraz wypracowywanie informacji wspomagającej w podejmowaniu decyzji i umożliwiającej kierowanie środkami walki. Wartość informacji (w tym jej użyteczność) będzie zależała w dużym stopniu od struktury, jakości i funkcjonowania podsystemów radiolokacyjnych (w tym - stacji radiolokacyjnych i zestawów zautomatyzowanego dowodzenia), jak również od stopnia ich integracji w ramach systemu obrony powietrznej.

Ponadto należy zauważyć, że: wraz z rozwojem systemu dowodzenia (powodowanym m. in. rozwojem myśli taktycznej i technicznej), wymaga doskonalenia obiegu w celu otrzymania informacji radiolokacyjnej oraz wspomagającej proces decyzyjny i kierowania środkami walki o wymaganych w

danym czasie parametrach. Powoduje to konieczność przewidywania prognostycznego obiegu informacji.

3. 2. 3. Wymagania w zakresie wymiarów przestrzennych strefy rozpoznania radiolokacyjnego

Jak już było wcześniej wspomniane, skuteczność dowodzenia wojskami w systemie obrony powietrznej w znacznej mierze zależy między innymi od wartości i ilości informacji, dostarczonej przez podsystem radiolokacyjny. Z uwagi na to są więc ściśle określone wymagania dotyczące jakości informacji radiolokacyjnej (o sytuacji powietrznej). Informacja ta powinna być przedstawiona w takiej postaci, aby umożliwić uzyskanie niezbędnych danych do podejmowania decyzji przez dowódców w zakresie oceny sytuacji powietrznej i zwalczania ŚNP przeciwnika, zabezpieczenia naprowadzeń lotnictwa myśliwskiego lub wskazywania celów dywizjom raketowym.

Z tego wynika, że aby zapewnić wykorzystanie wojsk w największym zakresie możliwości czasowo-przestrzennych środków walki, wymagane są odpowiednie wartości wskaźników możliwości bojowych systemu radiolokacyjnego, przede wszystkim w zakresie odległości wykrycia celu powietrznego, dokładności wskazania miejsca znajdowania się celu w przestrzeni (dokładności naprowadzania na cel), a także dyskretności i opóźnienia przekazywania informacji. Stąd też można stwierdzić, że informacja o sytuacji powietrznej ma umożliwić: po pierwsze - doprowadzenie wojsk w systemie OP do pełnej gotowości bojowej w celu prowadzenia oczekiwanych działań bojowych; ujawnienie zamiaru taktycznego nalotu przeciwnika powietrznego; określenie kierunku głównego wysiłku i utworzenie niezbędnego stosunku sił na kierunkach, rubieżach i względem celów powietrznych przez racjonalny podział zadań dla poszczególnych jednostek wojsk raketowych, lotnictwa myśliwskiego i pododdziałów zakłóceń

radioelektronicznych - wybranie jednego spośród wariantów działań lub częściowe udokładnienie wcześniej powziętych decyzji, po drugie - podział celów dla poszczególnych zestawów raketowych oraz wskazanie celów stacjom naprowadzania rakiet i naprowadzanie samolotów przechwytyjących cele. Zatem mamy do czynienia w pierwszym przypadku z informacją uogólnioną (wtórną), obejmującą obszar przestrzeni na podejściach do granic rejonu i w rejonie działań (strefy odpowiedzialności) - charakteryzującą się dużą wiarygodnością i pełnością, w drugim zaś - z informacją dokładną (pierwotną), uwzględniającą zasięg działania środków walki - charakteryzującą się, oprócz dużej wiarygodności i pełności, dużą dokładnością (szczegółowością). W rezultacie wymagania w zakresie jakości zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych LM i WR w systemie OP sprowadzają się do określenia wymiarów przestrzennych strefy (stref) rozponania radiolokacyjnego (SRR), jak również określania wymaganej jakości wydawanej informacji - co było poruszone w podrozdziale 3.2.2.

Podczas prowadzenia walki z przeciwnikiem powietrznym osłona obiektów przed niszczącym oddziaływaniem ŚNP przeciwnika będzie skuteczna, jeżeli środki walki oddziałujące na nie wykonują zadanie przed wejściem ŚNP do rubieży wykonania zadania (ataku).

Celem działania systemu OP jest obezwładnianie ŚNP przeciwnika przed ich dolotem do rubieży wykonania zadania (RWZ). Stąd warunkiem koniecznym wykonania zadania systemu OP względem ŚNP I-tej grupy, przy dowodzeniu z k-tego poziomu (szczebla) jest spełnienie nierówności:

$$T_1^{\text{DYS}} \geq T_{1,k}^{\text{DOW}}$$

gdzie:

T_1^{DYS} - czas dysponowany przez system OP;

$T_{l,k}^{DOW}$ - czas trwania cyklu dowodzenia bojowego przy dowodzeniu z k-tego poziomu hierarchicznego:

$$T_{l,k}^{DOW} = T_{l,k}^{CID} + T_1^{ODD} \quad , \quad (3.7)$$

gdzie:

$T_{l,k}^{CID}$ - czas trwania cyklu informacyjno-decyzyjnego względem l-tej grupy przy dowodzeniu z k-tego poziomu;

T_1^{ODD} - czas trwania cyklu oddziaływania środków walki na l-tą grupę ŚNP przeciwnika (od chwili rozpoczęcia wykonywania przez środki walki decyzji sposobie oddziaływania na l-tą grupę ŚNP do chwili jego zakończenia).

