

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

GŁÓWNY ZARZĄD SZKOŁENIA BRONNICY

Zet.	Do pisma	Wzrost	1710
Nr 1	z dnia 1987	Wzrost	1710

JAWNE

~~ROUFNE~~

Egz. nr 2



Ppłk mgr inż. Marek TOLKACZ

ANALIZA WPŁYWU
ZAKŁÓCEŃ RADIOELEKTRONICZNYCH
NA MOŻLIWOŚCI ROZPOZNAWCZE
SYSTEMU RADIOLOKACYJNEGO
Z WYKORZYSTANIEM METODY
SYMULACJI KOMPUTEROWEJ

Rozprawa doktorska



12222

WARSZAWA 1987





SŁOWNY ZARZĄD SZKOLENIA WODNICZYCH
Zof. _____
nr 1
Do pisma _____
z dnia 1987 _____

**AKADEMIA
SZTABU GENERALNEGO**
IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

JAWNE

~~ROUFNE~~

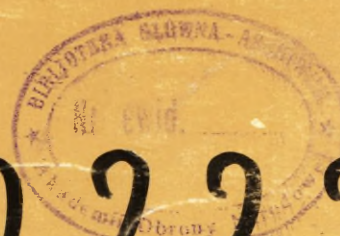
Egz. nr 2



Ppłk mgr inż. Marek TOLKACZ

**ANALIZA WPŁYWU
ZAKŁÓCEŃ RADIOELEKTRONICZNYCH
NA MOŻLIWOŚCI ROZPOZNAWCZE
SYSTEMU RADIOLOKACYJNEGO
Z WYKORZYSTANIEM METODY
SYMULACJI KOMPUTEROWEJ**

Rozprawa doktorska



12222

WARSZAWA 1987

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

im. GENERAŁA BRONI KAROLA SWIERCZEWSKIEGO

~~POUFNE~~

Egz. Nr 2

Imeli. Prot. 779/21.08.95

ppik mgr inż. Marek Tołkacz



ANALIZA WPŁYWU
ZAKŁOCEŃ RADIOELEKTRONICZNYCH
NA MOŻLIWOŚCI ROZPOZNAWCZE
SYSTEMU RADIOLOKACYJNEGO
Z WYKORZYSTANIEM METODY
SYMULACJI KOMPUTEROWEJ

ROZPRAWA DOKTORSKA

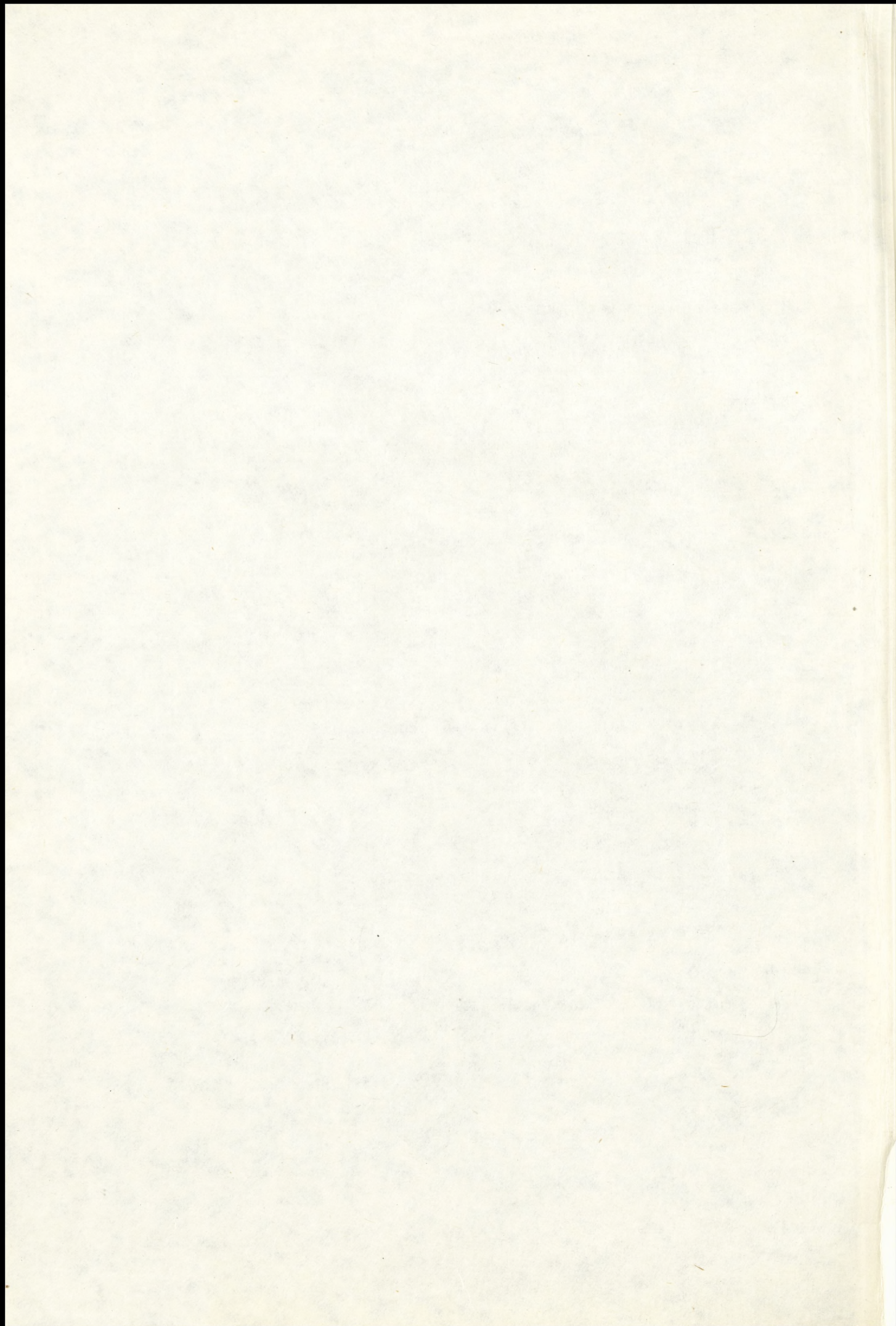


Opracowana pod naukowym kierownictwem :
pik. doc. dr. hab. inż. Stefana Antczaka

WARSZAWA 1987



W S T Ę P	5
1. PROBLEMY OCENY WPŁYWU ZAKŁÓCEŃ RADIOELEKTRONICZNYCH NA SYSTEM RADIOLOKACYJNY	9
1.1. Geneza problemu	9
1.2. Założenia operacyjno-taktyczne	13
1.3. Procedura oceny	18
2. KONCEPCJA STOSOWANIA ZAKŁÓCEŃ RADIOELEKTRONICZNYCH W SIŁACH POWIETRZNYCH PAŃSTW NATO	21
2.1. Klasyfikacja zakłóceń radioelektronicznych i ich charakterystyka	25
2.2. Podstawowe urządzenia zakłócające i ich zastoso- wanie	32
2.3. Sposoby stosowania zakłóceń radioelektronicz- nych	37
3. METODY OCENY WPŁYWU ZAKŁÓCEŃ RADIOELEKTRONICZNYCH NA SYSTEM RADIOLOKACYJNY	47
3.1. System radiolokacyjny i jego możliwości rozpoz- nawcze	47
3.2. Wykorzystanie metody analityczno-graficznej do oceny skuteczności oddziaływania zakłóceń na podsystem rozpoznania radiolokacyjnego	56
3.3. Zastosowanie symulacji komputerowej do oceny wpływu zakłóceń na możliwości rozpoznawcze sys- temu radiolokacyjnego	70
4. PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA SYMULACJI KOMPUTEROWEJ DO OCENY WPŁYWU ZAKŁÓCEŃ NA PARAMETRY STREFY INFORMACJI RADIOLOKACYJNEJ W BRYGADZIE RADIOTECHNICZNEJ WOPK ..	97
WNIOSKI KOŃCOWE	105
BIBLIOGRAFIA	109
ZAŁĄCZNIKI	115



W S T Ę P

Analiza wojen lokalnych i konfliktów zbrojnych po II wojnie światowej oraz materiały dotyczące ćwiczeń prowadzonych przez siły zbrojne państw NATO/ wskazują, że nieuniknione jest stosowanie przez nieprzyjaciela zakłóceń radioelektronicznych. Zakłócenia mogą być stosowane poprzez wykorzystanie środków napadu powietrznego pilotowanych i bezpilotowych, samolotów specjalnych walki radioelektronicznej oraz naziemnych urządzeń zakłócających.

W ostatnim okresie w państwach NATO obserwuje się skokowe, ilościowe a także jakościowe przeobrażenia w potencjale walki radioelektronicznej i metodach jej prowadzenia. Przedsięwzięcia te zmierzają do ograniczenia skuteczności działania środków radioelektronicznych państw Układu Warszawskiego, przy jednoczesnym zapewnieniu funkcjonowania środków własnych.

Stosowanie przez nieprzyjaciela zakłóceń radioelektronicznych powoduje zmiany możliwości informacyjnych systemu radiolokacyjnego, co stwarza konieczność oceny możliwości informacyjnych tego systemu.

Ocena możliwości wykrywania i śledzenia środków napadu powietrznego przez stacje radiolokacyjne, będące podstawowym źródłem informacji w systemie radiolokacyjnym jest utrudniona, ze względu na różnorodność stosowanych zakłóceń oraz niejednakową odborność poszczególnych stacji radiolokacyjnych na zakłócenia. W praktyce dokonywana jest ocena odporności pojedynczej stacji radiolokacyjnej na zakłócenia i na tej podstawie przeprowadza się uogólnioną ocenę odporności danego ugrupowania WRT.

Obliczanie podstawowych wskaźników liczbowych pozwalających na ocenę odporności ugrupowania WRT na zakłócenia jest bardzo skomplikowane i czasochłonne - szczególnie w przypadku, gdy określa się możliwości wykrywania i śledzenia dużej liczby obiektów powietrznych, które stosują zakłócenia, są maskowane zakłóceniami lub znajdują się poza obszarem skutecznego zakłócenia.

W ramach pracy naukowo-badawczej prowadzonej w Wyższej Oficerskiej Szkole Radiotechnicznej czynione były próby wykorzystania EMC do obliczenia zasięgu wykrywania stacji radiolokacyjnych w warunkach oddziaływania zakłóceń szumowych o danej gęstości mocy oraz wykreślenia charakterystyk wykrywania poszczególnych typów stacji radiolokacyjnych. Wyniki badań, w których autor uczestniczył, przedstawione zostały w postaci tabel lub charakterystyk dla kilku wybranych gęstości mocy zakłóceń. Dają one ogólny pogląd na skalę zmiany zasięgu wykrywania stacji radiolokacyjnych w warunkach oddziaływania zakłóceń radioelektronicznych /75/.

W Katedrze Taktyki WOPK opracowano program na EMC, który umożliwia ocenę wpływu zakłóceń radioelektronicznych na efektywność zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych, ale tylko lotnictwa myśliwskiego wojsk OPK i to na wybranych trasach lotu ŚNP przeciwnika /7/.

W prezentowanej rozprawie doktorskiej, autor wykorzystał doświadczenia wynikające z użytkowania programu ZPOL; rozbudowano przede wszystkim zakres analizy, zaproponowano nowe wskaźniki jakościowe oraz postać wynikową programu symulacyjnego. W rozprawie proponuje się odejście od dotychczasowych metod oceny wpływu zakłóceń, zakładających określone stałe wartości gęstości widmowej zakłóceń i charakteryzujące dane źródło zakłóceń. Przyjmuje się natomiast metodę uwzględniającą możliwości generowania zakłóceń radioelektronicznych o różnej częstotliwości i szerokości widmowej. Jednocześnie zaprezentowano nowy sposób podejścia do zagadnień namierzania źródeł zakłóceń, pozwalający ocenić w sposób przybliżony/ dokładność, z jaką określane jest miejsce znajdowania się źródła emisji zakłóceń oraz dobór elementów ugrupowania WRt służących do jego namierzania /ze względu na minimalny błąd określania położenia źródeł zakłóceń/. Zastosowanie tej metody umożliwi także uwzględnienie oddziaływania nadajników zakłóceń jednorazowego użytku, zgodnie z obowiązującymi i perspektywicznymi sposobami prowadzenia walki radioelektronicznej przez państwa NATO.

Zaprezentowana metoda analizy wpływu zakłóceń na możliwości rozpoznawcze systemu radiolokacyjnego, może być wykorzystana w procesie planowania działań bojowych na szczeblu taktycznym do weryfikacji przyjętych założeń taktycznych, a także w procesie dydaktycznym.

Rozprawa składa się z czterech rozdziałów.

Rozdział pierwszy obejmuje genezę problemu badawczego, założenia operacyjno-taktyczne oraz podstawowe procedury oceny. Przedstawiono w nim hipotezę roboczą, cele badawcze, problemy badawcze oraz sposób rozwiązania tych problemów przy wykorzystaniu określonych metod badawczych.

W rozdziale drugim przedstawiono istotę walki radioelektronicznej i możliwości jej rozwoju w dalszej perspektywie czasu, krótką charakterystykę zakłóceń i proponowaną klasyfikację oraz sposoby stosowania zakłóceń radioelektronicznych i charakterystykę urządzeń zakłócających.

Dane zawarte w tym rozdziale posłużyły autorowi do opracowania cech charakterystycznych modelu nalotu SNP, wykorzystywanego do analizy działania podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego w warunkach stosowania zakłóceń radioelektronicznych.

W rozdziale trzecim zaprezentowano dwie metody oceny wpływu zakłóceń na możliwości rozpoznawcze systemu radiolokacyjnego. Przedstawiono w nim podstawowe problemy związane z wykrywaniem i śledzeniem SNP przy oddziaływaniu zakłóceń czynnych i biernych na stacje radiolokacyjne oraz możliwości zmniejszenia skuteczności oddziaływania tych zakłóceń. Przedstawiając metodę analityczno-graficzną autor zaprezentował model stosowania zakłóceń, podał parametry charakteryzujące urządzenia zakłócające i stacje radiolokacyjne oraz wzajemne relacje pomiędzy tymi parametrami. Zostały one następnie wykorzystane w modelu podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego. Matematyczny model podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego i algorytm procesu rozpoznania pozwoliły na opracowanie programu symulacyjnego na EMC.

W rozdziale czwartym przedstawiono wybrane przykłady zastosowania proponowanej metody badawczej do oceny wpływu zakłóceń na możliwości wykrywania i śledzenia celów przez system radiolokacyjny wojsk radiotechnicznych w warunkach oddziaływania zakłóceń czynnych. W przykładzie tym przyjęto określone ugrupowanie związku taktycznego WRT oraz dwa warianty nalotu, w których parametrem jest sposób stosowania zakłóceń radioelektronicznych przez SNP przeciwnika. Obliczenia wykonane zostały na mikrokomputerze serii IBM PC typu AMSTRAD. Wyniki obliczeń przedstawiono na tabulogramach /załączniki nr 22 - 27/.

Autor pragnie serdecznie podziękować Komendantowi Wyższej Oficerskiej Szkoły Radiotechnicznej płk.dypl. Edwardowi REDWANZOWI za stworzenie dogodnych warunków do realizacji pracy, promotorowi płk.doc. dr.hab.inż. Stefanowi ANTCZAKOWI oraz oficerom z Katedry Taktyki WOPK za życzliwy stosunek i cenne uwagi, które przyczyniły się do nadania ostatecznego kształtu niniejszej rozprawy.

1. PROBLEM OCENY WPŁYWU ZAKŁÓCEŃ RADIOELEKTRONICZNYCH NA SYSTEM RADIOLOKACYJNY

1.1. GENEZA PROBLEMU

W ostatnich latach obserwuje się dynamiczny rozwój środków napadu powietrznego /ŚNP/ potencjalnego przeciwnika oraz sposobu ich wykorzystania na polu walki. Doświadczenia z prowadzonych wojen lokalnych i konfliktów zbrojnych po II wojnie światowej wskazują, że przyszłe działania bojowe ŚNP będą odbywały się w warunkach stosowania zakłóceń radioelektronicznych przez samoloty uderzeniowe i osłony. Stosowanie przez przeciwnika zakłóceń radioelektronicznych powoduje zmniejszenie możliwości bojowych wojsk radiotechnicznych, a w tym możliwości wykrywania i śledzenia środków napadu powietrznego. Istnieje konieczność dokonywania oceny stopnia zmniejszenia możliwości wykrywania i śledzenia ŚNP przez wojska radiotechniczne. Wykrywanie i śledzenie ŚNP prowadzone jest przede wszystkim z wykorzystaniem stacji

radiolokacyjnych w ramach rozpoznania radiolokacyjnego, prowadzonego przez dane ugrupowanie wojsk radiotechnicznych. Rozpoznanie radiolokacyjne prowadzone jest w systemie radiolokacyjnym, który zapewnia zdobywanie danych, ich przetwarzanie, przesyłanie do zabezpieczanych aktywnych środków obrony oraz wymianę informacji pomiędzy poszczególnymi elementami systemu OPK.

Autor w rozprawie, jako podstawowy cel badań postawił sobie opracowanie metody, pozwalającej badać wpływ zakłóceń radioelektronicznych na możliwości rozpoznawcze systemu radiolokacyjnego.

Na podjęcie decyzji o wyborze takiego tematu rozprawy złożyły się następujące przyczyny: konieczność dokonywania oceny skuteczności oddziaływania zakłóceń radioelektronicznych na system radiolokacyjny podczas ćwiczeń organizowanych w wojskach OPK oraz niedosyt opracowań dających możliwości określania stopnia zmniejszania możliwości rozpoznawczych systemu radiolokacyjnego.

Przybliżoną ocenę skuteczności oddziaływania zakłóceń czynnych na elementy systemu radiolokacyjnego można uzyskać metoda analityczną lub analityczno-graficzną. W metodach tych w oparciu o zależności matematyczne pomiędzy parametrami urządzeń radiolokacyjnych i urządzeń zakłócających określa się zasięgi wykrywania stacji radiolokacyjnych w warunkach oddziaływania zakłóceń, przyjmując określoną skuteczną powierzchnię odbicia celu oraz gęstość widmową źródła zakłóceń i jego odległość od stacji radiolokacyjnej. Obliczone zmniejszone zasięgi wykrywania stacji radiolokacyjnej stanowią podstawę do obliczenia współczynnika ściśnięcia strefy wykrywania danej stacji radiolokacyjnej. Graficzne przedstawienie na mapie obliczonych zmniejszonych zasięgów wykrywania stacji radiolokacyjnych w ramach danego ugrupowania wojsk radiotechnicznych pozwala na ocenę możliwości wykrywania i śledzenia ŚNP w warunkach oddziaływania zakłóceń radioelektronicznych /stąd nazwa metody-analityczno-graficzna lub analityczna, jeżeli wyniki obliczeń nie są graficznie odwzorowane na mapie/.

Metoda analityczno-graficzna /nazywana wykreślno-analityczną/ była dotychczas metodą zalecaną i powszechnie stosowaną w wojskach radiotechnicznych ^{1/}. Wykorzystując tę metodę trudno jest ocenić możliwości wykrywania i śledzenia ŚNP przez dane ugrupowanie WRT w warunkach oddziaływania zakłóceń, gdyż zakłada się stacjonarny sposób stosowania zakłóceń /przez kilka stacjonarnych źródeł zakłóceń o danej gęstości widmowej/i wprowadza zbyt duże uproszczenia w obliczeniach zasięgów wykrywania stacji radiolokacyjnych / w niewystarczający sposób uwzględnia się wysokość lotu celów zakłócających i celów uderzeniowych maskowanych zakłóceniami/ oraz w niewielkim stopniu uwzględnia się możliwości śledzenia samolotów stosujących zakłócenia metodą radiolokacji pasywnej /przez namierzanie/.

Autor postawił następującą hipotezę roboczą: dotychczasowe metody oceny wpływu zakłóceń radioelektronicznych na możliwości rozpoznawcze systemu radiolokacyjnego są niedoskonałe, ponieważ są mało precyzyjne, czasochłonne i nie uwzględniają dynamiki działania środków napadu powietrznego, przeciwnika. Znacznie lepsze efekty w badaniu wpływu zakłóceń radioelektronicznych na możliwości rozpoznawcze systemu radiolokacyjnego można osiągnąć przez zastosowanie metody symulacji komputerowej.

Z celu badań i hipotezy roboczej wynikają problemy i zadania badawcze, w ramach których należało: zweryfikować dotychczasowe metody oceny odporności systemu radiolokacyjnego na zakłócenia, opracować model matematyczny podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego oraz przedstawić sposób wykorzystania symulacji komputerowej do oceny wpływu zakłóceń na możliwości rozpoznawcze systemu radiolokacyjnego.

^{1/} Taktyka wojsk radiotechnicznych WOPK - podręcznik wyd. DWOPK Warszawa 1977, s.75-85, 53-59

W celu rozwiązania sprecyzowanych problemów badawczych stosowano analizę literatury zawierającej sprawozdania z konfliktów i wojen lokalnych, ćwiczeń wojsk paktu NATO i ćwiczeń wojsk własnych oraz analizę systemową, a w jej ramach modelowanie matematyczne i symulację komputerową. Analiza literatury dotyczącej stosowania zakłóceń czynnych przez środki napadu powietrznego oraz ich wpływu na możliwości wykrywania i śledzenia celów powietrznych, z wykorzystaniem stacji radiolokacyjnych systemu OP, pozwoliła na opracowanie i ustalenie ograniczeń dotyczących modelu podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego, a w tym podstawowych równań matematycznych opisujących jego działanie i algorytm działania.

W dostępnych pozycjach literatury / 82, 88, 48, 53/ dotyczącej wpływu zakłóceń na możliwości wykrywania i śledzenia SNP dokonano analizy, przyjmując prosty wariant stosowania zakłóceń przez kilka źródeł zakłóceń znajdujących się na stałej odległości od stacji radiolokacyjnej, w oparciu o równanie przeciwdziałania radioelektronicznego /82/.

Najpełniejsza analiza przedstawiona została w opracowaniu /88/, przy czym autorzy przyjęli odmienny sposób oceny skuteczności oddziaływania zakłóceń niż zaprezentowany w niniejszej rozprawie doktorskiej, gdyż nie określają zasięgu wykrywania stacji radiolokacyjnej w warunkach oddziaływania zakłóceń. W opracowaniu /48/ przedstawiono podstawowe równania matematyczne pozwalające obliczyć zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnych w warunkach oddziaływania zakłóceń czynnych. Nie uwzględnia się w nim jednak wysokości położenia źródła zakłóceń, a przykładowe obliczenia wykonane są tylko dla jednego źródła.

Odmienny sposób podejścia do problematyki analizy wpływu zakłóceń na możliwości wykrywania i śledzenia SNP przez stacje radiolokacyjne zaprezentowano w opracowaniu /55/. W opracowaniu tym przyjmuje się kilka źródeł zakłóceń znajdujących się na stałej odległości od zakłócanej stacji radiolokacyjnej, przy czym charakteryzuje się źródła zakłóceń stałą gęstością widmową i na tej podstawie oblicza zmniejszone zasięgi wykrywania poszczególnych stacji radiolokacyjnych.

