



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 OP

~~SECRET~~  
**JAWNE**

AON wewn. 4426/92

~~SECRET~~  
**POUFNE**

Egz. Nr 1

Płk dr Zbigniew GROSZEK

~~SECRET~~  
2-43/S

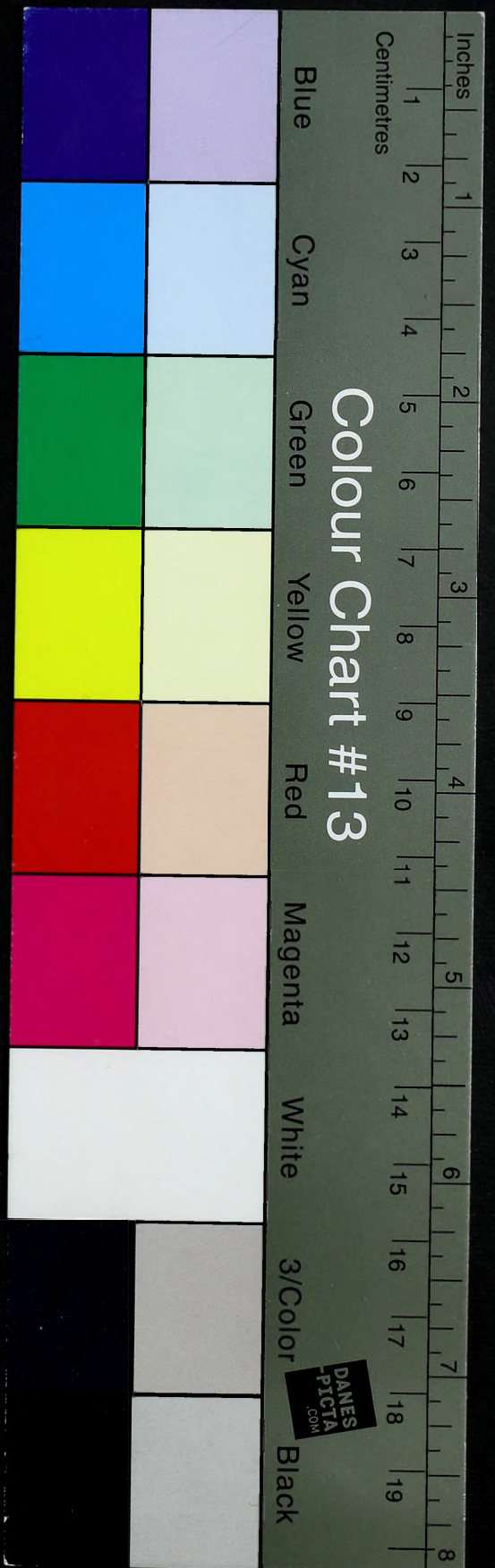
## ROZPOZNANIE RADIOELEKTRONICZNE W OBRONIE POWIETRZNEJ RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

SKRYPT

60833

WARSZAWA

1992



Colour Chart #13

Blue  
Cyan  
Green  
Yellow  
Red  
Magenta  
White  
3/Color  
Black

Inches  
Centimetres  
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19





2/24-3  
Mniejszy skrypt zalecam do wykorzystania w procesie dydaktycznym Wydziału Wojsk Lotniczych i OP przez nauczycieli akademickich i studentów.

Poglady wyrażone w treści skryptu są osobistymi poglądami Autora.

KOMENDANT

WYDZIAŁU WOJSK LOTNICZYCH I OP

*E. Zabłocki*  
płk pil.prof.dr hab.Eugeniusz ZABŁOCKI

## WSTĘP

Na współczesnym polu walki funkcja elektroniki przekształca się z pomocniczej w wiodącą, decydując o skuteczności użycia niemal wszystkich rodzajów uzbrojenia.

Środki radioelektroniczne zajmują jedno z ważniejszych miejsc w wyposażeniu współczesnych sił zbrojnych, zwłaszcza w nowoczesnych rodzajach uzbrojenia, takich jak technika raketowa i lotnicza.

Ostatnie konflikty zbrojne (wojna w Zatoce Perskiej, wojny arabsko-izraelskie) dowiodły, że elektroniczne środki walki stały się znaczącym elementem w prowadzeniu działań bojowych.

Oceniając doświadczenia wynikające z tych konfliktów, wielu teoretyków wojskowych potwierdza przewidywania, że o wyniku przyszłych bitew będzie decydowała nie tylko ilość użytego sprzętu bojowego, ale przede wszystkim umiejętność użycia elektronicznych systemów i środków walki.

W tej sytuacji wzrasta rola rozpoznania radioelektronicznego, które dzięki swoim właściwościom, może być prowadzone zarówno w okresie pokoju jak i wojny, dostarczając cennych wiadomości o działalności potencjalnego przeciwnika. W przypadku stosowania przez przeciwnika intensywnych zakłóceń radioelektronicznych, rozpoznanie radioelektroniczne może stać się podstawowym źródłem informacji o działaniach przeciwnika, umożliwiającym dowodzenie wojskami.

Niniejszy skrypt ujmuje węzłowe problemy dotyczące rozpoznania radioelektronicznego w OP, w tym: jego rolę i miejsce w systemie obrony powietrznej RP; cechy rozpoznawcze obiektów i źródeł rozpoznania; cele i zadania jakie spełnia rozpoznanie radioelektroniczne w systemie OP; strukturę organizacyjną, przestrzenną oraz funkcjonowanie ośrodka i pododdziałów radioelektronicznych OP; ich możliwości bojowe - głównie informacyjne, a także wybrane problemy dowodzenia i współdziałania.

Skrypt przeznaczony jest głównie dla studentów Wydziału Wojsk Lotniczych i OP Akademii Obrony Narodowej. Może być również wykorzystany w procesie szkolenia w Wojskach Lotniczych i OP.

## 1. ISTOTA ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO W SYSTEMIE OP

Ze względu na cel, zakres działania i charakter wykonywanych zadań, rozpoznanie radioelektroniczne w Siłach Zbrojnych RP prowadzone jest w ramach rozpoznania strategicznego, operacyjnego i taktycznego. Rozpoznanie radioelektroniczne o charakterze strategicznym organizuje Sztab Generalny WP, a rozpoznanie operacyjne i taktyczne - dowództwa i sztaby związków operacyjnych (operacyjno-taktycznych) Wojsk Lądowych, Wojsk lotniczych i OP oraz Marynarki Wojennej.

W systemie OP rozpoznanie radioelektroniczne jest jednym z zasadniczych składników rozpoznania wojskowego i jednocześnie ważnym elementem zabezpieczenia działań bojowych. Stanowi ono zespół wzajemnie powiązanych celami, zadaniami, miejscem i czasem działań sił i środków rozpoznania radioelektronicznego, zmierzających do zdobywania informacji o przeciwniku na podstawie analizy pracy i rozmieszczenia jego środków radioelektronicznych.

Biorąc pod uwagę zasięg (głębokość) rozpoznania oraz ilość i stopień szczegółowości zdobywanych informacji, rozpoznanie radioelektroniczne w systemie OP dzieli się na operacyjne i taktyczne.

Rozpoznanie operacyjne obejmuje systemy i środki łączności radiowej pracujące w zakresie fal krótkich oraz łączność satelitarna UKF.

Rozpoznanie taktyczne dotyczy systemów i środków radioelektronicznych, które wykorzystują zakres fal UKF i mikrofałe.

Rolę i znaczenie współczesnego rozpoznania radioelektronicznego określają: rosnące nasycenie nowoczesnych armii środkami radioelektronicznymi oraz cechy wyróżniające je spośród innych rodzajów rozpoznania. Do cech tych należy zaliczyć:

- zdobywanie informacji bez bezpośredniej styczności z przeciwnikiem (obiektem rozpoznania);
- możliwość natychmiastowego przenoszenia wysiłku rozpoznania z jednych obiektów na inne bez zmiany położenia sił i środków rozpoznania;
- prowadzenie rozpoznania na dużą głębokość (zasięg rozpo-

nienia ograniczają zasadzie warunki propagacji fal elektromagnetycznych);

- przechwytywanie wiadomości decyzyjnych przeciwnika, zanim zostaną one wprowadzone w życie;
- zapewnienie skrytości rozpoznania ze względu na bierny charakter pracy urządzeń rozpoznania radioelektronicznego.

Te cechy rozpoznania radioelektronicznego powodują, że jest ono jednym z najważniejszych rodzajów rozpoznania tak w czasie pokoju jak i działań bojowych.

Współczesne pole walki, charakteryzujące się dużą manewrowością wojsk, szybka zmiana sytuacji bojowej, powoduje znaczne zwiększenie wymagań w zakresie rozpoznania, w tym i rozpoznania radioelektronicznego, które powinno być: celowe, ciągłe, aktywne, terminowe, elastyczne, skryte, wiarygodne i dokładne.

Celowość rozpoznania radioelektronicznego polega na ścisłym podporządkowaniu podstawowych przedsięwzięć tego rozpoznania ogólnej koncepcji prowadzenia walki - decyzji dowódcy. Osiąga się ją poprzez prawidłowe określenie obiektów, rejonów i zadań rozpoznania na podstawie głębokiej znajomości sytuacji bojowej i radioelektronicznej.

Ciągłość rozpoznania radioelektronicznego polega na prowadzeniu rozpoznania pracujących środków radioelektronicznych przeciwnika o każdej porze doby, w każdych warunkach atmosferycznych, we wszystkich rodzajach działań bojowych.

Aktywność rozpoznania radioelektronicznego jest to uporczywe dążenie wszystkich elementów rozpoznania do zdobycia maksimum informacji rozpoznawczych poprzez wprowadzanie nowych doskonalszych sposobów zdobywania danych rozpoznawczych.

Terminowość rozpoznania radioelektronicznego jest to zdobywanie, opracowywanie i przekazywanie danych rozpoznawczych zainteresowanym sztabom w ustalonym terminie, co zapewnia wykluczenie czynnika zaskoczenia.

Elastyczność prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego polega na szybkim reagowaniu na zmiany w sytuacji bojowej i radioelektronicznej przez ciągłą aktualizację zadań i koncentrowanie głównego wysiłku na te obiekty, które mają zasadnicze znaczenie w działalności wojsk przeciwnika.

Skrytość rozpoznania radioelektronicznego polega na zachowaniu w tajemnicy wszystkich przedsięwzięć związanych z organizacją i prowadzeniem rozpoznania. Działania te nie powinny jednak wpłynąć ujemnie na ilość i jakość zdobywania danych przez elementy rozpoznania radioelektronicznego.

Wiarygodność danych z rozpoznania radioelektronicznego zapewnia się przez głęboką znajomość sytuacji radioelektronicznej, staranne analizowanie zdobytych danych i ich porównywanie z innymi źródłami informacji.

Dokładność określenia współrzędnych rozpoznawanych obiektów osiąga się przez wysoką efektywność namierzania radioelektronicznego, które uzależnione jest od możliwości technicznych urządzeń namierzających, ich rozmieszczenia w terenie, warunków propagacji fal radiowych oraz stopnia wyszkolenia załóg.

## 2. CECHY ROZPOZNAWCZE OBIEKTÓW I ŹRÓDEŁ ROZPOZNAWANIA RADIOELEKTRONICZNEGO

Obiektami rozpoznania radioelektronicznego w OP są oddziały, związki taktyczne lub operacyjne sił powietrznych państw obcych (potencjalnego przeciwnika), ich systemy dowodzenia i łączności, systemy obrony powietrznej, a także środki napadu powietrznego.

Źródłami rozpoznania radioelektronicznego są natomiast pracujące (aktywne) środki radioelektroniczne zabezpieczające działania tych sił, a przede wszystkim środki łączności radiowej KF i UKF (naziemne i pokładowe) oraz pokładowe systemy i środki radionawigacyjne i radiolokacyjne.

Cechami rozpoznawczymi obiektów i źródeł rozpoznania są wszystkie charakterystyczne zjawiska lub właściwości, które można wykryć za pomocą urządzeń rozpoznania radioelektronicznego. Posiadają one obiektywny charakter i wynikają z określonego sposobu i warunków ich wykorzystania, przynależności do kraju, rodzaju sił zbrojnych, rodzaju wojsk i organu dowodzenia, etatowego przydziału i właściwości pracy w systemach dowodzenia i kierowania środkami bojowymi.

Przyjęto dzielić je na dwie grupy: techniczne i operacyjno-taktyczne, które z kolei mogą być grupowe lub indywidualne.

Technicznymi cechami rozpoznawczymi są wszystkie właściwości urządzeń radioelektronicznych, wypływające z zasady ich pracy, związane z promieniowaną falą elektromagnetyczną. Umożliwiają one określenie typu i przeznaczenia urządzeń, ich przynależności do kraju, rodzaju wojsk, związków, oddziałów i pododdziałów oraz charakteru działalności obiektu, przy którym są rozmieszczone.

Do technicznych cech rozpoznawczych środków łączności radiowej zaliczamy:

- zakres wykorzystywanych częstotliwości roboczych nadajników;
- szerokość promieniowanego widma częstotliwości;
- stabilność częstotliwości nadajników;
- rodzaj modulacji;
- rodzaj pracy;
- strukturę widma emisji;
- stosowane kody telegraficzne;
- szybkość telegraficzna.

Do technicznych cech rozpoznawczych środków radiolokacyjnych zaliczamy:

- częstotliwość robocza (nośna);
- częstotliwość powtarzania impulsów;
- czas trwania impulsów;
- czas trwania serii impulsów;

- prędkość obrotów anten;
- rodzaj pracy.

Operacyjno-taktyczne cechy rozpoznawcze są związane z zasadami organizacji i sposobami wykorzystania środków (systemów) radioelektronicznych. Na ich podstawie można wnioskować o składzie, ugrupowaniu, działaniu i zamierzeniach przeciwnika.

Do operacyjno-taktycznych cech rozpoznawczych w łączności radiowej zaliczamy:

- zasady wymiany radiowej;
- intensywność pracy środków radiowych;
- treść wymienianej korespondencji;
- ilość radiostacji i ich położenie.

Do operacyjno-taktycznych cech rozpoznawczych środków radiolokacyjnych zaliczamy:

- sposób pracy środków radiolokacyjnych;
- ilość środków radiolokacyjnych;
- miejsce znajdowania się środków radiolokacyjnych;
- zmiany położenia stacji.

Na podstawie analizy cech rozpoznawczych źródeł rozpoznania i przekazywanych przez nie informacji ustala się ich wartość rozpoznawczą, w celu określenia sposobu ich rozpoznawania. Źródła o najwyższej wartości rozpoznawczej przekazuje się do ciągłego przechwytywania nadawanych przez nie informacji. Źródła o niższej wartości rozpoznawczej śledzi się okresowo, a jeżeli nie warunkują wykonania zasadniczych zadań rozpoznawczych, całkowicie się z nich rezygnuje.

### 3. CELE I ZADANIA ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO W SYSTEMIE OP

Realizacja zasadniczych funkcji i zadań rozpoznania w obronie powietrznej nie jest możliwa bez udziału sił i środków rozpoznania radioelektronicznego. Podstawowym elementem, niezbędnym w realizacji funkcji informowania o działaniach SNP w celu ich niszczenia, są sprzedające informacje o przeciwniku powietrznym

zdobywane przez siły rozpoznania radioelektronicznego OP. Rola jaką pełni rozpoznanie radioelektroniczne w systemie rozpoznania OP wyznacza mu cel jego istnienia (działania) i zadania (funkcje) zapewniające osiągnięcie tego celu.

Celem działania systemu rozpoznania OP jest zdobywanie informacji o przeciwniku powietrznym, niezbędnych do racjonalnego przygotowania i prowadzenia z nim walki w interesie obrony powietrznej nakazanych obiektów.

Zasadniczym zadaniem systemu rozpoznania OP jest ciągłe udostępnianie lub przekazywanie terminowej, dokładnej i wiarygodnej informacji o działaniach przeciwnika powietrznego zainteresowanym decydom obrony powietrznej RP.

Zadanie to realizowane jest poprzez:

- śledzenie działalności szkoleniowej w siłach zbrojnych potencjalnego przeciwnika;
- uprzedzanie systemu OP o przygotowaniach przeciwnika powietrznego do działań wojennych i działaniach bojowych na dalekich podejściach do granic RP;
- wykrywanie i ciągłe śledzenie oraz określanie charakterystyki wszystkich obiektów powietrznych znajdujących się na podejściach i nad całym obszarem RP;
- udostępnianie lub przekazywanie zdobytej i opracowanej informacji o obiektach powietrznych decydom obrony powietrznej.

Znaczącą rolę w wypełnianiu zadań stawianych systemowi rozpoznania OP odgrywa rozpoznanie radioelektroniczne.

Celem działania pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego OP jest zdobywanie uprzedzających informacji o działaniach przeciwnika powietrznego, niezbędnych do racjonalnego przygotowania i prowadzenia z nim walki.

Zasadniczym zadaniem rozpoznania radioelektronicznego w OP jest ciągłe dostarczanie systemowi OP uprzedzającej, terminowej, dokładnej i wiarygodnej informacji o działalności przeciwnika powietrznego na dalekich podejściach do granic rejonu obrony RP

oraz ciągle informowanie o działalności szkoleniowej, przygotowaniach do działań wojennych i działalności bojowej przeciwnika w strefie rozpoznania radioelektronicznego.