Można dojść do wniosku, że dopuszczalny czas trwania cyklu informacyjno-decyzyjnego względem l-tej grupy ŚNP przy dowodzeniu bojowym z k-tego poziomu jest równy:

$$T_1^{CID \text{ dop}} = \begin{cases} T_1^{DYS} - T_1^{ODD} , & \text{jeżeli } T_1^{DYS} - T_1^{ODD} > 0 \\ 0 , & \text{w przypadku przeciwnym} \end{cases} \quad , \quad (3.8)$$

Z powyższej zależności wynika, że w praktyce mogą być sytuacje, w których czas dysponowany przez system OP może być krótszy od czasu niezbędnego środkom walki na wykonanie czynności oddziaływania na ŚNP.

Czas dolotu (w tym przypadku dysponowany), który pozostaje do dyspozycji pododdziału (ZT) wojsk radiotechnicznych (działających w systemie OP), w celu bezpośredniego przygotowania do wykonania zadań bojowych, można obliczyć ze wzoru (3.9):

$$T_{DOL} = \frac{D_w \pm d_{RLP}}{V_c} - t_{cp} \quad , \quad (3.9)$$

gdzie:

D_w - zasięg wykrycia celów powietrznych przez dyżurne w RLP na wysokości prawdopodobnego nalotu przeciwnika;

d_{RLP} - odległość od pozycji dyżurnego RLP do zewnętrznej RLP granicy strefy wykrywania RLP punktu naprowadzania (wskazywania) celów lub SRR pododdziału (ZT) radiotechnicznego;

V_c - prędkość lotu celu;

t_{op} - czas opóźnienia informacji liczony od chwili wykrycia celu do przejścia informacji o nim do SD pododdziału (ZT).

Warunkiem koniecznym wykonania zadania przez podsystem radiolokacyjny jest spełnienie nierówności:

$$T_{DYS} \geq T_{CID}$$

gdzie:

T_{DYS} / T_{DOW} - czas trwania cyklu informatyczno- decyzyjnego

$$T_{CID} = t_{op} + t_{got} + t_{pd} \quad , \quad (3.10)$$

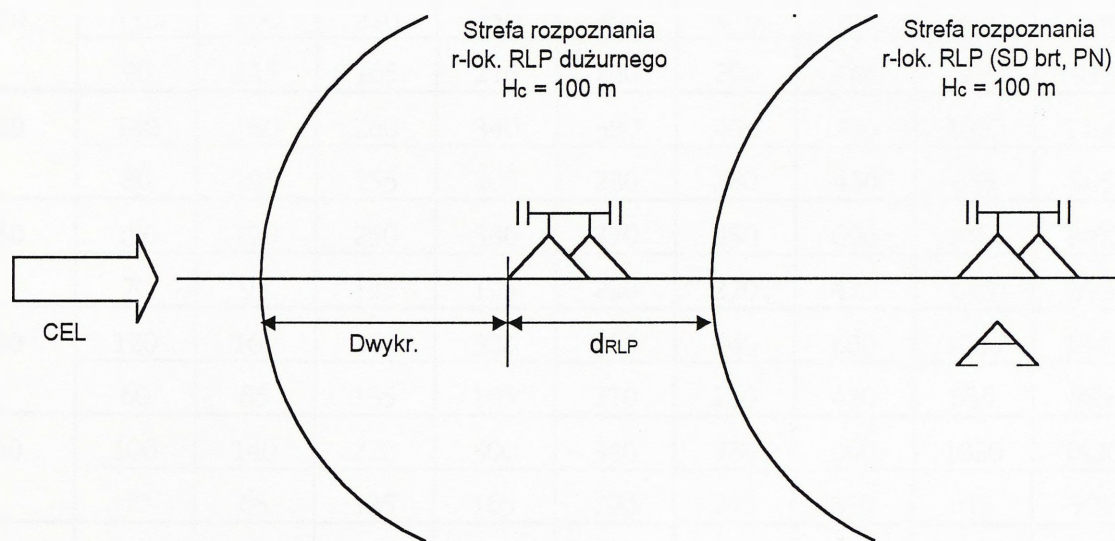
gdzie:

t_{op} - czas opóźnienia informacji, obejmujący czas przejścia informacji wtórnej powiadamiania na pierwotną i czas obiegu informacji;

t_{pd} - czas potrzebny na podjęcie decyzji;

$t_{got} / t_{g.boj.}$ - czas potrzebny na osiągnięcie wyższych stopni gotowości bojowej przez pododdział (ZT) radiotechniczny.

Istota określania czasu dolotu i wyniki obliczeń czasu dolotu w zależności od opóźnienia informacji, prędkości lotu i zasięgu wykrywania celów powietrznych przedstawione są na rys. 18.



