



Grey Scale #13



DANES-PICTA.COM

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



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

~~Do użytku
służbowego~~

~~POUFNE~~

Egz. Nr 2



Ppłk dypl. Zbigniew GROSZEK

METODA OCENY MOŻLIWOŚCI
BOJOWYCH SYSTEMU ROZPOZNANIA
RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSK OPK
Z WYKORZYSTANIEM SYMULACJI
KOMPUTEROWEJ

Rozprawa doktorska

12109

WARSZAWA 1988





**AKADEMIA
SZTABU GENERALNEGO**

IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

~~Do użytku
militarnego~~

~~POUFNE~~

Egz. Nr 2



Pptk dypl. Zbigniew GROSZEK

**METODA OCENY MOŻLIWOŚCI
BOJOWYCH SYSTEMU ROZPOZNANIA
RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSK OPK
Z WYKORZYSTANIEM SYMULACJI
KOMPUTEROWEJ**

Rozprawa doktorska

12109

WARSZAWA 1988

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

im.gen.broni Karola Świerczewskiego

~~Do użytku
służbowego~~

~~POUFALE~~

Egz. nr.... 2

Przekł. Prot. 779/21.08.95
Zm



Ppłk dypl. Zbigniew GROSZEK

METODA OCENY MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH SYSTEMU ROZPOZNANIA
RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSK OPK Z WYKORZYSTANIEM
SYMULACJI KOMPUTEROWEJ

ROZPRAWA DOKTORSKA



Opracowana pod naukowym kierownictwem
płk.doc.dr.hab.Eugeniusza ZABŁOCKIEGO

WARSZAWA

1988r.

SPIS TREŚCI

WSTĘP	4
1. ANALIZA SYSTEMU ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSK OPK	6
1.1. GENEZA PROBLEMU	6
1.2. HIPOTEZY ROBOCZE, GŁÓWNE PROBLEMY BADAWCZE, OCZEKI- KIWANE EFEKTY	9
1.3. ZASTOSOWANIE ANALIZY SYSTEMOWEJ W BADANIACH SYSTE- MU ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSK OPK ...	11
1.4. CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU ROZPOZNANIA RADIOELEKTRO- NICZNEGO WOJSK OPK	15
1.5. MOŻLIWOŚCI BOJOWE SYSTEMU ROZPOZNANIA RADIOELEKTRO- NICZNEGO WOJSK OPK	30
1.6. ZAŁOŻENIA OPERACYJNO - TAKTYCZNE	44
1.7. PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA BUDOWY MODELU SYSTEMU ROZPO- ZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSK OPK	54
1.8. PROCEDURA WYKORZYSTANIA MODELU SYSTEMU ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSK OPK	57
WNIOSKI KOŃCOWE ROZDZIAŁU PIERWSZEGO	60
2. ZASTOSOWANIE SYMULACJI KOMPUTEROWEJ DO OCENY MOŻLI- WOŚCI BOJOWYCH SYSTEMU ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONI- CZNEGO WOJSK OPK	62
2.1. SYMULACYJNY MODEL SYSTEMU ROZPOZNANIA RADIOELEKTRO- NICZNEGO WOJSK OPK	62
2.2. ALGORYTM OCENY MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH SYSTEMU ROZPO- ZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSK OPK	123
WNIOSKI KOŃCOWE ROZDZIAŁU DRUGIEGO	143
ZAKOŃCZENIE	145

ZAŁĄCZNIKI:

Nr 1 - Program "Możliwości bojowe systemu rozpoznania
radicelektronicznego wojsk OPK" 151

Nr 2 - Program "Strefa nasłuchu radiowego KF" 162

W S T E P

W dobie dynamicznego rozwoju elektroniki i wciąż rosnącego nasycenia sił zbrojnych przeciwnika coraz doskonalszymi środkami radioelektronicznymi, istnieje obiektywna potrzeba systematycznego prowadzenia badań systemu rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK /SRRe OPK/, w celu określenia i wprowadzania zmian strukturalno - funkcjonalnych w tym systemie, zmierzających do ciągłego zwiększania jego możliwości bojowych.

Z tego względu celem podjętych w rozprawie badań jest opracowanie metody umożliwiającej ocenę możliwości bojowych SRRe OPK z wykorzystaniem symulacji komputerowej.

Jako metodę - sposób podejścia, z punktu widzenia założeń badawczych, jak również metodę - sposób działania, z punktu widzenia stosowanych metod badawczych, zastosowano w badaniach analizę systemową. Natomiast z punktu widzenia powtarzalnego sposobu postępowania zastosowano symulację systemową jako metodę umożliwiającą umowne, wielokrotne odzwierciedlanie procesów działań bojowych /funkcjonowania/ SRRe OPK oraz określenie wskaźników jego możliwości bojowych. Symulacja systemowa stanowi integralny element analizy systemowej i jest w tym przypadku narzędziem badawczym, którego zastosowanie pozwala praktycznie realizować, a zarazem weryfikować przyjęte założenia teoretyczne.

Zastosowane metody badawcze determinowały kolejność i treść badań, co odzwierciedla również układ rozprawy, która składa się z dwóch rozdziałów.

Rozdział pierwszy obejmuje genezę problemu badawczego, hipotezy robocze, główne problemy badawcze i oczekiwane rezultaty ich rozwiązania. Na podstawie analizy SRRe OPK i czynników determinujących jego funkcjonowanie, określono grupę wskaźników umożliwiających ocenę jego realnych możliwości bojowych, sprecyzowano podstawowe wymagania operacyjno - taktyczne, założenia do budowy modelu symulacyjnego systemu oraz przedstawiono procedurę jego wykorzystania.

Zasadniczą treścią rozdziału drugiego jest sformalizowany opis SRRe OPK i źródeł rozpoznania radioelektronicznego /ZRe/-środków radioelektronicznych przeciwnika, matematyczny model

symulacyjny SRRe OPK oraz algorytm oceny jego możliwości bojowych. Ponadto w załącznikach 1 i 2 zamieszczono dwa programy na mikrokomputery ATARI i AMSTRAD umożliwiające weryfikację przyjętych w procesie badań założeń teoretycznych.

Autor rozprawy ma nadzieję, że opinie przyszłych użytkowników opracowanej metody pozwolą w pełni zweryfikować przyjęte założenia, a dalsza praca nad tymi zagadnieniami umożliwi wyeliminowanie ukrytych w niej mankamentów.

Autor wyraża wdzięczność i podziękowanie kierownikowi naukowemu rozprawy płk.doc.dr.hab.pil.Eugeniuszowi ZABŁOCKIEMU za życzliwy stosunek oraz ukierunkowanie w procesie badań i opracowania rozprawy doktorskiej.

Jestem wdzięczny Komendzie Wydziału Wojsk Lotniczych i OPK ASG WP oraz Dowództwu Wojsk Obrony Powietrznej Kraju za umożliwienie przeprowadzenia badań i opracowania rozprawy.

Przełożonym i kolegom z Katedry Taktyki Wojsk OPK ASG WP za pomoc i krytyczne uwagi.

1. ANALIZA SYSTEMU ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSK OPK

1.1. GENEZA PROBLEMU

Środki radioelektroniczne, ze względu na swój dynamiczny rozwój, zajmują jedno z ważniejszych miejsc w wyposażeniu sił zbrojnych, zwłaszcza w nowoczesnych rodzajach uzbrojenia takich jak technika raketowa i lotnicza. Spełniają one bardzo ważną rolę w działaniach bojowych wojsk.

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

Ostatnie konflikty lokalne /wojny bliskowschodnie oraz konflikt o Falklandy/ dowodzą, że elektroniczne środki walki już dziś stały się istotnym elementem w prowadzeniu działań bojowych. Potwierdzają to także tendencje istniejące w technologicznym rozwoju elektroniki dla celów wojskowych, a także szybko postępujące nasycenie wojsk tego rodzaju sprzętem. Elektronika należy do głównych elementów wyścigu zbrojeń, poprzez który państwa NATO - głównie Stany Zjednoczone - usiłują zdobyć przewagę technologiczną nad państwami socjalistycznymi.

Oceniając doświadczenia wynikające z użycia elektroniki w ostatnich konfliktach zbrojnych, 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, jak nigdy dotąd, nabiera znaczenia problem 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 /natarcia radioelektronicznego/ rozpoznanie radioelektroniczne może stać się podstawowym źródłem informacji o działaniach przeciwnika, umożliwiającym dowodzenie wojskami.

W wojskach OPK rozpoznanie radioelektroniczne jest jednym z zasadniczych składników systemu rozpoznania wojskowego i jedno-

częście ważnym elementem zabezpieczenia ich działań bojowych.

Stanowi ono zespół wzajemnie powiązanych celami, zadaniami, miejscem i czasem przedsięwzięć oraz działań sił i środków rozpoznania radioelektronicznego, zmierzających do zdobywania informacji o przeciwniku na podstawie analizy pracy i rozmieszczenia jego środków radioelektronicznych.

Rozpoznanie radioelektroniczne może być traktowane i zarazem rozpatrywane jako quasi - niezależne w stosunku do pozostałych elementów systemu rozpoznania wojsk OPK /rozpoznania radiolokacyjnego, fotograficznego i wzrokowego/. Wynika to z faktu, że każdy z wymienionych rodzajów rozpoznania absorbuje inne rodzaje sił i środków stanowiących zamknięte całości organizacyjne. Jednakże wzajemne ich powiązania funkcjonalne, zgodność wewnętrzna co do celu, miejsca i czasu, jak również bezwzględne podporządkowanie jednej decyzji dowódcy, nie pozwala na rozpatrywanie ich w całkowitym oderwaniu od siebie.

A zatem system rozpoznania radioelektronicznego OPK, jego organizacja, struktura, możliwości i sposób funkcjonowania musi być rozpatrywany na tle całego systemu rozpoznania wojsk OPK, z wzajemnymi powiązaniem i uwarunkowaniami.

W takim ujęciu system rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK charakteryzuje się określonymi możliwościami bojowymi w zakresie zdobywania, opracowywania i przekazywania użytkownikom informacji o działalności przeciwnika.

Możliwości bojowe SRRe OPK charakteryzowane są zespołem wskaźników czasowych, przestrzennych i probabilistycznych określających zdolność tego systemu do wykonania zadań bojowych w konkretnej sytuacji operacyjno - taktycznej i radioelektronicznej.

Wzrost ilościowy i ciągłe doskonalenie środków radioelektronicznych przez przeciwnika wymusza potrzebę systematycznego wprowadzania nowszych, jakościowo lepszych środków rozpoznania radioelektronicznego oraz zmian strukturalnych i funkcjonalnych w systemie rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK, zmierzających do zwiększenia jego możliwości bojowych.

Aby określić, jakimi możliwościami bojowymi charakteryzuje się SRRe OPK, a także jakich zmian strukturalnych i funkcjonalnych należy dokonać w istniejącym systemie oraz jakim wymogom

powinny odpowiadać nowsze, doskonalsze urządzenia rozpoznawcze by nadażyć za zmianami zachodzącymi w systemach i środkach radioelektronicznych przeciwnika, istnieje obiektywna konieczność prowadzenia badań naukowych tego systemu.

Częściowej weryfikacji struktury organizacyjnej SRRe OPK oraz zasad i sposobów jego funkcjonowania dokonuje się na podstawie wniosków ze współczesnych lokalnych konfliktów zbrojnych oraz ćwiczeń prowadzonych przez potencjalnego przeciwnika i własnych. Należy jednak podkreślić, że zarówno ćwiczenia, jak i lokalne konflikty zbrojne nie odzwierciedlają wszystkich aspektów współczesnego pola walki. Żadne pozorowane działania przeciwnika poza realnymi nie umożliwią pełnego odwzorowania ilościowego, czasowego i przestrzennego rozmachu prowadzonych operacji.

Prowadzenie badań naukowych na rzeczywistym SRRe OPK też nie zawsze jest możliwe i ekonomicznie uzasadnione, chociażby z tego względu, że system ten już teraz, w czasie pokoju większością swoich sił i środków w sposób ciągły wykonuje zadania bojowe.

Z tych względów istnieje potrzeba zastąpienia rzeczywistego SRRe OPK, a także rzeczywistych działań przeciwnika - ich przybliżonym obrazem - modelem oraz prowadzenia badań naukowych z wykorzystaniem tego modelu.

W dotychczasowych publikacjach i wydawnictwach dotyczących problematyki rozpoznania radioelektronicznego w wojskach OPK kwestia oceny możliwości bojowych SRRe OPK rozpatrywana była bardzo pobieżnie. Brak jest również opracowań naukowych dotyczących tej problematyki, które umożliwiłyby ocenę możliwości bojowych SRRe OPK w sposób kompleksowy, uwzględniający realia i dynamikę działań bojowych tego systemu w konkretnych warunkach sytuacji operacyjno - taktycznej i radioelektronicznej.

Zakres i sposób oceny możliwości bojowych SRRe OPK prezentowane w wydawnictwach MON i DW OPK /4/, /42/, /45/, oparte przede wszystkim na logicznym, niekiedy intuicyjnym rozumowaniu i graficznie - analitycznym określaniu głównie potencjalnych możliwości bojowych tego systemu, nie odzwierciedlają jego faktycznych /realnych/ możliwości w działaniach bojowych, w zetknięciu z konkretnym przeciwnikiem. Poza tym w wymienionych publikacjach nie ma jednolitości i zbieżności co do rodzaju, liczby i charakteru wskaźników określających możliwości bojowe SRRe OPK.

Istnieje zatem potrzeba określenia takiej grupy wskaźników możliwości bojowych SRRe OPK, które zapewniłyby kompleksowe przedstawienie rzeczywistych możliwości tego systemu.

1.2. HIPOTEZY ROBOCZE, GŁÓWNE PROBLEMY BADAWCZE, OCZEKIWANE EFEKTY

Ciągły rozwój środków radioelektronicznych przeciwnika oraz środków rozpoznania radioelektronicznego OPK powoduje, że dotychczasowe zasady i sposoby funkcjonowania SRRe OPK ulegają przewartościowaniom. SRRe OPK jest systemem złożonym, wymagającym badań w ścisłym powiązaniu z działaniami przeciwnika i systemu OPK. Istnieje zatem potrzeba ciągłego ponawiania badań tego systemu i jego możliwości bojowych z zastosowaniem nowoczesnych metod badawczych - analizy systemowej i symulacji komputerowej. Metody te stosowane są od dawna w badaniach poszczególnych rodzajów wojsk OPK i systemu OPK w całości. Jednakże w badaniach procesów i zjawisk zachodzących w systemie rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK, a szczególnie możliwości bojowych tego systemu, metody te nie były stosowane.

Analiza systemowa, rozumiana jako złożona metodologia rozwiązywania problemów naukowych i praktycznych, przejawia się w samym formułowaniu zadań, ich rozwiązywaniu, jak również w organizacji procesu badawczego. W metodzie tej w pierwszej kolejności definiuje się badany obiekt, a następnie uwzględniając relacje systemowe, dokonuje się rozłożenia systemu na podsystemy i podejmuje ich badania. Taki sposób ujęcia problemu stwarza konieczność badań systemu rozpoznania radioelektronicznego OPK w ścisłym powiązaniu z działaniami przeciwnika. Istnienie SRRe OPK ma sens jedynie wtedy gdy istnieje przeciwnik.

Procesy funkcjonalne, zachodzące wewnątrz jednego z tych systemów, warunkują oddziaływanie zewnętrzne i funkcjonowanie wewnętrzne systemu drugiego. Dlatego też, dla określenia wzajemnego oddziaływania, niezbędnym jest zbadanie ich struktur wewnętrznych, czynników determinujących ich stan oraz relacji i zależności pomiędzy nimi zachodzących.

Zatem metodą, która pozwoli określić rzeczywiste możliwości bojowe SRRe OPK w wykonaniu stojących przed nim zadań w kon-

kretnych warunkach sytuacji operacyjno - taktycznej i radioelektronicznej, jest analiza systemowa i związana z nią symulacja komputerowa.

Aby osiągnąć założony cel badań i zweryfikować postawioną hipotezę, należy rozwiązać następujące problemy i zadania badawcze:

1. Opracować koncepcję zastosowania analizy systemowej, a w tym symulacji komputerowej w badaniach SRRe OPK.
2. Scharakteryzować SRRe OPK, jego możliwości bojowe oraz określić taką grupę wskaźników, która w pełni odzwierciedli realne możliwości tego systemu.
3. Opracować założenia operacyjno - taktyczne i metodyczne do budowy modelu symulacyjnego SRRe OPK.
4. Opracować matematyczny, dynamiczny model symulacyjny SRRe OPK.
5. Opracować algorytm oceny możliwości bojowych SRRe OPK.
6. Określić metodykę wykorzystania algorytmu /metody/.

Rozwiązanie powyższych problemów powinno umożliwić opracowanie metody oceny możliwości bojowych SRRe OPK, która może być wykorzystana w wielu dziedzinach.

W procesie naukowo - badawczym /jako narzędzie badawcze/ opracowana metoda powinna umożliwić uzyskanie odpowiedzi na dwa zasadnicze pytania problemowe:

1. Jakie są możliwości bojowe SRRe OPK w świetle jego celów i zadań ?
2. Jaki jest wpływ elementów SRRe OPK oraz otoczenia tego systemu na jego możliwości bojowe ?

W procesie dydaktycznym zakłada się wykorzystanie tej metody głównie w grach decyzyjnych i ćwiczeniach prowadzonych w ASG WP i jednostkach wojsk OPK. Pozwoli ona ćwiczącym wielokrotnie sprawdzać i weryfikować swoje decyzje dotyczące użycia sił i środków SRRe OPK w systemie OPK, a tym samym doskonalić wiedzę i umiejętności z zakresu organizacji i prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego.

Oczekuje się również, że w działaniach bojowych będzie ta metoda narzędziem ułatwiającym dokonywanie wyboru i doskona-

lenie wariantów decyzyjnych zapewniających racjonalne wykorzystanie sił i środków SRRe OPK w walce z przeciwnikiem.

Analiza systemowa z zastosowaniem symulacji komputerowej powinna umożliwić wielopłaszczyznową ocenę możliwości bojowych SRRe OPK poprzez rozpatrywanie wielu wariantów działań bojowych przeciwnika i systemu rozpoznania radioelektronicznego OPK.

Podstawowe wnioski z badań SRRe OPK prowadzonych z zastosowaniem analizy systemowej mogą być wykorzystane do weryfikacji sposobów działań bojowych oraz precyzowania kierunków rozwoju tego systemu.

1.3. ZASTOSOWANIE ANALIZY SYSTEMOWEJ W BADANIACH SYSTEMU ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSK OPK

Na obecnym etapie rozwoju metodologii badań naukowych pojęcie analizy systemowej jako metody badawczej jest powszechnie znane. Dla przypomnienia należy jedynie stwierdzić, że analiza systemowa jest zarówno metodą - sposobem podejścia /z punktu widzenia założeń badawczych/, jak i metodą - sposobem działania /z racji stosowanych w niej metod badawczych/ /37/.

Podstawowym założeniem badawczym w analizie systemowej jako metodzie - sposobie podejścia jest traktowanie obiektu działań jako systemu. Istota analizy systemowej polega na zbudowaniu i badaniach uproszczonego modelu systemu rzeczywistego.

Ze względu na spotykane w literaturze pewne zróżnicowanie pojęć i definicji dotyczących analizy systemowej, wydaje się celowym przedstawienie tych definicji i pojęć, które zostały przyjęte w procesie badań SRRe OPK.

Tak więc dla precyzyjnego określenia analizy i syntezy systemów przyjęto tzw. teoriomnogościową definicję systemu L.von Bartalanffy'ego, /25/ według której system definiuje się jako parę uporządkowaną

$$\langle M, R \rangle$$

składającą się ze zbioru elementów M i ciągu R określonego jako relacje na zbiorze M . Zbiór relacji R określa strukturę systemu i ma następującą własność:

dla dowolnych zbiorów M_i i M_j , takich że

$$M_i \cup M_j = M$$

oraz

$$M_i \cap M_j = \emptyset$$

/co oznacza, że suma zbiorów M_i i M_j wyczerpuje zbiór elementów M oraz iloczyn tych zbiorów jest zbiorem pustym/ istnieją takie elementy $m_i \in M_i$ i $m_j \in M_j$, że prawdziwe jest co najmniej jedno ze stwierdzeń

$$\begin{aligned} & \langle m_i, m_j \rangle \in R \\ \text{lub} & \langle m_j, m_i \rangle \in R \end{aligned}$$

określające przynależność powiązań między elementami tych zbiorów do zbioru relacji R określonym na zbiorze M .

Struktury określane zbiorem R mogą przedstawiać: strukturę organizacyjno - funkcjonalną, przestrzenno - czasową i informacyjną.

Przedstawienie systemu w postaci pary uporządkowanej należy traktować jako model strukturalny systemu reprezentującego jego statykę. Wprowadzając dodatkowe zbiory: zbiór stanów X określonych na zbiorze M , zbiór chwil czasowych T oraz zbiór zdarzeń Z określony na zbiorze T , uzyskamy dynamiczny model systemu reprezentowany przez piątkę uporządkowaną

$$\langle M, R, X, T, Z \rangle$$

gdzie: - zbiory M i R są określone jak w dwójce Bertalanffy'ego;
- zbiór X określa przestrzeń stanów dopuszczalnych X_{ij} elementów systemu / X_{ij} - stan o numerze j elementu m_i /;
- zbiór T określa zbiór chwil czasowych $t \in T$;
- zbiór Z jest zbiorem zdarzeń zachodzących w systemie i spełnia następujący warunek:

$$Z = \{ Z : T \rightarrow X \},$$

który oznacza, że do zbioru Z należy każde ze zdarzeń, które w określonej chwili czasowej $t \in T$ zmienia stan systemu $X_{ij} \in X$.

Stosując wyżej zaprezentowaną definicję do konkretnego systemu rzeczywistego można przystąpić do jego analizy i syntezy, co pozwoli wypracować podstawy dla zbudowania jego modelu.

Obrazem systemu rzeczywistego - jego modelem - jest taki dający się pomyśleć lub materialnie zrealizować układ, który odwzorowując lub odtwarzając przedmiot badań, zdolny jest zastąpić go tak, że jego badanie dostarczy nam nowej informacji o tym przedmiocie /55/.

Prowadzenie badań z wykorzystaniem modeli nazywamy najczęściej modelowaniem.

W encyklopedii powszechnej PWN definiuje się pojęcie modelowania jako "doświadczalną metodę badań różnych układów, zjawisk i procesów lub rozwiązywania zadań matematycznych na podstawie konstruowanych modeli ...".

Praktyczne zastosowanie modelowania działań bojowych SRRe OPK wymaga zbudowania modelu adekwatnego temu systemowi oraz opracowania metod i zastosowania narzędzi badawczych, pozwalających symulować jego działania na podstawie modelu.

W takim ujęciu pod pojęciem symulacji należy rozumieć wielokrotne odtwarzanie sformalizowanej postaci danego systemu za pomocą odpowiednio opracowanego algorytmu, w celu uzyskania informacji potrzebnych do oceny jego możliwości bojowych lub efektywności działań.

Najbardziej adekwatne dla systemu OPK /w tym dla SRRe OPK/ są modele matematyczne, a podstawowym narzędziem wykonawczym do ich badań jest elektroniczna technika obliczeniowa. Dlatego też, najodpowiedniejszą metodą badania takich modeli jest symulacja komputerowa.

Można przyjąć, że współcześnie symulacja komputerowa stała się zarówno narzędziem /techniką/ badania modeli, jak i wyodrębnioną metodą badawczą /63/.

W podejściu systemowym można wyróżnić następujące cechy działania poznawczego i praktycznego /52/:

- traktowanie badanego obiektu jako systemu;
- traktowanie tego systemu jako obiektu złożonego z wzajemnie powiązanych podsystemów;
- traktowanie danego systemu jako elementu /podsystemu/ należącego do większego systemu;
- świadome posługiwanie się modelem systemu o określonym poziomie rozdzielczości w rozwiązywaniu problemów decyzyjnych;
- racjonalne optymalizowanie systemu metodami matematycznymi i informatycznymi.

Z punktu widzenia celu badań oraz powyższych stwierdzeń, za wyborem analizy systemowej jako metody badawczej SRRe OPK przemawiają następujące aspekty:

1. SRRe OPK składa się z określonych, dających się wyodrębnić elementów.
2. SRRe OPK prowadzi działania bojowe w określonym systemie nadrzędnym - systemie OPK. Jest jednym z podsystemów systemu OPK.

3. SRRe OPK ma określone uwarunkowania wewnętrzne i zewnętrzne.
4. Badania systemu, jego możliwości bojowych powinno prowadzić się na modelach, ponieważ nie ma możliwości uwzględnienia wszystkich jego uwarunkowań wewnętrznych i zewnętrznych w praktyce szkoleniowej w czasie ćwiczeń.

Można więc stwierdzić, że obiekt badań /SRRe OPK/ jest klasycznym systemem, co determinuje konieczność systemowego podejścia w badaniach, które zapewnia zastosowanie analizy systemowej.

Procedura analizy systemowej /kolejność i sposób postępowania/ jest przedstawiana w różny sposób, w zależności od dziedzin, w których znalazła zastosowanie praktyczne. Generalnie można przyjąć, że w procedurze analizy systemowej występują z reguły trzy podstawowe etapy: formułowanie celów oraz założeń badawczych, zbudowanie modelu systemu oraz prowadzenie badań /głównie eksperymentów/ z modelem. Treść etapów oraz ich zakres zależy jednak zawsze od głównego celu badań oraz specyficznych właściwości badanego obiektu.

Biorąc pod uwagę cel badań, przyjęto następującą procedurę oceny możliwości bojowych SRRe OPK z zastosowaniem analizy systemowej:

1. Analiza identyfikacyjna systemu rozpoznania radioelektronicznego OPK.

Ten empiryczny etap badań polega głównie na zbieraniu informacji o systemie z dokumentów bojowych i instrukcji, doświadczeń i wniosków z ćwiczeń i konfliktów lokalnych. Informacje te są podstawą do sformułowania istotnych cech SRRe OPK oraz założeń operacyjno - taktycznych do prowadzenia dalszych badań.

2. Sformułowanie założeń operacyjno - taktycznych /wymagań/ do oceny możliwości bojowych SRRe OPK.

W etapie tym precyzuje się cel działań, zasady funkcjonowania, strukturę oraz podstawowe uwarunkowania wewnętrzne i zewnętrzne SRRe OPK. Formułuje się kryteria i wskaźniki oceny możliwości bojowych SRRe OPK będące podstawą wyboru i doskonalenia wariantów decyzyjnych. Precyzuje się również wymagania dotyczące budowy modelu symulacyjnego systemu.

3. Określenie zasad, zakresu i treści eksperymentów z modelem.

W etapie tym ustala się w ogólnych zarysach kolejność i sposób postępowania w procesie prowadzenia badań z modelem, w celu określenia i wykorzystania wskaźników możliwości bojowych SRRe OPK. Określa się również sposób zobrazowania tych parametrów w formie dogodnej dla użytkownika.

4. Zbudowanie modelu symulacyjnego SRRe OPK.

W trakcie budowy modelu należy dokonać wyboru metod i technik eksperymentowania z modelem zapewniających osiągnięcie celów badawczych, przy uwzględnieniu ustalonych założeń operacyjno - taktycznych.

5. Opracowanie algorytmu umożliwiającego ocenę możliwości bojowych SRRe OPK w oparciu o zbudowany model symulacyjny systemu.

6. Prowadzenie badań z modelem /eksperymentowanie/ na podstawie wybranych przykładów operacyjno - taktycznych.

7. Weryfikacja założeń operacyjno - taktycznych i budowy modelu na podstawie przeprowadzonych badań. W przypadku niezadawalających wyników, dokonuje się weryfikacji przyjętych założeń operacyjno - taktycznych oraz zasad eksperymentowania z modelem. Należy jednak pamiętać, że żaden model systemu rzeczywistego nie przedstawia wszystkich aspektów tego systemu. Istnieją takie cechy systemu, które z konieczności są pomijane, uogólniane lub w inny sposób podawane przez model. Racjonalny sposób uwzględnienia tych cech w modelu ma decydujący wpływ na jego adekwatność.

1.4. CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSK OPK

System rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK to zespół sił i środków rozmieszczonych w odpowiedni sposób w ugrupowaniu wojsk OPK i powiązanych funkcjonalnie ze sobą, w celu zdobywania informacji o działalności przeciwnika na podstawie pracy jego systemów i środków radioelektronicznych.

Tak rozumiany system można i należy rozpatrywać od strony strukturalnej, a więc występujących sił i środków, ich rozmieszczenia w ugrupowaniu wojsk OPK oraz od strony funkcjonalnej - czyli od strony realizacji procesów i zadań.

1.4.1. Siły i środki systemu rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK

Do prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego w wojskach OPK przeznaczony jest pułk rozpoznania radioelektronicznego.

Biorąc pod uwagę ciągle doskonalenie pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego tak pod względem unowocześniania ich bazy technicznej, jak i modernizacji ich struktur organizacyjnych, za punkt wyjścia do prowadzenia badań przyjęto wariant struktury organizacyjnej pułku rozpoznania radioelektronicznego według koncepcji jego organizacji w latach 1986 - 1990 /rys.1.1/.

W myśl tej koncepcji w skład pułku wchodzi: dowództwo i sztab, stanowisko dowodzenia /SD/, radiowe centrum odbiorcze /stacjonarne/ /SCO/, grupa analizy danych /GAD/, ośrodek przetwarzania informacji /OPI/, grupa analizy techniczno - operacyjnej /GATO/, batalion rozpoznania radioelektronicznego UKF, batalion rozpoznania radiowego KF oraz służby i pododdziały zabezpieczenia materiałowo - technicznego.

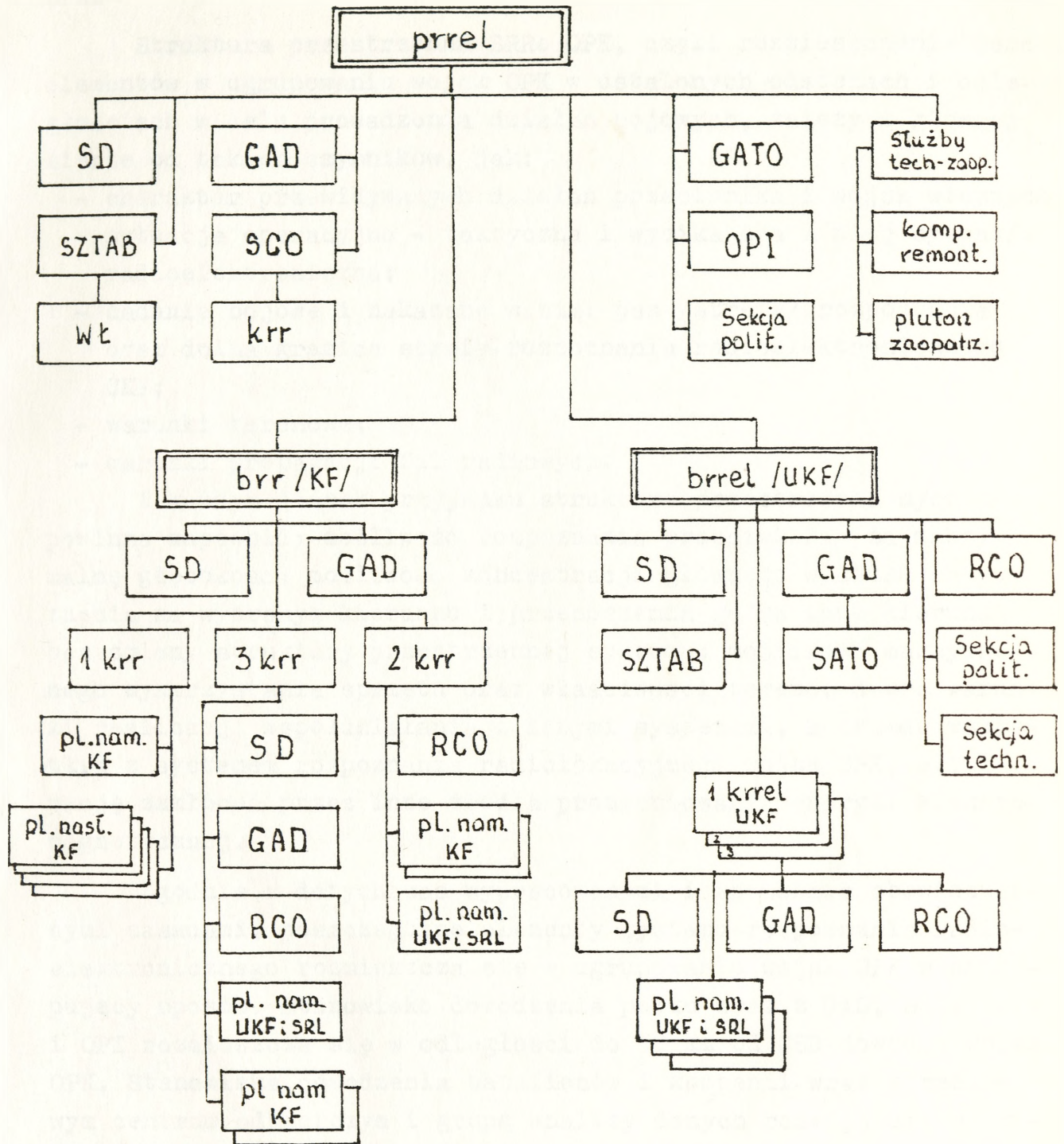
W perspektywie najbliższych 5-7 lat nie przewiduje się istotnych zmian w strukturze organizacyjnej i wyposażeniu SRRe OPK. Prawdopodobnie po 1990 roku na wyposażenie pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego tego systemu wejdzie zestaw rozpoznania systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych nowej generacji typu RAMONA /TAMARA/ umożliwiający wykrywanie i śledzenie ŚNP przeciwnika oraz przekazywanie o nich informacji w sposób zautomatyzowany, co znacznie zwiększy możliwości SRRe OPK w tym zakresie.

W dalszej przyszłości, po 1995 roku planuje się również zorganizowanie drugiego batalionu rozpoznania radioelektronicznego UKF i rozwinięcie jego pododdziałów wzdłuż zachodniej i północno - zachodniej granicy PRL.

1.4.2. Struktura przestrzenna systemu rozpoznania radioelektronicznego OPK

Na strukturę przestrzenną SRRe OPK składają się: zasadnicze i zapasowe stanowiska dowodzenia pułku, ugrupowanie bojowe batalionu rozpoznania radiowego KF i batalionu rozpoznania radioelektronicznego UKF.

Struktura ta ma charakter stacjonarny. Tworzy się ją w okresie organizacji działań bojowych, a w czasie ich prowadzenia



Rys.1.1. Struktura organizacyjna pułku rozpoznania radioelektronicznego OPK /variant/.

nie przewiduje się istotnych zmian w ugrupowaniu bojowym SRRe OPK.

Struktura przestrzenna SRRe OPK, czyli rozmieszczenie jego elementów w ugrupowaniu wojsk OPK w ustalonych odstępach i odległościach w celu prowadzenia działań bojowych, zależy w głównej mierze od takich czynników, jak:

- charakter przewidywanych działań przeciwnika i wojsk własnych;
- sytuacja operacyjno - taktyczna i wynikająca z niej sytuacja radioelektroniczna;
- zadanie bojowe i nakazane w nim: pas /strefa/ rozpoznania oraz dolna granica strefy rozpoznania radioelektronicznego UKF;
- warunki terenowe;
- warunki propagacji fal radiowych.

W każdym jednak przypadku struktura przestrzenna systemu powinna zapewnić: możliwość rozpoznania przeciwnika na maksymalną głębokość; możliwość koncentracji głównego wysiłku rozpoznania na wybranym kierunku i przenoszenia go na inne kierunki bez zmiany struktury przestrzennej systemu; możliwość maksymalnego wykorzystania sprzętu oraz właściwości terenu; dobre warunki realizacji współdziałania z innymi systemami, a przede wszystkim z systemem rozpoznania radiolokacyjnego wojsk OPK; eliminację zakłóceń przez inne źródła promieniowania energii elektromagnetycznej.

Zgodnie z dotychczas wypracowanymi i aktualnie obowiązującymi zasadami, poszczególne elementy systemu rozpoznania radioelektronicznego rozmieszcza się w ugrupowaniu wojsk OPK w następujący sposób. Stanowisko dowodzenia pułku wraz z GAD, SCO, GATO i OPI rozmieszcza się w odległości do 50 km od CSD dowódcy wojsk OPK. Stanowiska dowodzenia batalionów i kompanii wraz z radiowym centrum odbiorczym i grupą analizy danych rozwija się w środku ugrupowania tych pododdziałów. Zapasowe stanowiska dowodzenia pułku i pododdziałów rozmieszcza się w odległości 10-20 km od stanowisk zasadniczych.

Warunki rozprzestrzeniania się fal radiowych zakresu KF powodują powstawanie w odległości 80-300 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 prawdopodobna /prognozowana/ wysokość lotu rozpoznawanych ŚNP przeciwnika, od której zależy wielkość zasięgu rozpoznania radioelektronicznego UKF wyrażana wzorem:

$$R_0 = 4,12 / \sqrt{H_c} + \sqrt{h_a} / \quad 1.1$$

gdzie:

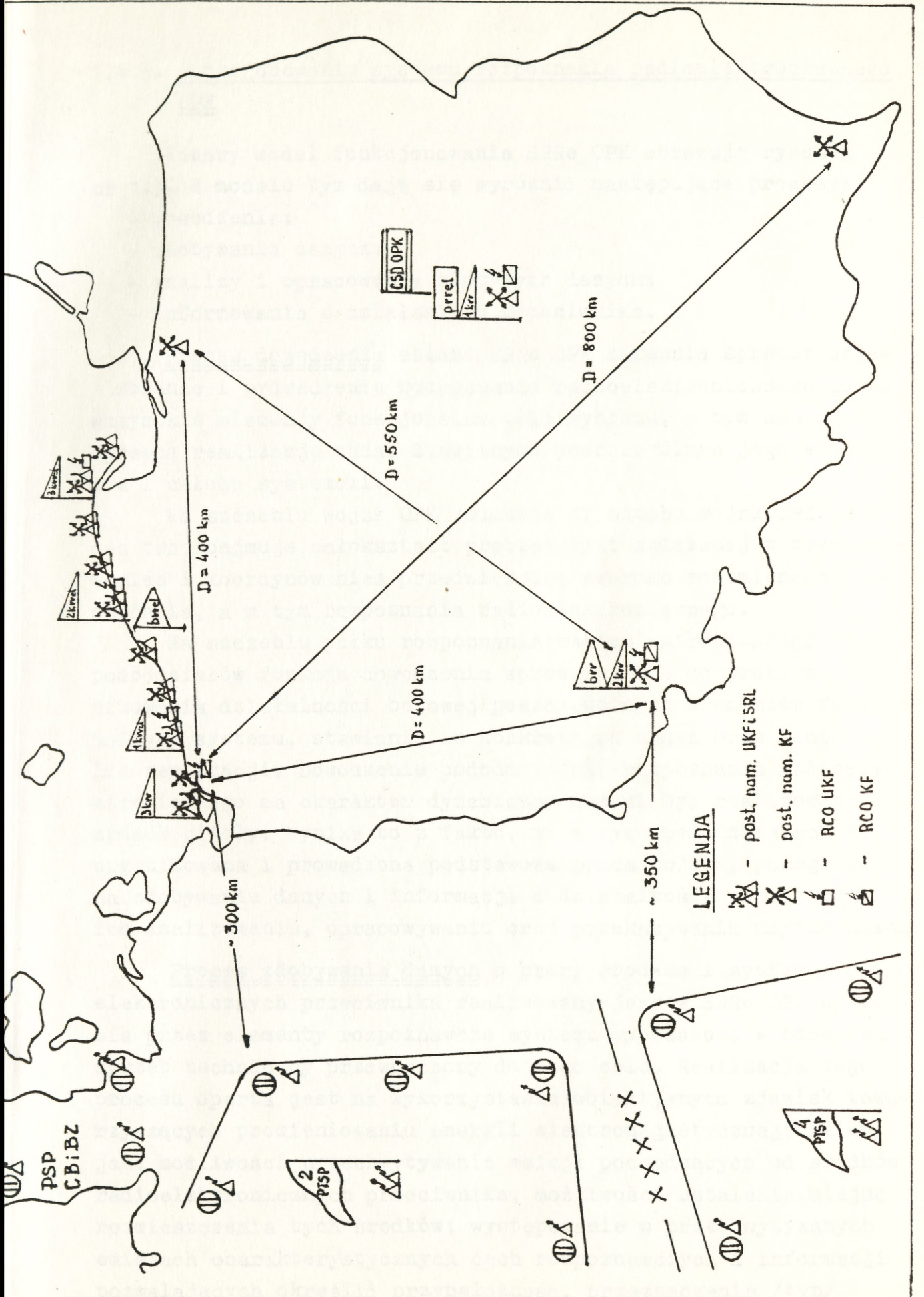
- H_c - wysokość lotu ŚNP przeciwnika;
- h_a - wysokość anten urządzeń rozpoznawczych;
- 4,12- współczynnik refrakcji.

Biorąc pod uwagę powyższe czynniki, pododdziały nasłuchu i namierzania radiowego KF rozmieszcza się w odległości większej niż 250 - 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 namierniki na tych posterunkach obejmowała swym zasięgiem jak największe rejony rozmieszczenia radiostacji przeciwnika.

Pododdziały rozpoznania radioelektronicznego UKF rozmieszcza się w rejonach obrony korpusów OPK, na korzyść których wykonują zadania, wzdłuż granicy państwowej lub wybrzeża, na zasadniczych kierunkach spodziewanego działania ŚNP przeciwnika. Pododdziały nasłuchu radiowego UKF /RCO UKF/ powinno rozmieszczać się w odstępach między sobą równych zasięgowi rozpoznania radioelektronicznego dla prognozowanej wysokości lotu ŚNP przeciwnika, zaś pododdziały /posterunki/ namierzania radiowego UKF i rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych /SRL/ - w odstępach równych połowie tego zasięgu.

Takie ugrupowanie pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego UKF zapewnia uzyskanie ciągłej i o dużej głębokości strefy rozpoznania, przy jednoczesnym zachowaniu warunku racjonalnego wykorzystania posiadanych sił i środków.

Modelowy wariant przestrzennego rozmieszczenia elementów SRRe OPK przedstawia rysunek nr 1.2.



Rys.1.2. Struktura przestrzenna SRRe OPK /wariant/.

1.4.3. Funkcjonowanie systemu rozpoznania radioelektronicznego OPK

Ideowy model funkcjonowania SRRe OPK obrazuje rysunek nr 1.3. W modelu tym dają się wyróżnić następujące procesy:

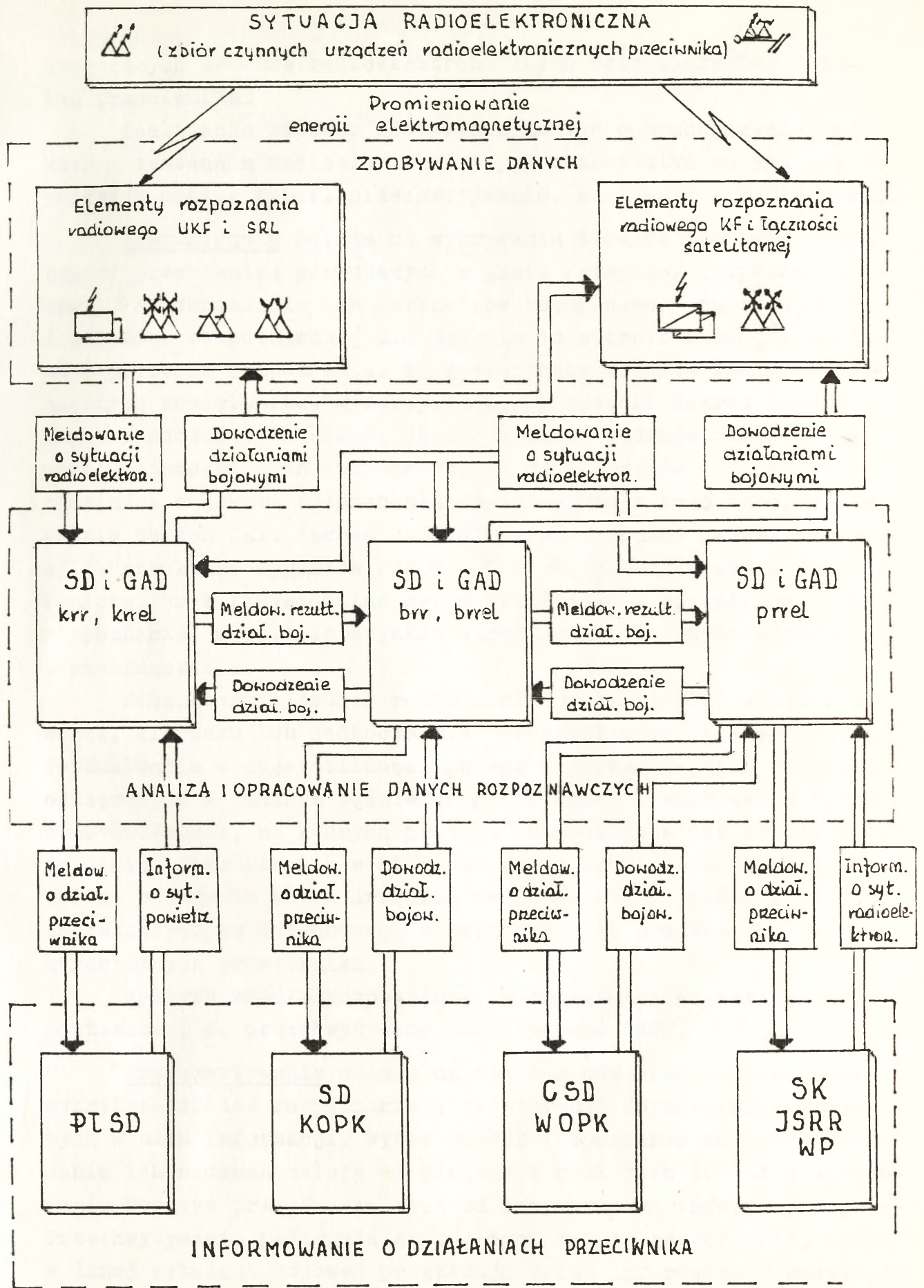
- dowodzenia;
- zdobywania danych;
- analizy i opracowania zdobytych danych;
- informowania o działaniach przeciwnika.

Proces dowodzenia siłami SRRe OPK zapewnia sprawne organizowanie i prowadzenie rozpoznania radioelektronicznego przez wszystkie elementy funkcjonalne tego systemu, a tym samym sprawną realizację zadań stawianych poszczególnym jego elementom i całemu systemowi.

Na szczeblu wojsk OPK /oddział II sztabu wojsk OPK/ proces ten obejmuje całokształt problematyki związanej z organizowaniem i koordynowaniem przedsięwzięć szeroko rozumianego rozpoznania, a w tym rozpoznania radioelektronicznego.

Na szczeblu pułku rozpoznania radioelektronicznego i jego pododdziałów funkcja dowodzenia sprowadza się do problemu organizowania działalności bojowej poszczególnych elementów funkcjonalnych systemu, stawiania im konkretnych zadań oraz kontroli ich realizacji. Dowodzenie pododdziałami rozpoznania radioelektronicznego ma charakter dynamiczny i musi być realizowane w sposób ciągły. Wynika to z faktu, że w tych pododdziałach jest organizowana i prowadzona podstawowa praca bojowa, polegająca na zdobywaniu danych i informacji o działalności przeciwnika, ich analizowaniu, opracowywaniu oraz przekazywaniu użytkownikom.

Proces zdobywania danych o pracy środków i systemów radioelektronicznych przeciwnika realizowany jest w SRRe OPK wyłącznie przez elementy rozpoznawcze systemu wyposażone w odpowiedni sprzęt techniczny przeznaczony do tego celu. Realizacja tego procesu oparta jest na wykorzystaniu obiektywnych zjawisk towarzyszących promieniowaniu energii elektromagnetycznej, takich jak: możliwości przechwytywania emisji pochodzących od środków radioelektronicznych przeciwnika; możliwości ustalenia miejsc rozmieszczenia tych środków; występowanie w przechwytywanych emisjach charakterystycznych cech rozpoznawczych i informacji pozwalających określić przynależność, przeznaczenie /typ/



Rys.1.3. Ideowy model funkcjonowania SRRe OPK.

pracujących środków radioelektronicznych oraz charakter działań przeciwnika.

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

Poszukiwanie polega na wykrywaniu środków radioelektronicznych przeciwnika pracujących w pasie /strefie/ rozpoznania SRRe OPK, 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 cech rozpoznawczych tych środków /źródeł rozpoznania/ i obiektów rozpoznania /8/. 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, umożliwi szybkie określenie ich przynależności i przeznaczenia.

Poszukiwanie źródeł rozpoznania prowadzi się: w częstotliwości, kierunku lub jednocześnie częstotliwości i kierunku. Poszukiwanie w częstotliwości polega na przestrajananiu 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 /42/.

Przechwytywanie polega na ciągłym odbiorze nadawań /emisji/ wykrytych źródeł rozpoznania i rejestracji /utrwalaniu/ zawartych w nich informacji. Wybór źródeł rozpoznania do przechwytywania ich nadawań zależy od miejsca i roli tych źródeł w ugrupowaniu bojowym przeciwnika oraz od ich wartości informacyjnej. Przechwytywaniu podlegają emisje tych źródeł rozpoznania, które w danej sytuacji bojowej 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. Ten sposób prowadzenia nasłuchu radiowego wykorzystywany jest tylko w zakresie KF.

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

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

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

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 w ustalonym momencie.

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

W SRRe OPK 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.

W czasie pokoju, w stałej gotowości bojowej, około 80% stanowisk odbiorczych wydziela się do prowadzenia przechwytu lub śledzenia radiowego znanych źródeł rozpoznania, natomiast około 20% stanowisk przeznaczają się do poszukiwania radiowego

nowych źródeł rozpoznania w wybranych pasmach /zakresach/ częstotliwości przydzielonych siłom powietrznym przeciwnika.

W wyższych stanach gotowości bojowej, w okresie ćwiczeń prowadzonych przez przeciwnika, a także prawdopodobnie w początkowym okresie wojny, 80 - 90% stanowisk odbiorczych może być wydzielonych do poszukiwania radiowego, a pozostałe stanowiska do przechwyty lub śledzenia radiowego najważniejszych znanych lub nowo wykrytych źródeł rozpoznania. Jest to podyktowane częstym przechodzeniem systemów łączności przeciwnika, w wyżej omówionych okresach, na nowe dane radiowe i nowe rodzaje nadeń.