Zadanie to pododdziały rozpoznania radioelektronicznego OP realizują wykonując szereg zadań szczegółowych, które można podzielić na dwie grupy. Pierwsza z nich odnosi się do zadań związanych z rozpoznaniem sytuacji radioelektronicznej, druga zaś - to zadania związane ze zdobywaniem informacji o sytuacji operacyjnej w siłach powietrznych rozpoznawanego przeciwnika.

Grupa zadań związanych z rozpoznaniem sytuacji radioelektronicznej obejmuje między innymi:

- ustalanie miejsc rozmieszczenia ważnych dla systemu OP źródeł rozpoznania oraz określanie ich podstawowych parametrów technicznych - dotyczy to przede wszystkim systemów dowodzenia (powietrznych i naziemnych), systemów wykrywania i naprowadzania oraz rozpoznawczo-uderzeniowych, a także pokładowych systemów radiolokacyjnych przeznaczonych do obserwacji pola walki i kierowania uzbrojeniem;

- analizę charakterystyk czasowych i częstotliwościowych sygnałów radiowych i radiolokacyjnych, w celu ustalenia typów radiostacji i stacji radiolokacyjnych oraz identyfikacji poszczególnych egzemplarzy tych środków;

- ustalanie zmian w organizacji systemów dowodzenia, kierowania i łączności radiowej w siłach zbrojnych przeciwnika.

Do grupy zadań związanych z rozpoznaniem sytuacji operacyjnej między innymi należy:

- ustalanie struktury systemów alarmowych, sposobów osiągania WSGB, przeprowadzania mobilizacji oraz innych symptomów świadczących o przechodzeniu sił zbrojnych ze stanu pokojowego w wojenny;

- określanie dyslokacji związków taktycznych i oddziałów sił zbrojnych, a szczególnie sił powietrznych, ze zwróceniem uwagi na rozmieszczenie nosicieli broni jądrowej;

- ustalanie sposobów wzmocnienia i narastania liczby SNP, a także wykonywania przerzutów sił zbrojnych w rozpoznawany rejon;

- śledzenie liczebności dyżurnych sił i środków napadu powietrznego;

- określanie rejonów dyzuruwania samolotów systemów wczesnego wykrywania i naprowadzania oraz systemów rozpoznawczo-uderzeniowych;

- ustalanie zasad współdziałania lotnictwa taktycznego przeciwnika z jego siłami lądowymi;

- śledzenie działalności szkoleniowej (ćwiczeń, manewrów) w siłach zbrojnych przeciwnika;

- wykrywanie i ustalanie symptomów przygotowań do wykonania uderzeń z powietrza;

- natychmiastowe uprzedzanie systemu OP o zbliżaniu się SNP do granic państwowych;

- śledzenie działalności SNP w nalotach, w tym szczególnie samolotów systemów wczesnego wykrywania i naprowadzania, powietrznych SD, samolotów stosujących zakłócenia radioelektroniczne itp.

#### 4. JEDNOSTKI RADIOELEKTRONICZNE OP

Rozpoznanie radioelektroniczne dla potrzeb obrony powietrznej realizowane jest przez ośrodek radioelektroniczny, podległy bezpośrednio dowództwu WLOP, zajmujący się rozpoznaniem i zakłóceniami radiowymi w zakresie fal krótkich oraz rozpoznaniem łączności satelitarnej, a także bataliony radioelektroniczne, wchodzące w skład korpusów OP, prowadzące rozpoznanie i zakłócanie w zakresie fal ultrakrótkich. Pododdziały te wyposażone są w radiowe urządzenia odbiorcze, namierzające oraz zakłócające zakresu fal krótkich i ultrakrótkich, a także stacje rozpoznania i zakłóceń pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych<sup>1/</sup>.

---

<sup>1/</sup>Ogólna charakterystyka podstawowego sprzętu rozpoznania radioelektronicznego zawiera instrukcja DW OPK "Podstawowe dane taktyczno-techniczne, możliwości i zasady wykorzystania sprzętu rozpoznania radioelektronicznego", Warszawa 1984r.

#### 4.1. Struktura organizacyjna.

Struktura organizacyjna jednostek radioelektronicznych może być różna i zależy od rodzaju wykonywanych zadań oraz wyposażenia w zasadniczy sprzęt rozpoznania i zakłóceń. W skład jednostek radioelektronicznych wchodzi: radiowe centra odbiorcze KF lub UKF (RCO KF lub UKF), grupy analizy danych (GAD) i grupy analizy techniczno-operacyjnej (GATO), posterunki namierzania radiowego KF (PNR KF), posterunki radioelektroniczne UKF (Pre UKF) oraz stanowiska dowodzenia (SD), połączone siecią łączności przewodowej, radiowej i radioliniowej (rys.1).

Radiowe centra odbiorcze przeznaczone są do poszukiwania, przechwytywania lub śledzenia pracy środków radiowych KF i UKF przeciwnika oraz sterowania naniernikami radiowymi (bezpośrednio lub poprzez stanowiska kierowania namierzaniem). Wyposażone są w odbiorniki radiowe i ruchome aparatownie radioodbiornicze, urządzenia rejestrujące (magnetofony, dalekopisy, fototelegrafy) oraz urządzenia pomocnicze (przystawki panoramiczne, analizatory, itp.). Do zasadniczych zadań RCO należy: ciągłe poszukiwanie i wykrywanie pracy środków radiowych przeciwnika w przydzielonych zakresach częstotliwości; przechwytywanie i rejestrowanie informacji przekazywanych w rozpoznawanych sieciach i kierunkach radiowych przeciwnika; wstępne analizowanie i opracowywanie przechwyconych informacji w celu ustalenia ich ważności i kolejności przekazywania do stanowisk dowodzenia; przekazywanie komend (telefonicznie lub w sposób zautomatyzowany) posterunkom namierzania radiowego.

Grupy analizy techniczno-operacyjnej przeznaczone są do określania parametrów technicznych rozpoznawanych środków radioelektronicznych przeciwnika oraz ustalania zmian zachodzących w pracy tych środków, dotyczących stosowania nowych rodzajów emisji radiowych, nowych sposobów ich przekazywania oraz nieznanymi sposobami utajniania przesyłanych informacji. Grupy te wyposażone są w sprzęt radioelektroniczny, umożliwiający odbiór różnych rodzajów emisji radiowych stosowanych przez przeciwnika,



urządzenia pomiarowe oraz urządzenia automatyzacji procesów rozpoznania radioelektronicznego (MILION A,B,C, PANORAMA itp.)<sup>2/</sup>.

Posterunki namierzania radiowego KF przeznaczone są do namierzania radiowego naziemnych i pokładowych (samolotowych) radiostacji przeciwnika wykrytych przez operatorów stanowisk odbiorczych RCO. Wyposażone są w namierniki radiowe zakresu KF typu R-359M (ze stojakiem namierzania REV-259). Do podstawowych zadań tych posterunków należy wykonywanie namiarów na pracujące radiostacje przeciwnika w sposób zautomatyzowany (w systemie NASTURCJA) lub niezautomatyzowany (na komendę i według wcześniej postawionych zadań).

Posterunki radioelektroniczne UKF przeznaczone są do prowadzenia namierzania i zakłócania radiowego pokładowych radiostacji UKF przeciwnika, wykrytych przez operatorów stanowisk odbiorczych RCO oraz do wykrywania, namierzania, zakłócania i określania parametrów technicznych pokładowych systemów i środków radiolokacyjnych i radionawigacyjnych. Posterunki te wyposażone są w namierniki radiowe UKF typu JU-70, stacje zakłóceń radiowych UKF typu R-834p, stacje rozpoznania pokładowych SRL typu POST-3M z mikrokomputerowym klasyfikatorem i identyfikatorem sygnałów radiolokacyjnych typu ASYR oraz stacje zakłóceń radiolokacyjnych typów SPO-8M, SPN-30, SPN-40.

Grupy analizy danych przeznaczone są do prowadzenia analizy i oceny zdobytych danych i informacji rozpoznawczych, napływających ze stanowisk rozpoznawczych oraz współdziałających jednostek, a także opracowywania na tej podstawie meldunków, sprawozdań i analiz dotyczących sytuacji operacyjno-taktycznej i radioelektronicznej w rozpoznawanych siłach zbrojnych (powietrznych) przeciwnika. Ponadto grupy te biorą aktywny udział w organizacji, planowaniu i kierowaniu rozpoznaniem radioelektronicznym.

Stanowiska dowodzenia są podstawowymi ogniwami zabezpieczającymi ciągłe prowadzenia pracy bojowej przez siły i środki rozpoznania i zakłóceń radioelektronicznych. Dysponują one

---

<sup>2/</sup> Poradnik oficera rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK, wyd. DWOPK, Warszawa 1990r., s. 120-124.

urządzeniami służącymi do zbioru, zobrazowania i przekazywania informacji rozpoznawczych o sytuacji operacyjno-taktycznej i radioelektronicznej. Na wszystkich stanowiskach dowodzenia pełnione są całodobowe dyżury bojowe.

#### 4.2 Struktura przestrzenna.

Struktura przestrzenna jednostek radioelektronicznych OP to rozmieszczenie sił i środków tych jednostek w określonym rejonie, w ustalonych odstępach i odległościach, w celu prowadzenia działań bojowych zgodnie z otrzymanym zadaniem.

Na strukturę przestrzenną jednostek radioelektronicznych OP składają się zasadnicze i zapasowe stanowiska dowodzenia, ugrupowania bojowe ośrodka radioelektronicznego, batalionów radioelektronicznych, a w nich kompanie rozpoznania i zakłóceń radioelektronicznych.

Sposób rozmieszczenia pododdziałów rozpoznania radioelektronicznych w określonym rejonie zależy w głównej mierze od takich czynników, jak: charakter prognozowanych działań przeciwnika i wojsk własnych; sytuacja operacyjno-taktyczna i wynikająca z niej sytuacja radioelektroniczna; zadanie bojowe, a w nim nakazany pas (strefa) rozpoznania wraz z dolną granicą strefy rozpoznania radioelektronicznego UKF; warunki terenowe; warunki propagacji fal radiowych.

Struktura przestrzenna jednostek radioelektronicznych powinna zapewnić: ① możliwość rozpoznania przeciwnika na maksymalną głębokość; ② możliwość koncentracji wysiłku rozpoznania i zakłóceń na wybranym kierunku i przenoszenia go na inne, bez konieczności zmiany ugrupowania bojowego pododdziałów; ③ możliwość maksymalnego wykorzystania sprzętu i właściwości terenu; ④ dobre warunki realizacji współdziałania z pododdziałami innych rodzajów rozpoznania; ⑤ eliminację zakłóceń przez inne źródła promieniowania energii elektromagnetycznej.

Zgodnie z dotychczas wypracowanymi zasadami, poszczególne elementy jednostek radioelektronicznych rozmieszcza się w ugrupowaniu bojowym Wojsk Lotniczych i OP w następujący sposób. Stanowisko dowodzenia ośrodka radioelektronicznego wraz z GAD,

RCO, GATO, kompaniami rozpoznania i zakłóceń radiowych KF rozmieszcza się w odległości do 50 km od GSD WLOP. Stanowiska dowodzenia poszczególnych batalionów : kompanii radioelektronicznych wraz z RCO i GAD rozwija się w środku ugrupowania tych pododdziałów. Zapasowe stanowiska dowodzenia jednostek radioelektronicznych rozmieszcza się w odległości 10-20 km od stanowisk zasadniczych.

Warunki rozprzestrzeniania się fal radiowych zakresu KF powodują powstawanie w odległości od 80 do 300 km od nadajników radiowych tzw. "strefy ciszy radiowej". Dlatego też, niecelowe jest rozmieszczanie urządzeń rozpoznawczych w tej strefie.

Zasady rozprzestrzeniania się fal radiowych UKF stawiają warunek bezpośredniej widzialności anten urządzeń nadawczych i odbiorczych. Dlatego też, na sposób ugrupowania środków rozpoznania radioelektronicznego tego zakresu częstotliwości zasadniczy wpływ ma prognozowana wysokość lotu rozpoznawanych SNP, od której zależy wielkość zasięgu rozpoznania radioelektronicznego UKF, wyrażana wzorem:

$$R_o = 4.12 (\sqrt{H_c} + \sqrt{h_a})$$

4.1

gdzie:

$H_c$  - wysokość lotu SNP;

$h_a$  - wysokość anten urządzeń rozpoznawczych;

4.12 - współczynnik refrakcji.

Biorąc pod uwagę powyższe czynniki, pododdziały nasłuchu i namierzania radiowego KF rozmieszcza się w odległości ponad 300 km od rozpoznawanych radiostacji KF przeciwnika. Ponadto odległość pomiędzy posterunkami namierzania radiowego KF, wykonującymi to samo zadanie, powinna być jak największa, aby strefa namierzania, którą tworzą te namierniki, obejmowała swym zasięgiem jak największe rejony rozmieszczenia radiostacji przeciwnika.

Pododdziały radioelektroniczne UKF rozmieszcza się w rejonach obrony korpusów OP, w skład których wchodzi, wzdłuż granicy państwowej lub wybrzeża, na zasadniczych kierunkach

300-500 m w lot  
100-300 m

spodziewanego działania SNP. Radiowe centra odbiorcze UKF powinny się rozmieszczać w odstępach między sobą równych zasięgowi rozpoznania radioelektronicznego dla prognozowanej wysokości lotu SNP, zaś posterunki namierzania radiowego UKF i rozpoznania pokładowych SRL - w odstępach równych połowie tego zasięgu.

Takie ugrupowanie pododdziałów radioelektronicznych UKF zapewnia uzyskanie ciągłej i głębokiej strefy rozpoznania, przy jednoczesnym zachowaniu warunku racjonalnego wykorzystania posiadanych sił i środków.

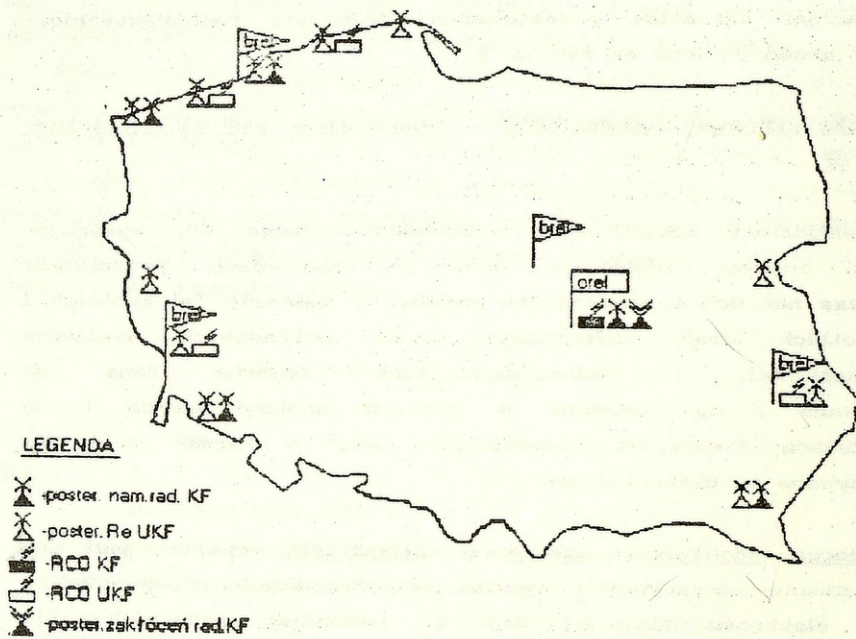
Wariant struktury przestrzennej jednostek radioelektronicznych OP przedstawiono na rys. nr 2.

#### 4.3 Funkcjonowanie pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego OP.

Pododdziały rozpoznania radioelektronicznego OP, wykonując zadania bojowe, zdobywają dane o działaniach przeciwnika prowadząc nasłuch i namierzanie radiowe w zakresie fal krótkich i ultrakrótkich oraz rozpoznanie pracy pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych. Zdobyte dane są analizowane i opracowywane w grupach analizy danych i na stanowiskach dowodzenia pododdziałów, skąd w formie meldunków przekazywane są użytkownikom.

Proces zdobywania danych o przeciwniku oparty jest na wykorzystaniu obiektywnych zjawisk towarzyszących promieniowaniu energii elektromagnetycznej. Daje to możliwość: przechwytywania emisji środków radioelektronicznych przeciwnika; ustalenia miejsc rozmieszczenia tych środków, a na podstawie występujących w przechwytywanych emisjach cech rozpoznawczych i informacji, określania przynależności, przeznaczenia (typu) pracujących środków radioelektronicznych oraz charakteru działań przeciwnika.

Realizacja procesu zdobywania danych o pracujących środkach i systemach radioelektronicznych przeciwnika odbywa się poprzez poszukiwanie, przechwytywanie, śledzenie i namierzanie.