Rys. 18. Określanie czasu dolotu ŚNP przeciwnika

Z przedstawionych rysunków 18 i 19 wynika, że wymagane jest: z jednej strony minimalizacja czasu trwania cyklu informacyjno-decyzyjnego podsystemu radiolokacyjnego poprzez skrócenie czasu obiegu informacji, osiąganie wyższych stopni gotowości bojowej oraz podejmowanie decyzji, z drugiej - maksymalizacja czasu dolotu (dysponowanego) poprzez zwiększenie strefy rozpoznania radiolokacyjnego (SRR) na kierunkach spodziewanego nalotu (zwiększenie zasięgu wykrywania celów powietrznych), skrócenie czasu (tg.b) na doprowadzenie informacji do stanowisk dowodzenia oraz ustalenie dopasowanej dyskretności przekazywania informacji radiolokacyjnej.

Dw /km/ top /s/	Czas dolotu (T_{DOL}), przy: 1. $V_c = 250$ m/s, $d_{RIP} = 0$ / s / 2. $V_c = 400$ m/s,								
	40	50	70	90	100	120	180	270	370
10	150	190	270	350	390	470	710	1070	1470
	90	115	165	215	240	290	440	665	915
20	140	180	260	340	380	460	700	1060	1460
	80	105	155	205	230	280	430	655	905
30	150	170	250	330	370	450	690	1050	1450
	70	95	145	195	220	270	420	645	895
50	120	160	240	320	360	440	680	1040	1440
	60	85	135	185	210	260	410	635	885
60	100	140	220	300	340	420	660	1020	1420
	40	65	125	165	190	240	390	615	805
80	70	110	190	270	310	390	630	990	1390
	10	35	85	135	160	210	360	585	835
120	40	80	160	240	280	360	600	960	1360
	-	-	55	105	130	180	330	555	805

Rys. 19. Wielkości liczbowe czasu dolotu w zależności od opóźnienia informacji, prędkości lotu i zasięgu wykrywania celów powietrznych

Na podstawie dostępnej literatury można sądzić, że dowodzenie wojskami w systemie OP, w toku działań bojowych może być realizowane w warunkach niepełnej informacji o zamiarze i stanie sił przeciwnika i własnych. Stąd też jednym z celów dowodzenia będzie zapewnienie ciągłej gotowości bojowej wojsk, maksymalne wykorzystanie możliwości bojowych sił i środków w systemie OP w bitwach i walkach z przeciwnikiem.

Możliwości bojowe wojsk raketowych i lotnictwa myśliwskiego w znacznej mierze uwarunkowane są możliwościami bojowymi wojsk radiotechnicznych w zakresie zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych.

Dlatego przy stawianiu zadań pododdziałom (ZT) wojsk radiotechnicznych konieczne jest określenie wymagań związanych z jakością zabezpieczenia radiolokacyjnego środków walki. Wymagania te dotyczą, oprócz jakości i ilości przekazywanej informacji, także odległości do potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej (D_{PRIR}), jako parametru związanego z wymiarami przestrzennymi strefy rozpoznania radiolokacyjnego (SRR).

Wymagania stawiane wojskom radiotechnicznym przez wojska raketowe zależą między innymi od możliwości przestrzenno czasowych zestawów raketowych podczas zwalczania przeciwnika powietrznego. Dla danego zestawu wielkością charakteryzującą potrzeby w zakresie wymiarów strefy informacji radiolokacyjnej jest czas osiągnięcia gotowości i wymiary strefy startu rakiet.

Informacja radiolokacyjna jest niezbędna do dokonania oceny sytuacji powietrznej i postawienia dywizjonów ogniowych w gotowość bojową. Stąd wynikają potrzeby, z jakiej odległości ma wpływać powyższa informacja do stanowisk dowodzenia wojsk raketowych.

Wartości liczbowe odległości do potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej (D_{PRIR}) dla oddziałów (ZT) powinny odpowiednio zagwarantować: postawienie dywizjonów raketowych w wyższe stopnie gotowości bojowej, dokonanie podziału celów powietrznych i postawienie zadań dywizjom raketowym.

Wartości liczbowe odległości do potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej można obliczyć na podstawie wzoru:

$$D_{PRIR} = D_d + V_c T_{DOWdr} \quad , \quad (3.11)$$

D_d - odległość rzeczywista do dalszej granicy strefy;

V_c - prędkość lotu celu;

T_{DOWdr} - potrzebny (dopuszczalny) czas cyklu dowodzenia bojowego, czyli jest to czas potrzebny na wykonanie w porę zadania bojowego przez dany dywizjon raketowy.

$$T_{DOWdr} = t_{op} + t_{pd} + t_{got} \quad , \quad (3.12)$$

gdzie:

t_{op} - czas opóźnienia przekazywanej informacji radiolokacyjnej;

t_{pd} - czas potrzebny na podjęcie decyzji;

t_{got} - czas potrzebny na dokonanie startu rakiet z określonego stopnia gotowości bojowej.

Wartości liczbowe T_{DOW} i D_{PRIR} , obliczone na podstawie wzoru (3.11 i 3.12), przedstawione są na rys. 20 i 21.