Poszukiwanie, przechwytywanie, śledzenie i namierzanie pracujących pokładowych środków radiolokacyjnych i radionawigacyjnych przeciwnika oraz namierzanie radiowe UKF realizowane jest w SRRe OPK przez kompanijne podsystemy namierzania radiowego UKF i rozpoznania pokładowych SRL. Podsystemy te składają się z 3 - 4 posterunków /plutonów/ wyposażonych w stacje rozpoznawcze POST-3M /perspektywicznie w stacje RAMONA /TAMARA// i namierniki radiowe UKF - R-308M /w perspektywie T-310/, które w zależności od zaistniałej sytuacji operacyjno - taktycznej i radioelektronicznej, pełnią dyżury bojowe w gotowości nr 1, 2 lub 3, zgodnie z instrukcją pełnienia dyżurów bojowych w wojskach OPK. Pracą bojową tych podsystemów kierują zmiany dyżurne kompanijnych stanowisk dowodzenia.

Podstawowym sposobem namierzania radiowego UKF jest namierzanie "na komendę". Ze względu na krótkotrwałą wymianę radiową prowadzoną przez załogi samolotów przeciwnika, stawianie zadań pododdziałom namierzania /podawanie komend/ odbywa się bezpośrednio ze stanowisk odbiorczych RCO.

Namierzanie radiowe w zakresie fal krótkich w SRRe OPK realizowane jest przez podsystem namierzania składający się z 5 - 6 odpowiednio ugrupowanych posterunków namierzania radiowego KF, wyposażonych w namierniki radiowe R-359 lub REV-259, które umożliwiają namierzanie w kilku sieciach, m.in. w sieci namierzania radiostacji naziemnych przeciwnika lub sieci namierzania radiostacji pokładowych samolotów przeciwnika, wykonujących loty w strefie rozpoznania SRRe OPK.

Całością procesów związanych z namierzaniem radiowym KF kieruje zmiana dyżurna stanowiska kierowania namierzaniem, rozwiniętego przy SD prrel. Istnieje także możliwość stawiania

zadań pododdziałem namierzania oraz zbioru rezultatów bezpośrednio przez operatorów pierwszorazowych /wysuniętych/ RCO /tylko w systemie niezautomatyzowanym/.

Namierzanie radiowe KF prowadzone jest w SRRe OPK trzema sposobami: na komendę, według zadań stałych /sposoby niezautomatyzowane w oparciu o namierniki R-359/ oraz w sposób zautomatyzowany, z wykorzystaniem namierników RBV-259 i EMC, co znacznie zwiększa możliwości namierzania, zarówno w ilości jak i jakości dokonywanych namiarów.

Proces analizy i opracowania zdobytych danych rozpoznawczych realizowany jest w systemie rozpoznania radioelektronicznego OPK praktycznie przez wszystkie elementy tego systemu, bezpośrednio zaangażowane w pracę bojową.

Treścią analizy są wszystkie charakterystyczne zjawiska i właściwości towarzyszące promieniowaniu energii elektromagnetycznej przez źródła rozpoznania radioelektronicznego, 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 odbieranych emisji radiowych; skróty i znaki służbowe używane w korespondencji radiowej i ich znaczenie; oraz określa: 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 nościela, na którym one się znajdują.

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

W grupie /sekcji/ analizy techniczno - operacyjnej szczegółowej analizie poddaje się: częstotliwość nośną źródeł rozpo-

znania, 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, charakterystyki i przeznaczenia źródeł rozpoznania, ich przynależności do określonych obiektów rozpoznania i charakteru działań tych obiektów.

Na stanowiskach dowodzenia i w grupach analizy danych SRRe OPK 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 OPK, stanowią podstawę do opracowania meldunków i sprawozdań przesyłanych użytkownikom. Są one przedmiotem procesu informowania o działalności przeciwnika w strefie rozpoznania SRRe OPK.

Proces informowania o działalności przeciwnika realizowany jest w SRRe OPK 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 /dobowych/.

Informacje przekazywane ze stanowisk dowodzenia SRRe OPK dzielą się na: alarmowe, bardzo pilne, pilne, zwykłe. Zostały one szczegółowo opisane w punkcie 2.1.3.

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

Informacje przekazywane do PiSD mogą zawierać: czas wykrycia ŚNP przeciwnika, ich typ, przynależność państwową i organizacyjną, 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 krrel do SD brrel najczęściej zawierają te same dane, które przekazywane są do PiSD, a ponadto mogą zawierać dodatkowe informacje dotyczące: trasy lotu ŚNP według danych z treści korespondencji radiowej załóg samolotów przeciwnika; elementów dowodzenia siłami powietrznymi, z którymi załogi samolotów nawiązywały korespondencję radiową; czasu pracy urządzeń radioelektronicznych przeciwnika itp.

Ze stanowisk dowodzenia batalionów rozpoznania radioelektronicznego zmiany dyżurne przekazują informacje bieżące o działalności przeciwnika do stanowisk dowodzenia korpusów OPK, w rejonie których są ugrupowane oraz do SD prrel.

Informacje przekazywane do SD KOPK mogą zawierać dane dotyczące działalności ŚNP przeciwnika w strefach rozpoznania tych batalionów, takie jak: czas wykrycia i typ ŚNP, ich przynależność państwową i organizacyjną oraz położenie, wysokość i przypuszczalna trasa lotu; rodzaj wykonywanego zadania, a także aktualne dane o gotowości bojowej sił powietrznych przeciwnika.

Informacje przekazywane z SD brrel do SD prrel dotyczą tej samej grupy danych, które są przekazywane do SD KOPK, lecz są bardziej szczegółowe. Zawierają dodatkowo dane o sygnałach alarmowych przekazywanych przez przeciwnika w ramach osiągnięcia przez jego siły zbrojne wyższych stanów i stopni gotowości bojo-

wej; dane o przygotowaniu do użycia broni jądrowej; przerzutach sił wzmocnienia na TDW; o lotach samolotów lotnictwa strategicznego. Ponadto informacje przekazywane do SD prrel mogą zawierać dane dotyczące: zmian w ugrupowaniu sił zbrojnych przeciwnika; dyslokacji sztabów, dowództw i jednostek sił powietrznych; 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 prrel informacje rozpoznawcze o działalności przeciwnika przekazują do centralnego stanowiska dowodzenia wojsk OPK /CSD WOPK/ oraz stanowiska koordynacji JSRR WP.

Informacje bieżące przekazywane z SD prrel do CSD WOPK mogą zawierać dane dotyczące: rozpoczęcia i zakończenia lotów samolotów lotnictwa rozpoznawczego, działalności lotnictwa taktycznego w rozpoznawanych strefach, rozpoczęcia i zakończenia rejsów okrętów rozpoznawczych przeciwnika, rozpoczęcia i zakończenia ćwiczeń prowadzonych w siłach zbrojnych państw NATO itp.

Do stanowiska koordynacji JSRR WP zmiany dyżurne SD prrel przekazują na bieżąco te same informacje, które przesyłane są do CSD WOPK, a ponadto przekazywane są informacje dotyczące: sygnałów alarmowych /ćwiczebnych lub realnych/ wprowadzających w siłach zbrojnych przeciwnika wyższe stopnie lub stany gotowości bojowej; symptomów wskazujących na przygotowania do użycia broni jądrowej; zmian i odstępstw od ustalonych reżimów pracy w systemach łączności przeciwnika.

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

W SRRe OPK przesyłanie informacji we wszystkich relacjach informowania realizowane jest sposobem niezautomatyzowanym z wykorzystaniem środków łączności radiowej i przewodowej.

Z chwilą wprowadzenia na wyposażenie pododdziałów SRRe OPK zestawów rozpoznawczych typu RAMONA /TAMARA/ informacje o działalności ŚNP przeciwnika zdobyte na podstawie pracy ich pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych w relacjach SD krrel - PłSD i SD brrel - SD KOPK oraz SD prrel będą przesyłane i zobrazowywane w sposób zautomatyzowany.

1.5. MOŻLIWOŚCI BOJOWE SYSTEMU ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSK OPK

Pod pojęciem możliwości bojowych SRRe OPK należy rozumieć zdolność tego systemu do wykonania zadań bojowych w określonych warunkach sytuacji operacyjno - taktycznej i radioelektronicznej. Możliwości te są charakteryzowane szeregiem wskaźników przestrzennych, probabilistycznych i czasowych.

Czynnikami determinującymi możliwości bojowe SRRe OPK są: liczba sprzętu rozpoznawczego i jego właściwości techniczne, ilość i stan wyszkolenia załóg i osób funkcyjnych bezpośrednio zaangażowanych w proces rozpoznania oraz warunki klimatyczno - terenowe, pora roku i doby.

W wydawnictwach MON i DW OPK traktujących o rozpoznaniu radioelektronicznym /4/, /42/, /45/ możliwości bojowe /rozpoznawcze/ jednostek rozpoznania radioelektronicznego rozumiane są jako "... zdolność do poszukiwania i wykrywania, przechwytywania, śledzenia pracy, ustalania parametrów technicznych i miejsca rozmieszczenia źródeł rozpoznania oraz właściwej analizy zdobytych informacji, zmierzających do określenia składu, ugrupowania, charakteru działań, odtwarzania gotowości bojowej i przewidywanych działań nieprzyjaciela." Są one charakteryzowane takimi wskaźnikami jak: głębokość rozpoznania, możliwa liczba rozpoznawanych źródeł oraz liczba umiejscowionych źródeł rozpoznania w ciągu godziny. Z kolei te wskaźniki możliwości bojowych obliczane są na podstawie określonych doświadczalnie norm dopuszczalnego obciążenia stanowisk rozpoznawczych, a głębokość rozpoznania charakteryzowana jest tylko ogólnymi, maksymalnymi parametrami /45/.

Tak rozumiane i charakteryzowane możliwości bojowe SRRe OPK nie odzwierciedlają istoty i rzeczywistych możliwości tego systemu, a ponadto nie wykazują związku pomiędzy tymi możliwościami, a postawionym zadaniem bojowym. Innymi słowy, nie dają one wyczerpującej odpowiedzi na pytanie: jakimi możliwościami bojowymi dysponuje SRRe OPK do wykonania postawionego zadania bojowego w określonej sytuacji operacyjno - taktycznej i radioelektronicznej?

Aby określić poszczególne grupy wskaźników charakteryzujących rzeczywiste możliwości bojowe SRRe OPK, należy za punkt wyjścia do rozważań przyjąć zadanie bojowe stojące przed tym systemem oraz warunki w jakich to zadanie będzie wykonywane.

Zadaniem SRRe OPK jest ciągle informowanie sił zbrojnych

PRL i systemu OPK o działalności szkoleniowej, przygotowaniach do działań wojennych i działalności bojowej przeciwnika /szczególnie powietrznego/ w strefie rozpoznania tego systemu /na ETW/ oraz uprzedzenie o rozpoczęciu nalotu ŚNP przeciwnika na dalekich podejściach do rejonu obrony systemu OPK.

A zatem, SRRe OPK swoje zadanie bojowe wykonuje we wszystkich warunkach sytuacji operacyjno - taktycznej i radioelektronicznej tak w czasie pokoju, jak i wojny. Natomiast wysiłek jego działań bojowych może być skoncentrowany w różnym czasie na różnych kierunkach i zadaniach szczegółowych, w zależności od aktualnych potrzeb, wynikających z położenia wojsk własnych i przeciwnika.

Zadania bojowe SRRe OPK realizuje prowadząc ciągle rozpoznanie pracujących radiostacji zakresu fal krótkich i ultrakrótkich oraz pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych przeciwnika.

Z istoty rozpoznania radioelektronicznego wynika, że dla SRRe OPK źródłami informacji o działalności przeciwnika są jego środki radioelektroniczne emitujące energię elektromagnetyczną, ich położenie oraz treść przekazywanych informacji i struktura emitowanych sygnałów. Tak więc, ilość zdobytych informacji jest wprost proporcjonalna do ilości rozpoznawanych przez SRRe OPK środków radioelektronicznych przeciwnika, a czas uprzedzenia wojsk własnych o jego działalności oraz terminowość i dokładność przekazywanych informacji zależą przede wszystkim od parametrów strefy rozpoznania SRRe OPK oraz właściwej analizy, opracowania i obiegu zdobytych danych rozpoznawczych.

A zatem, podstawowymi wskaźnikami określającymi zdolność SRRe OPK do wykonania zadań bojowych w określonych warunkach są:

a/ w grupie wskaźników przestrzennych:

- parametry strefy rozpoznania radioelektronicznego /głębokość i szerokość/;

b/ w grupie wskaźników probabilistycznych:

- oczekiwana liczba wykrytych i śledzonych źródeł rozpoznania radioelektronicznego;

- oczekiwana liczba umiejscowionych lub namierzonych źródeł rozpoznania radioelektronicznego;

c/ w grupie wskaźników czasowych:

- czas obiegu informacji rozpoznawczych i związana z nim terminowość przekazywanych informacji użytkownikom;

- czas uprzedzenia systemu OPK o działaniach przeciwnika.

Ponadto istotnymi wskaźnikami możliwości bojowych SRRe OPK są także: zakres rozpoznawanych częstotliwości oraz dokładność umiejscowienia źródeł rozpoznania radioelektronicznego. Wskaźniki te determinowane są przede wszystkim ilością i możliwościami technicznymi sprzętu rozpoznawczego.

Parametry strefy rozpoznania radioelektronicznego SRRe OPK - jej głębokość i szerokość - warunkują takie czynniki jak: liczba i sposób ugrupowania urządzeń rozpoznawczych; możliwości techniczne sprzętu rozpoznawczego SRRe OPK i urządzeń radioelektronicznych rozpoznawanego przeciwnika, szczególnie częstotliwości pracy, moc nadajników, czułość odbiorników, zysk kierunkowy i energetyczny anten; warunki propagacji fal elektromagnetycznych /pora roku i doby, poziom różnorodnych zakłóceń/; a także wysokość lotu ŚNP z zainstalowanymi środkami radioelektronicznymi pracującymi w zakresie fal ultrakrótkich.

W dotychczas opublikowanych danych charakteryzujących możliwości sił i środków rozpoznania radioelektronicznego, parametry strefy rozpoznania radioelektronicznego określane są najczęściej w sposób szacunkowy. Dla przykładu, głębokość strefy nasłuchu radiowego KF na fali przyziemnej określa się wielkością w granicach 80 - 100 km, a na fali jonosferycznej - 1000 i więcej km. Parametry strefy nasłuchu i namierzania radiowego UKF oraz rozpoznania pokładowych SRL uzależnia się tylko wysokością lotu ŚNP i określa jej głębokość wartością w granicach od 60 do 500 km. Są to dane bardzo niedokładne. Nie uwzględniają one przedstawionych wyżej czynników mających zasadniczy wpływ na parametry tej strefy, a tym samym na możliwości bojowe SRRe OPK.

Z tego względu problem ten, będąc przedmiotem szczegółowych badań, został dokładnie opisany w rozdziale drugim tej pracy /punkt 2.1.3/.

Oczekiwana liczba wykrytych i śledzonych oraz umiejscowionych lub namierzonych źródeł rozpoznania radioelektronicznego przez SRRe OPK zależy przede wszystkim od takich czynników jak: liczba rodzaj i ukompletowanie stanowisk nasłuchu i namierzania radiowego KF i UKF oraz rozpoznania pokładowych SRL /ilość urządzeń rozpoznawczych/; liczba i poziom wykszolenia operatorów tych urządzeń; sposób prowadzenia rozpoznania; liczba, sposób i czas pracy źródeł

rozpoznania radioelektronicznego oraz prawdopodobieństwo ich wykrycia w kierunku i częstotliwości.

Potencjalne możliwości sił i środków rozpoznania radioelektronicznego w tym zakresie określane są dotychczas iloczynem liczby stanowisk rozpoznawczych lub podsystemów namierzania i norm ich obciążenia, określonych na podstawie wieloletniej praktyki i przeprowadzonych doświadczeń. Zgodnie z tymi normami jedno stanowisko nasłuchu radiowego KF lub UKF wyposażone w dwa odbiorniki radiowe może przechwytywać jednocześnie pracę dwóch radiostacji przeciwnika. Natomiast jedno stanowisko nasłuchu radiowego KF może śledzić okresowo 3 - 4 relacje radiowe lub kontrolować pracę 8 - 10 źródeł rozpoznania. Powyższe normy zwiększa się 1-2 krotnie dla stanowisk odbiorczych KF wyposażonych w odbiorniki z automatycznym programowaniem częstotliwości.

W podobny sposób zostały określone możliwości rozpoznawcze pojedynczego stanowiska nasłuchu radiowego KF lub UKF w zakresie poszukiwania radiowego /42/.

W zakresie namierzania radiowego KF ustalono, że jeden podsystem namierzania /sieć namierzania/ wyposażony w namierniki radiowe bez automatyzacji procesów namierzania może zlokalizować w ciągu jednej godziny 20 - 30 źródeł rozpoznania, a podsystem zautomatyzowany 100 - 120 takich źródeł.

Niezautomatyzowany podsystem namierzania radiowego UKF przy namierzaniu na komendę może w tym samym czasie umiejscowić lub namierzyć 40 - 60 źródeł rozpoznania, a zautomatyzowany - 200-240.

Podsystem rozpoznania pokładowych SRL wyposażony w stacje typu POST - 3M może zlokalizować w ciągu godziny 30 - 40 źródeł rozpoznania z podaniem ich parametrów technicznych, a zautomatyzowany zestaw typu RAMONA /TAMARA/ ma możliwość jednoczesnego śledzenia do 25 celów powietrznych z dyskretnością 30 sekund.

Powyższe dane jak i sposób ich określania wydają się być wystarczające jedynie do wstępnego scharakteryzowania potencjalnych możliwości SRRe OPK w zakresie prawdopodobnej liczby wykrytych i śledzonych oraz umiejscowionych lub namierzonych źródeł rozpoznania radioelektronicznego. Natomiast określenie realnych możliwości SRRe OPK w tym zakresie możliwe jest tylko w sytuacji rzeczywistego pola walki lub metodą modelowania działań bojowych tego systemu z wykorzystaniem symulacji komputerowej, co jest przedmiotem rozważań w rozdziale drugim tej pracy.

Czas obiegu /opóźnienia/ informacji z rozpoznania radioelektronicznego - jest tym wskaźnikiem możliwości bojowych SRRe OPK, który umożliwia określenie terminowości informacji dostarczanych użytkownikom. Pozwala on ustalić, które informacje są terminowe, a które spóźnione.

Czas ten zależy od szeregu czynników, a przede wszystkim od sposobu analizy, opracowania, przekazania i zobrazowania informacji rozpoznawczych w SRRe OPK /zautomatyzowany i niezautomatyzowany/, stopnia wyszkolenia załóg urządzeń rozpoznawczych i osób funkcyjnych stanowisk dowodzenia oraz złożoności sytuacji operacyjno - taktycznej i radioelektronicznej.

Czas obiegu informacji rozpoznawczych jest sumą cząstkowych czasów trwania czynności wykonywanych w procesie prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego, mierzonych od chwili przechwycenia pracy rozpoznawanych środków radioelektronicznych przeciwnika do momentu przekazania o nich meldunku użytkownikom.

Czas ten można wyrazić następującą zależnością:

$$T_I = \sum_{m=1}^M t_m + \sum_{n=1}^N T_n \quad 1.2$$

gdzie:

- t_m - czas trwania czynności realizowanych przez operatorów na m -tym urządzeniu rozpoznawczym;
- t_n - czas trwania czynności realizowanych na n -tym stanowisku dowodzenia w SRRe OPK;
- 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 /obiegu/ różnego rodzaju informacji rozpoznawczych /alarmowych, bardzo pilnych, pilnych i zwykłych/ jest ustalany przez szefa sztabu wojsk OPK w corocznym zarządzeniu dotyczącym rozpoznania. Porównanie czasu normatywnego z rzeczywistym czasem obiegu /opóźnienia/ informacji jest podstawą do określenia, które informacje są terminowe, a które spóźnione.

Czas uprzedzenia systemu OPK o działalności ŚNP przeciwnika przez SRRe OPK zależy przede wszystkim od sposobu wykorzystania pokładowych środków radioelektronicznych przez przeciwnika.

Im dalej od rejonu obrony systemu OPK przeciwnik włączy swoje środki radioelektroniczne /radiostacje, stacje radiolokacyjne i radionawigacyjne/ podczas wykonywania nalotu ŚNP, tym dłuższy będzie czas uprzedzenia systemu OPK o tym nalocie przez SRRe OPK.

Analizując możliwości SRRe OPK w tym zakresie, należy brać pod uwagę i taką /wydaje się skrajną/ sytuację, w której przeciwnik na całej trasie lotu ŚNP do obiektów uderzeń może nie wykorzystywać aktywnych środków radioelektronicznych, co jest równoznaczne z brakiem możliwości ich wykrycia przez SRRe OPK.

Innym istotnym czynnikiem mającym wpływ na wielkość czasu uprzedzenia systemu OPK o działalności ŚNP przeciwnika jest czas opóźnienia /obiegu/ informacji z rozpoznania radioelektronicznego i wszystkie związane z nim uwarunkowania.

Czas urzedzenia systemu OPK o działalności ŚNP przeciwnika / t_{up} / jest różnicą pomiędzy czasem dostarczenia informacji użytkownikom o wykryciu tych środków przez SRRe OPK / t_{di} /, a czasem ich dolotu do stref wykrywania innych środków rozpoznawczych systemu OPK - praktycznie do stref wykrywania WRT / $t_{wyk_{WRT}}$ /.

$$t_{up} = t_{di} - t_{wyk_{WRT}} \quad 1.3$$

Zakres rozpoznawanych częstotliwości jest wskaźnikiem możliwości bojowych SRRe OPK, który określa w jakim przedziale wykorzystywanych przez przeciwnika częstotliwości możliwe jest prowadzenie rozpoznania przez SRRe OPK. Wskaźnik ten zależy przede wszystkim od możliwości technicznych sprzętu rozpoznania radioelektronicznego i określany jest minimalną i maksymalną wartością częstotliwościowego zakresu pracy tych urządzeń.

$$f_{min \text{ UR}_i} \ll \Delta F \ll f_{max \text{ UR}_i} \quad 1.4$$

gdzie:

- ΔF - zakres rozpoznawanych częstotliwości;
- $f_{min \text{ UR}_i}$ - minimalna częstotliwość pracy i-tego rodzaju urządzeń rozpoznawczych;
- $f_{max \text{ UR}_i}$ - maksymalna częstotliwość pracy i-tego rodzaju urządzeń rozpoznawczych.

Dokładność umiejscowienia źródeł rozpoznania radioelektronicznego zależy od ilości, sposobu ugrupowania /wielkości podstawy namierzania/ i możliwości technicznych urządzeń namierzających

oraz odległości źródeł rozpoznania od tych urządzeń. Jest ona określana wielkością błędu liniowego namierzania.

Ten wskaźnik możliwości bojowych SRRe OPK pozwala ustalić na ile uzyskane informacje o miejscu znajdowania się przeciwnika są dokładne aby można było je wykorzystać w procesie prowadzenia działań bojowych przez system OPK.

Dla potrzeb ogólnego określenia potencjalnych możliwości bojowych SRRe OPK dokładność umiejscowienia źródeł rozpoznania określa się, w sposób wystarczająco precyzyjny, wartością minimalnego błędu liniowego namierzania obliczaną według wzoru:

$$\Delta L_{\min} = \frac{\Delta \psi \cdot D}{57} \quad 1.5$$

gdzie:

- $\Delta \psi$ - błąd kątowy urządzenia namierzającego /stopnie/;
- D - podstawa namierzania /km/;
- 57 - stały współczynnik.

Jednakże określając realne możliwości bojowe SRRe OPK w tym zakresie, należy posłużyć się metodą wykorzystującą matematyczną teorię błędów, która została szczegółowo przedstawiona w rozdziale drugim /punkt 2.1.6/ niniejszej pracy.

1.5.1. Wpływ otoczenia na możliwości bojowe systemu rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK

System rozpoznania radioelektronicznego OPK, jak każdy zdeterminowany system, funkcjonuje w swoim specyficznym otoczeniu. Otoczenie to w sposób umowny można podzielić na bliższe i dalsze.

Otoczenie bliższe to wojska własne - przełożeni i uczestnicy procesu ogólnie rozumianego rozpoznania w systemie OPK /poszczególne współdziałające rodzaje wojsk i służb/, a także środowisko propagacji fal elektromagnetycznych.

Otoczenie dalsze to przeciwnik, a przede wszystkim praca jego radioelektronicznych systemów i środków dowodzenia siłami powietrznymi.

1.5.1.1. Otoczenie bliższe systemu

Z przeprowadzonej analizy występujących sprzężeń i zależności pomiędzy SRRe OPK, a jego bliższym otoczeniem wynika, że w ramach

tego otoczenia zaszniczy wpływ na możliwości bojowe SRRe OPK wywierają następujące czynniki:

- współdziałające jednostki w procesie rozpoznania radioelektronicznego;
- warunki propagacji fal elektromagnetycznych.

System rozpoznania radioelektronicznego OPK w procesie działań bojowych współdziała z jednostkami rozpoznania radioelektronicznego wojsk lądowych i marynarki wojennej wchodzącymi w skład JSRR WP oraz jednostkami wojsk radiotechnicznych i zakłóceń radioelektronicznych wojsk OPK.

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 rozpoznawanych sił zbrojnych przeciwnika w strefach rozpoznania tych jednostek.

Uzyskane w ramach tego współdziałania informacje mają istotny wpływ na możliwości bojowe SRRe OPK, szczególnie w zakresie zwiększenia czasu uprzedzenia systemu OPK o działalności przeciwnika oraz dokładności i wiarygodności przekazywanych informacji.

Współdziałanie SRRe OPK z jednostkami wojsk radiotechnicznych OPK jest ściśle związane z działaniami bojowymi korpusów OPK, na korzyść których pododdziały rozpoznania radioelektronicznego wykonują zadania bojowe. Polega ono na wzajemnej wymianie informacji o działalności ŚNP przeciwnika w strefach rozpoznania współdziałających jednostek.

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

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

Współdziałanie pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego

z poddziałami zakłóceń radioelektronicznych polega na wzajemnej wymianie informacji o pracy pokładowych urządzeń radioelektronicznych przeciwnika w strefach rozpoznania tych jednostek oraz informowaniu o rozpoczęciu i zakończeniu prowadzenia zakłóceń radioelektronicznych. Uzyskane informacje z jednostek zakłóceń radioelektronicznych mają istotny wpływ na możliwości bojowe SRRe OPK szczególnie w zakresie zwiększenia dokładności i wiarygodności informacji przekazywanych przez ten system użytkownikom.

Praca SRRe OPK polega między innymi na przechwytywaniu fal radioelektronicznych emitowanych przez źródła rozpoznania. Z tego względu istotnym czynnikiem mającym wpływ na możliwości bojowe tego systemu są warunki /środowisko/ propagacji fal elektromagnetycznych, na które składają się: ukształtowanie terenu, wilgotność gleby, stan atmosfery, pora roku i doby.

Dla propagacji fal krótkich /powyżej 10 metrów/ najważniejszymi warunkami są: stan atmosfery i ściśle z nią związana pora roku i doby oraz wilgotność gleby. Fale krótkie rozprzestrzeniają się w dwojaki sposób:

- 1 - nad powierzchnią ziemi - fala przyziemna, której zasięg, wyłączając możliwości techniczne nadajników radiowych, zależy przede wszystkim od wilgotności gleby;
- 2 - odbijając się od różnych warstw jonosfery - fala jonosferyczna, której zasięg w głównej mierze zależy od stanu atmosfery, pory roku i doby /36/.

Dla fal ultrakrótkich /poniżej 10 metrów/ czynnikami, które mają istotny wpływ na ich zasięg rozprzestrzeniania się, są głównie warunki terenowe - ukształtowanie terenu oraz sąsiedztwo dużych zbiorników wodnych.

Zatem warunki propagacji fal elektromagnetycznych mają bezpośredni wpływ na parametry strefy rozpoznania SRRe OPK. Oceniając wpływ warunków propagacji fal elektromagnetycznych na możliwości bojowe SRRe OPK należy pamiętać o tym, że nie możemy bezpośrednio oddziaływać na te warunki. Jednakże poprzez odpowiednie rozmieszczenie urządzeń rozpoznawczych SRRe OPK możemy wpłynąć na zwiększenie jego możliwości bojowych.

1.5.1.2. Otoczenie dalsze systemu

Zgodnie z wcześniej przyjętym podziałem, do otoczenia dalszego systemu zalicza się przeciwnika, a ściślej mówiąc jego systemy dowodzenia siłami powietrznymi i zabezpieczające ich funkcjo-

nowanie środki radioelektroniczne.

Dla SRRe OPK obiektami rozpoznania są elementy systemu dowodzenia siłami powietrznymi przeciwnika na północno i środkowo-europejskim TDW - ich dowództwa, sztaby i stanowiska dowodzenia oraz 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 /11/, /53/, /64/.

Praca środków radioelektronicznych przeciwnika /źródeł rozpoznania/ ma z reguły charakter stochastyczny. Jej parametry są bardzo trudne do określenia, gdyż zależą wyłącznie od działalności przeciwnika. Niemniej jednak, wychodząc z ogólnych zasad wykorzystania środków radioelektronicznych przez przeciwnika możemy ich działalność z określonym prawdopodobieństwem przewidywać.

Z analizy i oceny funkcjonowania systemów łączności dowodzenia siłami powietrznymi na ETW w czasie pokoju i w okresie ćwiczeń wynika, iż w relacjach naziemnych stanowisk dowodzenia łączność radiowa KF, szczególnie w okresie pokoju, stanowi dublujący lub zapasowy rodzaj łączności. W relacjach tych podstawowymi rodzajami łączności są: łączność przewodowa, radioliniowa, troposferyczna i satelitarna. Łączność radiowa KF wykorzystywana jest w większym stopniu w okresie prowadzenia ćwiczeń, szczególnie w czasie rozwijania i przegrupowania jednostek sił powietrznych. Należy wnioskować, że w podobny sposób będzie ona wykorzystywana w czasie prowadzenia działań wojennych. Natomiast pomiędzy naziemnymi elementami systemu dowodzenia siłami powietrznymi a samolotami w powietrzu oraz pomiędzy samolotami, łączność radiowa KF jest zasadniczym rodzajem łączności.

W systemach łączności radiowej KF sił powietrznych przeciwnika wykorzystywane są radiostacje naziemne i pokładowe różnego typu i generacji, o różnych parametrach i możliwościach technicznych, których nie sposób wymienić i szczegółowo scharakteryzować w niniejszej pracy /27/, /41/, /49/, /57/, /58/. Jednakże na podstawie analizy wyposażenia węzłów łączności poszczególnych szczebli dowodzenia sił powietrznych przeciwnika w środki łączności radiowej KF można wyciągnąć wniosek, iż w radiostacje KF dużej i bardzo dużej

mocy /5 i więcej KW/ wyposażone są głównie węzły łączności dowództw: PSZ NATO w Europie, PSP na TDW oraz PTSP. W radiostacje KF dużej i średniej mocy /do 5 KW/ wyposażone są elementy dowodzenia siłami powietrznymi szczebla operacyjnego i operacyjno - taktycznego /armia, dywizja lub grupa lotnictwa taktycznego/ oraz samoloty specjalne /PSD, rozpoznawcze, WRe/, lotnictwa strategicznego i transportowego. Natomiast radiostacje KF średniej i małej mocy /do 1 KW/ znajdują się na wyposażeniu elementów dowodzenia siłami powietrznymi szczebla taktycznego /skrzydeł, eskadr/ oraz samolotów lotnictwa taktycznego nowej generacji.

Urządzeniami radioelektronicznymi przeciwnika pracującymi w zakresie fal ultrakrótkich, które mogą być rozpoznawane przez SRRe OPK są jedynie pokładowe radiostacje UKF oraz systemy lub stacje radiolokacyjne i radionawigacyjne.

Środki napadu powietrznego przeciwnika /pilotowane i bezpilotowe/ wyposażone są w urządzenia radioelektroniczne UKF różnego typu i przeznaczenia, o różnych parametrach i możliwościach technicznych /27/, /41/, /57/. Dla SRRe OPK najistotniejszymi parametrami technicznymi tych urządzeń, jak również radiostacji zakresu KF, które mają bezpośredni wpływ na jego możliwości bojowe, jest moc ich nadajników, zysk kierunkowy i energetyczny anten, częstotliwościowy zakres pracy oraz rodzaj stosowanych emisji.

Z analizy wyposażenia ŚNP przeciwnika w środki radioelektroniczne UKF wynika, iż w radiostacje tego zakresu o mocy około 1 KW wyposażone są głównie samoloty lotnictwa specjalnego, strategicznego i transportowego. Samoloty lotnictwa taktycznego starszej generacji mają na swoim wyposażeniu radiostacje UKF o mocy rzędu 10 - 20 W, natomiast nowa generacja tych samolotów wyposażona jest w radiostacje UKF o mocy do 50 W.

Pokładowe urządzenia radiolokacyjne dużej mocy /od 0,5 do 1 MW/ instalowane są przede wszystkim na samolotach systemu AWACS, samolotach rozpoznawczych i samolotach WRe. Ich przeznaczeniem jest wykrywanie obiektów /celów/ naziemnych i powietrznych oraz zakłócanie elementów systemu dowodzenia i OP. W samolotach lotnictwa taktycznego środki radiolokacyjne wykorzystywane są w autonomicznych systemach nawigacyjnych oraz do wykrywania celów naziemnych i powietrznych /obektów ataku/, a także kierowania uzbrojeniem. Środki te charakteryzują się mocą rzędu 50 - 200 KW.

Pokładowe urządzenia zapytujące systemu radionawigacyjnego TACAN, które mogą być rozpoznawane przez SRRe OPK, charakteryzują się mocą rzędu 20 - 40 W. W urządzenia tego typu /systemu/ wyposażone są głównie samoloty lotnictwa taktycznego sił powietrznych przeciwnika.

Poza wymienionymi już systemami i środkami radiolokacyjnymi, radionawigacyjnymi i łączności, SRRe OPK ma możliwość rozpoznawania pracy urządzeń nadawczych systemów łączności satelitarnej przeciwnika, wykorzystujących zakres fal ultrakrótkich /do 500 MHz/. Są to urządzenia systemów: FLTSATCOM, DSCS-3, AFSATCOM i TACSATCOM sił zbrojnych Stanów Zjednoczonych. Moc wyjściowa nadajników zamontowanych na satelitach tych systemów w poszczególnych kanałach waha się w granicach 10 - 40 W, a zysk kierunkowy anten nadawczych wynosi od 16 do 50 dB /57/, /64/.

Radiostacje KF i UKF będące aktualnie na wyposażeniu samolotów i systemów łączności dowodzenia siłami powietrznymi przeciwnika wykorzystują w swej pracy głównie emisje jedno lub dwuwstęgowe, z modulacją amplitudy lub częstotliwości.

Środki nasłuchu i namierzania radiowego SRRe OPK mają możliwość odbioru wszystkich rodzajów tych emisji. Jednakże od 1985r. w siłach zbrojnych państw NATO, głównie na szczeblu taktycznym, zaczęto wprowadzać radiostacje KF i UKF nowej generacji, wykorzystujące technikę emisji szerokopasmowych ze skokową zmianą częstotliwości, tzw frequency hopping /FH/. W systemie dowodzenia siłami powietrznymi przeciwnika radiostacje tego typu, pracujące w zakresie 2 - 30 i 30 - 88 MHz, wykorzystywane są głównie w podsystemie kierowania wsparciem lotniczym. Również samoloty lotnictwa taktycznego i śmigłowce wyposaża się w tego rodzaju radiostacje lub modernizuje się radiostacje starszej generacji będące na ich wyposażeniu, poprzez instalowanie przystawek umożliwiających pracę w systemie FH.

W SRRe OPK aktualnie znajdujące się środki rozpoznawcze nie mają możliwości odbioru emisji systemu FH. Jest to jedna z poważniejszych wad tego systemu, obniżająca jego możliwości bojowe. Biorąc jednak pod uwagę olbrzymie nasycenie sił zbrojnych przeciwnika środkami łączności radiowej KF i UKF starszej generacji można oczekiwać, że do 2000 roku nie nastąpi całkowite wyczerpanie ich rezerwów używalności. Będą więc one nadal wykorzystywane lub utrzymywane jako rezerwowy środek łączności.

Poza parametrami technicznymi rozpoznawanych środków radioelektronicznych przeciwnika, na możliwości bojowe SRRe OPK istotny wpływ mają: liczba, czas, intensywność i charakter pracy tych urządzeń.

W systemach łączności dowodzenia siłami powietrznymi przeciwnika zorganizowanych jest szereg sieci i kierunków /relacji/ łączności radiowej KF i UKF. Liczba jednocześnie pracujących relacji łączności radiowej KF i UKF oraz wykorzystywanych w tych relacjach radiostacji każdorazowo zależy od aktualnej sytuacji operacyjno-taktycznej i radioelektronicznej.

Przykładowe zestawienie spodziewanej liczby relacji łączności radiowej KF i UKF organizowanych w związku operacyjnym taktycznych sił powietrznych przeciwnika /ALT/ zawiera tabela 1.1 /58/.

Tabela 1.1

Organa dowodzenia	Liczba org.dow. w ALT	Odl.od linii frontu	Spodziew.liczba relacji łączn.rad.	
			KF	UKF
SD PTSP	1	150-300	8-10	1-2
SD ALT lub TSP	1	80-150	8-10	10-12
SD powietrzne	1	80-150	2	2
Centrum bwl przy AP	1	70-90	2-3	2
SD skrzydła lotniczego				4
Centrum bwl przy KA	2-3	50-70	2-3	2
Centrum kierow. i powiadam.	1	80-150	2	2
Poster. kierow. i powiadam.	2	30-80	2	2
Wysunięte posterunki kierow.	4-6	15-30		1-2
Powietrzny poster. kierow.	1		1-2	1-2
Zespół kierow.LT w DZ		10-15	1	1-2
Zespół kierow.LT w BZ		5-10	1	1
Wysunięty nawig.naprowadz. LT w bp	7-8	1-3		2-3

Czas pracy radiostacji KF i UKF w zorganizowanych sieciach i kierunkach radiowych, podczas jednego seansu wymiany korespondencji radiowej oraz intensywność tej wymiany, a także czas pracy i liczba pracujących SRL, zdeterminowane są potrzebami aktualnej sytuacji bojowej.

Doświadczenia uzyskane podczas wieloletniej pracy bojowej SRRe OPK, szczególnie w okresie ćwiczeń prowadzonych w siłach zbrojnych przeciwnika, wskazują, że czas trwania jednego seansu wymiany korespondencji radiowej /zgłoszenia/ w sieciach lub kierunkach radiowych KF mieści się w granicach od kilkadziesiątu sekund do kilku minut, w zależności od rodzaju stosowanych emisji. Natomiast seanse wymiany radiowej w relacjach UKF są kilkakrotnie krót-

sze, a ich czas trwania zawiera się w granicach od kilku do kilkunastu sekund.

Czas pracy i liczba pracujących pokładowych stacji radiolokacyjnych i radionawigacyjnych ŚNP przeciwnika wykonujących zadania w strefie rozpoznania SRRe OPK zależy przede wszystkim od liczby tych środków napadu powietrznego i charakteru wykonywanego przez nie zadania. Jeżeli zadaniem ŚNP przeciwnika będzie prowadzenie rozpoznania, ich stacje radiolokacyjne mogą być włączone na całej trasie lotu tych środków. Wykonując zadania uderzeń na obiekty naziemne ŚNP będą prawdopodobnie włączały pokładowe stacje radiolokacyjne lub radionawigacyjne przed rubieżą wykonania zadania, na czas odszukania obiektów i naprowadzenia na nie środków rażenia.

Możliwości bojowe SRRe OPK w zakresie ustalenia charakteru działań przeciwnika /obektów i źródeł rozpoznania radioelektronicznego/ w dużej mierze zależy od treści informacji /radiogramów/ przekazywanych w relacjach łączności radiowej KF i UKF przeciwnika i przechwytywanych przez urządzenia rozpoznawcze systemu.

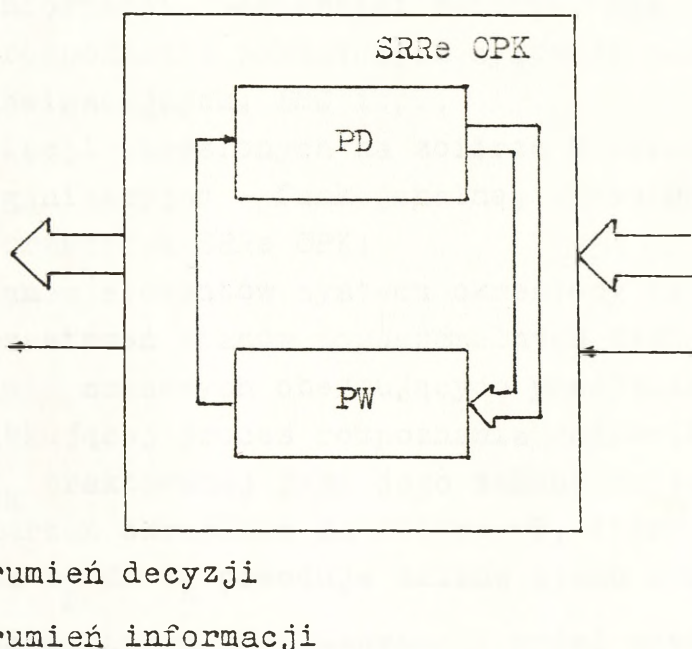
Radiogramy, ze względu na stopień utajniania zawartych w nich informacji, dzielą się na otwarte, półkodowane, kodowane oraz radiogramy przekazywane w tzw. umownej formie /8/.

Największy zasób informacji pozwalających określić charakter działań przeciwnika zawierają radiogramy z tekstem otwartym. Najwięcej tego typu radiogramów, ze względu na bezpieczeństwo lotów, przekazywanych jest w relacjach łączności radiowej KF i UKF dowodzenia samolotami w powietrzu. Radiogramy otwarte zawierają najczęściej informacje dotyczące danych o trasie lotu samolotów, czasie dolotu tych samolotów do kolejnych punktów na trasie lotu, czasie i miejscu startu i lądowania, przewożonym ładunku, czasie wejścia i wyjścia do i ze strefy odpowiedzialności ośrodków kontroli ruchu lotniczego itp.

W pozostałych relacjach łączności radiowej przeciwnik w coraz większym stopniu dąży do całkowitego utajnienia przekazywanych informacji i skracania czasu ich nadawania, co w znacznym stopniu utrudni proces rozpoznania jego działalności i w ujemny sposób wpłynie na możliwości bojowe SRRe OPK w tym zakresie.

1.6. ZAŁOŻENIA OPERACYJNO - TAKTYCZNE

System rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK, rozumiany jako całokształt sił i środków organizacyjnie kierowanych i działających w celu wykonania zadania bojowego, można podzielić na podsystem dowodzenia /PD/ i podsystem wykonawczy /PW/. W ogniwach dowodzenia /PD/ /SD prrel, brrel, krrel/ wypracowuje się decyzje dotyczące prowadzenia działań bojowych, głównie na podstawie treści zadania bojowego, możliwości bojowych podległych im sił i środków oraz prawdopodobnego wariantu działań przeciwnika powietrznego. Decyzje te po zatwierdzeniu przez przełożonych są realizowane w procesie działań bojowych przez ogniwa wykonawcze /PW/ /brrel, krrel, plrrel/.



Rys.1.4. Cybernetyczny model systemu rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK

Strumień decyzji przychodzących z zewnątrz do SRRe OPK obejmuje decyzje dowódcy wojsk OPK odnośnie prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego przeciwnika powietrznego /zadania dla SRRe OPK/.

Strumień informacyjny przychodzący z otoczenia do SRRe OPK dotyczy w głównej mierze sił przeciwnika powietrznego i jego prawdopodobnych działań.

Strumień informacyjny wychodzący z SRRe OPK do otoczenia obejmuje informacje o efektach działań bojowych /rezultaty prowa-

dzionego rozpoznania radioelektronicznego/, poniesionych stratach, potrzebach materiałowo - technicznego zaopatrzenia itp.

Tak rozumiany system rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK można przedstawić jako piątkę uporządkowaną:

$\langle M, R, X, T, Z \rangle$

stanowiącą dynamiczny model tego systemu, której poszczególne wielkości przedstawiają:

- M - zbiór elementów systemu takich jak: stanowiska dowodzenia, radiowe centra odbiorcze, posterunki namierzania radiowego, posterunki rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych, grupy analizy danych, ośrodki przetwarzania informacji, odbiorniki radiowe, namierniki radiowe, stacje rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych, EMC itp.;
- R - zbiór relacji określonych na zbiorze M przedstawiający strukturę organizacyjno - funkcjonalną, przestrzenno - czasową oraz informacyjną SRRe OPK;
- X - zbiór stanów elementów systemu określony na zbiorze M, tworzący przestrzeń stanów dopuszczalnych tych elementów;
- T - zbiór chwil czasowych obejmujących przedział czasu od chwili t_p początkującej proces rozpoznania radioelektronicznego do chwili t_k traktowanej jako jego zakończenie;
- Z - zbiór zdarzeń określona na zbiorze T, których wystąpienie w czasie od t_p do t_k powoduje zmianę stanu systemu.

Celem zasadniczym zdefiniowanego wyżej systemu jest wykonanie zadania bojowego. Zadanie to sprowadza się do uprzedzenia systemu OPK o działalności przeciwnika powietrznego na dalekich podejściach do rejonu obrony tego systemu oraz ciągłego informowania systemu OPK o działalności szkoleniowej, przygotowaniach do działań wojennych i działalności bojowej przeciwnika w strefie rozpoznania SRRe OPK.

System rozpoznania radioelektronicznego OPK swoje zadanie bojowe wykonuje dostarczając użytkownikom niezbędnych informacji operacyjnych i taktycznych o siłach powietrznych przeciwnika.

W danych operacyjnych, które można przedstawić w formie następującego wektora:

$$I_{Re}^0 = / D, O, G, Z, M /$$

zawarte są informacje o:

- D - dyslokacji sił powietrznych;
- O - strukturze organizacyjnej i składzie jednostek sił powietrznych;
- G - gotowości bojowej całości sił i poszczególnych jednostek;
- Z - zamiarze prowadzenia działań/przewidywań co do prowadzenia działań/;
- M - możliwościach prowadzenia działań.

Natomiast w danych taktycznych przedstawionych w następującej postaci:

$$I_{Re}^t = / F_e, R_c, S_c, W_c, D_c, P_p, P_o /$$

określa się:

- F_e - rodzaj i częstotliwość pracy urządzeń radioelektronicznych;
- R_c - rodzaj celu powietrznego;
- S_c - skład celu powietrznego;
- W_c - położenie /miejsce znajdowania/się celu powietrznego;
- D_c - działalność celu powietrznego;
- P_p - przynależność państwową celu powietrznego;
- P_o - przynależność organizacyjną celu powietrznego.

Zdobycie powyższych informacji rozpoznawczych stanowi zmienną losową. Ilość i jakość uzyskanych danych zależy od wielu czynników, do których między innymi zalicza się: prawdopodobieństwo znajdowania się urządzeń radioelektronicznych przeciwnika /źródeł rozpoznania/ w strefie rozpoznania radioelektronicznego systemu, prawdopodobieństwo promieniowania energii elektromagnetycznej przez te urządzenia, prawdopodobieństwo odbioru promieniowanej energii elektromagnetycznej przez własne urządzenia rozpoznawcze, rodzaj pracy urządzeń radioelektronicznych przeciwnika, treść i sposób przekazywania oraz stopień utajniania przesyłanych danych drogą radiową, możliwości ujawniania i opracowywania odebranych sygnałów przez własne siły i środki rozpoznania, czas zdobycia, opracowania i przekazania danych użytkownikom, stan ilościowy i stopień wyszkolenia załóg i osób funkcyjnych w SRRe OPK, liczbę urządzeń rozpoznania radioelektronicznego.

W systemie rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK uwidaczniają się pewne powiązania funkcjonalne, czynnościowe, przestrzenno - czasowe oraz informacyjne, które pozwalają określić zbiór relacji /R/. Zbiór ten przedstawia strukturę organizacyjno - funkcjonalną, przestrzenno - czasową i informacyjną SRRe OPK.

Struktura organizacyjno - funkcjonalna systemu obejmuje relacje podległości poszczególnych jego elementów oraz określa ich funkcje /rys.1.1 i rys.1.3/. Z niej to wynikają czynności jakie wykonują poszczególne elementy SRRe OPK w procesie realizacji celu zasadniczego.

W podsystemie dowodzenia /na stanowiskach dowodzenia wchodzących w skład SRRe OPK/ przyjmowane są zadania rozpoznawcze przekazywane z SD szczebla nadrzędnego, dokonywana jest analiza sytuacji operacyjno - taktycznej i radioelektronicznej oraz określone są możliwości wykonania postawionych zadań. W wyniku powyższych czynności formułowane są i następnie stawiane zadania dla podległych sił i środków /pododdziałów/. Na stanowiska dowodzenia napływają meldunki o rezultatach działań bojowych prowadzonych przez podległe siły i środki rozpoznania radioelektronicznego /podsystem wykonawczy SRRe OPK/.

Siły i środki SRRe OPK śledzą sytuację operacyjno - taktyczną i radioelektroniczną, przyjmują stawiane im zadania rozpoznawcze oraz je realizują. Rezultaty swoich działań przekazują w formie meldunków do stanowisk dowodzenia SRRe OPK.

Struktura czasowo - przestrzenna SRRe OPK obejmuje relacje czasowe określające momenty rozpoczęcia i wykonywania zadań rozpoznawczych przez poszczególne elementy tego systemu, a także relacje przestrzenne określające rozmieszczenie tych elementów względem siebie i rozpoznawanego przeciwnika, zapewniając realizację postawionych zadań /rys.1.2/.

Struktura informacyjna SRRe OPK obejmuje powiązania informacyjne pomiędzy poszczególnymi jego elementami i otoczeniem /rys.1.3/. Informacje przekazywane z nadrzędnych stanowisk dowodzenia zawierają najczęściej zadania bojowe, zarządzenia dotyczące stanów i stopni gotowości bojowej oraz komunikaty rozpoznawcze. Zwrotnie natomiast przekazywane są informacje o rezultatach działań bojowych i sytuacji radioelektronicznej.