Zdaniem autora stanowi to pewne uproszczenie analizy wpływu zakłóceń dla danego wariantu nalotu SNP.

Zależności matematyczne przedstawione w opracowaniach /48, 53, 82, 98/ pozwoliły autorowi rozprawy na opracowanie modelu matematycznego podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego, umożliwiające analizę wpływu zakłóceń na możliwości rozpoznawcze systemu radiolokacyjnego, z wykorzystaniem symulacji komputerowej.

1.2. ZAŁOŻENIA OPERACYJNO-TAKTYCZNE

System radiolokacyjny należy do klasy systemów informacyjnych, których celem jest zbieranie, przesyłanie, przetwarzanie, przechowywanie i udostępnianie informacji zgodnie z potrzebami i wymaganiami określonych użytkowników.

System radiolokacyjny obrony powietrznej-jako jej podstawowe ogniwo informacyjne-organizowany jest zgodnie z zamiarem prowadzenia działań bojowych. Oznacza to, że działania bojowe ugrupowania sił i środków WRT podporządkowane są potrzebom aktywnych środków obrony powietrznej w celu zapewnienia im swobody działań i ekonomicznego ich użycia w walce ze środkami napadu powietrznego przeciwnika. Dlatego też system radiolokacyjny obrony powietrznej, ze względu na swą funkcjonalność, składa się z: sieci rozwiniętych sił i środków radiolokacyjnych, rozwiniętej sieci łączności zapewniającej wymianę informacji radiolokacyjnej, sieci stanowisk dowodzenia WRT, które są jednocześnie punktami opracowania i przekazywania informacji radiolokacyjnej dla poszczególnych szczebli dowodzenia aktywnymi środkami obrony powietrznej. Z przedstawionego podziału wynika, że w ramach systemu radiolokacyjnego można wyróżnić kilka podsystemów, a wśród nich podsystem rozpoznania radiolokacyjnego.

W przedstawionej rozprawie doktorskiej analizuje się możliwości rozpoznawcze systemu radiolokacyjnego w warunkach działania zakłóceń radioelektronicznych, wykorzystując do tego celu metodę symulacji komputerowej. Możliwości rozpoznawcze systemu radiolokacyjnego rozumiane są jako możliwości prowadzenia rozpoznania radiolokacyjnego w ramach określonego ugrupowania wojsk radiotechnicznych.

W ramach rozpoznania radiolokacyjnego określa się: skład obiektu powietrznego; przynależność obiektu; lokalizację obiektu w przestrzeni, względem prowadzącej rozpoznanie stacji radiolokacyjnej; charakter obiektu /jego strukturę w czasie i w przestrzeni, wykonywanie manewrów, stosowanie zakłóceń czynnych lub biernych/.

Opracowany model podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego umożliwia odwzorowanie wykrywania i śledzenia celów powietrznych w warunkach zakłóceń lub przy ich braku /w procesie symulacji komputerowej nie określa się składu, przynależności, sposobu manewru oraz rodzaju stosowanych zakłóceń radioelektronicznych, gdyż warianty nalotu SNP są zdefiniowane i określone w danych wejściowych do programu symulacyjnego/.

Problem oceny i wyboru wariantów użycia wojsk radiotechnicznych stanowi jeden z elementów oceny systemu OPK. Zarówno w literaturze, jak i w praktyce spotykamy szereg wskaźników, które charakteryzują poszczególne ogniwa systemu radiolokacyjnego. Są to najczęściej: parametry radiolokacyjnej strefy wykrywania i naprowadzania, ilość przetworzonych informacji i ich dokładność; prawdopodobieństwo wykrycia celów powietrznych. Dla danego wariantu nalotu środków napadu powietrznego można wybrać optymalny wariant użycia WRt z punktu widzenia przydatności uzyskanej informacji radiolokacyjnej w podsystemie rozpoznania radiolokacyjnego, w warunkach działania zakłóceń radioelektronicznych. Można ocenić wpływ zmian wariantu użycia WRt takich jak ugrupowanie lub parametry techniczne stacji radiolokacyjnych.

Konieczna jest zatem odpowiedź na pytanie: w jakim stopniu ulegną zmniejszeniu możliwości wykrywania i śledzenia celów powietrznych przez elementy podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego w przypadku zastosowania przez środki napadu powietrznego przeciwnika zakłóceń radioelektronicznych?

Do określenia efektywności zakłócania pracy urządzeń i systemów radioelektronicznych stosuje się kryteria informacyjne i operacyjno-taktyczne. Kryteria informacyjne pozwalają określić jakość konkretnych sygnałów zakłócających i jakość przedsięwzięć skierowanych na pozabawienie przeciwnika użytecznej informacji. Kryteria operacyjno-taktyczne są punktem wyjścia przy opracowaniu zasad wyposażenia wojsk w urządzenia przeciwdziałania radioelektronicznego. Strata informacji wywołana oddziaływaniem zakłóceń może się przejawiać między innymi w maskowaniu, imitowaniu, powstawaniu błędów lub przerw w otrzymywaniu informacji. Ocenę jakości zakłóceń przeprowadzić można za pomocą kryterium utraty informacji. Jako miarę utraty informacji przyjmuje się wielkość obszaru przestrzeni /dwu lub trójwymiarowej/ zamaskowanego za pomocą zakłóceń przed obserwacją radiolokacyjną. Utrata informacji może być również oceniana w jednostkach względnych, jako stosunek obszaru zamaskowanego zakłóceniami do całego obszaru obserwacji, wykorzystywanego przez operatora danej stacji radiolokacyjnej lub obszaru obserwowanego przez podsystem rozpoznania radiolokacyjnego^{2/}.

Kryterium utraty informacji radiolokacyjnej pod wpływem zakłóceń pozwala ocenić stopień zmniejszenia strefy obserwacji stacji radiolokacyjnej i na tej podstawie uogólnić dane dotyczące parametrów strefy informacji radiolokacyjnej. Dane te są zazwyczaj uśredniane i w niewielkim stopniu informują jakie są możliwości wykrywania i śledzenia dużej liczby środków napadu powietrznego w warunkach oddziaływania zakłóceń radioelektronicznych, w szczególności w przypadku rozbudowanego ugrupowania wojsk radiotechnicznych, wynoszonego w różnorodne stacje radiolokacyjne.

2/ S. Antczak - Kryteria oceny wpływu zakłóceń radioelektronicznych na pracę stacji radiolokacyjnych.
PWL i OPK nr 12/1980 s. 15-17

Dotychczas do oceny efektów oddziaływania zakłóceń radioelektronicznych na elementy systemu radiolokacyjnego wykorzystywano następujące wskaźniki: 1) zasięg skutecznego zakłócania; 2) stopień zmniejszenia zasięgu rozpoznania radiolokacyjnego w wyniku oddziaływania zakłóceń radioelektronicznych /współczynnik ściśnięcia K_{sc} /; 3) stopień zmniejszenia prawdopodobieństwa wykrycia w wyniku stosowania zakłóceń; 4) sektor skutecznego zakłócania oraz 5) współczynnik zmniejszenia pola wykrywania pod wpływem zakłóceń K_{sp} . Współczynnik zmniejszenia pola K_{sp} obliczany jest za pomocą następującego wzoru:

$$K_{sp} = 1 - \frac{S_z}{S}$$

gdzie: S_z - rozpiętość pola radiolokacyjnego w płaszczyźnie poziomej podczas oddziaływania zakłóceń

S - rozpiętość pola w płaszczyźnie poziomej bez oddziaływania zakłóceń

Wskaźniki te nie dają odpowiedzi na pytania dotyczące stopnia zmniejszenia możliwości wykrywania i śledzenia celów powietrznych w przypadku oddziaływania zakłóceń, pozwalają jednak stwierdzić jak zmieniła się strefa informacji radiolokacyjnej.

Wyniki obliczeń wykorzystywane są najczęściej do analizy możliwości bojowych wojsk radiotechnicznych w warunkach stosowania przez przeciwnika zakłóceń radioelektronicznych.

W prezentowanej rozprawie zaproponowano nowy ilościowy wskaźnik, pozwalający na określenie stopnia zmniejszenia możliwości wykrywania i śledzenia celów powietrznych

3/ E. Piątkowski - Problemy radiolokacyjnego zabezpieczenia aktywnych środków OPK na kierunku nadmorskim w skomplikowanych warunkach sytuacji powietrznej. Rozprawa doktorska ASC WF W-wa 1983

przez elementy podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego. Nazwano go wskaźnikiem utraty informacji radiolokacyjnej $/U_{IR}/$. Wskaźnik ten, którego wartość zawiera się w przedziale $/0,1/$ daje odpowiedź na pytanie: o ile zmniejszą się możliwości wykrywania i śledzenia celów w warunkach działania zakłóceń radioelektronicznych?

Ma on następującą postać:

$$U_{IR} = 1 - \frac{L_1}{L_2} \quad L_1 \leq L_2$$

gdzie: L_1 - długość śledzonej trasy celu w warunkach oddziaływania zakłóceń radioelektronicznych

L_2 - długość śledzonej trasy celu przy braku zakłóceń radioelektronicznych

$$L_{1,2} = \sum_{i=1}^m l_i$$

gdzie: l_i - długość i -tego odcinka śledzonej trasy

$$l_i = V_i \cdot k \cdot \Delta t \quad i = 1, 2 \dots J$$

$$k = 1, 2 \dots K$$

gdzie: V_i - prędkość celu na i -tym odcinku trasy

Δt - przedział czasu, w którym analizowana jest trasa danego celu /jest to jednocześnie stały krok czasowy przyjęty w modelu symulacyjnym podsystemu rozpoznania radioelektronicznego/

J - maksymalna liczba naturalna określająca numer odcinka śledzonej trasy

K - maksymalna liczba przedziałów czasowych w których analizowana jest trasa celu

Przez zmianę ugrupowania wojsk radiotechnicznych i wyposażenia w stacje radiolokacyjne, można dążyć do minimalizacji wartości tego wskaźnika dla danego wariantu nalotu środków napadu powietrznego. Ugrupowanie wojsk radiotechnicznych może być realne lub hipotetyczne /prognozowane/.

W wariacie nalołu można zmieniać rodzaj środków napadu powietrznego, wyposażenie radioelektroniczne, profil nalołu, skład celu powietrznego, zgodnie z przewidywanym sposobem działania ŚNP państw NATO.

1.3. PROCEDURA OCENY

Opracowany model podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego pozwala na przeprowadzenie symulacji komputerowej dla zadanego wariantu nalołu środków napadu powietrznego.

W modelu tym może być zmieniane ugrupowanie bojowe wojsk radiotechnicznych oraz wyposażenie w stacje radiolokacyjne. Ugrupowanie bojowe WRt opisywane jest poprzez podanie liczby elementów ugrupowania, współrzędnych prostokątnych położenia jego elementów oraz wysokości położenia nad poziomem morza pozycji technicznych, a także znajdujących się na nich typów stacji radiolokacyjnych.

Wariant nalołu opisany jest przez podanie liczby tras celów, liczby odcinków linii łamanej opisującej daną trasę, współrzędnych punktów opisujących trasę, parametrów lotu /wysokość, prędkość/ na każdym odcinku trasy, przedziału wielkości skutecznej powierzchni odbicia celu, wyposażenia radioelektronicznego /liczba nadajników zakłóceń, moc nadajników zakłóceń, zysk kierunkowy anteny urządzenia zakłócającego/ oraz typu stosowanych zakłóceń.

W rozprawie założono: podstawowym warunkiem skuteczności oddziaływania zakłóceń na stacje radiolokacyjne jest spełnienie nierówności, że wartość współczynnika zakłóceń k /stosunek mocy sygnału zakłóceń do mocy sygnału użytecznego/ jest mniejsza lub równa wartości współczynnika degradacji informacji radiolokacyjnej przez dany typ zakłócenia k_d , co możemy zapisać

$$k - k_d \leq 0$$

Kryterium to stanowi podstawę do obliczania zasięgu wykrywania stacji radiolokacyjnej w warunkach stosowania przez przeciwnika powietrznego zakłóceń radioelektronicznych.

Przyjęto założenie, że współczesne urządzenia zakłócające, montowane na środkach napadu powietrznego państw NATO, mogą zakłócić pracę wszystkich typów stacji radiolokacyjnych znajdujących się obecnie na wyposażeniu wojsk radiotechnicznych. Zakłada się przy tym, że urządzenia rozpoznania radioelektronicznego działające autonomicznie lub sprzężone z urządzeniami zakłócającymi pozwalają na określenie częstotliwości pracy lub pasma zakłócanych stacji radiolokacyjnych.

W procesie symulacji komputerowej z założonym stałym krokiem czasowym sprawdzane są możliwości wykrycia i śledzenia celu przez każdą stację radiolokacyjną według różnych algorytmów, w zależności od tego, czy cel stosuje zakłócenia, czy też nie posiada na pokładzie urządzeń zakłócających. Mogą być także uwzględniane samoloty grupy uderzeniowej stosujące zakłócenia, samoloty specjalne walki radioelektronicznej działające w ramach ugrupowania uderzeniowego lub strefach oraz nadajniki zakłóceń jednorazowego użytku umieszczone na ziemi. Wykrycie każdego celu przez każdą stację radiolokacyjną podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego, zapamiętywane jest z założoną dyskretnością i następnie odwzorowane w tabeli przedstawiającej czas śledzenia danego celu. W przypadku, gdy nie ma możliwości śledzenia celów stosujących zakłócenia metodą radiolokacji aktywnej realizowany jest proces określania położenia celu metodą namierzania /radiolokacji pasywnej/. Proces namierzania prowadzony jest przez dwa elementy ugrupowania z danego batalionu radiotechnicznego, a do namierzania wybierane są te elementy, które zapewniają określenie położenia celu z najmniejszym błędem. Błąd określania położenia celu odwzorowany jest przez podanie wielkości obszaru nieokreśloności, powstającego w procesie namierzania. Wyniki namierzania zestawione są w tabeli, w której wyszczególnia się elementy prowadzące namierzanie danego celu oraz czas jego realizacji.

Model umożliwia symulację fluktuacji skutecznej powierzchni odbicia celu, gdyż do obliczeń wybiera się wielkość wylosowaną zgodnie z rozkładem równomiernym z przedziału założonego dla danego typu celu, wykorzystując do tego generator liczb pseudolosowych dostępny w stosowanych maszynach cyfrowych. Obliczenie wielkości wskaźnika utraty informacji radiolokacyjnej wymaga zrealizowania dwóch przebiegów symulacyjnych. W pierwszym przebiegu zakłada się, że zakłócenia nie są stosowane. Oznacza to, że w modelu analizowane są możliwości wykrywania i śledzenia wszystkich celów działających w danym wariancie nalotu ŚNP przeciwnika. W drugim przebiegu symulacyjnym analiza prowadzona jest analogicznie jak dla pierwszego przebiegu, jednakże już z włączonymi urządzeniami zakłócającymi. Wyniki obliczeń wyprowadzone są na drukarce w postaci tabulogramów /forma rozwiązania przyjęta w rozprawie - patrz załączniki/.

Zaprezentowana w rozprawie metoda oceny wpływu zakłóceń na możliwości informacyjne systemu radiolokacyjnego nie ogranicza przyjęcia innej formy uzyskiwania i przedstawiania wyników symulacji. W głównej mierze zależy to będzie od zastosowanej techniki obliczeniowej, a także wymagań użytkowników programu obliczeniowego.

2. KONCEPCJA STOSOWANIA ZAKŁÓCEN RADIOELEKTRONICZNYCH W SIŁACH POWIETRZNYCH PAŃSTW NATO

Państwa NATO traktują trwającą obecnie intensywną modernizację oraz zwiększenie nasycenia rodzajów sił zbrojnych aparaturą walki radioelektronicznej, jako jeden z głównych czynników wzmocnienia potencjału militarnego i podnoszenia zdolności bojowej sił zbrojnych.

Walka radioelektroniczna /WRE/ stanowi część składową działań bojowych i może mieć charakter ofensywny lub defensywny.

Ofensywne przedsięwzięcia WRE obejmują: przechwytywanie, identyfikację i lokalizację źródeł promieniowania sygnałów elektromagnetycznych oraz użycie środków radioelektronicznych do zakłócania lub mylenia urządzeń radioelektronicznych przeciwnika.

Przechwytywanie i namierzanie wchodzi w zakres przedsię-
wzięć/wsparcia radioelektronicznego, natomiast zakłócanie
i mylenie określa się mianem przeciwdziałania radioelektro-
nicznego^{4/}. Pojęcia "walka radioelektroniczna" /w litera-
turze specjalistyczno-wojskowej państw kapitalistycznych
"wojna radioelektroniczna"/ weszło do słownictwa wojskowego
stosunkowo niedawno, bo na przełomie lat 1950- 1960.
Dotychczas obowiązywało pojęcie "walka radiowa"^{5/}.

def Według powszechnie obowiązujących poglądów, walka radioelektro-
niczna to zespół zabiegów organizacyjnych i działań wojsk
/zwłaszcza jednostek radioelektrotechnicznych /skierowanych
zgodnie z zamiarem prowadzenia walki, bitwy i operacji do
zapewnienia wykrycia, zniszczenia, obezwładnienia i dezorga-
nizowania pracy środków i systemów radioelektronicznych nie-
przyjaciela oraz zapewniających osłonę i nieprzerwaną, efek-
tywną pracę środków oraz systemów radioelektronicznych wojsk
własnych. Wykonanie zadań walki radioelektronicznej osiąga
się przede wszystkim przez stosowanie przeciwdziałania
radioelektronicznego, maskowania radioelektronicznego,
niszczenia oraz obezwładniania uderzeniami ogniowymi, uderze-
niami wojsk i wydzielonymi grupami specjalnymi urządzeń i
środków radioelektronicznych, węzłów łączności, stanowisk
dowodzenia^{6/}.

Walka radioelektroniczna prowadzona jest przeciwko wszystkim
typom urządzeń radioelektronicznych, praktycznie jednak główny
wysiłek koncentruje się na zwalczaniu środków radiowych i ra-
diolokacyjnych przeciwnika, stosowanych samodzielnie lub w róż-
nych systemach broni.

4/ Siły i środki walki radioelektronicznej sił zbrojnych NATO
oraz ich możliwości bojowe - DW OPK Warszawa 1982.

5/ Siły i środki oraz zasady prowadzenia walki radioelektro-
nicznej przez siły zbrojne państw NATO.
DW OPK Warszawa 1983 s. 9

6/ Leksykon Wiedzy Wojskowej - Wyd. MON Warszawa 1979
s.475-476

Przeciwdziałanie radioelektroniczne nie powoduje zniszczenia urządzeń, a jedynie zmiany ilości i jakości informacji dostarczanych do obiektu przeciwdziałania. Przeciwdziałanie radioelektroniczne może być realizowane przez: wytwarzanie zakłóceń radioelektronicznych /zakłócenia czynne i bierne, fałszywe cele/; zmiany właściwości elektrycznych ośrodka /jonizacja przestrzeni, stosowanie substancji pochłaniających i rozpraszających/; zmianę właściwości odbijającej obiektu/ zmniejszenie skutecznej powierzchni odbicia, maskowanie przeciwradiolokacyjne/.

Według specjalistów wojskowych państw NATO, przeciwdziałanie radioelektroniczne stanowi jedną z głównych części składowych walki zbrojnej, a środki przeciwdziałania zalicza się do podstawowych i niezbędnych rodzajów uzbrojenia wszystkich sił zbrojnych. Współczesne środki przeciwdziałania radioelektronicznego obejmują: pokładowe stacje do wytwarzania zakłóceń czynnych /aktywnych/; naziemne stacje /nadajniki/ zakłóceń; miniaturowe nadajniki zakłóceń jednorazowego użytku; urządzenia do stosowania zakłóceń biernych /pasywnych/.

Zakres przeciwdziałania radioelektronicznego przedstawiony został w tabeli 1.1.1.; schemat przeciwdziałania radioelektronicznego w załączniku 1.

Prognozy rozwojowe sił powietrznych NATO na najbliższe lata zakładają budowę specjalnych samolotów walki radioelektronicznej oraz wymianę lub wprowadzenie nowych urządzeń na samolotach bojowych znajdujących się na uzbrojeniu i nowo wprowadzanych. Intensyfikuje się tempo modernizacji pokładowych środków walki radioelektronicznej oraz wypracowuje nowe metody i sposoby użycia tych środków na polu walki. Przewiduje się, że w latach 1988-93 należy oczekiwać nowych rozwiązań w dziedzinie konstrukcji urządzeń radioelektronicznych, charakteryzujących się przede wszystkim: standaryzacją modułów urządzeń elektronicznych, możliwością rozpoznania i analizy sygnałów w czasie rzeczywistym, wykorzystaniem sate-

litów jako nosicieli środków walki radioelektronicznej^{7/}.

Tabela 1.1.1.

PRZECIWDZIAŁANIE RADIOELEKTRONICZNE

Zakłócenia radioelektroniczne	Mylenie radioelektroniczne
- emitowanie sygnałów bezpośrednich	- emitowanie sygnałów bezpośrednich
- emitowanie sygnałów odbitych	- emitowanie sygnałów odbitych
- odbijanie energii elektromagnetycznej skierowanej przeciw: systemom wykrywania systemom kierowania ogniem /naprowadzania/ systemom łączności	- odbijanie energii elektromagnetycznej przez: imitowanie pozorowanie zniekształcanie

Zasadnicze programy długoterminowych planów rozwojowych i modernizacji sił i środków WRE obejmują między innymi:

- dalsze rozwijanie na Europejskim Teatrze Wojny nowych eskadr samolotów specjalnych WRE F-4G WILD WEASEL;
- dostarczenie amerykańskim siłom powietrznym 42 samolotów WRE EF-111A, z których 10 zostało rozmieszczonych na terytorium

7/ H.KRECHMER - Walka radioelektroniczna w siłach zbrojnych NATO. Wojskowy Przegląd Zagraniczny nr 5/153/ z 1983 r. s. 39-40

Wielkiej Brytanii;

- modernizację samolotów F-18 w celu przystosowania do zadań przeciwdziałania radioelektronicznego jako przyszłościowego samolotu WRE państw NATO;
- modernizację i wymianę urządzeń walki radioelektronicznej samolotów bojowych lotnictwa taktycznego i strategicznego;
- osiągnięcie stanu nasycenia lotnictwa środkami walki radioelektronicznej w granicach 70-75%.

Szczególne uwaga ma być zwrócona na rozwój lotniczego sprzętu jednorazowego użytku, który ma stanowić podstawowy środek obrony indywidualnej samolotu. Przewiduje się również budowę nowych generacji miniaturowych nadajników zakłóceń szumowych i mylących. Duże nadzieje wiązane są również z zastosowaniem mini środków bezpilotowych typu MAXI-DECOY, PROPELLED-DECOY jako środków przenoszenia miniaturowych nadajników zakłóceń^{8/}.