S -125, KUB - M3		S- 75M		KRUG - M		S - 300		S - 200	
D _d	T _{DOW-1}	D _d	T _{DOW-1}	D _d	T _{DOW-1}	D _d	T _{DOW-1}	D _d	T _{DOW-1}
	T _{DOW-2}		T _{DOW-2}		T _{DOW-2}		T _{DOW-2}		T _{DOW-2}
/km/	/s/	/km/	/s/	/km/	/s/	/km/	/s/	/km/	/s/
11	165	24	188	24	180	10	142	17	187
	440		452		504		310		617
14	170	32	199	32	188	20	152	85	255
	445		463		512		452		685
18	178	40	178	40	196	30	162	160	280
	453		473		520		462		800
20	181	44	215	44	200	35	167	200	370
	456		479		524		467		820
22	185	48	220	48	204	50	182	240	410
	460		484		528		482		840
24	189	52	225	52	208	60	192	-	-
	464		484		532		492		

Rys. 20. Wartości czasu dowodzenia w odniesieniu do wartości D_d i gotowości bojowej zestawów raketowych

Przyjęto:

$t_{op} = 1 \text{ min.};$

$t_{pd} = 1 \text{ min.};$

$t_{got.nr 1}$ - równy czasowi przeniesienia ognia - odpowiednio - T_{DOW1} ;

$t_{got.nr 2} = 5 \text{ min.}$ - dla zestawu S-125, S-75, KUB-M3; 3 min. - S-300;

6 min. - KRUG-M3 i 8 min. - S-200 - odpowiednio - t_{DOW2}

V_r wynosi: 600 m/s - S-125 i KUB-M3; 650 m/s - S-75; 1000 m/s - KRUG-M3,

S-200 i S-300.

Typ zestawu	V_c	H_c	D_d	T_{DOW-1}	T_{DOW-2}	D_{PRIR-1}	D_{PRIR-2}
	/m/s/	/m/	/km/	/s/	/s/	/km/	/km/
S-125	300	100	11	160	440	59	143
	700	18000	24	190	460	157	346
S-75M	300	100	24	190	450	81	159
	1000	30000	40	220	500	260	540
KUB-M3	60	100	11	160	440	21	37
	600	14000	24	190	460	138	300
KRUG-M	300	300	24	180	500	78	174
	800	24000	50	200	530	210	474
S-300	300	100	24	140	310	66275	117
	1000	25000	75	200	500	74	575
S-200	300	300	17	190	620	650	203
	1000	41000	240	410	840		1080

Rys. 21. Wartości odległości do potrzebnych rubieży informacji radiolokacyjnej dla różnych zestawów raketowych

Warunkiem ostrzelenia celu we właściwym czasie na dalszej granicy strefy ognia jest spełnienie nierówności:

$$T_{DOL} \geq T_{DOWdr}$$

Na wartość czasu dolotu celów powietrznych mają wpływ wielkości ujęte w wyrażeniu:

$$T_{\text{DOL}} = \frac{D_w \pm \Delta D - D_d}{V_c}, \quad (3.13)$$

gdzie:

ΔD - odległość RLP od pozycji dywizjonu raketowego na kierunku nalotu przeciwnika (znak „+” oznacza położenie przed dr, a „-” za dr względem kierunku nalot;

D_w - zasięg wykrywania celów przez RLP;

D_d - odległość rzeczywista do dalszej granicy strefy ognia.

Obliczone wielkości liczbowe czasu dolotu celów powietrznych w zależności od odległości dalszej granicy strefy ognia i odległości wykrycia przez posterunek radiolokacyjny przedstawione są na rys. 20 i 21.

Z przedstawionych rysunków wynika, że z punktu widzenia wojsk radiotechnicznych uzyskanie i skrócenie czasu dowodzenia dopuszczalnego, należałoby osiągnąć poprzez skrócenie czasu opóźnienia informacji radiolokacyjnej i czasu na podjęcie decyzji przez danego dowódcę oraz wydłużenie T_{DOL} poprzez zwiększenie w odległości strefy (stref) wykrywania posterunku radiolokacyjnego (RLP) względem danego (danych) dywizjonów raketowych na spodziewanym kierunku nalotu ŚNP przeciwnika.

Wyliczone na podstawie wyrażenia (3.11) liczbowe wartości D_{PRIR} , znajdujące się na rys. 21, przedstawiają potrzeby wojsk raketowych w zakresie niezbędnej odległości wydawania informacji radiolokacyjnej w zależności od prędkości i wysokości lotu celu. potrzeby te zawierają się w granicach od 59 do 275 km (dla S-200 - do 650 km), w tym na małych wysokościach lotu celu (do 1000 m) - od 59 do 75 km od dywizjonów raketowych.

Wartoci czasu dowodzenia dla poszczególnych zestawów rzkiotowych pokazane są na rys..... Zawierają się one, dla gotowoci bojowej nr 1, w granicach od 142 - 255 s i do 410 s, dla zestawu S-200, a dla gotowoci nr 2 - w granicach od 165 do 530 s, 840 s dla zestawu S-200.

Wartości liczbowe możliwych czasów dolotu celów powietrznych (na odpowiednich wysokościach) są przedstawione na rys. 22 i wynoszą w przedziale wysokosci - 50 do 2000 m - od 30 do 440 s.