Zbiór stanów SRRe OPK wyznaczają stany dopuszczalne poszczególnych jego elementów, spośród których zostały wybrane tylko te,

które są istotne z punktu widzenia celów pracy. W takim ujęciu podsystem dowodzenia może znajdować się w pięciu następujących stanach:

1. Stan analizy sytuacji operacyjno - taktycznej i radioelektronicznej.
2. Stan podejmowania decyzji o użyciu sił i środków rozpoznania radioelektronicznego.
3. Stan stawiania zadań elementom wykonawczym.
4. Stan analizy i oceny zdobytych danych rozpoznawczych.
5. Stan informowania o działalności przeciwnika.

W stanie nr 1 na stanowiskach dowodzenia SRRe OPK prowadzona jest ciągła analiza sytuacji operacyjno - taktycznej i radioelektronicznej oraz możliwości użycia sił i środków do prowadzenia rozpoznania. W stanie nr 2 rozpatrywany jest racjonalny sposób wykorzystania sił i środków rozpoznania radioelektronicznego do wykonania zadań otrzymanych od przełożonego lub wynikających z analizy aktualnej sytuacji radioelektronicznej i operacyjno - taktycznej. W stanie nr 3 stawiane są zadania elementom wykonawczym SRRe OPK po czym stanowiska dowodzenia przechodzą z powrotem w stan nr 1 lub stan nr 4, w którym analizowane są i oceniane dane rozpoznawcze /wyniki prowadzonego rozpoznania/ zdobyte i przekazane przez elementy wykonawcze systemu. Następnie w stanie nr 5 opracowane informacje rozpoznawcze przekazywane są do nadrzędnych stanowisk dowodzenia i współdziałających jednostek, po czym stanowiska dowodzenia przechodzą w stan nr 1.

Poszczególne elementy systemu wykonawczego mogą znajdować się w następujących wyróżnionych stanach:

a/ elementy nasłuchu radiowego KF i UKF

1. Stan poszukiwania lub przechwytytu radiowego.
2. Stan stawiania zadań do namierzania /elementom namierzania radiowego/ oraz rejestrowania wyników.
3. Stan analizy zdobytych danych rozpoznawczych.
4. Stan przekazywania meldunków o wynikach prowadzonego nasłuchu radiowego.

W stanie nr 1 operatorzy stanowisk odbiorczych KF lub UKF przeszukują zadane pasmo częstotliwości zgodnie z otrzymanym zadaniem, a z chwilą wykrycia pracującej radiostacji przeciwnika rejestrują treść przekazywanych informacji. W stanie nr 2 w czasie

pracy radiostacji przeciwnika stawiają zadania elementom namierzania radiowego oraz rejestrują wyniki dokonanych namiarów. W stanie nr 3 dokonują analizy zdobytych danych rozpoznawczych /treści przekazywanej korespondencji oraz wyników namierzania/ i określają cechy charakteryzujące rozpoznawany obiekt i jego działalność. W stanie nr 4 przekazują wyniki prowadzonego rozpoznania do stanowisk dowodzenia swojego pododdziału i wracają do stanu nr 1.

b/ elementy namierzania radiowego KF i UKF

1. Stan gotowości do wykonania zadania.
2. Stan określania namiarów na pracujące radiostacje przeciwnika.
3. Stan analizy wyników namierzania.
4. Stan meldowania wyników namierzania.

W stanie nr 1 operatorzy namierników radiowych są w stałej gotowości do przyjęcia zadań do namierzania oraz przyjmują zadania do wykonania. W stanie nr 2 przestrajają namierniki radiowe na wskazaną w zadaniu częstotliwość pracy radiostacji przeciwnika i dokonują kilku namiarów na tą radiostację. Liczba wykonanych namiarów zależy od czasu pracy namierzonej radiostacji. W stanie nr 3 porównują wyniki namierzania i określają namiar na pracującą radiostację, uwzględniając kątowny błąd namierzania namiernika radiowego. W stanie nr 4 przekazują wyniki namierzania do stanowiska kierowania namierzaniem lub operatorom stanowisk odbiorczych, po czym przechodzą do stanu nr 1.

c/ elementy rozpoznania pokładowych SRL

1. Stan poszukiwania pracujących pokładowych SRL.
2. Stan wykrycia pracy nowej pokładowej SRL.
3. Stan analizy sygnałów nowo wykrytej, pracującej SRL.
4. Stan śledzenia pracujących pokładowych SRL i przekazywania meldunków.

Struktura czasowo - przestrzenna SRRe OPK wyznacza zbiór chwil czasowych T , w których począwszy od t_p do t_k zostaną spełnione warunki umożliwiające realizację poszczególnych etapów kierowania rozpoznaniem radioelektronicznym i jego prowadzenia przez elementy wykonawcze systemu. Inaczej rzecz ujmując, w określonych chwilach czasu występują zdarzenia, które będą zmieniały stany elementów systemu.

W oparciu o zbiór chwil czasowych T , w przedziale czasu od t_p do t_k w SRRe OPK można określić następujący zbiór zdarzeń mogący wystąpić w procesie prowadzenia działań bojowych przez elementy zdefiniowanego systemu.

1. Analiza sytuacji operacyjno - taktycznej i radioelektronicznej w strefach rozpoznania poszczególnych pododdziałów i SRRe OPK oraz podjęcie decyzji o użyciu podległych im sił i środków rozpoznania radioelektronicznego.
2. Postawienie zadań podległym elementom wykonawczym SRRe OPK.
3. Prowadzenie rozpoznania przez elementy wykonawcze systemu /nasłuchu radiowego, namierzania radiowego, rozpoznania pokładowych SRL/.
4. Analiza, ocena i opracowanie zdobytych danych rozpoznawczych.
5. Informowanie o rezultatach prowadzonego rozpoznania /o działaniach przeciwnika w strefie rozpoznania systemu/.

Każde z wyróżnionych zdarzeń występuje w określonej chwili t_z i trwa przez pewien czas określony charakterystykami czasowymi SRRe OPK. W czasie trwania każdego z tych zdarzeń ulegają zmianie stany elementów systemu, których te zdarzenia dotyczą. Dokładna charakterystyka powyższych zdarzeń opisana jest w punkcie 1.4.3 i 2.2, a realizacja ich obsługi w punkcie 2.5 rozprawy.

Dokonana powyżej analiza SRRe OPK przedstawia jego działania w procesie prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego. Omówione tu poszczególne elementy systemu, ich powiązania funkcjonalne oraz zdarzenia jakie mogą wystąpić podczas działań bojowych, pozwalają przystąpić do konstruowania jego modelu symulacyjnego.

W SRRe OPK, z punktu widzenia jego składu bojowego, można wyróżnić następujące podsystemy /moduły/:

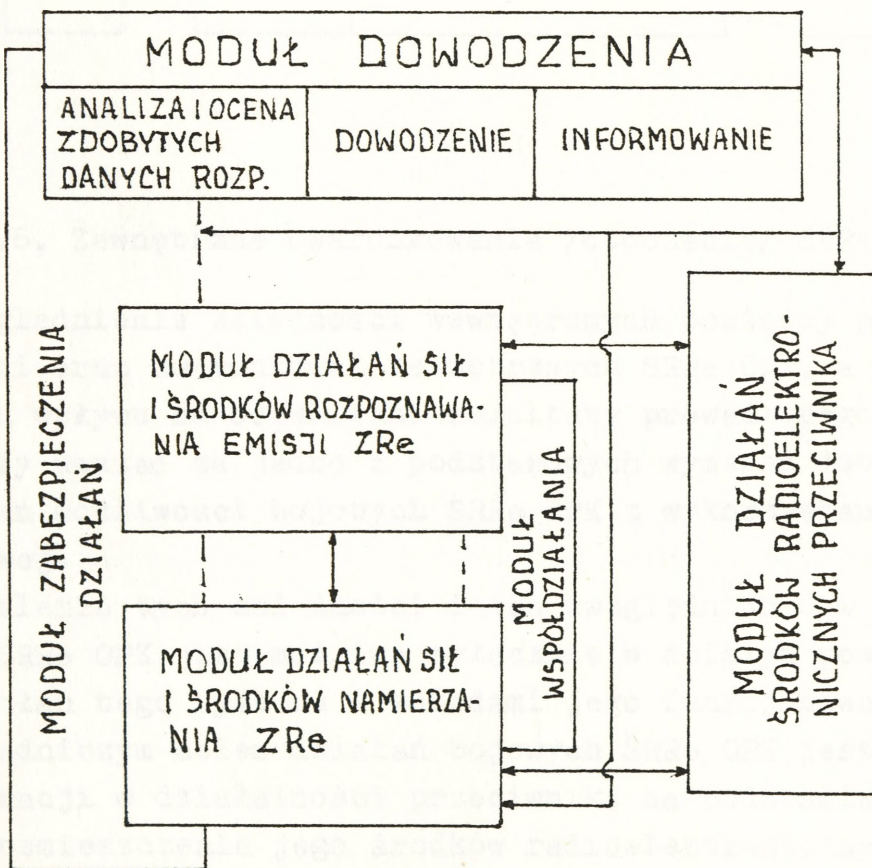
- 1/ podsystem dowodzenia - siły i środki dowodzenia;
- 2/ podsystem rozpoznania - siły i środki nasłuchu i namierzania radiowego oraz rozpoznania pokładowych SRL;
- 3/ podsystem zabezpieczenia - siły i środki zabezpieczenia działań bojowych.

Istotnym problemem w wykorzystaniu metod analizy systemowej jest trafny wybór elementów badanego systemu, które chcemy poddać analizie i ocenie. Należy zatem dokonać wyodrębnienia podstawowych modułów SRRe OPK wynikającego zarówno ze strukturalnego, jak i funkcjonalnego punktu widzenia.

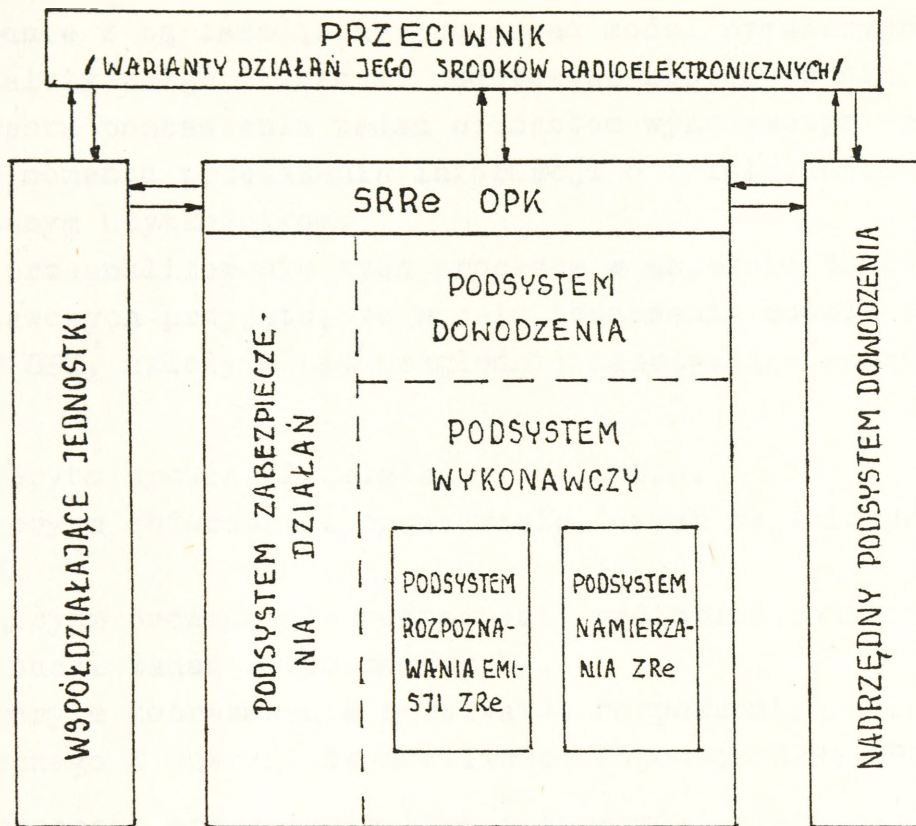
Z tego względu w modelu działań bojowych SRRe OPK wyróżniono następujące podstawowe moduły /rys.1.5/:

- 1/ moduł dowodzenia;
- 2/ moduł działań sił i środków poszukiwania, wykrywania i przechwytywania emisji środków radioelektronicznych przeciwnika /źródeł rozpoznania/;
- 3/ moduł działań sił i środków namierzania /umiejscowiania/ pracujących źródeł rozpoznania radioelektronicznego;
- 4/ moduł działań środków radioelektronicznych potencjalnego przeciwnika;
- 5/ moduł współdziałania;
- 6/ moduł zabezpieczenia działań bojowych.

W badaniach SRRe OPK konieczne jest również uwzględnienie podstawowych warunków zewnętrznych /otoczenia/ tego systemu, w tym głównie uwarunkowań od nadrzędnego systemu dowodzenia, współdziałających jednostek oraz potencjalnego przeciwnika /rys.1.6/



Rys.1.5. Elementy modelu działań bojowych SRRe OPK



Rys.1.6. Zewnętrzne uwarunkowania /otoczenie/ SRRe OPK

Uwzględnienie zależności wewnętrznych pomiędzy poszczególnymi modułami oraz uwarunkowań zewnętrznych SRRe OPK, a także określenie ich wpływu na oczekiwane rezultaty prowadzonego rozpoznania, należy uważać za jedno z podstawowych wymagań dotyczących metod badań możliwości bojowych SRRe OPK z wykorzystaniem symulacji komputerowej.

Ustalenie tych zależności i ich uwzględnianie w modelu symulacyjnym SRRe OPK jest możliwe wyłącznie w ścisłym powiązaniu z celem działań tego systemu i zasadami jego funkcjonowania.

Zasadniczym celem działań bojowych SRRe OPK jest zdobywanie informacji o działalności przeciwnika na podstawie analizy pracy i rozmieszczenia jego środków radioelektronicznych znajdujących się w strefie rozpoznania tego systemu.

System rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK funkcjonuje w myśl ogólnej zasady: wykryć i namierzyć pracujące środki radioelektroniczne przeciwnika - scharakteryzować ich pracę i dzia-

łania przeciwnika - przekazać informację użytkownikom.

Zgodnie z tą zasadą, aby zbudować model symulacyjny tego systemu należy zalgorytmizować podstawowe procesy w nim zachodzące od momentu postawienia zadań elementom wykonawczym tego systemu, aż do momentu przekazania informacji o działalności przeciwnika określonym użytkownikom.

Po przeanalizowaniu tych procesów w aspekcie założonych celów badawczych przyjęto, że w celu zbudowania modelu symulacyjnego SRRe OPK, należy w nim uwzględnić następujące podstawowe algorytmy:

1. Algorytm symulacji działań przeciwnika.
2. Algorytm zbierania i opracowania danych wejściowych o SRRe OPK.
3. Algorytm prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego /realizacji zadań rozpoznawczych/.
4. Algorytm zobrazowania rezultatów rozpoznania radioelektronicznego i wskaźników możliwości bojowych SRRe OPK.

W procesie opracowania tych algorytmów należy uwzględnić szereg danych o SRRe OPK i przeciwniku, które można podzielić na dwie grupy:

- dane stałe, które mogą być przechowywane w banku informacji;
- dane zmienne, które każdorazowo opracowywane są i wprowadzane do EMC przez użytkownika programu obliczeniowego.

Do grupy danych stałych zalicza się głównie dane o zasadach i sposobach prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego, dowodzenia i współdziałania, zabezpieczenia działań bojowych oraz możliwościach technicznych środków rozpoznania SRRe OPK, a także zasadach i sposobach wykorzystania systemów i środków radioelektronicznych przez przeciwnika i ich możliwościach technicznych. Dane stałe powinny być uaktualniane w miarę rozwoju techniki, taktyki i sztuki operacyjnej oraz wyposażenia wojsk własnych i przeciwnika w nowe środki radioelektroniczne.

Dane zmienne dotyczą głównie charakteru zadań bojowych, ugrupowania oraz liczby i typów środków rozpoznania SRRe OPK, a także charakteru i rodzaju pracy oraz liczby środków radioelektronicznych przeciwnika. Pozwalają one uwzględnić opracowane /założone/ przez użytkownika warianty działań przeciwnika i SRRe OPK. Przed każdym procesem symulacji istnieje konieczność wprowadzenia danych zmiennych w postaci założeń.

Przedstawiona koncepcja modelu powinna zapewnić możliwość symulowania różnych wariantów działania przeciwnika i SRRe OPK.

Kolejnym ważnym problemem w zastosowaniu analizy systemowej w badaniach SRRe OPK jest dobór właściwych wskaźników oceny możliwości bojowych tego systemu. Jak wynika z analizy możliwości bojowych SRRe OPK opisanych w podrozdziale 1.5, z punktu widzenia celu działania i zadań tego systemu, zasadniczymi wskaźnikami oceny możliwości bojowych SRRe OPK są:

- oczekiwana liczba wykrytych, śledzonych i umiejscowionych źródeł rozpoznania radioelektronicznego;
- czas obiegu i związana z nim terminowość informacji rozpoznawczych;
- czas uprzedzenia systemu OPK o działalności ŚNP przeciwnika.

Wymienione wskaźniki, charakteryzując możliwości bojowe systemu rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK, określają jednocześnie jego jakość /dobroć/. Badany wariant działań SRRe OPK będzie lepszy od pozostałych jeżeli umożliwi wykrycie i umiejscowienie większej ilości źródeł rozpoznania radioelektronicznego /zdobycie większej ilości informacji o działalności przeciwnika/, a czas obiegu tych informacji będzie jak najkrótszy, co zapewni ich terminowość i wydłuży czas uprzedzenia systemu OPK o działaniach przeciwnika.

Ze względu na swoje właściwości wyszczególnione wskaźniki oceny możliwości bojowych SRRe OPK mogą być stosowane w planowaniu działań bojowych oraz badaniach SRRe OPK.

1.7. PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA BUDOWY MODELU SYSTEMU ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSK OPK

Biorąc pod uwagę cel prowadzonych badań oraz założenia operacyjno - taktyczne, przed modelem SRRe OPK stawia się szereg wymagań. Jako podstawowy warunek przyjmuje się, że model powinien być praktyczny w wykorzystaniu, nie wymagający specjalnego przygotowania użytkownika, odzwierciedlać podstawowe procesy zachodzące w modelowanym systemie w stosunkowo krótkim czasie, a ponadto:

1. Umożliwiać symulację działań bojowych SRRe OPK w dowolnej sytuacji operacyjno - taktycznej i radioelektronicznej.
2. Mieć charakter uniwersalny.
3. Mieć charakter konwersacyjny.

4. Umożliwić kompleksową, wielopłaszczyznową analizę oraz ocenę możliwości bojowych SRRe OPK, z uwzględnieniem celów i zadań systemu jako całości, a także poszczególnych jego elementów.
5. Umożliwić określenie zasadniczych kierunków doskonalenia SRRe OPK.

Potrzeba symulacji działań bojowych SRRe OPK w dowolnej sytuacji operacyjno - taktycznej i radioelektronicznej wynika z faktu, iż nie można jednoznacznie przewidzieć charakteru i warunków w jakich prowadzone będą działania sił i środków SRRe OPK. Warunki i charakter działań SRRe OPK i potencjalnego przeciwnika w okresie pokoju, w czasie zagrożenia wojennego, czy też w okresie wojny będą diametralnie różne. We wszystkich tych okresach będą ulegały ciągłym zmianom możliwości SRRe OPK i możliwości przeciwnika. Różna więc będzie sytuacja operacyjno - taktyczna i radioelektroniczna, w zależności od etapu i fazy prowadzonych działań bojowych. Dla spełnienia przyjętych warunków budowy modelu SRRe OPK wszystkie powyższe czynniki muszą być w nim uwzględnione.

Uniwersalność modelu powinna zapewnić możliwość symulowania działań bojowych SRRe OPK o dowolnym składzie organizacyjnym i różnym wyposażeniu w sprzęt rozpoznawczy. Zapewni to możliwość wykorzystania modelu i opracowanej metody oceny możliwości bojowych SRRe OPK jako narzędzia badawczego, a także jako pomocy w procesie dydaktycznym.

Konwersacyjny charakter modelu powinien umożliwić aktywny udział użytkownika w procesie symulacji działań bojowych SRRe OPK i wpływać na jej przebieg. Ma to szczególne znaczenie przy wykorzystaniu modelu dla celów dydaktycznych. Na podstawie wyników uzyskiwanych w procesie symulacyjnym użytkownik powinien mieć możliwość wariantowania działań bojowych SRRe OPK.

Kompleksowość i wielopłaszczyznowość ocen i analiz SRRe OPK to wymóg wynikający zarówno ze złożoności samego systemu, jak i podstawowych cech badań systemowych. Należy więc, tworząc model tego systemu, brać przede wszystkim pod uwagę sformułowane w założeniach operacyjno - taktycznych: cel, zasady funkcjonowania i strukturę SRRe OPK, wyodrębnić podstawowe jego elementy i pokazać zależności między nimi, a także umożliwić określenie i zobrazowanie przyjętych wskaźników jego możliwości bojowych.

Wykorzystanie modelu SRRe OPK do określania zasadniczych

kierunków doskonalenia systemu rzeczywistego wynika z możliwości modelowania symulacyjnego. Proces symulacyjny można powtarzać wielokrotnie zmieniając wartości poszczególnych danych wejściowych do modelu. Zestawienie wyników symulacji z odpowiednimi wartościami danego parametru wejściowego umożliwia określenie wpływu zmian tego parametru na wynik końcowy. Na podstawie takiego zestawienia można określić czynniki mające decydujący wpływ na możliwości bojowe czy też efektywność działania SRRe OPK.

Praktyczność, adekwatność i krótki czas procesu badań - jako podstawowe założenia budowy modelu, są praktycznie wymogami sprzecznymi.

Z punktu widzenia praktyczności i prostoty zastosowania, podstawowym wymogiem jest minimalizacja ilości danych wejściowych do modelu. Uzyskanie informacji wejściowych w postaci parametrów, charakterystyk, wskaźników itp., nie powinno sprawiać użytkownikowi dodatkowych trudności. Czas trwania procesu badań /symulacji/, nie uwzględniając zróżnicowanych możliwości EMC, wydłuża się w miarę wzrostu liczby i złożoności odzwierciedlanych w modelu procesów. Z tego względu wydaje się koniecznym dążenie do jak największych uproszczeń i uogólnień w budowie modelu. Jednakże adekwatność modelu determinowana jest wiernością odzwierciedlanych w nim procesów, cech i zjawisk zachodzących w systemie rzeczywistym. Stwarza to konieczność wprowadzania do modelu wielu informacji o badanym systemie

A zatem istnieją dwie drogi postępowania: dążyć do uproszczenia modelu i skrócenia procesu symulacji kosztem jego adekwatności, lub osiągnąć duży stopień wiarygodności uzyskanych wyników badań pomijając problem czasu przygotowania i trwania symulacji.

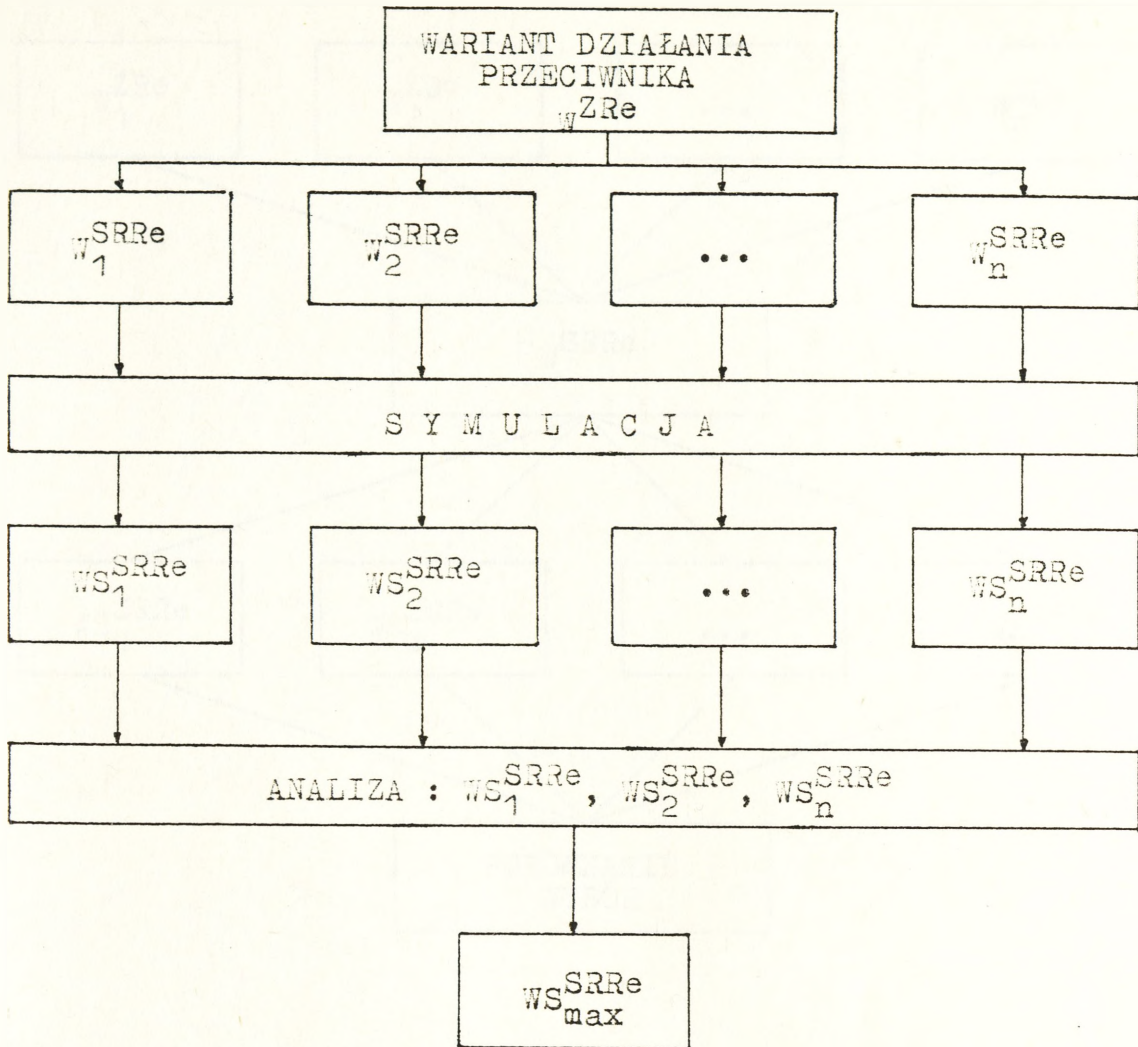
W prowadzonych badaniach przyjęto rozwiązanie kompromisowe, polegające na tym, że część danych wejściowych do modelu wprowadzana będzie jednorazowo w postaci banku danych. Będą to dane o charakterze względnie stałym. Pozostałe dane - zmienne użytkownik wprowadzał będzie w formie przyjętych do badań wariantów użycia sił i środków SRRe OPK i wariantów działania potencjalnego przeciwnika.

1.8. PROCEDURA WYKORZYSTANIA MODELU SYSTEMU ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO OPK

Model symulacyjny SRRe OPK, zgodnie z przyjętym założeniem, może być wykorzystywany w procesie naukowo - badawczym, jako narzędzie badawcze tego systemu oraz w procesie dydaktycznym, głównie w grach decyzyjnych i ćwiczeniach prowadzonych w ASG WP i jednostkach wojsk OPK.

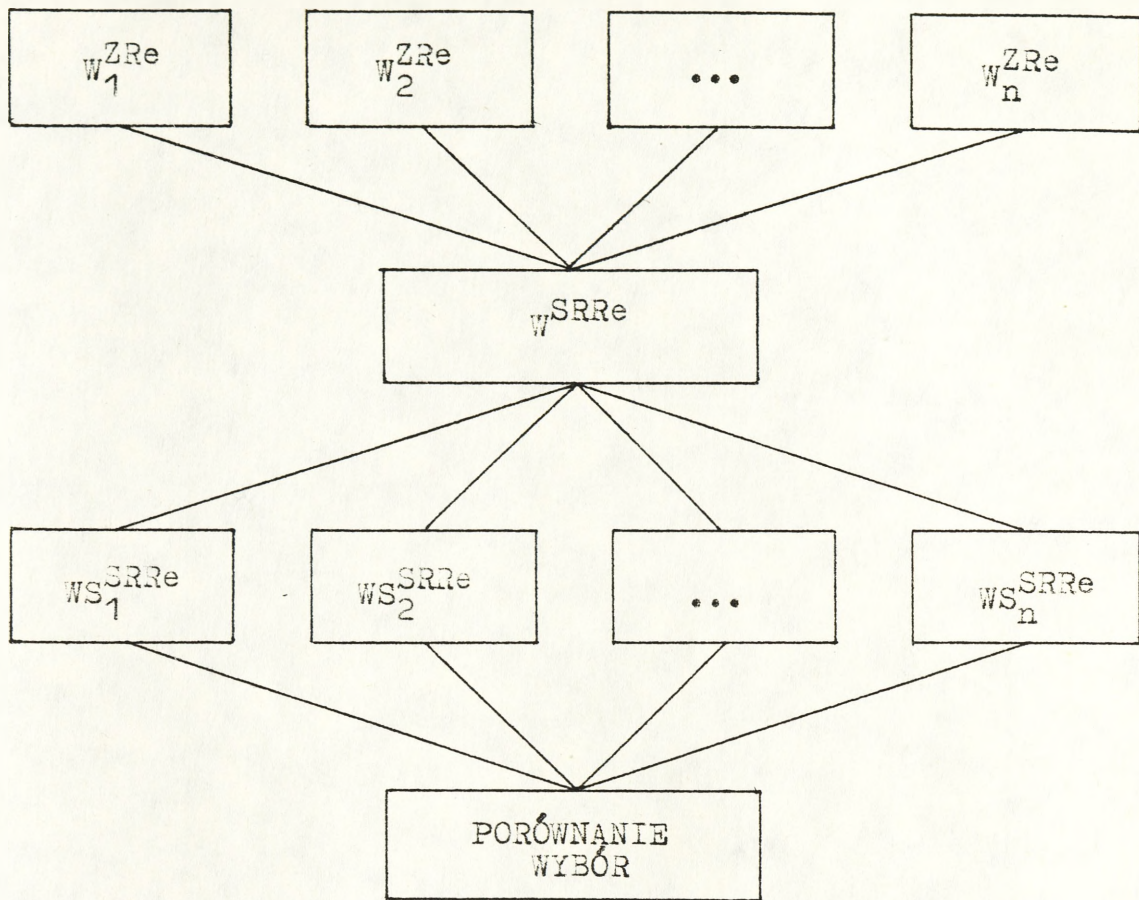
Przed rozpoczęciem symulacji użytkownik przygotowuje zestaw danych wejściowych o charakterze stałym, dotyczących systemu rozpoznania radioelektronicznego OPK i potencjalnego przeciwnika / zakłada bank danych/. Są to dane dotyczące głównie: charakterystyk taktyczno - technicznych środków rozpoznania radioelektronicznego, położenia rejonu działań bojowych SRRe OPK, średnich czasów analizy, oceny i przekazywania informacji rozpoznawczych w tym systemie, a także parametrów taktyczno - technicznych źródeł rozpoznania radioelektronicznego /środków radioelektronicznych przeciwnika/.

Po założeniu banku danych dalsza procedura zależała będzie od celu jaki w wyniku badań zamierza się osiągnąć. Jeżeli celem będzie zbadanie wpływu zmian poszczególnych elementów SRRe OPK /ich ugrupowania, liczby i rodzaju/ na jego możliwości bojowe i określenia kierunków doskonalenia tego systemu, lub wybór racjonalnego wariantu użycia sił i środków SRRe OPK w konkretnych warunkach sytuacji operacyjno - taktycznej i radioelektronicznej, wówczas użytkownik opracowuje szereg wariantów użycia SRRe OPK $/w_i^{SRRe}/$ oraz jeden prawdopodobny wariant /sposób/ działania potencjalnego przeciwnika $/w^{ZRe}/$. Następnie dla warunków pierwszego wariantu użycia SRRe OPK $/w_1^{SRRe}/$ generowany jest wariant działania przeciwnika $/w^{ZRe}/$ i określane możliwości bojowe systemu w postaci wyników symulacji $/w_{s_1}^{SRRe}/$. W dalszej kolejności proces symulacji powtarza się w podobny sposób dla wszystkich opracowanych wariantów użycia SRRe OPK. Porównanie wyników z poszczególnych symulacji pozwala na wybór racjonalnego /optymalnego/ wariantu użycia SRRe OPK w konkretnych warunkach sytuacji operacyjno - taktycznej i radioelektronicznej lub ustalenie tych elementów SRRe OPK, które mają decydujący wpływ na jego możliwości bojowe, a także określenie kierunków jego doskonalenia. Schemat powyższej procedury jest przedstawiony na rysunku 1.7.



Rys.1.7. Schemat wykorzystania modelu do badań kierunków doskonalenia SRRe OPK lub wyboru racjonalnego wariantu użycia jego sił i środków

W sytuacji gdy celem badań będzie ustalenie wpływu działań przeciwnika /pracy jego środków radioelektronicznych/ na możliwości bojowe SRRe OPK, procedura postępowania użytkownika będzie polegała na opracowaniu jednego, możliwie najlepszego /racjonalnego/, sposobu /wariantu/ użycia sił i środków SRRe OPK W^{SRRe} oraz szeregu wariantów działania przeciwnika W^{ZRe}_i , a następnie przeprowadzeniu symulacji dla wszystkich opracowanych wariantów działania przeciwnika, porównaniu wyników symulacji WS^{SRRe}_i i określeniu tych elementów w działaniach przeciwnika, które będą miały istotny wpływ na możliwości bojowe SRRe OPK. Ta procedura postępowania została zilustrowana na rysunku 1.3.



Rys.1.8. Procedura wykorzystania modelu do badań wpływu działań przeciwnika na możliwości bojowe SRRe OPK

Powyżej przedstawione procedury wykorzystania modelu SRRe OPK są jego podstawowymi wariantami użytkowymi. Konstrukcja modelu nie ogranicza w żaden sposób wprowadzania założeń /danych wejściowych/ do badań tego systemu i wpływu różnych elementów, w tym szczególnie przeciwnika, na jego możliwości bojowe.

Wprowadzenie odpowiednich danych wejściowych umożliwia symulację działań bojowych SRRe OPK z wykorzystaniem środków rozpoznania radioelektronicznego tego systemu, jak również środków radioelektronicznych przeciwnika, których parametry taktyczno - techniczne oraz sposoby użycia na obecnym etapie rozwoju techniki bojowej i myśli taktycznej są jedynie w sferze wyobraźni.

WNIOSEKI KOŃCOWE ROZDZIAŁU PIERWSZEGO

W warunkach współczesnego pola walki oraz aktualnego i perspektywicznego rozwoju teorii i techniki wojskowej powszechnie uważa się, że okres badań systemów wojskowych w stanie statycznym już minął. Metody badań systemów na podstawie ich statycznych modeli nie odzwierciedlają w pełni procesów i zjawisk zachodzących w działaniach tych systemów i są często bardzo czasochłonne.

Istnieje zatem obiektywna konieczność szukania takich metod, które umożliwiają badania systemów w dynamice, z uwzględnieniem realiów przyszłych działań bojowych - zadań stojących przed badanym systemem i warunków sytuacji w jakich te zadania będą wykonywane.

Z przeprowadzonych badań i proponowanych w rozprawie rozwiązań wynika, że taką metodą, która umożliwi wielopłaszczyznową ocenę możliwości bojowych systemu rozpoznania radioelektronicznego OPK jest analiza systemowa.

Działania bojowe SRRe OPK stanowią złożony system dynamiczny, funkcjonujący w ścisłym powiązaniu z otoczeniem, w którym najistotniejszym elementem jest przeciwnik, a szczególnie jego środki radioelektroniczne i sposób ich użycia. Ponadto działania te uwarunkowane są wieloma czynnikami wewnętrznymi i zewnętrznymi. Powiększa to w znacznym stopniu zakres prowadzonych badań.

Zastosowanie analizy systemowej pozwala prowadzić badania SRRe OPK w sposób kompleksowy, jako systemu wraz z jego otoczeniem i czynnikami wywierającymi wpływ na jego funkcjonowanie.

Analiza systemowa, jako metoda - sposób podejścia, wymusza konieczność traktowania obiektu badań jako systemu. Konsekwencją takiego podejścia w rozwiązywaniu problemów oceny możliwości bojowych SRRe OPK było: sprecyzowanie jego uwarunkowań wewnętrznych i zewnętrznych, wyodrębnienie w nim podstawowych elementów, sformułowanie celów i zasad jego działania, a także określenie podstawowych wskaźników możliwości bojowych tego systemu, w takim ujęciu aby mogły one odzwierciedlać podstawowe cele działania systemu oraz wpływ jego elementów i otoczenia na możliwości bojowe.

Wykorzystując analizę systemową jako metodę - sposób działania, sprecyzowano podstawowe procedury badawcze w aspekcie kolejności i sposobu postępowania podczas określania wskaźników możliwości bojowych SRRe OPK oraz ogólnych zasad ich wykorzystania w prowadzonych badaniach tego systemu.

Proponowana metoda badawcza umożliwia dużą swobodę w doborze procedur, zakresu, a także punktu widzenia w badaniach SRRe OPK. Jej podstawowym narzędziem badawczym, pozwalającym na prowadzenie wielokrotnych eksperymentów z dynamicznym modelem SRRe OPK jest symulacja komputerowa.

2. ZASTOSOWANIE SYMULACJI KOMPUTEROWEJ DO OCENY MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH SYSTEMU ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSK OPK

Zastosowanie metod analizy systemowej w badaniach możliwości bojowych SRRe OPK, w tym metody modelowania /symulacji/ działań bojowych tego systemu, wymaga rozwiązania dwóch zasadniczych problemów:

- zbudowania modelu adekwatnego temu systemowi;
- opracowanie metod i zastosowanie odpowiednich narzędzi /technik/ badawczych, pozwalających symulować działania bojowe SRRe OPK na podstawie jego modelu.

W praktyce działania te sprowadzają się do zbudowania matematycznego, dynamicznego, symulacyjnego modelu systemu rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK oraz opracowania algorytmu oceny możliwości bojowych tego systemu jako podstawy programu obliczeniowego na EMC.

2.1. SYMULACYJNY MODEL SYSTEMU ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSK OPK

Matematyczny model symulacyjny to opisowy model przyczynowy, w którym zostały wyodrębnione istotne czynniki badanego systemu, opisujące jego zachowanie /22/. W innych źródłach /38/, pod pojęciem modelu symulacyjnego systemu rozumie się takie przedstawienie jego modelu matematycznego, które umożliwia symulację działań tego systemu na maszynie cyfrowej. Tak więc z pojęciem modelu symulacyjnego nierozdzielnie jest związany proces symulacji.

Model symulacyjny systemu powinien umożliwić wygenerowanie interesującej badacza historii stanów tego systemu. Oznacza to, iż model nie przedstawia bezpośrednio działania lub zachowania się systemu. Dopiero historia stanów modelu daje tę możliwość. Proces generacji historii stanów systemu jest więc procesem symulacji, a model zastosowany w tym procesie jest modelem symulacyjnym.

Na podstawie sformułowanych w rozdziale pierwszym założeń

do budowy modelu symulacyjnego systemu rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK, koniecznym jest opisanie w sposób sformalizowany tego systemu w postaci szeregu zależności matematyczno - logicznych /równań, wskaźników, współczynników i reguł logicznych/ charakteryzujących jego skład, możliwości, strukturę przestrzenną, i funkcjonowanie, a także przedstawienie w podobny sposób działań przeciwnika - pracy jego środków radioelektronicznych /źródeł rozpoznania radioelektronicznego/.

2.1.1. Skład systemu rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK

Dla realizacji postawionych zadań bojowych, w SRRe OPK wydzielone zostały odpowiednie siły i środki zorganizowane w oddział i pododdziały rozpoznania radioelektronicznego.

Największą komórką organizacyjną w SRRe OPK jest pułk rozpoznania radioelektronicznego, który można przedstawić w postaci następującego wektora:

$$P_R = /SD^P, B_L^{KF}, B_L^{UKF}, G^P, R_S^{KF}, G_{TC}^P/$$

gdzie:

- SD^P - stanowisko dowodzenia pułku;
- B_L^{KF} - batalion rozpoznania radiowego KF;
- B_L^{UKF} - batalion rozpoznania radioelektronicznego UKF;
- G^P - grupa analizy danych pułku;
- R_S^{KF} - stacjonarne radiowe centrum odbiorcze KF;
- G_{TC}^P - grupa analizy techniczno - operacyjnej pułku;
- L - liczba batalionów.

W skład batalionu rozpoznania radiowego KF /brr KF/ wchodzi: SD, grupa analizy danych, trzy kompanie rozpoznania radiowego KF, każda z nich w składzie: SD, grupy analizy danych, 2-3 plutonów namierzania radiowego KF, 1-4 plutonów nasłuchu radiowego KF, na bazie których organizowane jest radiowe centrum odbiorcze KF/UKF oraz 1-2 plutony namierzania radiowego UKF i rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych.

Batalion rozpoznania radiowego KF można opisać następująco:

$$B_R^{KF} = /N_L^B, SD^B, G^B, K_L^{KF}/$$

gdzie:

- N_L^B - numer taktyczny batalionu;
- SD^B - stanowisko dowodzenia batalionu;
- G^B - grupa analizy danych batalionu;
- K_L^{KF} - kompania rozpoznania radiowego KF;
- L - liczba kompanii rozpoznania radiowego KF.

Natomiast kompanię rozpoznania radiowego KF /krr KF/ można opisać w następujący sposób:

$$K_R^{KF} = /N_L^K, SD^K, G^K, P_{NL}^{KF}, R^{KF/UKF}, P_{NR_L}^{UKF}/$$

gdzie:

- N_L^K - numer taktyczny kompanii;
- SD^K - stanowisko dowodzenia kompanii;
- G^K - grupa analizy danych kompanii;
- P_{NL}^{KF} - pluton namierzania radiowego KF;
- $R^{KF/UKF}$ - radiowe centrum odbiorcze KF/UKF;
- $P_{NR_L}^{UKF}$ - pluton namierzania radiowego UKF i rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych;
- L - liczba plutonów namierzania radiowego KF i UKF.

Pluton namierzania radiowego KF /plnr KF/ można opisać następująco:

$$P_N^{KF} = /N_L^P, W_P, N_L^{KF}/$$

gdzie:

- N_L^P - numer taktyczny plutonu;
- W_P - współrzędne topograficzne miejsca /rejonu/ ugrupowania bojowego plutonu;
- N_L^{KF} - typy namierników radiowych KF;

L - liczba namierników radiowych KF.

Radiowe centrum odbiorcze KF/UKF /RCO KF/UKF/ można opisać za pomocą następującego wektora:

$$R^{KF/UKF} = /W_R, O_L^{KF}, O_L^{UKF}, U_L^R /$$

gdzie:

W_R - współrzędne topograficzne miejsca rozwinięcia radiowego centrum odbiorczego KF/UKF;

O_L^{KF} - typy urządzeń odbiorczych KF;

O_L^{UKF} - typy urządzeń odbiorczych UKF;

U_L^R - typy urządzeń rejestrujących;

L - liczba urządzeń odbiorczych lub rejestrujących.

Batalion rozpoznania radioelektronicznego UKF /brrel UKF/ składa się z: SD, grupy analizy danych, 3-4 kompanii rozpoznania radioelektronicznego UKF, 1-2 kompanii rozpoznania systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych oraz radiowego centrum odbiorczego KF. W skład kompanii rozpoznania radioelektronicznego UKF wchodzi: SD, grupa analizy danych, 1-2 radiowe centra odbiorcze UKF, 3-4 plutony namierzenia radiowego UKF i rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych. W skład kompanii rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych wchodzi: SD kompanii wraz z centralną stacją zestawu RAMONA /TAMARA/ oraz dwa plutony rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych, w których rozmieszczone są boczne stacje zestawu RAMONA /TAMARA/.

Batalion rozpoznania radioelektronicznego UKF można określić za pomocą następującego wektora:

$$B_{Re}^{UKF} = /N_L^B, SD^B, G^B, K_L^{UKF}, K_L^{SRN} /$$

gdzie:

N_L^B - numer taktyczny batalionu;

SD^B - stanowisko dowodzenia batalionu;

G^B - grupa analizy danych batalionu;

K_L^{UKF} - kompania rozpoznania radioelektronicznego UKF;

K_L^{SRN} - kompania rozpoznania systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych;

L - liczba kompanii.

Kompanię rozpoznania radioelektronicznego UKF /krrel UKF/ można opisać następująco:

$$K_{Re}^{UKF} = /N_L^K, SD^K, G^K, P_{NR_L}^{UKF}, R_L^{UKF}/$$

gdzie:

- N_L^K - numer taktyczny kompanii;
- SD^K - stanowisko dowodzenia kompanii;
- G^K - grupa analizy danych kompanii;
- $P_{NR_L}^{UKF}$ - pluton namierzania radiowego UKF i rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych;
- R_L^{UKF} - radiowe centrum odbiorcze UKF;
- L - liczba plutonów, centrów odbiorczych.

Kompanię rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych /krsrn/ można charakteryzować następująco:

$$K_R^{SRN} = /N_L^K, SD^K, P_L^{SRN}/$$

gdzie:

- N_L^K - numer taktyczny kompanii;
- SD^K - stanowisko dowodzenia kompanii;
- P_L^{SRN} - pluton rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych;
- L - liczba plutonów.

Pluton rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych /plrsrn/ można opisać następująco:

$$P_R^{SRN} = /N_L^P, W_P, S^{SRN}/$$

gdzie:

- N_L^P - numer taktyczny plutonu;
- W_P - współrzędne topograficzne miejsca rozwinięcia plutonu;
- S^{SRN} - stacja rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych /boczna zestawu RAMONA/TAMARA//.

Pluton namierzania radiowego UKF i rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych /plnr UKF/ można opisać następująco:

$$P_{NR}^{UKF} = /N_L^P, W_P, N_L^{UKF}, S_L^{SRL}/$$

gdzie:

- N_L^P - numer taktyczny plutonu;
- W_P - współrzędne topograficzne miejsca rozwinięcia plutonu;
- N_L^{UKF} - typy namierników radiowych UKF;
- S_L^{SRL} - typy stacji rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych;
- L - liczba namierników, stacji.

Radiowe centra odbiorcze UKF /RCO UKF/ można określić za pomocą następującego wektora:

$$R^{UKF} = /N_L^R, W_R, O_L^{UKF}, U_L^R/$$

gdzie:

- N_L^R - numer taktyczny RCO UKF;
- W_R - współrzędne topograficzne miejsca rozwinięcia RCO UKF;
- O_L^{UKF} - typy urządzeń odbiorczych UKF;
- U_L^R - typy urządzeń rejestrujących;
- L - liczba urządzeń odbiorczych, rejestrujących.

Urządzenia rozpoznania radioelektronicznego dowolnego typu /np. stacja rozpoznania pokładowych SRL, namiernik radiowy KF lub UKF, urządzenia odbiorcze KF lub UKF, urządzenia rejestrujące/ można zdefiniować w następujący sposób:

$$U_R = /\Delta Fr, \beta, \gamma, G_o, n, h_a, R_P, R_E, A_R, \Delta \psi, V_T, V_{TLG}/$$

gdzie:

- ΔFr - zakres rozpoznawanego pasma częstotliwości U_R ;
- β - szerokość pasma przepuszczenia;
- γ - szybkość przestrajania U_R ;
- G_o - zysk energetyczny /kierunkowy/ anteny U_R ;
- n - prędkość obrotu anten U_R ;
- h_a - wysokość zawieszenia anteny U_R ;
- R_P - rodzaj pracy U_R ;
- R_E - rodzaj odbieranych emisji;
- A_R - czułość U_R ;
- $\Delta \psi$ - kątowny błąd namierzania urządzenia namierzającego;
- V_T - prędkość przesuwu taśmy magnetofonowej;
- V_{TLG} - prędkość modulacji telegraficznej.

W skład stacjonarnego, radiowego centrum odbiorczego KF /SCO KF/ rozwiniętego przy SD prrel wchodzi: kompania nasłuchu radiowego KF, sekcja analizy stałych źródeł rozpoznania, sekcja poszukiwania radiowego, sekcja analizy łączności satelitarnej, sekcja namierzania radiowego KF, sekcja obsługi technicznej. Centrum to można określić za pomocą następującego wektora:

$$R_S^{KF} = /W_R, K^{KF}, S_A^{ZS}, S_P^{KF}, S_A^{LS}, S_N^{KF}, S_{OT}/$$

gdzie:

- W_R - współrzędne topograficzne miejsca rozwinięcia SCO KF;
- K^{KF} - kompania nasłuchu radiowego KF;
- S_A^{ZS} - sekcja analizy stałych źródeł rozpoznania;
- S_P^{KF} - sekcja poszukiwania radiowego KF;
- S_A^{LS} - sekcja analizy łączności satelitarnej;
- S_N^{KF} - sekcja namierzania radiowego KF;
- S_{OT} - sekcja obsługi technicznej.

W skład kompanii nasłuchu radiowego KF wchodzi cztery plutony nasłuchu radiowego wyposażone w stacjonarne urządzenia odbiorcze oraz określoną etatem ilość operatorów nasłuchu radiowego. Kompania ta może być opisana następująco:

$$K^{KF} = /O_L^{KF}, O_L^{LS}, U_L^R/$$

gdzie:

- O_L^{KF} - typy urządzeń odbiorczych KF;
- O_L^{LS} - typy urządzeń odbiorczych łączności satelitarnej przeciwnika;
- U_L^R - typy urządzeń rejestrujących;
- L - liczba urządzeń odbiorczych, rejestrujących.

Grupa analizy techniczno - operacyjnej /GATO/ składa się z sekcji analizy technicznej, sekcji analizy operacyjnej oraz szeregu urządzeń odbiorczych KF, analizatorów, przystawek i urządzeń rejestrujących umożliwiających analizę techniczną przechwytywanych emisji elektromagnetycznych.

Grupę tą można scharakteryzować następująco:

$$G_{TO}^P = /S_A^T, S_A^O, O_L^{KF}, A_L^{KF}, U_L^R/$$

gdzie:

- S_A^T - sekcja analizy technicznej;
- S_A^O - sekcja analizy operacyjnej;

- O_L^{KF} - typy urządzeń odbiorczych KF;
- A_L^{KF} - typy analizatorów i przystawek KF;
- U_L^R - typy urządzeń rejestrujących;
- L - liczba urządzeń.

W skład poszczególnych sekcji SCO KF i GATO wchodzi określona etatem liczba oficerów, chorążych i podoficerów zawodowych o wymaganej specjalności.