2.1. KLASYFIKACJA ZAKŁÓCEŃ RADIOELEKTRONICZNYCH I ICH CHARAKTERYSTYKA

2.1.1. Klasyfikacja zakłóceń

Klasyfikacja oraz charakterystyka zakłóceń radioelektronicznych została przedstawiona pod kątem ich oddziaływania na stacje radiolokacyjne, które są podstawowym źródłem informacji w systemie radiolokacyjnym.

Sygnalami zakłócającymi dla środków radioelektronicznych mogą być dowolne sygnały pojawiające się na wejściu urządzenia odbiorczego, utrudniające wydzielenie sygnałów użytecznych.

-
- 8/ Kierunki rozwoju walki radioelektronicznej zostały szczegółowo opisane w następujących pozycjach literatury:
- A.PALIJ - Wojna radioelektroniczna - stan obecny i kierunki rozwoju. Wojenna Myśl nr 12 z 1971 r. s.53-62
 - H.Piekarski - Założenia i zasady walki radioelektronicznej. Myśl Wojskowa nr 4 z 1983 r. s.18-24
 - K.Compa - Elektronika na polu walki. Myśl Wojskowa nr 7 z 1983 s.14-30
 - F.Dimitriew - Poglądy dowództwa Stanów Zjednoczonych i NATO na walkę radioelektroniczną. Zarub.voen.obczr. nr 3 z 1979 r. s.10-14

1) Zasadniczo zakłócenia dzieli się na: zakłócenia organizowane i zakłócenia przypadkowe. Do zakłóceń przypadkowych zalicza się: wzajemne zakłócanie się aparatury radioelektronicznej, zakłócenia atmosferyczne i przemysłowe, odbicia od przedmiotów terenowych i chmur, zakłócenia pochodzenia kosmicznego, wewnętrzne szumy odbiorników oraz zakłócenia pochodzące od listków bocznych anteny. Zakłócenia organizowane wytwarza się celowo, dla obniżenia efektywności pracy urządzeń radioelektronicznych.

2) Ze względu na sposób oddziaływania zakłócenia dzieli się na dwa typy: maskujące i imitujące. Zakłócenia maskujące /ciągłe, bramkowane, impulsowe/ mogą być wytwarzane przez nadajniki zakłóceń, generujące sygnały zakłócające w wąskim lub szerokim paśmie częstotliwości oraz mogą powstać na skutek odbicia sygnałów pierwotnie wypromieniowanych przez urządzenie radioelektroniczne od pasywnych elementów odbijających /dipoli, pułapek radiolokacyjnych/. Zakłócenia imitujące /dezinformujące/ są generowane przez nadajniki typu odzewowego i przez specjalne retransmitery czynne sygnałów radiolokacyjnych. Efektem działania tych zakłóceń jest utrudnienie lub uniemożliwienie działania układów automatycznego śledzenia, a także imitacja fałszywych celów. Zakłócenia dezinformujące mogą być także wytwarzane za pomocą odbijaczy kątowych i fałszywych celów /pułapek/.

3) W zależności od generowanego widma częstotliwości zakłócenia mogą być zaporowe i skierowane. Szerokość widma zakłóceń skierowanych jest porównywalna z pasmem przepuszczania urządzenia odbiorczego zakłócającej stacji radiolokacyjnej. Zakłócenia skierowane charakteryzują się wysokim poziomem widmowej gęstości mocy^{9/}. Wadą zakłóceń skierowanych jest konieczność bardzo dokładnego dostrojenia nadajnika zakłóceń do częstotliwości zakłócającej stacji radiolokacyjnej.

9/ Widmowa gęstość mocy zakłócenia jest to stosunek mocy nadajnika zakłóceń do szerokości widma generowanych drgań i wyrażana jest zwykle w W/MHz.

Przy wykorzystaniu zakłóceń skierowanych jeden nadajnik zakłóceń może zakłócać w danym momencie czasu tylko jeden kanał zakłócanej stacji radiolokacyjnej lub RLS pracujące na tej samej częstotliwości. Podczas pracy dużej liczby stacji radiolokacyjnych, a także wtedy kiedy stosowane jest szybkie przestrajanie zakłócanych RLS na częstotliwości zapasowe, zakłócenia skierowane są mało efektywne. Zakłócenia zaporowe wytwarzane są w szerokim zakresie częstotliwości dla jednoczesnego zakłócania kilku stacji radiolokacyjnych posiadających zbliżone zakresy częstotliwości pracy. Szerokość widma zakłóceń zaporowych jest kilkadziesiąt razy większa od pasma przepuszczania odbiornika zakłócanego urządzenia. Zakłócenia te nie wymagają dokładnego zestrojenia częstotliwości nadajnika zakłóceń z częstotliwością pracy zakłócanego urządzenia. Podstawową wadą zakłóceń zaporowych jest mała widmowa gęstość mocy zakłóceń. Klasyfikacja zakłóceń^{10/} została przedstawiona na rys. 1.2.1.1 /załącznik 2/.

2.1.2. Charakterystyka zakłóceń czynnych

Organizowane czynne zakłócenia radioelektroniczne maskujące i imitujące mogą mieć charakter zakłóceń nieodzewowych i odzewowych, ciągłych, impulsowych i brankowanych. Zakłócenia nieodzewowe - to zakłócenia, które nie mają ścisłego związku czasowego z sygnałem użytecznym zakłócanego środka radioelektronicznego.

^{10/} W literaturze spotyka się wiele klasyfikacji zakłóceń, które przeprowadzono na podstawie różnych kryteriów. Autor uważa, że klasyfikacja zakłóceń przedstawiona na rys. 1.2.1.1. /Wydawnictwo DW OPK nr 869/81 "Możliwości RLS wojsk radiotechnicznych WOPK w zakresie zwalczania zakłóceń radioelektronicznych i obrony przed pociskami kierowanymi"/ jest najpełniejsza i uwzględnia wszystkie typy zakłóceń, które mogą być stosowane przez przeciwnika.

Zakłócenia odzwowe - to wszystkie te, które są wypromieniowane w określonym kierunku w odpowiedzi na każdy odebrany sygnał użyteczny zakłócanego środka radioelektronicznego przeciwnika.

Zakłócenia maskujące - to zakłócenia powodujące całkowite lub częściowe zakłócenie /maskowanie/ sygnału użytecznego wypromieniowanego przez antenę nadawczą środka radioelektronicznego przeciwnika. Słaby lub silny maskujący sygnał zakłócający powoduje częściowe lub pełne rozjaśnienie ekranu wskaźnika stacji radiolokacyjnej, a tym samym zamaskowanie sygnału odbitego od rozpoznawanego celu.

Zakłócenia imitujące - powodują powstanie na ekranach wskaźników stacji radiolokacyjnych fałszywych zobrazowań znaczników celów, analogicznych do znaczników celów rzeczywistych. Zastosowanie tego rodzaju zakłóceń dezorientuje przeciwnika oraz utrudnia podjęcie właściwych decyzji, ze względu na trudności w odróżnieniu fałszywych znaczników celu od rzeczywistych.

Zakłócenia maskujące i imitujące są to najczęściej ciągłe, niegasnące drgania ultrawielkiej częstotliwości niemodulowane lub modulowane sygnałem niskiej lub wysokiej częstotliwości albo ruchem.

Jeżeli sygnał zakłócający jest modulowany napięciem szumowym to zakłócenia takie nazywamy zakłóceniami szumowymi. Jeżeli natomiast sygnał zakłócający modulowany jest napięciem impulsowym to mamy do czynienia z zakłóceniami impulsowymi.

Zakłócenia szumowe są obecnie najbardziej rozpowszechnionym rodzajem zakłóceń. Zakłócenia te ze względu na swoją szerokopasmowość uważane są za najbardziej skuteczne i niebezpieczne. Umożliwiają one maskowanie sygnałów o dowolnej postaci.

Powodują maskowanie sygnału użytecznego w pewnym kącie przestrzennym i w odpowiednim przedziale odległości. Im większa jest moc zakłóceń, tym większy jest na wskaźniku sektor, w którym wykrycie celu jest niemożliwe. Zakłóceniami szumowymi można skutecznie oddziaływać na większość wykorzystywanych środków radioelektronicznych.

Zakłócenia impulsowe charakteryzują się tym, że są to ciągi impulsów wielkiej częstotliwości, wytwarzane przez nadajniki zakłócające nastrojone na częstotliwość zakłócanych środków radioelektronicznych, których częstotliwość powtarzania impulsów zakłócających jest całkowitą wielokrotnością częstotliwości powtarzania zakłócanego urządzenia impulsowego. Jeżeli warunek synchronizacji jest spełniony

$$f_{PZ} = n \cdot f_{PS} \quad n = 1, 2, 3 \dots \quad /1/$$

gdzie: f_{PZ} - częstotliwość powtarzania impulsów zakłócających
 f_{PS} - częstotliwość powtarzania zakłócanej stacji radiolokacyjnej,

to mamy do czynienia z zakłóceniami synchronizowanymi, w innym przypadku zakłócenia takie noszą nazwę niesynchronizowanych lub asynchronicznych.

2.1.3. Charakterystyka zakłóceń biernych

Pod pojęciem zakłócenia bierne rozumie się sygnały pojawiające się na wejściu zakłócanych urządzeń radioelektronicznych w wyniku odbijania fal elektromagnetycznych przez specjalne elementy stosowane w bardzo dużych ilościach^{11/}. Zakłócenia bierne mogą powstawać również na skutek odbicia się fal elektromagnetycznych od przedmiotów terenowych i chmur. Z reguły mamy do czynienia z rozpraszaniem fal elektromagnetycznych przez anteny zakłócanych systemów radioelektronicznych. Zwykle chmura dipoli nie zmienia właściwości elektrycznych ośrodka, ponieważ odległości pomiędzy poszczególnymi elementami chmury /dipolami/ są kilkadziesiąt lub kilkaset razy większe od długości fali opromieniowującej daną chmurę zakłóceń.

11/ S.A.WAKIN L.N.SZUSTOW - Zasady przeciwdziałania radioelektronicznego wyd. MON Warszawa 1972 r wyd. I s. 258

Działanie zakłóceń biernych sprowadza się do wytworzenia tła maskującego i w tym sensie są one podobne do zakłóceń szumowych. Obecnie zakłócenia bierne wytwarza się głównie przez zastosowanie dipoli różnych typów, wyrzucanych w dużych ilościach w obszarze obserwacji stacji radiolokacyjnych^{12/}.

Dipole wykonuje się z papieru, włókna szklanego, kapronu lub innych tworzyw sztucznych, które pokrywa się bardzo cienką warstwą przewodzącą. Długość dipoli i ich wymiary poprzeczne dobiera się w taki sposób, aby zapewnić skuteczne odbijanie fal radiowych w możliwie najszerszym paśmie częstotliwości.

Dipole posiadają długość $l \approx \frac{\lambda}{2}$ lub też $l \gg \frac{\lambda}{2}$

gdzie: λ - długość fali zakłócanej stacji radiolokacyjnej

Dipole układa się w paczki. Paczka po wyrzuceniu z samolotu rozlatuje się i tworzy chmurę dipoli. Sygnał odbity od chmury dipoli obserwuje się na ekranie wskaźnika obserwacji okrężnej w postaci plamki o dużej jaskrawości. W przypadku wyrzucenia przez samolot odpowiednio dużej ilości paczek, na pewnym odcinku trasy lotu powstaje zobrażowanie w postaci jasnego pasma o znacznej długości. Liczba dipoli w paczce waha się w granicach od dziesiątków tysięcy do kilku milionów sztuk. Według danych zachodnich dla ładunku o masie 500g obowiązują normy zapewniające skuteczność zakłóceń przedstawione w tabeli 1.2.3.1. Zakłócenia bierne mogą powstać również na skutek odbicia się fal elektromagnetycznych od odbijaczy kątowych i soczewkowych. Odbijacze kątowe zbudowane są w postaci układu, składającego się z wielu płaszczyzn ustawionych względem siebie prostopadle i połączonych ze sobą elektrycznie. Kształt ścian odbijaczy kątowych może być bardzo zróżnicowany. Odbijacze kątowe zrzucone na spadochronach lub podwieszane na balonach, stosuje się jako fałszywe cele radiolokacyjne i pułapki, z reguły w zakresie centymetrowym.

12/ Definicja obszaru obserwacji stacji radiolokacyjnych zostanie przedstawiona w rozdziale drugim niniejszej pracy.

NORMY SKUTECZNOŚCI ZAKŁÓCEŃ PASYWNYCH
dla ładunku o masie 500 g

Częstotliwość /GHz/	Liczba dipoli /mln.sztuk/	Powierzchnia przekroju po- przecznego /m ² /	Liczba ładunków
3-4 pasmo F/	1,3	2250	45
4-6 /pasmo G/	2,05	1500	30
8-10 /pasmo J/	4,1	750	15

Odbijacze soczewkowe mają najczęściej kształt kuli lub wycinka kuli z materiału dielektrycznego. Powierzchnia dielektryka pokryta jest całkowicie lub częściowo warstwą materiału przewodzącego. Charakteryzują się one tym, że maksimum charakterystyki promieniowania zwrotnego pokrywa się najczęściej z kierunkiem fali padającej ^{13/}.

Zakłócenia bierne mają wiele wad, do których należą między innymi:

- możliwość zakłócania własnych systemów radioelektronicznych,
- mała skuteczność maskowania samolotów lecących na małych wysokościach,
- zależność skuteczności zakłóceń od warunków atmosferycznych.

13/ Szczegółowa charakterystyka źródeł zakłóceń pasywnych została przedstawiona w książce S.A.WAKIN - Zasady przeciwdziałania radioelektronicznego - Wyd. MON Warszawa 1972 s. 258-270, 299-326. Autor nie przedstawił charakterystyki zakłóceń biernych przypadkowych ograniczając swoje rozważania do tych najważniejszych źródeł zakłóceń biernych, które wykorzystuje nieprzyjaciel w czasie działań bojowych.

2.2. PODSTAWOWE URZĄDZENIA ZAKŁÓCAJĄCE I ICH ZASTOSOWANIE

2.2.1. Urządzenia zakłóceń czynnych i biernych

Urządzenia do generowania zakłóceń czynnych montowane są wewnątrz kadłubów samolotów i środków bezpilotowych lub też w specjalnych zasobnikach podwieszonych do samolotów. Parametry techniczne urządzeń do generowania zakłóceń czynnych pozwalają na wytwarzanie zakłóceń ciągłych, impulsowych i bramkowanych. W zależności od typu urządzenia zakłócającego, zakłócenia czynne mogą być generowane w paśmie 0,1-20 GHz. Moc generowanych zakłóceń zawiera się w granicach 150-2000W, przy pracy impulsowej oraz około 100W przy pracy falą ciągłą. Do generacji zakłóceń wykorzystywane są najczęściej anteny tubowe, których zysk kierunkowy zawiera się w granicach 1-3, /przewidywana jest możliwość zastosowania anten o większym zysku kierunkowym około 13 dB, w urządzeniach ze sterowanym rozdziałem mocy zakłóceń/. Szerokość pasma generowanych zakłóceń wynosi 25-200 MHz. W nowoczesnych urządzeniach zakłócających charakterystyczne jest sprzężenie tych urządzeń z mikroprocesorami, co umożliwia generację optymalnej mocy zakłóceń dla danego typu zakłócającej stacji radiolokacyjnej, przy odpowiedniej odległości urządzenia zakłócającego do stacji radiolokacyjnej.

Jako bierne środki przeciwdziałania radioelektronicznego wykorzystywane są przede wszystkim dipole odbijające. Dipole odbijające, rozrzucane automatycznie, mogą mieć jednakową lub różną długość; dipole o różnej długości cięte są automatycznie w czasie lotu. Długość dipoli jest ustalana odpowiednio do częstotliwości promieniowania stacji radiolokacyjnych, przeciwko którym są stosowane. Dipole rozrzucane są w powietrzu przez specjalne urządzenia montowane na środkach napadu powietrznego. Urządzenie do rozrzucania dipoli może posiadać 2-8 wyrzutni /wyrzutnie mogą być dodatkowo podzielone na sekcje/, przy czym wyrzucanie dipoli może odbywać się czterema sposobami: pojedynczo, salwami o różnych odstępach czasowych, oddzielnie z każdej sekcji lub salwami

z każdej sekcji. Szybkość cięcia dipoli może wynosić 4,6 kg/s /odpowiada to dla wyższych zakresów częstotliwości ilości 10^7 dipoli na sekundę/. Obłok dipoli może maskować efektywnie obiekt powietrzny w zakresie częstotliwości od 250 MHz do 20 GHz.

Szczegółowe charakterystyki urządzeń zakłóceń czynnych i biernych zostały przedstawione w załączniku 3.

2.2.2. Zminiaturyzowane nadajniki zakłócające jednorazowego użytku

Zdaniem zachodnich specjalistów jednym ze sposobów rozwiązania trudności w organizowaniu przeciwdziałania oraz niedostatków aparatury zakłócającej, jest masowe zastosowanie zminiaturyzowanych nadajników zakłóceń jednorazowego użytku^{14/}. Zakładając, że nadajniki te zostaną wyrzucone w bezpośrednim sąsiedztwie zakłócanych urządzeń radioelektronicznych, ich sumaryczny potencjał może być znacznie mniejszy od potencjału pokładowych nadajników zakłóceń, gdyż efektywność zakłóceń zmienia się proporcjonalnie do kwadratu odległości między nadajnikiem zakłóceń, a zakłócanym obiektem. Istotne w tego typu działaniu jest, że unika się zakłócania własnych środków radiolokacyjnych. Do przenoszenia urządzeń zakłócających jednorazowego użytku można wykorzystać samoloty pilotowane i bezpilotowe, niewielkie manewrujące szybowce podwieszane pod samolotami, balony, spadochrony z dodatkowymi płatami nośnymi wystrzeliwane z pilotowanych i bezpilotowych samolotów, balony kierowane i niekierowane, kierowane rakiety klasy "powietrze - ziemia", taktyczne pociski raketowe i wielogłowicowe /kasetowe/.

14/ Komunikat miesięczny nr 1/82 - DW OPK Warszawa 1982 s.3

Zakres częstotliwości zakłóceń nadajników miniaturowych wynosi od 30 MHz do 20 GHz, ze szczególnym uwzględnieniem ważniejszych pasm częstotliwości 300-500 MHz, 500-2000 MHz, 2-4 GHz, 8-10 GHz. Moc miniaturowych nadajników zakłócających uzależniona jest od ich przeznaczenia i może wynosić do kilkuset watów.

Najnowsze nadajniki tego typu mogą osiągać moc do 1 kW. Czas pracy tych środków może wynosić do kilkudziesięciu minut. Włączenie nadajników do pracy może odbywać się bezpośrednio w momencie zrzutu lub po osiągnięciu przez nie powierzchni ziemi.

W ostatnich latach wprowadzono do sił zbrojnych Stanów Zjednoczonych nadajnik AN/GLT - 3 umieszczony w cylindrycznym pojemniku. Po zrzuceniu z samolotu zasobnik opuszcza się na spadochronie, a w chwili zetknięcia z powierzchnią ziemi otwiera się automatycznie, zwalniając aparaturę namiernika i nadajnika. Po wykryciu sygnału stacji radiolokacyjnej oraz ustaleniu kierunku do stacji, włącza się nadajnik zakłóceń, który pracuje w dwóch zakresach częstotliwości: 2-3 GHz i 3-4 GHz. Maksymalny czas pracy nadajnika wynosi 60 minut ^{15/}.

2.2.3. Samoloty walki radioelektronicznej lotnictwa sił lądowych, powietrznych i morskich NATO

Specjaliści wojskowi NATO oceniają, że w razie konfliktu zbrojnego na ETW wojska paktu NATO napotkają silnie rozbudowaną sieć stacji radiolokacyjnych, łączności i nawigacji, dużą ilość kierowanej broni raketowej i lufowej oraz znaczne nasycenie środkami zakłócającymi sił zbrojnych państw Układu Warszawskiego.

Z uwagi na konieczność pokonywania obrony powietrznej i przeciwlotniczej przeciwnika przez lotnictwo sił powietrznych i morskich NATO oraz wykonywanie zadań w głębi ugrupowania bojowego przeciwnika, główny wysiłek sił i środków WRE sił powietrznych będzie skoncentrowany na rozpoznaniu i zakłóceniu środków radiolokacyjnych.

15/ Podstawowe parametry niektórych typów nadajników zakłóceń jednorazowego użytku zostały przedstawione na rys. 1.3.3.1 Załącznik 4.

Do najczęściej stosowanych samolotów WRE zalicza się F-4 C i G "Wild Weasel" oraz EF-111A.

Samolot "Wild Weasel"

Samolot ten jest przeznaczony do wykrywania, identyfikacji, lokalizacji i zwalczania źródeł emitujących energię elektro-magnetyczną, a głównie stacji radiolokacyjnych do naprowadzania przeciwlotniczych rakiet przeciwnika. W Wietnamie wykorzystywano do tego celu samoloty typu F-105G /dwie eskadry -44 samoloty/ i F-4G /dwie eskadry - 34 samoloty/. W 1977 r. przystąpiono do modernizacji pierwszej partii 25 samolotów F-4E, przechodząc na wersję F-4G Wild Weasel. W dalszych planach przewiduje się wykorzystanie jednej z wersji samolotu F-16 Wild Weasel do zwalczania pracujących stacji r/lok obrony powietrznej i kierowania artylerią przeciwlotniczą.

Do zestawu sprzętu WRE samolotu F-4G wchodzi:

- podwieszony zasobnik z urządzeniem zakłócającym AN/ALQ-119 wersji 12 i 14;
- urządzenie zakłócające do obrony indywidualnej samolotu AN/ALQ-131;
- wyrzutnie flar i dipoli;
- pociski przeciwradiolokacyjne AGM-45 "Shrike" i AGM-78 "Standard Arm", a w przyszłości również pociski AGM - 88 "Harm".

Samolot WRE EF - 111A

W 1977 roku zlecono firmie Grumman przeprowadzenie prac nad modernizacją dwóch samolotów F-111A pod kątem przystosowania ich do wykonywania zadań WRE na korzyść sił powietrznych. Dowództwo amerykańskich sił powietrznych będzie dysponowało ogółem 42 samolotami WRE EF-111A /w tym dwa prototypowe/, które wejdą w skład eskadr lotniczych /po 18 samolotów w eskadrze/.

Wild Weasel - z języka angielskiego - dzika łasica

Samoloty EF - 111A zostaną wyposażone w najnowszy sprzęt WRE, a mianowicie:

- ulepszoną wersję taktycznego systemu zakłócającego ALQ-99E /10 nadajników zakłócających/ instalowanego wewnątrz samolotu w luku bombowym;
- nadajnik zakłóceń mylących AN/ALQ - 137 przeznaczony do obrony indywidualnej samolotu przed działaniem lotnictwa przechwytyjącego oraz zakłócenia stacji radiolokacyjnych kierowania artylerią przeciwlotniczą /raketową i lufową/;
- urządzenie ostrzegawcze AN/ALR - 62 instalowane w górnej części statecznika pionowego, którego zadaniem będzie wykrywanie, identyfikacja i lokalizacja stacji radiolokacyjnych i nadajników zakłócających przeciwnika;
- wyrzutnie środków zakłócających jednorazowego użytku typu AN/ALE- 40.