**Rys.1** Struktura przestrzenna jednostek radioelektronicznych OP [warianł]

Poszukiwanie polega na wykrywaniu środków radioelektronicznych przeciwnika - źródeł rozpoznania, pracujących w strefie rozpoznania pododdziałów radioelektronicznych OP, określaniu ich parametrów techniczno-operacyjnych i wartości rozpoznawczej dla nadania im stopnia ważności w dalszym procesie rozpoznania. Wykrycie pracy środków radioelektronicznych przeciwnika, wykorzystujących szeroki zakres częstotliwości i stosujących różne, często zmienne rodzaje nadawań, wymaga znajomości ich cech rozpoznawczych. Znajomość tych cech, szczególnie takich jak: zakres częstotliwości, rodzaj nadawania (emisji), struktura sygnałów rozpoznawczych, zasady pracy i wymiany radiowej oraz indywidualne cechy techniczno-operacyjne źródeł rozpoznania, umożliwia szybkie określenie ich przynależności i przeznaczenia.

Poszukiwanie źródeł rozpoznania prowadzone jest w częstotliwości, kierunku lub jednocześnie w częstotliwości i kierunku. Poszukiwanie w częstotliwości polega na przestrajaniu urządzeń odbiorczych w zadanym paśmie częstotliwości i wykrywaniu tych częstotliwości, na których pracują interesujące nas źródła rozpoznania. Poszukiwanie w kierunku realizowane jest poprzez zmianę położenia anten urządzeń rozpoznawczych, które mają charakterystykę kierunkową, w celu wykrycia środków radioelektronicznych przeciwnika.

Wykryte źródła rozpoznania, w zależności od wartości rozpoznawczej, są przechwytywane lub śledzone.

Przechwytywanie polega na ciągłym odbiorze nadawań (emisji) wykrytych źródeł rozpoznania i rejestracji (utrwalaniu) zawartych w nich informacji. Przechwytywaniu podlegają emisje tych źródeł rozpoznania, które w danej sytuacji operacyjno-taktycznej i radioelektronicznej przekazują ważne informacje i pozwalają na wykonanie głównych zadań rozpoznawczych.

Śledzenie polega na okresowym sprawdzaniu pracy rozpoznawanych środków radioelektronicznych przeciwnika, których wartość rozpoznawcza w danej sytuacji bojowej ma charakter drugorzędny. Jest ono realizowane poprzez okresowe przestrajanie urządzeń rozpoznawczych na ustaloną częstotliwość pracy źródła rozpoznania oraz krótkotrwałą rejestrację jego emisji w celu sprawdzenia (potwierdzenia) danych posiadanych o tym źródle.

Namierzanie polega na lokalizacji (umiejscowieniu) źródeł rozpoznania. Prowadzi się je przynajmniej dwoma urządzeniami namierzającymi rozwiniętymi w terenie w określonej odległości od siebie, zwanej podstawą (baza) namierzania.

Namierzanie może być prowadzone trzema sposobami: automatycznie, na komendę i według zadań stałych.

Namierzanie automatyczne polega na jednoczesnym określeniu namiarów na źródło rozpoznania przez wszystkie urządzenia namierzające, nastrojone na częstotliwość pracy źródła rozpoznania w sposób automatyczny z wykorzystaniem EMC.

Namierzanie na komendę polega na określeniu azymutów na źródło rozpoznania przez wszystkie urządzenia namierzające, po otrzymaniu zadania (komendy) ze stanowiska kierowania, namierzaniem lub bezpośrednio ze stanowiska rozpoznawczego.

Namierzanie według zadań stałych polega na określaniu namiarów na źródła rozpoznania przez urządzenia namierzające zgodnie z wcześniej opracowanym harmonogramem (zadaniem).

W pododdziałach radioelektronicznych OP poszukiwanie, przechwyt i śledzenie radiowe (nasłuch radiowy) w zakresie KF i UKF prowadzone są przez operatorów radiowych centrów odbiorczych. W zależności od zaistniałej sytuacji operacyjno-taktycznej i radioelektronicznej w rozpoznawanych siłach powietrznych przeciwnika, w RCO organizuje się od 40 do 80 stanowisk odbiorczych zakresu KF i od 20 do 30 stanowisk zakresu UKF.

Poszukiwanie, śledzenie i namierzanie pracujących pokładowych środków radiolokacyjnych i radionawigacyjnych przeciwnika oraz namierzanie radiowe UKF realizowane jest przez kompanijne podsystemy namierzania radiowego UKF i rozpoznania pokładowych RLS. Podsystemy te składają się z 2-4 posterunków wyposażonych w stacje rozpoznania POST-3M (perspektywicznie w stacje TAMARA) i namierniki radiowe UKF - JU-70, które w zależności od zaistniałej sytuacji, pełnią dyżury bojowe w gotowości nr 1, 2 lub 3. Praca bojowa tych podsystemów kierują zmiany dyżurne kompanijnych stanowisk dowodzenia.

Namierzanie radiowe w zakresie fal krótkich realizowane jest przez zautomatyzowany system namierzania NASTURCJA, składający się między innymi z: 5-6 odpowiednio ugrupowanych posterunków

namierzenia radiowego KF, wyposażonych w namierniki R-359M. Całością procesów związanych z namierzaniem radiowym KF kieruje zmiana dyżurna stanowiska kierowania namierzaniem, rozwiniętego przy SD ośrodka radioelektronicznego, wyposażonego w środki zobrazowania wyników namierzenia i EMC.

Proces analizy i opracowania zdobytych danych rozpoznawczych realizowany jest w pododdziałach radioelektronicznych praktycznie przez wszystkie elementy bezpośrednio zaangażowane w prace bojowa.

Treścią analizy są wszystkie charakterystyczne zjawiska i właściwości towarzyszące promieniowaniu energii elektromagnetycznej przez środki radioelektroniczne przeciwnika, które można wykryć za pomocą urządzeń rozpoznawczych.

Na stanowiskach nasłuchu radiowego analizuje się: częstotliwość i czas pracy rozpoznawanych sieci i kierunków radiowych oraz ich skład; treść korespondencji radiowej; sygnały rozpoznawcze radiostacji; parametry techniczne przechwyconych emisji radiowych; skróty i znaki służbowe używane w korespondencji radiowej i ich znaczenie. Ponadto określa się: intensywność pracy radiostacji; zmiany zachodzące w zasadach prowadzenia korespondencji radiowej; zajętość rozpoznawanych pasm częstotliwości; indywidualne cechy rozpoznawcze nadajników radiowych oraz operatorów je obsługujących, a także prawdopodobną przynależność radiostacji do określonych obiektów rozpoznania.

Na stanowiskach rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych analizuje się parametry techniczne sygnałów rozpoznawanych środków radioelektronicznych i określa azymut na pracujące źródła rozpoznania, czas dokonania namiaru, typ rozpoznawanych urządzeń radioelektronicznych oraz prawdopodobny typ nośnika (SNP), na którym one się znajdują.

Na stanowiskach namierzenia radiowego analizuje się wyniki uzyskane w procesie namierzenia, a uwzględniając błędy namierzenia wnoszone przez namierniki radiowe, określa się azymut (namiar) na pracujące radiostacje przeciwnika.

W grupie (sekcji) analizy techniczno-operacyjnej szczegółowej analizie poddaje się: częstotliwość nośna źródeł rozpoznania,

szerokość promieniowanego widma częstotliwości, stabilność częstotliwości nadajników, rodzaj ich pracy, strukturę widma emisji, stosowane systemy i kody telegraficzne oraz szybkość telegrafowania, co pozwala na określenie typu, charakterystyk i przeznaczenia źródeł rozpoznania, ich przynależności do określonych obiektów rozpoznania i charakteru ich działań.

Na stanowiskach dowodzenia i w grupach analizy danych analizie podlegają dane zdobyte i przekazane przez operatorów RCO, namierników radiowych, stacji rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych.

Ze zdobytych w procesie rozpoznania radioelektronicznego danych rozpoznawczych tylko treść jawnej korespondencji przekazywanej przez środki łączności radiowej przeciwnika zawiera informacje bezpośrednio charakteryzujące jego działalność bojową. Pozostałe dane dotyczą przede wszystkim charakteru pracy, miejsca znajdowania się i sposobów wykorzystania systemów i środków radioelektronicznych przeciwnika. Wymagają one szczegółowej analizy, w celu uzyskania informacji rozpoznawczych o charakterze operacyjno-taktycznym.

W procesie analizy zdobytych danych rozpoznawczych ustala się przynależność rozpoznawanych źródeł do odpowiednich systemów radioelektronicznych i obiektów rozpoznania, ich miejsce i skład, przeznaczenie i rolę jaką spełniają w tych systemach, a także ich charakterystykę operacyjno-techniczną.

Rezultatem przeprowadzonej analizy są wnioski dotyczące składu bojowego, ugrupowania i działalności przeciwnika w rozpoznawanych rejonach. Wnioski te uzupełnione danymi uzyskanymi w ramach współdziałania w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP (JSRR WP) i systemie OP, stanowią podstawę do opracowania meldunków i sprawozdań przesyłanych użytkownikom. Są one przedmiotem procesu informowania o działalności przeciwnika w strefie rozpoznania pododdziałów radioelektronicznych.

Proces informowania o działalności przeciwnika realizowany jest przez osoby funkcyjne stanowisk dowodzenia. W czasie pełnienia dyżuru bojowego przekazują one użytkownikom informacje o działalności przeciwnika w formie telefonicznych lub telegraficznych meldunków (Informacji) bieżących i okresowych.

Zmiany dyżurne stanowisk dowodzenia kompanii radioelektronicznych zdobyte dane rozpoznawcze, po ich przeanalizowaniu i opracowaniu, przekazują w formie meldunków bieżących o działalności przeciwnika (sytuacji operacyjno-taktycznej lub radioelektronicznej) do najbliższego połączonego stanowiska dowodzenia OP (PłSD) oraz stanowiska dowodzenia batalionu radioelektronicznego.

Informacje przekazywane do PłSD mogą zawierać: czas wykrycia SNP, ich typ, przynależność państwowa i organizacyjna, położenie lub kierunek, z którego należy oczekiwać ich wejścia w strefę wykrywania WRT, a także parametry pracy pokładowych urządzeń radioelektronicznych przeciwnika dla potrzeb pododdziałów WRe.

Informacje przekazywane z SD krel do SD brel najczęściej zawierają te same dane, które przekazywane są do PłSD, a ponadto mogą zawierać dodatkowe informacje dotyczące: trasy lotu SNP według danych z treści korespondencji radiowej załóg samolotów przeciwnika; elementów dowodzenia siłami powietrznymi, z którymi załogi samolotów nawiązywały korespondencje radiowa; czasu pracy urządzeń radioelektronicznych itp.

Ze stanowisk dowodzenia batalionów radioelektronicznych zmiany dyżurne przekazują informacje bieżące o działaniach przeciwnika do stanowisk dowodzenia korpusów OP, w rejonie których są ugrupowane oraz do SD ośrodka radioelektronicznego OP.

Informacje przekazywane do SD KOP mogą zawierać takie dane o działaniach przeciwnika jak: czas wykrycia i typ SNP, ich przynależność państwowa i organizacyjna oraz położenie, wysokość i przypuszczalna trasa lotu; rodzaj wykonywanego zadania, a także aktualne dane o gotowości bojowej sił powietrznych przeciwnika.

Informacje przekazywane z SD brel do SD ośrodka radioelektronicznego OP dotyczą tej samej grupy danych, które są przekazywane do SD KOP, lecz są bardziej szczegółowe. Zawierają dodatkowo dane dotyczące zmian i odstępstw od ustalonych reżimów pracy w systemach łączności oraz systemach radiolokacyjnych i radionawigacyjnych, a także dane o nowo wykrytych źródłach zdobywania informacji.

Zmiany dyżurne SD ośrodka radioelektronicznego OP informacje rozpoznawcze przekazują do centralnego stanowiska dowodzenia WLOP

(CSD WLOP) oraz stanowiska koordynacji jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP (JSRR WP).

Informacje bieżące przekazywane do CSD WLOP mogą zawierać dane dotyczące: rozpoczęcia i zakończenia lotów samolotów lotnictwa rozpoznawczego, działalności lotnictwa taktycznego w rozpoznawanych strefach, rozpoczęcia i zakończenia rejsów okrętów rozpoznawczych przeciwnika oraz rozpoczęcia i zakończenia ćwiczeń prowadzonych w jego siłach zbrojnych.

Do stanowiska koordynacji JSRR WP zmiany dyżurne SD ośrodka radioelektronicznego OP przekazują na bieżąco te same informacje, które przekazywane są do CSD WLOP, a ponadto: sygnały alarmowe, wprowadzające w siłach zbrojnych przeciwnika wyższe stopnie i stany gotowości bojowej; symptomy wskazujące na przygotowania do użycia broni jądrowej; zmian i odstępstw od ustalonych reżimów pracy w systemach łączności przeciwnika.

Poza informacjami bieżącymi przekazywanymi ze stanowisk dowodzenia podsystemu rozpoznania radioelektronicznego, we wszystkich relacjach informowania, z wyłączeniem relacji SD krrel - PiSD, przekazywane są meldunki dobowe. Zawierają one zbiorcze informacje o sytuacji operacyjno-taktycznej i radioelektronicznej w rozpoznawanych siłach zbrojnych przeciwnika.

W pododdziałach radioelektronicznych OP przesyłanie informacji, we wszystkich relacjach informowania, odbywa się sposobem nieautomatyzowanym z wykorzystaniem środków łączności radiowej, radiolinowej i przewodowej.

##### 5. MOŻLIWOŚCI BOJOWE PODODDZIAŁÓW ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO OP

Zasadniczym zadaniem pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego OP jest uprzedzenie systemu obrony powietrznej o działaniach przeciwnika na dalekich podejściach do bronionych obiektów, przed strefą rozpoznania radiolokacyjnego lub wzrokowo-technicznego.

Z tak sformułowanego zadania można wysnuć wniosek, że możliwości pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego w zakresie

terminowości informacji o przeciwniku powietrznym są większe od analogicznych możliwości pododdziałów rozpoznania radiolokacyjnego i wzrokowo-technicznego. Jednakże, aby jednostki rozpoznania radioelektronicznego mogły zdobyć jakąkolwiek informację o działaniach przeciwnika powietrznego, środki radioelektroniczne przeciwnika muszą emitować energię elektromagnetyczną. A zatem, podstawowymi czynnikami mającymi wpływ na możliwości pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego w zakresie terminowości informacji są: intensywność i czas pracy środków radioelektronicznych przeciwnika, na które nie mamy żadnego wpływu; parametry taktyczno-techniczne środków rozpoznania radioelektronicznego oraz systemu zbioru, opracowania i zobrazowania informacji; sposób ugrupowania pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego; warunki terenowe; warunki propagacji fal elektromagnetycznych, stopień wyszkolenia załóg i osób funkcyjnych, a także wysokość lotu ŚNP z zainstalowanymi środkami radioelektronicznymi, pracującymi w zakresie fal ultrakrótkich.

#### 5.1 Terminowość informacji.

Wskaźnikiem terminowości informacji o przeciwniku powietrznym uzyskanych przez siły i środki rozpoznania radioelektronicznego jest zasięg strefy rozpoznania radioelektronicznego, określany w stosunku do broniomych obiektów ( $D_{inf_{Rrel}}$ ) według zależności:

$$D_{inf_{Rrel}} = \max ( R_{S_0^{KF}}, R_{S_N^{KF}}, R_{S_0^{UKF}}, R_{S_N^{UKF}}, R_{S_R^{SRL}} ) \pm \Delta d + v_c t_R \quad 5.1$$

- gdzie: -  $R_{S_0^{KF}}$  - zasięg strefy nasłuchu radiowego KF;  
 -  $R_{S_N^{KF}}$  - zasięg strefy namierzania radiowego KF;  
 -  $R_{S_0^{UKF}}$  - zasięg strefy nasłuchu radiowego UKF;  
 -  $R_{S_N^{UKF}}$  - zasięg strefy namierzania radiowego UKF;

- $R_{SR}^{SRL}$  - zasięg strefy rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych;
- $\Delta d$  - odległość posterunków rozpoznania radioelektronicznego od bronionych obiektów;
- $t_R$  - czas potrzebny na opracowanie i przekazanie informacji z rozpoznania radioelektronicznego;
- $V_c$  - prędkość lotu celu.

Strefa rozpoznania radioelektronicznego to przestrzeń, w granicach której siły i środki rozpoznania radioelektronicznego wykrywają pracę i lokalizują (namierzają) urządzenia radioelektroniczne przeciwnika z wymaganym prawdopodobieństwem oraz określają ich charakterystykę.