Grupa analizy danych /GAD/ pułku składa się z: sekcji analizy gotowości bojowej w siłach powietrznych przeciwnika, sekcji analizy zastosowań operacyjno - strategicznych ŚNP przeciwnika, sekcji analizy zastosowań taktycznych ŚNP przeciwnika oraz sekcji opracowań problemowych. Grupę tą można określić następująco:

$$G^P = / S_A^{ZOS}, S_A^{ZT}, S_A^{GB}, S^{OP} /$$

gdzie:

- S_A^{ZOS} - sekcja analizy zastosowań operacyjno - strategicznych ŚNP przeciwnika;
- S_A^{ZT} - sekcja analizy zastosowań taktycznych ŚNP przeciwnika;
- S_A^{GB} - sekcja analizy gotowości bojowej w siłach powietrznych przeciwnika;
- S^{OP} - sekcja opracowań problemowych.

W skład poszczególnych sekcji GAD pułku, a także grup analizy danych poszczególnych batalionów i kompanii rozpoznania radiowego KF i radioelektronicznego UKF, wchodzi określona etatem liczba oficerów o wymaganych kwalifikacjach.

2.1.2. Stopnie gotowości bojowej sił i środków rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK

Siły i środki rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK mogą znajdować się w jednym z trzech stopni gotowości bojowej: gotowości bojowej nr 1, 2 lub 3.

W opisie matematycznym funkcjonowania systemu rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK rozpatrywane będą tylko te siły i środki rozpoznania, które znajdują się w gotowości bojowej nr 1 /G-1/.

Pod pojęciem stopnia gotowości bojowej nr 1 należy rozu-

mieć taki stan sił i środków rozpoznania radioelektronicznego, w którym na wszystkich urządzeniach /stanowiskach, posterunkach/ pracują zmiany bojowe, co w każdej chwili zapewnia wykrycie, umiejscowienie /lokalizację/ i określenie charakterystyk źródeł rozpoznania radioelektronicznego oraz przekazanie informacji do nadrzędnych stanowisk dowodzenia, zgodnie z założonymi normami taktyczno - technicznymi.

2.1.3. Strefa rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK

Strefa rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK jest to przestrzeń, w granicach której siły i środki rozpoznania radioelektronicznego wykrywają, przechwytyują i lokalizują /namierzają/ pracujące urządzenie radioelektroniczne przeciwnika z wymaganym prawdopodobieństwem oraz określają ich charakterystykę.

Strefę rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK / S_{RRe}^{OPK} / tworzą: strefa nasłuchu radiowego KF, strefa nasłuchu radiowego UKF, strefa namierzania radiowego KF, strefa namierzania radiowego UKF, strefa rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych. Można ją przedstawić w postaci następującego wektora:

$$S_{RRe}^{OPK} = /S_O^{KF}, S_N^{KF}, S_O^{UKF}, S_N^{UKF}, S_R^{SRN}/ \quad 2.1$$

2.1.3.1. Strefa nasłuchu radiowego KF

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 /.

$$\frac{E_s}{E_z} \gg K \quad \text{lub} \quad E_s \gg K \cdot E_z \quad 2.2$$

Natężenie pola sygnału / E_s / rozpoznawanej radiostacji w miejscu odbioru /przy odbiorze fali przyziemnej/ określa się następującą zależnością:

$$E_s = q \frac{\sqrt{P_{pr}}}{d} \quad A /d, \ell, \delta/ ; \quad \frac{\mu V}{m} \quad 2.3$$

gdzie:

- q - współczynnik zależny od długości i kształtu anteny /dla dipola $q=300$ /;
- P_{pr} - moc promieniowania /KW/; $P_{pr}=P_a \cdot \eta_a$;
- A - współczynnik tłumienia fali przez ziemię;
- P_a - moc nadajnika w antenie;
- η_a - sprawność anteny

lub

$$E_s = E_s^{/1/} \sqrt{P_a \cdot \eta_a} \quad 2.4$$

gdzie:

- $E_s^{/1/}$ - wartość jednostowego natężenia pola od nadajnika o mocy 1KW - określona w nomogramach /65/;
- P_a - moc nadajnika w antenie;
- η_a - sprawność anteny.

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

$$E_s = E_0 \cdot e^{-\Gamma} \quad 2.5$$

przy czym:

- E_0 - natężenie pola elektrycznego bez uwzględniania strat w jonosferze;
- Γ - sumaryczny całkowity współczynnik tłumienia fali w jonosferze.

Wartość natężenia pola nietłumionego $/E_0/$ zależy od długości trasy, mocy nadajnika oraz zysku energetycznego anteny nadawczej.

$$E_0 = \frac{156 \cdot 0.8^{n-1} \sqrt{PG} \cdot F/\psi/}{dt} \quad 2.6$$

gdzie:

- P - moc doprowadzana do anteny nadawczej;
- G - zysk energetyczny anteny nadawczej odniesiony do źródła izotropowego;
- $F/\psi/$ - wartość unormowanej charakterystyki promieniowania anteny nadawczej, odpowiadająca kątowni elewacji trajektorii fali dla danej trasy;
- n - liczba odbić od jonosfery przy propagacji wieloskokowej;

dt - doległość od nadajnika do odbiornika mierzona wzdłuż trajektorii fali, przy czym:

$$dt = d \cdot \operatorname{cosec} \theta_0 \quad \text{gdzie:}$$

d - długość trasy wzdłuż powierzchni Ziemi;
 θ_0 - kąt padania fali na jonosferę obliczany ze wzoru:

$$\operatorname{tg} \theta_0 = \frac{d}{2H + \frac{d^2}{4a}} \quad \text{gdzie:}$$

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 fale przechodzi oraz w warstwie, od której fala odbija się /3/.

Przy odbiciu fali radiowej od warstwy F_2 :

$$\Gamma = \frac{A}{/f + f_1/2} + B_{F_2} \cdot f^2 \quad 2.7$$

gdzie:

A - sumaryczny współczynnik tłumienia niedewiacyjnego;
 B_{F_2} - współczynnik tłumienia dewiacyjnego w warstwie F_2 ;
 f - częstotliwość robocza radiostacji;
 f_1 - wzdłużna częstotliwość żyromagnetyczna, której średnia wartość wynosi 1 MHz /3/.

Przy odbiciu fali radiowej od warstwy E:

$$\Gamma = \frac{A_D}{/f + f_1/2} + B_E f \sqrt{\frac{f}{f + f_1}} \quad 2.8$$

gdzie:

A_D - współczynnik tłumienia niedewiacyjnego w warstwie D

$$A_D = 3/f_{kr} E^2 \sec \theta_D \quad 2.8.1$$

B_E - współczynnik tłumienia dewiacyjnego w warstwie E

$$B_E = \frac{4}{/f_{kr} E/} \cos^2 \theta_E \quad 2.8.2$$

Natężenie pola zakłóceń w punkcie odbioru E_z określone jest największą wartością natężenia pola jednego z trzech rodzajów zakłóceń: atmosferycznych, interferencyjnych lub przemysłowych /65/.

Poziom zakłóceń atmosferycznych określa się następującą zależnością:

$$E_z = \sqrt{\beta} E_z^{/1/} ; \frac{\mu V}{m} \quad 2.9$$

gdzie:

- β - wymagana szerokość pasma przenoszenia odbiornika;
- $E_z^{/1/}$ - natężenie pola zakłóceń w paśmie 1 kHz.

Poziom zakłóceń interferencyjnych odczytuje się z wykresów zamieszczonych w opracowaniu /65/ str. 149 i 150.

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, żądanej niezawodności oraz rodzaju odbioru /pojedynczy lub zbiorowy/ i określana jest wzorem:

$$K = K_1 + K_2 + K_3 + \Delta K \quad 2.10$$

gdzie:

- K_1 - współczynnik ochrony dla danego rodzaju emisji bez uwzględniania zaników;
- K_2 - współczynnik ochrony uwzględniający żadaną niezawodność łączności i rodzaj odbioru;
- K_3 - współczynnik ochrony uwzględniający odchyłki natężenia pola sygnału i zakłóceń od mediany. Praktyczna wartość równa 16 dB;
- ΔK - poprawka uwzględniająca wpływ długości trasy powyżej 2000 km.

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

$$K = \frac{\sqrt{0,2 P_{ekw} E_s^{/1/}}}{\sqrt{\beta} \cdot E_z^{/1/}} \quad 2.11$$

gdzie:

β - szerokość pasma przenoszenia odbiornika;
 $P_{ekw} = P_n E_{nad} D_{odb} / P_n$ - moc nadajnika, E_{nad} - zysk energetyczny anteny nadawczej, D_{odb} - zysk kierunkowy anteny odbiorczej / 65/.

Przykład liczbowy określania strefy nasłuchu radiowego KF z wykorzystaniem programu na mikrokomputer AMSTRAD - 6128, dla przyjętych w tym programie danych wejściowych, zawiera załącznik nr 2.

2.1.3.2. Strefa nasłuchu radiowego UKF i rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych.

Strefa ta to przestrzeń powietrzna, w granicach której radiowe centra odbiorcze UKF oraz stacje rozpoznania pokładowych SRL wykrywają pracę pokładowych radiostacji UKF oraz stacji radiolokacyjnych i radionawigacyjnych przeciwnika z wymaganym prawdopodobieństwem, a także określają ich charakterystykę. Strefę tą tworzą pokrywające lub zazębiające się strefy nasłuchu poszczególnych urządzeń odbiorczych RCC UKF i strefy wykrycia poszczególnych stacji rozpoznania pokładowych SRL, odpowiednio rozmieszczonych w terenie, których maksymalny zasięg określa się następującą zależnością:

$$R_{max_t}^0 = \min \{ R_0', R_{max_t} \} \quad 2.12$$

przy czym:

$$R_0' = 4,12 / \sqrt{H_c} + \sqrt{h_a} / \quad 2.12.1$$

gdzie:

- R_0' - zasięg horyzontu radiowego;
- h_a - wysokość zawieszenia anteny urządzenia rozpoznawczego;
- H_c - wysokość zawieszenia anteny źródła rozpoznania /ZRe/ nad Ziemią, w odniesieniu do poziomu morza /wysokość lotu rozpoznawanego ŚNP 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.

$$R_{\max_t} = R_{\max} \cdot e^{-0,115 \alpha_t R_{\max_t}} \quad 2.12.2$$

gdzie:

- R_{\max_t} - zasięg wykrywania ZRe z uwzględnieniem tłumienia fali elektromagnetycznej w atmosferze;
 α_t - współczynnik tłumienia /dB/km/;
 R_{\max} - zasięg wykrywania ZRe w swobodnej przestrzeni,

$$R_{\max} = \frac{\lambda}{4\pi} \sqrt{\frac{P_a G_{ao} G_{ro} \Psi \eta}{P_{swe_0}}} \quad 2.12.3$$

gdzie:

- λ - długość fali;
 P_a - moc sygnału od ZRe;
 G_{ao} - nominalny zysk energetyczny anteny ZRe;
 G_{ro} - nominalny zysk energetyczny anteny UR;
 Ψ - współczynnik uwzględniający niezgodność polaryzacji anteny UR i sygnałów od ZRe. W praktycznych obliczeniach przyjmuje się $\Psi = 0,5$, natomiast ogólnie $\Psi \in /0,1/$;
 η - współczynnik uwzględniający straty energii w torze antenowo-przesyłowym UR. 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 UR 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 Boltzmana;
 $T_0 = 290K$ - temperatura tzw. standardowa /w stopniach Kelvina/;
 β - szerokość pasma przepuszczania odbiornika UR;
 N - współczynnik szumów / $N \gg 1/$;
 $q_0 = \frac{P_{swo_0}}{P_{szwy}}$ - progowy stosunek mocy sygnału do mocy szumu na wyjściu odbiornika UR, nazywany także współczynnikiem wyróżnialności.

lub

$$P_{swe_0} = \frac{kT_0 NB}{nt_i} q_{1_0} \quad \text{/dla rozpoznania pokła-}$$

dowych SRL/

przy czym:

$$q_0 = \frac{1}{n} q_{1_0} \quad ; \quad \beta = \frac{B}{t_i}$$

gdzie:

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

t_i - czas trwania sygnału impulsowego;

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

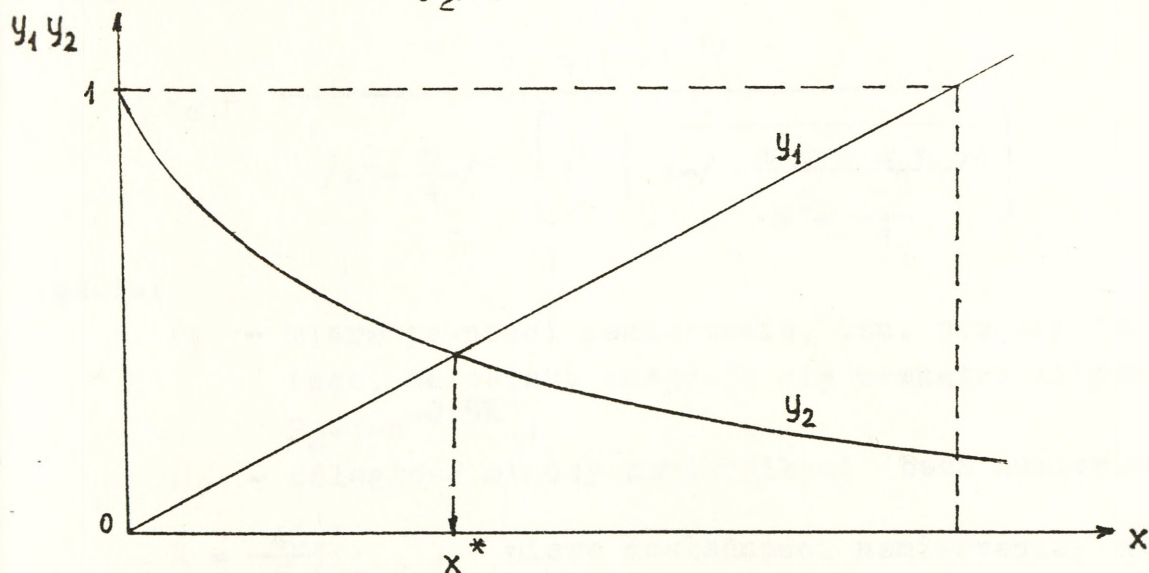
Ponieważ wartość R_{max_t} jest wyrażona tzw. równaniem przestępnym /transcendentnym/, nie można go rozwiązać w sposób ścisły. Równanie tego typu można rozwiązać numerycznie /np. metodą kolejnych przybliżeń Newtona/ lub graficznie /rys.2.2/ jako równanie typu

$$y_1 /x/ = y_2 /x/$$

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.2.2. Metoda graficzna 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 $x^* = R_{max_t}$

2.1.3.3. Strefa namierzenia radiowego KF.

Strefa namierzenia radiowego KF to zbiór punktów w przestrzeni, dla których błąd liniowy namierzenia $|\Delta l|$ nie przekracza założonej wartości z zadaniem prawdopodobieństwem.

Strefę namierzenia radiowego KF SRRe OPK stanowią strefy namierzenia poszczególnych par namierników radiowych KF tego systemu odpowiednio rozmieszczonych /ugrupowanych/ w terenie.

Przy określonej pewności namierzenia P_e lub dokładności K maksymalny błąd liniowy $|\Delta l|$ jest równy dużej półosi elipsy, której powierzchnia $S_e = \pi a_0 b_0$, w której to przecinają się linie namiarów /34/. Z tego względu strefę namierzenia 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 $\delta_1 = \delta_2 =$ długość dużej półosi elipsy określa się z zależności:

$$a_0 = \frac{\sqrt{-\ln/1-P_e/} \sqrt{/m^2 + \frac{D^2}{4}/^2 - m^2 D^2 \cos^2 \psi}}{K \sqrt{/m^2 + \frac{D^2}{4}/^2} - \sqrt{/m^2 + \frac{D^2}{4}/^2 - m^2 D^2 \sin^2 \psi}} \quad 2.13$$

Długość mniejszej półosi elipsy opisana jest zależnością:

$$b_0 = \frac{a_0 m D \sin \psi}{/m^2 + \frac{D^2}{4}/^2 \left[1 + \sqrt{1 - \frac{m D \sin \psi}{m^2 + \frac{D^2}{4}}} \right]} \quad 2.14$$

gdzie:

P_e - miara pewności namierzenia, tzn. prawdopodobieństwo tego, że obiekt znajduje się wewnątrz elipsy.

$$P_e = 1 - e^{-0,5K^2};$$

D - odległość między namiernikami /baza namierzenia/;

$K = \frac{40,5}{\delta / \text{stop.}} /$ - miara dokładności namierzenia;

δ - błąd średniokwadratowy namierzenia;

m - długość środkowej, tzn. odległość między punktem przecięcia się linii namiarów, a środkiem bazy namierzenia;

ψ - kąt między bazą namierzenia a prostą przechodzącą przez środek bazy i punkt przecięcia się linii namiarów.

Przy $m = \frac{D}{2}$ i $\psi = 90^\circ$ elipsa przekształca się w okrąg, którego promień jest równy $a_0 = b_0 = D \sqrt{-\ln/1-P_e/6}$ /rad/.

W tym przypadku błąd liniowy jest minimalny i wynosi:

$$\Delta L_{\min} = 0,0175 D \sqrt{-\ln/1-P_e/6} \quad \text{/stop/}$$

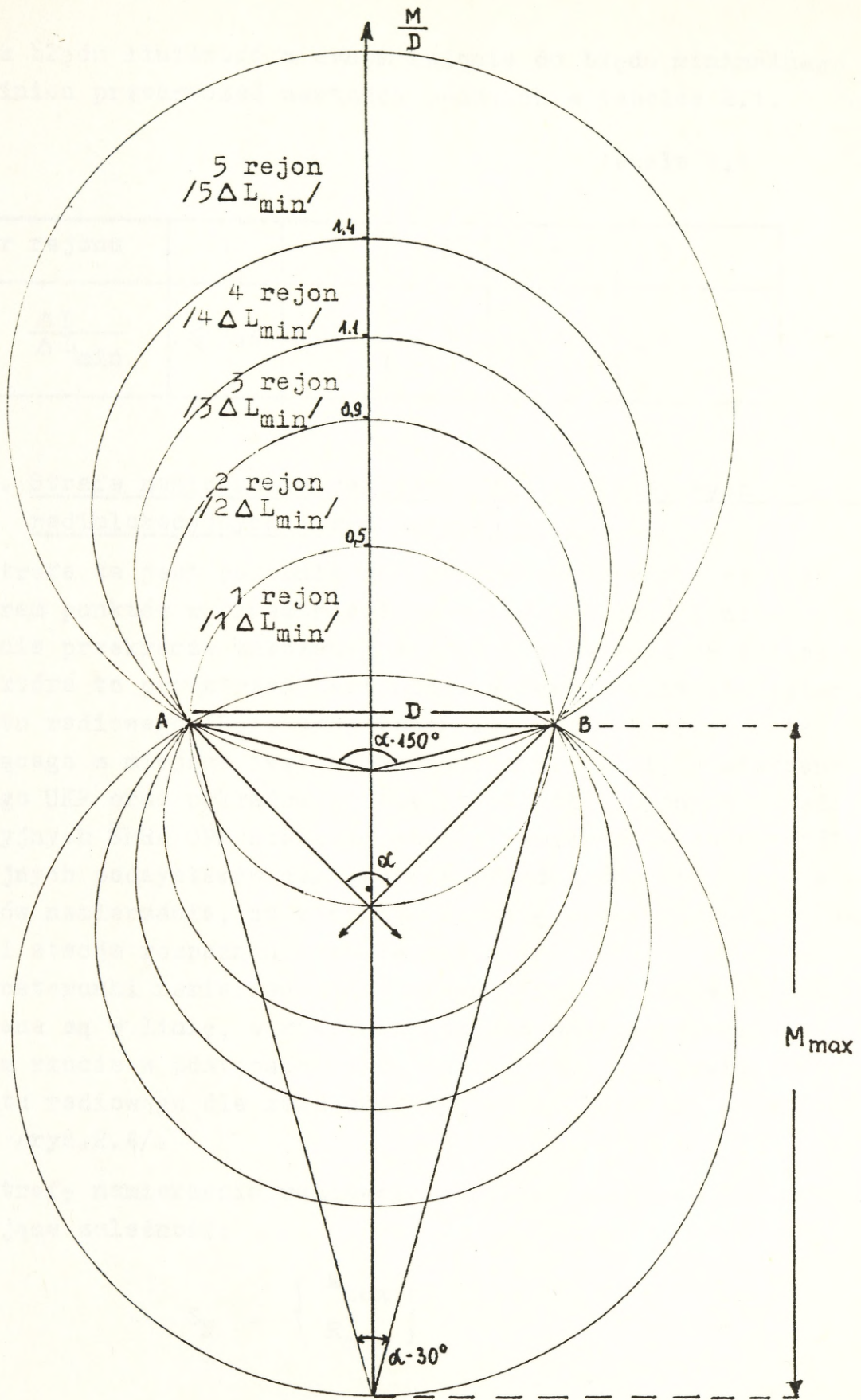
Praktycznie strefę namierzenia dla dwóch namierników wyznacza się w następującej kolejności:

- zakłada się maksymalny dopuszczalny błąd liniowy Δl przy danych wartościach P_e , δ , D ;
- z równania dużej osi elipsy należy obliczyć wartość zasięgu m , która spełnia równanie $a_0 = \Delta l$;
- wykres zasięgu m w funkcji kąta ψ 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 bazie namierzenia D jako na cięciwie opisuje się dwa okręgi o promieniu równym D /rys.2.3/. W tym przypadku strefa namierzenia jest zbiorem punktów, dla których kąt wcięcia /zawarty między dwiema liniami miaru/ zawiera się w granicach od 30° do 150° . Przy tych kątach wcięcia maksymalny błąd liniowy nie przekracza pięciokrotnej wartości błędu minimalnego jaki występuje przy kącie wcięcia równym 90° . Maksymalnym zasięgiem namierzenia zaś nazywa się odległość od środka bazy /podstawy/ namierzenia do najbardziej oddalonego punktu w obszarze strefy namierzenia - M_{\max} . Jest on proporcjonalny do wielkości bazy namierzenia.

$$M_{\max} = \frac{D}{2} \operatorname{ctg} 15^\circ \quad 2.14.1$$

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



Rys.2.3. Podział strefy namierzania na rejony o zadanej dokładności.

Stosunek błędu liniowego w danym rejonie do błędu minimalnego nie powinien przekraczać wartości podanych w tabelce 2.1.

Tabela 2.1

Nr rejonu	1	2	3	4	5
$\frac{\Delta L}{\Delta L_{\min}}$	$\ll 1,4$	$\ll 2$	$\ll 3$	$\ll 4$	$\ll 5$

2.1.3.4. Strefa namierzania radiowego UKF i pokładowych stacji radiolokacyjnych i radionawigacyjnych

Strefa ta jest podobnie jak strefa namierzania radiowego KF zbiorem punktów w przestrzeni, dla których błąd liniowy namierzania nie przekracza założonej wartości z zadaniem prawdopodobieństwem, która to przestrzeń jest ponadto ograniczona zasięgiem horyzontu radiowego $/R'_0/$, określanym dla każdego urządzenia namierzającego z miejsca jego rozmieszczenia. Strefę namierzania radiowego UKF oraz pokładowych stacji radiolokacyjnych i radionawigacyjnych SRRe OPK stanowią strefy namierzania poszczególnych kompanijnych podsystemów namierzania składających się z 3 - 4 posterunków namierzania, na których rozwinięte są: namiernik radiowy UKF i stacja rozpoznania pokładowych SRL.

Posterunki namierzania radiowego UKF i pokładowych SRL ugrupowane są w linię, w kierunku rozpoznawanego przeciwnika, w jednym rzucie w odstępach między sobą równych połowie zasięgu horyzontu radiowego dla założonej wysokości lotu ŚNP przeciwnika $/\frac{R_{0H}}{2}/$ /rys.2.4/.

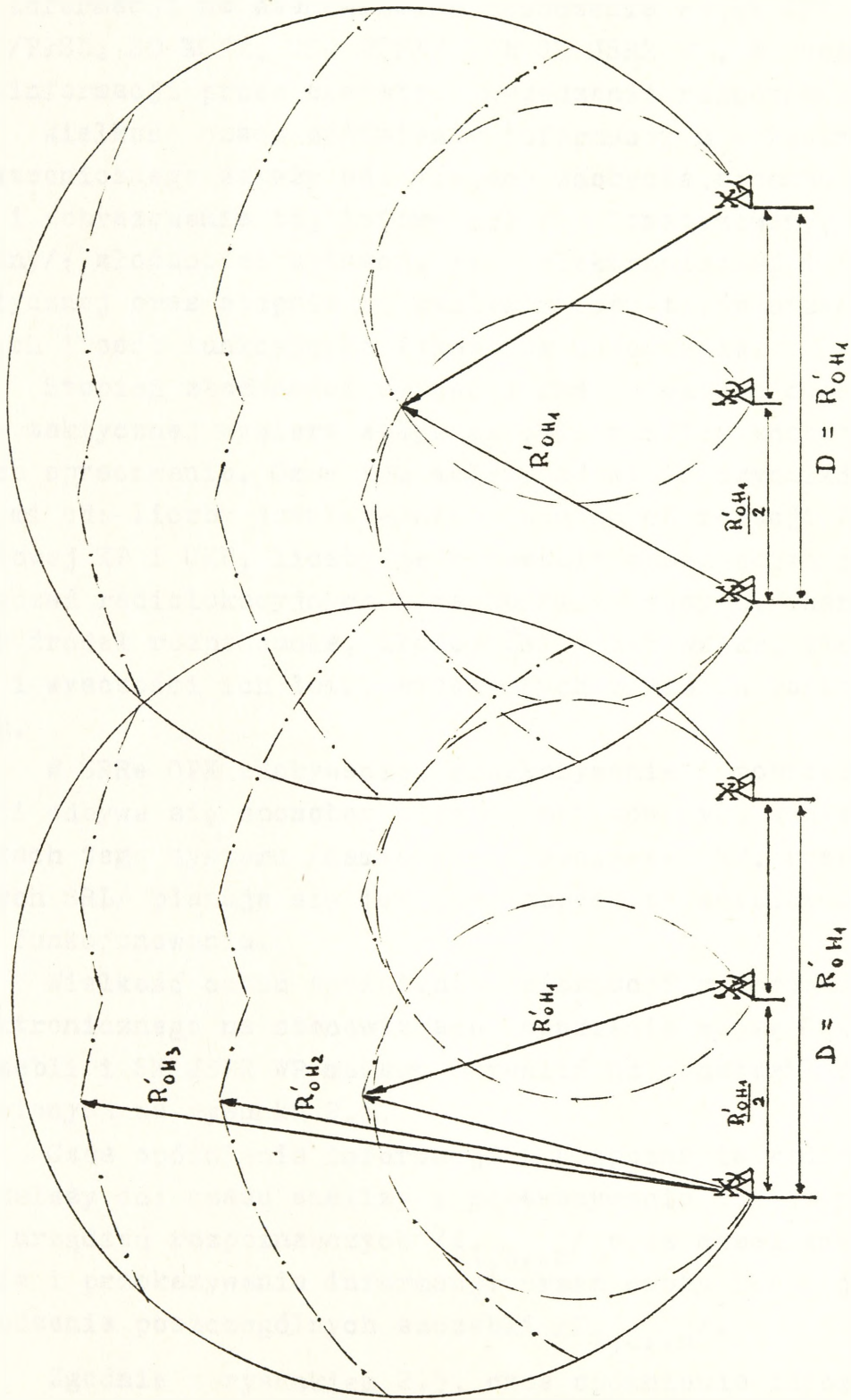
Strefę namierzania radiowego UKF i pokładowych SRL określa następująca zależność:

$$S_N = \left\{ \begin{array}{l} M_{\max} \\ R'_0 \end{array} \right\} \quad 2.15$$

gdzie:

M_{\max} - maksymalny zasięg namierzania, obliczany według zależności 2.14.1;

R'_0 - zasięg horyzontu radiowego, obliczany według zależności 2.12.1.



Rys.2.4.4. Strefa namierzenia radiowego UKF i pokładowych SRL

2.1.4 Opóźnienie informacji z rozpoznania radioelektronicznego

Czas opóźnienia informacji z rozpoznania radioelektronicznego jest różnicą między czasem zobrazowania /zarejestrowania/ tej informacji na stanowiskach dowodzenia wojsk OPK danego szczebla /P2SD, SD KOPK, CSD WOPK/ lub SK JSRR WP, a czasem zdobycia tej informacji przez operatora urządzenia rozpoznawczego.

Wielkość czasu opóźnienia informacji z rozpoznania radioelektronicznego zależy od: miejsca zdobycia, sposobu przekazywania i zobrazowania tej informacji /zautomatyzowany, niezautomatyzowany/; złożoności sytuacji radioelektronicznej i operacyjno - taktycznej oraz stopnia wykszolenia 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 wielu czynników, między innymi od: liczby jednocześnie pracujących relacji łączności radiowej KF i UKF, liczby jednocześnie pracujących pokładowych urządzeń radiolokacyjnych i radionawigacyjnych, charakteru pracy tych źródeł rozpoznania, ilości ŚNP przeciwnika, kierunku, prędkości i wysokości ich lotu, stosowanych zakłóceń radioelektronicznych.

W SRRe OPK zdobywanie, przekazywanie i zobrazowanie informacji odbywa się sposobem niezautomatyzowanym. W niektórych elementach tego systemu /namierzania radiowego KF, rozpoznania pokładowych SRL/ planuje się lub już rozpoczęto automatyzację procesów ich funkcjonowania.

Wielkość czasu opóźnienia informacji z rozpoznania radioelektronicznego na stanowiskach dowodzenia wojsk OPK różnych szczebli i SK JSRR WP możemy określić na podstawie danych przedstawionych na rysunku 2.5.

Czas opóźnienia informacji z rozpoznania radioelektronicznego zależy od: czasu analizy i przekazywania danych przez operatorów urządzeń rozpoznawczych $/t_{1,2..n}/$ oraz czasu analizy, opracowania i przekazywania informacji przez osoby funkcyjne stanowisk dowodzenia poszczególnych szczebli $/T_{1,2..n}/$.

Zgodnie z rysunkiem 2.5, czas opóźnienia informacji z rozpoznania radioelektronicznego na CSD WOPK i SK JSRR WP, której źródłem /miejscem zdobycia/ jest RCO UKF krrel, określamy z zależności:

$$T_I = t_1 + t_3 + t_4 + T_1 + T_2 + T_5 \quad 2.16$$

Czas opóźnienia informacji rozpoznawczej na CSD WOPK i SK JSRR WP, której źródłem jest stacja rozpoznania pokładowych SRL określamy z zależności:

$$T_I = t_2 + T_1 + T_2 + T_5 \quad 2.17$$

Jeżeli źródłem informacji rozpoznawczej jest RCO KF brrel, krr lub brr to czas opóźnienia tej informacji na CSD WOPK i SK JSRR WP określamy z zależności:

$$T_I = t_5 + t_6 + t_7 + T_{2/3 \text{ lub } 4/} + t_8 + T_5 \quad 2.18$$

Natomiast w przypadku gdy źródłem informacji rozpoznawczej jest RCO KF prrel, czas opóźnienia tej informacji na CSD WOPK i SK JSRR WP określamy z zależności:

$$T_I = t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + T_5 \quad 2.19$$

We wszystkich przypadkach wartość T_I oznacza maksymalny czas, jaki może osiągnąć opóźnienie informacji z rozpoznania radioelektronicznego na CSD WOPK i SK JSRR WP. W analogiczny sposób można określić czas opóźnienia informacji z rozpoznania radioelektronicznego na PŁSD lub SD KOPK. Wykaz składowych czasów opóźnienia informacji przedstawia tabela 2.2.

Uśrednione wartości czasów przechwycenia, analizy i przekazania danych rozpoznawczych operatorów urządzeń rozpoznania radioelektronicznego /Od t_1 do t_7 / oraz wartości czasów analizy, opracowania i przekazania informacji poszczególnych stanowisk dowodzenia SRRe OPK /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 oraz w czasie ćwiczeń organizowanych przez dowództwo ZSZ UW pk "GRANIT-86" i dowództwo wojsk OPK pk "TAPIR-86". Wartości te przedstawione są w tabeli 2.3.

Tabela 2.2

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 SRL.
t_3	Czas przekazania zadania /komendy/ do namierzenia przez operatora RCO UKF.
t_4	Czas dokonania zamiaru, 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 namierzenia przez operatora RCO KF.
t_7	Czas wykonania zamiaru, opracowania i przekazania wyników operatora namiernika KF.
t_8	Czas opracowania, przekazania i zobrazowania wyników namierzenia stanowiska kierowania namierzaniem KF.
T_1	Czas analizy, opracowania i przekazania informacji SD krrel UKF.
T_2	Czas analizy, opracowania i przekazania informacji SD brrel UKF.
T_3	Czas analizy, opracowania i przekazania informacji SD krr KF.
T_4	Czas analizy, opracowania i przekazania informacji SD brr KF.
T_5	Czas analizy, opracowania i przekazania informacji SD prrel.

Tabela 2.3

Oznaczenie czasów	Wartość /sek/ czasów	Oznaczenie czasów	Wartość /sek/ czasów
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		

2.1.4.1. Wpływ stopnia wykształcenia operatorów urządzeń rozpoznawczych i osób funkcyjnych SD SRRe OPK na czas opóźnienia informacji z rozpoznania radioelektronicznego

Stopień wykształcenia operatorów UR i osób funkcyjnych stanowisk dowodzenia SRRe OPK ma istotny wpływ na czas opóźnienia informacji z rozpoznania radioelektronicznego. Stopień wykształcenia w/w operatorów i osób funkcyjnych jest bardzo zróżnicowany. Młodzi operatorzy dopuszczeni do pracy na UR zaraz po ukończeniu szkoły podoficerskiej /szkoły młodszych specjalistów rozpoznania radioelektronicznego/, a także młoda kadra po ukończeniu szkół oficerskich lub szkół chorążych oraz kursu przeszkolenia specjalistycznego, reprezentuje, ogólnie rzecz biorąc, dostateczny poziom wykształcenia. Po okresie półrocznej, a niekiedy nawet rocznej pracy na UR operatorzy osiągają dobry poziom wykształcenia. Młoda kadra pracująca na SD SRRe OPK taki poziom wykształcenia osiąga dopiero po upływie 2 - 3 lat pracy. Bardzo dobry stopień wykształcenia reprezentują operatorzy urządzeń rozpoznawczych po okresie rocznej, a niekiedy półtorarocznej pracy na UR oraz kadra pracująca na SD SRRe OPK przez co najmniej 3 - 5 lat. Są to dane uogólnione przyjęte na podstawie wieloletnich obserwacji i badań prowadzonych w pododdziałkach rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK.

Na podstawie powyższych danych można przyjąć, nie popełniając istotnego błędu, że uśrednione wartości czasów wykonania czynności opisanych i podanych w tabelach 2.2 i 2.3 odpowiadają czasom realizacji tych czynności przez operatorów UR i osoby funkcyjne SD SRRe OPK o dobrym poziomie wykształcenia /SW₄/. Natomiast warto-

ści czasów z tabeli 2.3 należy pomniejszyć o 25%, jeżeli opisane w tabeli 2.2 czynności wykonywane są przez operatorów i osoby funkcyjne o bardzo dobrym poziomie wykszolenia /SW₅/ lub zwiększyć o 25% gdy te czynności wykonywane są przez operatorów i osoby funkcyjne o dostatecznym stopniu wykszolenia /SW₃/.

2.1.5. Wykrywanie pracujących źródeł rozpoznania radioelektronicznego

Aby było możliwe wykrycie pracujących źródeł rozpoznania radioelektronicznego /ZRe/, muszą być spełnione następujące warunki:

1. Źródło rozpoznania radioelektronicznego musi znaleźć się w strefie nasłuchu radiowego KF lub UKF albo rozpoznania pokładowych SRL /strefie rozpoznania radioelektronicznego/.
2. Odbiornik urządzenia rozpoznawczego /UR/ powinien być nastrojony na częstotliwość pracy /nośną/ ZRe z odpowiednią dokładnością /warunek częstotliwościowy/:

$$f_r - \frac{\Delta f}{2} \ll f_s \ll f_r + \frac{\Delta f}{2}, \text{ czyli } |f_s - f_r| \ll \frac{\Delta f}{2} \quad 2.20$$

gdzie:

Δf - szerokość pasma przepuszczania części liniowej w przypadku odbiorników przestrajenych lub szerokość pasma wejściowego w przypadku odbiorników nieprzestrajenych;

f_r - częstotliwość, na którą jest nastrojony odbiornik lub częstotliwość środkowa pasma wejściowego;

f_s - częstotliwość pracy ZRe /nośna/.

3. Powinno nastąpić spotkanie charakterystyk kierunkowych anten ZRe i UR /warunek przestrzenny/.
4. W czasie spotkania charakterystyk kierunkowych anten, UR powinno odebrać sygnał o czasie występowania t_s /przebywania w odbiorniku/ nie mniejszym od zadanego czasu t_z /warunek czasowy/:

$$t_s \gg t_z \quad 2.21$$

Ostatni warunek jest związany z właściwościami działania stopni końcowych /wskaźnikowych/ UR - szczególnie stacji POST-3M. Występujące tam układy progowe potrzebują od kilku do kilkunastu

impulsów, których energia łączna /po scałkowaniu/ umożliwia osiągnięcie efektu wykrycia sygnału tj. przekroczenia ustalonego poziomu energetycznego. Tak więc wykrycie ZRe składa się z wykrycia w częstotliwości i w kierunku.

2.1.5.1. Sprawdzenie, czy ZRe znajduje się w strefie nasłuchu radiowego KF lub UKF albo rozpoznania pokładowych SRL

Sprawdzenia tego należy dokonać w stosunku do wszystkich urządzeń rozpoznawczych, które są w gotowości nr 1. Podstawowym źródłem informacji w SRRe OPK są stanowiska nasłuchu radiowego KF i UKF wyposażone w różnego rodzaju odbiorniki radiowe. Informacje uzyskane przez RCO KF i UKF uzupełniane są danymi z namierzania radiowego KF i UKF oraz rozpoznania pokładowych SRL. W związku z tym sprawdzenie, czy ZRe znajduje się w strefie rozpoznania należy wykonać w pierwszej kolejności w stosunku do urządzeń odbiorczych rozwiniętych w RCO KF lub UKF.

A. Sprawdzenie, czy ZRe znajduje się w strefie nasłuchu radiowego KF

Sprawdzenie to należy wykonać w stosunku do wszystkich odbiorników KF rozwiniętych w RCO KF i będących w gotowości bojowej nr 1.

ZRe znajduje się w strefie nasłuchu radiowego KF wtedy, gdy natężenie pola sygnału tego źródła /rozpoznawanej radiostacji przeciwnika/ w punkcie odbioru E_s będzie większe od iloczynu natężenia pola zakłóceń w tym punkcie E_z i wartości współczynnika ochrony K lub jemu równe.

$$E_s \gg E_z K$$

Wielkości E_s , E_z , K określone są zależnościami od 2.3 do 2.11. Jeżeli powyższy warunek zostanie spełniony dla co najmniej jednego odbiornika radiowego KF, to znaczy, że ZRe jest w strefie nasłuchu radiowego KF.

B. Sprawdzenie, czy ZRe znajduje się w strefie nasłuchu radiowego UKF lub rozpoznania pokładowych SRL

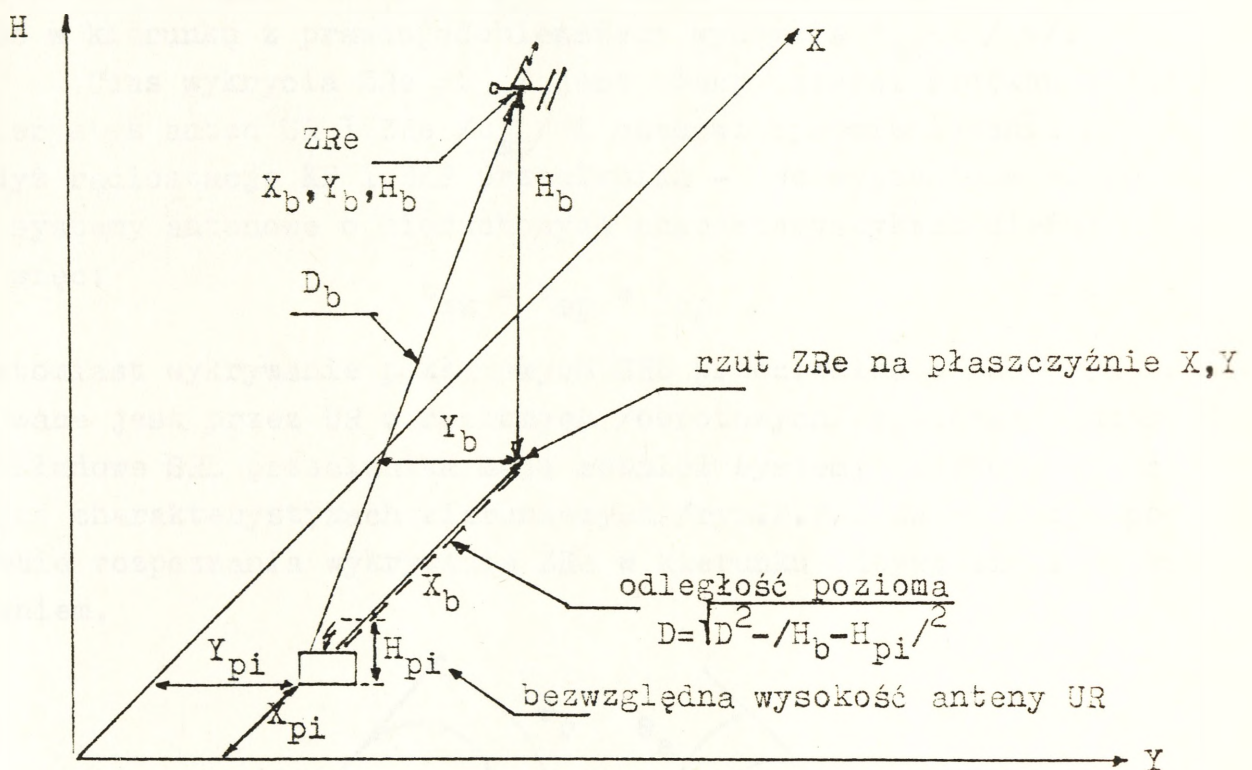
Sprawdzenie to należy wykonać w stosunku do wszystkich odbiorników UKF rozwiniętych w RCO UKF lub wszystkich stacji rozpoznania pokładowych SRL rozwiniętych w SRRe OPK i będących

w gotowości nr 1. Źródło rozpoznania radioelektronicznego znajduje się w tej strefie wtedy, gdy odległość bezpośrednia $/D_b/$ od tego źródła do UR spełnia nierówność:

$$D_b < R_{\max_t}^0 \quad 2.22$$

Wielkość $R_{\max_t}^0$ określana jest zależnością 2.12, natomiast wielkość D_b ^{1/} możemy określić według następującej zależności /rys.2.6/:

$$D_b = \sqrt{/X_b - X_{pi}/^2 + /Y_b - Y_{pi}/^2 + /H_b - H_{pi}/^2} \quad 2.23$$



Rys.2.6

Jeżeli nierówność 2.22 jest spełniona dla co najmniej jednego odbiornika radiowego UKF lub jednej stacji rozpoznania pokładowych SRL to znaczy, że ZRe jest w strefie nasłuchu radiowego UKF lub strefie rozpoznania pokładowych SRL.

1/ Współrzędne $/x,y/$ UR rozwiniętych na pozycji P_i równają się współrzędnym danego RCO UKF lub stacji rozpoznania pokładowych SRL /posterunku namierzania radiowego UKF i rozpoznania pokładowych SRL/.

2.1.5.2. Wykrywanie źródeł rozpoznania radielektronicznego w kierunku

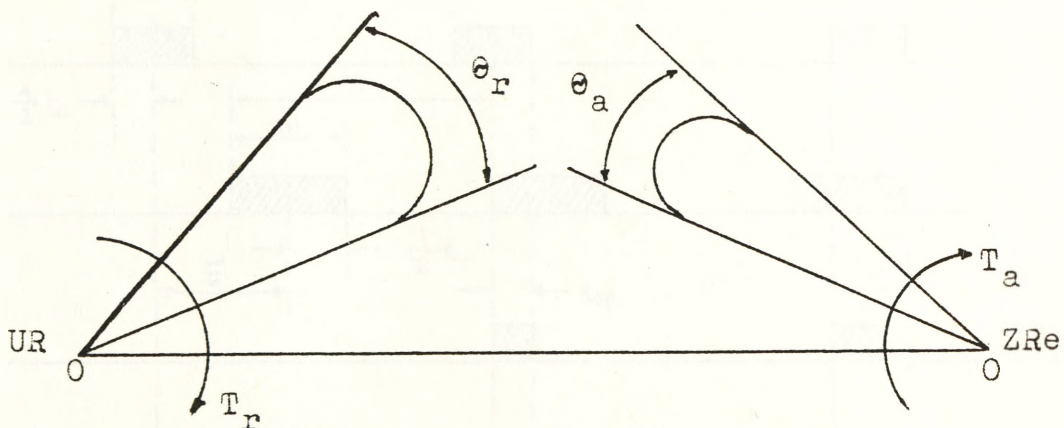
Wykrywanie ZRe w kierunku ma na celu doprowadzenie do spotkania charakterystyk kierunkowych anten UR i ZRe.

W SRRe OPK wykrywanie pracujących radiostacji KF i UKF przeciwnika /ZRe/ realizowane jest przez urządzenia rozpoznawcze radiowych centrów odbiorczych, wyposażone w anteny odbiorcze o nieruchomej charakterystyce kierunkowej, co zapewnia wykrywanie ZRe w kierunku bez poszukiwania, metodą dookólnego odbioru kierunkowego lub bezkierunkowego. Metody te pozwalają na natychmiastowe wykrycie ZRe w kierunku z prawdopodobieństwem wykrycia $P_{wk}=1$ /44/.

Czas wykrycia ZRe t_{wk} jest równy czasowi spotkania charakterystyk anten UR i ZRe t_{sp} i czasowi opromieniowania t_{op} , gdyż radiostacje KF i UKF przeciwnika - ZRe wyposażone są również w systemy antenowe o nieruchomych charakterystykach kierunkowych, a więc:

$$t_{wk} = t_{sp} = t_{op} \quad 2.24$$

Natomiast wykrywanie pokładowych SRL przeciwnika w SRRe OPK realizowane jest przez UR o ruchomych /obrotowych/ systemach antenowych. Pokładowe SRL przeciwnika mają również systemy antenowe o ruchomych charakterystykach kierunkowych /rys.2.7/. Zatem w tym podsystemie rozpoznania wykrywanie ZRe w kierunku odbywa się z poszukiwaniem.



Rys.2.7. Wykrywanie ZRe w kierunku z poszukiwaniem

W zależności od wzajemnych szybkości obrotów anten UR i ZRe wykrywanie w kierunku będzie:

- 1/ pewne $P_{wk} = 1$
- 2/ prawdopodobne $P_{wk} < 1$

Prawdopodobieństwo wykrycia ZRe w kierunku można wyrazić wzorem:

$$P_{wk} = P_{sp} \cdot P/t_s \gg t_z/ \quad 2.25$$

gdzie:

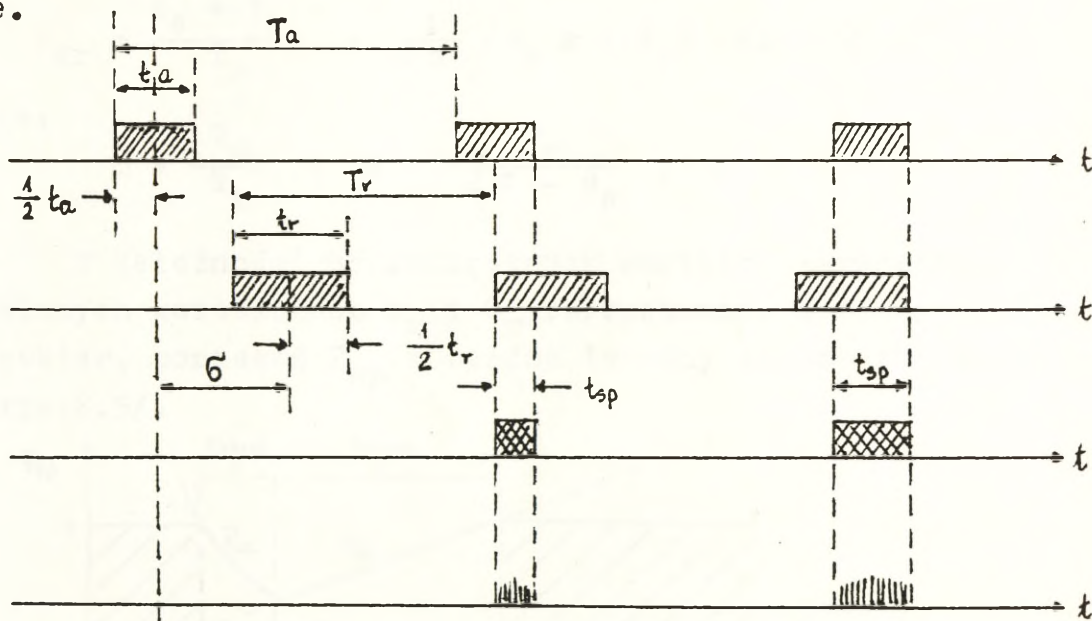
P_{sp} - prawdopodobieństwo spotkania charakterystyk kierunkowych anten UR i ZRe w czasie największego z okresów obrotów tych anten;

$P/t_s \gg t_z/$ - prawdopodobieństwo odbioru sygnału ZRe o czasie przebywania /trwania/ w odbiorniku nie mniejszym od zadanego / w czasie spotkania charakterystyk kierunkowych anten/.

Zakładając, że $P/t_s \gg t_z/ = 1$ prawdopodobieństwo P_{sp} można wyznaczyć w oparciu o rysunek 2.8, gdzie t_a oznacza czas opromieniania obiektu punktowego przez ZRe, natomiast t_r jest czasem możliwego odbioru sygnału od ZRe przez UR, przy czym:

$$t_a = \frac{\theta_a}{2\pi} T_a \quad ; \quad t_r = \frac{\theta_r}{2\pi} T_r \quad 2.26 \quad ; \quad 2.27$$

Czasem spotkania t_{sp} nazywany jest czas, w ciągu którego zachodzi jednoczesne przecięcie linii 0,0' przez obie charakterystyki antenowe.