2.2.4. Środki bezpilotowe

Doświadczenia uzyskane z ostatnich konfliktów zbrojnych rzutują na uwagę zastosowania samolotów bezpilotowych zarówno "lekkich" rozpoznawczo-pozorujących, jak i "ciężkich" rozpoznawczo-uderzeniowych.

Samoloty bezpilotowe mogą mieć zastosowanie do absorbowania, dezinformowania, rozpoznawania i obezwładniania obrony powietrznej przeciwnika, a także jako samoloty bezpośredniego wsparcia wojsk. Prowadzi się także studia nad kombinowanym zastosowaniem lotnictwa i samolotów bezpilotowych w działaniach bojowych.

Najbardziej rozpowszechnionym obecnie samolotem bezpilotowym jest amerykański samolot AQM - 34 zbudowany na bazie celu latającego BQM - 34, występujący w 34 wersjach. Do prowadzenia walki radioelektronicznej przystosowano kilka wersji tych samolotów. Na przykład AQM - 34 jest wyposażony w 2 - 3 nadajniki zakłóceń szumowych, jeden nadajnik zakłóceń mylących oraz 150 kg dipoli odbijających. Przewiduje się użycie tego

samolotu do zakłócania środków radioelektronicznych systemu obrony powietrznej przeciwnika. Samolot AQM-34C wyposażony jest w dwa zasobniki z aparaturą zakłócającą stacje radiolokacyjne systemów OPK i OPL w całym zakresie częstotliwości ich pracy oraz wyrzutnię dipoli odbijających. Najnowszą wersją jest samolot typu AQM - 34V wyposażony w pięć nadajników oraz dwa zasobniki z dipolami odbijającymi o ciężarze 500 kg. Wszystkie wersje samolotu bezpilotowego AQM-34 wyposażone są ponadto w aparaturę rozpoznania radioelektronicznego. Działać one mogą na wysokościach od kilkuset do 20000 m. Wyposażone są w system kierowania zabezpieczający powrót do punktu bazowania^{17/}. Powierzchnia skuteczna odbicia samolotu typu AQM /BQM/ - 34 jest zbliżona do pocisku samosterującego typu Cruise i wynosi 0,1 - 0,2 m². Ponadto, jako cele pułapki wykorzystywane są samoloty bezpilotowe typu MAXI DECOY i PROPELLED DECOY, które mogą przenosić nadajniki zakłócające w zakresie częstotliwości 0,5 - 1 i 2-4 GHz o mocy 80W.

2.3. SPOSOBY STOSOWANIA ZAKŁÓCEN RADIOELEKTRONICZNYCH

Obowiązująca na Zachodzie doktryna wojenna, zasady prowadzenia działań wojennych oraz ugrupowanie sił zbrojnych państw NATO pozwala wnioskować o ogromnej roli, jaką odgrywa terytorium PRL w ewentualnym konflikcie zbrojnym. Z tego względu należy oczekiwać, że będzie ono obszarem działań środków napadu powietrznego już w pierwszej zaczepnej operacji powietrznej realizowanej przeciw państwom Układu Warszawskiego. Na tego typu działania narażona jest szczególnie północna część terytorium PRL, ponieważ przełamanie obrony powietrznej na kierunku nadmorskim, stwarza nieprzyjacielowi warunki przenikania w głąb terytorium PRL.

17/ Wybrane zagadnienia z armii obcych do szkolenia wojsk OPK w 1983 - DW OPK Warszawa 1983.

Specjaliści wojskowi NATO uważają, że na Europejskim Teatrze Wojny warunkiem zapewniającym możliwość realizowania operacji powietrznej jest całkowite wyeliminowanie z walki już w jej pierwszych godzinach - stacji radiolokacyjnych oraz innych radioelektronicznych środków obrony powietrznej nieprzyjaciela. Potwierdzają tę tezę doświadczenia prowadzonych wojen lokalnych, w których wszystkie naloty na obiekty rozmieszczone na wrogim terytorium były prowadzone wyłącznie pod osłoną zakłóceń radioelektronicznych, połączonych z ognio-
wym obezwładnieniem środków radioelektronicznych.

Taktyka walki radioelektronicznej była modyfikowana pod wpływem zmian jakościowych środków aktywnych oraz systemów informacyjnych wojsk OP. Rozpatrując zagadnienia tej walki należy uwzględnić: taktykę działania samolotów WRE; taktykę działania lotnictwa uderzeniowego, wykorzystującego skutki oddziaływania samolotów WRE na system obrony powietrznej; możliwości stosowania zakłóceń przez samoloty grupy uderzeniowej.

Podczas agresji Stanów Zjednoczonych na Demokratyczną Republikę Wietnamu głównymi nosicielami urządzeń zakłócających były samoloty RB-66, EB-66C/B/, EA-6A i B-52. Zainstalowana w nich aparatura umożliwiała wytwarzanie zakłóceń aktywnych w zakresie 3-13 cm przy mocy nadajników zakłóceń 300-400W. Spośród zakłóceń aktywnych najczęściej stosowane były zakłócenia maskujące oraz dezinformujące. Zakłócenia pasywne stosowane były w pełnym zakresie częstotliwości stacji radiolokacyjnych przez jednoczesny zrzut dipoli różnych długości zarówno przez samoloty działające w składzie grup uderzeniowych, jak i wydzielone do tego celu samoloty. Zakłócanie rozpoczynało się 5-10 minut przed uderzeniem i trwało w ciągu całego nalotu.

Działania wojenne w Wietnamie wykazały, że pomimo wzrostu intensywności zakłóceń oraz stosowania wszystkich ich typów, system OP nie był bezsilny, dzięki wprowadzeniu wtórnego opracowania informacji radiolokacyjnej na stanowiskach dowodzenia oraz odpowiedniego treningu operatorów stacji radiolo-

kacyjnych w rozpoznaniu składu grup samolotów /przy wykorzystaniu wskaźników o zobrażowaniu wychyłowym^{18/}. System radiolokacyjny zapewniał wykrycie celów na małych wysokościach na 3-15 minut przed ich dolotem do linii brzegowej.

Podczas konfliktu bliskowschodniego doświadczenia z wojny w Wietnamie zostały w znacznej mierze uwzględnione w taktyce działania lotnictwa izraelskiego oraz ich wyposażeniu w środki techniczne rozpoznania i zakłóceń. Lotnictwo izraelskie działało w dzień i w nocy w grupach po 2-12 samolotów. Zakłócenia radioelektroniczne były niekiedy stosowane przez samoloty grupy pozorującej. W czasie nalotów na stanowiska wojsk raketowych najczęściej stosowano następującą taktykę: niespodziewane uderzenie niewielkimi grupami lub pojedynczymi samolotami z małych wysokości /30-50 m/, wykorzystanie grup pozorujących patrolujących w pobliżu granic strefy ognia zestawów raketowych oraz grup osłonowych na kierunkach najbardziej zagrożonych, wytwarzanie skomplikowanej sytuacji poprzez zakłócanie stacji radiolokacyjnych wchodzących w skład systemu radiolokacyjnego. Powszechnie stosowano cele pułapki radiolokacyjne zrzucane z samolotów.

Charakterystyczną cechą działań lotnictwa izraelskiego było wszechstronne wykorzystanie możliwości urządzeń zakłócających. Stosowano zakłócenia o słabej intensywności ze stref patrolowania, połączone z działaniem naziemnych stacji zakłócających lub tylko zakłócenia o dużej intensywności ze stref patrolowania znajdujących się poza zasięgiem środków arabskiej obrony przeciwlotniczej. Ponadto specjalne grupy samolotów uderzeniowych były wyposażone w aparaturę zakłóceń szumowych i stosowały zakłócenia o dużej intensywności. W zasadzie grupa uderzeniowa stosowała zakłócenia równocześnie z zakłóceniami z samolotów znajdujących się w strefie patrolowania, co utru-

18/ Na wskaźniku o zobrażowaniu wychyłowym impuls echa w przypadku celu grupowego posiada wierzchołek zmodulowany amplitudowo. Kształt sygnału modulującego zależy od ilości samolotów w danej grupie.

dniało namiar na źródło zakłóceń i jego ostrzelanie .
W dolinie Bekaa lotnictwo Izraela odniosło sukces w walce z naziemnymi środkami OP i w bitwie powietrznej, jaka rozegrała się w kilka minut po zniszczeniu środków OPL. Zdecydowały o tym: dokładne rozpoznanie przeprowadzone za pomocą bezpilotowych samolotów Mastiff, odpowiednia koncepcja walki środków napadu powietrznego z systemem OP i lotnictwem oraz zastosowanie samolotów specjalnych do walki radioelektronicznej, samolotów dalekiego wykrywania i naprowadzania E-2C oraz kompleksowych środków zakłóceń. Na 5-7 minut przed nalotem rozpoczynano stosowanie silnych zakłóceń aktywnych przeciw stacjom radiolokacyjnym, przede wszystkim zakresu centymetrowego /100W/MHz/ i metrowego /1-20W/MHz/. Zakłócenia zakresu centymetrowego emitowały urządzenia zakłócające zamontowane na samolotach specjalnych, które wykonywały lot w strefach nad morzem wzdłuż wybrzeży Libanu. Odległość stref od wybrzeża wynosiła 70-90 km. Zakłócenia środków łączności i RLS zakresu metrowego emitowano przede wszystkim z nadajników naziemnych rozmieszczonych w strefie izraelskiej na terenie Libanu. Stosowane zakłócenia zmniejszyły zasięg pracujących RLS średnio o 30%, w rezultacie czego dolną granicą pola radiolokacyjnego z chwilą rozpoczęcia ataku przez lotnictwo izraelskie wynosiła 1600-2000 m^{19/}.

Taktyka działania wojsk izraelskich w dolinie Bekaa charakteryzowała się kompleksowym stosowaniem środków i była nowatorska w stosunku do dotychczas stosowanych metod. Duże spustoszenie w systemie OP poczyniły samoloty Wild Weasel, które stosowały zakłócenia aktywne, tworzyły chmury dipoli o bardzo dużej koncentracji oraz niszczyły pracujące stacje radiolokacyjne za pomocą pocisków Shrike i pocisków klasy powietrzeziemia, dla których cele rażenia podświetlone były laserem.

19/ Komunikat dwumiesięczny nr 2/83 DW OPK. Warszawa 1983
s. 13-18

W konflikcie brytyjsko-argentyńskim na Falklandach szerokie zastosowanie zakłóceń aktywnych i pasywnych przez siły zbrojne Wielkiej Brytanii zniwelowało przewagę argentyńskich sił powietrznych. Stosowane przez Wielką Brytanię rakiety przeciwlotnicze Rapier okazały się nie w pełni skuteczne, podczas stosowania przez argentyńskie siły powietrzne zakłóceń aktywnych, gdyż powodowały one zakłócenia stacji okrętowych i pokładowych, a tym samym znacznie utrudniały naprowadzanie tych rakiet na cele powietrzne ^{20/}.

Analiza przebiegu wojen lokalnych oraz ćwiczeń prowadzonych w siłach powietrznych NATO, pozwalają na sformułowanie uogólnionych wniosków i zasad stosowanych w czasie organizacji zakłóceń przeciwko środkom OP państw Układu Warszawskiego.

Ogólnie zasady te obejmują następujące elementy:

- 1/ Pokładowe środki zakłóceń radioelektronicznych będą włączane nie wcześniej niż przed dolotem samolotów nieprzyjaciela w strefę informacji radiolokacyjnej WRT;
- 2/ Podczas działania lotnictwa strategicznego nieprzyjaciel nie przewiduje dodatkowej osłony przez samoloty specjalne WRE, ponieważ każdy samolot bojowy lotnictwa strategicznego jest uzbrojony w taką liczbę środków zakłóceń, które w pełni zabezpieczają efektywne zakłócanie środków radioelektronicznych wojsk OPK;
- 3/ Do działań lotnictwa taktycznego i pokładowego nieprzyjaciel najprawdopodobniej wydzieli specjalne samoloty zakłóceń radioelektronicznych, których podstawowym zadaniem będzie spotęgowanie efektywności zakłóceń stosowanych przez pokładowe urządzenia zakłócające w ramach tzw. obrony indywidualnej. W takiej sytuacji należy się spodziewać, że samoloty specjalne zabezpieczające działanie grup

20/ "Brytyjskie przeciwdziałanie radioelektroniczne w konflikcie Falklandzkim" WPZ nr 6/148/ Warszawa 1982 s.42-44
KIRILLOW - Ispolzowanije opyta lokalnykh voyn w taktikie VVS NATO" Zarubiezhnoje wojennoje obozrieniye 3/1982 s.43-48.

Wniosek
z wojen
o/w
OP w/w
dowc.

uderzeniowych będą tak ugrupowane, aby stworzyć warunki do stosowania zakłóceń w wąskim sektorze i wspólnie z samolotami uderzeniowymi umożliwić wykorzystanie radiolokacyjnych środków wykrywania;

- 4/ Czynne i bierne zakłócenia radioelektroniczne stosowane będą w sposób kompleksowy z jednoczesnym wykonywaniem przez samoloty nierzujaciela manewrów przeciwrakietowych i przeciwmysliwskich oraz szerokim wprowadzaniem do działań grup demonstracyjnych.

Amerykańska koncepcja walki radioelektronicznej, ciągle weryfikowana w konfliktach lokalnych oraz sprawdzana i udoskonalana w czasie wszelkiego rodzaju ćwiczeń przewiduje dwa rodzaje elektronicznej osłony samolotów: osłonę grupową i osłonę indywidualną.

Do osłony grupowej zostały skonstruowane samoloty specjalne, bogato wyposażone w aparaturę rozpoznania i stawiania zakłóceń aktywnych i pasywnych /EA-6B, F-105, F-4G, EF-111A i F-16/. Zestawy osłony indywidualnej obejmują odbiorniki wykrywania pracy stacji radiolokacyjnych i urządzenia do stosowania zakłóceń aktywnych i pasywnych montowane /standardowo lub w podwieszanych zasobnikach/ na samolotach lotnictwa taktycznego. W zależności od składu bojowego lotnictwa uderzeniowego, rodzaju wykonywanego zadania i możliwości w zakresie walki radioelektronicznej przez przeciwnika, samoloty specjalne WRE mogą prowadzić działania wspierające lub towarzyszące.

Działania wspierające

Samoloty WRE w czasie działań wspierających wykonują lot razem z samolotami lotnictwa uderzeniowego lub z niewielkim ich wyprzedzeniem. W przypadku, gdy obiekty uderzeń nie znajdują się w głębi terytorium przeciwnika, a samoloty specjalne WRE znajdują się w odległości 90-100 km od celów i poza zasięgiem naziemnych środków przeciwlotniczych, wychodzą one z ugrupowania bojowego i realizują swoje zadania ze stref dyżurowania. Strefy takie wyznacza się na przewidy-

wanym kierunku przełamania obrony powietrznej poza zasięgiem rakiet średniego zasięgu na wysokości około 6000 m.

W przypadku, gdy obiekty ataku znajdują się w głębi kraju, wówczas samoloty WRE będą wykonywały lot w składzie ugrupowania uderzeniowego, znajdując się na jego czele, kilka kilometrów przed ugrupowaniem bojowym lub też nad samolotami ugrupowania uderzeniowego. Zadaniem samolotów specjalnych będzie tworzenie bezpiecznego pasa przelotu dla grupy uderzeniowej poprzez stawianie zakłóceń pasywnych. W czasie działań wspierających urządzenia zakłócające są włączone w momencie wejścia samolotów uderzeniowych w zasięg środków przeciwlotniczych przeciwnika, a praca ich kończy się po wykonaniu zadania i odejściu samolotów uderzeniowych w bezpieczny rejon.

Działania towarzyszące

W toku działań towarzyszących samoloty WRE znajdują się w ugrupowaniu bojowym sił uderzeniowych lub działają z niewielkim wyprzedzeniem. Realizują one osłonę radioelektroniczną samolotów uderzeniowych, systematycznie zakłócając wszystkie środki radioelektroniczne znajdujące się na trasie lotu.

W celu zwiększenia gęstości i szerokości sektora zakłóceń, również samoloty grup uderzeniowych mogą w określonych warunkach prowadzić walkę radioelektroniczną z siłami i środkami OP. W takim przypadku tworzy się odpowiedni szyk bojowy.

Powszechnie stosuje się ugrupowanie samolotów katem w przód. Samoloty w kluczu są oddalone wówczas nie więcej niż 600 m jeden od drugiego i z przewyższeniem nie więcej niż 350-400 m w stosunku do prowadzącego. W ten sposób powstaje jeden ciągły i szeroki sektor zakłóceń radioelektronicznych.

Najdogodniejszą wysokością do stosowania zakłóceń jest wysokość 5000 m. Przy mniejszej wysokości lotu zasięg zakłóceń maleje, a na wysokościach rzędu 1500-1800 m spada do 15-18 km. Liczba samolotów zakłócających, która może być wydzielona do osłony radioelektronicznej grup uderzeniowych i rozpoznawczych lot-

nictwa, zależność będzie od ogólnej liczby samolotów, ugrupowania bojowego tych grup oraz ogólnej liczby, rodzaju i sposobu wykorzystywania innych aktywnych i pasywnych środków WRE.

Taktyka stosowania zakłóceń pasywnych zależy od rodzaju środka przewidzianego do wytwarzania zakłóceń oraz parametrów taktyczno-technicznych zakłócanych stacji radiolokacyjnych, a szczególnie ich zdolności rozdzielczej w odległości i kierunku.

Zakłócenia pasywne wykorzystywane będą w celu maskowania grup samolotów w pierwszej fazie operacji powietrznej /start i zbliżanie się do rubieży wprowadzenia do walki aktywnych środków OP/.

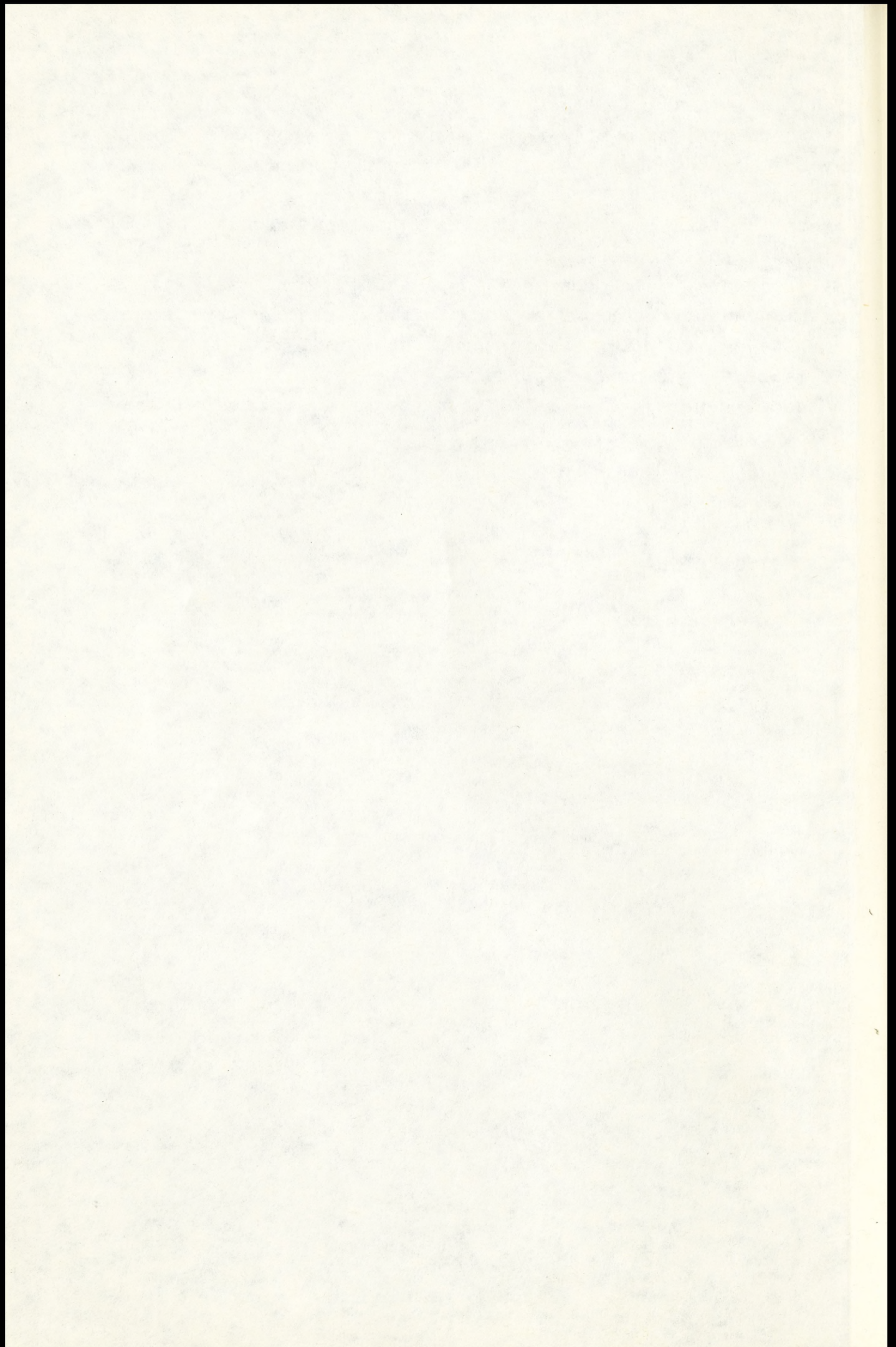
W działaniach bojowych uwzględnia się w NATO dwa sposoby użycia odbijaczy dipolowych:

- pojedynczy - polegający na przerywanym, cyklicznym wyrzucaniu małych wiązek taśm z folii metalizowanej. Wiązki te przed rozrzuceniem ich przez wiatr wyglądają na ekranach wskaźników stacji radiolokacyjnych jak normalne cele powietrzne i przeciążają nadmiarem informacji system rozpoznania radiolokacyjnego;
- korytarzowy - polegający na tym, że naładowany nimi samolot lecąc w grupie uderzeniowej, najczęściej na jej czele lub z boku szyku grupy, przez nieustanne wyrzucanie dipoli wytwarza chmurę /korytarz/, w której lecą pozostałe samoloty grupy uderzeniowej.

Ogólna liczba samolotów wyposażonych w urządzenia zakłóceń pasywnych przeznaczonych do osłony samolotów grup uderzeniowych powinna być dość znaczna. Dlatego też, jak wykazują doświadczenia z konfliktów lokalnych, samoloty zakłócające stosowane będą przeważnie do osłony tych ugrupowań lotnictwa uderzeniowego, które wykonują główne zadania i działają na kierunkach silnie bronionych przez środki OP.

Podczas działań na małych wysokościach stosowanie zakłóceń biernych jest mało efektywne, ponieważ czas opadania dipolowych elementów odbijających jest stosunkowo krótki.