Strefę rozpoznania radioelektronicznego systemu OP ( $S_{RRe}^{OP}$ ) tworzą: strefa nasłuchu radiowego KF, strefa namierzania radiowego KF, strefa nasłuchu radiowego UKF, strefa namierzania radiowego UKF oraz strefa rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych. Można ją przedstawić w postaci następującego wektora:

$$S_{RRe}^{OP} = / S_0^{KF}, S_N^{KF}, S_0^{UKF}, S_N^{UKF}, S_R^{SRL} / \quad 5.2$$

Strefa nasłuchu radiowego KF jest to przestrzeń, w granicach której natężenie pola sygnału rozpoznawanej radiostacji ( $E_s$ ) w punkcie odbioru jest większe od natężenia pola zakłóceń ( $E_z$ ) w tym punkcie o określoną wymogami jakości informacji rozpoznawczej wartość współczynnika ochrony (K).

$$\frac{E_s}{E_z} \geq K \quad \text{lub} \quad E_s \geq K E_z \quad 5.3$$

Natężenie pola sygnału ( $E_s$ ) rozpoznawanej radiostacji w miejscu odbioru (przy odbiorze fali przyziemnej) określa się następująco:

pująca zależnościami:

$$E_s = q \frac{\sqrt{P_{pr}}}{d} A \quad /d, e, \delta/ \quad ; \quad \frac{\mu V}{m} \quad 5.4$$

gdzie:  $q$  - współczynnik zależny od długości i kształtu anteny  
(dla dipola  $q=300$ );

$P_{pr}$  - moc promieniowania (KW);  $P_{pr} = P_a \eta_a$ ;

$A$  - współczynnik tłumienia fali przez ziemię;

$P_a$  - moc nadajnika w antenie;

$\eta_a$  - sprawność anteny.

lub

$$E_s = E_s^{(1)} \sqrt{P_a \eta_a} \quad 5.5$$

gdzie:  $E_s^{(1)}$  - wartość jednostkowego natężenia pola od nadajnika

o mocy 1 KW - określana w nomogramach<sup>3/</sup>;

$P_a$  - moc nadajnika w antenie;

$\eta_a$  - sprawność anteny.

Natężenie pola sygnału ( $E_s$ ) rozpoznawanej radiostacji w miejscu odbioru (przy odbiorze fali jonosferycznej) określa się następującą zależnością:

$$E_s = E_o e^{-\Gamma} \quad 5.6$$

przy czym:  $E_o$  - natężenie pola elektrycznego bez uwzględnienia strat w jonosferze;

$\Gamma$  - sumaryczny całkowity współczynnik tłumienia fali w jonosferze.

Wartość natężenia pola nietłumionego ( $E_o$ ) zależy od długości trasy, mocy nadajnika oraz zysku energetycznego anteny nadawczej.

---

<sup>3/</sup>Zasady łączności radiowej i radiotelefonicznej, MON 1972r.

$$E_o = \frac{156 \cdot 0.8^{n-1} \sqrt{PG} F(\gamma)}{dt} \quad 5.7$$

- gdzie: P - moc doprowadzana do anteny nadawczej;  
 G - zysk energetyczny anteny nadawczej odniesiony do źródła izotropowego;  
 F( $\gamma$ ) - wartość unormowanej charakterystyki promieniowania anteny nadawczej, odpowiadająca kątowi elewacji trajektorii fali dla danej trasy;  
 n - liczba odbić od jonosfery przy propagacji wieloskowej;  
 dt - odległość od nadajnika do odbiornika mierzona wzdłuż trajektorii fali, przy czym:

$$dt = d \operatorname{cosec} \theta_o \quad \text{gdzie:}$$

- d - długość trasy wzdłuż powierzchni Ziemi;  
 $\theta_o$  - kąt padania fali na jonosferę obliczany ze wzoru:

$$\operatorname{tg} \theta_o = \frac{d}{2H + \frac{d^2}{4a}} \quad 5.8$$

gdzie:

- H - wysokość pozorna warstwy jonosferycznej;  
 a - promień Ziemi.

Sumaryczny całkowity współczynnik tłumienia fali w jonosferze jest równy sumie współczynników odpowiadających tłumieniu fali we wszystkich warstwach, przez które fala przechodzi oraz w warstwie, od której fala się odbija<sup>4/</sup>.

Przy odbiciu fali radiowej od warstwy  $F_2$ :

$$\Gamma = \frac{A}{\sqrt{r + r_1^2}} + B_{F_2} r^2 \quad 5.9$$

<sup>4/</sup> Bem D.J. Materiały pomocnicze do obliczeń propagacyjnych, Politechnika Wroclawska 1974r.

- gdzie:  $A$  - sumaryczny współczynnik tłumienia niedewiacyjnego;  
 $B_{F_2}$  - współczynnik tłumienia dewiacyjnego w warstwie  $F_2$ ;  
 $f$  - częstotliwość robocza radiostacji;  
 $f_1$  - wzdłużna częstotliwość zyromagnetyczna, której średnia wartość wynosi 1 MHz<sup>5/</sup>.

Przy odbiciu fali radiowej od warstwy E:

$$\Gamma = \frac{A_D}{\sqrt{f + f_1}} + B_E f \sqrt{\frac{f}{f + f_1}} \quad 5.10$$

- gdzie:  $A_D$  - współczynnik tłumienia niedewiacyjnego w warstwie D

$$A_D = 3/f_{kr} E^2 \sec \theta_D \quad 5.11$$

- $B_E$  - współczynnik tłumienia dewiacyjnego w warstwie E

$$B_E = \frac{4}{\sqrt{f_{kr} E}} \cos^2 \theta_E \quad 5.12$$

Natężenie pola zakłóceń w punkcie odbioru  $\sqrt{E_z}$  określana jest największą wartością natężenia pola jednego z trzech rodzajów zakłóceń: atmosferycznych, interferencyjnych lub przemysłowych<sup>6/</sup>.

Poziom zakłóceń atmosferycznych określa się następująca zależnością:

$$E_z = \sqrt{\beta} E_z^{1/} \quad \frac{\mu V}{m} \quad 5.13$$

- gdzie:  $\beta$  - wymagana szerokość pasma przenoszenia odbiornika;

$E_z^{1/}$  - natężenie pola zakłóceń w pasmie 1 kHz.

5/ Tamże.

6/ Zasady łączności radiowej i radiotelefonicznej, MON 1972r.

Poziom zakłóceń interferencyjnych odczytuje się z opracowanych wykresów<sup>7/</sup>.

Poziom zakłóceń przemysłowych należy każdorazowo pomierzyć w punkcie odbioru. Jeżeli urządzenia odbiorcze rozmieszczone są z dala od obiektów przemysłowych wartość poziomu zakłóceń przemysłowych można pominąć w obliczeniach.

Wartość współczynnika ochrony (K) zależy od rodzaju pracy, rodzaju emisji, długości trasy radiowej, zadanej niezawodności oraz rodzaju odbioru (pojedynczy lub zbiorowy) i określana jest wzorem:

$$K = K_1 + K_2 + K_3 + \Delta K \quad 5.14$$

gdzie:  $K_1$  - współczynnik ochrony dla danego rodzaju emisji bez uwzględniania zaników;

$K_2$  - współczynnik ochrony uwzględniający zadana niezawodność łączności i rodzaj odbioru;

$K_3$  - współczynnik ochrony uwzględniający odchyłki natężenia pola sygnału i zakłóceń od mediany. Praktyczna wartość równa 16 dB;

$\Delta K$  - poprawka uwzględniająca wpływ długości trasy powyżej 2000 km.

Przy określonych wartościach  $E_s^{1/}$  i  $E_z^{1/}$

$$K = \frac{\sqrt{0.2 P_{ekw} E_s^{1/}}}{\sqrt{\beta} E_z^{1/}} \quad 5.15$$

gdzie:  $\beta$  - szerokość pasma przenoszenia odbiornika;

$P_{ekw} = P_n E_{nad} D_{odb}$  przy czym:

$P_n$  - moc nadajnika ;

$E_{nad}$  - zysk energetyczny anteny nadawczej;

$D_{odb}$  - zysk kierunkowy anteny odbiorczej.

<sup>7/</sup> Tamże, s. 149-150.

Strefa nasłuchu radiowego UKF i rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych to przestrzeń, w granicach której urządzenia odbiorcze UKF oraz stacje rozpoznania pokładowych SRL wykrywają pracujące w tym zakresie urządzenia radioelektroniczne przeciwnika z wymaganym prawdopodobieństwem, a także określają ich charakterystykę.

Strefę tą tworzą pokrywające lub zazębiające się strefy nasłuchu poszczególnych urządzeń odbiorczych RCO UKF i strefy wykrycia poszczególnych stacji rozpoznania pokładowych SRL, odpowiednio rozmieszczonych w terenie, których maksymalny zasięg określa się następującą zależnością:

$$R_{S_0}^{UKF} = \min ( R_0, R_{max_t} ) \quad 5.16$$

przy czym:

$$R_0 = 4.12 / \sqrt{H_c} + \sqrt{h_a} / \quad 5.17$$

gdzie:  $R_0$  - zasięg horyzontu radiowego;

$h_a$  - wysokość zawieszenia anteny urządzenia rozpoznawczego;

$H_c$  - wysokość zawieszenia anteny rozpoznawanych urządzeń radioelektronicznych przeciwnika nad Ziemią, w odniesieniu do poziomu morza (wysokość lotu rozpoznawanego SNP przeciwnika);

4.12 - współczynnik uwzględniający rozchodzenie się fal radiowych w troposferze w warunkach refrakcji normalnej. Nad morzem współczynnik ten osiąga wartość = 5, co jest związane ze zjawiskiem superrefrakcji.

$$R_{max_t} = R_{max} e^{-0.115\alpha_t R_{max_t}} \quad 5.18$$

gdzie:  $R_{max_t}$  - zasięg wykrywania środków radioelektronicznych przeciwnika z uwzględnieniem tłumienia fali ele-

- $\alpha_t$  - kromagnetycznej w atmosferze;  
 - współczynnik tłumienia (dB/km);
- $R_{max}$  - zasięg wykrywania środków radioelektronicznych w swobodnej przestrzeni;

$$R_{max} = \frac{\lambda}{4\pi} \sqrt{\frac{P_a G_{ao} G_{ro} \psi \eta}{P_{swe_0}}} \quad 5.19$$

- gdzie:  $\lambda$  - długość fali;
- $P_a$  - moc sygnału środków radioelektronicznych przeciwnika;
- $G_{ao}$  - nominalny zysk energetyczny anteny rozpoznawanego urządzenia;
- $G_{ro}$  - nominalny zysk energetyczny anteny urządzenia rozpoznawczego;
- $\psi$  - współczynnik uwzględniający niezgodność polaryzacji anteny urządzenia rozpoznawczego i rozpoznawanego. W praktycznych obliczeniach przyjmuje się  $\psi = 0.5$ , natomiast ogólnie  $\psi \in (0,1)$ ;
- $\eta$  - współczynnik uwzględniający straty energii w torze antenowo-przesyłowym urządzenia rozpoznawczego. W praktycznych obliczeniach przyjmuje się  $\eta = 0.5$ , ogólnie  $\eta \in (0,1)$ ;
- $P_{swe_0}$  - moc minimalna sygnału potrzebna do jego wykrycia na wejściu odbiornika urządzenia rozpoznawczego wyrażona zależnością:

$$P_{swe_0} = k T_0 \beta N q_0 \quad (\text{dla nasłuchu radiowego UKF})$$

- gdzie:  $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$  - stała Boltzmanna;
- $T_0 = 290K$  - temperatura tzw. standardowa (w stopniach Kelvina);
- $\beta$  - szerokość pasma przepuszczania odbiornika urządzenia rozpoznawczego;
- $N$  - współczynnik szumów ( $N \geq 1$ );
- $q_0 = \frac{P_{swo}}{P_{szwo}}$  - progowy stosunek mocy sygnału do

mocy szumu na wyjściu odbiornika  
urządzenia rozpoznawczego.

lub 
$$P_{swe_0} = \frac{kTo NB}{nt_1} q_{1_0} \quad (\text{dla rozpoznania pokładowych SRL})$$

przy czym:

$$q_{1_0} = \frac{1}{n} q_{1_0} \quad ; \quad \beta = \frac{B}{t_1}$$

gdzie:  $q_{1_0}$  - progowy stosunek sygnał/szum przy wykryciu  
pojedynczego impulsu;

$t_1$  - czas trwania sygnału impulsowego;

$B$  - może być zawarte w przedziale  $1 \leq B \leq 5$ .

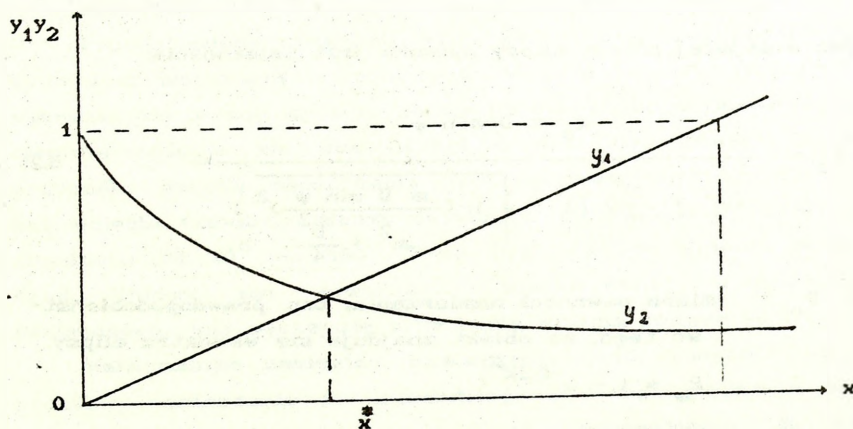
Ponieważ wartość  $R_{\max_t}$  jest wyrażona tzw. równaniem przestępnym (transcendentnym), nie można go rozwiązać w sposób ścisły. Równania tego typu można rozwiązać numerycznie (np. metoda kolejnych przybliżeń Newtona) lub graficznie (rys. nr 3) jako równanie typu :

$$y_1 / x = y_2 / x$$

względem zmiennej niezależnej  $x \equiv R$ , przy czym:

$$y_1 / x = \frac{x}{R_{\max}}$$

$$y_2 / x = e^{-0.115 \alpha_t x}$$



Rys.3. Graficzna metoda rozwiązania równania  $y_1/x = y_2/x$ .

Odcięta punktu przecięcia funkcji  $y_1/x$  i  $y_2/x$  wyznacza rozwiązanie powyższego równania, a więc  $x^* = R_{\max}$ .

Strefa namierzania radiowego KF to zbiór punktów w przestrzeni, dla których błąd liniowy namierzania ( $\Delta l$ ) nie przekracza założonej wartości z zadanyim prawdopodobieństwem.

Strefę namierzania radiowego KF podsystemu rozpoznania radioelektronicznego stanowią strefy namierzania poszczególnych par namierników radiowych KF odpowiednio rozmieszczonych w terenie.

Przy określonej pewności namierzania  $P_e$  lub dokładności  $K$  maksymalny błąd liniowy ( $\Delta l$ ) jest równy dużej półosi elipsy, w której przecinają się linie namiarów, a jej powierzchnia  $S_e = \pi a_o b_o$ . Z tego względu strefę namierzania określa się z warunku, że długość dużej półosi elipsy nie może przekraczać pewnej zadanej wartości błędu liniowego.

Przy namierzaniu za pomocą dwóch namierników o jednakowej dokładności  $\delta_1 = \delta_2 = \delta$  długość dużej półosi określa się z zależności:

$$a_o = \frac{\sqrt{-\ln(1-P_e)} \sqrt{\left(m^2 + \frac{D^2}{4}\right)^2 - m^2 D^2 \cos^2 \psi}}{K \left(m^2 + \frac{D^2}{4}\right) - \sqrt{\left(m^2 + \frac{D^2}{4}\right)^2 - m^2 D^2 \sin^2 \psi}} \quad 5.20$$

Długość mniejszej półosi elipsy opisana jest zależnością:

$$b_o = \frac{a_o m D \sin \psi}{\left(m^2 + \frac{D^2}{4}\right) \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{m D \sin \psi}{m^2 + \frac{D^2}{4}}\right)^2}\right]} \quad 5.21$$

gdzie:  $P_e$  - miara pewności namierzania, tzn. prawdopodobieństwo tego, że obiekt znajduje się wewnątrz elipsy.

$$P_e = 1 - e^{-0.5K^2};$$

$D$  - odległość między namiernikami (podstawa namierzania);

- 40.5
- $K = \frac{40.5}{\delta}$  - miara dokładności namierzenia;
- $\delta$  - błąd średniokwadratowy namierzenia;
- $m$  - długość środkowej, tzn. odległość między punktem przecięcia się linii namiarów, a środkiem bazy namierzenia;
- $\psi$  - kąt między podstawą namierzenia a prostą przechodzącą przez jej środek i punkt przecięcia się linii namiarów.

Przy  $m = \frac{D}{2}$  i  $\psi = 90^\circ$  elipsa przekształca się w okrąg, którego promień jest równy  $a_0 = b_0 = D \sqrt{-\ln(1-P_e)} \delta$  /rad/.

W tym przypadku błąd liniowy jest minimalny i wynosi:

$$\Delta l_{\min} = 0.0175 D \sqrt{-\ln(1-P_e)} \delta \quad \text{/stopn./} \quad 5.22$$

Praktycznie strefę namierzenia dla dwóch namierników wyznacza się w następującej kolejności:

- zakłada się maksymalny dopuszczalny błąd liniowy  $\Delta l$  przy danych wartościach  $P_e$ ,  $\delta$ ,  $D$ ;
- z równania dużej osi elipsy należy obliczyć wartość zasięgu  $m$ , która spełnia równanie  $a_0 = \Delta l$ ;
- wykres zasięgu  $m$  w funkcji kąta  $\psi$  stanowi obszar strefy namierzenia.