Rys.2.8. Diagramy czasowe przy odbiorze przez UR sygnałów wypromieniowanych przez ZRe

Jak widać z rys.2.8 czas spotkania t_{sp} nie jest stały i zmienia się okresowo. Zmiany te mają charakter przypadkowy,

ponieważ losowe jest wzajemne położenie środków przedziałów czasu t_a i t_r na osi czasu. Należy zaznaczyć, że fazy ciągów wielkości t_a i t_r /określone położeniem środków przedziałów t_a i t_r / są wzajemnie niezależne.

Spotkanie charakterystyk kierunkowych anten nastąpi tylko wtedy, gdy wartości różnic czasowych δ będą spełniały warunek:

$$-\frac{t_a + t_r}{2} \ll \delta \ll \frac{t_a + t_r}{2}, \text{ tzn. } |\delta| \ll \frac{t_a + t_r}{2} \quad 2.28$$

Prawdopodobieństwo spotkania charakterystyk kierunkowych anten w czasie największego z okresów obrotów anten jest określane przez stosunek wartości δ spełniających powyższy warunek do wartości

$$\frac{1}{2} \min \{T_r, T_a\}$$

Wprowadzamy następujące oznaczenia:

$$P_{sp} = \begin{cases} P_{ar} & \text{dla przypadku } T_a > T_r \\ P_{ra} & \text{dla przypadku } T_r > T_a \end{cases} \quad 2.29$$

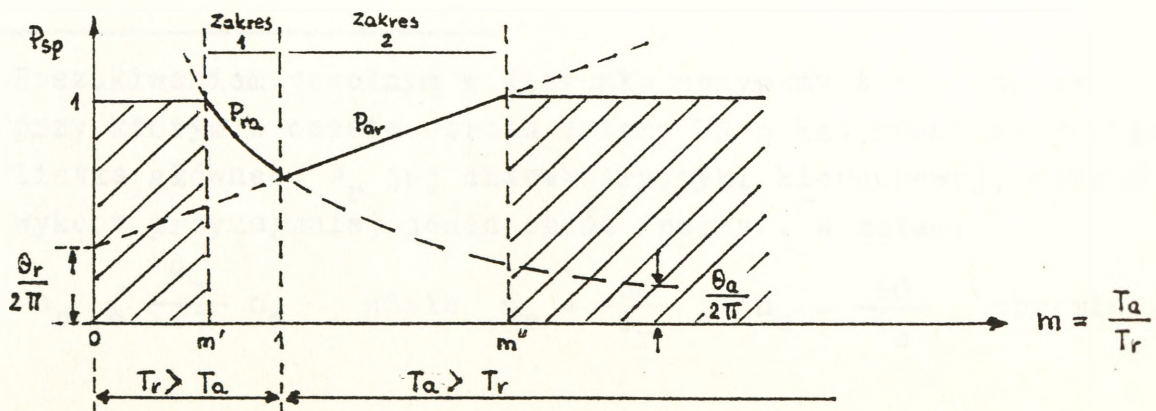
$$P_{ra} = \frac{t_a + t_r}{T_a} = \frac{1}{2\pi} \left(\vartheta_a + \frac{\vartheta_r}{m} \right) \quad \text{dla } m \gg m'$$

$$P_{ar} = \frac{t_a + t_r}{T_r} = \frac{1}{2\pi} \left(\vartheta_a m + \vartheta_r \right) \quad \text{dla } m \ll m''$$

gdzie:

$$m = \frac{T_a}{T_r}; \quad m' = \frac{\vartheta_r}{2\pi - \vartheta_a}; \quad m'' = \frac{2\pi - \vartheta_r}{\vartheta_a}$$

W zależności od konkretnych wartości parametru m , przy ustalonych wartościach ϑ_a i ϑ_r poszukiwanie może przybierać różny charakter, ponieważ P_{sp} w bardzo istotny sposób zależy od wartości m /rys.2.9/.



Rys.2.9. Wykres zmienności prawdopodobieństw P_{sp} w funkcji m

Jak widać z rys.2.9, dla niektórych wartości m poszukiwanie jest pewne /obszary zakreślone/, natomiast dla pozostałych wartości ma charakter prawdopodobny:

$$P_{sp} = 1 \quad \text{dla} \quad 0 \ll m \ll m' \quad \text{lub} \quad m \gg m''$$
$$P_{sp} < 1 \quad \text{dla} \quad m' < m < m''$$

Urządzenia rozpoznawcze mają możliwość zmiany szybkości obrotów anteny. W zależności od szybkości obrotów anteny UR w odniesieniu do szybkości obrotów anteny ZRe, rozróżnia się następujące metody poszukiwania:

- a/ powolne
 - b/ szybkie
 - c/ z prędkością średnią - poszukiwanie prawdopodobne.
- } poszukiwanie pewne

Przy poszukiwaniu powolnym ^{1/} $P_{wk} = 1$ jeżeli $P_{sp} = 1$ oraz $P/t_s \gg t_z/ = 1$. Zakładając, że $P/t_s \gg t_z/ = 1$, $P_{sp} = 1$, tzn. $P_{ra} = 1$ dla wartości $m \ll m'$. Warunek pewnego spotkania się charakterystyk kierunkowych anten dla tego sposobu poszukiwania przybiera postać:

$$T_a \ll t_r \quad 2.30$$

Czas wykrycia w kierunku jest uwarunkowany okresem obrotów anteny, obracającej się wolniej:

$$t_{wk} \ll T_r \quad 2.31$$

Czas spotkania charakterystyk kierunkowych jest uwarunkowany anteną obracającą się szybciej. Czas ten można więc określić w przybliżeniu czasem opromieniowania, tzn.

$$t_{sp} \approx t_a \quad 2.32$$

^{1/} Poszukiwaniem powolnym w kierunku nazywamy takie poszukiwanie, przy którym w czasie obrotu anteny UR o kąt równy szerokości listka głównego Θ_r jej charakterystyki kierunkowej, antena ZRe wykona przynajmniej jeden obrót /pełny/, a zatem:

$$n_r \ll \frac{\Theta_r}{2\pi} n_a \quad \text{gdzie} \quad n_r = \frac{60}{T_r}, \quad n_a = \frac{60}{T_a} \quad \text{obr/min /44/}.$$

Dla poszukiwania szybkiego^{1/} $P_{sp}=1$, a ściślej $P_{ar}=1$ dla $m \gg m''$. Warunek pewnego spotkania się charakterystyk kierunkowych anten UR i ZRe dla tego sposobu poszukiwania przybiera postać:

$$T_r \ll t_a \quad 2.33$$

Czas wykrywania w kierunku jest uwarunkowany okresem obrotów anteny ZRe:

$$t_{wk} \ll T_a \quad 2.34$$

Czas spotkania charakterystyk kierunkowych anten:

$$t_{sp} \approx t_r \quad 2.35$$

W przypadku poszukiwania z prędkością średnią spotkanie charakterystyk kierunkowych w czasie jednego obrotu anteny UR lub ZRe ma charakter prawdopodobny. Dla tego rodzaju poszukiwania parametr m zawiera się w przedziale:

$$m' < m < m''$$

przy czym przedział ten można podzielić na dwa zakresy:

- 1/ zakres 1 dla $m' < m \ll 1$
- 2/ zakres 2 dla $1 \ll m < m''$

W zakresie pierwszym prawdopodobieństwo spotkania charakterystyk kierunkowych dla k obrotów anteny UR określamy zależnością:

$$P_k^{/ra/} = 1 - /1 - P_{ra}/^k \quad 2.36$$

ponieważ P_{ra} jest równe prawdopodobieństwu spotkania charakterystyk kierunkowych w czasie jednego obrotu anteny UR.

Liczbę obrotów k anteny UR zapewniającą zadane minimalne prawdopodobieństwo P spotkania charakterystyk kierunkowych, tj. dla $P_k^{/ra/} \gg P$ można określić ze wzoru:

$$k \gg \frac{\lg /1 - P/}{\lg /1 - P_{ra}/} \quad 2.37$$

^{1/} Poszukiwaniem szybkim w kierunku nazywamy takie poszukiwanie, przy którym w czasie obrotu anteny ZRe o kąt równy szerokości listka głównego Θ_a jej charakterystyki kierunkowej, antena UR wykona przynajmniej jeden obrót, a zatem $n_r \gg \frac{2\pi}{\Theta_a} n_a$.

Czas wykrywania w kierunku jest w tym przypadku określany zależnością:

$$t_{wk} = k' T_r \quad 2.38$$

gdzie:

$$k' = \left[\frac{lg / 1 - P /}{lg / 1 - P_{ra} /} \right] + 1$$

W zakresie drugim prawdopodobieństwo spotkania charakterystyk kierunkowych po k obrotach anteny UR ma postać:

$$P_{/ar/}^k = 1 - /1 - P_{ar/}^k \quad 2.39$$

i odpowiednio czas wykrycia będzie:

$$t_{wk} = k'' T_a \quad 2.40$$

gdzie:

$$k'' = \left[\frac{lg / 1 - P /}{lg / 1 - P_{ar} /} \right] + 1$$

Przy określaniu P_{sp} zakładaliśmy, że $P/t_s \gg t_z/ = 1$. Niespełnienie warunku $t_s \gg t_z$ prowadzi do wykrycia prawdopodobnego. Ponieważ odbiór sygnału jest realizowany w czasie spotkania charakterystyk kierunkowych UR i ZRe, więc warunek $t_s \gg t_z$ będzie spełniony, jeżeli $t_{sp} \gg t_z$. Prawdopodobieństwo $P/t_{sp} \gg t_z/$ będzie równe stosunkowi wartości δ spełniającej warunek $t_{sp} \gg t_z$, do wszystkich wartości δ , tzn.

$$P/t_{sp} \gg t_z/ = \frac{\frac{t_a + t_r}{2} - t_z}{\frac{t_a + t_r}{2}} = 1 - \frac{2 t_z}{t_a + t_r} \quad 2.41$$

2.1.5.3. Wykrywanie źródeł rozpoznania radioelektronicznego w częstotliwości

Wykrywanie ZRe w częstotliwości ma na celu dostrojenie UR do częstotliwości pracy ZRe i określenie tej częstotliwości z wymaganą dokładnością. W SRRe OPK wykrywanie ZRe w częstotliwości realizowane jest następującymi metodami:

- a/ bez poszukiwania - przez podsystem rozpoznania pokładowych SRL. Rozpoznanie prowadzi się jednocześnie na wszystkich podzakresach roboczego zakresu częstotliwości urządzeń odbiorczych /wielokanałowych/;
- b/ z poszukiwaniem - przez podsystem nasłuchu radiowego KF i UKF -

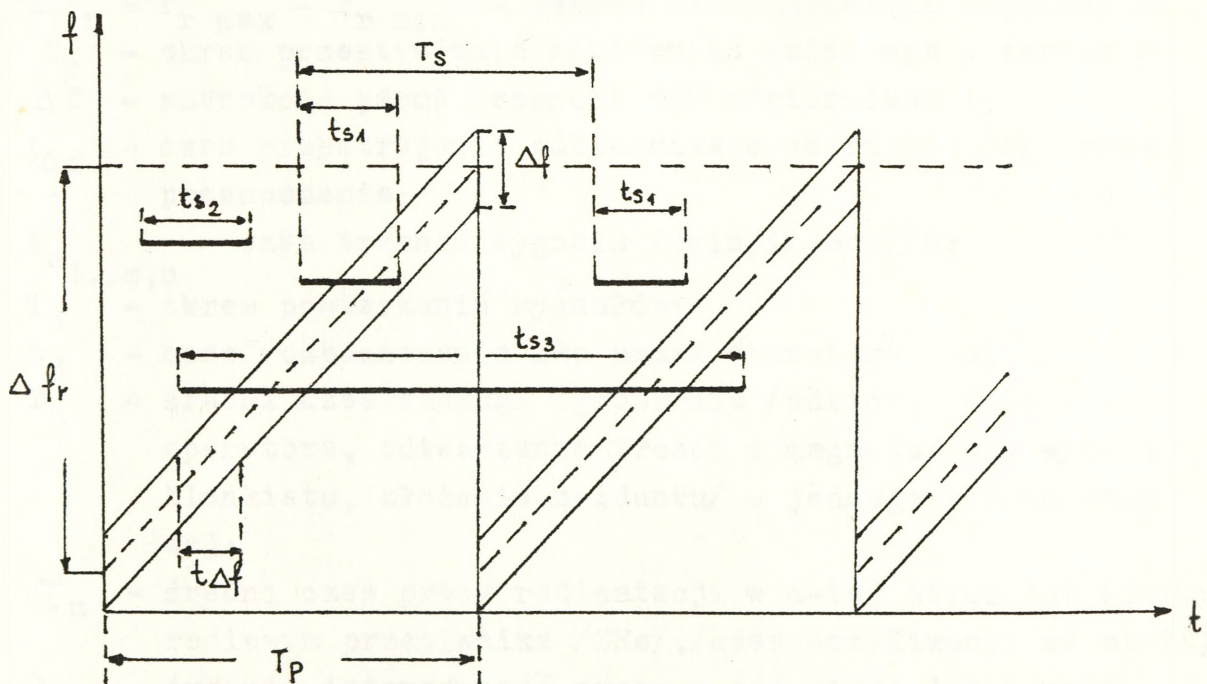
z wykorzystaniem tzw. odbiorników panoramicznych przestrajanych elektronicznie /np. UP-3MB w zakresie UKF/, lub odbiorników radiowych KF i UKF przestrajanych ręcznie.

Przy rozpatrywaniu tych metod zakłada się, że wykrycie ZRe w kierunku zostało już dokonane i antena UR jest skierowana w jego stronę.

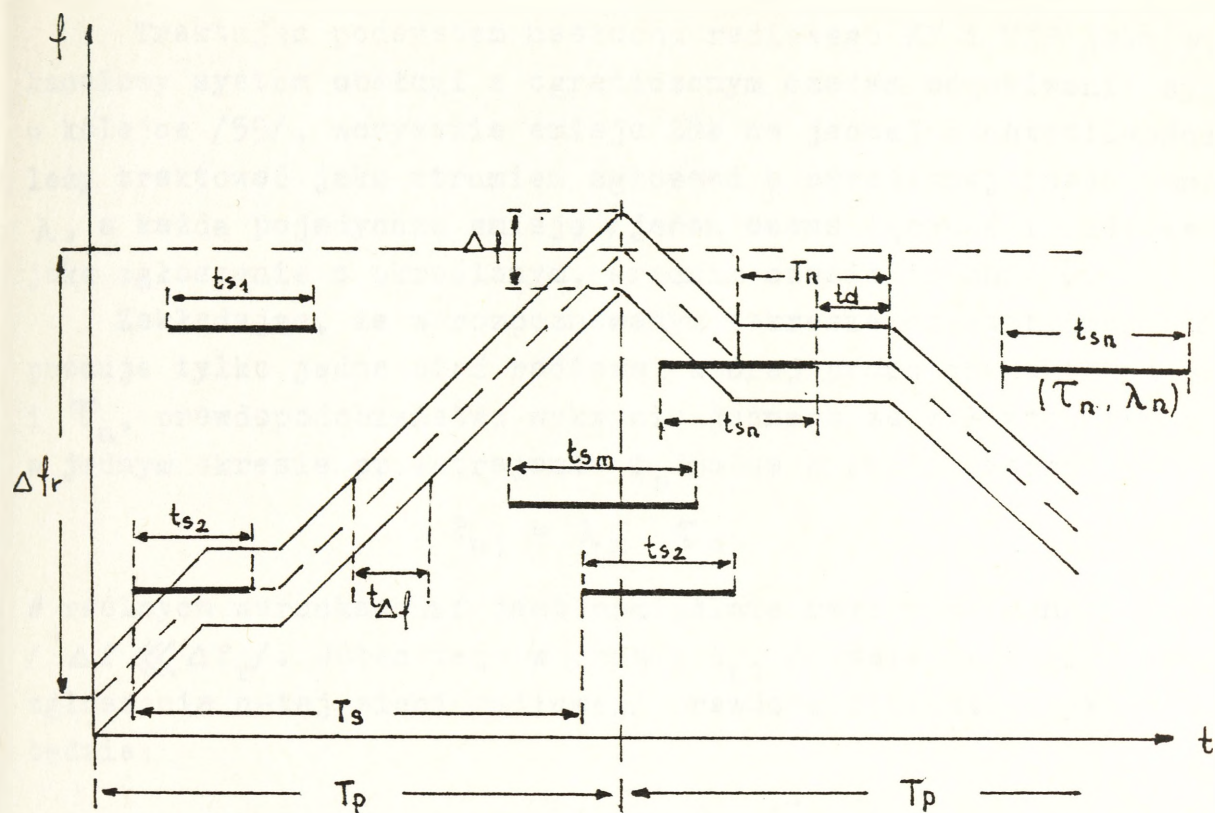
Metody bez poszukiwania pozwalają praktycznie na natychmiastowe wykrycie sygnału i określenie jego częstotliwości z prawdopodobieństwem wykrycia w częstotliwości $P_{wcz}=1$. Są to więc metody wykrycia pewnego. Podstawą tych metod jest wykorzystanie szerokopasmowych odbiorników nieprzestrajanych, umożliwiających jednoczesny odbiór sygnałów w całym zakresie rozpoznawanych częstotliwości.

Metody z poszukiwaniem realizowane są za pomocą odbiorników superheterodynowych KF i UKF przestrajanych w zakresie rozpoznawanych częstotliwości /paśmie poszukiwania/ o szerokości Δf_r .

Przy przeszukiwaniu zakresu fal UKF z wykorzystaniem odbiorników panoramicznych UP-3MB stosowane jest przestrajanie elektroniczne, jednostronne z szybkim powrotem jałowym /rys.2.10/. Natomiast poszukiwanie w zakresie KF i UKF z wykorzystaniem odbiorników radiowych przestrajanych ręcznie realizowane jest metodą przestrajanie dwustronnego /rys.2.11/.



Rys.2.10. Diagram częstotliwościowo - czasowy dla jednostronnego, elektronicznego przestrajania odbiornika radiowego



Rys.2.11. Diagram częstotliwościowo - czasowy dla dwustronnego, ręcznego przestrajania odbiornika radiowego

Oznaczenia do rysunków 2.10 i 2.11:

- $\Delta f_r = f_r \text{ max} - f_r \text{ min}$ - zakres rozpoznawanych częstotliwości;
- T_p - okres przestrajania odbiornika radiowego w zakresie Δf_r ;
- Δf - szerokość pasma przenoszenia odbiornika;
- $t_{\Delta f}$ - czas przestrajania odbiornika o szerokość jego pasma przenoszenia;
- $t_{s_{1..m,n}}$ - czas trwania sygnału /emisji/ od ZRe;
- T_s - okres powtarzania sygnałów;
- t_d - czas rozpoznawania ZRe przez operatora RCO;
- T_n - średni czas obsługi zgłoszenia /odbiór, analiza wstępna operatora, odtworzenie treści z magnetofonu, wypełnienie blankietu, złożenie meldunku/ - jednego seansu emisji radiowej;
- τ_n - średni czas pracy radiostacji w n-tej sieci lub kierunku radiowym przeciwnika /ZRe/, /czas oczekiwania na obsługę/;
- λ_n - średnia intensywność pracy n-tej sieci lub kierunku radiowego przeciwnika /ZRe/, /intensywność strumienia zgłoszeń/.

Traktując podsystem nasłuchu radiowego KF i UKF jako wielokanałowy system obsługi z ograniczonym czasem oczekiwania sygnałów w kolejce /59/, wszystkie emisje ZRe na jednej częstotliwości należy traktować jako strumień zgłoszeń o określonej intensywności λ , a każdą pojedynczą emisję /jeden seans łączności radiowej/ jako zgłoszenie o określonym, średnim czasie trwania τ .

Zakładając, że w rozpoznawanym zakresie częstotliwości Δf_r pracuje tylko jedna sieć radiowa, której pracę charakteryzuje λ_n i τ_n , prawdopodobieństwo wykrycia jednego ze zgłoszeń tej sieci w jednym okresie przestrajania T_p można wyrazić wzorem:

$$P_{n1} = \lambda_n \cdot \tau_n \quad 2.42$$

W realnych warunkach Δf jest pomijalnie mała w porównaniu z Δf_r / $\Delta f \ll \Delta f_r$ /. Wobec tego w czasie t_{n1} /czasie obsługi jednego zgłoszenia n-tej sieci radiowej/ prawdopodobieństwo wykrycia sieci, będzie:

$$P_n = 1 - \exp / - \frac{\lambda_n \cdot \tau_n \cdot t_{n1}}{T_p} \quad 2.43$$

a czas obsługi tego zgłoszenia przy zadanym P_n :

$$t_{n1} = \frac{T_p \ln / 1 - P_n /}{\lambda_n \cdot \tau_n} \quad 2.44$$

W realnych warunkach, zgłoszenie n-tego strumienia nie może być jednak obsłużone w czasie t_{n1} , ponieważ w paśmie przestrajania Δf_r występują inne strumienie, na innych częstotliwościach /31/. Tak więc, rzeczywisty czas wymagany do obsługi n-tego strumienia w obecności innych strumieni w paśmie Δf_r jest równy

$$t = m \cdot T \cdot P \frac{T_p \cdot \ln / 1 - P /}{\lambda \cdot \tau} \quad 2.45$$

gdzie:

- m - ogólna ilość sieci pracujących w rozpoznawanym paśmie, znajdujących się w zasięgu urządzeń rozpoznawczych /strefie nasłuchu radiowego KF lub UKF/, oszacowana na podstawie badań średniej intensywności pracy sieci;
- T - średni czas obsługi jednego seansu łączności nowo wykrytej sieci.

$T = \frac{1}{2} \tau_n + t_d$, gdzie: t_d - czas zużyty dodatkowo na analizę prowadzoną przez operatora po zakończeniu

- emisji i złożenie meldunku /rys.2.11/; t_d uwzględnia średnie wyszkolenie obsługi i jest obliczany praktycznie;
- P - zadana z góry wartość prawdopodobieństwa, z jakim określone sieci radiowe powinny być wykryte;
- T_p - okres przestrajania odbiornika radiowego w zakresie Δf_r ;
 $T_p = \frac{\Delta f_r}{\gamma}$ gdzie: γ - szybkość przestrajania odbiornika. Przy przestrajaniu ręcznym wartość γ oblicza się praktycznie, uwzględnia ona wyszkolenie obsługi;
- λ - średnia częstość, z jaką w sieciach i kierunkach radiowych nawiązuje się łączność i wymienia informacje /oszacowana na podstawie badań średniej intensywności pracy sieci i kierunków radiowych/;
- τ - średni czas trwania seansu łączności w sieciach i kierunkach radiowych /oszacowany na podstawie badań średniej intensywności pracy sieci radiowych/.

2.1.6. Namierzanie pracujących źródeł rozpoznania radioelektronicznego

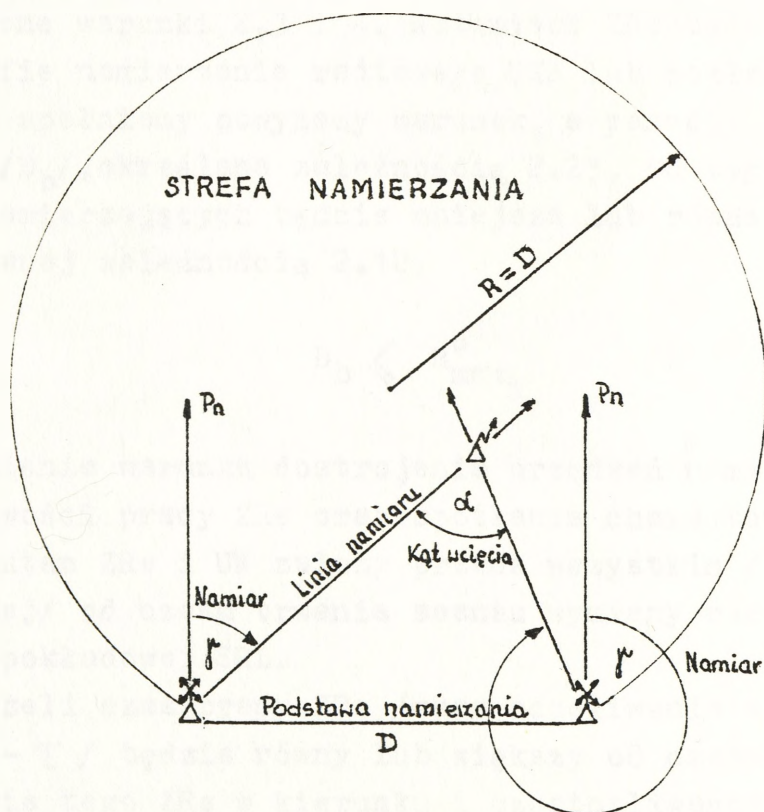
Proces namierzania ZRe składa się z dwóch zasadniczych etapów. W pierwszym etapie z kilku urządzeń namierzających /UN//co-najmniej dwóch/ określamy namiary, czyli azymuty na pracujące ZRe. W drugim etapie, na podstawie uzyskanych namiarów ustalamy miejsce położenia tego ZRe.

Określenie namiaru /azymutu/ na pracującą radiostację KF lub UKF albo pokładową stację radiolokacyjną przeciwnika przeprowadza się za pomocą namierników radiowych lub stacji rozpoznania pokładowych SRL.

Namiarem nazywa się kąt zawarty między północnym kierunkiem południka geograficznego, a kierunkiem na pracujące ZRe /linią namiaru/. Kąt określa się zgodnie z ruchem wskazówek zegara. Ponieważ anteny urządzeń namierzających orientuje się według północy magnetycznej, dlatego namiar określa się w zasadzie jako kąt zawarty między linią namiaru a południkiem magnetycznym. Linią namiaru nazywa się półprostą przechodzącą przez urządzenie namierzające i namierzone ZRe /rys.2.12/. Kąt zawarty między liniami namiarów nazywa się kątem wcięcia.

Określenie miejsca położenia pracujących ZRe jest możliwe, jeżeli będą spełnione następujące warunki:

1. ZRe znajdzie się w strefie słyszalności i namierzenia co najmniej dwóch urządzeń namierzających.
2. Odbiorniki urządzeń namierzających będą nastrojone na częstotliwość pracy ZRe oraz nastąpi spotkanie charakterystyk kierunkowych anten ZRe i UN.
3. Podsystem namierzenia radiowego KF traktowany jako wielokanałowy system obsługi z ograniczonym czasem oczekiwania sygnałów w kolejce lub podsystem namierzenia radiowego UKF i pokładowych SRL traktowany jako jednokanałowy system obsługi z ograniczonym czasem oczekiwania sygnałów w kolejce będzie wolny /44/, /59/.
4. Czas pracy ZRe /seansu wymiany radiowej, pracy pokładowej SRL/ będzie większy lub równy czasowi obsługi zgłoszenia /czasowi potrzebnemu na podanie komendy, dostrojenie namiernika radiowego KF, UKF lub nakierowanie anten stacji rozpoznania pokładowych SRL, dokonanie namiaru/, co umożliwi spełnienie warunku drugiego.



Rys.2.12. Ilustracja podstawowych określeń w namierzaniu

- A. Sprawdzenie, czy ZRe znajduje się w strefie słyszalności /nasłuchu radiowego/ urządzeń namierzających, wykonuje się w stosunku do wszystkich namierników radiowych KF, UKF lub stacji rozpoznania pokładowych SRL danego podsystemu namierzania, analogicznie jak w punkcie 2.1.5.1.
- B. Sprawdzenie, czy ZRe znajduje się w strefie namierzania radiowego KF lub UKF, czy też pokładowych SRL, należy wykonać w stosunku do wszystkich urządzeń namierzających wchodzących w skład danego podsystemu namierzania, będących w gotowości nr 1, którym postawiono zadanie namierzenia omawianego ZRe.

Źródło rozpoznania radielektronicznego znajduje się w strefie namierzania radiowego KF, jeżeli kąt wcięcia α , zawarty pomiędzy liniami namiaru, wyznaczonymi z punktów rozwinięcia co najmniej jednej pary namierników radiowych KF na to ZRe, zawierał się będzie w przedziale od 30° do 150° .

$$150^{\circ} > \alpha > 30^{\circ}$$

2.46

Jeżeli ten warunek nie będzie spełniony, na ZRe można określić tylko kierunek /azymut/ przy założeniu, że zostaną spełnione warunki 2,3 i 4. Natomiast ZRe będzie znajdowało się w strefie namierzania radiowego UKF lub pokładowych SRL jeżeli będzie spełniony powyższy warunek, a ponadto bezpośrednia odległość D_b , określana zależnością 2.23, od tego źródła do urządzeń namierzających będzie mniejsza lub równa odległości $R_{max_t}^0$, określanej zależnością 2.12.

$$D_b \leq R_{max_t}^0$$

- C. Zapewnienie warunku dostrojenia urządzeń namierzających do częstotliwości pracy ZRe oraz spotkania charakterystyk kierunkowych anten ZRe i UN zależy przede wszystkim /jak już stwierdzono wyżej/ od czasu trwania seansu wymiany radiowej lub czasu pracy pokładowej SRL.

Jeżeli czas pracy ZRe /czas oczekiwania zgłoszenia na obsługę - τ / będzie równy lub większy od czasu zużytego na: wykrycie tego ZRe w kierunku i częstotliwości, podanie komendy do namierzania, dostrojenie namiernika /tylko przy namierzaniu radiowym KF i UKF/ i dokonanie namiaru /czasu obsługi zgłoszenia - V /, wówczas jest możliwe określenie miejsca położenia ZRe.

$$\tau \gg v$$

Prawdopodobieństwo tego, że zgłoszenie, które przybyło do systemu, będzie w pełni obsłużone, wyraża się następującą zależnością:

$$q \begin{cases} \frac{v / e^{\lambda p - v / \tau_n} - 1 / \lambda p}{e^{\lambda p - v / \tau_n} - v} & \text{dla } \lambda p \neq v \\ \frac{\lambda p \tau_n}{1 + \lambda p \tau_n} & \text{dla } \lambda p = v \end{cases}$$

gdzie:

$v = \frac{1}{\tau_n}$ - odwrotność średniego czasu obsługi zgłoszenia /czasu zużytego na podanie komendy, dostrojenie namiernika, namierzenie/;

λp - intensywność strumienia sygnałów napływających do systemu namierzenia;

$\tau_n = \frac{1}{2}$ - średni czas oczekiwania zgłoszenia na obsługę.

Wynikiem końcowym procesu namierzania jest określenie położenia pracującego ZRe. Położenie ZRe określa się na podstawie opracowania wyników namierzania pochodzących od dwóch lub więcej urządzeń namierzających.

Wstępne opracowanie wyników namierzania przeprowadzane jest przez operatora urządzenia namierzającego lub automatycznie i polega na:

- obliczeniu średniej arytmetycznej wartości namiaru /jeżeli pomiar był wielokrotny/;
- uwzględnieniu poprawki wynikającej z błędu systematycznego namierzania;
- ocenie pewności namiaru.

Wyniki pomiarów z poszczególnych UN przekazywane są do stanowisk dowodzenia /lub kierowania namierzaniem/, w których następuje opracowanie namiarów w celu określenia położenia ZRe. Proces ten obejmuje następujące czynności:

- selekcję otrzymanych wyników od poszczególnych UN;
- znalezienie punktów przecięcia linii namiarów;
- określenie najbardziej prawdopodobnego położenia ZRe.

Istnienie błędów kątowych UN prowadzi do błędów określenia położenia namierzanych ZRe. Odległość między rzeczywistym położeniem ZRe, a położeniem otrzymanym w wyniku namierzania, nazywa

się błędem liniowym.

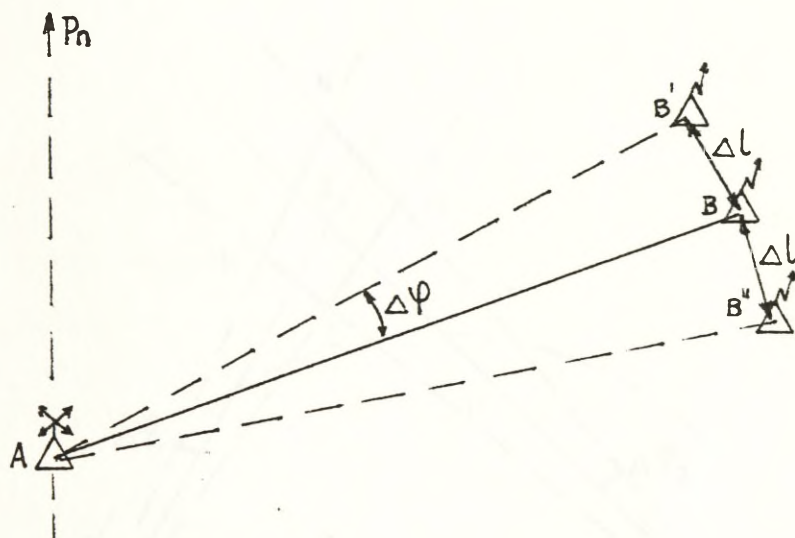
Dla określenia błędu liniowego Δl pojedynczego UN, należy znać odległość R do namierzanego ZRe oraz błąd kątowy $Un \Delta \psi$ /rys. 2.13/. Błąd liniowy jest równy długości łuku o promieniu R i wynosi:

$$\Delta l = R \Delta \psi \quad 2.47$$

jeżeli $\Delta \psi$ wyrażone jest w miarze łukowej /w radianach/ lub

$$\Delta l = 0,0175 R \Delta \psi \quad 2.47a$$

gdy $\Delta \psi$ wyrażone jest w miarze katowej /w stopniach/.



Rys.2.13. Błąd liniowy pojedynczego namiernika

Namierzając ZRe położone w punkcie A /rys.2.14/ za pomocą dwóch UN z błędami kątowymi odpowiednio $\Delta \psi_1$ i $\Delta \psi_2$ otrzymuje się czworokąt KLMN, w którego polu 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 namierzenia /D/ jako na średnicy. Jeżeli namierzane ZRe znajduje się wewnątrz okręgu /jeżeli $m \ll \frac{D}{2}$ /, to błąd liniowy można wyliczyć z zależności /34/:

$$\Delta l = 0,0175 \frac{D \Delta \psi}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)} \quad 2.48$$

gdzie:

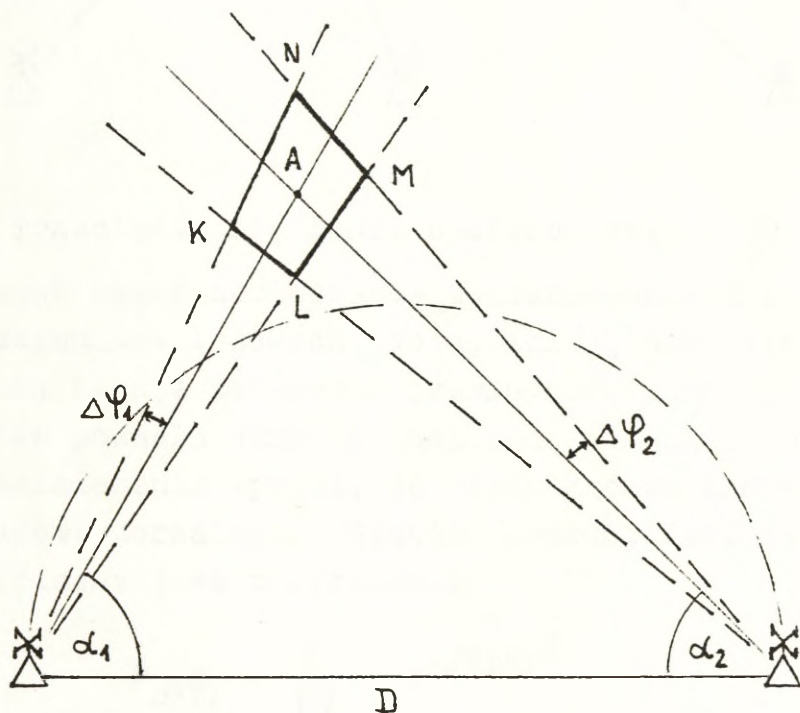
$$\Delta \psi = \Delta \psi_1 = \Delta \psi_2 - \text{błąd kątowy UN /w stopniach/;}$$

α_1, α_2 - kąty między podstawą namierzenia a liniami namiaru;
 D - długość podstawy namierzenia.

Z powyższego wzoru wynika, że błąd liniowy jest minimalny wtedy, gdy ZRe leży na okręgu /linie namiarów przecinają się pod kątem prostym/.

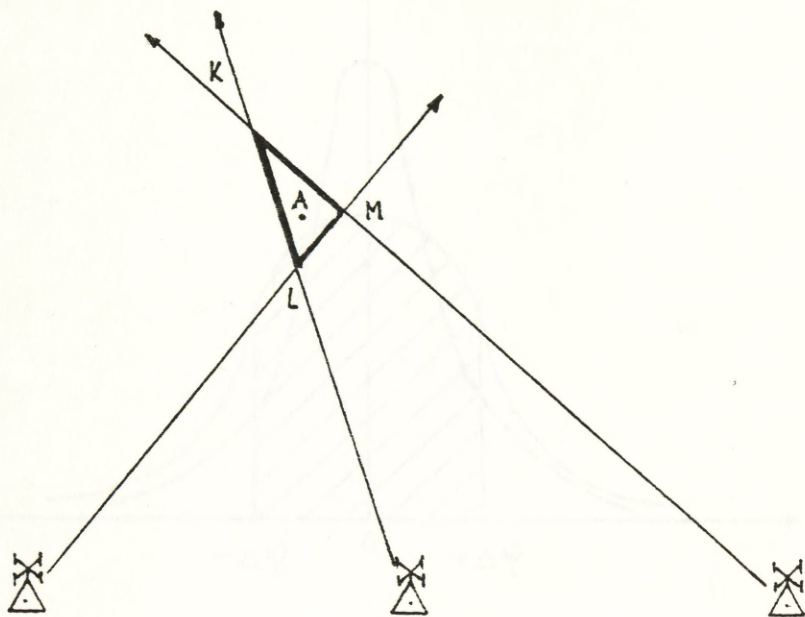
Jeżeli namierzane ZRe znajduje się poza okręgiem, to błąd liniowy oblicza się z zależności:

$$\Delta l = 0,0175 \frac{\sin^2 \alpha_1 + \sin^2 \alpha_2 - 2 \sin \alpha_1 \sin \alpha_2 \cos / \alpha_1 + \alpha_2 /}{\sin^2 / \alpha_1 + \alpha_2 /} \quad 2.49$$



Rys.2.14. Błąd liniowy przy namierzaniu dwoma UN

Przy namierzaniu ZRe w punkcie A /rys.2.15/ za pomocą trzech UN otrzymuje się trójkąt błędu KLM. Jako miejsce położenia ZRe przyjmuje się środek ciężkości trójkąta. Jednakże namierzany obiekt nie zawsze musi znajdować się wewnątrz trójkąta błędu, a pole trójkąta nie świadczy o dokładności namierzenia /34/. Oznacza to, że ocena dokładności określania położenia ZRe powinna być dokonana za pomocą teorii błędów.



Rys.2.15. Przecięcie się linii namiarów trzech UN

Ponieważ błędy namierzania uwarunkowane są z reguły wpływem wielu czynników losowych, to spełniają one założenia teorii błędów, która bazuje na teorii prawdopodobieństwa. Zastosowanie teorii błędów pozwala określić dokładność namierzania.

Z doświadczenia wynika, że błędy kątowe namierzania podlegają rozkładowi normalnemu. Gęstość prawdopodobieństwa błędu kąтового $\Delta\psi$ opisana jest zależnością:

$$P_{/\Delta\psi/} = \frac{K}{\sqrt{\pi}} e^{-K\Delta\psi^2/2} \quad 2.50$$

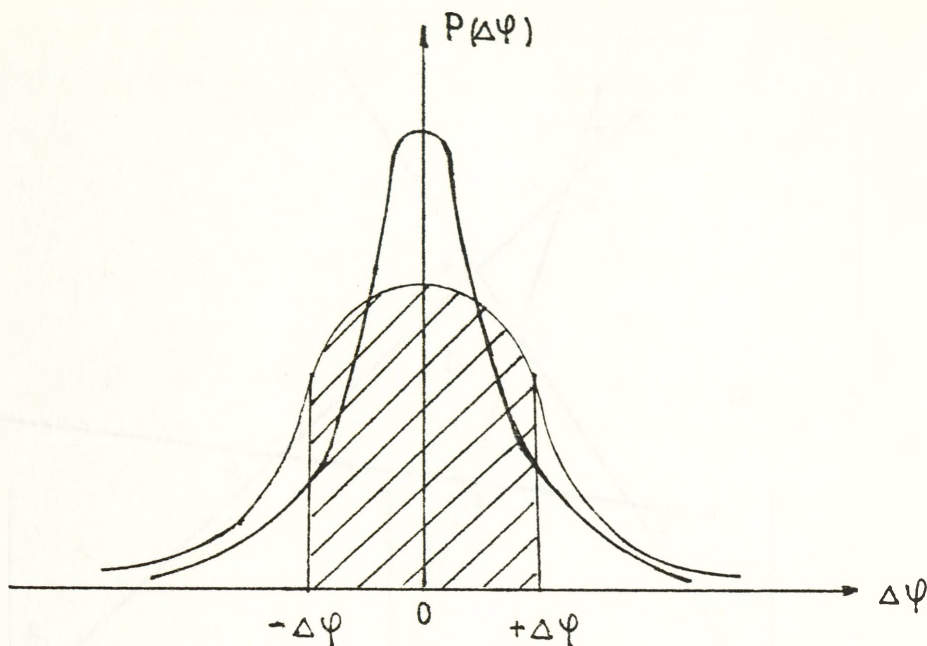
gdzie:

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

$$K = \frac{40,5}{\sigma} /\text{stopnie}/ = \frac{1}{\sqrt{2} \sigma} /\text{rad}/ \quad 2.50a$$

Jest on jednocześnie miarą jakości namiernika z punktu widzenia zapewnienia określonej dokładności namierzania.

Na rysunku 2.16 przedstawione są krzywe rozkładu normalnego dla dwóch wartości błędu średniokwadratowego σ . Widać, że przy dużym współczynniku dokładności namiaru mniejsze jest prawdopodobieństwo wystąpienia dużych błędów kątowych.



Rys.2.16. Krzywe rozkładu normalnego błędów namierzania

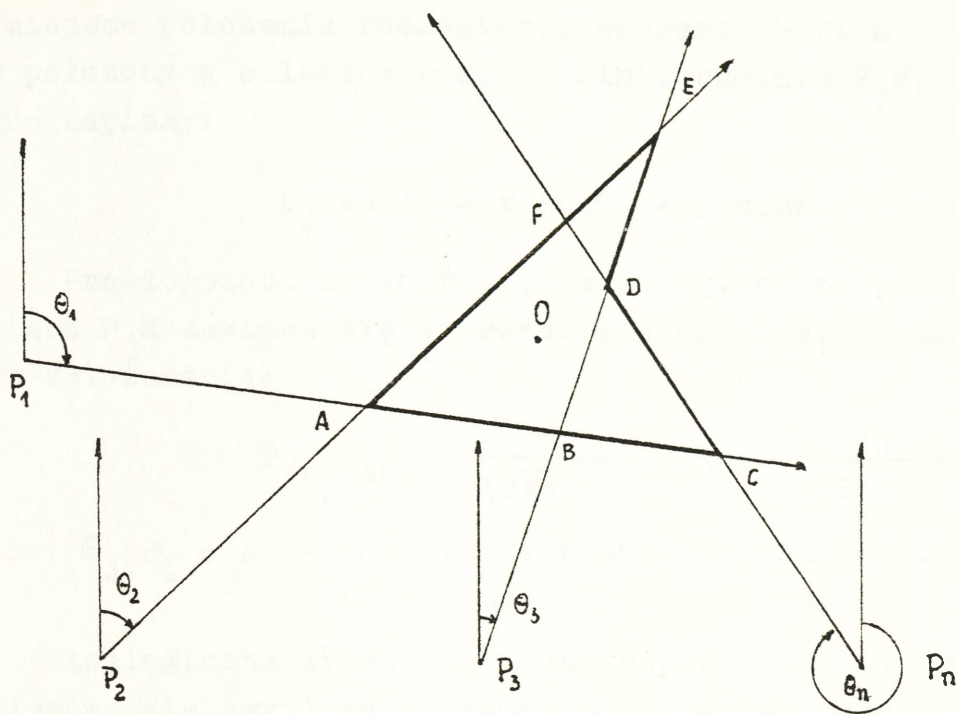
Jeżeli gęstość prawdopodobieństwa scala się w zadanych granicach błędu kąowego $\pm\Delta\psi_1$, to otrzymana się prawdopodobieństwo tego, że namiar nie będzie obarczony błędem większym od $\Delta\psi_1$, co jest miarą pewności namierzania P_e .

$$P_e = \int_{-\Delta\psi_1}^{+\Delta\psi_1} P(\Delta\psi) / d\Delta\psi \quad 2.51$$

Ponieważ błędy kąowe mogą być różne, dlatego za pomocą teorii błędów należy wyznaczyć najbardziej prawdopodobny punkt położenia ZRe oraz określić rejon, w granicach którego powinno znajdować się ZRe z zadany prawdopodobieństwem P_e .

Rozpatrzmy ogólny przypadek namierzania ZRe położonego w punkcie 0 /rys.2.17/ za pomocą urządzeń namierzających P_1, P_2, \dots, P_n z błędami kąowymi $\Delta\psi_1, \Delta\psi_2, \dots, \Delta\psi_n$. Otrzymane namiary $\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_n$ obarczone są błędami średniokwadratowymi $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$. Z powodów błędów kąowych linie nie przecinają się w jednym punkcie, lecz tworzą wielobok. Liczbę wierzchołków wieloboku oblicza się ze wzoru:

$$/n/ = \frac{n!}{2! / n-2!} \quad 2.52$$

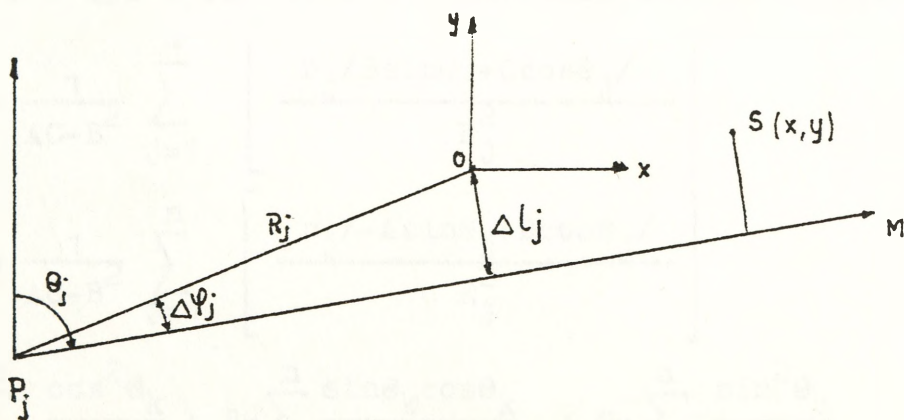


Rys.2.17. Namierzanie za pomocą wielu UN

Na rysunku 2.18 przedstawiona jest linia namiaru jednego /j-tego/ UN. Początek układu współrzędnych przeniesiony jest do punktu \$O\$ rzeczywistego położenia ZRe. Oś \$O_x\$ skierowana jest wzdłuż równoleżnika, a oś \$O_y\$ - wzdłuż południka przechodzącego przez punkt \$O\$. Błąd liniowy UN \$P_j\$ wynosi

$$\Delta l_j = R_j \Delta \psi_j$$

gdzie: \$R_j\$ - odległość między \$O\$ i \$P_j\$.



Rys.2.18. Linia namiaru j-tego UN

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 $P_j M$, to dla r_j można napisać:

$$r_j = \Delta l_j - x \cos \theta_j + y \sin \theta_j \quad 2.53$$

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:

$$P/r_j/dr_j = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_j R_j} \exp\left[-\frac{r_j^2}{2\sigma_j^2 R_j^2}\right] / dr_j \quad 2.54$$

gdzie: $\sigma_j R_j = E_j$ - odchylenie średniokwadratowe linii namiaru od rzeczywistego położenia ZRe.

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

$$P/r_1, r_2, \dots, r_n / dr_1, dr_2, \dots, dr_n = \frac{1}{\sqrt{2\pi}^{n/2} E_1, E_2, \dots, E_n} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \frac{(\Delta l_j - x \cos \theta_j + y \sin \theta_j)^2}{E_j^2}\right] dr_1, dr_2, \dots, dr_n \quad 2.55$$

Współrzędne $/x_0, y_0/$ najbardziej prawdopodobnego punktu położenia ZRe można wyznaczyć z warunku maksimum wyrażenia 2.55 lub minimum potęgi e w tym wyrażeniu. W rezultacie otrzymuje się:

$$x_0 = \frac{1}{AC - B^2} \sum_{j=1}^n \left[\frac{r_j / B \sin \theta_j + C \cos \theta_j}{E_j^2} \right] \quad 2.56$$

$$y_0 = \frac{1}{AC - B^2} \sum_{j=1}^n \left[\frac{r_j / -A \sin \theta_j + B \cos \theta_j}{E_j^2} \right] \quad 2.57$$

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 ZRe i nazywa się środkiem prawdopodobieństwa/34/. Można wykazać, że środek prawdopodobieństwa pokrywa się z środkiem ciężkości figury ABCDEF /rys.2.17/, w wierzchołkach której umieszczone są masy m_{jk} . Współrzędne środka ciężkości oblicza się z zależności:

$$x_0 = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n x_{jk} m_{jk}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n m_{jk}} \quad 2.58$$

$$y_0 = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n y_{jk} m_{jk}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n m_{jk}} \quad 2.59$$

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:

$$\Delta l_j - x \cos \theta_j + x \sin \theta_j = 0 \quad 2.60$$

$$\Delta l_k - x \cos \theta_k + x \sin \theta_k = 0 \quad 2.61$$

Rozwiązanie układu równań daje w rezultacie:

$$x_{jk} = \frac{\Delta l_k \sin \theta_j - \Delta l_j \sin \theta_k}{\sin / \theta_j - \theta_k /} \quad 2.62$$

$$y_{jk} = \frac{\Delta l_k \cos \theta_j - \Delta l_j \cos \theta_k}{\sin / \theta_j - \theta_k /} \quad 2.63$$

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

$$m_{jk} = \frac{\sin^2 \alpha_{jk}}{E_j^2 E_k^2} \quad 2.64$$

gdzie:

α_{jk} jest kątem pod jakim przecinają się linie namiarów od UN P_j i P_k i jest równy $\alpha_{jk} = \theta_j - \theta_k$

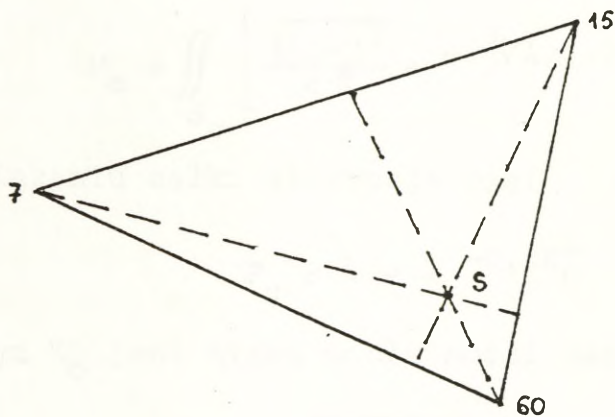
Dla dwóch UN najbardziej prawdopodobne położenie ZRe pokrywa się z punktem przecięcia namiarów. Dla trzech UN masy umieszczone w wierzchołku trójkąta błędów są równe odpowiednio:

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

lub

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

Graficzne określenie najbardziej prawdopodobnego położenia ZRe przy trzech UN polega na znalezieniu punktu przecięcia prostych poprowadzonych z wierzchołków trójkąta błędów, które dzielą przeciwległe boki na odcinki odwrotnie proporcjonalne do mas w wierzchołkach /rys.2.19/.