W czasie pokonywania obrony przeciwrakietowej przez balistyczne pociski rakietowe, nieprzyjaciół prawdopodobnie będzie stosował pokładowe stacje zakłóceń radioelektronicznych i cele pozorne. Cele pozorne są wyposażone w miniaturowe urządzenia nadawczo-odbiorcze. Odbiorniki w sposób automatyczny określają częstotliwości robocze stacji radiolokacyjnych i włączają oraz przestrają na tę częstotliwość nadajniki zakłóceń generujące sygnały imitujące sygnały echa odbite od celów rzeczywistych.



3. METODY OCENY WPŁYWU ZAKŁÓCEN RADIOELEKTRONICZNYCH NA SYSTEM RADIOLOKACYJNY

3.1. SYSTEM RADIOLOKACYJNY I JEGO MOŻLIWOŚCI ROZPOZNAWCZE

Podstawowym zadaniem wojsk radiotechnicznych jest zabezpieczenie radiolokacyjne działań bojowych WOPK. Zadanie to obejmuje między innymi: rozpoznanie radiolokacyjne, zabezpieczenie dowodzenia wojskami obrony powietrznej kraju oraz zabezpieczenie radiolokacyjne działań bojowych wojsk rakietowych, lotnictwa myśliwskiego i pododdziałów walki radioelektronicznej wojsk OPK.

W celu wykonania postawionych zadań bojowych wojska radiotechniczne rozwijają system radiolokacyjny, który stanowi zbiór środków radiolokacyjnych, zautomatyzowanego systemu dowodzenia oraz łączności, rozmieszczonych w określony sposób na danym obszarze w celu zapewnienia terminowego wykrywania i ciągłego śledzenia środków napadu powietrznego nieprzyjaciela i innych obiektów powietrznych.

System radiolokacyjny obejmuje rozwinięte na pozycjach w określonym ugrupowaniu: posterunki radiolokacyjne wyposażone w stacje radiolokacyjne, stanowiska dowodzenia wraz z aparaturą zautomatyzowanych systemów dowodzenia i środki łączności^{21/}. Każda stacja radiolokacyjna tworzy określoną strefę wykrywania, czyli przestrzeń powietrzną, w której prawdopodobieństwo wykrycia obiektów o określonej skutecznej powierzchni odbicia jest nie mniejsze od założonego.

Zbiór stref wykrywania stacji radiolokacyjnych w ramach danego ugrupowania wojsk radiotechnicznych tworzy strefę informacji radiolokacyjnej. Struktura i wymiary przestrzenne strefy informacji radiolokacyjnej zależą od ugrupowania bojowego, składu i charakterystyk technicznych środków radiolokacyjnych.

Możliwości rozpoznawcze systemu radiolokacyjnego rozumiane są jako możliwość prowadzenia ciągłego rozpoznania radiolokacyjnego przez zbiór urządzeń radiolokacyjnych rozmieszczonych w określony sposób na danym terytorium, związanych ze sobą funkcjonalnie w celu dostarczenia informacji o sytuacji powietrznej w danym obszarze obserwacji.

21/ W literaturze można znaleźć wiele definicji systemu radiolokacyjnego. Definicja zaproponowana przez autora odbiega trochę od definicji systemu radiolokacyjnego podanej w Regulaminie działań bojowych wojsk radiotechnicznych Wojsk Obrony Powietrznej Kraju s. 7 oraz w "Leksykonie Wiedzy Wojskowej" str.427. Jest ona zgodna z ogólną definicją systemu przedstawioną w "Inżynierii Systemów" P. Sienkiewicza wyd. MON.1983 s. 27.

"Systemem nazywamy każdy złożony obiekt wyróżniony z badanej rzeczywistości, stanowiący całość tworzoną przez zbiór obiektów elementarnych /elementów/ i powiązań /relacji/ pomiędzy nimi. Obiektami elementarnymi /elementami/ są obiekty, które występując w określonym układzie relacji bezpośrednio tworzą daną całość /system/. Zbiór elementów tworzących system nazywać będziemy też składem systemu, natomiast zbiór relacji pomiędzy nimi - strukturą".

Rozpoznanie radiolokacyjne - to zdobywanie wiadomości o obiektach za pomocą stacji radiolokacyjnych. Rozpoznanie radiolokacyjne pozwala określić: skład obiektu powietrznego, przynależność obiektu, lokalizację obiektu w przestrzeni względem prowadzącej rozpoznanie stacji radiolokacyjnej, charakter obiektu /jego strukturę w czasie i w przestrzeni, wykonywanie manewrów, stosowanie zakłóceń aktywnych lub pasywnych/.

3.1.1. Wykrywanie i śledzenie obiektów powietrznych w warunkach oddziaływania zakłóceń czynnych i biernych

Problem optymalnego wykrywania i rozróżniania sygnałów w obecności szumów i innych zakłóceń stanowi jedno z najistotniejszych zagadnień techniki radiolokacyjnej. Realizacja procesu wykrywania i śledzenia środków napadu powietrznego nie byłaby możliwa bez zastosowania nowoczesnych metod analizy i opracowania sygnałów radiolokacyjnych. W czasie prowadzenia rozpoznania radiolokacyjnego uzyskuje się sygnały odbite od wykrywanych i śledzonych obiektów, zwane krótko echemi radiolokacyjnymi. Postać sygnałów odbieranych przez urządzenia radiolokacyjne zależy od właściwości samego urządzenia, otaczającej przestrzeni oraz obiektów odbijających.

Wykrywanie i śledzenie obiektów to najważniejsze cechy rozpoznania radiolokacyjnego.

Śledzenie obiektów powietrznych - to obserwacja połączona z określeniem współrzędnych jego położenia. Współrzędne określone są w sposób ciągły automatycznie lub półautomatycznie za pomocą stacji radiolokacyjnej lub dalmierza optycznego. Warunkiem wykrycia obiektu przez stację radiolokacyjną jest wyróżnienie sygnału echa na tle zakłóceń lub szumów własnych odbiornika.

Obiekty wykryte mogą być śledzone przez stacje radiolokacyjne, jeżeli znajdują się w strefie obserwacji stacji radiolokacyjnej^{22/}.

3.1.2. Oddziaływanie zakłóceń czynnych i biernych na stacje radiolokacyjne

Zakłócenia czynne i bierne mogą na wskaźnikach stacji radiolokacyjnych maskować sygnały użyteczne przez powodowanie rozjaśnionego tła lub też imitować sygnały użyteczne.

W przypadku wyrzucenia przez samolot odpowiednio dużej ilości paczek dipoli, na pewnym odcinku trasy lotu powstaje zobrazowanie w postaci jasnego pasma o znacznej długości. Skuteczna powierzchnia odbicia dipola /pojedynczego/ zależy ogólnie od jednego usytuowania względem wektora fali padającej. W celu zapewnienia równomiernego rozkładu dipoli w przestrzeni względem pola elektrycznego, przy ich produkcji dąży się do tego, aby środek ciężkości każdego z nich był przesunięty względem środka geometrycznego o przypadkową wartość. Maksymalna wartość skutecznej powierzchni odbicia pojedynczego dipola wynosi

$$\sigma_{\max} = 0,86 \cdot \lambda^2$$

gdzie: λ - długość fali padającej

σ_{\max} - skuteczna powierzchnia odbicia pojedynczego dipola

22/ Strefa obserwacji - przestrzeń ograniczona maksymalną i minimalną odległością wykrycia w której znajdują się obiekty mogą być wykrywane z określonym prawdopodobieństwem, a której wielkość zależna jest od kształtu charakterystyki promieniowania oraz metody przeszukiwania przestrzeni.

Dla celów praktycznych wygodniej jest uśrednić wartość skutecznej powierzchni odbicia paczki dipoli, zakładając, że są one dowolnie zorientowane względem wektora pola elektrycznego.

$$\sigma_p = 0,17 \cdot \lambda^2 \cdot N_{ze}$$

gdzie: $N_{ze} = \eta \cdot N$ - liczba efektywnych dipoli w paczce,
 N - ogólna liczba dipoli w paczce,
 η - współczynnik uwzględniający uszkodzenie, zlepianie, splątywanie się dipoli przy ich rozrzucaniu.

Zakłócenia czynne, ze względu na sposób oddziaływania, można podzielić na maskujące i dezinformujące. Z zakłóceń maskujących najszersze zastosowanie znalazły zakłócenia szumowe, które powodują maskowanie sygnału użytecznego w pewnym kącie przestrzennym i odpowiednim przedziale odległości. Zakłócający sygnał szumowy jest zazwyczaj modulowany. W stosunku do szumów zakłócających stosowane są różne rodzaje modulacji: modulacja amplitudowa ograniczonym szumem, modulacja fazowa, modulacja częstotliwościowa stosowana przy szumowych zakłóceniach selektywnych.

Zakłócenia impulsowe - wprowadzając na ekranie wskaźnika fałszywe zobrazowania - dezinformują obsługę stacji radiolokacyjnych, powodując tym samym maskowanie celów rzeczywistych.

Synchronizowane zakłócenia impulsowe są podobne do odbieranych przez stacje radiolokacyjne sygnałów użytecznych. Mają one taki sam kształt, czas trwania i moc. Odzwonowe zakłócenia impulsowe są wytwarzane w sposób podobny jak synchronizowane zakłócenia impulsowe. Są to pojedyncze impulsy, przesunięte względem odebranego impulsu sondującego zakłócającej stacji. Przy dużej mocy nadajnika zakłóceń na ekranie wskaźnika mogą się pojawić imitowane cele na różnych azymutach.

Nieregularne zakłócenia impulsowe stanowią ciąg impulsów wysokiej częstotliwości, którego parametry zmieniają się w sposób przypadkowy. Mają one podobne właściwości, jak zakłócenia otrzymywane przy amplitudowej modulacji impulsu sygnałem szumowym /o ograniczonej amplitudzie/.

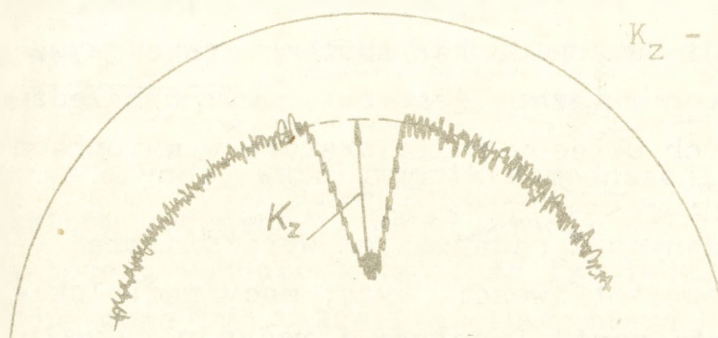
3.1.3. Możliwości zmniejszenia skuteczności oddziaływania zakłóceń czynnych i biernych na stacje radiolokacyjne

Odporność urządzeń radiolokacyjnych na zakłócenia radioelektroniczne stanowi podstawowe kryterium oceny jakości tych urządzeń w warunkach współczesnego pola walki. Istotne znaczenie dla oceny odporności stacji radiolokacyjnej na zakłócenia czynne i bierne mają takie parametry techniczne, jak: potencjał energetyczny stacji radiolokacyjnej, przestrzenna rozróżnialność /zysk kierunkowy anteny/, poziom listków bocznych charakterystyki promieniowania, wielozakresowość częstotliwości i manewr częstotliwościami, wyposażenie stacji w specjalne układy tłumienia zakłóceń czynnych oraz układy namierzania, zakres i szybkość automatycznej regulacji wzmocnienia odbiornika, współczynnik kompensacji zakłóceń biernych. Szczegółowa charakterystyka układów przeciwzakłóceńowych wykorzystywanych we współczesnych stacjach radiolokacyjnych przedstawiona została w załączniku 5.

Oprócz przedsięwzięć technicznych powodujących zmniejszenie skuteczności oddziaływania zakłóceń wykorzystuje się przedsięwzięcia taktyczne, które polegają między innymi na namierzaniu źródeł zakłóceń przez kilka wydzielonych stacji radiolokacyjnych z pododdziału wojsk radiotechnicznych /brt/ i automatycznego lub zautomatyzowanego opracowania tych danych. Układy namierzania /pelengu/ nie zaliczają się do grupy urządzeń technicznych zmniejszających skuteczność oddziaływania zakłóceń czynnych i biernych na stacje radiolokacyjne, lecz spełniają one rolę pomocniczą w procesie oceny skuteczności oddziaływania tych zakłóceń.

Pozwalają one w sposób szybki i względnie dokładny określić średni azymut, na którym znajduje się źródło zakłóceń, poprzez zobrazowanie odpowiedniego znacznika na ekranie wskaźnika. Zastosowanie układów namierzania umożliwia naprowadzenie środków aktywnych na obiekty stosujące zakłócenia czynne, dzięki dodatkowemu opracowaniu informacji o średnim azymucie źródła zakłóceń /uzyskiwanej z kilku urządzeń namierzających/. Dodatkowe opracowanie informacji o położeniu źródeł zakłóceń dokonywane jest w sposób automatyczny z wykorzystaniem systemów zautomatyzowanych /w chwili obecnej są to urządzenia produkcji polskiej i radzieckiej/ na stanowiskach dowodzenia wojsk radiotechnicznych.

W niektórych stacjach radiolokacyjnych /produkcji polskiej/ posiadających AC BOS ^{23/}, istnieje możliwość określenia gęstości widmowej zakłóceń na podstawie pomiarów wielkości zakłóceń w kanale logarytmicznym. Przykładowy sygnał zakłócający, odebrany w kanale logarytmicznym i zobrazowany na wskaźniku obserwacji określonej, przedstawiono na rysunku 2.1.3.2.



K_z - stosunek mocy zakłóceń szumowych do mocy szumów własnych w decybelach

Rys. 2.1.3.2. Zobrazowanie sygnału zakłócającego /odebranego w kanale logarytmicznym/ na wskaźniku typu P

23/ AC BOS - analogowo-cyfrowy blok obróbki sygnału

Wielkość K_z odczytana w kilometrach na wskaźniku radiolokacyjnym określa w przypadku wystąpienia zakłóceń, ile decybeli wynosi stosunek mocy zakłóceń szumowych stosowanych przez przeciwnika do mocy szumów własnych.

Przekształcając równanie przeciwdziałania radioelektronicznego /np. równanie /6/ s. 69/ można, dla ustalonych parametrów stacji radiolokacyjnej oraz współrzędnych źródła zakłóceń, określić rodzinę krzywych, przedstawiającą zasięg stacji radiolokacyjnej w funkcji gęstości widmowej zakłóceń. W załączniku 6 przedstawiono przykładową charakterystykę zasięgową stacji radiolokacyjnej dla trzech gęstości widmowych zakłóceń 5, 10, 20 W/MHz ^{24/}.

W amerykańskiej teorii prowadzenia wojny elektronicznej środki kontrprzeciwdziałania dzielą się na dwie grupy: elektroniczne i operacyjne. Do pierwszej z nich należą środki konstrukcyjne związane z radiolokatorem - do drugiej zaś te, które określają sposób jego wykorzystania. Elektroniczne środki kontrprzeciwdziałania Amerykanie dzielą na cztery podstawowe podgrupy związane z: nadajnikiem, obrotami anteny, torem odbioru i opracowania sygnału oraz systemem przekazywania informacji. Podział ten związany jest z typowym upośledzeniem funkcji poszczególnych układów radiolokatora w warunkach wojny radioelektronicznej.

W podgrupie środków związanych z nadajnikiem wyróżnia się środki odnoszące się do częstotliwości pracy, mocy radiolokatora, częstotliwości powtarzania impulsów i rodzaju sygnału. Podgrupę związaną z układem antenowym stanowią środki wpływające na: technikę pomiaru kąta, charakterystykę promieniowania wiązki głównej i charakterystykę wiązek bocznych.

24/ Obliczenia zostały wykonane w Wyższej Oficerskiej Szkole Radiotechnicznej na maszynie ODRA serii 1300 w ramach pracy naukowo-badawczej na temat: "Analiza możliwości WRT w zakresie radiolokacyjnego zabezpieczenia działań bojowych aktywnych środków WOPK w warunkach zakłóceń", w której autor uczestniczył jako członek zespołu badawczego.

Podgrupa dotycząca toru odbiorczego i układów opracowania sygnału jest najliczniejsza. Wynika to z następujących faktów:

- w warunkach polowych łatwiej jest dokonać zmian w odbiorniku niż w układzie antenowym czy nadajniku;
- duży postęp dokonujący się w dziedzinie opracowania sygnału pozwala na znaczne udoskonalenie odbiorników stacji radiolokacyjnej i różnorodność rozwiązań;
- środki przeciwdziałania stosowane w odbiorniku są z reguły uniwersalne i niemożliwe do rozpoznania przez przeciwnika w krótkim czasie;
- środki tej podgrupy są ściśle kontrolowane przez operatora, co zapewnia maksymalną skuteczność działania.

Do podgrupy związanej z systemem przekazywania informacji zalicza się środki opracowania i analizy danych oraz środki wykorzystania informacji pochodzących z innych źródeł. Grupa środków operacyjnych związana jest ze sposobami wykorzystania radiolokatora w warunkach polowych, co uzależnione jest przede wszystkim od poziomu wyszkolenia operatora i organizacji procesów kontrprzeciwdziałania.

Amerykańscy specjaliści wojny elektronicznej twierdzą, że przy stosowaniu środków kontrprzeciwdziałania zachodzi potrzeba ilościowego pomiaru zysku.

Miarą ilościową środków kontrprzeciwdziałania w radiolokatorze są: współczynnik poprawy widzialności /dla układów tłumienia

ech stałych/, współczynnik kompensacji /dla układów kompensacji listków bocznych/ i współczynnik wykrywalności w obecności zakłóceń. Ponadto podają, że istnieją również inne parametry, które mogą być także ilościową miarą kontrprzeciwdziałania.

Na Zachodzie proponuje się wprowadzenie parametru, który byłby ilościową miarą środków kontrprzeciwdziałania w radiolokatorze - "współczynnik poprawy kontrprzeciwdziałania".

Termin ten należy do podstawowych definicji w dziedzinie radiolokacji. Parametr ten ma stanowić reprezentację kontrprzeciwdziałania w analizie pracy radiolokatora.

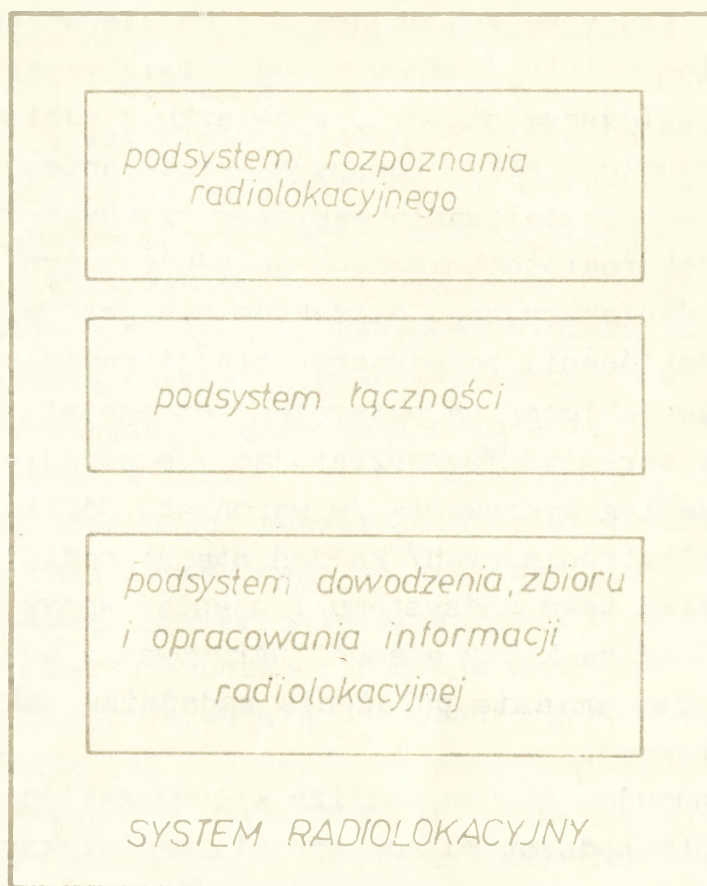
Ilściowa reprezentacja kontrprzeciwdziałania nie jest równoznaczna z oceną jego skuteczności. W amerykańskich siłach zbrojnych przy ocenie skuteczności stosuje się różne określenia, na przykład: "zasieg obecności zakłóceń" lub "odporność parametrów na zakłócenia"^{25/}.

3.2. WYKORZYSTANIE METODY ANALITYCZNO-GRAFICZNEJ DO OCENY SKUTECZNOŚCI ODDZIAŁYWANIA ZAKŁÓCEN NA PODSYSTEM ROZPOZNANIA RADILOKACYJNEGO

System radiolokacyjny obrony powietrznej, jako jego podstawowe ogniwo informacyjne, organizowany jest zgodnie z zamiarem prowadzenia działań bojowych. Oznacza, to, że ugrupowanie sił i środków WRT podporządkowane jest potrzebom aktywnych środków walki w celu zapewnienia im swobody działań i racjonalnego ich użycia w walce ze środkami napadu powietrznego. Dlatego też system radiolokacyjny obrony powietrznej, ze względu na swą funkcjonalność, składa się z: sieci rozwiniętych sił i środków radiolokacyjnych; rozwiniętej sieci łączności zapewniającej wymianę informacji radiolokacyjnej o stanie sytuacji powietrznej w określonej strefie; sieci stanowisk dowodzenia WRT, które są jednocześnie punktami opracowania i przekazywania informacji radiolokacyjnej dla poszczególnych szczebli dowodzenia aktywnymi środkami obrony powietrznej. W systemie tym można wyróżnić następujące podsystemy: rozpoznania radiolokacyjnego, łączności, zbioru, opracowania informacji radiolokacyjnej i dowodzenia, co pokazano na rysunku 2.2.1.

25/ Technika kontrprzeciwdziałania radioelektronicznego w radiolokacji /według poglądów amerykańskich/ - Wojskowy Przegląd Zagraniczny nr 4/122/1978 r. s. 21-26. Środki kontrprzeciwdziałania radioelektronicznego. Naukowa Informacja Wojskowa. Przegląd informacyjno-dokumentacyjny nr 3/75/1978 s. 19-24.

Środki kontrprzeciwdziałania - wg nomenklatury polskiej - układy przewiwzakłóceńowe.



Rys. 2.2.1. Schemat funkcjonalny systemu radiolokacyjnego

Przy dokonywaniu oceny skuteczności oddziaływania zakłóceń na podsystem rozpoznania radiolokacyjnego ocenia się skuteczność oddziaływania zakłóceń na pojedyncze stacje radiolokacyjne, a następnie uogólnia wnioski dla całego ugrupowania wojsk radiotechnicznych.

W przypadku rozbudowanego ugrupowania wojsk radiotechnicznych zakłócenia oddziałują najsilniej na elementy ugrupowania znajdujące się na kierunku nalotu, w mniejszym natomiast stopniu na elementy ugrupowania znajdujące się na skrzydłach /ze względu na kierunek nalotu/. Pod wpływem oddziaływania zakłóceń czynnych na wskaźnikach stacji radiolokacyjnych, znajdujących się na kierunku działania środków napadu powietrznego stosujących zakłócenia, powstaje sektor skutecznego zakłócania na tle którego znaczniki celu nie są widoczne.