	Czas dolotu T_{DOL} /s/, $V_c = 250$ m/s, $\Delta D = 0$								
D_w /km/	40	60	70	90	100	120	180	210	270
H_c /m/	50	100	300	500	1000	2000	5000	10000	
D_d /km/									
11	11 4	156	236	316	356	436	676	736	1036
16	96	138	216	296	336	416	656	776	1016
18	90	126	208						
20	72	120	200	280	320	400	640	760	
24	66	102	184	264	304	384	624	744	984
28	48	90	168	248	288	368	608	728	
32	30	72	152	232					
36		54	136	216	256	336	576	696	936
44			104	184	224	304	544	664	
52			72	152	192	272	512	632	872
60				72	160	240	480	600	
100						80	320	200	680

Rys. 22. Wielkości liczbowe czasu dolotu w zależności od zasięgu wykrywania i wysokości lotu celów powietrznych oraz odległości do dalszej granicy strefy ognia

Ważnym przedsięwzięciem techniczno-organizacyjnym (obok innych) zwiększających wartość informacji, a poprzez to jej wiarygodność jest integracja podsystemów radiolokacyjnych. Powinna ona zapewnić zespolenie stref informacji radiolokacyjnej oraz zautomatyzowaną wymianę informacji dotyczącej zarówno sytuacji powietrznej, jak i gotowości bojowej, stanu i sposobu wykorzystania własnych środków walki. Z tego wynika, że obejmuje ona sprzężenie zautomatyzowanych systemów dowodzenia (zbierania opracowywania i przesyłania informacji oraz kierowania środkami walki). Należy zaznaczyć, że bez uwzględnienia i rozwiązania tego problemu nie można mówić o możliwościach osiągnięcia informacji spełniającej współczesne wymagania procesu dowodzenia wojskami, nie mówiąc już o wymaganiach przyszłościowych.

W ogólnym ujęciu sprzężenie systemów jest wykonywane w ramach ich integracji w celu podniesienia poziomu niezawodności i skuteczności działania. Systemy można integrować jedynie wówczas, gdy zostaną spełnione dwa podstawowe wymagania, to znaczy, gdy systemy są bezpośrednio zależne od siebie oraz zainteresowane współdziałaniem.

Systemy sprzężone mogą skutecznie działać, gdy mają odpowiednią podatność integracyjną, związaną w tym wypadku ze stopniem automatyzacji i możliwościami taktyczno-technicznymi systemów radiolokacyjnych.

Ogólnie można powiedzieć, że między sprzęganymi podsystemami i zestawami automatyzacji wymiana informacji może się odbywać w sposób niezautomatyzowany, zautomatyzowany i automatyczny.

Sposób niezautomatyzowany charakteryzuje się ręcznym przekazywaniem informacji przez istniejące środki łączności. Szczególnym przypadkiem jest praca zautomatyzowanego podsystemu w rodzaju pracy foniczno-ręcznym.

Sposób zautomatyzowany jest realizowany indywidualnie na potrzeby każdego użytkownika zautomatyzowanego systemu poprzez zastosowanie różnych typów urządzeń transmisji danych oraz końcowych urządzeń automatyzacji i sterujących i

sterujących wraz z ich oprogramowaniem oraz obsługą operatorską. W sposobie tym proces wymiany informacji inicjuje człowiek (operator).

Sposób automatyczny wymaga zapewnienia najszerszego zakresu zgodności sprzęganych podsystemów i zestawów. Odbywa się bez udziału człowieka.

Na podstawie przeprowadzonej analizy i oceny można założyć, że do podstawowych wymagań i uwarunkowań w zakresie sprzęgania podsystemów można zaliczyć zgodność informacyjną, lingwistyczną, programową i techniczną (inaczej - zgodność protokołów informacji).

Zgodność informacyjna podsystemów zautomatyzowanego dowodzenia i kierowania środkami walki obejmuje jednolity system klasyfikacji i kodowania informacji oraz formalizacji i organizacji zbiorów informacji. Przede wszystkim powinna ona obejmować: układ współrzędnych, według którego byłyby przekazywane dane; interpretacje kodów i zakresów zmienności danych przyjętych do określenia takich parametrów obiektów powietrznych, jak: typ, skład, wysokość, prędkość, kurs, działalność, ważność; kod informacji uzupełniających przekazywanych doraźnie; sygnały polecenia, rozkazy i meldunki związane z kierowaniem działalnością bojową wojsk; kody i sygnały związane ze wzajemnym informowaniem się o podjętych działaniach bojowych.

Zgodność lingwistyczna dotyczy: jednoznacznych terminów operacyjno-taktycznych i innych środków językowych stosowanych w sprzęganych podsystemach; jednolitego informacyjnego języka systemu; jednolitego języka graficznego zobrazowania informacji.

Zgodność programowa zautomatyzowanych systemów dowodzenia (ZtSD) i kierowania środkami walki (KŚrW) cechuje kompatybilność systemów operacyjnych i oprogramowania diagnostyczno-kontrolnego; oprogramowania narzędziowego, bibliotek programów standardowych.