Rys.2.19. Wyznaczanie środka ciężkości trójkąta

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

Jeżeli początek układu współrzędnych przeniesie się do punktu najbardziej prawdopodobnego położenia ZRe $/x_0, y_0/$, to prawdopodobieństwo tego, że ZRe znajduje się w dowolnym punkcie o współrzędnych x, y oblicza się z zależności:

$$P_{/x,y/dxdy} = \frac{\sqrt{AC-B^2}}{2\pi} e^{-\frac{1}{2}(Ax^2-2Bxy+Cy^2)} dx dy \quad 2.65$$

Z powyższego równania widać, 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:

$$Ax^2 - 2B_{xy} + Cy^2 = K_0^2 \quad 2.66$$

które jest równaniem elipsy. Oznacza to, że rejon prawdopodobnego położenia Z_{Re} ograniczony jest elipsą, 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 :

$$P_e = \iint_{S_e} \left[\frac{\sqrt{AC-B^2}}{2\pi} e^{-\frac{1}{2}(Ax^2-2Bxy+Cy^2)} \right] dx dy \quad 2.67$$

Po rozwiązaniu całki otrzymuje się:

$$P_e = 1 - e^{-0,5K_0^2} \quad 2.68$$

przy czym K_0 jest miarą dokładności namierzania zależną od P_e .

$$K_0 = \sqrt{-2 \ln/1-P_e} \quad 2.69$$

Ze wzrostem K_0 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:

$$\frac{x^2}{a_0^2} + \frac{y^2}{b_0^2} = K_0^2 \quad 2.70$$

gdzie a_0 i b_0 są odpowiednio długościami dużej i małej półosi elipsy.

Wzory dla obliczania półośi elipsy są następujące:

$$a_0 = \sqrt{-\ln/1-P_e/} \frac{\sqrt{A+C + \sqrt{A-C/2+4B^2}}}{\sqrt{AC-B^2}} \quad 2.71$$

$$b_0 = \sqrt{-\ln /1-P_e/} \frac{\sqrt{A+C - \sqrt{A-C/2 + 4B^2}}}{\sqrt{AC - B^2}} \quad 2.72$$

Kąt γ zawarty między dłuższą osią elipsy a południkiem określa się w zależności:

$$\tan \gamma = \frac{A-C - \sqrt{A-C/2 + 4B^2}}{2B} \quad 2.73$$

Znając wielkości a_0 i b_0 można obliczyć powierzchnię elipsy ze wzoru:

$$S_e = \pi a_0 b_0 = 2\pi \ln /1-P_e/ \frac{1}{\sqrt{AC-B^2}} \quad 2.74$$

Z przedstawionej analizy należy wyciągnąć następujące wnioski:

1. Błędy liniowe namierzania mają rozkład eliptyczny, tzn. przy dużej liczbie namiarów linie przecinają się wewnątrz obszaru ograniczonego elipsą.
2. Gęstość prawdopodobieństwa przecięcia się linii namiarów maleje przy oddalaniu się od punktu rzeczywistego położenia ZRe.
3. Powierzchnia elipsy przy zadanym prawdopodobieństwie P_e oraz dokładności namierzania K zależy od odległości ZRe od urządzeń namierzających oraz kąta przecięcia się linii namiarów.
4. Duża półoś elipsy charakteryzuje maksymalny błąd liniowy namierzania.

Jak z powyższych rozważań wynika, dokładne określenie współrzędnych punktu położenia ZRe wymaga szeregu skomplikowanych obliczeń, co zajmuje dużo czasu, a ponadto zachodzi możliwość pomyłki w obliczeniach. Z tego względu do tych obliczeń należy wykorzystać EMC. Do pamięci EMC należy na stałe wprowadzić współrzędne punktów położenia UN wraz z poprawkami na deklinację i uchylenie magnetyczne. Zadanymi parametrami powinny być również błędy kątowe namiarów /UN/ oraz maksymalna dopuszczalna wartość błędu kąтового namierzania. Po wprowadzeniu do maszyny wartości azymutów otrzymanych

z UN, następuje obliczenie współrzędnych najbardziej prawdopodobnego punktu położenia ZRe oraz długości osi i położenie elipsy prawdopodobieństwa. Po obliczeniu tych danych zachodzi konieczność wyliczenia błędów kątowych popełnionych przez poszczególne UN oraz porównanie ich z wartością zadaną. W trakcie obliczeń istnieje możliwość eliminacji tych namiarów, dla których błąd kątowy jest zbyt duży, lecz liczba namiarów wziętych do obliczeń nie może być mniejsza od 3 - 4.

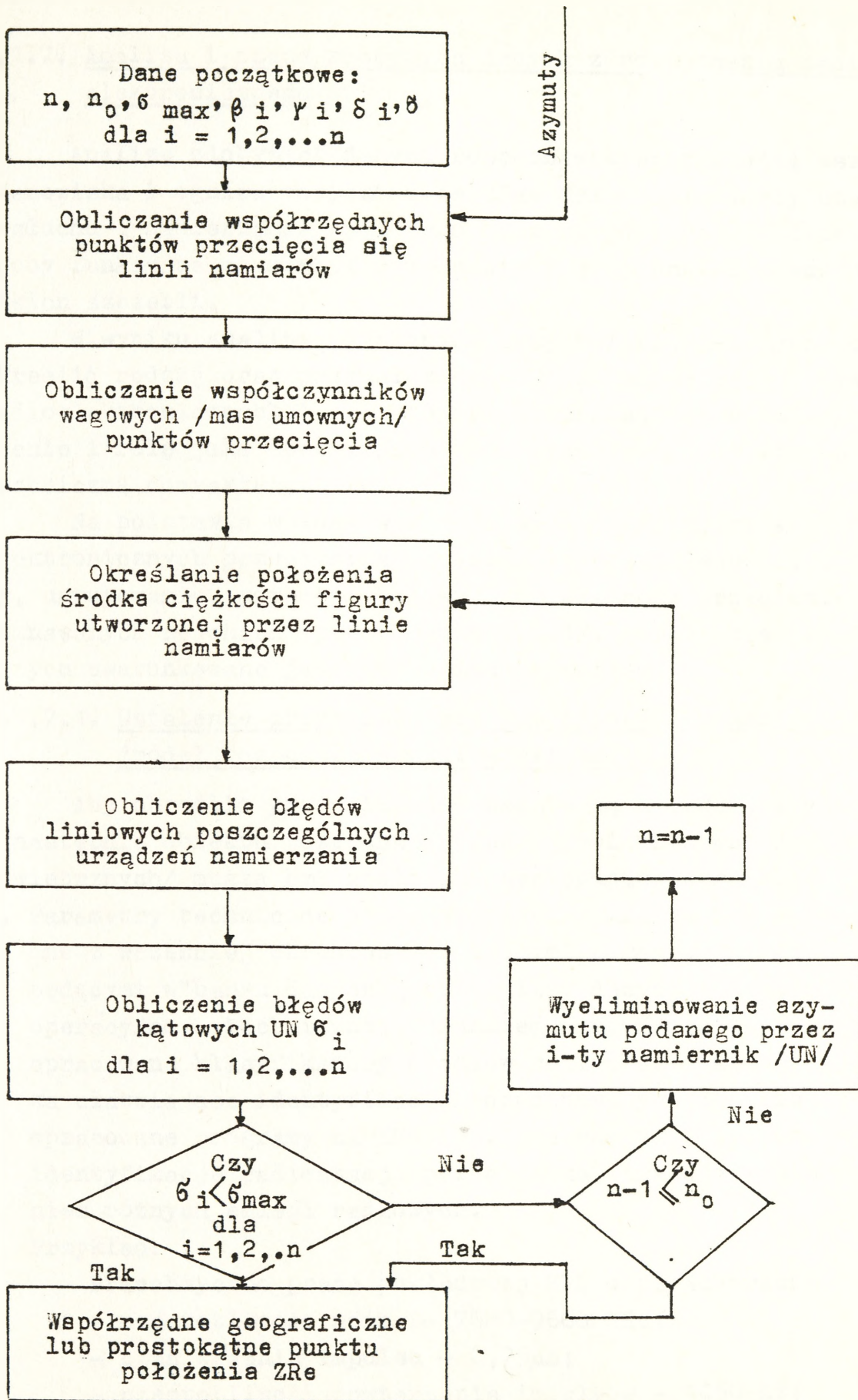
Przykład algorytmu opracowania wyników namierzania ilustruje rysunek 2.20. Program wyznacza położenie ZRe we współrzędnych geograficznych na podstawie azymutów magnetycznych określonych przez UN /34/.

Dane początkowe algorytmu stanowią: liczba UN /n/ w systemie namierzania; współrzędne geograficzne punktów położenia UN / β - szerokość geograficzna, μ - długość geograficzna/; wartość deklinacji magnetycznej / δ / dla punktów położenia UN; średniokwadratowy błąd kątowy UN / σ /; maksymalny dopuszczalny błąd kątowy namierzania / σ_{\max} /; minimalna liczba namiarów / n_0 /, która powinna być uwzględniana w obliczeniach.

Algorytm opracowania wyników obejmuje następujące etapy:

- wprowadzanie azymutów pomierzonych przez poszczególne UN;
- obliczanie współrzędnych punktów przecięcia się linii namiarów;
- obliczanie współczynników wagowych /mas/ punktów przecięcia;
- wyznaczanie położenia środka ciężkości figury utworzonej przez linie namiarów;
- obliczenie błędu liniowego poszczególnych namiarów;
- obliczenie błędów kątowych popełnionych przez UN.

Jeżeli błędy kątowe nie przekraczają zadanej wartości dopuszczalnej σ_{\max} , to wyznaczone położenie środka ciężkości stanowi najbardziej prawdopodobny punkt położenia ZRe. W przypadku, gdy błąd kątowy namiarów przekracza wartość dopuszczalną, należy wyeliminować ten azymut, dla którego błąd kątowy jest największy i powtórzyć proces obliczeń. Eliminację namiarów należy zakończyć wtedy, gdy ich liczba osiągnie założoną wartość n_0 . Wyznaczone położenie ZRe we współrzędnych geograficznych może być również przedstawione we współrzędnych prostokątnych płaskich, co ułatwia nanoszenie położenia na mapie topograficznej.



Rys.2.20. Algorytm opracowania wyników namierzania

2.1.7. Analiza i ocena zdobytych danych z rozpoznania radioelektronicznego

Analizę zdobytych danych rozpoznawczych prowadzą wszystkie stanowiska i ogniwa rozpoznawcze SRRe OPK - operatorzy stanowisk nasłuchu i namierzania radiowego oraz rozpoznania pokładowych SRL, osoby funkcyjne stanowisk dowodzenia i grup analizy danych wszystkich szczebli.

W wyniku analizy uzyskanych danych rozpoznawczych można określić rodzaj oraz przynależność ZRe do odpowiednich systemów radioelektronicznych i obiektów rozpoznania, ich skład, przeznaczenie i rolę jaką spełniają w tych systemach oraz ich operacyjno-techniczną charakterystykę.

Na podstawie wniosków z analizy i oceny pracy środków radioelektronicznych przeciwnika określa się przynależność, skład bojowy, ugrupowanie, gotowość bojową i działalność przeciwnika w rozpoznawanych rejonach /patrz punkt 2.1.1/. Określenie powyższych danych uwarunkowane jest szeregiem czynników.

2.1.7.1. Ustalenie przynależności państwowej i organizacyjnej źródeł rozpoznania radioelektronicznego

Aby określić przynależność państwową i organizacyjną ZRe, a następnie obiektu rozpoznania /celu powietrznego, jednostki sił powietrznych/ muszą być spełnione następujące warunki:

1. Parametry techniczne przechwyconych sygnałów ZRe muszą być zgodne z wcześniej określonymi, znanymi parametrami ZRe /wzorcami/ będącymi w "banku danych" grup analizy danych lub grup analizy operacyjno - technicznej. "Bankiem danych" są tu wcześniej opracowane klasyfikatory środków radioelektronicznych przeciwnika ułatwiające identyfikację rozpoznawanych ZRe lub specjalnie opracowane programy na EMC, np. program "ROT", umożliwiający identyfikację radiostacji przeciwnika, pracujących z wykorzystaniem różnych emisji radiowych.

Przykład:

Przechwycono pracę pokładowej SRL o parametrach:

- częstotliwość nośna - 7680-9660 MHz;
- czas trwania impulsu - 0,75 μ s;
- częstotliwość powtarzania impulsów - 1050 Hz;
- częstotliwość powtarzania serii impulsów - 4,95-5,33 Hz;
- czas trwania serii impulsów - 45-60ms;
- obroty anteny - 14/min.

Na podstawie tych parametrów można ustalić, że pracującą SRL jest stacja typu AN/APN - 59, a obiektem rozpoznania prawdopodobnie samolot rozpoznawczy RC - 135 sił powietrznych USA /8/.

2. W treści przechwyconej korespondencji radiowej muszą być podane sygnały /sygnał/ rozpoznawcze radiostacji korespondentów lub indeksy pilotów. Dla przykładu, jeżeli w wymianie radiowej przechwycono sygnały rozpoznawcze radiostacji o brzmieniu "UPAVON" i "ASCOT 4962", to na ich podstawie można stwierdzić, że pracowały: radiostacja dowództwa 38 GLT W. Brytanii oraz radiostacja pokładowa samolotu transportowego typu C - 130 HERCULES sił powietrznych W. Brytanii /66/.

2.1.7.2. Określenie składu obiektów rozpoznania

Określenie składu obiektu rozpoznania /celu powietrznego, jednostki sił powietrznych/ jest jednym z najtrudniejszych problemów analizy i oceny danych rozpoznawczych.

Aby określić rzeczywisty skład obiektu rozpoznania należałoby uzyskać dane o jego wszystkich elementach składowych. Jest to możliwe, gdy w treści korespondencji radiowej prowadzonej w rozpoznawanych sieciach i kierunkach radiowych podano pełny skład korespondentów. Takie sytuacje mają miejsce w przypadku przekazywania przez radiostację główną w sieci /np. radiostację dowództwa sił powietrznych określonego szczebla/ sygnałów alarmowania lub powiadamiania do radiostacji podległych /radiostacji jednostek sił powietrznych podległych danemu dowództwu/.

Określenie rzeczywistego składu celu powietrznego będzie możliwe, jeżeli:

1. Na wszystkich samolotach ze składu celu powietrznego będą włączone i zostaną rozpoznane środki łączności radiowej, radionawigacji lub radiolokacji.
2. W treści korespondencji radiowej prowadzonej przez załogi samolotów i przechwyconej przez urządzenia rozpoznawcze, zostanie określona pośrednio lub bezpośrednio liczba samolotów w składzie celu.

Taka sytuacja jest mało prawdopodobna, lecz może mieć miejsce. Najczęściej jednak w składzie celu powietrznego mogą pracować co najwyżej 2 - 3 urządzenia radioelektroniczne. Dlatego też skład celu powietrznego może być określony jedynie szacunkowo.

2.1.7.3. Określenie wysokości lotu celu powietrznego

Określenie wysokości lotu celu powietrznego jest możliwe tylko wówczas, jeżeli w treści korespondencji radiowej załóg samolotów podana zostanie tekstem jawnym wysokość lotu celu w chwili prowadzenia korespondencji radiowej /zgłoszenia/ lub na całej trasie lotu. Wysokość ta podawana jest w meldunkach załóg samolotów do naziemnych ośrodków kontroli ruchu lotniczego /OKRL/ w hektostopach.

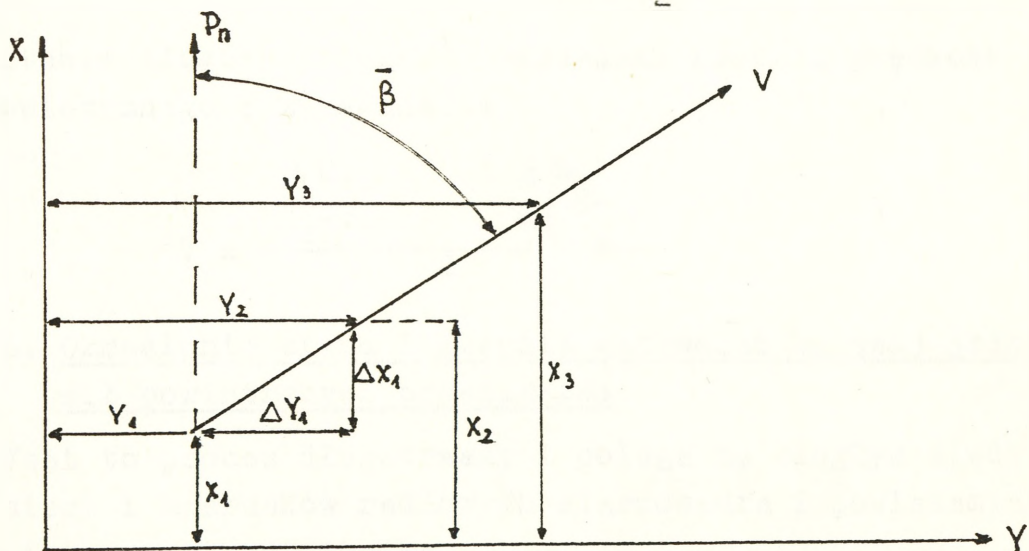
2.1.7.4. Ustalenie kierunku lotu celu powietrznego

Kierunek lotu celu powietrznego - kąt zawarty między kierunkiem północy topograficznej, a wektorem prędkości tego celu, możemy określić na podstawie trzech kolejnych pomiarów współrzędnych danego celu /rys.2.21/. Na podstawie powyższych pomiarów obliczamy przyrosty Δx i Δy według zależności:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x_1 &= x_2 - x_1 \\ \Delta x_2 &= x_3 - x_2 \\ \Delta y_1 &= y_2 - y_1 \\ \Delta y_2 &= y_3 - y_2 \end{aligned} \right\}$$

Następnie na podstawie obliczonych przyrostów Δx i Δy określamy czwartak ρ z zależności:

$$\rho = \text{arc tg} \frac{\frac{\pm \Delta x_1 \pm \Delta x_2}{2}}{\frac{\pm \Delta y_1 \pm \Delta y_2}{2}} \quad 2.75$$



Rys.2.21. Kierunek lotu celu powietrznego

Czwartak γ pozwala na określenie kierunku lotu celu powietrznego $\bar{\beta}$ według następującej zależności:

$$\left. \begin{array}{l} \text{I - ćwiartka: } \bar{\beta} = 90^\circ - \gamma ; \text{ dla } +\Delta x \text{ i } +\Delta y \\ \text{II - ćwiartka: } \bar{\beta} = 90^\circ + \gamma ; \text{ dla } -\Delta x \text{ i } +\Delta y \\ \text{III - ćwiartka: } \bar{\beta} = 270^\circ - \gamma ; \text{ dla } -\Delta x \text{ i } -\Delta y \\ \text{IV - ćwiartka: } \bar{\beta} = 270^\circ + \gamma ; \text{ dla } +\Delta x \text{ i } -\Delta y \end{array} \right\} 2.76$$

lub

$$\left. \begin{array}{l} \bar{\beta} = 90^\circ \text{ dla } \Delta x=0 \text{ i } \Delta y > 0 \\ \bar{\beta} = 270^\circ \text{ dla } \Delta x=0 \text{ i } \Delta y < 0 \\ \bar{\beta} = 0^\circ \text{ dla } \Delta x > 0 \text{ i } \Delta y=0 \\ \bar{\beta} = 180^\circ \text{ dla } \Delta x < 0 \text{ i } \Delta y=0 \end{array} \right\} 2.77$$

2.1.7.5. Określenie prędkości lotu celu powietrznego

Prędkość lotu celu powietrznego możemy określić na podstawie trzech kolejnych pomiarów współrzędnych prostokątnych, to jest:

$$\left. \begin{array}{l} \text{a/ } x, y \text{ dla } t_1 \\ \text{b/ } x_1, y_1 \text{ dla } t_2 \\ \text{c/ } x_2, y_2 \text{ dla } t_3 \end{array} \right\} 2.78$$

Następnie określamy długość odcinków trasy lotu celu powietrznego pomiędzy kolejnymi pomiarami, według zależności:

$$\begin{aligned} \Delta D_1 &= \sqrt{/x_1-x/2 + /y_1-y/2} \\ \Delta D_2 &= \sqrt{/x_2-x_1/2 + /y_2-y_1/2} \end{aligned} \quad 2.79$$

Na podstawie długości odcinków określamy średnią prędkość lotu celu powietrznego z zależności:

$$v = \frac{\frac{\Delta D_1}{t_2-t_1} + \frac{\Delta D_2}{t_3-t_2}}{2} \quad 2.80$$

2.1.7.6. Określenie stanu i stopnia gotowości bojowej jednostek sił powietrznych przeciwnika

Jest to proces długotrwały i polega na ciągłym śledzeniu pracy sieci i kierunków radiowych alarmowania i powiadamiania sił powietrznych przeciwnika.

Określenie aktualnego stanu i stopnia gotowości bojowej jednostek sił powietrznych przeciwnika jest możliwe jeżeli w przechwyconej korespondencji radiowej przekazany zostanie sygnał

wprowadzający w danej jednostce lub całości sił powietrznych przeciwnika określony stan lub stopień gotowości bojowej.

2.1.7.7. Ustalenie ugrupowania dowództw i jednostek sił powietrznych przeciwnika

Ugrupowanie dowództw i jednostek sił powietrznych przeciwnika w okresie pokoju /stałej gotowości bojowej/ jest elementem stałym /znanym/. Siły i środki SRRe OPK okresowo kontrolują położenie tych jednostek. W okresie wzrastania zagrożenia ze strony przeciwnika /wprowadzania w tych siłach wyższych stanów i stopni gotowości bojowej/ częstotliwość kontroli dyslokacji jednostek sił powietrznych przeciwnika się zwiększa. Dzięki temu możliwe jest natychmiastowe określenie zmian w ugrupowaniu przeciwnika, a szczególnie takich zamian jak: przegrupowanie jednostek sił powietrznych na lotniska zapasowe oraz przerzut jednostek sił powietrznych z innych teatrów działań wojennych na lotniska rozmieszczone na rozpoznawanym TDW.

Zatem określenie aktualnego ugrupowania jednostek sił powietrznych przeciwnika przez SRRe OPK jest możliwe, jeżeli będzie prowadzona ciągła kontrola miejsc rozmieszczenia tych jednostek poprzez ciągłe śledzenie pracy i namierzanie radiostacji przeciwnika zabezpieczających działania tych jednostek.

2.1.8. Sprawdzenie terminowości informacji z rozpoznania radioelektronicznego

Mówimy, że informacja jest terminowa, jeżeli dotrze ona do użytkownika /adresata/ w określonym normami czasie.

W działaniach bojowych SRRe OPK wyróżniamy cztery rodzaje informacji rozpoznawczych. Są to informacje alarmowe, bardzo pilne, pilne i zwykłe.

Informacje alarmowe przekazywane użytkownikom zawierają dane o przygotowaniach do użycia broni jądrowej przez przeciwnika, wprowadzenia w siłach powietrznych lub całości sił zbrojnych przeciwnika wyższych stanów i stopni gotowości bojowej, a także danych o działalności sił powietrznych przeciwnika szczególnie w akwenie Morza Bałtyckiego.

Informacje bardzo pilne zawierają dane o rozpoczęciu rejsów przez samoloty i okręty rozpoznawcze, lotach samolotów lotnictwa

strategicznego, przerzutach się wzmocnienia na ETW, planowanych i wykonywanych desantach itp.

Informacje pilne to dane o zmianach w ugrupowaniu, dyslokacji dowództw, sztabów i jednostek, rozpoczęciu, przebiegu i zakończeniu ćwiczeń, zmianach i odstępstwach od ustalonych reżimów pracy w systemach łączności i systemach radiolokacyjnych.

Informacje zwykłe dotyczą danych o działalności szkoleniowej i administracyjnej, planowanych przedsięwzięciach militarnych, potwierdzeniu stacjonowania jednostek sił powietrznych itp.

Wszystkie wymienione rodzaje informacji przekazywane są do adresatów /użytkowników/ technicznymi środkami łączności w formie meldunków ustnych lub pisemnych, w czasie ustalonym zarządzeniem szefa sztabu wojsk OPK na rozpoznanie.

Normatywny czas obiegu w/w rodzajów informacji, od chwili ich zdobycia do chwili ich dostarczenia adresatom, ustalony w Zarządzeniu Szefa Sztabu WOPK nr 07 ze stycznia 1987r. zawiera tabela 2.3a.

Tabela 2.3a

Rodzaj inf. / Adresat	Alarmowe	B.pilne	Pilne	Zwykłe
PŁSD	1 min	natychmiast po ich uzyskaniu		-
SD KOPK	do 2 min	3 min	3 min	Raz na dobę
CSD WOPK	do 5 min	15 min	15 min	Raz na dobę
SK JSRR WP	do 5 min	15 min	15 min	Raz na dobę

Terminowość informacji z rozpoznania radioelektronicznego sprawdzamy porównując rzeczywisty czas obiegu danej informacji, określany zgodnie z opisem w punkcie 2.1.4, z odpowiadającym jej czasem normatywnym podanym w tabeli 2.3a.

Jeżeli rzeczywisty czas obiegu /opóźnienia/ informacji T_I będzie większy od czasu normatywnego T_n , to informacja będzie spóźniona /nieterminowa/.

$$T_I > T_n \quad - \text{informacja spóźniona}$$

Jeżeli natomiast rzeczywisty czas obiegu danej informacji będzie równy czasowi normatywnemu lub od niego mniejszy, wówczas informacja będzie terminowa.

$$T_I \leq T_n \quad - \text{informacja terminowa}$$

2.1.9. Sformalizowany opis źródeł rozpoznania radioelektronicznego

Źródłami rozpoznania radioelektronicznego /ZRe/ dla systemu rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK są: różnego rodzaju naziemne i pokładowe radiostacje przeciwnika, pracujące w zakresie fal krótkich i ultrakrótkich oraz pokładowe systemy radiolokacyjne i radionawigacyjne, funkcjonujące we wszystkich systemach dowodzenia siłami powietrznymi przeciwnika i systemach kierowania jego środkami rażenia.

Źródła rozpoznania radioelektronicznego można przedstawić za pomocą następującego wektora:

$$ZRe = / f, W_z, t_p, R_p, R_e, f_{pi}, \lambda_p, t_{ps}, f_{ps}, P_n, G_n, W_i /$$

gdzie:

- f - częstotliwość pracy ZRe /częstotliwość nośna/;
- W_z - współrzędne prostokątne ZRe /x,y/;
- t_p - czas pracy ZRe /czas trwania wymiany radiowej, impulsu SRL/;
- R_p - rodzaj pracy źródła /ciągła, impulsowa/;
- R_e - rodzaj emisji promieniowanej przez ZRe;
- f_{pi} - częstotliwość powtarzania impulsów;
- λ_p - intensywność pracy ZRe;
- t_{ps} - czas trwania serii impulsów;
- f_{ps} - częstotliwość powtarzania serii impulsów;
- P_n - moc emitowanego sygnału /moc nadajnika/;
- G_n - zysk antenowy /kierunkowy/ anten nadawczych ZRe;
- W_i - treść przekazywanej informacji przez ZRe.

Przedstawienie treści przekazywanych informacji przez ZRe w sposób sformalizowany, umożliwiający ich wykorzystanie w modelu symulacyjnym SRRe OPK, jest możliwe tylko poprzez zastąpienie fragmentów tekstu radiogramów odpowiadającymi im symbolami znakowymi. Zestawienie najczęściej przekazywanych danych w radiogramach nadawanych w relacjach łączności radiowej KF i UKF przeciwnika oraz odpowiadających im oznaczeń zawiera tabela 2.3b.

Tabela 2.3b

Treść informacji	Oznaczenie symboliczne
Sygnal alarmowy wprowadzający określony stan gotowości bojowej	A - 1/
Sygnal alarmowy wprowadzający określony stopień gotowości bojowej	S - 2/
Sygnal zezwalający na użycie broni jądrowej	R
Lotnisko i czas startu	L _s "nazwa", czas
Lotnisko i czas lądowania	L _l "nazwa", czas
Czas osiągnięcia określonego punktu na trasie lotu	P "nazwa", czas
Wysokość lotu /w hektostopach/	H
Obiekty ataku /uderzeń/ i ich położenie	"nazwa", x, y
Czas ataku	T _a
Liczba samolotów w grupie	I _s
Ilość ładunku /samoloty transportowe/	K
Ilość tankowanego paliwa /samoloty tankowania powietrznego/	F
Ilość tankowanych samolotów	I _t

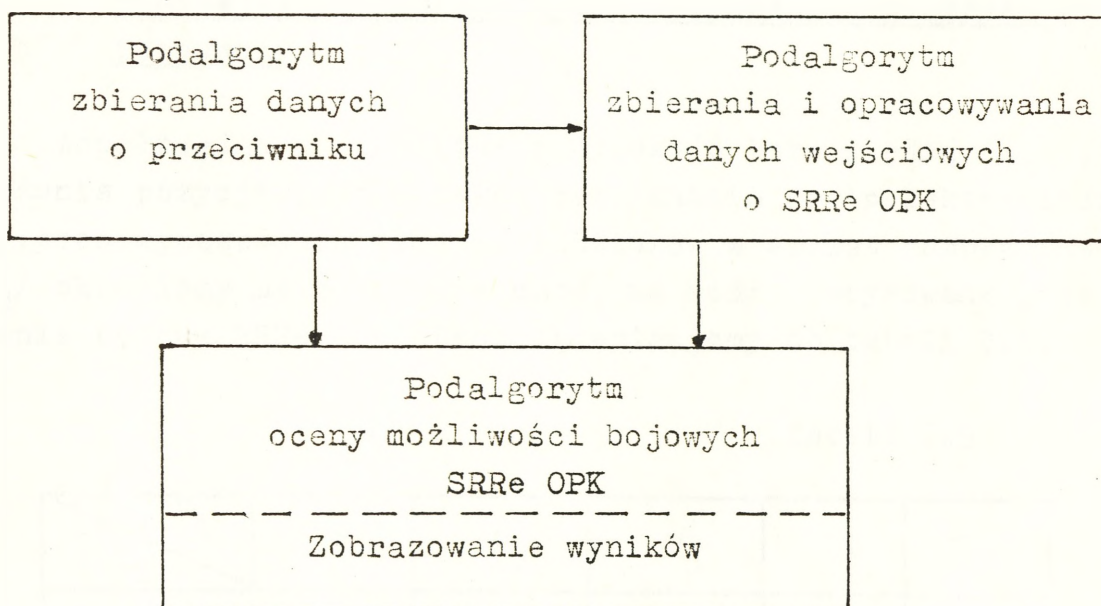
1/ W miejsce kropek wpisujemy oznaczenie nazwy stanu gotowości bojowej z formalnego lub wojskowego systemu alarmowania /Z- alarm zwykły, W- alarm wzmożony, O- alarm ogólny, P- stan pomarańczowy, C- stan czerwony/.

2/ W miejsce kropek wpisujemy oznaczenie nazwy stopnia gotowości bojowej sił powietrznych i środków OP /A - alpha, B - bravo, C - Charlie, D - delta/.

2.2. ALGORYTM OCENY MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH SYSTEMU ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSK OPK

Algorytm oceny możliwości bojowych SRRe OPK zbudowany jest z trzech zasadniczych, ściśle ze sobą współpracujących podalgorytmów /rys.2.22/:

1. Podalgorytm zbierania i opracowywania danych wejściowych o ugrupowaniu, wyposażeniu, zadaniach i możliwościach sił i środków SRRe OPK.
2. Podalgorytm zbierania danych o przeciwniku.
3. Podalgorytm oceny możliwości bojowych SRRe OPK i ich zobrazowania.



Rys.2.22. Ogólna budowa algorytmu oceny możliwości bojowych SRRe OPK

2.2.1. Podalgorytm zbierania i opracowywania danych wejściowych o systemie rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK

2.2.1.1. Określenie położenia rejonu działań bojowych SRRe OPK

Położenie rejonu działań bojowych SRRe OPK określamy z mapy, na której wrysowane jest ugrupowanie bojowe tego systemu.

Wyznaczamy współrzędne początku i końca odcinków /k/, składających się na granice rejonu działań bojowych. Wartość współrzędnych zapisujemy do następującej tabeli

Tabela 2.4

$x, y \backslash k$	1	2	3	4	5	6	.	.	K
x_1									x_{1K}
y_1									y_{1K}
x_2									x_{2K}
y_2									y_{2K}

2.2.1.2. Określenie położenia pozycji pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego i ich wyposażenia w sprzęt rozpoznawczy

Współrzędne prostokątne i wysokość bezwzględna /x, y, H/ położenia pozycji pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego / P_i / oraz wyposażenia tych pododdziałów w sprzęt rozpoznawczy / UR_j / określamy na podstawie mapy, na której wrysowane jest ugrupowanie bojowe SRRe OPK. Dane te wpisujemy do tabeli 2.5.

Tabela 2.5

Dane P_i o P_i	P_1	P_2	P_3	.	P_I
x					x_I
y					y_I
H					H_I
UR_1					UR_{1I}
UR_2					UR_{2I}
UR_J					UR_{JI}

2.2.1.3. Zestawienie parametrów technicznych urządzeń rozpoznawczych

Parametry techniczne urządzeń rozpoznawczych /UR/ odczytujemy z formularzy technicznych tych urządzeń lub z wydawnictw zawierających opis danych taktyczno - technicznych tego sprzętu. Natomiast stopień gotowości bojowej i częstotliwość pracy UR określamy zgodnie z przyjętą decyzją ich użycia. Dane te wpisujemy do tabeli 2.6.

Tabela 2.6

Parame- try UR _j	ΔF_r	R_p	R_e	A_R	$\Delta\varphi$	β	f_r	G_o	n	γ	V_t	V_{tg}	h_a	SG
UR ₁														
UR ₂														
.														
UR _J														

gdzie:

- ΔF_r - zakres rozpoznawanego pasma częstotliwości UR;
- f_r - częstotliwość robocza lub zadane pasmo poszukiwania;
- R_p - rodzaj pracy UR;
- R_e - rodzaj odbieranej emisji przez UR;
- A_R - czułość urządzenia rozpoznawczego;
- $\Delta\varphi$ - kątowy błąd urządzenia niemierzającego;
- β - szerokość pasma przepuszczania UR;
- G_o - zysk energetyczny /kierunkowy/ anteny UR;
- n - prędkość obrotu anten UR;
- γ - szybkość przestrajania UR;
- V_t - prędkość przesuwu taśmy magnetofonowej;
- V_{tg} - prędkość modulacji telegraficznej;
- h_a - wysokość zawieszenia anteny UR;
- SG - stopień gotowości bojowej w jakiej znajduje się UR.

W tabeli 2.7 znak "+" wskazuje na spełnienie warunku słyszalności źródeł rozpoznania, oddalonych na odpowiadającą temu znakowi odległość od miejsca rozwinięcia RCO KF.

W załączniku nr 2 przedstawione zostały wyniki obliczeń strefy nasłuchu radiowego KF, wykonanych na mikrokomputerze AMSTRAD - 6128, z wykorzystaniem programu "STREFA NASŁUCHU RADIO- WEGO KF SRRe OPK", dla przyjętych przykładowych danych wejściowych.

2. Obliczanie zasięgu namierzania radiowego KF.

Zasięg namierzania radiowego KF obliczamy zgodnie z opisem podanym w punkcie 2.1.3.3. Zasięg ten oblicza się w stosunku do wszystkich par namierników radiowych KF będących w SRRe OPK. Liczbę par namierników radiowych KF, a tym samym liczbę elementarnych stref namierzania oblicza się z zależności:

$$L_{SN} = \frac{n/n-1/}{2}$$

gdzie:

n - liczba namierników radiowych KF w SRRe OPK.

Ze wzoru 2.14 /punkt 2.1.3.3/ wynika, że maksymalny zasięg namierzania radiowego KF zależy przede wszystkim od wielkości podstawy namierzania. Długość poszczególnych podstaw namierzania /D/ mierzymy na mapie z ugrupowaniem bojowym SRRe OPK lub wykorzystujemy dane /współrzędne prostokątne położenia pozycji rozwinięcia namierników radiowych KF/ z tabeli 2.5. Wyniki obliczeń wpisujemy do tabeli 2.8.

Tabela 2.8

UN_i^{KF}	UN_2^{KF}	UN_3^{KF}	UN_4^{KF}	.	.	.	UN_I^{KF}
UN_1^{KF}	$M_{max_{1,2}}$						
UN_2^{KF}	-						
UN_3^{KF}	-	-					
.	-	-	-				
UN_{I-1}^{KF}	-	-	-	-			

Zasięg namierzania radiowego KF można obliczyć wykorzystując zamieszczony w załączniku nr 1 program "MOŻLIWOŚCI BOJOWE SRRe OPK" opracowany na mikrokomputer ATARI - 65XE.

3. Obliczanie zasięgu nasłuchu radiowego UKF i rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych.

Zasięg ten obliczamy zgodnie z opisem podanym w punkcie 2.1.3.2, z zależności 2.12, w stosunku do wszystkich rodzajów UR UKF. Danymi wyjściowymi do obliczeń są:

- parametry techniczne urządzeń nadawczych źródeł rozpoznania radioelektronicznego podane w tabeli 2.17;
- parametry techniczne UR podane w tabeli 2.6;
- długość fal radiowych λ przyjmowana każdorazowo przy prowadzeniu obliczeń z częstotliwościowego zakresu pracy UR i ZRe podanych w tabeli 2.6 i tabeli 2.17;
- współczynnik tłumienia fal elektromagnetycznych w atmosferze /wzrasta wraz ze zmniejszaniem się długości fali, szczególnie istotny w zakresie fal centymetrowych i milimetrycznych/ - jego wartość podana jest w "Podręczniku radiolokacji" cz.II, WAT 1968r.;
- wysokość zawieszenia anten UR w odniesieniu do poziomu morza podana w tabeli 2.5 i 2.6;
- wysokość zawieszenia anten ZRe - wysokość bezwzględna lotu ŚNP przeciwnika.

Zasięg nasłuchu radiowego UKF i rozpoznania pokładowych SRL obliczamy dla kilku przewidywanych wysokości lotu ŚNP przeciwnika H_c . Wyniki obliczeń wpisujemy do tabeli 2.9.

Tabela 2.9

UR_i^{UKF}	P_i	λ_i	H_{ci}						
			H_{c1}	H_{c2}	H_{c3}	H_{c4}	.	.	H_{cI}
UR_1^{UKF}	P_1	λ_1							
		λ_2		R_{max}^o					
		λ_I							
	P_2	λ_1							
		λ_2							
		λ_I							
	P_I	λ_1							
		λ_2							
		λ_I							

Do obliczeń zasięgu nasłuchu radiowego UKF i rozpoznania pokładowych SRL można wykorzystać również program na mikrokomputer ATARI - załącznik nr 1.

4. Obliczanie zasięgu namierzania radiowego UKF i pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych.

Na podstawie rozważań zawartych w punkcie 2.1.3.4 można przyjąć, nie popełniając zasadniczego błędu, że zasięg namierzania radiowego UKF i pokładowych SRL jest równy minimum wartości M_{max} - obliczanej z zależności 2.14.1 i R'_0 - obliczanej z zależności 2.12.1 w stosunku do środkowego urządzenia namierzającego w kompanijnym podsystemie namierzania /KPN/, czyli że:

$$R_N^{UKF} = \min \left\{ M_{max}, R'_0 \right\}$$

Danymi do obliczeń są:

- wielkość podstawy namierzania między poszczególnymi parami namierników w kompanijnym podsystemie namierzania /D/ - mierzona z mapy z ugrupowaniem bojowym SRRe OPK lub z wykorzystaniem współrzędnych prostokątnych pozycji rozwinięcia urządzeń namierzających podanych w tabeli 2.5;
- wysokość zawieszenia anten urządzeń namierzających podana w tabeli 2.6;
- wysokość lotu ŚNP przeciwnika.

Wyniki obliczeń wpisujemy do tabeli 2.10.

Tabela 2.10

KPN _i							
	KPN ₁			KPN ₂			KPN _I
UN_{i-1}^{UKF}	UN_2^{UKF}	UN_3^{UKF}	UN_I^{UKF}	UN_2^{UKF}	UN_3^{UKF}	UN_I^{UKF}	UN_2^{UKF}
UN_1^{UKF}		R_N^{UKF}					
UN_2^{UKF}	-						
UN_{I-1}^{UKF}							

2.2.1.5. Określanie zakresu rozpoznawanych częstotliwości przez system rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK

Ten wskaźnik możliwości bojowych SRRe OPK określany jest minimalną i maksymalną wartością zakresu pracy poszczególnych

rodzajów urządzeń rozpoznawczych /KF, UKF, rozpoznania pokładowych SRL/ podaną w tabeli 2.6. Dane te wpisujemy do tabeli 2.11.

Tabela 2.11

Zakres rozp. częstot. / Rodzaj urządzeń rozp.	ΔF_{\min}	ΔF_{\max}
Nasłuch radiowy KF		
Nasłuch radiowy UKF		
Namierzanie rad. KF		
Namierzanie rad. UKF		
Rozpoznanie pokł. SRL		

Do obliczeń zakresu rozpoznawanych częstotliwości przez SRRe OPK można wykorzystać także program na mikrokomputer ATARI - załącznik nr 1.

2.2.1.6. Określanie możliwej liczby wykrytych i śledzonych źródeł rozpoznania radioelektronicznego / L_{wZRe} /

Do obliczeń możliwej liczby wykrytych i śledzonych ZRe danymi wyjściowymi są:

- ustalone na podstawie wieloletnich doświadczeń normy obciążenia stanowisk nasłuchu radiowego podane w punkcie 1.5;
- ilość odbiorników KF i UKF podana w tabeli 2.5;
- liczba zorganizowanych stanowisk nasłuchu / L_{SO} /, ich wyposażenie i przeznaczenie.

Stanowiska przechwyty radiowego KF i UKF oraz śledzenia okresowego i kontrolnego KF wyposażone są z reguły w dwa odbiorniki radiowe. Natomiast stanowiska poszukiwania radiowego wyposaża się tylko w jeden odbiornik radiowy. Wyniki obliczeń wpisujemy do tabeli 2.12.

Tabela 2.12

Rodzaj nasłuchu		L_{SO_i}	L_{wZRe}
Poszukiwanie	KF		
	UKF		
Przechwyt	KF		
	UKF		
Śledzenie okres.	KF		
Śledzenie kontr.	KF		
Ogółem	KF		
	UKF		

Możliwą liczbę wykrytych i śledzonych źródeł rozpoznania radioelektronicznego można obliczyć wykorzystując program na mikrokomputer ATARI - załącznik nr 1.

2.2.1.7. Obliczenie możliwej liczby umiejscowionych źródeł rozpoznania radioelektronicznego /L_{uzRe}/

Danymi wyjściowymi do obliczeń możliwej liczby umiejscowionych ZRe są:

- ustalone na podstawie wieloletnich doświadczeń możliwości podsystemów namierzania KF, UKF i pokładowych SRL, opisane w punkcie 1.5;
- ilość urządzeń namierzających KF, UKF i pokładowych SRL - podana w tabeli 2.5;
- liczba zorganizowanych podsystemów namierzania KF, UKF i pokładowych SRL.

Wyniki obliczeń wpisujemy do tabeli 2.13.

Tabela 2.13

Rodzaj podsystemów namierzania	Liczba pod syst. /L _{PN_i} /	L _{uzRe}	
		Jednocz.	W ciągu godz.
KF	zautom.		
	niezautom.		
UKF	niezautom.		
SRL	zautom.		
	niezautom.		
Ogółem	zautom.		
	niezautom.		

Powyższe dane można również obliczyć wykorzystując program "MOŻLIWOŚCI BOJOWE SRRe OPK" na mikrokomputer ATARI - załącznik nr 1.

2.2.1.8. Określanie dokładności umiejscawiania źródeł rozpoznania radioelektronicznego

Dokładność umiejscawiania ZRe określamy zgodnie z opisem podanym w punkcie 2.1.6, co wymaga dość skomplikowanych, żmudnych i długotrwałych obliczeń lub zgodnie z opisem podanym w punkcie 1.5 z zależności 1.5. Obliczenie dokładności umiejscawiania ZRe według zależności 1.5 jest mniej precyzyjne od opisanego w punkcie 2.1.6, jednakże wystarczająco dokładne jak dla potrzeb wstępnego określenia możliwości bojowych SRRe OPK. Obliczenia te prowadzimy dla wszystkich par namierników w poszczególnych podsystemach namierzania. Danymi wyjściowymi do obliczeń są:

- wielkość podstawy namierzenia pomiędzy namiernikami wykonującymi to samo zadanie określana z mapy z ugrupowaniem bojowym SRRe OPK lub na podstawie podanych w tabeli 2.5 współrzędnych prostokątnych urządzeń namierzających;
 - błąd kątowy urządzeń namierzających podany w tabeli 2.6.
- Wyniki obliczeń wpisujemy do tabeli 2.14.

Tabela 2.14

Podsynt. namierzenia	UN _i	UN ₂	UN ₃	UN ₄	.	UN _I
	KF	UN ₁				
UN ₂			ΔL_{\min}			
.						
UN _{I-1}						
UKF	UN ₁					
	UN ₂					
	.					
	UN _{I-1}					
SRL i RN	UN ₁					
	UN ₂					
	.					
	UN _{I-1}					

Dokładność umiejscawiania ZRe można również obliczyć wykorzystując program na mikrokomputer ATARI - załącznik nr 1.

2.2.1.9. Określenie stopnia wyszkolenia operatorów urządzeń rozpoznawczych i osób funkcyjnych stanowisk dowodzenia SRRe OPK

Stopień wyszkolenia operatorów urządzeń rozpoznawczych i osób funkcyjnych stanowisk dowodzenia systemu rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK określamy zgodnie z opisem podanym w punkcie 2.1.4.1.

Ustalone dane wpisujemy do tablicy 2.15.

Tabela 2.15

UR_i, SD_i SW_i	UR_1	UR_2	.	UR_I	SD_1	SD_2	.	SD_i
SW_3								
SW_4								
SW_5								

2.2.1.10. Określanie czasu opóźnienia informacji z rozpoznania radioelektronicznego na stanowiskach dowodzenia wojsk OPK i SK JSRR WP

Czas opóźnienia informacji rozpoznawczych określamy zgodnie z opisem podanym w punkcie 2.1.4. Danymi do obliczeń są:

- miejsce zdobycia informacji rozpoznawczej;
- stopień wykształcenia operatorów UR i osób funkcyjnych SD SRRe OPK podany w tabeli 2.15;
- średnie czasy analizy opracowania i przekazywania tej informacji poszczególnych ogniw SRRe OPK podane w tabeli 2.3;
- adresat /użytkownik/ informacji rozpoznawczej.

Wyniki obliczeń wpisujemy do tabeli 2.15a.

Tabela 2.15a

Miejsce zdob. inform./ UR_i /	UR_1	UR_2	UR_3	.	UR_I
Adresat					
CSD WOPK					
SK JSRR WP					
SD KOPK ₁					
.					
PłSD ₁					T_I
.					
SD bzrel					
SD _I					

2.2.2. Podalgorytm zbierania danych o przeciwniku

Na podstawie mapy z bazowaniem przeciwnika powietrznego i prawdopodobnym wariantem jego działania /modelem nalotu ŚNP/ oraz charakteru pracy ZRe i ich danych taktyczno - technicznych opisanych w punkcie 1.5.1.2 opracowujemy niezbędne dane dotyczące położenia i charakterystyki ZRe.

2.2.2.1. Położenie oraz warunki lotu ŚNP przeciwnika /ZRe/

Położenie oraz warunki lotu ŚNP określamy następującymi danymi:

- numer ZRe /ZRe_i/;
- współrzędne prostokątne x,y ZRe w czasie t_w;
- bezwzględna wysokość lotu ŚNP /H/;
- prędkość i kierunek lotu ŚNP /V, β /.

Dane te wpisujemy do tabeli 2.16.

Tabela 2.16

t_w \ Dane o ZRe	ZRe _i	x	y	H	V	$\bar{\beta}$
t_{w1}						
t_{w2}						
.						
t_{wI}						

2.2.2.2. Charakterystyka pracy źródeł rozpoznania radioelektronicznego

Charakterystyka pracy źródeł rozpoznania radioelektronicznego obejmuje następujące dane:

- numer ZRe odpowiadający numerowi w tabeli 2.16;
- częstotliwość pracy ZRe /f/;
- czas pracy ZRe /czas trwania korespondencji radiowej, impulsu/ /t_p/;
- częstotliwość powtarzania impulsów /f_{pi}/;
- intensywność pracy ZRe /λ_p/;
- czas trwania serii impulsów ZRe /t_{ps}/;
- częstotliwość powtarzania serii impulsów przez ZRe /f_{ps}/;

- rodzaj pracy ZRe $/R_p/$;
- rodzaj emisji promieniowanych przez ZRe $/R_e/$;
- moc emitowanego sygnału $/P_n/$;
- zysk energetyczny /kierunkowy/ anten ZRe $/G_n/$;
- obroty anten ZRe $/n/$;
- treść przekazywanej informacji przez ZRe $/W_i/$ - zgodnie z opisem podanym w punkcie 2.1.9.

Dane te wpisujemy do tabeli 2.17.

Tabela 2.17

Dane o ZRe _i \ ZRe	f	f _{pi}	f _{ps}	t _p	t _{ps}	λ _p	R _p	R _e	P _n	G _n	n	W _i
ZRe ₁												
ZRe ₂												
ZRe ₃												
.												
ZRe _I												

2.2.3 Podalgorytm oceny możliwości bojowych systemu rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK i ich zobrazowania

W podalgorytmie tym dokonuje się analizy możliwości rozpoznania /wykrycia/, umiejscowienia i określenia charakterystyk pracy wszystkich ZRe przez każdy środek /urządzenie/ rozpoznania radioelektronicznego, od momentu rozpoczęcia do momentu zakończenia umownie określonego etapu działań bojowych przez SRRe OPK.