Przedstawiony wyżej algorytm jest dość skomplikowany rachunkowo i czasochłonny w realizacji. W praktyce strefę namierzenia wykreśla się w ten sposób, że na podstawie namierzenia  $D$  jako na cięciwie opisuje się dwa okręgi o promieniu równym  $D$ . W tym przypadku strefa namierzenia jest zbiorem punktów, dla których kąt wcięcia (zawarty między dwiema liniami namiaru) zawiera się w granicach od  $30^\circ$  do  $150^\circ$ . Przy tych kątach wcięcia maksymalny błąd liniowy nie przekracza pięciokrotnej wartości błędu minimalnego, jaki występuje przy kącie wcięcia równym  $90^\circ$ .

Maksymalnym zasięgiem namierzenia jest odległość  $oa$  środka podstawy namierzenia do najbardziej oddalonego punktu w obszarze strefy namierzenia -  $M_{\max}$ . Jest on proporcjonalny do wielkości podstawy namierzenia.

$$M_{\max} = \frac{D}{2} \operatorname{ctg} 15^{\circ}$$

5.23

Strefę namierzenia dzieli się na pięć rejonów namierzenia, w których błąd liniowy nie przekracza określonej wartości błędu minimalnego. Błędy liniowe oblicza się z równania dużej osi elipsy dla punktów położonych na prostej prostopadłej do podstawy namierzenia i przechodzącej przez jej środek.

Stosunek błędu liniowego w danym rejonie do błędu minimalnego nie powinien przekraczać wartości podanych w tabeli nr 1.

Tabela nr 1

| Nr rejonu                          | 1          | 2        | 3        | 4        | 5        |
|------------------------------------|------------|----------|----------|----------|----------|
| $\frac{\Delta l}{\Delta l_{\min}}$ | $\leq 1.4$ | $\leq 2$ | $\leq 3$ | $\leq 4$ | $\leq 5$ |

Strefa namierzenia radiowego UKF i pokładowych stacji radiolokacyjnych i radionawigacyjnych jest podobnie jak strefa namierzenia radiowego KF zbiorem punktów w przestrzeni, dla których błąd liniowy namierzenia nie przekracza założonej wartości z zadaniem prawdopodobieństwem. Jest ona ponadto ograniczona zasięgiem horyzontu radiowego ( $R_0$ ), określanym dla każdego urządzenia namierzającego z miejsca jego rozmieszczenia. Strefę namierzenia radiowego UKF oraz pokładowych stacji radiolokacyjnych i radionawigacyjnych podsystemu rozpoznania radioelektronicznego OP stanowią strefy namierzenia poszczególnych komparijnych podsystemów namierzenia, składających się z 3 - 4 posterunków namierzenia, na których rozwinięte są: namiernik radiowy UKF i stacja rozpoznania pokładowych SRL.

Posterunki te ugrupowane są w linię, w kierunku rozpoznawanego przeciwnika, w jednym rzucie, w odstępach między sobą równych połowie zasięgu horyzontu radiowego dla założonej wartości lotu SNP ( $\frac{R_{OH}}{2}$ ).

Zasięg strefy namierzania radiowego UKF i pokładowych SRL określa następująca zależność:

$$R_{SUKF} = \left\langle \begin{matrix} M_{max} \\ R_0 \end{matrix} \right\rangle \quad 5.24$$

gdzie:  $M_{max}$  - maksymalny zasięg namierzania, obliczany według zależności 5.23.

$R_0$  - zasięg horyzontu radiowego, obliczany według zależności 5.17.

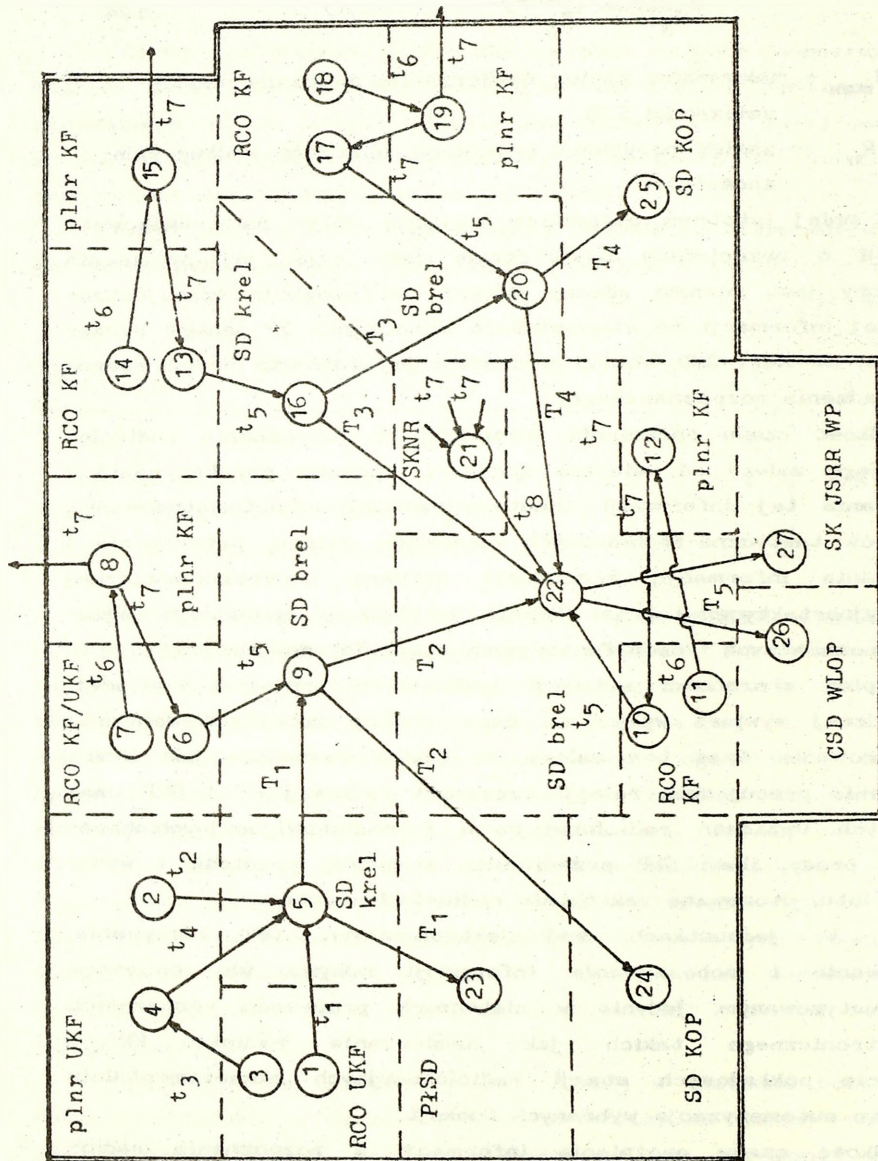
Nie mniej istotnym czynnikiem mającym wpływ na terminowość informacji o przeciwniku powietrznym jest czas jej opóźnienia ( $t_R$ ), który jest różnicą między czasem zobrazowania (zarejestrowania) tej informacji na stanowiskach dowodzenia OP danego szczebla (PłSD, SD KOP, CSD WLOP), a czasem jej zdobycia przez operatora urządzenia rozpoznawczego.

Wielkość czasu opóźnienia informacji z rozpoznania radioelektronicznego zależy od: miejsca zdobycia, sposobu przekazywania i zobrazowania tej informacji (zautomatyzowany, niezautomatyzowany); parametrów taktyczno-technicznych elementów zbioru, przekazania i zobrazowania informacji; złożoności sytuacji radioelektronicznej i operacyjno-taktycznej oraz stopnia wyszkolenia operatorów urządzeń rozpoznawczych i osób funkcyjnych stanowisk dowodzenia.

Stopień złożoności sytuacji radioelektronicznej i operacyjno-taktycznej wywiera wpływ na czas analizy zdobytych danych i ich opracowanie. Czas ten zależy od takich czynników jak: liczba jednocześnie pracujących relacji łączności radiowej KF i UKF oraz pokładowych urządzeń radiolokacyjnych i radionawigacyjnych, charakter ich pracy, ilość ŚNP przeciwnika, kierunek, prędkość i wysokość ich lotu, stosowane zakłócenia radioelektroniczne.

W jednostkach radioelektronicznych OP zdobywanie, przekazywanie i zobrazowanie informacji odbywa się sposobem niezautomatyzowanym. Jedynie w niektórych procesach rozpoznania radioelektronicznego takich jak namierzanie radiowe KF i rozpoznanie pokładowych stacji radiolokacyjnych eksperymentalnie rozpoczęto automatyzację wybranych funkcji.

Wielkość czasu opóźnienia informacji z rozpoznania radioelektronicznego na stanowiskach dowodzenia systemu OP różnych



Rys.4. Obieg informacji w jednostkach radioelektronicznych OP /wariant/

szczególne można określić na podstawie danych przedstawionych na rysunku nr 4.

Zgodnie z tym rysunkiem, czas opóźnienia informacji z rozpoznania radioelektronicznego na CSD WLOP, której źródłem (miejscem zdobycia) jest radiowe centrum odbiorcze (RCO) UKF kompanii rozpoznania radioelektronicznego, określamy z zależności:

$$t_R = t_1 + t_3 + t_4 + T_1 + T_2 + T_5 \quad 5.25$$

Jeżeli źródłem informacji rozpoznawczej jest RCO KF batalionu, to czas opóźnienia tej informacji na CSD WLOP określamy z zależności:

$$t_R = t_5 + t_6 + t_7 + T_2 + t_8 + T_5 \quad 5.26$$

W analogiczny sposób można określić czas opóźnienia informacji z rozpoznania radioelektronicznego na PłSD lub SD KOPK. Wykaz składowych czasów opóźnienia informacji przedstawia tabela nr 2.

Uśrednione wartości czasów przechwycenia, analizy i przekazywania danych rozpoznawczych operatorów urządzeń rozpoznawczych (od  $t_1$  do  $t_7$ ) oraz wartości czasów analizy, opracowania i przekazywania informacji poszczególnych stanowisk dowodzenia podsystemu rozpoznania radioelektronicznego (od  $T_1$  do  $T_5$  i  $t_8$ ) zostały określone doświadczalnie w czasie ćwiczeń organizowanych w siłach zbrojnych państw NATO pk "AUTUMN FORGE", "ABLE ARCHER", "WINTEX-CIMEX" na przestrzeni ostatnich kilku lat, a także w czasie cyklicznych ćwiczeń i treningów organizowanych dla systemu OP pk "GRANT", "TAPIR". Wartości te przedstawione są w tabeli nr 3.

Tabela nr 2

| Oznaczenie czasów | Nazwa czasów  |
|-------------------|---|
| $t_1$             | Czas przechwycenia, analizy i przekazania danych operatora RCO UKF.                                 |
| $t_2$             | Czas wykrycia, analizy i przekazania danych operatora stacji rozpoznania SKL.                       |
| $t_3$             | Czas przekazania zadania (komendy) do namieriania przez operatora RCO UKF.                          |
| $t_4$             | Czas dokonania namiaru, opracowania i przekazania wyników operatora namiernika UKF.                 |
| $t_5$             | Czas przechwycenia, analizy i przekazania danych operatora RCO KF.                                  |
| $t_6$             | Czas przekazania zadania (komendy) do namierzania przez operatora RCO KF.                           |
| $t_7$             | Czas wykonania namiaru, opracowania i przekazania wyników operatora namierzania KF.                 |
| $t_8$             | Czas opracowania, przekazania i zobrazowania wyników namierzania stanowiska kierowania namierz. KF. |
| $T_1$             | Czas analizy, opracowania i przekazania informacji SD krel UKF.                                     |
| $T_2$             | Czas analizy, opracowania i przekazania informacji SD brel UKF.                                     |
| $T_3$             | Czas analizy, opracowania i przekazania informacji SD krr KF.                                       |
| $T_4$             | Czas analizy, opracowania i przekazania informacji SD brel.   |
| $T_5$             | Czas analizy, opracowania i przekazania informacji SD ośrodka radioelektronicznego WLOP.            |

Tabela nr 3

| Oznaczenie czasów | Wartość czasów (sek.) | Oznaczenie czasów | Wartość czasów (sek.) |
|-------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|
| $t_1$             | 30                    | $t_8$             | 30                    |
| $t_2$             | 60                    | $T_1$             | 15                    |
| $t_3$             | 5                     | $T_2$             | 15                    |
| $t_4$             | 30                    | $T_3$             | 30                    |
| $t_5$             | 60                    | $T_4$             | 30                    |
| $t_6$             | 10                    | $T_5$             | 25                    |
| $t_7$             | 30                    |                   |                       |

Inaczej rzecz ujmując, czas opóźnienia informacji z rozpoznania radioelektronicznego jest sumą cząstkowych czasów trwania czynności wykonywanych w procesie prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego, mierzonych od chwili przechwycenia pracy środków radioelektronicznych przeciwnika do momentu przekazania o nich meldunku użytkownikom. Czas ten można wyrazić następującą zależnością:

$$t_R = \sum_{m=1}^M t_m + \sum_{n=1}^N T_n \quad 5.27$$

- gdzie:  $t_m$  - czas trwania czynności realizowanych przez operatorów  $m$ -tego urządzenia rozpoznawczego;
- $t_n$  - czas trwania czynności realizowanych na  $n$ -tym stanowisku dowodzenia podsystemu rozpoznania radioelektronicznego;
- $M$  - liczba urządzeń rozpoznawczych biorących udział w procesie zdobywania informacji;
- $N$  - liczba stanowisk dowodzenia zaangażowanych w opracowanie i przekazanie zdobytych informacji.

Dopuszczalny (normatywny) czas opóźnienia różnego rodzaju informacji rozpoznawczych (alarmowych, bardzo pilnych, pilnych i zwykłych) jest ustalany przez szefa sztabu WLOP w corocznym zarządzeniu dotyczącym rozpoznania. Porównania czasu normatywnego z rzeczywistym czasem opóźnienia informacji jest podstawą do określenia, które informacje są terminowe, a które spóźnione.

Wielkość czasu opóźnienia informacji z rozpoznania radioelektronicznego ma istotny wpływ na czas uprzedzenia systemu obrony powietrznej o działaniach przeciwnika przez podsystem rozpoznania radioelektronicznego ( $t_{up}$ ). Czas ten jest różnicą pomiędzy czasem dolotu SNP przeciwnika do stref wykrywania innych środków rozpoznawczych systemu OP, praktycznie do stref wykrywania WRT ( $t_{wyk_{WRT}}$ ), a czasem dostarczenia o nich informacji użytkownikom przez pododdziały radioelektroniczne OP ( $t_{di}$ ).

$$t_{up} = t_{wyk_{WRT}} - t_{di} \quad 5.28$$

Aktualne możliwości pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego w zakresie terminowości informacji i uprzedzenia systemu OP o działaniach przeciwnika, określone na podstawie przedstawionych powyżej zależności oraz oparte na bazie ich aktualnego ugrupowania, przedstawiają się następująco:

- głębokość strefy nasłuchu radiowego KF, przy odbiorze fal odbitych od jonosfery, w zależności od pory roku i doby oraz mocy urządzeń nadawczych przeciwnika, zamyka się w granicach od 300-350 km do kilku tysięcy km, natomiast na fali przyziemnej od 80 do 120 km;

- głębokość strefy namierzania radiowego KF waha się w granicach od 400 do około 800 km, w zależności od tego, która para namierników w ugrupowaniu bojowym dokonuje namiaru;

- głębokość strefy nasłuchu radiowego UKF, dla wysokości lotu SNP równej 100 m, wynosi od 80 do 100 km, a namierzania radiowego UKF i rozpoznania pokładowych SRL około 70-80 km, w zależności od wyniosłości terenu n.p.m, na którym rozmieszczone są elementy rozpoznania radioelektronicznego;

- głębokość ciągłej strefy nasłuch radiowego UKF na kierunku nadmorskim, mierzona od linii ugrupowania pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego, zawiera się w granicach 65-75 km, a strefy namierzania radiowego UKF i rozpoznania pokładowych SRL wynosi około 50-70 km.

Porównując głębokość strefy informacji radiolokacyjnej WRt z głębokością stref nasłuchu i namierzania radiowego UKF na małych wysokościach (100 m), przy uwzględnieniu czasu opóźnienia informacji w obu rodzajach rozpoznania, czas uprzedzenia systemu OP o działaniach przeciwnika powietrznego przez siły i środki rozpoznania radioelektronicznego może wynosić około 3-4 minut, w zależności od prędkości lotu SNP. Czas ten może być wielokrotnie większy, jeżeli uzyskane informacje będą pochodziły z nasłuchu radiowego KF.

## 5.2. Dokładność informacji.

Jedną z ważniejszych cech informacji rozpoznawczej jest jej dokładność w zakresie określania położenia SNP przeciwnika. Ogólnie dokładność informacji definiuje się jako różnicę współrze-

dnych rzeczywistego miejsca położenia SNP, a współrzędnymi miejsca ich zobrazowania u decydentów obrony powietrznej.

Dokładność informacji o położeniu SNP zależy od: błędów pomiaru współrzędnych; błędów wnoszonych przez środki zbioru i zobrazowania informacji; błędów wynikających z czasu opóźnienia informacji i ciągłości jej przekazywania.

Analiza systemu obrony powietrznej pozwala wnioskować, że dokładność informacji o położeniu SNP jest jednym z zasadniczych czynników wpływających na prawdopodobieństwo naprowadzania załóg lotnictwa myśliwskiego ( $P_1$ ) lub prawdopodobieństwo nacelowania przeciwlotniczych zestawów raketowych na cele powietrzne ( $P_c$ ).