Zgodność techniczna ZtSD i KŚrW ma zapewnić zautomatyzowane współdziałanie środków technicznych zastosowanych w tych podsystemach. Można to osiągnąć w sprzęgniętych systemach przez zastosowanie: środków

łącności (głównie kanałotwórczych) o znormalizowanych parametrach technicznych zapewniających ich wzajemną współpracę; urządzeń transmisji danych i utajniających wymianę danych bezpośrednio lub przez specjalne układy przejściowe (realizowane również w technice mikroprocesorowej); środków automatyzacji i technicznego wyposażenia zautomatyzowanych miejsc pracy umożliwiających ich współpracę.

Można stwierdzić, że dotychczas istniejące i obecnie opracowywane rozwiązania jedynie w niewielkim stopniu uwzględniały potrzeby wymiany informacji i współdziałania zestawów i podsystemów poprzez automatyczny system wymiany danych.

Automatyzacja podstawowych procesów dowodzenia przebiegała prawie niezależnie w poszczególnych wojskach, przy czym najczęściej była to cząstkowa realizacja automatyzacji podstawowych problemów (przede wszystkim rozpoznania radiolokacyjnego). Bez wątplenia istotny wpływ na taką sytuację miał obecny stan wiedzy użytkowników i projektantów co do możliwości automatyzacji poszczególnych procesów dowodzenia, stan dostępnej bazy elementowej oraz dostępnych środków łączności i transmisji danych.

Wzrost liczby nowo opracowanych i obecnie eksploatowanych ZtSD oraz systemów kierowania środkami walki wymusza pewne działania integracyjne zarówno w zakresie realizacji funkcji przetwarzania informacji, jak i jej przesyłania.

Z jednej strony zachodzi potrzeba wykorzystania informacji z tych samych źródeł dla różnych systemów, z drugiej zaś - koordynacji działań prowadzonych przez wojska. Wymaga to zapewnienia wzajemnej wymiany danych w sposób zautomatyzowany.

Obecnie stawiany problem integracji ZtSD poszczególnych rodzajów wojsk i służb dotyczy dwóch zasadniczych zagadnień:

- sprzężenia istniejących systemów automatyzacji w celu zabezpieczenia potrzeb współdziałania i współpracy;

- wypracowanie jednolitych zasad funkcjonowania systemów i opracowania jednorodnych urządzeń lub rodziny urządzeń do ich realizacji.

Zagadnienia te dotyczą zarówno problemów podsystemów dowodzenia i kierowania środkami walki, jak i podsystemów transmisji danych stanowiących podstawę budowy systemów automatyzacji. Uzupełnieniem tego problemu w zakresie systemu łączności jest sprawa wykorzystania tych samych środków łączności dla potrzeb transmisji danych i łączności fonicznej.

Należy stwierdzić, że opracowywane oraz eksploatowane zautomatyzowane systemy dowodzenia i kierowania środkami walki wykorzystują łączność telegraficzną foniczną dla potrzeb przesyłania danych. Wykorzystywane są przy tym różne szybkości transmisji, różne kody znaków oraz różne środki łączności, umożliwiające zestawienie kanałów radiowych i przewodowych (na ogół kablowo- radioliniowych).

Równoległe z dotychczasowymi kanałami analogowymi obecnie stopniowo wdrażane są kanały cyfrowe dla potrzeb przesyłania danych.

Taka różnorodność wykorzystywanych środków łączności powoduje poważne problemy organizacji systemu łączności oraz stwarza potrzebę utrzymywania różnych urządzeń transmisji danych. Można na ten problem spojrzeć również z innej strony. W warunkach współczesnego pola walki możliwość wykorzystania różnych środków łączności dla potrzeb transmisji danych może okazać się koniecznością ze względu na większe prawdopodobieństwo zachowania ciągłości funkcjonowania zautomatyzowanych systemów w różnych sytuacjach.

Wobec tego wymagane jest opracowanie urządzenia transmisji danych uwzględniającego wyżej wymienione potrzeby i łatwego do zaadaptowania w zmieniających się sytuacjach.

Szczegółowa analiza dotychczasowych rozwiązań zautomatyzowanych systemów dowodzenia i kierowania środkami walki, uwzględniająca cały wachlarz problemów, począwszy od wymagań operacyjno-taktycznych w zakresie współdziałania rodzaju wojsk aż po stosowanie środków łączności, nasuwa wiele

wniosków, które należałoby uwzględnić przy pracach zmierzających do opracowania jednolitego podsystemu transmisji danych dla potrzeb tych wojsk. Jest to bardzo ważne pomimo, że podsystem pełni rolę usługową w odniesieniu do zautomatyzowanego systemu dowodzenia, ponieważ zapewnia on wymianę informacji niezbędnych dla automatyzacji podstawowych procesów dowodzenia i kierowania środkami walki.

Najważniejsze wnioski to: słabo są sprecyzowane wymagania operacyjno-taktyczne w zakresie współdziałania, zwłaszcza w zakresie wymiany informacji oraz możliwości korzystania z tych samych źródeł informacji na poszczególnych szczeblach; jest duża różnorodność stosowanych typów depesz i protokołów komunikacyjnych; zbyt duża jest liczba stosowanych różnych urządzeń transmisji danych; praktycznie brak jest sprecyzowania potrzeb i zakresu wymiany informacji między poszczególnymi obiektami różnych podsystemów na tym samym szczeblu dowodzenia; w zestawach różnych podsystemów na tych samych szczeblach dowodzenia wykorzystywane są różne środki łączności, często nie zapewniające żadnej możliwości wymiany informacji nie mówiąc już o transmisji informacji.