2.2.3.1. Sprawdzenie, czy ZRe znajduje się w strefie nasłuchu radiowego KF, UKF lub rozpoznania pokładowych SRL

Sprawdzenie to wykonujemy zgodnie z opisem w punkcie 2.1.5.1. Czynność tą realizujemy od momentu rozpoczęcia do momentu zakończenia umownie przyjętego okresu prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego, dla kolejnych jednoetapowych sytuacji, w stosunku do wszystkich ZRe. Danymi wyjściowymi do obliczeń są:

- natężenie pola sygnału od radiostacji KF przeciwnika w miejscu odbioru $/E_s/$, natężenie pola zakłóceń w tym punkcie $/E_z/$ i wartość współczynnika ochrony $/K/$ lub wartość zasięgu na-

słuchu radiowego KF w stosunku do rozpoznawanych radiostacji KF przeciwnika /ZRe/ - podana w tabeli 2.7;

- wartość zasięgu nasłuchu radiowego UKF i rozpoznania pokładowych SRL podana w tabeli 2.9, w stosunku do rozpatrywanych ZRe;
- odległość bezpośrednia /D₀/ od ZRe do UR określana zależnością 2.23.

Wyniki analizy wpisujemy do tabeli 2.18 w postaci cyfr 0 lub 1 / 0 - poza strefą, 1 - w strefie /.

Tabela 2.18

ZRe _i \ P _i	P ₁					P _I				t ₀			
	UR ₁	UR ₂	UR ₃	•	UR _I	•	•	•	UR ₁		UR ₂	•	UR _I
ZRe ₁													
ZRe ₂													
•													
ZRe _I													

Czas t₀ w tabeli 2.18 oznacza moment wykrycia pracy danego ZRe przez UR SRRe OPK - patrz punkt 2.2.3.2.

2.2.3.2. Sprawdzenie, czy ZRe jest rozpoznawane przez UR SRRe OPK

Aby ZRe było rozpoznawane przez UR SRRe OPK /przy założeniu, że znajduje się ono w strefie rozpoznania tego urządzenia/ musi nastąpić spotkanie charakterystyk kierunkowych anten ZRe i UR, urządzenie rozpoznawcze musi być nastrojone na częstotliwość pracy ZRe, a ponadto w czasie spotkania charakterystyk antenowych urządzenie rozpoznawcze powinno odebrać sygnał od ZRe.

Sprawdzenie powyższych warunków wykonujemy zgodnie z opisem podanym w punktach 2.1.5.2 i 2.1.5.3. Czynność tą realizujemy od momentu rozpoczęcia do momentu zakończenia umownie przyjętego okresu prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego, w stosunku do tych ZRe, które znajdują się w strefie rozpoznania UR SRRe OPK. Wyniki analizy wpisujemy do tabeli 2.18 w postaci czasu wykrycia ZRe /t₀/ przez UR SRRe OPK.

Te ZRe, dla których przedstawione powyżej warunki nie zostaną spełnione, nie są rozpoznawane przez UR SRRe OPK i nie będą uwzględniane w dalszej analizie możliwości bojowych SRRe OPK.

2.2.3.3. Sprawdzenie, czy ZRe zostały umiejscowione przez urządzenia namierzające SRRe OPK z wymaganą dokładnością

Sprawdzenia tego dokonujemy zgodnie z opisem podanym w punkcie 2.1.6 w stosunku do wszystkich ZRe znajdujących się w strefie rozpoznania SRRe OPK i rozpoznawanych przez UR tego systemu.

Wyniki sprawdzenia wpisujemy do tabeli 2.19. W sytuacji gdy zostaną spełnione wszystkie warunki opisane w punkcie 2.1.6, co jest równoznaczne z umiejscowieniem rozpoznawanego ZRe, w tabeli 2.19 wpisujemy czas umiejscowienia tego ZRe $/t_u/$, jego współrzędne $/x_i, y_i/$ oraz zaznaczamy, które UN dokonały tego umiejscowienia i z jaką dokładnością. Jeżeli w stosunku do rozpoznawanego ZRe zostaną spełnione wszystkie warunki, z wyjątkiem warunku opisanego zależnością 2.46, co oznacza, że na rozpoznawane ZRe można określić tylko namiar /azymut/, wówczas do tabeli 2.19 wpisujemy czas określenia tego namiaru $/t_n/$, jego wartość $/A_i/$, a także zaznaczamy te UN, które dokonały namiaru na rozpoznawane ZRe.

Tabela 2.19

ZRe _i	P ₁				•	P _I				t _u	t _n	x _i	y _i	A _i
	UN ₁	UN ₂	•	UN _I		•••	UN ₁	UN ₂	•					
ZRe ₁														
ZRe ₂														
•														
ZRe _I														

2.2.3.4. Określenie charakterystyki źródeł i obiektów rozpoznania radioelektronicznego

1. Określenia przynależności państwowej i organizacyjnej /PP i NJ/ źródeł i obiektów rozpoznania

Przynależność państwową i organizacyjną ZRe, a następnie obiektu rozpoznania /celu powietrznego, jednostki sił powietrznych/ określamy zgodnie z opisem podanym w punkcie 2.1.7.1.

Danymi wyjściowymi są:

- treść korespondencji radiowej przekazywanej przez rozpoznawane ZRe - podana w tabeli 2.17;

- parametry techniczne przechwytywanych sygnałów ZRe - podane w tabeli 2.17.

Wyniki analizy i oceny powyższych danych wpisujemy do tabeli 2.20, w postaci nazwy państwa /PP/, jednostki organizacyjnej sił powietrznych /NJ/ lub typu ŚNP przeciwnika /TŚNP/ oraz typu źródła rozpoznania /TZRe/ /radiostacji, stacji radiolokacyjnej lub radionawigacyjnej/, jeżeli zostały one ustalone.

Tabela 2.20

Dane ZRe _i	TZRe	PP	NJ	TŚNP	S ₀	H _c	V _c	$\bar{\beta}$	SGB	STGB
ZRe ₁										
ZRe ₂										
.										
ZRe _I										

2. Określenie składu obiektów rozpoznania

Skład obiektów rozpoznania /S₀/ określamy zgodnie z opisem podanym w punkcie 2.1.7.2. Danymi wyjściowymi są:

- treść korespondencji radiowej przekazywanej przez ZRe - podana w tabeli 2.17;
- liczba i parametry techniczne oraz parametry sygnałów ZRe ze składu rozpoznawanego obiektu - podane w tabeli 2.17.

Wyniki analizy i oceny powyższych danych wpisujemy do tabeli 2.20.

3. Określenie wysokości lotu celów powietrznych

Wysokość lotu celów powietrznych /H_c/ określamy zgodnie z opisem podanym w punkcie 2.1.7.3. Jest to możliwe tylko dla tych celów powietrznych, których pracującymi ZRe są radiostacje KF lub UKF. Ustaloną wysokość lotu celu powietrznego wpisujemy do tabeli 2.20.

4. Określenie kierunku i prędkości celów powietrznych

Kierunek i prędkość lotu celów powietrznych / $\bar{\beta}$, V_c/ określamy zgodnie z opisem podanym w punkcie 2.1.7.4 i 2.1.7.5. Jest to możliwe tylko wówczas, jeżeli zostały określone wcześniej trzy kolejne położenia /współrzędne prostokątne/ ZRe tych celów - podane w tabeli 2.19. Ustalone dane wpisujemy również do tabeli 2.20.

5. Określenie stanu i stopnia gotowości bojowej jednostek sił powietrznych przeciwnika

Stan i stopień gotowości bojowej sił powietrznych przeciwnika /SGB i STGB/ ustalamy zgodnie z opisem podanym w punkcie 2.1.7.6. Wyniki ustaleń wpisujemy do tabeli 2.20.

6. Ustalenie aktualnego ugrupowania jednostek sił powietrznych przeciwnika

Aktualne ugrupowanie jednostek sił powietrznych przeciwnika określamy zgodnie z opisem podanym w punkcie 2.1.7.7, biorąc za podstawę ustalone współrzędne prostokątne źródeł rozpoznania radioelektronicznego zabezpieczających działania bojowe tych jednostek podane w tabeli 2.19. Ustalane wyniki wpisujemy do tabeli 2.21.

Tabela 2.21

Nazwa jednostki NJ_i	x_i	y_i	ZRe zabezpiecz. działania boj.
NJ_1			
NJ_2			
.			
NJ_I			

2.2.3.5. Określenie czasu opóźnienia informacji z rozpoznania radioelektronicznego na SD wojsk OPK i SK JSRR WP oraz sprawdzenie ich terminowości

Czas opóźnienia informacji z rozpoznania radioelektronicznego na stanowiskach dowodzenia wojsk OPK i SK JSRR WP określamy zgodnie z opisem w punkcie 2.1.4, zaś ich terminowość według opisu podanego w punkcie 2.1.8.

Danymi do obliczeń są:

- czas rozpoznania /wykrycia/ danego ZRe / t_0 /, z którego pochodzi analizowana informacja rozpoznawcza - podany w tabeli 2.18;
- czasy składowe opóźnienia informacji podane w tabeli 2.3;
- stopień wyszkolenia operatorów UR i osób funkcyjnych stanowisk dowodzenia - podany w tabeli 2.15;
- normy czasowe obiegu informacji w SRRe OPK - podane w tabeli 2.3a.

Wyniki obliczeń wpisujemy do tabeli 2.22.

Tabela 2.22

SD _i	ZRe ₁			ZRe ₂			ZRe ₃			•			•			ZRe _I			
	T	S	U	T	S	U	T	S	U	T	S	U	T	S	U	T	S	U	
PłSD																			
SD KOPK																			
CSD WOPK																			
SK JSRR WP																			
SD _I																			

Jeżeli informacja jest terminowa, to do tabeli 2.22 wpisujemy sumaryczny czas jej opóźnienia /T_I/ w kolumnie oznaczonej literą T. Natomiast czas opóźnienia informacji spóźnionych wpisujemy do tabeli 2.22 w kolumnie oznaczonej literą S.

2.2.3.6. Ustalenie czasu uprzedzenia systemu OPK o działalności ŚNP przeciwnika

Danymi wyjściowymi do ustalenia czasu uprzedzenia systemu OPK o działalności ŚNP przeciwnika przez SRRe OPK są:

- czas /t₀/ i miejsce /x,y/ wykrycia pracy ZRe ŚNP przeciwnika podane w tabelach 2.18 i 2.19;
- prędkość i wysokość lotu rozpoznawanych ŚNP - podane w tabeli 2.16;
- zasięg wykrywania tych ŚNP przez pierwszorzutowe stacje radiolokacyjne systemu OPK.

W sytuacji gdy ZRe zostaną umiejscowione przez środki namierzania SRRe OPK, czas uprzedzenia systemu OPK o działalności ŚNP przeciwnika oblicza się z zależności:

$$t_{up} = \frac{D_z - R_{RLS}}{V_c}$$

gdzie:

- D_z - odległość od miejsca znajdowania się ŚNP do granicy rejonu obrony systemu OPK;
- R_{RLS} - zasięg wykrywania pierwszorzutowych RLS uwzględniający wysokość lotu ŚNP;

V_c - prędkość lotu ŚNP przeciwnika.

Jeżeli ZRe nie zostaną umiejscowione przez środki SRRe OPK, wówczas czas uprzedzenia systemu OPK o działalności ŚNP przeciwnika określa się z zależności 1.3, jako różnicę pomiędzy czasem ich wykrycia przez środki rozpoznawcze SRRe OPK, a czasem wykrycia tych ŚNP przez środki radiolokacyjne systemu OPK, który przekazywany jest wraz z aktualną sytuacją powietrzną do stanowisk dowodzenia pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego przez współdziałające z nimi jednostki WRT. Wyniki ustaleń wpisujemy do tabeli 2.22 w kolumnie oznaczonej literą U.

2.2.3.7. Zobrazowanie wyników oceny możliwości bojowych systemu rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK

Danymi wyjściowymi do oceny możliwości bojowych SRRe OPK są:

- rezultaty prowadzonego przez ten system nasłuchu radiowego KF i UKF oraz rozpoznania pokładowych SRL przedstawione w tabeli 2.18;
- rezultaty namierzania prowadzonego przez urządzenia namierzające SRRe OPK zobrazowane w tabeli 2.19;
- rezultaty analizy i oceny zdobytych danych rozpoznawczych podane w tabelach 2.20 i 2.21;
- wyniki analizy czasu obiegu /opóźnienia/ informacji rozpoznawczych w SRRe OPK i czasu uprzedzenia systemu OPK o działalności ŚNP przeciwnika przedstawione w tabeli 2.22.

Na podstawie powyższych danych możemy zobrazować graficznie /na mapie, monitorze ekranowym lub wydruku/ położenie rozpoznawanych obiektów naziemnych oraz odcinki tras lotu celów powietrznych w strefie rozpoznania SRRe OPK. Ponadto takie wskaźniki możliwości bojowych SRRe OPK jak: liczba rozpoznanych ZRe, liczba umiejscowionych lub namierzonych ZRe, dokładność umiejscowienia ZRe, liczba informacji terminowych i spóźnionych o działalności przeciwnika powietrznego, a także czas uprzedzenia poszczególnych ogniw dowodzenia systemu OPK o działalności ŚNP przeciwnika, możemy przedstawić w tabeli 2.23.

Uzyskane w poszczególnych procesach symulacji wskaźniki możliwości bojowych SRRe OPK są podstawą do analizy i oceny tego systemu w aspekcie celów prowadzonych badań.

WNIOSKI KOŃCOWE ROZDZIAŁU DRUGIEGO

Symulacyjny model systemu rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK uwzględniający podstawowe procesy jego funkcjonowania, wyrażone w postaci szeregu wskaźników oraz zmiennych i stałych, pozwala tworzyć i analizować różne warianty użycia tego systemu. Procesy wzajemnych oddziaływań SRRe OPK i rozpoznawanego przeciwnika odtwarzane są za pomocą danych liczbowych oraz realizacji szeregu procesów obliczeniowych i logicznych, bez udziału rzeczywistych wojsk i techniki bojowej - własnych i przeciwnika.

W odróżnieniu od metod tradycyjnych zastosowanie symulacji komputerowej w procesie poznania, prognozowania i sprawdzania interesujących badacza wielkości i zjawisk w SRRe OPK odbywa się od początku do końca teoretycznie, drogą eksperymentowania na skonstruowanym modelu symulacyjnym tego systemu, a nie na systemie rzeczywistym. Stwarza to możliwość dokonywania dokładnych analiz z uwzględnieniem różnorodnych czynników wywierających wpływ na możliwości bojowe SRRe OPK, a także może wyeliminować koszty jakie należałoby ponieść prowadząc badania na systemie rzeczywistym.

Symulacyjny model SRRe OPK nie przedstawia bezpośrednio dynamiki działań tego systemu i rozpoznawanego przeciwnika, a jedynie pewien określony stan początkowy. Dopiero historia stanów tego modelu umożliwia przedstawienie działań bojowych tak SRRe OPK jak i przeciwnika. W celu wygenerowania takiej historii stanów /symulacji działań bojowych/ został opracowany algorytm - przepis postępowania w procesie prowadzenia badań SRRe OPK.

Zastosowanie symulacji komputerowej w badaniach systemów, jak wynika z powyższych rozważań, wymaga korzystania z modeli matematycznych. Modele matematyczne systemów mogą być budowane z różnym stopniem szczegółowości i adekwatności w stosunku do systemów rzeczywistych, co w dużej mierze zależy od założonych celów badawczych, umiejętności projektantów tych modeli oraz możliwości techniki obliczeniowej. Dlatego, istotne znaczenie ma problem oceny adekwatności opracowanego modelu.

W przypadku modelowania systemów hipotetycznych, do jakich można zaliczyć system rozpoznania radioelektronicznego OPK, do oceny adekwatności modelu symulacyjnego tego systemu można wykorzystać następujące podstawowe rodzaje kryteriów naukowych /52/:

- kryteria zgodności modelu z mniej lub bardziej arbitralnie wybranym fragmentem rzeczywistości;
- kryteria wewnętrznej poprawności logicznej modelu.

W pracy wykorzystano głównie kryterium wewnętrznej poprawności logicznej modelu, poprzez spełnienie warunków racjonalności metodycznej i merytorycznej. Ponadto opracowane programy na mikrokomputery ATARI i AMSTRAD, dotyczące oceny potencjalnych możliwości bojowych SRRe OPK w statyce, pozwoliły na częściową weryfikację opracowanego modelu symulacyjnego tego systemu i algorytmu oceny jego rzeczywistych możliwości bojowych.

Należy jednak zdawać sobie sprawę z tego, że zastąpienie systemu rzeczywistego jego modelem matematycznym umożliwia niepełne odzwierciedlenie tego systemu, a wyniki badań prowadzonych na tym modelu mogą być obciążone pewnymi błędami.

Również w modelu symulacyjnym SRRe OPK nie udało się odzwierciedlić wszystkich elementów i procesów jego funkcjonowania. Trudno znaleźć sposób na odwzorowanie w tym modelu takich czynników jak chociażby sprawność fizyczna i psychiczna załóg i osób funkcyjnych oraz ich stan moralno - polityczny, które w pewnym stopniu mają wpływ na możliwości bojowe tego systemu.

Najważniejszą jednak zaletą tej metody postępowania jest możliwość badania każdego systemu z taką dokładnością, na jaką pozwala rozwój aparatu matematycznego, dysponowany czas i technika obliczeniowa.

ZAKOŃCZENIE

Wiarygodna, rzetelna ocena rzeczywistych możliwości bojowych SRRe OPK jest zasadniczym elementem w procesie podejmowania racjonalnych decyzji o użyciu sił i środków tego systemu w działaniach bojowych.

Analiza i ocena wpływu czynników wewnętrznych i zewnętrznych SRRe OPK na efektywność jego funkcjonowania umożliwia określenie kierunków doskonalenia tego systemu. Dokonanie takich ocen jest możliwe tylko na podstawie wyników wszechstronnych badań z zastosowaniem odpowiednich metod i narzędzi badawczych.

Prezentowana w rozprawie metoda oceny możliwości bojowych SRRe OPK zmierza do rozwiązania tych problemów i stanowi, zdaniem autora, próbę wniesienia skromnego wkładu do budowy komputerowego modelu symulacyjnego działań bojowych wojsk OPK.

Z przeprowadzonych badań wynika, że hipoteza o celowości zastosowania analizy systemowej, a w niej symulacji komputerowej do oceny możliwości bojowych SRRe OPK jest słuszna.

Zastosowanie analizy systemowej jako metody badawczej umożliwiło traktowanie obiektu badań jako systemu. Ułatwiło to wyodrębnienie podstawowych elementów w SRRe OPK oraz jego uwarunkowań wewnętrznych i zewnętrznych, a także sformułowanie celów i zasad działania.

Zastosowanie symulacji komputerowej jako techniki rozwiązywania problemów, umożliwiło śledzenie w czasie zmian zachodzących w dynamicznym modelu systemu. Znalazło to swoje odbicie w charakterze modelu matematycznego SRRe OPK, a także w jego strukturze funkcjonalnej.

Symulacyjny model SRRe OPK został zbudowany w oparciu o koncepcję zapewniającą rozwiązanie zasadniczych problemów badawczych i uzyskanie odpowiedzi na interesujące autora pytania, przy jednoczesnym dążeniu do uniknięcia przeładowania modelu nadmierną ilością szczegółów i elementów, które niczego nie wnoszą do prowadzonych badań.

W rozprawie skoncentrowano uwagę na sprecyzowaniu teoretycznych zasad, metod i wskaźników oceny możliwości bojowych SRRe OPK. Dla częściowej chociażby weryfikacji założeń teoretycznych i przyjętych rozwiązań, a w tym poprawności modelu symulacyjnego SRRe OPK i algorytmu oceny jego możliwości bojowych, opracowano programy obliczeniowe na mikrokomputery ATARI i AMSTRAD.

Należy jednak podkreślić, że pełne potwierdzenie słuszności proponowanych w rozprawie rozwiązań, a także szczegółowe ustalenie zakresu praktycznego ich zastosowania są możliwe poprzez doskonalenie algorytmów oceny możliwości bojowych SRRe OPK oraz opracowanie kompleksowego oprogramowania modelu na EMC, a także konfrontację uzyskanych wyników z doświadczeniami z ćwiczeń w jednostkach rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK.

Posługując się terminologią projektowania systemów informatycznych autor ocenia, że proponowane rozwiązania mogą stanowić projekt koncepcyjny funkcjonowania SRRe OPK w ramach realizowanego w Katedrze Taktyki Wojsk OPK ASG WP tematu badawczego MODEL-4, a w nim komputerowego modelu działań bojowych wojsk w systemie OP - ZENIT. Ponadto autor spodziewa się, że opracowana w rozprawie metoda oceny możliwości bojowych SRRe OPK, wzbogacona o całościowy program obliczeniowy na EMC, może znaleźć zastosowanie w następujących sferach działalności: *oświadczeń, c. m. in.*

- a/ w sferze badań naukowych - jako metoda pozwalająca określać wpływ zmian *elementów systemu* na jego możliwości bojowe oraz kierunki doskonalenia tego systemu;
- b/ w sferze dowodzenia - jako narzędzie umożliwiające wybór racjonalnego wariantu użycia sił i środków SRRe OPK w działaniach bojowych;
- c/ w sferze dydaktyki wojskowej - jako narzędzie usprawniające proces kształcenia i przygotowania kadr dowódczo - sztabowych.

Jeżeli choć w części oczekiwania te zostaną spełnione, autor rozprawy będzie w pełni usatysfakcjonowany.

Zdaniem autora w dalszych badaniach nad tym tematem należałoby:

1. rozszerzyć i udoskonalić rozwiązania programowe oraz technologiczne dla potrzeb ich włączenia do modelu działań bojowych wojsk w systemie OP - ZENIT;
2. zweryfikować przyjęte rozwiązania w praktyce, w ramach ćwiczeń prowadzonych w jednostkach rozpoznania radioelektronicznego OPK i ASG WP.

BIBLIOGRAFIA

1. Antczak S.: Zastosowanie niektórych metod badań operacyjnych do oceny pola radiolokacyjnego dla wykrywania obiektów powietrznych na małych wysokościach w brygadzie radiotechnicznej korpusu OPK /rozprawa doktorska/, ASG WP 1978r.
2. Anteny i fale elektromagnetyczne. Studia i materiały nr 7, Politechnika Wrocławska 1973r.
3. Bem D.J.: Materiały pomocnicze do obliczeń propagacyjnych, Politechnika Wrocławska 1974r.
4. Biuletyn Informacyjny nr 2/122/, MON 1976r.
5. Bojarski W.W.: Podstawy analizy i inżynierii systemów, PWN 1984r.
6. Brzostek W.: Armijny system obezwładniania radioelektronicznego środków i systemów dowodzenia przeciwnika /rozprawa habilitacyjna/, ASG WP 1984r.
7. Brzostek W.: Rozmieszczenie elementów systemu rozpoznania radiowego frontu w okresie operacyjnego rozwinięcia wojsk /rozprawa doktorska/, ASG WP 1979r.
8. Cechy rozpoznawcze źródeł rozpoznania radioelektronicznego, DW OPK 1980r.
9. Charakterystyka sił i środków zabezpieczenia bojowego i specjalnego działań lotnictwa taktycznego państw NATO, DW OPK 1984r.
10. Ciborowski L.: Optymalizacja krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP, ASG WP 1984r.
11. Dowodzenie połączonymi siłami powietrznymi NATO na środkowo-europejskim TDW, DW OPK 1985r.
12. Dołchanow M.: Propagacja fal radiowych, Warszawa 1975r.
13. Efektywnost i bojowyje wozmożnosti sriedstw i kompleksow wojennoj swiazi, Akademia Swiazi SSRR 1976r.
14. Filar W.: Badania opreacyjne a problemy zaopatrywania, MON 1973.
15. Filar W., Barczak A.: Symulacja i gry komputerowe w zastosowaniach wojskowych, MON 1985r.
16. Fishman G.: Symulacja komputerowa. Pojęcia i metody, Warszawa 1981r.
17. Gordon G.: Symulacja systemów, Warszawa 1974r.
18. Groszek Z.: Efektywność systemu rozpoznania wojsk OPK oraz metodyka jej oceny, Przegląd WL i OPK 1988r.

19. Groszek Z.: Modelowanie działań bojowych systemu rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK, Przegląd WL i OPK 1988r.
20. Groszek Z.: Pułk rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK, ASG WP 1984r.
21. Groszek Z.: Rozpoznania wojskowe w ujęciu systemowym, Przegląd WL i OPK 1986r.
22. Hooke R., Shaffer D.: Modelowanie matematyczne a rzeczywistość, PWN 1969r.
23. Jaroń K.: Zasady algorytmizacji zadań wojskowych, ASG WP 1972r.
24. Katalog sprzętu lotniczego państw NATO. Samoloty i śmigłowce, MON 1980r.
25. Kierebiński H.: Modelowanie walki podstawowych rodzajów wojsk OPK na szczeblu taktycznym z zastosowaniem symulacji komputerowej /rozprawa doktorska/, ASG WP 1984r.
26. Kisielnicki J.: Metody informatyczne, PWE 1981r.
27. Kompendium sił zbrojnych państw NATO, MON 1987r.
28. Komunikaty rozpoznawcze. Oddział II DW OPK, lata 1980-1987.
29. Konieczny J.: Inżynieria systemów działania, Warszawa 1983r.
30. Kosikow N.: Inżynieria - techniczny sprawocznik - swiaz, Moskwa 1958r.
31. Kukułka M.: Organizacja systemu rozpoznania radioelektronicznego w rejonie wyjściowym do operacji zaczepnej armii /rozprawa doktorska/, ASG WP 1980r.
32. Kulczycki R.: Zastosowanie symulacji komputerowej do doskonalenia ugrupowania i kierowania ogniem związku taktycznego /oddziału/ wojsk rakietowych OPK /rozprawa habilitacyjna/, ASG WP 1979r.
33. Kulikowski R.: Analiza systemowa i jej zastosowanie, Warszawa 1977r.
34. Kwiatosz J.: Technika rozpoznania radiowego. Namierzanie radiowe, WAT 1981r.
35. Lenkowski J.: Technika odbioru radiowego, WNT 1975r.
36. Lisicki W.: Propagacja fal radiowych, Warszawa 1962r.
37. Metodyka wojskowych badań naukowych, ASG WP 1983r.
38. Modele matematyczne działań bojowych, ASG WP 1969r.
39. Mynarski S.: Elementy teorii systemów i cybernetyki, PWN 1979r.
40. Natarcie radioelektroniczne nieprzyjaciela i jego wpływ na działania bojowe wojsk OPK, DW OPK 1981r.
41. Organizacja dowodzenia lotnictwem taktycznym w siłach powietrznych państw NATO, DW OPK 1979r.

42. Organizacja i prowadzenie rozpoznania radioelektronicznego /pułk, batalion rozpoznania radioelektronicznego/, MON 1979r.
43. Organizacja pracy na stanowiskach dowodzenia w pododdziałach rozpoznania radioelektronicznego UKF wojsk OPK, DW OPK 1979r.
44. Paradowski L., Szutkowski F.: Problemy rozpoznania i przeciwdziałania radioelektronicznego, WAT 1986r.
45. Podręcznik do szkolenia operatorów rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK, DW OPK 1984r.
46. Podstawowe dane taktyczno - techniczne, możliwości i zasady wykorzystania sprzętu rozpoznania radioelektronicznego w wojskach OPK, DW OPK 1984r.
47. Poglądy na prowadzenie operacji powietrznej na terytorium PRL przez siły powietrzne państw NATO, DW OPK 1986r.
48. Poglądy państw NATO na użycie lotnictwa taktycznego na ETW, DW OPK 1986r.
49. Pokładowe systemy radioelektroniczne sił powietrznych państw NATO w zabezpieczeniu działań bojowych lotnictwa, DW OPK 1986r.
50. Pokruszyński W.: Sztuka operacyjna wojsk OPK, ASG WP 1986r.
51. Pokruszyński W., Zabłocki E., Antczak S., Kazaniecki A.: Komputerowy model symulacyjny działań bojowych wojsk w systemie obrony powietrznej /koncepcja rozwiązania problemu/, ASG WP 1983.
52. Sienkiewicz P.: Inżynieria systemów, MON 1983r.
53. Siły powietrzne NATO. Charakterystyka, zadania, możliwości, bazowanie i zasady działania, MON 1981r.
54. Siły i środki oraz metody prowadzenia WRe przez siły zbrojne państw NATO, DW OPK 1983r.
55. Stoff W.: Modelowanie i filozofia, Warszawa 1971r.
56. System oceny efektywności rozpoznania radioelektronicznego wojsk OPK, DW OPK 1980r.
57. Vademecum z armii obcych, DW OPK 1980r.
58. Vademecum walki radioelektronicznej lotnictwa, DWL 1982r.
59. Wakin S.A., Szustow L.N.: Zasady przeciwdziałania radioelektronicznego, MON 1972r.
60. Wheatly D.M., Unwin A.W.: Algorytmy, PWE 1975r.
61. Zabłocki E., Adamczyk A.: Metoda oceny efektywności wykorzystania lotnictwa myśliwskiego korpusu OPK /rozprawa doktorska/, ASG WP 1978r.

62. Zabłocki E., Antczak S., Adamczyk A., Groszek Z., Dubrawski Z.: Kompleksowy model symulacyjny działań bojowych wojsk w systemie OP - ZENIT /projekt koncepcyjny/, ASG WP 1986r.
63. Zabłocki E., Antczak S.: Ocena efektywności działań bojowych wojsk OPK /rozprawa habilitacyjna/, ASG WP 1985r.
64. Zasady dowodzenia i systemy łączności, w tym satelitarnej, w siłach zbrojnych NATO, MON 1983r.
65. Zasady łączności radiowej i radiotelefonicznej, MON 1972r.
66. Zasady organizacji łączności i wymiany radiowej w zakresie KF w siłach powietrznych państw NATO, MON 1981r.

P R O G R A M

"MOŻLIWOŚCI BOJOWE SYSTEMU ROZPOZNANIA
RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSK OPK"

Program ten opracowano zgodnie z podalgorytmem przedstawionym w punkcie 2.2.1, w języku programowania TURBO BASIC XL na mikrokomputerze ATARI - 65XE. Umożliwia on obliczanie wskaźników potencjalnych możliwości bojowych SRRe OPK w statyce, dla dla dowolnych danych wejściowych, zgodnie z aktualną potrzebą.

W zakresie rozpoznania radiowego KF pozwala on na określenie następujących wskaźników możliwości bojowych:

- zasięg namierzania radiowego KF / M_{max} /;
- zakres rozpoznawanych częstotliwości;
- możliwą liczbę rozpoznawanych radiostacji KF przeciwnika;
- możliwą liczbę umiejscowionych radiostacji KF przeciwnika;
- dokładność umiejscowienia rozpoznawanych radiostacji.

Ponadto program ten umożliwia graficzne zobrazowanie stref namierzania radiowego KF na ekranie monitora, w rejonie obejmującym środkowoeuropejski TDW.

W zakresie rozpoznania radioelektronicznego UKF program ten pozwala określić następujące wskaźniki możliwości bojowych:

- parametry strefy rozpoznania radioelektronicznego UKF /zasięg rozpoznania / D_r /, graficzne zobrazowanie na ekranie monitora stref nasłuchu i namierzania radiowego UKF oraz rozpoznania pokładowych SRL, dla dowolnie przyjętego ugrupowania bojowego elementów rozpoznania radioelektronicznego UKF/;
- zakres rozpoznawanych częstotliwości;
- możliwą /oczekiwaną/ liczbę rozpoznawanych i umiejscowionych ZRe;
- dokładność umiejscowienia ZRe pracujących w zakresie fal ultrakrótkich.

Wprowadzenie danych wejściowych do programu odbywa się bezpośrednio z klawiatury mikrokomputera, zgodnie z poleceniami wyświetlanymi kolejno na ekranie monitora.


```
68 IF B=50 THEN ' 200,64,"1,5 - 30":FN(2)=1,5:FM(2
)=30:GOTO 74
69 IF B=51 THEN ' 200,80,"0,2 - 30":FN(3)=0,2:FM(3
)=30:GOTO 74
70 IF B=52 THEN ' 200,96,"0,2 - 30":FN(4)=0,2:FM(4
)=30:GOTO 74
71 IF B=53 THEN ' 200,112,"0,01 - 30":FN(5)=0,01:F
M(5)=30:GOTO 74
72 IF B=54 THEN ' 200,128,"0,01 - 30":FN(6)=0,01:F
M(6)=30:GOTO 74
73 GOTO 66
74 * :? :? "CZY NASTĘPNY TYP ODBIORNIKA ? (T/N)":G
ET #1,B
75 IF B=84 THEN 66
76 IF B=78 THEN 77:GOTO 74
77 IF FN(5)=0 AND FN(6)=0 THEN 79
78 E=0,01:GOTO 82
79 IF FN(3)=0 AND FN(4)=0 THEN 81
80 E=0,2:GOTO 82
81 E=1,5:GOTO 82
82 IF FM(2)=0 AND FM(3)=0 AND FM(4)=0 AND FM(5)=0
AND FM(6)=0 THEN 84
83 F=30:GOTO 85
84 F=25,5
85 * :? :? "ZAKRES ROZPOZNAWANYCH CZESTOTLIWOSCI
OD ";E;" DO ";F;" MHz":CRO<NBCO/BO0BO
1B 02B!03B"04C
86 * :? :? "CZY NASTĘPNE OBLICZENIE ? (T/N)":GET #
1,B
87 IF B=84 THEN FOR I=1 TO 6:FN(I)=0:FM(I)=0:NEXT
I:GOTO 59
88 IF B=78 THEN 37:GOTO 86
89 * :POSITION 10,11:? " PROSZE POSLUCHAC ":POKE 5
4018,52:CRO<NBCO/BO0B01B 02B!03B"04CHRHz 61

POKE 54018,60:
90 GRAPHICS 8:COLOR 1:SETCOLOR 2,0,10:SETCOLOR 1,0
,0:POKE 752,1:POKE 756,152:POKE 82,2
91 ' 24,4," MOŻLIWOSCI NASLUCHU RADIOWEGO KF "
92 ' 8,16," Zależne od ilości odbiorników w ra-"
' 8,24,"diowych i ilości organizowanych stano-"
93 ' 8,32,"wisk poszukiwania,przechwytu i władze-"
' 8,40,"nia radiowego."
94 ' 8,48," Jedno stanowisko nasłuchu radiowego":
' 8,56,"KF może:poszukiwaw 1 S/R lub K/R;prze-"
95 ' 8,64,"chwytawaw 2 S/R lub K/R;władziw okre-":
' 8,72,"sowo 3-4 lub kontrolowaw 8-10 S/R lub"
96 ' 8,80,"K/R przeciwnika."
97 ' 8,96,"RODZAJ LICZBA LICZBA LICZBA ROZ-"
' 8,104,"STANOWISK STANOWISK ODBIOR.POZ.S/R,K/R"
98 ' 8,116,"PRZECHWYT":' 8,124,"SLEDZ.OKR.":' 8,13
2,"SLEDZ.KON."
99 ' 8,140,"POSZUKIW.":' 8,151,"OGOLEM"
100 PLOT 4,14:DRAWTO 316,14:DRAWTO 316,159:DRAWTO
4,159:DRAWTO 4,14
101 PLOT 4,90:DRAWTO 316,90:PLOT 4,94:DRAWTO 316,9
4
102 PLOT 4,114:DRAWTO 316,114:PLOT 4,150:DRAWTO 31
6,150
103 PLOT 86,94:DRAWTO 86,159:PLOT 166,94:DRAWTO 16
6,159:PLOT 222,94:DRAWTO 222,159
```

```
104 % :? :INPUT "PODAJ LICZBE ODBIORNIKOW RAD. KF"  
;0:' 184,151,0  
105 % :? :INPUT "PODAJ W PROCENTACH ILOSC STANOWIS  
K PRZECHWYTU RADIOWEGO";PR:PR=PR/100:PR=e(0*PR/  
2)  
106 ' 120,116,PR:LO=PR*2:' 184,116,LO  
107 % :? :INPUT "PODAJ W PROCENTACH ILOSC STANOWIS  
K SLEDZENIA OKRESOWEGO";SO:SO=SO/100:SO=e(0*SO/  
2)  
108 ' 120,124,SO:LO=SO*2:' 184,124,LO  
109 % :? :INPUT "PODAJ W PROCENTACH ILOSC STANOWIS  
K SLEDZENIA KONTROLNEGO";SK:SK=SK/100:SK=e(0*SK  
/2)  
110 ' 120,132,SK:LO=SK*2:' 184,132,LO  
111 SP=0-PR*2-SO*2-SK*2  
112 IF SP>=0 THEN ' 120,140,SP:' 184,140,SP:GOTO 1  
15  
113 IF SP<0 THEN % :? :? "ZLE PROPORCJE":CRO<NBCO  
/BOBO018 02B!03B"04CHRHz 200:' 120,116," ":'  
120,124," ":'  
114 ' 184,116," ":' 184,124," ":' 184,132,"  
":GOTO 105  
115 MP=PR*2:' 256,116,MP:MO1=SO*3:' 232,124,MO1:MO  
2=SO*4:' 264,124,"-":' 280,124,MO2  
116 MK1=SK*8:' 232,132,MK1:MK2=SK*10:' 264,132,"-"  
:' 280,132,MK2  
117 ' 256,140,SP  
118 LS=PR+SO+SK+SP:' 120,151,LS:M1=MP+MO1+MK1+SP:'  
232,151,M1:' 264,151,"-"  
119 M2=MP+MO2+MK2+SP:' 280,151,M2  
120 % :? :? "CZY NASTEPNE OBLICZENIE ? (T/N)":GET  
#1,B  
121 IF B=84 THEN 90  
122 IF B=78 THEN 37:GOTO 120  
123 GRAPHICS 8:COLOR 1:SETCOLOR 2,0,10:SETCOLOR 1,  
0,0:POKE 752,1:POKE 756,152:POKE 82,2  
124 ' 40,10," MOZLIWOSCI NAMIERZANIA KF/UKF "  
125 PLOT 4,20:DRAWTO 316,20:DRAWTO 316,132:DRAWTO  
4,132:DRAWTO 4,20:PLOT 0,159:DRAWTO 319,159  
126 PLOT 4,52:DRAWTO 316,52:PLOT 4,76:DRAWTO 316,7  
6:PLOT 4,100:DRAWTO 316,100  
127 ' 8,24,"RODZAJ ILOSC LICZBA UMIEJSCOWIENI  
":' 8,32,"NAMIE- NAM.RAD.KF JEDNO CZ. GODZ."  
128 ' 8,40,"RZANIA LUB PN UKF NZ Z NZ Z":  
' 8,56,"RADIO.":' 8,64,"KF":' 8,80,"RADIO."  
129 ' 8,88,"UKF":' 8,104,"POKL.":' 8,112,"SRL"  
130 PLOT 60,20:DRAWTO 60,132:PLOT 156,20:DRAWTO 15  
6,132:PLOT 196,40:DRAWTO 196,132:PLOT 236,32:DRW  
0 236,132  
131 PLOT 276,40:DRAWTO 276,132:PLOT 156,32:DRAWTO  
316,32:PLOT 156,40:DRAWTO 316,40  
132 % :? :INPUT "PODAJ ILOSC NAMIERNIKOW RADIOWYCH  
KF";N:' 104,60,N:N=e(N/2)  
133 ' 176,60,N:' 216,60,N  
134 N1=N*20:N2=N*30:N3=N*100:N4=N*120:' 248,56,N1:  
' 248,64,N2:' 288,56,N3:' 288,64,N4  
135 % :? :INPUT "PODAJ ILOSC PODSYSTEMOW NAMIERZAN  
IA RADIOWEGO UKF";U:' 104,84,U:' 176,84,U  
136 U1=U*40:U2=U*60:' 248,80,U1:' 248,88,U2  
137 % :? :INPUT "PODAJ ILOSC PODSYSTEMOW ROZPOZNAW  
IA POKLADOWYCH SRL TYPU POST";P:' 64,104,"POST-3  
M -"
```

```
138 / 136,104,P:/ 176,104,P:P1=P*30:P2=P*40:/ 248,
104,P1:/ 248,112,P2
139 % :? :? :INPUT "PODAJ ILOŚĆ PODSYSTEMÓW ROZPOZNAW
IA POKŁADOWYCH SRL TYPU RAMONA";R:/ 64,120,"RAMO
NA -"
140 / 128,120,R:R1=R*25:/ 208,120,R1
141 % :? :? "CZY NASTĘPNE OBLICZENIE ? (T/N)":GET
#1,B
142 IF B=84 THEN 123
143 IF B=78 THEN 144:GOTO 141
144 % :? :? "1 POWRÓT DO MENU KF":? "2 POWRÓT DO M
ENU UKF":GET #1,B
145 IF B=49 THEN RESTORE 23:GOSUB 20:GOTO 37
146 IF B=50 THEN RESTORE 24:GOSUB 20:GOTO 187
147 GOTO 144
148 GRAPHICS 8:COLOR 1:SETCOLOR 2,0,10:SETCOLOR 1,
0,0:POKE 752,1:POKE 756,152:POKE 82,2
149 / 64,8,"DOKŁADNOŚĆ NAMIERZANIA "
150 / 32,32,"Lmin = RRRR":/ 88,24,"Bn#D":/ 96,40,5
7
151 PLOT 28,20:DRAWTO 132,20:DRAWTO 132,52:DRAWTO
28,52:DRAWTO 28,20
152 / 16,56,"Bn-bKQd kQtowy UN":/ 16,64,"0-podstaw
a /baza/":/ 32,72,"namierzania":/ 16,88,"JEELI:"
153 / 48,104,"Bn=":/ 48,120,"D =":/ 16,128,"TO":/
40,136,"Lmin="
154 PLOT 160,16:DRAWTO 160,159:PLOT 0,159:DRAWTO 3
19,159:/ 176,132,"^":/ 177,126,"X":/ 296,132,"^"
155 / 297,126,"X":PLOT 184,136:DRAWTO 296,136:/ 23
2,138,"D":PLOT 184,128:DRAWTO 272,30
156 PLOT 184,128:DRAWTO 282,38:PLOT 184,128:DRAWTO
288,48:PLOT 300,128:DRAWTO 252,40:PLOT 300,128:DR
AWTO 260,32
157 PLOT 300,128:DRAWTO 270,32:/ 192,88,"Bn":PLOT
224,86:DRAWTO 226,90:/ 264,48,"^"
158 % :? :INPUT "PODAJ BLAD KATOWY URZADZENIA NAMI
ERZA-JACEGO ";K:/ 80,104,K:/ 104,100,"o"
159 % :? :INPUT "PODAJ DLUGOŚĆ PODSTAWY NAMIERZANI
A ";D:/ 80,120,D:/ 112,120,"km"
160 L=INT(10*(K*D/57))/10:/ 80,136,L:/ 112,136,"km
"
161 % :? :? "CZY NASTĘPNE OBLICZENIE ? (T/N)":GET
#1,B
162 IF B=84 THEN 148
163 IF B=78 THEN 164:GOTO 161
164 % :? :? "1 POWRÓT DO MENU KF":? "2 POWRÓT DO M
ENU UKF":GET #1,B
165 IF B=49 THEN RESTORE 23:GOSUB 20:GOTO 37
166 IF B=50 THEN RESTORE 24:GOSUB 20:GOTO 187
167 GOTO 164
168 GRAPHICS 8:COLOR 1:SETCOLOR 2,0,10:SETCOLOR 1,
0,0:POKE 756,152:POKE 752,1
169 / 40,10,"ZASIEG STREFY NAMIERZANIA KF ":/ 20,
40,"Mmax = R cta 15":/ 76,32,"D":/ 76,48,2
170 / 140,36,"o":/ 20,70,"D-podstawa (baza)":/ 36,
78,"namierzania"
171 PLOT 17,28:DRAWTO 151,28:DRAWTO 151,60:DRAWTO
17,60:DRAWTO 17,28
172 / 20,90,"JEELI:":/ 60,105,"D = ":/ 20,120,"TO
":/ 40,135,"Mmax = "
```



```
212 POSITION 18,5: ? "UUUUUUUUUUUUUUUUUU"
213 POSITION 9,10: ? "Ro = 4,12*(R*YHc+R*Yha)": POSITION
ON 21,9: ? "UUU UUU"
214 FOR I=1 TO 38: POSITION I,11: ? "-": NEXT I
215 POSITION 1,12: ? "L -dKusolW falI": POSITION 1,1
3: ? "Pa-moc sygnaku Ze": POSITION 1,14: ? "Ga-zysk a
nten.Ze"
216 POSITION 1,15: ? "Gr-zysk anten.UR": POSITION 1,
16: ? "Ps-moc syg.wel.UR": POSITION 1,17: ? "t -wspFK
.polar.ant."
217 POSITION 21,12: ? "n -wspFK.strat.ant"
218 POSITION 21,13: ? "Pi-3,1416": POSITION 21,14: ?
"hc-wys.lotu SNP": POSITION 21,15: ? "ha-wys anten U
R"
219 POSITION 21,16: ? "4,12=W-wspFK.refr.": POSITION
25,17: ? "nad morzem=5"
220 FOR I=1 TO 38: POSITION I,18: ? "-": NEXT I
221 POSITION 0,19: ? "PODAJ DANE L,Pa,Ga,Gr,Ps,t,n,
W,Hc,ha": ? " ": INPUT L,PA,GA,GR,PS,T,N,W,HC,HA
222 POSITION 0,19: ? "
"
223 POSITION 0,20: ? "
"
224 RM=INT(100*(L/4*4*ATN(1)*SQR(PA*GA*GR*T*N/PS))
)/100
225 RO=INT(100*(W*(SQR(HC)+SQR(HA))))/100
226 IF RM<=RO THEN DR=RM
227 IF RM>RO THEN DR=RO
228 POSITION 5,19: ? "Rmax = ";RM: " km": POSITION 25
,19: ? "Ro = ";RO: " km": POSITION 12,20: ? "Dr = ";DR
: " km"
229 POSITION 12,21: ? "TTTTTTTTTTTTTTTTTTTT"
230 POSITION 3,22: ? " CZY POWTARZASZ OBLICZENIA? (
T/N) ": GET #1,Q
231 IF Q=84 THEN 209
232 IF Q=78 THEN 199: GOTO 231
233 GRAPHICS 8: COLOR 1: SETCOLOR 2,0,10: SETCOLOR 1,
0,0: POKE 756,152: POKE 82,1: POKE 752,1
234 ' 30,10, " STREFA ROZPOZNANIA R/ELEKTR. UKF "
235 PLOT 80,159: DRAWTO 80,120: DRAWTO 1,70: PLOT 80,
120: DRAWTO 260,70
236 DRAWTO 295,90: DRAWTO 260,80: DRAWTO 280,110: DRA
WTO 319,105
237 PLOT 1,159: DRAWTO 319,159
238 X=85: Y=157: PLOT X,Y
239 % : ? : INPUT "PODAJ WSPOLRZEDNE POZYCJI X,Y WZG
LEDEM PUNKT BAZOWEGO";A,B
240 X=X+A: Y=Y-B: PLOT X,Y
241 % : ? : ? "CZY AKCEPTUJESZ ? (T/N)": GET #1,W
242 IF W=84 THEN 244
243 IF W=78 THEN COLOR 0: PLOT X,Y: COLOR 1: GOTO 238
: GOTO 242
244 % : ? "PODAJ RODZAJ PODODDZIALU: 0
-NASLUCH X-NAMIERZANI
E": GET #1,W
245 IF W=79 THEN 247
246 IF W=88 THEN 248: GOTO 245
247 ' X-9,Y-4,"^": ' X-8,Y-10,"0": GOTO 249
248 ' X-1,Y-4,"^": ' X,Y-10,"X": X=X-1
249 % : INPUT "PODAJ ZASIEG ROZPOZNANIA": R: R=R/2
```

```
250 J X,Y,R
251 % :? "CZY NASTEPNY PODDZIAŁ? (T/N)":GET #1,W
252 IF W=84 THEN 238
253 IF W=78 THEN 199:GOTO 252
254 GRAPHICS 8:COLOR 1:SETCOLOR 2,0,10:SETCOLOR 1,
0,0:POKE 756,152:POKE 752,1
255 ' 8,8," ZAKRES ROZPOZNAWANYCH CZESTOTLIWOSCI "
256 PLOT 8,20:DRAWTO 311,20:DRAWTO 311,148:DRAWTO
8,148:DRAWTO 8,20:PLOT 8,36:DRAWTO 311,36
257 PLOT 160,20:DRAWTO 160,148
258 ' 16,24,"NR.TYP ODBIORNIKA":' 192,24,"ZAKRES /
MHz/":' 16,48," 1 R-313M":' 16,64," 2 R-313M2"
259 ' 16,80," 3 R-375":' 16,96," 4 UP-3MB":' 1
6,112," 5 WU-32M"
260 PLOT 0,159:DRAWTO 319,159
261 % :? :? "PODAJ NUMER TYPU ODBIORNIKA?":GET #1
,B
262 IF B=49 THEN ' 200,48," 60 - 300":FN(1)=60:FN(
1)=300:GOTO 268
263 IF B=50 THEN ' 200,64,"100 - 425":FN(2)=100:FN
(2)=425:GOTO 268
264 IF B=51 THEN ' 200,80," 20 - 500":FN(3)=20:FN(
3)=500:GOTO 268
265 IF B=52 THEN ' 200,96,"100 - 520":FN(4)=100:FN
(4)=520:GOTO 268
266 IF B=53 THEN ' 200,112,"100 - 500":FN(5)=100:F
M(5)=500:GOTO 268
267 GOTO 261
268 % :? :? "CZY NASTEPNY TYP ODBIORNIKA ? (T/N)":
GET #1,B
269 IF B=84 THEN 261
270 IF B=78 THEN 271:GOTO 268
271 IF FN(3)=0 THEN 273
272 E=20:GOTO 275
273 IF FN(1)=0 THEN 275
274 E=60:GOTO 275
275 E=100
276 IF FN(4)=0 THEN 278
277 F=520:GOTO 283
278 IF FN(3)=0 AND FN(5)=0 THEN 280
279 F=500:GOTO 283
280 IF FN(2)=0 THEN 282
281 F=425:GOTO 283
282 F=300
283 % :? :? "ZAKRES ROZPOZNAWANYCH CZESTOTLIWOSCI
OD "E)" DO "F)" MHz":CR0(NBC0/B00B
01B:02B!03B"04
284 % :? :? "CZY NASTEPNE OBLICZENIE ? (T/N)":GET
#1,B
285 IF B=84 THEN FOR I=1 TO 6:FN(I)=0:FM(I)=0:NEXT
I:GOTO 254
286 IF B=78 THEN 187:GOTO 284
287 GRAPHICS 8:COLOR 1:SETCOLOR 2,0,10:SETCOLOR 1,
0,0:POKE 752,1:POKE 82,1:POKE 756,152
288 ' 20,10," STREFA NAMIERZANIA RADIOWEGO KF "
289 PLOT 5,159:DRAWTO 20,125:DRAWTO 70,145:DRAWTO
85,120:DRAWTO 70,90:DRAWTO 90,80:DRAWTO 105,85:DRA
WTO 120,70
```

```
290 DRAWTO 140,60:DRAWTO 140,50:DRAWTO 145,45:DRAW
TO 150,50:DRAWTO 175,45:DRAWTO 170,30:DRAWTO 175,2
0
291 PLOT 186,20:DRAWTO 190,30:DRAWTO 183,40:DRAWTO
190,50:DRAWTO 200,45:DRAWTO 208,52:DRAWTO 235,40
292 DRAWTO 240,43:DRAWTO 236,42:DRAWTO 238,47:DRAW
TO 245,44:DRAWTO 250,38:DRAWTO 252,20
293 PLOT 245,44:DRAWTO 265,45:DRAWTO 272,65:DRAWTO
267,70:DRAWTO 274,90:DRAWTO 263,106:DRAWTO 245,10
3:DRAWTO 210,8
294 PLOT 200,20:DRAWTO 200,32:DRAWTO 210,33:DRAWTO
225,20
295 PLOT 90,20:DRAWTO 93,35:DRAWTO 80,45:DRAWTO 72
,62:DRAWTO 100,70:DRAWTO 115,68:DRAWTO 125,50:DRAW
TO 120,35:DRAW
296 PLOT 55,20:DRAWTO 42,38:DRAWTO 70,40:DRAWTO 80
,27:DRAWTO 72,20
297 PLOT 0,159:DRAWTO 319,159
298 X=240:Y=70:PLOT X,Y
299 * :? :INPUT "PODAJ WSPOLRZEDNE X,Y 1-GO NAMIER
NIKA WZGLEDEM PUNKTU BAZOWEGO":A,B
300 X1=X+A:Y1=Y-B
301 IF X1<1 OR X1>319 OR Y1<1 OR Y1>159 THEN * :?
:?"WSPOLRZEDNA POZA EKRANEM !":CRO<NBCO/B00B01
B 02B!03B"04C
302 PLOT X1,Y1
303 * :? :? "CZY AKCEPTUJESZ ? (T/N)":GET #1,W
304 IF W=84 THEN 307
305 IF W=78 THEN COLOR 0:PLOT X1,Y1:COLOR 1:GOTO 2
99
306 GOTO 303
307 ' X1,Y1-4,"^":' X1,Y1-10,"X"
308 * :? :INPUT "PODAJ WSPOLRZEDNE X,Y 2-GO NAMIER
NIKA WZGLEDEM PUNKTU BAZOWEGO":A,B
309 X2=X+A:Y2=Y-B
310 IF X2<1 OR X2>319 OR Y2<1 OR Y2>159 THEN * :?
:?"WSPOLRZEDNA POZA EKRANEM !":CRO<NBCO/B00B01
B 02B!03B"04C
311 PLOT X2,Y2
312 * :? :? "CZY AKCEPTUJESZ ? (T/N)":GET #1,W
313 IF W=84 THEN 316
314 IF W=78 THEN COLOR 0:PLOT X2,Y2:COLOR 1:GOTO 3
08
315 GOTO 312
316 ' X2,Y2-4,"^":' X2,Y2-10,"X"
317 IF Y1=Y2 THEN 340
318 IF X1=X2 THEN 348
319 IF X1>X2 THEN P=X1-X2:GOTO 321
320 P=X2-X1
321 IF Y1>Y2 THEN R=Y1-Y2:GOTO 323
322 R=Y2-Y1
323 D=SQR(P*P+R*R):G=R/P:K=ATN(G):C=K+60
324 F=D*P/2*SIN(C):H=2*F/P:J=SQR(D*D-H*H)
325 IF X1<X2 AND Y1>Y2 AND K>30 OR X1<X2 AND Y1<Y2
AND K>30 THEN W=X1-J:GOTO 329
326 IF X1>X2 AND Y1<Y2 AND K<30 OR X1>X2 AND Y1>Y2
AND K<30 THEN W=X2+J:GOTO 329
327 IF X1<X2 AND Y1>Y2 AND K<30 OR X1<X2 AND Y1<Y2
AND K<30 THEN W=X1+J:GOTO 329
328 W=X2-J
```

```
329 IF X1<X2 AND Y1>Y2 THEN Z=Y1-H:GOTO 333
330 IF X1>X2 AND Y1<Y2 THEN Z=Y2-H:GOTO 333
331 IF X1<X2 AND Y1<Y2 THEN Z=Y1+H:GOTO 333
332 IF X1>X2 AND Y1>Y2 THEN Z=Y2+H
333 IF W<1 OR W>319 OR Z<1 OR Z>159 THEN * :? :? "
WSPOLRZEDNE SRODKA STREFY POZA EKRANEM!":CRO<NBCO
/BO0BO1B 02B
334 J W,Z,D
335 * :? "1 NASTEPNA PARA NAMIERNIKOW KF":? "2 SYT
URACJA WYJSCIOWA"
336 ? "3 POWROT DO MENU      CO WYBIERASZ ? ":GET
#1,B
337 IF B=49 THEN 298
338 IF B=50 THEN 287
339 IF B=51 THEN 50:GOTO 335
340 IF X2>X1 THEN D=X2-X1:W=X1+D/2:GOTO 342
341 D=X1-X2:W=X2-D/2
342 H=D*SQR(3)/2
343 * :? "W JAKIM KIERUNKU STREFA?":? "1 POLNOC":?
"2 POLUDNIE":GET #1,B
344 IF B=49 THEN 346
345 IF B=50 THEN 347:GOTO 343
346 Z=Y1-H:GOTO 333
347 Z=Y1+H:GOTO 333
348 IF Y1>Y2 THEN D=Y1-Y2:Z=Y1-D/2:GOTO 350
349 D=Y2-Y1:Z=Y2-D/2
350 H=D*SQR(3)/2
351 * :? "W JAKIM KIERUNKU STREFA?":? "1 WSCHOD":?
"2 ZACHOD":GET #1,B
352 IF B=49 THEN 354
353 IF B=50 THEN 355:GOTO 351
354 W=X1+H:GOTO 333
355 W=X1-H:GOTO 333
356 * :POKE 752,1:SETCOLOR 2,0,0:POSITION 7,11:? "
KONIEC PRACY-DZIEKUJE!":CRO<NBCO/BO0BO1B 02B!
03B"04CNRHz 3
```

P R O G R A M

"STREFA NASŁUCHU RADIOWEGO KF"

Program ten opracowano zgodnie z podalgorytmem przedstawionym w punkcie 2.2.4.1 i opisem podanym w punkcie 2.1.3.1, w języku programowania BASIC na mikrokomputerze AMSTRAD - 6128.