Aby ocenić dokładność informacji o położeniu SNP należy określić dopuszczalne błędy informacji, uwzględniając wartości prawdopodobieństw  $P_1$  lub  $P_c$ . Następnie wyznaczone dopuszczalne błędy należy porównać z rzeczywistymi błędami informacji dostarczanej przez system rozpoznania przeciwnika powietrznego.

Jeżeli rzeczywiste błędy informacji są mniejsze od dopuszczalnych to informacja o położeniu SNP jest dokładna.

Prawdopodobieństwo naprowadzania załóg lotnictwa myśliwskiego na cele powietrzne ( $P_1$ ) określa się z zależności:

$$P_1 = \phi\left(\frac{\Delta D}{\delta d}\right) \phi\left(\frac{\Delta Q}{\delta q}\right) \phi\left(\frac{\Delta H}{\delta_H}\right) \quad 5.29$$

gdzie:  $\phi(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$  prawdopodobieństwo trafie-

nia przypadkowej wartości w przedział o długości  $ox$ ;

$\Delta D, \Delta Q, \Delta H$  - dopuszczalne błędy naprowadzania w odległości, kursie i wysokości (km);

$\delta d, \delta q, \delta_H$  - błędy średniokwadratowe ogniwa naprowadzania w odległości kursie i wysokości (km);

Dla założonej wartości prawdopodobieństwa  $P_1$  można pośrednio obliczyć dopuszczalne błędy informacji o ŚNP w odległości, kursie i wysokości ( $\delta_d$ ,  $\delta_q$ ,  $\delta_H$ ).

Wielkość błędów informacji zależy od: błędów określania położenia ŚNP przez stację radiolokacyjną; błędów urządzeń namierzających lub posterunków rozpoznania wzrokowo-technicznego; błędów wprowadzanych przez środki zbioru, opracowania i zobrazowania informacji oraz czasu jej opóźnienia i dyskretności przekazywania.

Z uwagi na współzależność błędów w kursie i odległości, matematycznie wartość błędów informacji określa się tylko dla kursu i wysokości ( $\delta_q$  i  $\delta_H$ ) z następujących zależności:

$$\delta_q = \sqrt{\delta_d^2 + \delta_\beta^2} \frac{80 \sqrt{d^2 + V_c^2 t_R^2 + (V_c t_R)^2}}{V_m d t_R} \quad 5.30$$

- gdzie:  $\delta_q$  - średniokwadratowy błąd informacji w kursie ( $^\circ$ );  
 $\delta_d$  - błąd określania odległości celu powietrznego od źródła informacji systemu rozpoznania OP (km);  
 $\delta_\beta$  - błąd określania azymutu na cel powietrzny przez źródło informacji ( $^\circ$ );  
 $d$  - zasięg wykrycia obiektu powietrznego przez pokładową stację radiolokacyjną samolotu myśliwskiego (km);  
 $V_m$  - prędkość lotu samolotu myśliwskiego (km/s).

$$\delta_H = \sqrt{\delta_h^2 + \delta_d^2} \quad 5.31$$

- gdzie:  $\delta_H$  - średniokwadratowy błąd informacji w wysokości (km);  
 $\delta_h$  - błąd określania wysokości celu powietrznego przez źródło informacji (km);  
 $\delta_d$  - błąd dynamiczny określania wysokości wynikający z manewru celu powietrznego w płaszczyźnie pionowej i dyskretnego sposobu pomiaru wysokości.

Prawdopodobieństwo nacelowania przeciwlotniczych zestawów raketowych na cele powietrzne ( $P_c$ ) można określić z zależności:

$$P_c = \phi \left( \frac{\Delta R}{2\delta_D} \right) \phi \left( \frac{\Delta \beta}{2\delta_\beta} \right) \phi \left( \frac{\Delta H}{2\delta_H} \right) \quad 5.32$$

gdzie:  $\Delta R, \Delta \beta, \Delta H$  - wymiary strefy wykrywania stacji naprowadzania rakiet (km);

$\delta_D, \delta_\beta, \delta_H$  - błędy średniokwadratowe ogniwa nacelowania w odległości, kursie i wysokości (km).

Dla założonej wartości prawdopodobieństwa  $P_c$  można pośrednio, podobnie jak przy określaniu  $P_1$ , określić dopuszczalne błędy informacji o ŚNP w odległości, kursie i wysokości (elewacji).

Możliwości pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego w zakresie dokładności informacji o położeniu źródeł i obiektów rozpoznania zależą przede wszystkim od ilości, sposobu ugrupowania i możliwości technicznych urządzeń namierzających oraz ich odległości od rozpoznawanych obiektów.

Możliwości te pozwalają określić na ile uzyskane informacje o miejscu znajdowania się przeciwnika są dokładne, aby można było je wykorzystać w procesie prowadzenia działań bojowych przez system obrony powietrznej.

Dla potrzeb ogólnego określenia możliwości sił i środków rozpoznania radioelektronicznego OP, dokładność informacji o położeniu urządzeń radioelektronicznych przeciwnika określa się, w sposób wystarczająco precyzyjny, wartością minimalnego błędu liniowego namierzania, obliczana według wzoru:

$$\Delta l_{\min} = \frac{\Delta \phi D}{57} \quad 5.33$$

gdzie:  $\Delta \phi$  - błąd katowy urządzenia namierzającego ( $^\circ$ );

$D$  - wielkość podstawy namierzania (km);

57 - stały współczynnik.

Jednakże określając realne możliwości pododdziałów radioelektronicznych w tym zakresie, należy posłużyć się metodą wykorzystującą matematyczną teorię błędów. W metodzie tej dla określenia błędu liniowego  $\Delta l$  pojedynczego urządzenia namierzającego (UN), należy znać odległość  $R$  do namierzanego urządzenia radioelektronicznego przeciwnika oraz błąd katowy UN  $\Delta\phi$  (rys.nr 5.).

Błąd liniowy jest równy długości łuku o promieniu  $R$  i wynosi:

$$\Delta l = R \Delta\phi \quad 5.34$$

jeżeli  $\Delta\phi$  wyrażona jest w miarze łukowej (w radianach) lub

$$\Delta l = 0.0175 R \Delta\phi \quad 5.35$$

gdy  $\Delta\phi$  wyrażona jest w miarze katowej (w stopniach).

Namierzając urządzenia radioelektroniczne przeciwnika za pomocą dwóch UN z błędami katowymi odpowiednio  $\Delta\phi_1$  i  $\Delta\phi_2$  (rys.nr 6) otrzymuje się czworokąt KLMN, we wnętrzu którego powinien znajdować się obiekt. Maksymalny błąd liniowy w takim przypadku jest równy najdłuższemu z odcinków łączących punkt A z wierzchołkami czworokąta.

Dla określenia błędu liniowego należy wykreślić półokrąg oparty na podstawie namierzania  $D$  jako na średnicy. Jeżeli namierzany obiekt znajduje się wewnątrz okręgu (jeżeli  $m \leq \frac{D}{2}$ ), to błąd liniowy można wyliczyć z zależności:

$$\Delta l = 0.0175 \frac{D \Delta\phi}{\sin(\alpha + \alpha_1)_2} \quad 5.36$$

gdzie:  $\Delta\phi = \Delta\phi_1 = \Delta\phi_2$  - błąd katowy UN ( $^\circ$ );

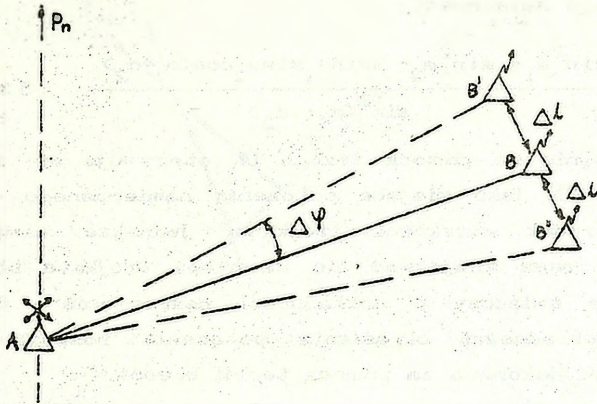
$\alpha_1, \alpha_2$

- kąty między podstawą namierzania a liniami niamiaru;

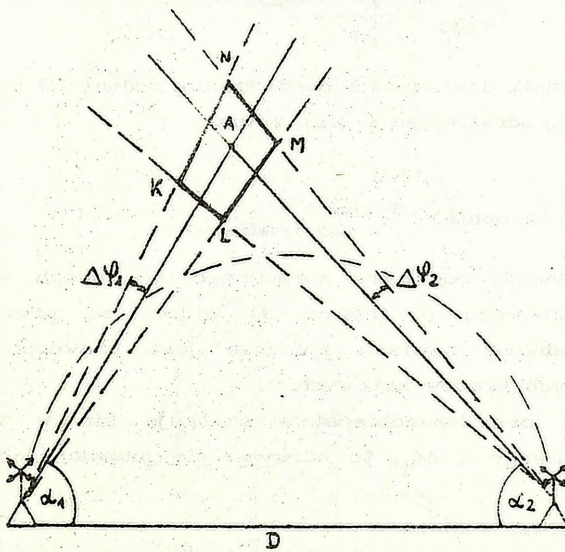
$D$

- długość podstawy namierzania.

Z powyższego wzoru wynika, że błąd liniowy jest minimalny, gdy namierzany obiekt leży na okręgu (linie niamiarów przecinają się pod kątem prostym).



Rys.5. Błąd liniowy pojedynczego namiernika



Rys.6. Błąd liniowy przy namierzaniu dwoma UN

Jezeli namierzany obiekt znajduje się poza okręgiem, to błąd liniowy oblicza się z zależności:

$$\Delta l = 0.0175 \frac{\sin^2 \alpha_1 + \sin^2 \alpha_2 - 2 \sin \alpha_1 \sin \alpha_2 \cos(\alpha_1 + \alpha_2)}{\sin^2(\alpha_1 + \alpha_2)} \quad 5.37$$

Przy namierzaniu za pomocą trzech UN otrzymuje się trójkąt błędu KLM (rys.nr 7). Jako miejsce położenia namierzanego obiektu przyjmuje się środek ciężkości trójkąta. Jednakże namierzany obiekt nie zawsze musi znajdować się wewnątrz trójkąta błędu, a pole trójkąta nie świadczy o dokładności namierzenia<sup>1/</sup>. Oznacza to, że ocena dokładności określania położenia rozpoznawanego obiektu powinna być dokonana za pomocą teorii błędów.

Ponieważ błędy namierzenia uwarunkowane są z reguły wpływem wielu czynników losowych, to spełniają one założenia teorii błędów, która bazuje na teorii prawdopodobieństwa.

Z doświadczenia wynika, że błędy katowe namierzenia podlegają rozkładowi normalnemu. Gęstość prawdopodobieństwa błędu katowego  $\Delta\phi$  opisana jest zależnością:

$$P_{(\Delta\phi)} = \frac{K}{\sqrt{\pi}} e^{-(K\Delta\phi)^2} \quad 5.38$$

gdzie: K - współczynnik dokładności namierzenia, zależy od błędu średniokwadratowego i jest równy:

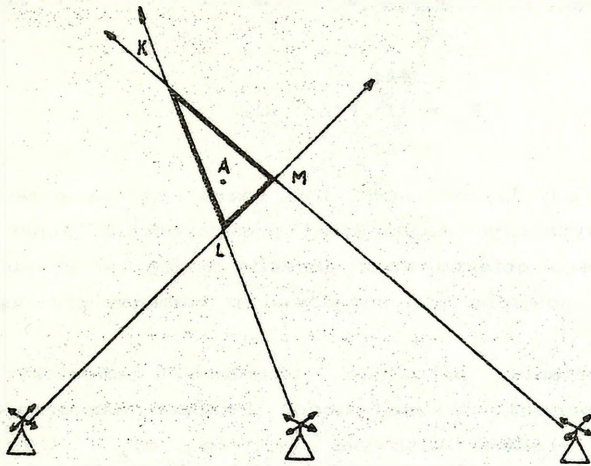
$$K = \frac{40.5}{\delta \text{ (stopnie)}} = \frac{1}{\sqrt{26} \text{ (radiany)}} \quad 5.39$$

Z analizy krzywych rozkładu normalnego dla dwóch wartości błędu średniokwadratowego  $\delta$  (rys.nr 8) widać, że przy dużym współczynniku dokładności namiaru mniejsze jest prawdopodobieństwo wystąpienia dużych błędów katowych.

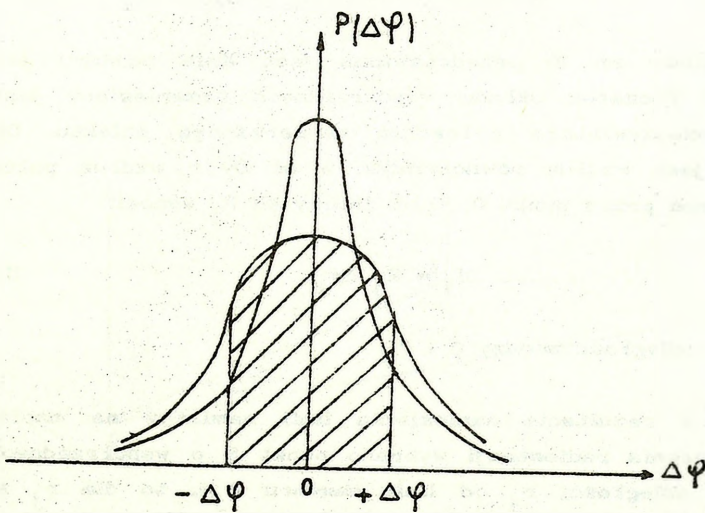
Jezeli gęstość prawdopodobieństwa scałkuje się w zadanych granicach błędu katowego  $\pm \Delta\phi_1$ , to otrzyma się prawdopodobieństwo

---

<sup>1/</sup>Kwiatosz J., Technika rozpoznania radiowego. Namierzanie radiowe, WAT 1981r.



Rys.7. Przecięcie się linii namiarów trzech UN



Rys.8. Krzywe rozkładu normalnego błędów namierzania

tego, że namiar nie będzie obarczony błędem większym od  $\Delta\phi_1$ , co jest miarą pewności namierzania  $P_e$ .

$$P_e = \int_{-\Delta\phi_1}^{+\Delta\phi_1} P(\Delta\phi) d\Delta\phi \quad 5.40$$

Ponieważ błędy katowe mogą być różne, to za pomocą teorii błędów należy wyznaczyć najbardziej prawdopodobny punkt położenia rozpoznawanego obiektu oraz określić rejon, w granicach którego obiekt ten powinien się znajdować z zadaniem prawdopodobieństwem  $P_e$ .

Przy określaniu położenia urządzeń radioelektronicznych przeciwnika za pomocą większej ilości urządzeń namierzających  $P_1, P_2, \dots, P_n$  z błędami katowymi  $\Delta\phi_1, \Delta\phi_2, \dots, \Delta\phi_n$  (rys. nr 9), otrzymane namiary  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$  obarczone są błędami średniokwadratowymi  $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$ . Z powodu błędów katowych linie namiarów nie przecinają się w jednym punkcie, lecz tworzą wielobok. Liczbę wierzchołków wieloboku oblicza się ze wzoru:

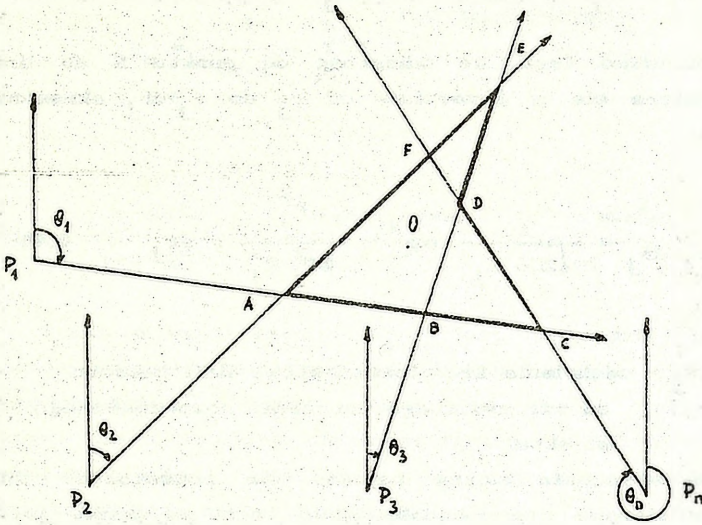
$$\frac{n}{2} = \frac{n!}{2!(n-2)!} \quad 5.41$$

Na rysunku nr 10 przedstawiona jest linia namiaru jednego (j-tego) UN. Początek układu współrzędnych przeniesiony jest do punktu 0 rzeczywistego położenia namierzanego obiektu. Oś  $Ox$  skierowana jest wzdłuż równoleżnika, a oś  $Oy$  - wzdłuż południka przechodzącego przez punkt 0. Błąd liniowy UN  $P_j$  wynosi:

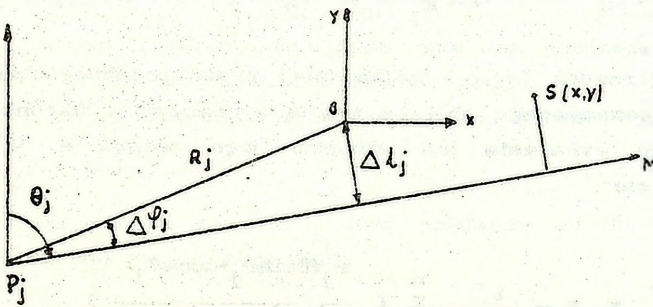
$$\Delta l_j = R_j \Delta\phi_j \quad 5.42$$

gdzie:  $R_j$  - odległość między 0 i  $P_j$ .