Pożądanymi kierunkami działań doskonalących (w sferze organizacyjnej i funkcjonalnej) w zakresie zbierania, opracowywania i przesyłania informacji o sytuacji powietrznej są: zwiększenie zakresu wspomaganie komputerowego procesu opracowywania informacji o sytuacji powietrznej co spowoduje zmniejszenie czasu opóźnienia i czasu cyklu decyzyjnego oraz zwiększenie wiarygodności informacji; zwiększenie liczby źródeł informacji, między innymi przez sprzężenie ze sobą zautomatyzowanych zestawów poszczególnych rodzajów wojsk; wyposażenie zapasowych stanowisk dowodzenia w zestawy automatyzacji; zautomatyzowane zbieranie informacji o stanie i gotowości bojowej środków własnych i współdziałających; komputerowe przedstawianie propozycji decyzji do celu (nalotu); zapewnienie możliwości kierowania działaniami dywizjonów raketowych w ugrupowaniu mieszanym.

W sferze technicznej należałoby się dążyć do modernizacji struktury zestawów, a nawet budowy nowych, spełniających współczesne wymagania. Pod względem technicznym powinny być one maksymalnie zunifikowane, o strukturze uniwersalnej dla wszystkich rodzajów wojsk i sił zbrojnych. Zestawy automatyzacji powinny być ukierunkowane nie tylko na zbieranie i przetwarzanie danych o sytuacji powietrznej, lecz także na wspomaganie w procesie wypracowania decyzji oraz przesyłaniu informacji wszystkim współdziałającym podsystemom zautomatyzowanego dowodzenia z godnie z ich wymaganiami. Zlikwidowałoby to problem wzajemnych sprzężeń, które umożliwiałyby wymianę informacji o sytuacji powietrznej i współdziałania (dowodzenia) między zestawami.

Należałoby dążyć do zapewnienia wymiany informacji między poszczególnymi podsystemami z szybkością 1200/2400 bodów i więcej przez łącze przewodowe, radiowe lub radioliniowe. Łącz transmisji danych powinny być automatycznie kontrolowane, a informacje - odbierane z kanału mającego najlepsze parametry techniczne. Dość istotne jest zapewnienie pożądanej wierności transmisji informacji w ramach organizowanej jej wymiany. Wiarygodność przekazywania danych w kanałach łączności nie może być mniejsza niż 10^{-5} . Informacje dotyczące stanu sił i środków oraz ich gotowości bojowej, a także rozkazy polecenia wymagają utajniania. w szczególnych wypadkach powinna istnieć możliwość utajniania każdej informacji wymienianej między zestawami zautomatyzowanego dowodzenia różnych szczebli dowodzenia (w tym również informacji o sytuacji powietrznej), gdyż informacje te po odebraniu przez przeciwnika mogą być wykorzystane do intensywnego nakierowywania środków napadu na nasze środki walki. Konieczne staje się zastosowanie nowoczesnych systemów łączności działających w strukturze cyfrowej, mających urządzenia transmisji światłowodowej ze sterowaniem mikroprocesorowym - w połączeniu z podsystemem utajniania informacji.

W celu zaspokojenia potrzeb związanych z kierowaniem działalnością bojową wojsk należałoby włączyć w zakres funkcji spełnianych przez zautomatyzowane zestawy dowodzenia: analizowanie warunków działań pod względem sytuacji

meteorologicznej i skutków użycia BMR; ustalenie gotowości bojowej podległych wojsk; analizowanie bojowych możliwości przeciwnika i prognozowanie sposobu jego działania; współdziałanie z systemem kierowania ruchem lotniczym w podanym rejonie; organizowanie i planowanie obrony powietrznej w celu uzyskania maksymalnej skuteczności działania systemu obronnego.

Wdrożenie do realizacji tych funkcji przez podsystemy zautomatyzowanego dowodzenia wymagać będzie znacznego rozszerzenia zakresu informacji dostarczanych do poszczególnych zestawów. Wymagane jest sprecyzowanie zasad współpracy integrowanych systemów na poszczególnych szczeblach dowodzenia. Jest warunek konieczny dla dopasowanej integracji podsystemów.

W celu zapewnienia możliwości prowadzenia prac zmierzających do ujednoczenia systemu transmisji informacji oraz współpracy między zestawami zautomatyzowanego systemu dowodzenia i kierowania środkami walki należałoby: określić wymagania dotyczące zakresu wymiany danych między zestawami różnych podsystemów; ujednoczyć (w miarę możliwości) zakres informacyjny i strukturę depesz dla współpracujących zestawów różnych podsystemów w ramach tych podsystemów; wyposażyć poszczególne zestawy (obiekty) różnych podsystemów w środki łączności zapewniające możliwość wymiany informacji; opracować rodziny urządzeń transmisji danych uwzględniających specyfikę przekazywanych informacji (informacje o sytuacji powietrznej) oraz umożliwiających współpracę z istniejącymi urządzeniami transmisji danych; opracować zasady planowania i zestawiania podsystemów łączności dla potrzeb systemu transmisji danych, w zależności od konkretnej sytuacji z uwzględnieniem podstawowych i rezerwowych kanałów łączności.