Program składa się z dwóch części. Pierwsza część programu prezentuje metodę samodzielnego określania parametrów strefy nasłuchu radiowego KF z wykorzystaniem zawartych w programie zależności matematycznych.

Wprowadzanie danych wejściowych w tej części programu odbywa się bezpośrednio z klawiatury mikrokomputera, zgodnie z poleceniami wyświetlanymi kolejno na ekranie monitora.

Druga część programu oblicza zasięgi strefy nasłuchu radiowego KF dla przyjętych w programie przykładowych warunków propagacji fal radiowych KF w dzień i w nocy, latem i zimą oraz następujących założonych danych wejściowych:

- radiostacje KF przeciwnika rozmieszczone są w odległości od 400 do 9000 km od RCO KF SRRe OPK;
- częstotliwości robocze radiostacji przeciwnika zbliżone są do optymalnych częstotliwości trefiku /FOT/;
- anteny nadawcze rozpoznawanych radiostacji mają charakterystykę dookólną - zatem $G_n = 1$;
- moc rozpoznawanych radiostacji - 0.5, 1 i 2 KW;
- praca rozpoznawanych radiostacji na fali jonosferycznej z jednokrotnym odbiciem od warstwy E na wysokości 100 km;
- częstotliwość krytyczna warstwy E - latem - 4MHz, zimą - 2.7MHz, nocą - 1MHz;
- poziom zakłóceń atmosferycznych zawiera się w przedziale 0.07 - 0.63 mikro V/m;
- poziom zakłóceń interferencyjnych wynosi od 0.2 do 1.78 mikro V/m;
- współczynnik ochronny $K = 3, 6$ i 12 .

Wyniki obliczeń przedstawiane są w formie tabel na ekranie monitora i wydrukach. Wydruki zasięgów nasłuchu radiowego KF dla przedstawionych wyżej danych wejściowych zawarte są na stronach 163 - 168.

STREFA NASŁUCHU RADIOWEGO KF
WARUNKI: LATO, DZIEŃ, K = 5

MOC P (kW)	CZĘSTOTLIWOŚĆ ROBOCZA f (MHz)	ODLEGŁOŚĆ RADIOSTACJI OD RCO KF (km)								
		2000	2500	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
0.5	7.5									
1										
2										
0.5	13	****	****	****	****	****	****			
1		****	****	****	****	****	****	****		
2		****	****	****	****	****	****	****	****	
0.5	19	****	****	****	****	****	****	****		
1		****	****	****	****	****	****	****	****	
2		****	****	****	****	****	****	****	****	****

STREFA NASŁUCHU RADIOWEGO KF
WARUNKI: LATO, ZIMA, NOC, K = 5

MOC P (kW)	CZĘSTOTLIWOŚĆ ROBOCZA f (MHz)	ODLEGŁOŚĆ RADIOSTACJI OD RCO KF (km)								
		2000	2500	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
0.5	3	****	****	****	****					
1		****	****	****	****	****				
2		****	****	****	****	****	****			
0.5	5	****	****	****						
1		****	****	****	****					
2		****	****	****	****	****				
0.5	10	****	****							
1		****	****	****						
2		****	****	****						

STREFA NASŁUCHU RADIOWEGO KF
WARUNKI: ZIMA, DZIEŃ, K = 5

MOC P (kW)	CZĘSTOTLIWOŚĆ ROBOCZA f (MHz)	ODLEGŁOŚĆ RADIOSTACJI OD RCO KF (km)								
		2000	2500	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
0.5	6.5	****	****	****	****	****	****			
1		****	****	****	****	****	****	****	****	
2		****	****	****	****	****	****	****	****	****
0.5	11	****	****	****	****	****				
1		****	****	****	****	****	****			
2		****	****	****	****	****	****	****		
0.5	14	****	****	****	****					
1		****	****	****	****	****				
2		****	****	****	****	****				

STREFA NASŁUCHU RADIOWEGO KF
WARUNKI: LATO, DZIEŃ, K = 12

MOC P (KW)	CZĘSTOTLIWOŚĆ ROBOCZA f (MHz)	ODLEGŁOŚĆ RADIOSTACJI OD RCO KF (km)								
		2000	2500	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
0.5	7.5									
1										
2										
0.5	13	****	****	****						
1		****	****	****	****	****				
2		****	****	****	****	****	****			
0.5	18	****	****	****	****	****				
1		****	****	****	****	****	****			
2		****	****	****	****	****	****	****		

STREFA NASŁUCHU RADIOWEGO KF
WARUNKI: LATO, ZIMA, NOC, K = 12

MOC P (KW)	CZĘSTOTLIWOŚĆ ROBOCZA f (MHz)	ODLEGŁOŚĆ RADIOSTACJI OD RCO KF (km)								
		2000	2500	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
0.5	3	****								
1		****	****							
2		****	****	****	****					
0.5	5	****								
1		****	****							
2		****	****	****						
0.5	10									
1										
2		****	****							

STREFA NASŁUCHU RADIOWEGO KF
WARUNKI: ZIMA, DZIEŃ, K = 12

MOC P (KW)	CZĘSTOTLIWOŚĆ ROBOCZA f (MHz)	ODLEGŁOŚĆ RADIOSTACJI OD RCO KF (km)								
		2000	2500	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
0.5	6.5	****								
1		****	****	****	****					
2		****	****	****	****	****	****			
0.5	11	****	****	****						
1		****	****	****	****					
2		****	****	****	****	****				
0.5	14	****	****							
1		****	****	****						
2		****	****	****	****					

LISTING PROGRAMU

"STREFA NAMIERZANIA RADIOWEGO KF"

```
20 * Definicja polskich znakow
30 SYMBOL AFTER 200
40 SYMBOL 200,&0,&0,&78,&D,&7D,&CC,&76,&4
50 SYMBOL 201,&18,&3C,&66,&66,&7E,&66,&66,&C
60 SYMBOL 202,&6,&C,&3C,&66,&60,&66,&3C,&0
70 SYMBOL 203,&18,&3C,&66,&60,&60,&66,&3C,&0
80 SYMBOL 204,&0,&0,&3C,&66,&7E,&60,&3C,&6
90 SYMBOL 205,&FE,&62,&68,&78,&68,&62,&FE,&C
100 SYMBOL 206,&38,&1A,&1C,&18,&38,&18,&3C,&0
110 SYMBOL 207,&E0,&68,&70,&60,&EE,&66,&FE,&0
120 SYMBOL 208,&6,&C,&DB,&66,&66,&66,&66,&0
130 SYMBOL 209,&18,&D6,&E6,&FE,&DE,&DE,&D6,&0
140 SYMBOL 210,&6,&C,&3C,&66,&66,&66,&3C,&0
150 SYMBOL 211,&18,&7C,&D6,&D6,&C6,&D6,&7C,&0
160 SYMBOL 212,&6,&C,&3C,&60,&3C,&6,&7C,&0
170 SYMBOL 213,&18,&3C,&62,&3C,&6,&66,&3C,&0
180 SYMBOL 214,&6,&C,&7E,&4C,&18,&30,&7E,&0
190 SYMBOL 215,&18,&FE,&8C,&18,&30,&62,&FE,&0
200 SYMBOL 216,&18,&0,&FE,&4C,&18,&30,&FE,&0
210 SYMBOL 217,&FE,&86,&C,&7E,&30,&62,&FE,&0
220 SYMBOL 220,0,0,2,31,63,2,0,0
230 SYMBOL 221,0,2,14,254,254,14,2,0
240 SYMBOL 222,128,112,112,120,31,12,10,8
250 SYMBOL 223,8,10,12,31,120,112,112,128
260 SYMBOL 232,0,1,2,4,14,4,24,24
270 SYMBOL 248,0,30,30,31,15,7,1,0
280 SYMBOL 249,0,0,0,0,192,240,248,60
290 SYMBOL 240,0,0,0,31,63,63,31,0
300 SYMBOL 241,0,30,124,240,224,128,0,0
310 SYMBOL 254,0,0,124,126,127,63,0,0
320 SYMBOL 255,0,0,0,0,248,252,254,240
330 SYMBOL 250,&FD,&7E,&FF,&FF,&FF,&7E,&FD,&0
340 SYMBOL 251,&0,&4F,&FF,&FF,&FF,&4F,&0,&0
350 SYMBOL 252,&0,&0,&FB,&FE,&FB,&C,&0,&0
360 KEY DEF 13,1,200,201,49: KEY DEF 14,1,202,203,50: K
EY DEF 5,1,204,205,51
370 KEY DEF 20,1,206,207,52: KEY DEF 12,1,208,209,53: K
EY DEF 4,1,210,211,54
380 KEY DEF 10,1,212,213,55: KEY DEF 11,1,214,215,56: K
EY DEF 3,1,216,217,57
390 GOTO 3380
400 * RYSOWANIE SZACHOWNICY I NAMIERNIKOW
410 *
420 BORDER 10:INK 0,0:INK 1,24:INK 2,26: INK 3,11:MODE
1
430 ORIGIN 0,0,0,640,0,98:CLG 3
440 FOR f=-300 TO 940 STEP 50:MOVE 320,200:DRAW f,0,2:N
EXT
450 f=104:s=2
460 MOVE 0,f:DRAWR 640,0:f=f-s:s=s+2:IF f>0 THEN 460
470 ORIGIN 0,0,0,640,96,400
480 *
490 * WYPISYWANIE NAPISOW
500 *
```

```
510 RESTORE 660: PEN 1: LOCATE 1, 2
520 PRINT "          KATEDRA TAKTYKI WOJSK OFK"
530 PRINT "===== "
540 LOCATE 1, 24: PRINT " Autor - Z. GROSZEK          WARSZAWA
A 1988 ";
550 LOCATE 17, 19: PRINT CHR$(244): LOCATE 17, 18: PRINT "x":
LOCATE 23, 19: PRINT CHR$(244): LOCATE 23, 18: PRINT "x": LOCA
TE 20, 19: PRINT CHR$(23
3): LOCATE 20, 18: PRINT CHR$(232)
560 R=100: FOR A=1 TO 360: X=R*COS(A): Y=R*SIN(A): PLOT 312
+X, 192+Y: NEXT
570 ORIGIN 0, 0, 0, 640, 0, 400
580 READ n#: y=4: GOSUB 630: READ n#: y=6: GOSUB 630: READ n#
: y=8: GOSUB 630
590 FOR i=1 TO 18
600 LOCATE 1, 11: PRINT " "; CHR$(254): CHR$(255)
610 FOR j=1 TO 50: NEXT: NEXT
620 GOTO 690
630 FOR i=1 TO 37: LOCATE 1, y: PRINT MID$(n#, i, 1): CHR$(25
4): CHR$(255)
640 FOR j=1 TO 50: NEXT: NEXT
650 LOCATE 37, y: PRINT "          ": RETURN
660 DATA "          "
670 DATA "          PROGRAM          "
680 DATA "          STREFA NASOUCHU RADIOWEGO KF          "

690 PLOT 320, 226: DRAW 325, 233, 1: DRAW 325, 229: DRAW 330, 2
33: PLOT 320, 226: DRAW 325, 219: DRAW 325, 223: DRAW 330, 219

700 FOR i=1 TO 500: NEXT i: PLOT 264, 120: DRAW 320, 228: PLO
T 360, 120: DRAW 320, 228
710 GOSUB 730
720 GOTO 860
730 RESTORE 800
740 READ a
750 IF a=0 THEN 730
760 SOUND 1, a
770 FOR i=1 TO 20: NEXT i
780 a$=INKEY$: IF a$="" THEN 740
790 RETURN
800 DATA 142, 127, 119, 142, 127, 119, 127, 119, 106, 127, 119, 10
6, 119, 106
810 DATA 95, 119, 106, 95, 106, 95, 84, 106, 95, 84
820 DATA 80, 84, 95, 84, 95, 106, 95, 106, 119, 106, 119, 127
830 DATA 80, 84, 95, 84, 95, 106, 95, 106, 119, 106, 119, 127
840 DATA 119, 127, 142, 159, 169, 190, 213, 239, 253, 284, 319, 25
3, 284, 319, 239, 253, 284
850 DATA 213, 239, 253, 190, 213, 239, 169, 190, 213, 190, 179, 16
9, 159, 142, 159, 0
860 DIM q(9), dt(9), stld(3, 9), stzd(3, 9), ad(3, 9), be(3, 9),
esld1(3, 9), esld2(3, 9), esld3(3, 9), esln1(3, 9), esln2(3, 9),
esln3(3, 9), eszd1(3, 9),
eszd2(3, 9), eszd3(3, 9), eza(9), ezi(9), ez(9), k(3)
870 INK 1, 26: CLS
880 WINDOW#1, 12, 27, 5, 7: PAPER#1, 7: CLS#1
890 LOCATE#1, 2, 2: PRINT#1, "OPCJE PROGRAMU"
900 LOCATE 5, 10: PRINT#1, "1. Opis programu"
```

```
910 LOCATE 5,12:PRINT"2. Metoda okreTlania strefy":LOCA
TE 8,13:PRINT"nasNuchu radiowego KF"
920 LOCATE 5,15:PRINT"3. Strefa nasNuchu radiowego KF"
930 GOSUB 730
940 IF a#="1" THEN 980
950 IF a#="2" THEN 1050
960 IF a#="3" THEN 2340
970 GOTO 930
980 CLS:LOCATE 13,2:PRINT"OPIS PROGRAMU"
990 PRINT:PRINT"Program sKNada siL z dwRch czLTci.CzLTJ
I programu prezentuje metodL samodziel- nego okreTlani
a parametrRw strefy na
sNu-chu radiowego KF,z wykorzystaniem podar- nych w prog
ramie zaleXnoTci."
1000 PRINT:PRINT"CzeTJ II programu pozwala okreTliJ str
e-fL nasNuchu radiowego KF dla przyJltych w programie,p
rzykNadowych warunkRw
prop- pagacji fal radiowych KF w dzieF i w no-cy,latem i
zimH."
1010 PRINT:PRINT"PrzyJlTe warunki propagacji fal radio-
wych KF oraz inne dane wejTciowe opisa- ne zostaNy w
II czLTci programu."
1020 PRINT:PRINT:PRINT"          POWODZENIA !"

1030 GOSUB 730
1040 GOTO 870
1050 CLS
1060 LOCATE 8,2:PRINT"METODA OKREULANIA STREFY":LOCATE
8,3:PRINT"NASOUCHU RADIOWEGO KF"
1070 PRINT:PRINT" Aby okreTliJ,czy rozpoznawana radio-
stacja KF przeciwnika znajduje sie w      strefie nasNu
chu radiowego KF SRRe
OPK, naleXy obliczyJ nastLpujHce wskaVniki:"
1080 PRINT" 1.KHt padania fali na jonosferL"
1090 PRINT" 2.WspRNczynnik tNumienia niedewiacyjne- g
o (warstwa E)"
1100 PRINT" 3.WspRNczynnik tNumienia dewiacyjnego"
1110 PRINT" 4.Sumaryczny wspRNczynnik tNumienia"
1120 PRINT" 5.DNugoTJ trajektorii fali"
1130 PRINT" 6.NatLXenie pola sygnaNu w miejscu od- b
ioru"
1140 PRINT" 7.NatLXenie pola zakNRceF w miejscu od- b
ioru"
1150 PRINT" 8.WspRNczynnik ochronny"
1160 PRINT"PorRwnanie natLXenia pola sygnaNu z ilo-czyn
em natLXenia pola zakNRceF i wspRN- czynnika ochronnego
pozwała utaliJ,czy r
ozpoznawana radiostacja KF przeciwnika jest w strefie n
asNuchu KF SRRe OPK."
1170 GOSUB 730
1180 CLS
1190 LOCATE 7,2:PRINT"KIT PADANIA FALI NA JONOSFERM"
1200 LOCATE 25,5:PRINT" d":LOCATE 10,6:PRINT"Qo = arctg
":LOCATE 28,7:PRINT"d":LOCATE 22,8:PRINT"2H +":LOCATE 2
8,9:PRINT"4a"
```

```
1210 GRAPHICS PAPER 0:GRAPHICS PEN 2:TAG:MOVE 448,307:P
RINT"2";:TAGOFF
1220 PLOT 312,308:DRAW 480,308:PLOT 408,280:DRAW 464,28
0:PLOT 112,352:DRAW 496,352:DRAW 496,240:DRAW 112,240:D
RAW 112,352
1230 PRINT:PRINT" gdzie:"
1240 PRINT" d - dNugotJ trasy wzdNux powierzchni
Ziemi;"
1250 PRINT" H - wysokoTJ warstwy jonosferycznej;"
1260 PRINT" a - promieF Ziemi."
1270 PRINT:INPUT" Podaj wartoTJ d (w km) ";d
1280 INPUT" Podaj wartoTJ H (w km) ";H
1290 A=5371:T=D/(2*H+d**2/(4*A));DEG:G=ATN(t)
1300 LOCATE 10,22:PRINT"Go = ";ROUND(G,2);" stopnia"
1310 PLOT 128,80:DRAW 128,32:DRAW 480,32:DRAW 480,80:DR
AW 128,80
1320 GOSUB 730
1330 CLS:LOCATE 2,2:PRINT"WSFSOCZYNNIK TOUMIENIA NIEDEW
IACYJNEGO":LOCATE 15,3:PRINT"(warstwa E)"
1340 LOCATE 9,7:PRINT"AD = 3(fkrE) sec Go":PRINT:PRINT
1350 TAG:MOVE 320,312:PRINT"2";:TAGOFF
1360 PLOT 112,320:DRAW 464,320:DRAW 464,272:DRAW 112,27
2:DRAW 112,320
1370 PRINT" gdzie:"
1380 PRINT:PRINT" fkrE - czLatotliwoTJ krytyczna
warstwy E"
1390 PRINT:PRINT:INPUT" Podaj wartoTJ fkrE (w MHz) "
;fke
1400 a=3*fke**2*1/COS(G)
1410 LOCATE 14,20:PRINT"AD = ";ROUND(a,2)
1420 PLOT 180,110:DRAW 420,110:DRAW 420,70:DRAW 180,70:
DRAW 180,110
1430 GOSUB 730
1440 PLOT 180,110:DRAW 420,110:DRAW 420,70:DRAW 180,70:
DRAW 180,110
1450 CLS:LOCATE 3,2:PRINT"WSFSOCZYNNKI TOUMIENIA DEWIAC
YJNEGO"
1460 LOCATE 15,3:PRINT"(warstwa E)"
1470 LOCATE 12,7:PRINT"BE = cos Go":LOCATE 20,6:
PRINT"4":LOCATE 17,6:PRINT"(fkrE)
1480 TAG:MOVE 416,312:PRINT"2";:TAGOFF
1490 PLOT 256,296:DRAW 352,296
1500 PLOT 160,336:DRAW 480,336:DRAW 480,256:DRAW 160,25
6:DRAW 160,336
1510 b=(4/fke)*(1/2*(1+COS(2*q)))
1520 LOCATE 15,13:PRINT"BE = ";ROUND(b,2)
1530 PLOT 196,224:DRAW 436,224:DRAW 436,176:DRAW 196,17
6:DRAW 196,224
1540 LOCATE 9,17:PRINT"DNUGOUK TRAJEKTORII FALI"
1550 dt=d*1/SIN(q)
1560 LOCATE 7,21:PRINT"dt = d cosec Go =";ROUND(dt,1);"
km"
1570 PLOT 80,96:DRAW 544,96:DRAW 544,48:DRAW 80,48:DRAW
80,96
1580 GOSUB 730
1590 CLS:LOCATE 4,4:PRINT"OD KTSREJ WARSTWY JONOSFERY O
DBIJA":LOCATE 4,5:PRINT"SIM FALA RADIOWA KF ?"
1600 LOCATE 10,9:PRINT"1. warstwa E":LOCATE 10,12:PRINT
"2. warstwa F2"
```

```
1610 LOCATE 6,18:PRINT"NACIUNIJ ODPOWIEDNI KLAWISZ !"  
1620 GOSUB 730  
1630 IF A$="1" THEN GOTO 1650  
1640 IF A$="2" THEN GOTO 2210:GOTO 1620  
1650 CLS:LOCATE 5,2:PRINT"SUMARYCZNY WSPSO CZYNNIK TOUMI  
ENA":LOCATE 17,3:PRINT"(warstwa E)"  
1660 LOCATE 15,7:PRINT"AD          f":LOCATE 6,8:P  
RINT"ST =          + BE f":LOCATE 11,10:LOCATE 29,9:P  
RINT"f + f1"  
1670 TAG:MOVE 175,275:PRINT"(f + f1)";:MOVE 304,280:PRI  
NT"2";:TAGOFF  
1680 PLOT 160,280:DRAW 320,280:PLOT 448,280:DRAW 544,28  
0:PLOT 444,256:DRAW 444,304:DRAW 544,304:PLOT 444,288:D  
RAW 440,288  
1690 PLOT 64,320:DRAW 560,320:DRAW 560,240:DRAW 64,240:  
DRAW 64,320  
1700 PRINT:PRINT:PRINT"  gdzie:":PRINT:PRINT"  f - c  
złstotliwoTJ robocza radiostac-      cji:":PRINT"  
f1 - wzdNuXna człstotl  
iwoTJ Xyroma-      gnetyczna rRwna 1 MHz.  
1710 PRINT:INPUT"  Podaj wartoTJ f (w MHz) ";f  
1720 f1=1:w=(a/(f+f1)^2)+b*f*SQR(f/(f+f1))  
1730 LOCATE 14,22:PRINT"ST = ";ROUND(w,2)  
1740 PLOT 180,60:DRAW 420,60:DRAW 420,32:DRAW 180,32:DR  
AW 180,80  
1750 GOSUB 730  
1760 CLS:LOCATE 10,2:PRINT"NATMYENIE POLA SYGNAOU"  
1770 LOCATE 15,6:PRINT"156*10  P      -ST":LOCATE 10,7:P  
RINT"Es =          e":LOCATE 20,8:PRINT"dt"  
1780 TAG:MOVE 320,328:PRINT"3";:TAGOFF  
1790 PLOT 344,304:DRAW 344,324:DRAW 368,324:PLOT 344,31  
6:DRAW 340,316  
1800 PLOT 128,336:DRAW 512,336:DRAW 512,256:DRAW 128,25  
6:DRAW 128,336  
1810 PLOT 224,296:DRAW 384,296  
1820 PRINT:PRINT"  gdzie:":PRINT:PRINT"  P - moc radi  
ostacji przeciwnika.":PRINT:PRINT:INPUT"  Podaj wa  
rtoTJ P (w kW) ";p  
1830 e=(156*1000*SQR(p))/dt:es=e*EXP(-w)  
1840 LOCATE 12,20:PRINT"Es =";ROUND(es,1);"mikro V/m"  
1850 PLOT 160,112:DRAW 480,112:DRAW 480,64:DRAW 160,64:  
DRAW 160,112  
1860 GOSUB 730  
1870 CLS:LOCATE 9,2:PRINT"NATMYENIE POLA ZAKOSCEQ"  
1880 LOCATE 9,6:PRINT"Ez = Eza lub Ezi lub Ezp":PRINT:P  
RINT  
1890 PLOT 112,336:DRAW 528,336:DRAW 528,288:DRAW 112,28  
8:DRAW 112,336  
1900 PRINT"  gdzie:":PRINT:PRINT"  Eza - poziom zakNRce  
P atmosferycznych;":PRINT"  Ezi - poziom zakNRceP inter  
ferencyj-      nyc  
h;":PRINT"  Ezp - poziom zakNRceP przemysNowych."  
1910 PRINT:INPUT"  Podaj wartoTJ Eza (w mikro V/m)";ez  
a:INPUT"  Podaj wartoTJ Ezi (w mikro V/m)";ezi:INPUT"  
  Podaj wartoTJ Ezp  
  (w mikro V/m)";ezp  
1920 IF eza>=ezi AND eza>=ezp THEN ez=eza  
1930 IF ezi>=eza AND ezi>=ezp THEN ez=ezi  
1940 IF ezp>=eza AND ezp>=ezi THEN ez=ezp  
1950 LOCATE 12,22:PRINT"Ez =";ez;"mikro V/m"
```

```
1960 PLOT 160,80:DRAW 448,80:DRAW 448,32:DRAW 160,32:DR
AW 160,80
1970 GOSUB 730
1980 CLS:LOCATE 10,2:PRINT"WSPSOCZYNNIK OCHRONNY"
1990 LOCATE 13,6:PRINT"K = K1 + K2 +K3"
2000 PLOT 176,336:DRAW 448,336:DRAW 448,288:DRAW 176,28
8:DRAW 176,336
2010 PRINT:PRINT"  gdzie:":PRINT"    K1 - wspRnczynnik o
chronny dla danego          rodzaju emisji bez uwzglEdnia
nia          zanikRw;"
2020 PRINT"    K2 - wspRnczynnik ochronny uwzglE-
      dniaJHcy XHdanH niezawodnoTJ          NHCznoTci i
      rodzaj odbioru;"
2030 PRINT"    K3 - wspRnczynnik ochronny uwzglE-
      dniaJHcy odchyNki natLXenia pola          sygnaNu od
      mediany.
2040 PRINT:INPUT"    Podaj wartoTJ K1";k1
2050 INPUT"    Podaj wartoTJ K2";k2
2060 INPUT"    Podaj wartoTJ K3";k3
2070 k=k1+k2+k3
2080 LOCATE 18,23:PRINT"K =";k
2090 PLOT 256,60:DRAW 368,60:DRAW 368,20:DRAW 256,20:DR
AW 256,60
2100 GOSUB 730
2110 CLS:LOCATE 11,2:PRINT"WARUNEK SOYSZALNOUCI"
2120 LOCATE 15,5:PRINT"Es => Ez * K"
2130 PLOT 208,352:DRAW 432,352:DRAW 432,304:DRAW 208,30
4:DRAW 208,352
2140 LOCATE 12,9:PRINT"Es =";ROUND(es,1);"mikro V/m"
2150 LOCATE 12,11:PRINT"Ez =";ROUND(ez,1);"mikro V/m"
2160 LOCATE 12,13:PRINT"K =";k
2170 IF es>=k*ez THEN WINDOW#1,2,39,17,22:PAPER#1,7:CLS
#1:LOCATE#1,2,3:PRINT#1,"ROD KF W STREFIE SOYSZALNOUCI
ROZPO-":LOCATE#1,2,4:P
RINT#1,"ZNAWANEJ RADIOSTACJI PRZECIWNIIKA":GOTO 2190
2180 IF es<k*ez THEN WINDOW#1,2,39,17,22:PAPER#1,7:CLS#
1:LOCATE#1,3,3:PRINT#1,"ODBISR EMISJI ROZPOZNAWANEJ RAD
IO-":LOCATE#1,3,4:PRIN
T#1,"STACJI PRZEWCIWNIIKA NIEMOYLIWY"
2190 GOSUB 730
2200 GOTO 870
2210 CLS:LOCATE 4,2:PRINT"SUMARYCZNY WSPSOCZYNNIK TOUMI
ENIA":LOCATE 15,3:PRINT"(warstwa F2)"
2220 LOCATE 17,7:PRINT"As":LOCATE 9,8:PRINT"ST =
      + BF2 f "
2230 TAG:MOVE 208,268:PRINT"(f + f1)";:MOVE 336,272:PRI
NT"2";:TAGOFF
2240 TAG:MOVE 496,296:PRINT"2";:TAGOFF
2250 PLOT 208,280:DRAW 352,280
2260 PLOT 112,320:DRAW 528,320:DRAW 528,224:DRAW 112,22
4:DRAW 112,320
2270 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT"  gdzie:":PRINT"    As -
sumaryczny wspRnczynnik tNumie-          nia niedewiacyj
nego;":PRINT"    BF2 -
wspRnczynnik tNumienia dewia-          cyjnego;":PRINT
"    f - czLstotliwoTJ robocza rdst.
2280 INPUT"    Podaj wartoTJ As ";a1:INPUT"    Podaj wart
oTJ BF2 ";b1:INPUT"    Podaj wartoTJ f ";f
2290 f1=1:w=a1/(f+f1)^2+b1*f^2
2300 LOCATE 16,23:PRINT"ST =";ROUND(w,2)
```

```
2310 PLOT 224,64:DRAW 432,64:DRAW 432,16:DRAW 224,16:DR
AW 224,64
2320 GOSUB 730
2330 GOTO 1760
2340 CLS:LOCATE 6,2:PRINT"STREFA NASOUCHU RADIOWEGO KF"
:LOCATE 16,5:PRINT"ZAOBYENIA":PLOT 232,344:DRAW 392,344
:DRAW 392,312:DRAW 232,344
,312:DRAW 232,344
2350 PRINT:PRINT" 1. Obliczenia prowadzone sH dla warun
- kRw propagacji fal radiowych KF w dzieF i w nocy,late
m i zimH."
2360 PRINT:PRINT" 2. Radiostacje KF przeciwnika rozmies
zczone sH w odlegNoTci od 400 do 2000 km od RCD KF SRR
e DPK."
2370 PRINT:PRINT" 3. CzLstotliwoUci robocze radiostacji
zbliXone sH do optymalnej czLstotliwoTcitrefiku (FOT)
."
2380 PRINT:PRINT" 4. Anteny nadawcze rozpoznawanych ra-
diostacji majH charakterystyKL dookRinH - zatem Gn =
1."
2390 PRINT:PRINT" 5. Moc rozpoznawanych radiostacji- 0.
5,1 i 2 KW."
2400 GOSUB 730
2410 CLS:PRINT:PRINT" 6. Urednia wartoTU wzdNuXnej czLs-
totli-woTci Xyromagnetycznej (f1)=1MHz."
2420 PRINT:PRINT" 7. Praca rozpoznawanych radiostacji n
a fali jonosferycznej z jednokrotnym odbi-ciem od warst
wy E na wysokoTci 100
km."
2430 PRINT:PRINT" 8. CzLstotliwoTJ krytyczna warstwy E:
latem - 4 MHz;
zimH - 2.7 MHz;
noch - 1 MHz."
2440 PRINT:PRINT" 9. Poziom zakNRceF atmosferycznych za
- wiera siL w przedziale 0.07-0.63 mikro V/m."
2450 PRINT" 10. Poziom zakNRceF interferencyjnych wyno
si od 0.2 do 1.78 mikro V/m."
2460 PRINT:PRINT" 11. WspRnczynnik ochronny K= 3,6 i 12
."
2470 PRINT:PRINT" 12. Wyniki obliczeF przedstawione sH
w formie tabel na ekranie monitora i wy- drukach."
2480 GOSUB 730
2490 CLS:LOCATE 13,7:PRINT"PROSZM CZEKAK !":LOCATE 9,12
:PRINT"OBLICZAM ZASIMG STREFY":LOCATE 9,13:PRINT"NASOU-
CHU RADIOWEGO KF"
2500 PLOT 176,320:DRAW 448,320:DRAW 448,272:DRAW 176,27
2:DRAW 176,320
2510 r=6371:f1=1:h=100:b=3
2520 RESTORE 2790:FOR i=1 TO 9:READ d:t=d/(2*h+d^2/(4*r
)):DEG:q(i)=ATN(t):dt(i)=d*1/SIN(q(i)):NEXT i
2530 RESTORE 2800:FOR i=1 TO 3:READ fke:FOR j=1 TO 9:ad
(i,j)=3*fke^2*1/COS(q(j)):be(i,j)=(4/fke)*(1/2*(1+COS(2
*(q(j))))):NEXT j:NEXT
i
2540 RESTORE 2810:FOR i=1 TO 3:READ f1:FOR j=1 TO 9:stl
d(i,j)=(ad(i,j)/(f1+f1)^2)+be(i,j)*f1*SQR(f1/(f1+f1)):N
EXT j:NEXT i
```

```
2550 RESTORE 2820:FOR i=1 TO 3:READ f2:FOR j=1 TO 9:stln(i,j)=(ad(2,j)/(f2+f1)^2)+be(2,j)*f2*SQR(f2/(f2+f1)):NEXT j:NEXT i
2560 RESTORE 2830:FOR i=1 TO 3:READ f3:FOR j=1 TO 9:stzd(i,j)=(ad(3,j)/(f3+f1)^2)+be(3,j)*f3*SQR(f3/(f3+f1)):NEXT j:NEXT i
2570 RESTORE 2840:FOR i=1 TO 3:READ p:FOR j=1 TO 9:esld1(i,j)=(156*1000*SQR(p))/dt(j)*EXP(-stld(1,j))
2580 esld2(i,j)=(156*1000*SQR(p))/dt(j)*EXP(-stld(2,j))
2590 esld3(i,j)=(156*1000*SQR(p))/dt(j)*EXP(-stld(3,j))
2600 esln1(i,j)=(156*1000*SQR(p))/dt(j)*EXP(-stln(1,j))
2610 esln2(i,j)=(156*1000*SQR(p))/dt(j)*EXP(-stln(2,j))
2620 esln3(i,j)=(156*1000*SQR(p))/dt(j)*EXP(-stln(3,j))
2630 eszd1(i,j)=(156*1000*SQR(p))/dt(j)*EXP(-stzd(1,j))
2640 eszd2(i,j)=(156*1000*SQR(p))/dt(j)*EXP(-stzd(2,j))
2650 eszd3(i,j)=(156*1000*SQR(p))/dt(j)*EXP(-stzd(3,j))
2660 NEXT j:NEXT i
2670 RESTORE 2850:FOR i=1 TO 9:READ eza:eza(i)=SQR(b)*eza:NEXT i
2680 RESTORE 2860:FOR i=1 TO 9:READ ezi:ezi(i)=ezi:NEXT i
2690 FOR i=1 TO 9
2700 IF ezi(i)>=eza(i) THEN ez(i)=ezi(i)
2710 IF eza(i)>=ezi(i) THEN ez(i)=eza(i)
2720 NEXT i
2730 CLS:WINDOW#1,11,28,11,14:PAPER#1,7:CLS#1:LOCATE#1,2,2:PRINT#1,"ZASIMGI NASDUCHU":LOCATE#1,4,3:PRINT#1,"RADIOWEGO KF"
2740 GOSUB 730
2750 K=3:GOSUB 2980
2760 K=6:GOSUB 2980
2770 K=12:GOSUB 2980
2780 MODE 1:GOTO 870
2790 DATA 400,600,800,1000,1200,1400,1600,1800,2000
2800 DATA 4,1,2.7
2810 DATA 7.5,13,18
2820 DATA 3,5,10
2830 DATA 6.5,11,14
2840 DATA 0.5,1,2
2850 DATA 0.07,0.24,0.16,0.63,0.56,0.56,0.07,0.17,0.13
2860 DATA 1.06,0.35,0.2,1.12,1.58,1.78,0.32,0.71,1.12
2870 MODE 2:LOCATE 26,1:PRINT"STREFA NASDUCHU RADIOWEGO KF"
2880 GRAPHICS PEN 1:PLOT 4,360:DRAW 636,360:DRAW 636,4:DRAW 4,4:DRAW 4,360:M=0:FOR I=1 TO 9:PLOT 204,296-M:DRAW 636,296-M:M=M+32:NEXT I
2890 M=0:RESTORE 2790:FOR I=1 TO 9:READ D:LOCATE 26+m,6:PRINT D:M=M+6:NEXT I
2900 M=0:FOR I=1 TO 9:PLOT 204+M,328:DRAW 204+M,4:M=M+48:NEXT I:M=0
```

```
2910 M=0:FOR I=1 TO 9:PLOT 4,296-M:DRAW 72,296-M:M=M+32
:NEXT I
2920 M=0:FOR I=1 TO 3:PLOT 72,296-M:DRAW 204,296-M:M=M+
96:NEXT I
2930 PLOT 72,360:DRAW 72,4:PLOT 204,360:DRAW 204,328:PL
OT 204,328:DRAW 636,328
2940 LOCATE 36,4:PRINT"ODLEGODUK RADIOSTACJI OD RCD KF
(Km)"
2950 LOCATE 4,4:PRINT"MOC":LOCATE 11,4:PRINT"CINSTOTLIW
DUK":LOCATE 3,6:PRINT"P (KW)":LOCATE 11,6:PRINT"ROBOCZA
f (MHz)"
2960 LOCATE 4,8:PRINT"0.5":LOCATE 5,10:PRINT"1":LOCATE
5,12:PRINT"2":LOCATE 4,14:PRINT"0.5":LOCATE 5,16:PRINT"
1":LOCATE 5,18:PRINT"2
":LOCATE 4,20:PRINT"0.5":LOCATE 5,22:PRINT"1":LOCATE 5,
24:PRINT"2"
2970 RETURN
2980 GOSUB 2870:M=28:N=8:FOR I=1 TO 9:IF ESLD1(1,I)>=EZ
(1)*K THEN LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
2985 NEXT I
2990 M=28:N=10:FOR I=1 TO 9:IF ESLD1(2,I)>=EZ(1)*K THEN
LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
2995 NEXT I
3000 M=28:N=12:FOR I=1 TO 9:IF ESLD1(3,I)>=EZ(1)*K THEN
LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3005 NEXT I
3010 M=28:N=14:FOR I=1 TO 9:IF ESLD2(1,I)>=EZ(2)*K THEN
LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3015 NEXT I
3020 M=28:N=16:FOR I=1 TO 9:IF ESLD2(2,I)>=EZ(2)*K THEN
LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3025 NEXT I
3030 M=28:N=18:FOR I=1 TO 9:IF ESLD2(3,I)>=EZ(2)*K THEN
LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3035 NEXT I
3040 M=28:N=20:FOR I=1 TO 9:IF ESLD3(1,I)>=EZ(3)*K THEN
LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3045 NEXT I
3050 M=28:N=22:FOR I=1 TO 9:IF ESLD3(2,I)>=EZ(3)*K THEN
LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3055 NEXT I
3060 M=28:N=24:FOR I=1 TO 9:IF ESLD3(3,I)>=EZ(3)*K THEN
LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3065 NEXT I
3070 LOCATE 26,2:PRINT"WARUNKI: LATO, DZIEG. K =";K
3080 LOCATE 18,10:PRINT"7.5":LOCATE 18,16:PRINT"13":LOC
ATE 18,22:PRINT"18"
3090 IF t#="T" OR T#="t" THEN CALL &A000
3100 GOSUB 730
3110 GOSUB 2870:M=28:N=8:FOR I=1 TO 9:IF ESLN1(1,I)>=EZ
(4)*K THEN LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3115 NEXT I
3120 M=28:N=10:FOR I=1 TO 9:IF ESLN1(2,I)>=EZ(4)*K THEN
LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3125 NEXT I
3130 M=28:N=12:FOR I=1 TO 9:IF ESLN1(3,I)>=EZ(4)*K THEN
LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
```

```
3135 NEXT I
3140 M=28:N=14:FOR I=1 TO 9:IF ESLN2(1,I)>=EZ(5)*K THEN
  LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3145 NEXT I
3150 M=28:N=16:FOR I=1 TO 9:IF ESLN2(2,I)>=EZ(5)*K THEN
  LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3155 NEXT I
3160 M=28:N=18:FOR I=1 TO 9:IF ESLN2(3,I)>=EZ(5)*K THEN
  LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3165 NEXT I
3170 M=28:N=20:FOR I=1 TO 9:IF ESLN3(1,I)>=EZ(6)*K THEN
  LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3175 NEXT I
3180 M=28:N=22:FOR I=1 TO 9:IF ESLN3(2,I)>=EZ(6)*K THEN
  LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3185 NEXT I
3190 M=28:N=24:FOR I=1 TO 9:IF ESLN3(3,I)>=EZ(6)*K THEN
  LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3195 NEXT I
3200 LOCATE 24,2:PRINT"WARUNKI: LATO, ZIMA, NOC, K =":K

3210 LOCATE 18,10:PRINT"3":LOCATE 18,16:PRINT"5":LOCATE
  18,22:PRINT"10"
3220 IF t#="T" OR T#="t" THEN CALL &A000
3230 GOSUB 730
3240 GOSUB 2870:M=28:N=8:FOR I=1 TO 9:IF ESZD1(1,I)>=EZ
  (7)*K THEN LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3245 NEXT I
3250 M=28:N=10:FOR I=1 TO 9:IF ESZD1(2,I)>=EZ(7)*K THEN
  LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3255 NEXT I
3260 M=28:N=12:FOR I=1 TO 9:IF ESZD1(3,I)>=EZ(7)*K THEN
  LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3265 NEXT I
3270 M=28:N=14:FOR I=1 TO 9:IF ESZD2(1,I)>=EZ(8)*K THEN
  LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3275 NEXT I
3280 M=28:N=16:FOR I=1 TO 9:IF ESZD2(2,I)>=EZ(8)*K THEN
  LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3285 NEXT I
3290 M=28:N=18:FOR I=1 TO 9:IF ESZD2(3,I)>=EZ(8)*K THEN
  LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3295 NEXT I
3300 M=28:N=20:FOR I=1 TO 9:IF ESZD3(1,I)>=EZ(9)*K THEN
  LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3305 NEXT I
3310 M=28:N=22:FOR I=1 TO 9:IF ESZD3(2,I)>=EZ(9)*K THEN
  LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3315 NEXT I
3320 M=28:N=24:FOR I=1 TO 9:IF ESZD3(3,I)>=EZ(9)*K THEN
  LOCATE M,N:PRINT"****":M=M+6
3325 NEXT I
3330 LOCATE 26,2:PRINT"WARUNKI: ZIMA, DZIES, K =":K
3340 LOCATE 18,10:PRINT"6.5":LOCATE 18,16:PRINT"11":LOC
  ATE 18,22:PRINT"14"
3350 IF t#="T" OR T#="t" THEN CALL &A000
```

```
3360 GOSUB 730
3370 RETURN
3380 CLS
3390 GOTO 3430
3400 INPUT "czy chcesz wydruk na drukarce TAK-T/NIE-N":T
$
3410 IF( T$="T"OR T$="N")OR(T$="t"OR t$="n") THEN GOTO
400
3420 PRINT"NADISNALES ZLY KLAWISZ":GOTO 3400
3430 MEMORY &9FFF
3440 RESTORE 3490
3450 FOR i=&A000 TO &A0B0
3460 READ v:POKE i,v:t=t+v
3470 NEXT i
3480 IF t<>20961 THEN PRINT "B41D"
3490 DATA 205,188,160,62,27,205,157,160
3500 DATA 62,49,205,157,160,205,186,167
3510 DATA 205,231,167,50,160,160,17,0
3520 DATA 0,33,143,1,34,178,160,52
3530 DATA 7,50,177,160,62,10,205,157
3540 DATA 160,62,13,205,157,160,62,27
3550 DATA 205,157,160,62,76,205,157,160
3560 DATA 62,127,205,157,160,62,2,205
3570 DATA 157,160,14,0,58,177,160,71
3580 DATA 229,197,213,205,240,187,209,193
3590 DATA 33,160,160,190,225,55,32,1
3600 DATA 167,203,17,43,43,16,233,58
3610 DATA 177,160,254,7,40,7,175,203
3620 DATA 17,203,17,203,17,121,205,157
3630 DATA 160,19,229,33,127,2,55,237
3640 DATA 82,223,56,5,42,178,160,24
3650 DATA 193,35,124,181,40,32,43,17
3660 DATA 0,0,34,178,160,62,7,189
3670 DATA 32,146,124,160,32,142,62,4
3680 DATA 50,177,160,24,135,205,46,189
3690 DATA 56,251,205,43,189,201,62,27
3700 DATA 205,157,160,62,64,205,157,160,201
3710 GOTO 3400
```

Wydrukowano w 10 egz.
Egz. nr 1-10 Bibl.Nauk.DZS
Wyk. ppłk Groszek
Druk G.Z. dnia 28.04.88r.
Druk ASG WP nr pf-691/WW
Korekta autorska.