Jeżeli w rezultacie naniesienia linii namiarów na mapie, za miejsce położenia radiostacji wybrano punkt S o współrzędnych  $x, y$  położony w odległości  $r_j$  od linii namiaru  $P_jM$ , to dla  $r_j$  można napisać:



Rys.9. Namierzanie za pomocą wielu UN



Rys.10. Linia namiaru j-tego UN

$$r_j = \Delta_j - x \cos \theta_j + y \sin \theta_j \quad 5.43$$

Prawdopodobieństwo tego, że odległość od punktu S do linii namiaru  $P_j M$  zawiera się w przedziale od  $r_j$  do  $r_j + dr_j$  określona jest zależnością:

$$P_{/r_j/dr_j} = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \delta_j R_j} \exp \left[ -\frac{r_j^2}{2\delta_j^2 R_j^2} \right] / dr_j \quad 5.44$$

gdzie:  $\delta_j R_j = E_j$  - odchylenie średniokwadratowe linii namiaru od rzeczywistego położenia rozpoznawanego obiektu.

Analogiczne wyrażenia można napisać dla pozostałych linii namiarów. Wielowymiarowe prawdopodobieństwo tego, że punkt położenia rozpoznawanego obiektu (S) znajduje się w odległości od poszczególnych linii namiarów, wychodzących z punktów  $P_1, P_2, \dots, P_n$ , odpowiednio od  $r_1$  do  $r_1 + dr_1$ , od  $r_2$  do  $r_2 + dr_2$ , ... od  $r_n$  do  $r_n + dr_n$  jest równe:

$$P_{/r_1, r_2, \dots, r_n / dr_1, dr_2, \dots, dr_n} = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} E_1 E_2 \dots E_n} \exp \left[ -\frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \frac{(\Delta_j - x \cos \theta_j + y \sin \theta_j)^2}{E_j^2} \right] dr_1, dr_2, \dots, dr_n \quad 5.45$$

Wsółrzędne  $(x_o, y_o)$  najbardziej prawdopodobnego punktu położenia rozpoznawanego obiektu można wyznaczyć z warunku maksimum powyższego wyrażenia lub minimum jego potęgi e. W rezultacie otrzymuje się:

$$x_o = \frac{1}{AC - B^2} \sum_{j=1}^n \left[ \frac{r_j (B \sin \theta_j + C \cos \theta_j)}{E_j^2} \right] \quad 5.46$$

$$y_0 = \frac{1}{AC-B^2} \sum_{j=1}^n \left[ \frac{r_j (-A \sin \theta_j + B \cos \theta_j)}{E_j^2} \right] \quad 5.47$$

gdzie:  $A = \sum_{k=1}^n \frac{\cos^2 \theta_k}{E_k^2}$ ;  $B = \sum_{k=1}^n \frac{\sin \theta_k \cos \theta_k}{E_k^2}$ ;  $C = \sum_{k=1}^n \frac{\sin^2 \theta_k}{E_k^2}$

Punkt o współrzędnych  $x_0, y_0$  jest najbardziej prawdopodobnym punktem położenia namierzanego obiektu i nazywa się środkiem prawdopodobieństwa<sup>2/</sup>. Można wykazać, że środek prawdopodobieństwa pokrywa się z środkiem ciężkości figury ABCDEF (rys. nr 11), w wierzchołkach której umieszczone są masy  $m_{jk}$ . Współrzędne środka ciężkości oblicza się z zależności:

$$x_0 = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n x_{jk} m_{jk}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n m_{jk}} \quad 5.48$$

$$y_0 = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n y_{jk} m_{jk}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n m_{jk}} \quad 5.49$$

gdzie:  $x_{jk}, y_{jk}$  - współrzędne punktu przecięcia linii namiarów od urządzeń namierzających  $P_j$  i  $P_k$ ;  
 $m_{jk}$  - masa w punkcie przecięcia linii namiarów od UN  $P_j$  i  $P_k$ .

Współrzędne punktu przecięcia linii namiarów od UN  $P_j$  i  $P_k$  określa się z układu równań tych linii:

<sup>2/</sup> Kwiatosz J., Technika rozpoznania radiowego. Namierzanie radiowe, WAT 1981r.

$$\Delta l_j - x \cos \theta_j + x \sin \theta_j = 0 \quad 5.50$$

$$\Delta l_k - x \cos \theta_k + x \sin \theta_k = 0 \quad 5.51$$

Rozwiązania układu równań daje w rezultacie:

$$x_{jk} = \frac{\Delta l_k \sin \theta_j - \Delta l_j \sin \theta_k}{\sin(\theta_j - \theta_k)} \quad 5.52$$

$$y_{jk} = \frac{\Delta l_k \cos \theta_j - \Delta l_j \cos \theta_k}{\sin(\theta_j - \theta_k)} \quad 5.53$$

Masę  $m_{jk}$  w punkcie przecięcia oblicza się z wyrażenia:

$$m_{jk} = \frac{\sin^2 \alpha_{jk}}{E_j^2 E_k^2} \quad 5.54$$

gdzie:  $\alpha_{jk}$  - kąt pod jakim przecinają się linie namiarów od UN  $P_j$  i  $P_k$  i jest równy  $\alpha_{jk} = \theta_j - \theta_k$ .

Dla dwóch UN najbardziej prawdopodobne położenie rozpoznawanego obiektu pokrywa się z punktem przecięcia linii namiarów. Dla trzech UN masy umieszczone w wierzchołku trójkąta błędów są równe odpowiednio:

$$m_{12} = \frac{\sin^2 \alpha_{12}}{E_1^2 E_2^2} ; m_{13} = \frac{\sin^2 \alpha_{13}}{E_1^2 E_3^2} ; m_{23} = \frac{\sin^2 \alpha_{23}}{E_2^2 E_3^2}$$

lub

$$m_{12} = R_3^2 \sigma_3^2 \sin^2 \alpha_{12} ; m_{13} = R_2^2 \sigma_2^2 \sin^2 \alpha_{13} ; m_{23} = R_1^2 \sigma_1^2 \sin^2 \alpha_{23}$$

Jak już wspomniano, namierzany obiekt nie musi znajdować się wewnątrz figury utworzonej przez przecinające się linie namiarów. Z tego względu celowym jest wyznaczenie rejonu, w obrębie którego ten obiekt znajduje się z zadanyim prawdopodobieństwem.

Jeżeli początek układu współrzędnych przeniesie się do punktu najbardziej prawdopodobnego położenia rozpoznawanego obiektu  $(x_0, y_0)$ , to prawdopodobieństwo tego, że ten obiekt znajduje się w dowolnym punkcie o współrzędnych  $x, y$  oblicza się z zależności:

$$P(x, y) dx dy = \frac{\sqrt{AC - B^2}}{2\pi} e^{-\frac{1}{2}(Ax^2 - 2Bxy + Cy^2)} dx dy \quad 5.55$$

Z powyższego równania wynika, że przy zmianach  $x$  lub  $y$  zmienia się wykładnik potęgi liczby  $e$ , a zatem zmienia się również prawdopodobieństwo  $P$ .

Aby wyznaczyć obszar, na granicy którego prawdopodobieństwo  $P$  jest jednakowe, należy założyć, że stały jest wykładnik potęgi. Oznaczając ten wykładnik przez  $-\frac{1}{2}k_0^2$ , otrzymuje się równanie:

$$Ax^2 - 2Bxy + Cy^2 = k_0^2 \quad 5.56$$

które jest równaniem elipsy. Oznacza to że rejon prawdopodobnego położenia namierzanego obiektu oznaczony jest elipsa, której środek pokrywa się ze środkiem prawdopodobieństwa.

Prawdopodobieństwo tego, że namierzany obiekt znajduje się wewnątrz elipsy o zadanej wartości  $k_0$ , otrzymuje się przez obliczenie całki powierzchniowej w granicach obszaru elipsy  $S_e$ :

$$P_e = \iint_{S_e} \left[ \frac{\sqrt{AC - B^2}}{2\pi} e^{-\frac{1}{2}(Ax^2 - 2Bxy + Cy^2)} \right] dx dy \quad 5.57$$

Po rozwiązaniu całki otrzymuje się:

$$P_e = 1 - e^{-0.5k_0^2} \quad 5.58$$

przy czym  $K_o$  jest miarą dokładności namierzania zależna od  $P_e$ .

$$K_o = \sqrt{-2 \ln(1-P_e)} \quad 5.59$$

Ze wzrostem  $K_o$  wzrasta pole elipsy, a zatem wzrasta również prawdopodobieństwo  $P_e$ .

W celu obliczenia długości osi elipsy należy układ współrzędnych pokryć z osiami. Równanie elipsy przyjmuje wtedy postać:

$$\frac{x^2}{a_o^2} + \frac{y^2}{b_o^2} = K_o^2 \quad 5.60$$

gdzie  $a_o$  i  $b_o$  są odpowiednio długościami dużej i małej półosi elipsy.

Wzory dla obliczenia półosi elipsy są następujące:

$$a_o = \sqrt{-\ln(1-P_e)} \frac{\sqrt{A+C} + \sqrt{(A-C)^2 + 4B^2}}{\sqrt{AC-B^2}} \quad 5.61$$

$$b_o = \sqrt{-\ln(1-P_e)} \frac{\sqrt{A+C} - \sqrt{(A-C)^2 + 4B^2}}{\sqrt{AC-B^2}} \quad 5.62$$

Znając wielkości  $a_o$  i  $b_o$  można obliczyć powierzchnię elipsy ze wzoru:

$$S_e = \pi a_o b_o = 2\pi \ln(1-P_e) \frac{1}{\sqrt{AC-B^2}} \quad 5.63$$

Z przedstawionej analizy należy wyciągnąć następujące wnioski:

- błędy liniowe namierzania mają rozkład eliptyczny, tzn. że przy dużej liczbie namiarów linie przecinają się wewnątrz obszaru ograniczonego elipsą.

- gęstość prawdopodobieństwa przecięcia się linii namiarów maleje przy oddalaniu się od punktu rzeczywistego położenia namierzanego obiektu.

- powierzchnia elipsy przy zadanym prawdopodobieństwie  $P_e$  oraz dokładności namierzania  $K$  zależy od odległości rozpoznawanych urządzeń radioelektronicznych przeciwnika do urządzeń namierzających oraz kąta przecięcia się linii namiarów.

- duża półoś elipsy charakteryzuje maksymalny błąd liniowy namierzania.

Możliwości sił i środków rozpoznania radioelektronicznego, w aktualnym ugrupowaniu, w zakresie dokładności informacji o położeniu rozpoznawanych źródeł i obiektów (dowództw, sztabów, obiektów powietrznych przeciwnika) przedstawiają się następująco:

- naziemne i pokładowe radiostacje przeciwnika pracujące w zakresie fal krótkich mogą być zlokalizowane z maksymalną dokładnością od 7 km, przy podstawie namierzania równej 400 km, do 14 km, gdy długość podstawy namierzania jest dwukrotnie większa;

- miejsce położenia SNP z pracującymi pokładowymi radiostacjami UKF może być określone przez kompanijne podsystemy namierzania z maksymalną dokładnością od 1.7 km, przy namierzaniu przez sąsiednie namierniki podsystemu, do 3.5-4 km, gdy namiary dokonują skrajne namierniki w ugrupowaniu kompanijnego podsystemu namierzania;

- SNP z pracującymi stacjami radiolokacyjnymi mogą być zlokalizowane z maksymalną dokładnością od 3.5 do 8 km, w zależności od tego, które stacje POST w ugrupowaniu kompanii rozpoznania radioelektronicznego dokonały namiaru - sąsiednie czy skrajne.

Jak wynika z powyższych danych, dokładność informacji o położeniu SNP uzyskanych przez siły i środki rozpoznania radioelektronicznego nie spełnia wymagań systemu OP. Na podstawie tych informacji nie można naprowadzać lotnictwa myśliwskiego na cele powietrzne ani wskazywać ich wojskom raketowym OP.

### 5.3. Wiarygodność informacji.

Jedną z ważniejszych cech informacji rozpoznawczej jest jej wiarygodność. Wiarygodność informacji, uzyskanych przez system rozpoznania OP, określa się wielkością prawdopodobieństwa poprawnego rozpoznania: przynależności państwowej obiektów powietrz-

nych, ich typu, ugrupowania oraz przeznaczenia taktycznego.

Powodem nieprawidłowego określania charakterystyk obiektów powietrznych są: uszkodzone, lub niewłaściwie funkcjonujące urządzenia rozpoznawcze "swój-obcy", małe możliwości rozdzielcze stacji radiolokacyjnych, niespójność podsystemów rozpoznania, a niekiedy słaba znajomość techniki i taktyki przeciwnika powietrznego. W większości przypadków ocenę wiarygodności informacji o przeciwniku powietrznym przeprowadza się metodą porównania danych z kilku źródeł. Im liczba źródeł jest większa tym większe prawdopodobieństwo poprawnego określenia charakterystyki obiektów powietrznych (SNP).

W pododdziałach rozpoznania radioelektronicznego OP ustalenie przynależności państwowej, organizacyjnej, składu oraz typu rozpoznawanych obiektów przeciwnika jest możliwe, jeżeli zostaną spełnione następujące warunki:

- parametry techniczne przechwyconych sygnałów urządzeń radioelektronicznych przeciwnika będą zgodne z wcześniej określonymi, znanymi parametrami (wzorcami), znajdującymi się w "banku informacji" grup analizy danych lub grup analizy operacyjno-technicznej. "Bankiem danych" są tu wcześniej opracowane klasyfikatory środków radioelektronicznych przeciwnika, ułatwiające identyfikację rozpoznawanych obiektów lub specjalnie opracowane programy na EMC (np. program ROT, umożliwiający identyfikację radiostacji przeciwnika, pracujących z wykorzystaniem różnych emisji radiowych);

- w treści przechwyconej korespondencji radiowej będą podane sygnały rozpoznawcze pracujących radiostacji lub indeksy pilotów oraz pełny skład korespondentów;

- na wszystkich samolotach (SNP) ze składu celu powietrznego będą włączone i zostaną rozpoznane środki łączności radiowej lub środki radiolokacyjne.

Taka sytuacja jest mało prawdopodobna. Najczęściej w składzie grupowego celu powietrznego mogą pracować co najwyżej 2-3 urządzenia radioelektroniczne. Dlatego skład celu powietrznego może być określony jedynie szacunkowo.

Zastosowanie przez przeciwnika nowych rodzajów emisji radiowych oraz doskonalszych metod utajniania przekazywanych informacji w znacznym stopniu ograniczy możliwości pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego w tym zakresie.

#### 5.4. Ciągłość informacji.

Jedną z ważniejszych zasad sztuki operacyjnej i taktyki wojsk obrony powietrznej jest ciągłość prowadzenia walki, bitwy lub operacji, niezależnie od pory roku, doby i warunków atmosferycznych na całej głębokości obrony.

Podstawowym warunkiem zachowania ciągłości działań bojowych wojsk obrony powietrznej jest dobrze działający system rozpoznania przeciwnika powietrznego.

Ciągłość informacji o przeciwniku powietrznym oznacza systematyczność dostarczania jej do decydentów obrony powietrznej z wymaganą dyskretnością i na całej głębokości obrony.

W pododdziałach rozpoznania radioelektronicznego OP na problem ciągłości informacji o przeciwniku powietrznym należy spojrzeć nieco inaczej.

O ciągłości dostarczania informacji przez pododdziały rozpoznania radioelektronicznego decydują przede wszystkim czas i częstotliwość pracy środków radioelektronicznych przeciwnika.

Istnienie ciągłej strefy rozpoznania radioelektronicznego nie zabezpiecza ciągłości informowania decydentów obrony powietrznej o przeciwniku powietrznym w całym przedziale czasu jego działania. Aby śledzić przeciwnika w sposób ciągły i informować o jego działaniach, środki radioelektroniczne zabezpieczające jego działania musiałyby przez cały czas emitować energię elektromagnetyczną. Tymczasem przeciwnik stara się ograniczać pracę urządzeń radioelektronicznych do minimum. Czas trwania seansów wymiany korespondencji radiowej w zakresie fal krótkich zamyka się w granicach od kilkunastu sekund do kilku minut, a w relacjach łączności radiowej UKF od kilku do kilkunastu sekund. Jedynie stacje radiolokacyjne samolotów rozpoznawczych mogą być włączone na całej trasie lotu w rejonie wykonywania zadania bojowego.

Na taką sytuację pododdziały rozpoznania radioelektronicznego nie mają żadnego wpływu. Dlatego informacje o działaniach przeciwnika są dostarczane przez ten rodzaj rozpoznania niesystematycznie.