Na stacje radiolokacyjne, znajdujące się na kierunkach rozbieżnych z kierunkiem napadu środków napadu powietrznego, zakłócenia oddziałują w mniejszym stopniu, w związku z odbiorem sygnału zakłóceń na kierunku listków bocznych układu antenowego. Niejednakowy stopień oddziaływania zakłóceń czynnych na elementy ugrupowania wojsk radiotechnicznych decyduje o tym, że odporność systemu radiolokacyjnego na zakłócenia jest większa od odporności na zakłócenia pojedynczej stacji radiolokacyjnej. Analizując wpływ zakłóceń na podsystem rozpoznania radiolokacyjnego, należy określać /wykorzystując odpowiednie zależności matematyczne/ zasięg wykrywania /w warunkach oddziaływania zakłóceń radioelektronicznych/ każdej stacji radiolokacyjnej, wchodzącej w skład tego podsystemu i oceniać wpływ każdego nadajnika zakłóceń na każdy element ugrupowania wojsk radiotechnicznych. Przy zmianie położenia nadajnika zakłóceń należy tę analizę powtarzać.

Autor proponuje, aby do analizy wpływu zakłóceń na poszczególne elementy podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego, przy oddziaływaniu dużej liczby nadajników zakłóceń, przeprowadzić analizę dla każdego nadajnika zakłóceń i przyjąć do oceny możliwości wykrywania środków napadu powietrznego najmniejsze obliczone zasięgi wykrywania stacji radiolokacyjnych w warunkach oddziaływania zakłóceń czynnych.

Do oceny skuteczności oddziaływania zakłóceń na podsystem rozpoznania radiolokacyjnego można wykorzystać metody: analityczno-graficzną lub symulacji komputerowej.

W metodzie analityczno-graficznej oblicza się zasięgi wykrywania stacji radiolokacyjnych w warunkach działania zakłóceń, wchodzących w skład danego ugrupowania wojsk radiotechnicznych oraz wykreśla na mapie strefę informacji radiolokacyjnej. Zmniejszone zasięgi wykrywania wykreśla się przyjmując za podstawę obliczone współczynniki ściśnięcia strefy informacji radiolokacyjnej dla danej stacji radiolokacyjnej, przy założeniu stałej gęstości widmowej mocy zakłóceń, charakteryzującej dane źródło zakłóceń oraz najczęściej stałego miejsca położenia tego źródła. Wykreślone, zmniejszone strefy informacji

wykorzystywane są do analizy możliwości wykrywania i śledzenia środków napadu powietrznego przez dane ugrupowanie wojsk radiotechnicznych w warunkach zakłóceń. Metodą tą nie można prowadzić dokładnej analizy ze względu na przyjęte założenia dotyczące stacjonarności położenia źródła zakłóceń i stałej gęstości widmowej mocy zakłóceń.

Zakładany sposób stosowania zakłóceń odbiega od założeń przyjmowanych podczas ćwiczeń dowódczo-sztabowych oraz jest niezgodny z przewidywanymi sposobami działania środków napadu powietrznego przeciwnika.

Analizę odporności poszczególnych elementów podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego na zakłócenia przeprowadza się w oparciu o różne kryteria informacyjne, w zależności od postaci sygnału zakłócającego i rodzaju zakłócanego urządzenia radiolokacyjnego. Pozwalają one ocenić jakość konkretnych sygnałów zakłócających i jakość przedsięwzięć skierowanych na pozabawienie przeciwnika użytecznej informacji. Kryteria informacyjne określają, że skuteczność zakłóceń radioelektronicznych zależy od stosunku mocy sygnału zakłócającego do mocy sygnału użytecznego, tj. zakłócenie może spowodować określoną stratę informacji przy spełnieniu warunku

$$k = \left(\frac{P_z}{P_{s_{we}}} \right) \geq k_d$$

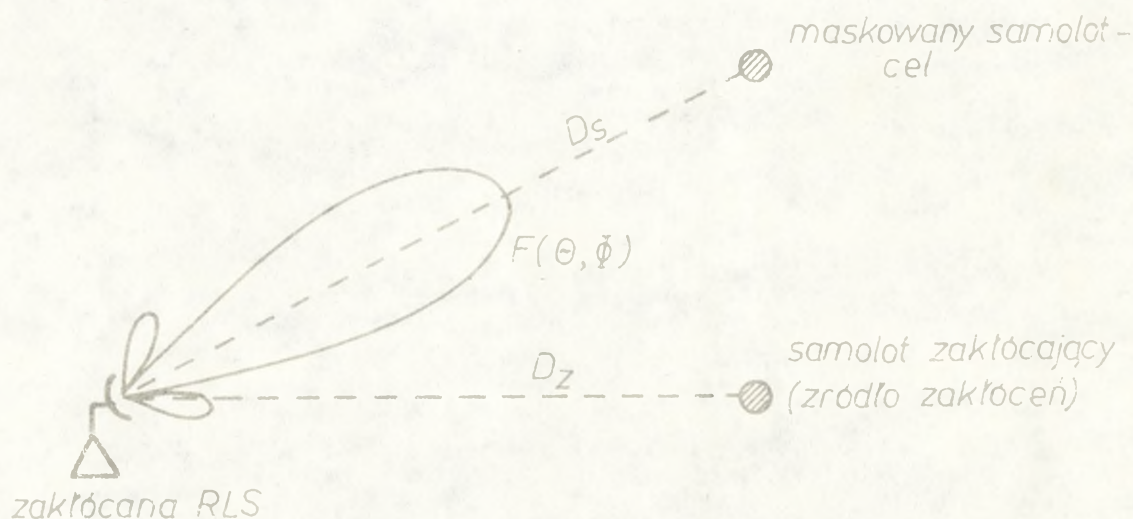
gdzie: P_z - moc sygnału zakłóceń;
 P_s - moc sygnału użytecznego;
 k_d - współczynnik degradacji ^{26/} danego urządzenia radioelektronicznego przez dany typ zakłócenia.

26/ Współczynnikiem degradacji nazywa się minimalny niezbędny /tzn. wiążący się z ustaloną wg innych kryteriów stratą informacji /stosunek energii sygnału zakłócającego do energii sygnału użytecznego na wejściu odbiornika zakłócanego urządzenia radioelektronicznego odniesiony do pasma przepuszczenia jego liniowej części.

S.A. Wakin ▽ L.N. Szustow - Zasady przeciwdziałania radioelektronicznego wyd. MON Warszawa 1972 s. 27.

Współczynnik k jest funkcją parametrów nadajnika zakłóceń i zakłócanego urządzenia radioelektronicznego oraz ich wzajemnego położenia względem siebie. Dla oceny skuteczności zakłóceń należy ustalić zależność stosunku mocy zakłócenia do mocy sygnału /współczynnika k / od parametrów nadajnika zakłócającego i zakłócanego urządzenia.

Idea metody przedstawiona zostanie na przykładzie wariantu, w którym działa pojedynczy cel /maskowany samolot/ i maskowany jest przez jeden samolot z zamontowaną aparaturą zakłócającą /źródło zakłóceń/ - rys. 2.2.2.



Rys. 2.2.2. Stosowanie zakłóceń przez pojedynczy samolot zakłócający

System wytwarzający zakłócenia charakteryzują następujące parametry:

P_z - moc nadajnika zakłóceń z uwzględnieniem strat w linii przesyłowej,

G_z - zysk kierunkowy anteny nadajnika zakłóceń,

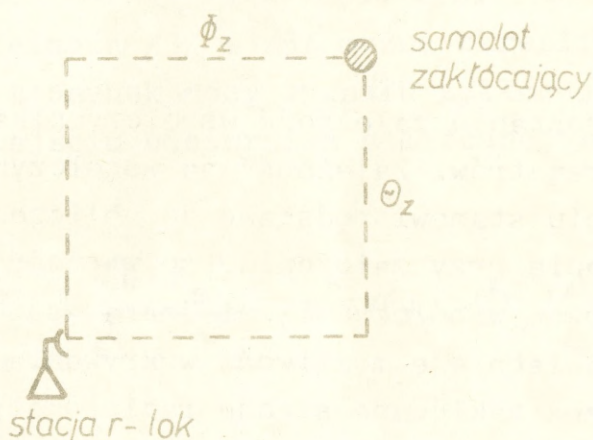
F_z - efektywna szerokość widma sygnału zakłócającego,

γ_z - współczynnik uwzględniający różnicę w polaryzacji anten nadajnika zakłóceń i zakłócanej stacji radiolokacyjnej,

G_0 - powierzchnia skuteczna maskowanego samolotu /celu/,

D_z, Θ_z, Φ_z - współrzędne biegunowe samolotu zakłócającego.
Kąty Θ_z, Φ_z określa się w odpowiednich płaszczyznach w odniesieniu do maksimum charakterystyki kierunkowej anteny zakłócającej stacji radiolokacyjnej /rys. 2.2.3./.

D_s - odległość maskowanego samolotu od stacji radiolokacyjnej.



Rys. 2.2.3. Współrzędne samolotu zakłócającego względem stacji radiolokacyjnej

Zakłócające urządzenie charakteryzują następujące parametry:

P_s - moc zakłócającej stacji radiolokacyjnej z uwzględnieniem strat w linii przesyłowej,

G_z - zysk kierunkowy anteny zakłócającej stacji radiolokacyjnej,

Δf_0 - szerokość pasma przepuszczenia liniowej części odbiornika zakłócającej stacji radiolokacyjnej /zakłada się, że

$$\Delta F_z \gg \Delta f_0 /,$$

$F/\Theta, \Phi$ - funkcja opisująca znormalizowaną charakterystykę kierunkową zakłócającej stacji radiolokacyjnej,

k_d - współczynnik degradacji stacji radiolokacyjnej dla zadanego sygnału zakłócającego.

A_r - powierzchnia skuteczna anteny zakłócającej stacji radiolokacyjnej określa zgodnie z zależnością

$$A_r = \frac{G_s \cdot \lambda^2}{4\pi} \quad /1/$$

gdzie: λ - długość fali częstotliwości roboczej RIS

Określona zostanie zależność współczynnika zakłóceń k od wymienionych parametrów. Zależność na współczynnik zakłóceń po przekształceniu stanowi podstawę do obliczenia zasięgu skutecznego zakłócenia przy założeniu, że wartość tego współczynnika jest równa współczynnikowi degradacji k_d . Powyżej tej wartości nie istnieje możliwość wykrywania środków napadu powietrznego przez zakłócające stacje radiolokacyjne.

Moc sygnału zakłócającego na wejściu odbiornika zakłócającej stacji radiolokacyjnej, z pominięciem szumów własnych odbiornika, można określić z zależności:

$$P_{z_{WE}} = P_z A_r F^2 / \Theta_z \Phi_z / \gamma_z \quad /2/$$

Uwaga!!!

Na wejście odbiornika doprowadzona jest jedynie część mocy zakłóceń określona stosunkiem szerokości widma sygnału zakłócającego i pasma przenoszenia odbiornika zakłócającej stacji radiolokacyjnej

$$P_{z_{WE}} = P_z A_r F^2 / \Theta_z \Phi_z / \cdot \gamma_z \frac{\Delta f_0}{\Delta F_z} \quad /3/$$

gdzie: $P_z = \frac{P_z G_z}{4\pi D_z^2} 10^{-0,1 \alpha D_z} \quad /4/$

przy czym α jest współczynnikiem uwzględniającym osłabienie sygnału w atmosferze w dB/km, przy jego rozchodzeniu się tylko w jedną stronę.

W analogiczny sposób można otrzymać wyrażenie na moc sygnału odbitego od celu na wejściu odbiornika zakłócającej stacji radiolokacyjnej. 2

$$P_{S_{WE}} = \frac{P_s G_s}{4\pi D_s^2} \frac{\sigma_c}{4\pi D_s} A_r \cdot 10^{-0,2\alpha D_s} \quad /5/$$

Podstawiając zależność /3/ i /5/ można określić współczynnik zakłóceń k jako stosunek mocy sygnału zakłócającego i sygnału użytecznego na wejściu odbiornika zakłócającej stacji radiolokacyjnej. 2

$$k = \left(\frac{P_z}{P_s} \right)_{WE} = \frac{P_z G_z 4\pi D_s^4}{P_s G_s \sigma_c D_z^2} \cdot F^2 / \Theta_z, \Phi_z / \frac{\Delta f_o}{\Delta f_z} \delta_z 10^{0,1\alpha / 2(D_s - D_z)} \quad /6/$$

Wyrażenie /6/ nazywa się równaniem przeciwdziałania radioelektronicznego dla zakłóceń czynnych.

Na podstawie równania /6/ wykreślono "krzywą skuteczności zakłóceń" /rys.2.2.4/

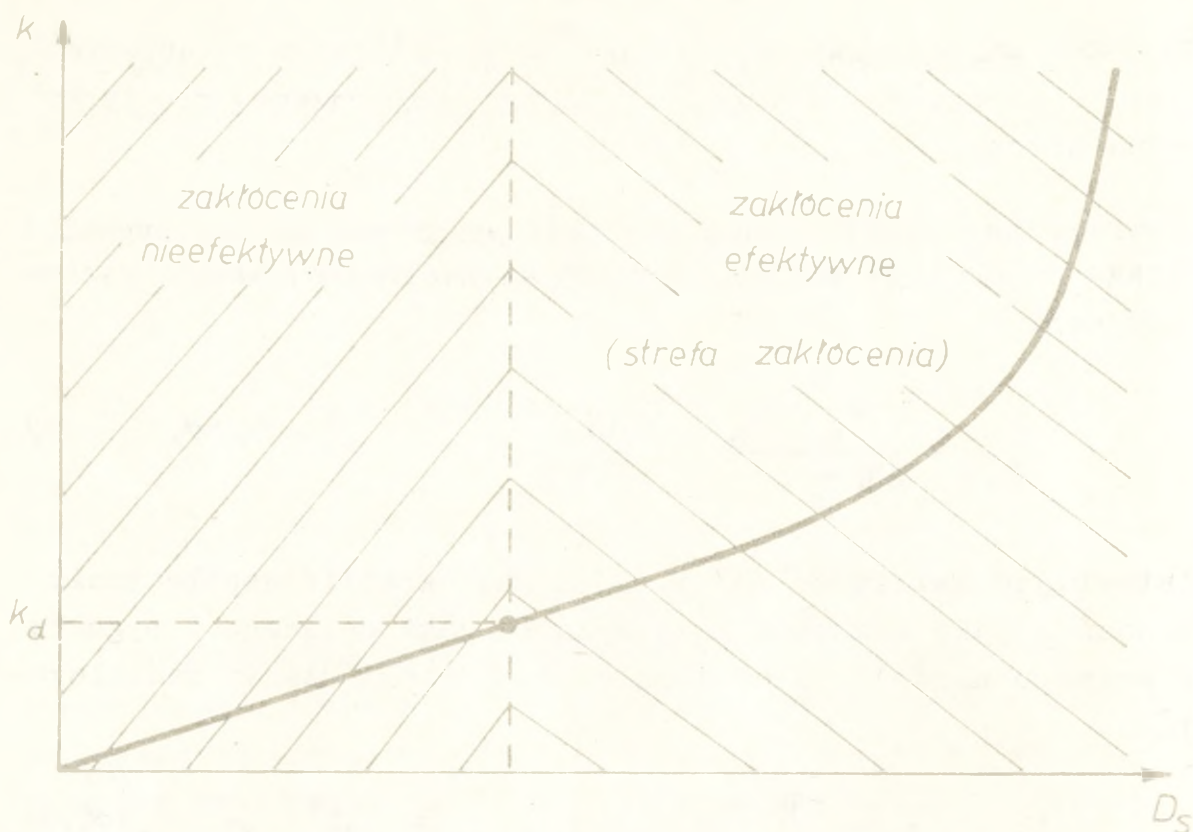
Można stwierdzić, że na określonej odległości maskowanego samolotu od zakłócającej stacji radiolokacyjnej współczynnik zakłóceń k maleje do tego stopnia, że zakłócenie przestaje być efektywne. 3

Granica przy, której przekroczeniu zakłócenie staje się nieefektywne jest określona równaniem:

$$k = k_d$$

Obszar, w którym $k \geq k_d$ /skuteczne zakłócenie/ nazywa się strefą zakłócenia. 4

Rys.



Rys. 2.2.4. Strefa zakłócania stacji r/lok przez zakłócenia czynne

Jak wynika z zależności /6/ współczynnik k , a w konsekwencji i granice strefy wykrywania zależą w dużym stopniu od charakterystyki kierunkowej zakłócaniej stacji radiolokacyjnej.

Jeżeli nadajnik zakłóceń będzie oddziaływać na kierunku listka głównego charakterystyki antenowej zakłócaniej stacji radiolokacyjnej, to granica strefy zakłóceń będzie bliżej zakłócaniej stacji radiolokacyjnej niż w przypadku oddziaływania zakłóceń na kierunku listków bocznych charakterystyki antenowej. Przyjmuje się, że tłumienie sygnałów odbieranych przez antenę na kierunku pierwszego i drugiego listka bocznego charakterystyki antenowej jest odpowiednio o 20 i 30 dB większe od tłumienia sygnałów na kierunku listka głównego charakterystyki antenowej stacji radiolokacyjnej^{27/}.

27/ S.A.Wakin, L.A.Szustow - Zasady przeciwdziałania radioelektronicznego wyd. MON Warszawa 1972 s. 92.

Pomijając tłumienie fal elektromagnetycznych w atmosferze $\alpha = 0$ oraz zakładając, że współczynnik $\sigma_z = 0,5$ uzyskuje się pewne uproszczenie wyrażenia /6/ ułatwiające obliczenie granicy strefy zakłóceń

$$k = \frac{P_z G_z 2\pi D_s^4}{P_s G_s \sigma_c D_z^2} F^2 / \Theta_z, \Phi_z / \frac{\Delta f_0}{\Delta f_z} \quad /7/$$

Granica strefy zakłóceń dla $k = k_d$ wyznacza maksymalną odległość wykrycia samolotu maskowanego w przypadku stosowania zakłóceń czynnych - D_{\max_z}

$$D_{\max_z} = \sqrt{\frac{k_d P_s G_s \sigma_c D_z^2 \Delta f_z}{P_z G_z 2\pi F^2 / \Theta_z, \Phi_z / \Delta f_0}} \quad /8/$$

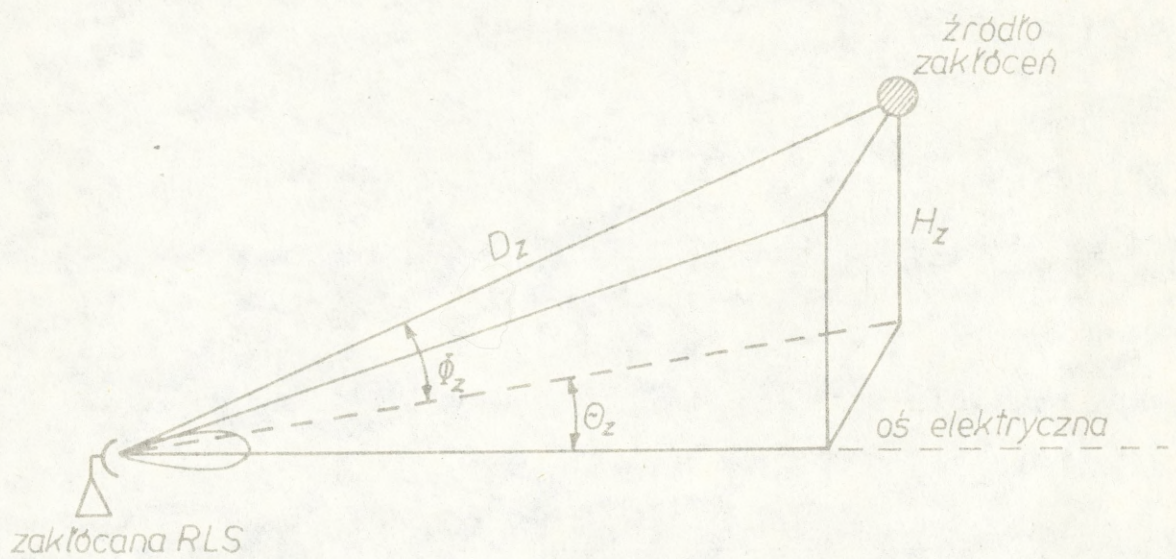
W celu wykonania obliczeń maksymalnego zasięgu wykrywania stacji radiolokacyjnej w warunkach zakłóceń, zgodnie z zależnością /8/, należy określić wartość znormalizowanej charakterystyki kierunkowej zakłócającej stacji radiolokacyjnej

$F^2 / \Theta_z, \Phi_z /$. Wartość funkcji opisującej znormalizowaną charakterystykę kierunkową zależy od następujących parametrów: wysokości znajdowania się źródła zakłóceń H_z , odległości źródła zakłóceń od zakłócającej stacji radiolokacyjnej D_z , wielkości przesunięcia osi elektrycznej rzutu poziomego charakterystyki kierunkowej zakłócającej stacji radiolokacyjnej względem źródła zakłóceń /rys. 2.2.5/.

Wartość funkcji opisującej znormalizowaną charakterystykę kierunkową można określić z wystarczającą dokładnością przy pomocy następującego równania ^{28/}.

$$F^2 / \Theta_z, \Phi_z / = \frac{D / \Phi_z /}{D_{\max}} F^2 / \Theta_z / \quad /9/$$

28/ E. Zabłocki, S. Antczak - Ocena efektywności działań bojowych WOPK. Rozprawa habilitacyjna ASG WP, 1935 s. 92



Rys. 2.2.5. Współrzędne źródła zakłóceń względem zakłóconej RLS

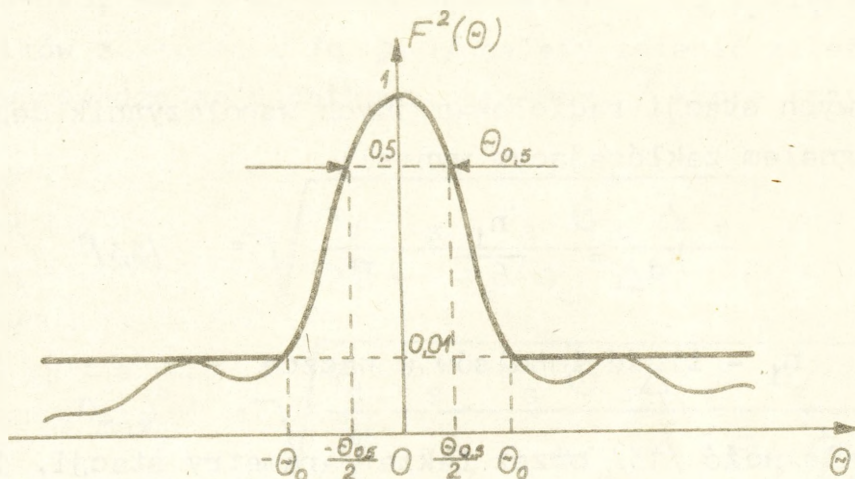
gdzie: D / Φ_z - zasięg wykrywania RLS na wysokości H_z
/kąt Φ_z /;

D_{max} - maksymalny zasięg wykrywania RLS;

oraz:

$$F^2 / \theta_z = \begin{cases} \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \theta_z}{\theta_{0,5}} \right)^2} & \text{dla } / \theta_z / \leq \theta_0 \\ 0,01 & \text{dla } / \theta_z / > \theta_0 \end{cases} \quad /10/$$

Przy czym $\theta_{0,5}$ - szerokość charakterystyki promieniowania anteny RLS na poziomie połowy mocy / rys. 2.2.6./



Rys. 2.2.6. Aproxymowana charakterystyka kierunkowa stacji radiolokacyjnej.