Reasumując należy podkreślić, że integracja podsystemów automatyzacji (podsystemów radiolokacyjnych) jest nieodzowna do otrzymania wartości informacji na miarę współczesnych wymagań stawianych w procesie dowodzenia. Integracja jest problemem trudnym i złożonym. Realizacja jej wymaga spełnienia wielu zasadniczych wymagań i uwarunkowań trudnych do spełnienia. Skuteczne

(dopasowane) sprzężenie podsystemów można osiągnąć jedynie przy zapewnieniu zautomatyzowanego i automatycznego sposobu wymiany między nimi informacji. W związku z powyższym (o czym było wcześniej wspomniane) niezbędne staje się ujednoczenie i zapewnienie i zapewnienie możliwości informacyjnych podsystemów automatyzacji na poszczególnych szczeblach dowodzenia, zwłaszcza w odniesieniu do zakresu informacji i liczby jednocześnie śledzonych obiektów powietrznych oraz zgodności informacyjnej, lingwistycznej, programowej i technicznej. Ponadto konieczne jest zastosowanie zunifikowanych urządzeń z możliwością utajniania informacji.

Można jednoznacznie stwierdzić, że obecnie użytkowane podsystemy automatyzacji nie zapewniają zautomatyzowanego i automatycznego sposobu wymiany informacji, czyli nie spełniają wymagań integracyjnych.

Dlatego, aby rozwiązać powyższy problem, potrzebne jest zdecydowane, długofalowe działanie związane z modernizacją i wdrożeniem nowych podsystemów automatyzacji, które zintegrowane mogą zapewnić dowodzenie wojskami we współczesnych warunkach.

W podsumowaniu należy zaznaczyć, że: wraz z rozwojem systemu dowodzenia (powodowanym m. in. rozwojem myśli taktycznej i technicznej), wymaga doskonalenia obieg (w tym jego ogniwa - stacje radiolokacyjne i podsystemy zautomatyzowanego dowodzenia) w celu otrzymania informacji radiolokacyjnej oraz wspomagającej proces decyzyjny i kierowania środkami walki o wymaganych w danym czasie parametrach.

ZAKOŃCZENIE

Celem badań było przeprowadzenie analizy wymagań informacyjnych stawianych podsystemowi rozpoznania radiolokacyjnego funkcjonującego w systemie OP.

Na podstawie tej analizy określone zostały wymagania dotyczące wymiarów przestrzennych strefy rozpoznania radiolokacyjnego (strefy informacji radiolokacyjnej) oraz jakości i użyteczności informacji w procesie dowodzenia wojskami i kierowania środkami walki.

Dla zapewnienia bardziej dokładnej (głębszej) analizy, a poprzez to - precyzyjności w określeniu wymagań, przedstawiona została analiza systemów informacyjnych kierowania z uwzględnieniem najnowszych - obecnie w nauce - poglądów na ten temat.

Otrzymane wyniki badań etapu pierwszego pozwoliły określić: parametry informacji mające zasadniczy wpływ na proces (efektywność) dowodzenia i kierowania środkami walki; wymagania stawiane informacji w zakresie wykrywania i śledzenia przeciwnika powietrznego i zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych własnych środków walki; wymagania integracyjne podsystemów w systemie OP.

Uzyskane wyniki w tym etapie badań pozwolą określić stopień spełnienia powyższych wymagań przez podsystemy (środki) radiotechniczne w etapie następnym, na tle ewentualnych działań bojowych potencjalnego przeciwnika powietrznego i wojsk własnych,

LITERATURA

1. A. Adamczyk, Z. Groszek, *Wymagania stawiane współczesnemu systemowi rozpoznania WLOP w aspekcie rozwoju ŚNP i taktyki ich użycia*, ZN nr 4 AON, Warszawa 1991.
2. M. Adamczyk, P. Makowski, *Analiza wymagań dotyczących parametrów informacji w procesie zabezpieczenia działań bojowych pułku lotnictwa myśliwskiego*, ZN nr 4 AON, Warszawa 1991.
3. M. Adamczyk, *Analiza i kierunki doskonalenia integracyjnych możliwości podsystemów zautomatyzowanego dowodzenia wojskami w systemie obrony powietrznej*, ZN nr 3 AON, Warszawa 1992.
4. M. Adamczyk, *Wartość informacji radiolokacyjnej a dowodzenie obroną powietrzną*, ZN nr 3 AON, Warszawa 1994.
5. B. Kubiak, *Analiza systemów informatycznych*, WUG, Gdańsk 1994.
6. A. Nowak, *Organizacja przetwarzania danych*, Szczecin 1987.
7. J. Pelc, *Decyzje w zarządzaniu*, Kraków 1995.
8. P. Sienkiewicz, *Inżynieria systemów*, MON, Warszawa 1983.