### 5.5. Ilość informacji.

Jednym z ważniejszych wskaźników charakteryzujących możliwości systemu rozpoznania OP jest ilość wydawanej informacji o przeciwniku powietrznym.

W systemie rozpoznania pod pojęciem ilości wydawanej informacji uważa się liczbę przekazywanych meldunków o oddzielnie śledzonych obiektach powietrznych w jednostce czasu.

Ilość informacji dostarczanej do stanowisk dowodzenia obrony powietrznej powinna odpowiadać wymogom określonego szczebla dowodzenia (taktycznego, operacyjno-taktycznego lub operacyjnego).

Realizacja zadań bojowych na szczeblu taktycznym wymaga szczegółowej informacji o każdym obiekcie powietrznym (pojedynczym lub grupowym), która powinna umożliwić dowodzenie załogami samolotów lotnictwa myśliwskiego (para, kluczem lub eskadrą) lub dywizjonami (bateriami) raketowymi w walce ze SNP.

Realizacja zadań obrony powietrznej na szczeblu operacyjno-taktycznym i operacyjnym wymaga informacji mniej szczegółowej, ułatwiającej decydom obrony powietrznej określanie zamiaru działań przeciwnika powietrznego oraz dowodzenia oddziałami, związkami taktycznymi i operacyjno-taktycznymi.

Z istoty rozpoznania radioelektronicznego wynika, że źródłami informacji o przeciwniku powietrznym są jego środki radioelektroniczne emitujące energię elektromagnetyczną, ich położenie, treść przekazywanych informacji i struktura emitowanych sygnałów. Tak więc ilość zdobytych informacji jest wprost proporcjonalna do ilości rozpoznawanych środków radioelektronicznych przeciwnika.

Ilość wykrytych i śledzonych oraz umiejscowionych lub namierzonych środków radioelektronicznych przeciwnika przez pododdziały rozpoznania radioelektronicznego OP zależy przede

wszystkim od takich czynników jak: ilość urządzeń rozpoznawczych, poziom wykszolenia operatorów tych urządzeń, sposób prowadzenia rozpoznania, liczba, sposób, i czas pracy środków radioelektronicznych przeciwnika oraz prawdopodobieństwo ich wykrycia w kierunku i częstotliwości.

Potencjalne możliwości pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego w tym zakresie określane są iloczynem liczby stanowisk rozpoznawczych lub podsystemów namierzania i norm ich obciążenia, określanych na podstawie wieloletniej praktyki i prowadzonych doświadczeń. Zgodnie z tymi normami jedno stanowisko nasłuchu radiowego KF lub UKF, wyposażone w 2-3 odbiorniki radiowe, może przechwytywać jednocześnie pracę 2-3 radiostacji przeciwnika. Okresowo także stanowisko nasłuchu radiowego KF może śledzić pracę 3-4 relacji radiowych lub kontrolować 8-10. Powyższe normy zwiększa się dwukrotnie dla stanowisk wyposażonych w odbiorniki KF z automatycznym programowaniem częstotliwości.

W zakresie namierzania radiowego KF ustalono, że jeden podsystem namierzania, wyposażony w namierniki radiowe bez automatyzacji procesów namierzania, może zlokalizować w ciągu jednej godziny 20-30 źródeł rozpoznania, a podsystem zautomatyzowany do 200 - 300 takich źródeł.

Niezautomatyzowany podsystem namierzania radiowego UKF, przy namierzaniu "na komendę", może w tym samym czasie umiejscowić lub namierzyć 40-60 radiostacji przeciwnika.

Podsystem rozpoznania pokładowych stacji radiolokacyjnych (SRL), wyposażony w stacje POST-3M, może zlokalizować w ciągu godziny 30-40 źródeł rozpoznania z podaniem ich parametrów technicznych.

Aktualnie, pododdziały rozpoznania radioelektronicznego OP, dysponując: około 100 stanowiskami odbiorczymi KF i 30 stanowiskami odbiorczymi UKF; dwoma sieciami namierzania KF; czterema podsystemami namierzania radiowego UKF i rozpoznania pokładowych SRL, ma możliwość: jednoczesnego przechwytywania pracy około 180-200 sieci lub kierunków radiowych KF oraz 50-60 relacji radiowych UKF; śledzenia okresowego 300-400, a kontrolnego 800-1000 sieci lub kierunków radiowych KF; jednoczesnego umiejscowienia dwóch radiostacji KF, czterech UKF i czterech

pokładowych SRL; zlokalizowania lub namierzenia w ciągu godziny 40-60 radiostacji KF i 160-240 UKF sposobem "na komendę" oraz 400-600 radiostacji KF w systemie zautomatyzowanym NASTURCJA; umiejscowienia lub namierzenia w ciągu godziny oraz określenia parametrów technicznych 120-160 pokładowych SRL.

#### 5.6. Zakres rozpoznawanych częstotliwości.

Ten wskaźnik możliwości bojowych określa w jakim przedziale częstotliwości, wykorzystywanych przez przeciwnika, możliwe jest prowadzenie rozpoznania przez pododdziały radioelektroniczne OP. Wielkość tego wskaźnika zależy przede wszystkim od możliwości technicznych sprzętu rozpoznania radioelektronicznego i określana jest minimalna i maksymalna wartość częstotliwościowego zakresu pracy tych urządzeń.

$$f_{\min UR_i} \leq \Delta F \leq f_{\max UR_i} \quad 5.64$$

gdzie:

$\Delta F$  - zakres rozpoznawanych częstotliwości;

$f_{\min UR_i}$  - minimalna częstotliwość pracy i-tego rodzaju urządzeń rozpoznawczych;

$f_{\max UR_i}$  - maksymalna częstotliwość pracy i-tego rodzaju urządzeń rozpoznawczych.

Pododdziały rozpoznania radioelektronicznego OP mogą aktualnie prowadzić nasłuch radiowy w zakresie częstotliwości od 0.01 do 520 MHz, namierzanie radiowe w zakresie od 1 do 30 i od 100 do 500 MHz oraz rozpoznanie pokładowych systemów radiolokacyjnych w zakresie od 2.5 do 37.5 GHz.

#### 6. DOWODZENIE I WSPÓŁDZIAŁANIE

Dowodzenie w pododdziałach radioelektronicznych OP to działalność dowódców wszystkich szczebli, mająca na celu zabezpieczenie wykonania przez podległe siły i środki postawionych im zadań bojowych.

Przed organami dowodzenia pododdziałów radioelektronicznych stoi szereg wymagań, takich jak stała gotowość systemu dowodzenia (zwłaszcza środków łączności) do kierowania procesami rozpoznania i zakłóceń radioelektronicznych oraz takie atrybuty jak operatywność, ciągłość, stanowczość, elastyczność i skrytość dowodzenia.

Zasadnicze zadania dowodzenia w pododdziałach radioelektronicznych OP dotyczą: osiagania i utrzymania określonego stanu i stopnia gotowości bojowej; kierowania procesami rozpoznania i zakłóceń radioelektronicznych; zabezpieczenia w informację o działaniach przeciwnika zainteresowanych użytkowników; obrony i ochrony przed oddziaływaniem przeciwnika powietrznego i naziemnego; odtwarzania gotowości i zdolności bojowej.

Kierowanie osiaganiem i utrzymaniem gotowości bojowej przez pododdziały radioelektroniczne obejmuje: doprowadzenie ich do odpowiedniego stanu i stopnia gotowości bojowej; przyjęcie dodatkowych sygnałów i zarządzeń dla podwyższenia gotowości sił i środków w celu niezwłocznego wykonywania zadań bojowych; kontrolę prawidłowości i terminowości wykonania przez pododdziały wszystkich przedsięwzięć przewidzianych w planie osiagnia wyższych stanów gotowości bojowej.

W czasie prowadzenia rozpoznania i zakłóceń radioelektronicznych dowodzenie obejmuje: stawianie zadań podległym pododdziałom; kontrolowanie ich realizacji; podejmowanie decyzji dotyczących zmian w rozmieszczeniu sił i środków oraz wykonania odpowiednich w tym zakresie manewrów i przegrupowań; włączanie do pracy dodatkowych sił i środków rozpoznania w zależności od zaistniałej sytuacji operacyjno-taktycznej i radioelektronicznej; ustalanie zakresu działań związanych z prowadzeniem rozpoznania i zakłóceń radioelektronicznych, współdziałaniem, opracowywaniem wiadomości rozpoznawczych i ich meldowaniem; udzielanie wytycznych bezpośrednim podwładnym dotyczących organizowania i prowadzenia pracy bojowej, a ponadto wykonywania innych przedsięwzięć związanych z prowadzeniem rozpoznania i zakłóceń radioelektronicznych.

Kierowanie procesem dostarczania informacji o działaniach przeciwnika zainteresowanym użytkownikom obejmuje: określanie

sposobu i czasu przekazywania informacji rozpoznawczych adresatom; kontrolę ilości i jakości przekazywanych informacji; meldowanie przłożonym rezultatów działań bojowych.

Dowodzenie obroną przed oddziaływaniem przeciwnika powietrznego i naziemnego oraz odtwarzaniem gotowości bojowej obejmuje: przekazywanie do pododdziałów sygnałów o uderzeniach ŚNP i kontrolę ich wykonania; włączanie do pracy rezerwowych środków rozpoznania i zakłóceń radioelektronicznych; odtwarzanie naruszonego systemu dowodzenia i zdolności bojowej pododdziałów; prowadzenie przedsięwzięć związanych z likwidacją następstw zastosowania przez przeciwnika broni masowego rażenia i uderzeń ogniowych; stawianie zadań pododdziałom na wykonanie manewru i zabezpieczenie jego wykonania; ewakuację pododdziałów radioelektronicznych z rejonów skażonych i zagrożonych.

W procesie dowodzenia pododdziałami radioelektronicznymi nie mniej ważnymi od wyżej wymienionych są przedsięwzięcia zabezpieczenia logistycznego działań bojowych. Ich zakres i charakter jest podobny do tego typu przedsięwzięć we wszystkich jednostkach WLOP i dlatego nie będzie szerzej omawiany.

Elementami zabezpieczającymi dowodzenie w pododdziałach radioelektronicznych są stanowiska dowodzenia, na których pełnione są całodobowe dyżury bojowe.

W celu zwiększenia sprawności i skuteczności dowodzenia w czasie działań bojowych, poszczególne zadania dowodzenia rozdzielane są pomiędzy osoby funkcyjne zmiany bojowej SD. Podział taki pozwala dowódcom koncentrować uwagę na realizacji zadań najważniejszych, skrócić czas podejmowania decyzji i doprowadzania ich do wykonawców.

Dla zachowania ciągłości dowodzenia w pododdziałach radioelektronicznych, podczas osiągania wyższych stanów gotowości bojowej, rozwija się i utrzymuje w pełnej gotowości do działań system zapasowych SD, które z chwilą obezwładnienia czy zniszczenia stanowisk zasadniczych lub utraty z nimi łączności, przejmują ich funkcje.

Podstawowym sposobem dowodzenia pododdziałami radioelektronicznymi jest dowodzenie scentralizowane. W czasie działań wojennych lub w wyższych stanach gotowości bojowej całością sił i

środków pododdziałów radioelektronicznych dowodzą osobiście ich dowódcy z zasadniczych stanowisk dowodzenia lub ich zastępcy z zapasowych SD, gdy zasadnicze zostaną zniszczone lub obojętne.

Dowodzenie pododdziałami radioelektronicznymi w sposób zdecentralizowany ma miejsce wówczas, gdy podległe pododdziały utracą łączność ze swoimi dowódcami. W tej sytuacji dowódcy pododdziałów (kompanii) samodzielnie podejmują decyzje w zakresie zdobywania danych o działaniach przeciwnika oraz zabezpieczenia w te informacje tych użytkowników, z którymi mają bezpośrednią łączność.

Współdziałanie to wzajemnie uzgodnione działania i wymiana informacji między nie podlegającymi sobie jednostkami, w celu zwiększenia efektywności wykorzystania ich możliwości bojowych i pełnego wykonania zadań przez każdą ze współdziałających jednostek.

W warunkach współczesnego pola walki zadania rozpoznawcze można realizować w pełni jedynie wówczas, gdy na każdym szczeblu dowodzenia będzie zorganizowane i prowadzone rozpoznanie przeciwnika wspólnymi siłami wszystkich wyznaczonych do tego celu jednostek.

Jednostki radioelektroniczne OP w procesie realizacji zadań bojowych współdziałają z jednostkami rozpoznania radioelektronicznego wojsk lądowych i marynarki wojennej, wchodzącymi w skład JSRR WP oraz jednostkami wojsk radiotechnicznych OP.

Współdziałanie z jednostkami rozpoznania radioelektronicznego wojsk lądowych i marynarki wojennej polega na wzajemnej wymianie informacji dotyczących sytuacji radioelektronicznej i operacyjno-taktycznej oraz pracy naziemnych i pokładowych systemów i środków radioelektronicznych przeciwnika w strefach rozpoznania tych jednostek.

Uzyskane w ramach tego współdziałania informacje mają istotny wpływ na możliwości bojowe jednostek rozpoznania radioelektronicznego OP, szczególnie w zakresie zwiększenia czasu uprzedzenia systemu OP o działaniach przeciwnika oraz dokładności i wiarygodności przekazywanych informacji.

Współdziałanie pododdziałów radioelektronicznych OP z jednostkami wojsk radiotechnicznych OP polega na wzajemnej wymianie informacji o działalności ŚNP w strefach rozpoznania tych jednostek.

Pododdziały radioelektroniczne przekazują jednostkom wojsk radiotechnicznych informacje dotyczące działalności ŚNP poza zasięgiem strefy wykrywania WRT i w granicach tej strefy, z określeniem parametrów ich lotu, typu i przynależności państwowej oraz stosowanych zakłóceń radioelektronicznych.

Jednostki wojsk radiotechnicznych OP przekazują natomiast pododdziałom radioelektronicznym informacje o aktualnej sytuacji powietrznej w ich strefach rozpoznania, co znacznie ułatwia identyfikację wykrytych obiektów rozpoznania i w istotny sposób wpływa na możliwości bojowe podsystemu rozpoznania radioelektronicznego, zwłaszcza w zakresie dokładności umiejscowienia tych obiektów.

## BIBLIOGRAFIA

1. Bem D.J., Materiały pomocnicze do obliczeń propagacyjnych, Politechnika Wroclawska 1973r.
2. Cechy rozpoznawcze źródeł rozpoznania radioelektronicznego, DW OPK 1980r.
3. Doichanow M., Propagacja fal radiowych, Warszawa 1975r.
4. Groszek Z. Metoda oceny możliwości bojowych systemu rozpoznania radioelektronicznego WOPK z wykorzystaniem symulacji komputerowej, ASG WP 1988r.
5. Kwiatosz J., Technika rozpoznania radiowego. Namierzanie radiowe, WAT 1981r.
6. Organizacja i prowadzenie rozpoznania radioelektronicznego (pułk, batalion), MON 1979r.
7. Organizacja i prowadzenie rozpoznania radioelektronicznego na stanowisku i posterunku rozpoznawczym WOPK DW OPK 1987r.
8. Paradowski L., Szutkowski F., Problemy rozpoznania i przeciwdziałania radioelektronicznego, WAT 1986r.
9. Podstawowe dane taktyczno-techniczne, możliwości i zasady wykorzystania sprzętu rozpoznania radioelektronicznego w wojskach OPK, DW OPK 1984r.
10. Poradnik oficera rozpoznania radioelektronicznego Wojsk Obrony Powietrznej Kraju, DW OPK 1990r.

Wydrukowano w 50 egz.

Egz. nr. 1-49 Bibl.Gł.DZN

Egz. nr. 50 Bibl.Szt.Gen.

Wyk. płk Groszek

Druk G.Z. dnia 29.10.92r.

Druk AON nr pf-737/WW

Korekta Autorska.

SPIS TRESCI

|  | Str. |
|--|------|
| WSTEP .....  | 3    |
| 1. ISTOTA ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO W OBRONIE POWIE-<br>TRZNEJ .....      | 4    |
| 2. CECHY ROZPOZNAWCZE ZRODEL ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZ-<br>NEGO .....         | 6    |
| 3. CELE I ZADANIA ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO W OP ...                      | 8    |
| 4. JEDNOSTKI RADIOELEKTRONICZNE OP .....   | 11   |
| 4.1. Struktura organizacyjna .....   | 12   |
| 4.2. Struktura przestrzenna .....  | 15   |
| 4.3. Funkcjonowanie pododdzialow rozpoznania radioelek-<br>tronicznego OP .....  | 17   |
| 5. MOZLIWOSCI BOJOWE PODODDZIALOW ROZPOZNANIA RADIOELEKTRO-<br>NICZNEGO OP ..... | 24   |
| 5.1. Terminowosc informacji .....  | 25   |
| 5.2. Dokladnosc informacji .....   | 42   |
| 5.3. Wiarygodnosc informacji .....   | 57   |
| 5.4. Ciaglosc informacji .....   | 59   |
| 5.5. Ilosc informacji .....  | 60   |
| 5.6. Zakres rozpoznawanych czestotliwosci .....                                  | 62   |
| 6. DOWODZENIE I WSPOLDZIALANIE .....   | 64   |
| BIBLIOGRAFIA .....   | 67   |