Ustalając wartość funkcji $F^2 / \Theta z / = 0,01$ na podstawie zależności /10/ można wyznaczyć Θ_0 .

$$\Theta_0 = \pm 5 \cdot \Theta_{0,5} \quad /11/$$

W przypadku, gdy nadajnik zakłóceń znajduje się na wykrywanym samolocie $[F^2 / \Theta z, \Phi z] = 1$; $D_s = D_z$, zależność na maksymalny zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnej w warunkach stosowania zakłóceń czynnych D_{\max_z} zmienia się i wynosi:

$$D_{\max_z} = \frac{k_d P_s G_s \bar{C}_c \Delta F_z}{2\pi P_z G_z \Delta f_0} \quad /12/$$

W zależności /12/ występuje współczynnik degradacji k_d dla zakłóceń czynnych, który definiowany jest w przypadku zakłóceń szumowych jako odpowiednia wartość stosunku mocy sygnału zakłócającego P_z /zawartej w granicach pasma przepuszczania liniowej części odbiornika Δf_0 / do mocy sygnału użytecznego P_s na wyjściu optymalnego odbiornika, przy której prawdopodobieństwo wykrycia paczki impulsów składającej się z n_1 impulsów jest równe $P_{pw} = 0,5$ przy prawdopodobieństwie fałszywego alarmu.

$$k_d = \frac{D_{max}}{D_{max_0}} \quad (149)$$

(150)

$$P_{FA} = 10^{-5} \quad 29/$$

Dla impulsowych stacji radiolokacyjnych współczynnik degradacji szumowym sygnałem zakłócającym wynosi:

$$k_d = \frac{n_i}{6} \quad /13/$$

gdzie: n_i - ilość impulsów w paczce

Wyrażając zależność /13/ przez takie parametry stacji, jak: częstotliwość powtarzania f_p , szerokość wiązki antenowej

$\Theta_{0,5}$ i prędkość obrotów anteny zakłócającej stacji radiolokacyjnej N_A - przyjmuje ona następującą postać:

$$k_d = \frac{f_p \cdot \Theta_{0,5}}{36 \cdot N_A} \quad /14/$$

Znając parametry stacji radiolokacyjnej, położenie źródła zakłóceń i jego podstawowe parametry energetyczne oraz skuteczną powierzchnię odbicia celu maskowanego, można na podstawie zależności /8/ i /12/ obliczyć w przybliżeniu zasięgi stacji radiolokacyjnej w warunkach stosowania zakłóceń czynnych.

Obliczone zasięgi wykrywania stacji radiolokacyjnych wchodzących w skład ugrupowania wojsk radiotechnicznych pozwalają określić podstawowe parametry strefy informacji radiolokacyjnej oraz zmianę tych parametrów pod wpływem stosowanych przez nieprzyjaciela zakłóceń czynnych.

29/ Optymalny odbiornik dla niekoherentnych impulsów wielkiej częstotliwości w praktyce realizowany jest jako połączenie odbiornika superheterodyny ze wskaźnikiem panoramicznym jako integratorem /układem całkującym/ impulsów wizyjnych /ekran z poświatą/.

W przypadku, gdy źródło zakłóceń składa się z większej liczby nadajników zakłóceń $n / n > 1 /$ należy zmienić zależności /8/ i /12/,/ wprowadzając dodatkowy parametr $n /$ które przyjmą postać^{30/}

$$1^{\circ} \quad D_{\max_z} = \sqrt{\frac{k_d P_s G_s G_c \Delta F_z}{2\pi n P_z G_z \Delta f_0}} \quad /15/$$

$$2^{\circ} \quad D_{\max_z} = \sqrt{\frac{k_d P_s G_s G_c \Delta F_z D_z^2}{2\pi n P_z G_z \Delta f_0 F^2 / \Theta_z \Phi_z}} \quad /16/$$

W przypadku stosowania zakłóceń czynnych typu impulsowo-odzewowych, zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnej zwiększa się o $\sqrt{2}$ razy w porównaniu do zasięgu stacji radiolokacyjnej przy oddziaływaniu zakłóceń szumowych^{31/}.

Zakłócenia bierne stosowane przez środki napadu powietrznego przeciwnika powodują powstanie przez pewien okres czasu na ekranach wskaźników stacji radiolokacyjnych /w miejscach odpowiadających rejonowi ich stosowania/ zaświeceń, na tle których trudno prowadzić wykrywanie i śledzenie obiektów powietrznych. Rozpoznanie radiolokacyjne można w tym przypadku prowadzić po włączeniu do pracy na stacjach radiolokacyjnych układów tłumienia ech stałych. Włączenie układów tłumienia ech stałych na stacjach radiolokacyjnych powoduje zmniejszenie zasięgu wykrywania i śledzenia obiektów powietrznych o około 20%.

Wykonanie obliczeń zgodnie z zależnościami /8/, /12/, /15/, /16/ oraz uwzględnienie podanych warunków w przypadku działania zakłóceń impulsowo-odzewowych i biernych, pozwala na

30/ Wartość taką podano w podręczniku "Obliczanie skuteczności oddziaływania aktywnych zakłóceń na środki radiolokacyjne". Wyd. DW OPK Warszawa 1976 s. 17-20

31/ W cytowanym powyżej wydawnictwie na s. 19 wprowadza się pojęcie współczynnika jakości zakłóceń, który dla zakłóceń szumowych wynosi 0,5 a dla impulsowo-odzewowych 0,25. W równaniu zasięgu wykrywania stacji radiolokacyjnej w warunkach zakłóceń jest to równoznaczne ze zmianą obliczonej wartości dla zakłóceń impulsowo-odzewowych o $\sqrt{2}$ razy w porównaniu do wartości obliczonej dla zakłóceń szumowych.

określenie zasięgu stacji radiolokacyjnej metodą analityczną, przy oddziaływaniu najczęściej dotychczas stosowanych /podczas wojen lokalnych i konfliktów zbrojnych/ zakłóceń radielektronicznych.

Metoda analityczno-graficzna jest bardzo pracochłonna i mało efektywna w przypadku, gdy występuje duża liczba środków napadu powietrznego stosujących zakłócenia oraz duża liczba stacji radiolokacyjnych w ugrupowaniu wojsk radiotechnicznych. Ponieważ źródła zakłóceń zmieniają swoje położenie, zmienia się również sposób ich oddziaływania na poszczególne stacje radiolokacyjne działające w danym ugrupowaniu wojsk radiotechnicznych. Śledzenie zmian zasięgów wykrywania stacji radiolokacyjnych w warunkach zakłóceń nie rozwiązuje problemu dotyczącego możliwości rozpoznawczych systemu radiolokacyjnego, gdyż nie uwzględnia wzajemnych relacji pomiędzy elementami danego ugrupowania oraz możliwości opracowania informacji radiolokacyjnej w zautomatyzowanych systemach dowodzenia. Oceny możliwości rozpoznawczych systemu radiolokacyjnego w przypadku działania dużej liczby źródeł stacjonarnych lub zmieniających swoje położenie i rozbudowanego ugrupowania wojsk radiotechnicznych - można dokonać przy zastosowaniu symulacji komputerowej.

3.3. ZASTOSOWANIE SYMULACJI KOMPUTEROWEJ DO OCENY WPŁYWU ZAKŁÓCEN NA MOŻLIWOŚCI ROZPOZNAWCZE SYSTEMU RADIOLOKACYJNEGO

Symulacja działania podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego za pomocą maszyny cyfrowej, polega na odtwarzaniu następujących po sobie fragmentów przebiegu procesu rozpoznania radiolokacyjnego w kolejności zgodnej z upływem czasu. Przebiega ona według określonego programu /algorytmu/ imitującego działanie podsystemu i dlatego właściwiej byłoby nazwać ją symulacją algorytmiczną. Czasami symulację nazywa się również modelowaniem. ^{32/}

32/ J.Winkowski - Programowanie symulacji procesów WNT. Warszawa 1974 s. 9

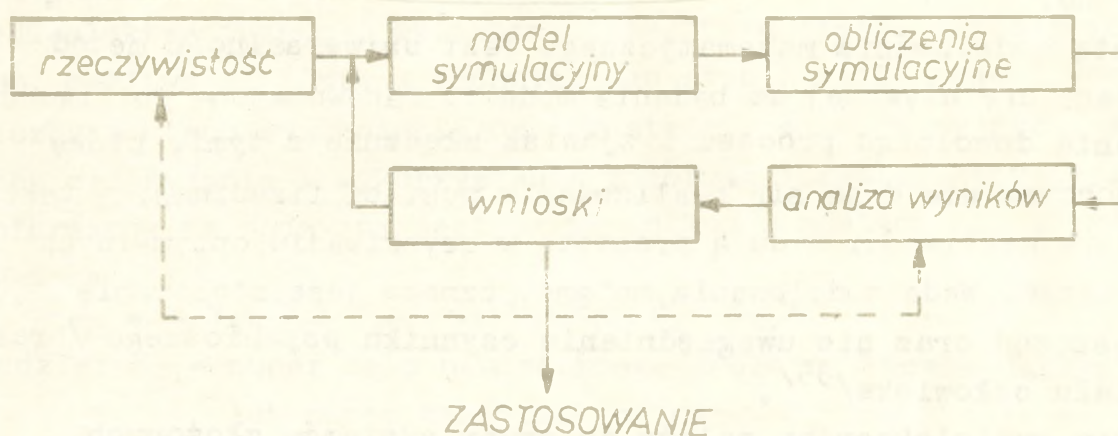
Modelowanie jest to najczęściej prowadzenie badań z wykorzystaniem modeli.

Model definiujemy jako zbiór informacji o systemie, zebranych w celu jego zbadania. Ponieważ rodzaj zebranej informacji określony jest przez cel badania, wynika stąd, że dla każdego systemu nie istnieje model określony jednoznacznie.

Budując model możemy wyróżnić dwa etapy takie, jak: ustalanie struktury modelu oraz zbieranie danych. Struktura modelu wyznacza granice systemu oraz jego obiekty, atrybuty i działanie.

Dane określają wartości atrybutów i relacje związane z działaniami ^{33/}.

Model powinien dostatecznie wiernie odzwierciedlać rzeczywistość tak, aby po przeprowadzeniu na nim badań /np. symulacyjnych/, można było wyciągnąć wnioski dotyczące tej rzeczywistości. Logiczną kolejność symulacji komputerowej z wykorzystaniem modelu przedstawiono na rys. 2.3.1.1.



Rys. 2.3.1.1. Logiczna kolejność symulacji

33/ G.GORDON - Symulacja systemów WNT Warszawa 1974 s. 22
Symulacja /łac./ - sztuczne odtwarzanie np. w warunkach laboratoryjnych /często za pomocą maszyn matematycznych /właściwości danego obiektu, zjawiska lub przestrzeni występujących w naturze, lecz trudnych do obserwowania, zbadania, powtórzenia itp. - Encyklopedia Powszechna PWN Warszawa 1976 t. 4 s. 332

Przeprowadzona symulacja komputerowa i uzyskane w wyniku tej symulacji wyniki, pozwalają często na wyciągnięcie wniosków nie tylko dotyczących oceny jakości modelowych systemów rzeczywistych, ale i ich zastosowanie do badania innych systemów wyższego rzędu ^{34/}.

3.3.1. Model matematyczny podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego

Modele symulacyjne należą do grupy modeli matematycznych. Klasyfikacja modeli została przedstawiona na rys. 2.3.1.2. załącznik 7. W modelu matematycznym obiekty systemu i ich atrybuty są przedstawione przez zmienne matematyczne, natomiast działania przez funkcje matematyczne, wzajemnie wiążące ze sobą zmienne.

Zaletą modelowania matematycznego jest uniwersalność metod i aparatury używanej do badania modeli. Zapewnia ona możliwość badania dowolnego procesu i zjawisk włącznie z tymi, które dotychczas nie dają się realizować w postaci fizycznej, a także szersze możliwości i dużą prostotę w uzyskiwaniu optymalnych rozwiązań. Wadą modelowania matematycznego jest stosowanie uproszczeń oraz nie uwzględnianie czynnika psychicznego /brak udziału człowieka/ ^{35/}.

System radiolokacyjny należy do grupy systemów złożonych i w jego ramach można wyróżnić podsystem rozpoznania radiolokacyjnego. Podsystem ten umożliwia prowadzenie rozpoznania radiolokacyjnego obiektów powietrznych znajdujących się w strefie informacji radiolokacyjnej w ramach danego ugrupowania wojsk radiotechnicznych. Badanie jakości działania podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego można prowadzić w oparciu o system rzeczywisty lub wykorzystując opracowany matematyczny model działania tego podsystemu.

34/ M. Lesz - Metody symulacyjne. Zastosowania techniczno-ekonomiczne PWE Warszawa 1977 s. 10-11.

35/ E. Zabłocki, S. Antczak - Ocena efektywności działań bojowych WOPK ASG. Rozprawa habilitacyjna s.68

Matematyczny model podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego umożliwia również badanie podsystemu nierealnego, przy założeniu parametrów stacji radiolokacyjnych różniących się od tych, jakimi charakteryzują się stacje radiolokacyjne będące obecnie na wyposażeniu wojsk radiotechnicznych.

Podsystem rozpoznania radiolokacyjnego tworzą stacje radiolokacyjne rozmieszczone na określonym terytorium, w ramach danego ugrupowania wojsk radiotechnicznych.

(Zdobywanie informacji radiolokacyjnej o działalności środków napadu powietrznego nieprzyjaciela jest procesem losowym, wynikającym przede wszystkim z losowego charakteru odbieranych przez stacje radiolokacyjne impulsów echa. Informacja radiolokacyjna uzyskiwana jest z określonym prawdopodobieństwem, którego wielkość zależy od: prawdopodobieństwa znajdowania się celu w zasięgu wykrywania stacji radiolokacyjnej, skutecznej powierzchni odbicia celu, stosowania celowych zakłóceń radioelektronicznych, wysokości lotu, typu stacji radiolokacyjnej, możliwości i stanu technicznego stacji radiolokacyjnych, liczby i stanu wyszkolenia obsługi stacji radiolokacyjnych, sposobu przesyłania i wykorzystania informacji radiolokacyjnej.

Informacja ta podawana jest użytkownikom w postaci następującego wektora

$$J_C = \langle N_C, W_C, t_C, S_C, R_C, P_p, R_z, t_z \rangle$$

gdzie: N_C - numer celu powietrznego /kolejna liczba naturalna lub numer taktyczny celu/;

W_C - współrzędne przestrzenne znajdowania się celu
/ X_C, Y_C, H_C /;

t_C - czas dokonania pomiaru współrzędnych i rozpoznania przynależności państwowej;

S_C - skład celu /liczba samolotów/;

R_C - rodzaj celu /np. pozorujący, rozpoznawczy, uderzeniowy, osłaniający, nosiciel broni jądrowej/;

t_z - czas początku stosowania zakłóceń radioelektronicznych.

P_p - indeks przynależności państwowej /swoi - obcy/;

R_z - rodzaj stosowanych zakłóceń radioelektronicznych przez środek napadu powietrznego;

Informacje o działalności środków napadu powietrznego przeciwnika pochodzą z pododdziałów radiotechnicznych ugrupowanych w rejonie działań środków walki wojsk OPK. Podstawowym pododdziałem wojsk radiotechnicznych jest kompania radiotechniczna. Ugrupowanie kompanii radiotechnicznej będzie określone, jeżeli będą dane: numer taktyczny, współrzędne prostokątne i bezwzględna wysokość pozycji technicznej oraz wyposażenie w sprzęt radiolokacyjny.

Współrzędne położenia stanowią następujący wektor -

$$WPT_k = \langle X_k, Y_k, h_k \rangle$$

gdzie: X_k, Y_k - współrzędne prostokątne /topograficzne/ położenia krt;

h_k - bezwzględna wysokość położenia pozycji technicznej na której rozwinięto środki techniczne krt.

Stacje radiolokacyjne będą scharakteryzowane dla potrzeb modelowania działania podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego, jeżeli określony będzie dla nich następujący wektor

$$RLS = \langle t_{RLS}, Z_p, K_h, F_e, f_p, U_{bz}, T_{es}, N_A, S_m, \Delta f_0, \Theta_0, E_{max}, D_{max}, D_{max_2}, \Delta W \rangle$$

gdzie:

t_{RLS} - typ RLS /kod typu RLS/;

Z_p - zakres pracy /częstotliwości roboczej/ RLS;

K_h - współczynnik wykorzystania horyzontu radiowego RLS przy wykrywaniu obiektów powietrznych na małych wysokościach ^{36/}

36/ Wartość współczynnika wykorzystania horyzontu radiowego K_h zależna jest od parametrów RLS i określa wielkość całkowitego tłumienia energii elektromagnetycznej na drodze jej rozchodzenia. Wartość współczynnika zawiera się w granicach od zera do jedności.

E.Zabłocki, S.Antczak cyt. rozprawa habilitacyjna s. 83.

P_e - potencjał energetyczny RLS, przy czym

$$P_e = G_s \cdot P_s$$

gdzie: G_s - zysk kierunkowy anteny RLS;

P_s - moc sygnału RLS z uwzględnieniem strat w linii przesyłowej;

f_p - częstotliwość powtarzania impulsów RLS;

T_{es} - wartość współczynnika tłumienia sygnału wizyjnego RLS po włączeniu urządzenia tłumienia ech stałych /TES/;

U_{pz} - posiadane układy przeciwwakłóceniowe. /Układy przeciwwakłóceniowe wykorzystywane obecnie w stacjach radiolokacyjnych będących na wyposażeniu wojsk radiotechnicznych zostały omówione w podrozdziale 2.1.3., a szczegółowa charakterystyka została przedstawiona w załączniku 5. W modelu podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego założono, że zastosowanie przez przeciwnika określonego typu zakłóceń, powoduje włączenie odpowiednich układów przeciwwakłóceniowych na zakłócanych stacjach radiolokacyjnych. Problem szczegółowego uwzględnienia w równaniach zasięgu stacji radiolokacyjnych zmiany odporności na zakłócenia czynne, po włączeniu do pracy poszczególnych układów przeciwwakłóceniowych, wymaga dalszych badań na modelach lub układach rzeczywistych/;

N_A - liczba obrotów anteny stacji radiolokacyjnej na minutę;

S_m - wielkość nieobserwowanej przez stację radiolokacyjną strefy /strefa martwa, stożek martwy/;

Δf_o - szerokość pasma przepuszczania liniowej części odbiornika stacji radiolokacyjnej;

Θ_o - szerokość charakterystyki promieniowania stacji radiolokacyjnej;

ϵ_{max} - maksymalny kąt podniesienia charakterystyki promieniowania stacji radiolokacyjnej w płaszczyźnie pionowej;

D_{max} - maksymalny zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnej, przy czym odległość ta jest funkcją wysokości lotu celu powietrznego H_c , wielkości jego skutecznej powierzchni odbicia σ_c , typu stacji radiolokacyjnej T_{RLS} , jej stanu technicznego S_t oraz poziomu wyszkolenia operatorów W_o , co można zapisać w następujący sposób:

$$D_{max} = \langle H_c, \sigma_c, T_{RLS}, S_t, W_o \rangle$$

- D_{max_z} - maksymalny zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnej w warunkach stosowania przez przeciwnika zakłóceń czynnych, zależny od parametrów nadajnika zakłóceń i stacji radiolokacyjnej, skutecznej powierzchni odbicia maskowanego celu, współczynnika degradacji danej stacji radiolokacyjnej oraz wzajemnego położenia względem siebie nadajnika zakłóceń, stacji radiolokacyjnej i maskowanego celu /równania zasięgu stacji radiolokacyjnej w warunkach oddziaływania zakłóceń czynnych zostały przedstawione w podrozdziale 3.2./;
- ΔW - błędy określania współrzędnych przestrzennych wynikające z konstrukcji stacji radiolokacyjnej.

W opracowanym modelu podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego w opisie ugrupowania wojsk radiotechnicznych uwzględniono następujące czynniki:

1. Podstawowym elementem ugrupowania wojsk radiotechnicznych, tworzącego strefę informacji radiolokacyjnej, jest posterunek radiolokacyjny, który w modelu podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego jest reprezentowany przez dowolną stację radiolokacyjną wybraną z zestawu 19 typów, których kod od 1 do 19 przedstawiony jest w załączniku 15. Typ stacji wybierany jest przez użytkownika programu symulacyjnego i deklarowany w danych zmiennych przed uruchomieniem programu. Ugrupowanie wojsk radiotechnicznych może składać się z N posterunków radiolokacyjnych.
2. Położenie posterunku radiolokacyjnego /przedstawione jest we współrzędnych prostokątnych X, Y /oraz wysokość pozycji tech-

nicznej H_p zmierzonej w stosunku do poziomu morza.

Z punktu widzenia wykorzystania stacji radiolokacyjnych w procesie wykrywania i śledzenia obiektów powietrznych, celowa jest znajomość stref przestrzeni, w których możliwe jest wykrycie celu o założonej skutecznej powierzchni odbicia z ustalonym prawdopodobieństwem.

Charakterystyka zasięgowa dzieli całą przestrzeń otaczającą stację radiolokacyjną na dwa obszary: obszar, w którym znajdujący się cel o danej powierzchni skutecznej zostanie wykryty z określonym prawdopodobieństwem i obszar, w którym znajdujący się cel nie zostanie wykryty. Aby całkowicie odtworzyć strefy wykrywania, pełną charakterystykę zasięgową należałoby przedstawić w trójwymiarowym układzie współrzędnych.

W modelu podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego wykorzystywane są dane dotyczące zasięgów wykrywania obiektów o skutecznej powierzchni odbicia 1 m^2 , przy założonym prawdopodobieństwie wykrycia $P_{pw} = 0,5$, przedstawione w postaci tabelarycznej ^{37/} /załącznik 9/. Obiekt nie zostanie wykryty, jeżeli znajdzie się poza strefą informacji radiolokacyjnej, czyli na odległości większej niż maksymalny zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnej oraz wtedy, gdy jego odległość od stacji jest mniejsza od minimalnej odległości wykrywania stacji radiolokacyjnej R_{min} . Minimalna odległość wykrywania stacji radiolokacyjnej R_{min} jest różna na poszczególnych wysokościach lotu obiektów powietrznych i wyznacza wielkość martwego stożka.

Znając wielkość granicznego kąta położenia ϵ_{max} charakterystyki antenowej, można określić wielkość promienia stożka martwego dla danej wysokości z zależności

$$R_{min_1} = H \operatorname{tg} 90^\circ - \epsilon_{max} / \quad /17/$$

37/ Tabelaryczne zasięgi wykrywania stacji radiolokacyjnych w funkcji wysokości zostały przedstawione w informatorze sprzętu radiolokacji i automatyzacji cz.I wyd. DWOPK Warszawa 1984. Przekroje charakterystyk kierunkowych stacji radiolokacyjnych będących na wyposażeniu wojsk radiotechnicznych zostały przedstawione w albumie charakterystyk wyd. WOSR Jelenia Góra 1983.

Zestawienie promieni stożka martwego dla stacji radiolokacyjnych znajdujących się na wyposażeniu wojsk radiotechnicznych, prowadzących obserwację okrężną przedstawiono na rys. 2.3.1.3. /załącznik 8/.

Jeżeli układ antenowy nie powoduje ograniczeń, wówczas minimalny zasięg stacji radiolokacyjnej zależy od czasu trwania impulsu t_1 , czasu przełączania przełącznika "nadawanie-odbior" t_d / czasu dejonizacji iskierników /rozróżnialności wskaźnika δR_w ^{38/}. i określić go można korzystając z równania

$$R_{\min_2} = \frac{c}{2} / t_1 + t_d / + \delta R_w \quad /18/$$

gdzie: c - prędkość rozchodzenia się fal elektromagnetycznych równa w przybliżeniu prędkości światła

$$3 \cdot 10^5 / \frac{\text{km}}{\text{s}} /$$

Doświadczenia z dotychczasowym wykorzystaniem stacji radiolokacyjnych różnych zakresów fal wykazały, że stacje radiolokacyjne nie zapewniają zasięgu wykrywania równego zasięgowi horyzontu radiowego. Zależność odległości wykrycia stacji radiolokacyjnej od zasięgu horyzontu radiowego można określić przez współczynnik wykorzystania horyzontu radiowego k_h na podstawie zależności

$$k_h = \frac{R_{\max}}{R_0} \quad /19/$$

38/ Technika radiolokacji - podręcznik wyd. DW OPK Warszawa 1972 s. 68. Minimalna odległość wykrywania stacji radiolokacyjnej określana zgodnie z zależnością /18/ jest trudna do wyrażenia w wartościach liczbowych, dlatego dla celów obliczeń praktycznych wykorzystuje się jej uproszczoną zmodyfikowaną postać $R_{\min_2} / \text{m} / = 150 t_1 / \mu\text{s} /$

Zależność /18/ wyznacza wielkość strefy martwej stacji radiolokacyjnej zależną od podstawowych właściwości pracy stacji /praca impulsowa, rodzaj modulatora impulsowego, typ urządzenia zobrazowania informacji radiolokacyjnej/.

gdzie: R_{\max} - maksymalny zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnej na danej wysokości;

R_0 - zasięg bezpośredniej widzialności celu na danej wysokości, w przypadku atmosfery normalnej określonej zależnością

$$R_0 [\text{km}] = 4,12 / \sqrt{h_a / \text{m}} + \sqrt{H_c / \text{m}} \quad /20/$$

gdzie: h_a - wysokość zawieszenia anteny stacji radiolokacyjnej w metrach;

H_c - wysokość wykrywanego obiektu w metrach.

Wartości współczynnika wykorzystania horyzontu radiowego zawierają się w granicach / 0 , 1/.

Zasięg bezpośredniej widzialności ograniczony jest występowaniem przedmiotów terenowych, które tworzą kąty zakrycia.

Dla małych kątów zakrycia $\alpha \approx \text{tg} \alpha$ można przyjąć, że zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnej wynosi ^{39/}

39/ Szczegółowe określenie realnych stref wykrywania stacji radiolokacyjnych w płaszczyźnie poziomej na małych wysokościach bez wykonywania oblotów, zostało przedstawione w rozprawie doktorskiej płk. St. Pagacza obronionej w ASG w 1981 r.

Program informatyczny uwzględniający kąty zakrycia przy określaniu realnych stref wykrywania stacji radiolokacyjnych został opracowany w katedrze taktyki OPK przez płk. St. Antczaka. Problematyka ta uwzględniona została również przy organizacji pola radiolokacyjnego wojsk radiotechnicznych OPK - program EWOLUTA - 8M.

$$R_{\max}/\text{km}/ = k_h \left[-2,47 + \sqrt{(-2,47 \cdot \alpha)^2 + 17 h/m/} \right] \quad /21/$$

gdzie: $h/m/ = H_c /m/ - h_a/m/$

H_c - wysokość wykrywanego obiektu w metrach

h_a - wysokość zawieszenia anteny stacji radiolokacyjnej w metrach

Autor opracowując model podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego nie uwzględnia tej ^{opis terenowych} problematyki, gdyż przyjął za podstawę oceny jakości podsystemu wskaźnik utraty informacji radiolokacyjnej. Zakłada on, że wielkość jego zależna jest przede wszystkim od parametrów i miejsca znajdowania się źródeł zakłóceń, w mniejszym zaś stopniu od rzeźby terenu w strefie obserwacji stacji radiolokacyjnej.

W modelu podsystemu przyjmuje się zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnych określony dla obiektów powietrznych o takiej samej skutecznej powierzchni odbicia, przy założonym jednokowym prawdopodobieństwie poprawnego wykrycia P_{PW} i fałszywego alarmu P_{FA} ^{40/}. Tabela zasięgów wykrywania stacji radiolokacyjnych będących aktualnie na wyposażeniu wojsk radiotechnicznych została przedstawiona w załączniku 9^{41/}.

40/ Za podstawę opracowania tabeli zasięgów stacji radiolokacyjnych w określonych przedziałach wysokości dla obiektów o $\sigma_c = 1 \text{ m}^2$ oraz $P_{PW} = 0,5$ i $P_{FA} = 10^{-5}$ przyjęto dane przedstawione w następujących wydawnictwach: Informator sprzętu radiolokacji i automatyzacji cz. I wyd. DW OPK Warszawa 1984, Album charakterystyk wyd. WOSR Jelenia Góra 1983, Analiza i planowanie organizacji pola radiolokacyjnego WRT OPK EWOLUTA - 8M wyd. DW OPK Warszawa 1984.

41/ W modelu podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego przyjęto, że jeżeli cel znajduje się na wysokości pomiędzy dwoma zadeklarowanymi w tabeli przedziałami, zasięg wykrywania określany jest metodą interpolacji liniowej. Metoda ta została opisana w załączniku 8.

W modelu podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego uwzględniono możliwość określania zasięgów wykrywania stacji radiolokacyjnej dla obiektów o dowolnej skuteczności powierzchni odbicia σ_c . W przypadku obiektów o skutecznej powierzchni odbicia różnej od 1 m^2 , zasięg obliczany jest według następującej zależności.

$$R_{\max} = R_{\max / 1 \text{ m}^2} / \sqrt[4]{\sigma_c} \quad /22/$$

Podstawowe parametry techniczne stacji radiolokacyjnych^{42/} uwzględniane w modelu symulacyjnym przedstawiono w załączniku 12.

Ocenę możliwości wykrywania i śledzenia celów przez podsystem rozpoznania radiolokacyjnego przeprowadza się w oparciu o założony model nalotu środków napadu powietrznego przeciwnika. Przy opisie nalotu określa się następujące wielkości: liczbę celów powietrznych wchodzących w skład nalotu, manewry taktyczne celów powietrznych, prędkość działania celów powietrznych, skuteczną powierzchnię odbicia, czas początku aktywności celu powietrznego /najwcześniejszy moment rozpoczęcia analizy trasy lotu w danym nalocie/, czas początku i końca stosowania zakłóceń radioelektronicznych przez cele powietrzne, typy stosowanych zakłóceń radioelektronicznych, ich intensywność, zakres częstotliwości i zysk kierunkowy anteny nadajnika zakłóceń, współrzędne punktów opisujących trasę lotu celów powietrznych^{43/}.

W omawianym modelu podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego przewiduje się podział środków napadu powietrznego na grupy w zależności od wielkości skutecznej powierzchni odbicia σ_c .

42/ W modelu podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego przewiduje się wykorzystanie stacji radiolokacyjnych pracujących z sygnałem prostym lub złożonym /wykorzystujących kompresję impulsów/.

43/ E. Zabłocki, St. Antczak - Rozprawa habilitacyjna op.cit. s.137-138

Zestawienie typów obiektów oraz ich średnich wartości skutecznej powierzchni odbicia celu, otrzymanych w rezultacie obracowania wyników pomiarów przeprowadzonych dla fal zakresu centymetrowego /10 cm /, przedstawiono w tabeli 2.3.3.1.⁴⁴.

Tabela 2.3.3.1.

Lp	Rodzaj radiolokacyjnego celu	Średnia wartość powierzchni skutecznej celu w m ²
1	Rakieta typu CRUISE	0,1 - 0,3
2	Samolot myśliwski	3 - 5
3	Samolot myśliwsko-bombowy	7 - 10
4	Samolot bombowy	15 - 20

Skuteczna powierzchnia odbicia celu zmienia się w sposób losowy. Przy praktycznej ocenie zasięgów stacji radiolokacyjnych posługujemy się zwykle średnią wartością powierzchni skutecznej celu σ_c , określaną w sposób eksperymentalny dla danej długości fali.

Autor w omawianym modelu zastosował losowanie skutecznej powierzchni odbicia dla danego typu środka napadu powietrznego z przedziału wartości zgodnego z wielkościami podanymi w tabeli 2.3.3.1. Przyjęto rozkład równomierny średnich wartości skutecznej powierzchni odbicia celu. Do losowania wykorzystany został generator liczb pseudolosowych dostępny w maszynach elektronicznych, na których realizowana może być symulacja kom-

44/ Podobne wielkości średnich skutecznych powierzchni odbicia celu przedstawione są w podręczniku DW OPK Obliczanie skuteczności oddziaływania zakłóceń wyd. 1976 s. 50 oraz w podręczniku K.Kokot Podstawy radiolokacji cz. 2 wyd. WAT Warszawa 1968 s. 37

W związku z wprowadzeniem w państwach NATO Nowego programu maskowania SNP STEALTH, wielkości średnich skutecznych powierzchni odbicia mogą ulec znacznemu zmniejszeniu. Szczegółowo zostało to opisane w artykule F. Dmitrijewa "Prace w USA nad programem STEALTH Zarub. Voen. Obozr. nr 11/1985.

puterowa. W tym celu generator liczb pseudolosowych został przetestowany, zgodnie ze specjalnie opracowanym programem testującym.

Na możliwości rozpoznawcze podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego zasadniczy wpływ ma ilość oraz parametry energetyczne nadajników zakłóceń zamontowanych na środkach napadu powietrznego.

Posiadane przez potencjalnego przeciwnika środki WRE zaspakajają w pełni potrzeby w zakresie rozpoznania radiowego i radiotechnicznego oraz zakłóceń w pasmach częstotliwości systemów radioelektronicznych znajdujących się na wyposażeniu ZSZ państw UW^{45/}.

Ilość typów urządzeń zakłócających wykorzystywanych przez SNP państw NATO jest bardzo duża. Dla potrzeb modelowania urządzenia zakłócające podzielone zostały na cztery grupy wg kryterium mocy generowanych zakłóceń P_z .

Założono, że moc zakłóceń generowanych przez nadajniki zakłócające zamontowane są SNP zawiera się w granicach 150- 2000 W. Szczegółowe zestawienie grup urządzeń zakłócających przedstawiono w tabeli 2.3.3.2.

Tabela 2.3.3.2.

Lp	Podział urządzeń zakłócających	Moc generowanych zakłóceń w W
1	1 grupa	150
2	2 grupa	300
3	3 grupa	1000
4	4 grupa	2000

45/N.P.Akimow- Niektóre kierunki rozwoju walki radioelektronicznej w siłach zbrojnych Stanów Zjednoczonych NATO Myśl Wojskowa nr III/85 s. 178

Aktualnie przyjmuje się, że na samolotach bojowych państw NATO może być zamontowana następująca liczba nadajników zakłóceń radioelektronicznych:

- na samolotach taktycznych sił powietrznych i lotnictwa morskigo 4-6 nadajników;
- na samolotach strategicznych na przykład: B-52 po 16-20 nadajników, a po 1985 roku 20-25 nadajników;
- na samolotach WRE typu F-4G WILD WEASEL prawdopodobnie 8-10 nadajników ^{46/}.

Przy ilościowej ocenie skuteczności oddziaływania zakłóceń istotna jest znajomość gęstości mocy zakłóceń N_z ^{47/}. Wartość N_z zależy w dużym stopniu od szerokości pasma generowanych zakłóceń ΔF_z .

W modelu podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego przyjęto, że szerokość pasma generowanych zakłóceń dla zakłóceń szerokopasmowych /zaporowych/ wynosi od 25 MHz do 250 MHz.

Jest to zgodne z amerykańską teorią przeciwdziałania radioelektronicznego, która dla określonych zakresów częstotliwości przyjmuje odpowiednią szerokość pasma generowanych sygnałów zakłócających ^{48/}. Szczegółowe zestawienie pasm częstotliwości dla działań przeciwwakłóceńowych przedstawiono w załączniku 13.

46/ Siły i środki oraz zasady prowadzenia walki radioelektronicznej przez siły zbrojne państw NATO wyd. DW OPK Warszawa 1983 s. 60-61

47/ Gęstość mocy zakłóceń N_z określana jest według zależności:

$$N_z = \frac{P_z \cdot G_z}{\Delta F_z}$$

gdzie: P_z - moc nadajnika zakłóceń

G_z - zysk mocy anteny nadajnika zakłóceń

ΔF_z - szerokość pasma generowanych zakłóceń

48/ Postępy radiotechniki - Suplement nr 2 wyd. PIT Warszawa 1980 s.7

Oznaczenia pasma częstotliwości pracy stacji radiolokacyjnych stosowanych obecnie są zgodnie z normą IEEE Std 521 z 1976 r. /załącznik 14/.

W przypadku zakłóceń wąskopasmowych /selektywnych/ przyjęto, że szerokość pasma generowanych zakłóceń stanowi podwójną szerokość pasma przepuszczania f_0 liniowej części odbiornika zakłócanej stacji radiolokacyjnej ^{49/}.

W modelu podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego szerokość pasma przepuszczania odbiornika Δf_0 obliczona jest zgodnie z następującą zależnością: ^{50/}.

$$\Delta f_0 = \frac{1,1}{t_1} \quad /23/$$

gdzie: t_1 - czas trwania impulsu.

Przyjmując za kryterium podziału zakłóceń postać sygnału zakłócającego, można je podzielić na szumowe i impulsowo-odzewowe.

Dla potrzeb modelowania przyjęto następujący podział zakłóceń i odpowiadające im kody liczbowe:

- 0 - brak zakłóceń,
- 1 - zakłócenia bierne,
- 2 - zakłócenia szumowe wąskopasmowe,
- 3 - zakłócenia impulsowo-odzewowe,
- 4 - zakłócenia szumowe szerokopasmowe.

W przypadku, gdy odległość SNP od stacji jest większa od zasięgu wykrywania stacji radiolokacyjnej w warunkach oddziaływania zakłóceń, w modelu przewiduje się śledzenie celów poprzez namierzanie pracujących źródeł zakłóceń, zamontowanych

49/ L.Paradowski, F.Sztukowski - Problemy rozpoznania i przeciwdziałania wyd. WAT Warszawa 1986.

50/ W praktycznych rozwiązaniach odbiorników radiolokacyjnych

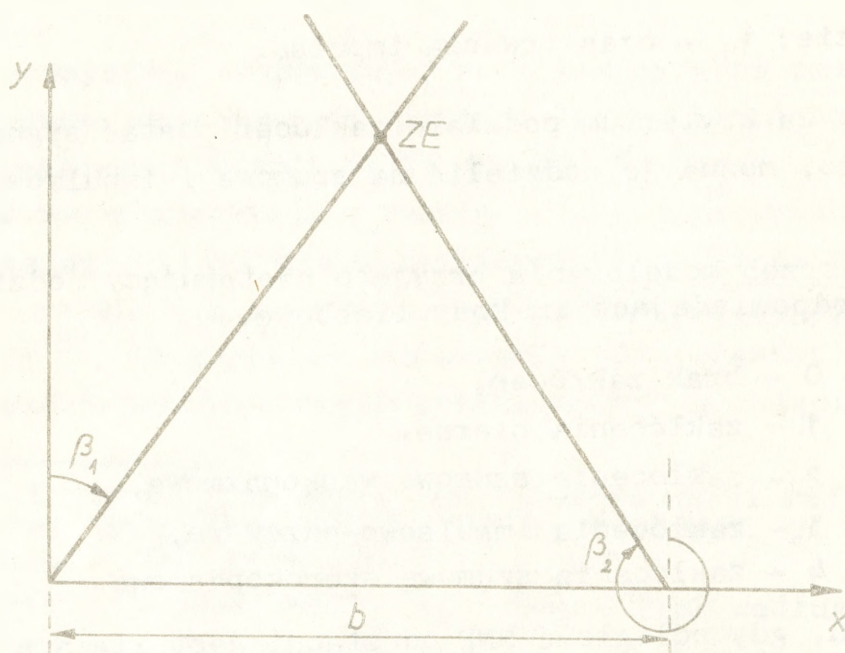
$$\Delta f_0 = \frac{0,96 - 1,2}{t_1}$$

Opis techniczny. Urządzenie AC-BOS 105 s. 275

na obiektach powietrznych.

W praktyce w WRT określenie miejsca położenia źródeł zakłóceń prowadzi się metodami radiolokacji pasywnej. Do tego celu wykorzystuje się urządzenia namierzające znajdujące się na stacjach radiolokacyjnych.

Najbardziej rozpowszechniona jest metoda namierzania zwana triangulacyjną, która znajduje szerokie zastosowanie w rozpoznaniu naziemnym, przy określaniu miejsca znajdowania się źródła emisji fal elektromagnetycznych. Metoda triangulacyjna polega na określeniu namiarów na źródło emisji fal elektromagnetycznych /ZE/ z przynajmniej dwóch punktów /kąty β_1 i β_2 / znajdujących się w określonej względem siebie odległości zwanej bazą systemu b/rys. 2.3.3.3./



Rys.2.3.3.3. Triangulacyjna metoda namierzania
Miejsce położenia źródła emisji fal elektromagnetycznych /ZE/ określane jest nie punktem, jak w przypadku idealnym lecz obszarem zwanym obszarem nieokreśloności /nieoznaczoności/. Rozmiary tego obszaru są tym większe, im większy jest błąd pomiaru kątów i odległość punktów pomiarowych od ZE ^{51/}.

51/ L.Paradowski, F.Szutkowski - op. cit. s. 226

W modelu podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego do namierzania wybierane są w ramach batalionu radiotechnicznego te RLP, dla których obszar nieokreśloności jest najmniejszy. Szczegółowa realizacja tej metody została przedstawiona w załączniku 16. Na temat doboru elementów podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego do namierzania spotyka się w dostępnej literaturze sprzeczne opinie i brak jest zależności określającej jednoznacznie kryterium, na podstawie którego wybiera się RLP do namierzania, przy założeniu minimalnego błędu określania miejsca położenia ZE ^{52/}.

Prowadzenie namierzania ZE jest możliwe, gdy spełniony jest warunek, że ZE znajduje się na wysokości większej lub równej dolnej granicy ciągłej strefy namierzania H_{TR} ^{53/}.

$$H_{ZE} \geq H_{TR}$$

gdzie: H_{ZE} - wysokość źródła emisji fal elektromagnetycznych

Odległość pomiędzy pododdziałami namierzającymi W powinna być równa zasięgowi optycznemu R_0 , przy założeniu refrakcji normalnej fal elektromagnetycznych.

52/ W podręczniku S.A.WAKIN op. cit. s. 420, określa się, że najmniejszy błąd określania miejsca położenia ZE jest wtedy, gdy anteny stacji radiolokacyjnych namierzających znajdują się pod kątem 60° do osi samolotu. Podręcznik taktyka WRT OPK wyd. MON Warszawa 1977 s. 83 określa, że największą dokładność przy określaniu miejsca położenia celu zakłócającego uzyskuje się, jeżeli kąt pomiędzy namiarami znajduje się w zakresie $90-110^\circ$.

53/ Zależność /25/ można stosować z pewnym przybliżeniem, gdyż określona ona jest dla przykładu, gdy elementy prowadzące pelengację ZE znajdują się na wierzchołkach trójkąta równobocznego, a warunek ten nie zawsze jest spełniony.

$$W \text{ [km]} = R_0 \text{ [km]} = 4,12 \left(\sqrt{H_{ZE} \text{ [m]}} + \sqrt{h_a \text{ [m]}} \right) \quad /24/$$

gdzie: H_{ZE} - wysokość źródła emisji fal elektromagnetycznych mierzona w metrach,

h_a - wysokość zawieszenia układu antenowego mierzona w metrach.

stąd

$$H_{TR} \text{ [m]} = \frac{W^2 \text{ [km]}}{17} - 2 \frac{W \sqrt{h_a} \text{ [m]}}{4,12} + h_a \text{ [m]}$$

150 - 2.50 + 16

/25/

W modelu podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego przewidziano możliwość zastosowania stacji radiolokacyjnych pracujących z sygnałem prostym i złożonym, których odporność na zakłócenia aktywne jest różna i w przypadku stacji radiolokacyjnych pracujących z sygnałem złożonym zależna wprost proporcjonalnie od współczynnika kompresji impulsów K . W równaniu zasięgu stacji radiolokacyjnej w warunkach działania zakłóceń przyjmuje się, że oddziaływanie zakłóceń jest o 0,6-0,8 $\cdot K$ razy mniejsze niż w przypadku stacji radiolokacyjnej z sygnałem prostym ^{54/}.

Zgodnie z taktyką działania SNP państw NATO podczas prowadzonej walki radioelektronicznej mogą być stosowane nadajniki zakłóceń jednorazowego użytku. Model uwzględnia stosowanie tego typu nadajników zakłóceń ^{jednorazowego użytku} jeżeli podane są następujące parametry: liczba nadajników zakłóceń jednorazowego użytku, moc nadajnika, współrzędne w układzie X, Y, czas włączenia i wyłączenia. W programie symulacyjnym nadajniki jednorazowego użytku charakteryzuje się za pomocą danych wyszczególnionych w formularzu 3 - załącznik 17.

54/ W modelu przyjęto, wielkość współczynnika przeliczającego oddziaływanie zakłóceń aktywnych na stację radiolokacyjną z kompresją impulsów równą 0,7 $\cdot K$, gdzie: K - współczynnik kompresji impulsów.

Opracowany model podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego jest modelem matematycznym, umożliwiającym dokonanie analizy możliwości wykrywania i śledzenia celów przez stacje radiolokacyjne uwzględnione w opisie modelu, w warunkach stosowania przez przeciwnika zakłóceń radioelektronicznych. Proces rozpoznania został opisany w postaci równań matematycznych, rozwiązanie których jednoznacznie pozwala określić, czy istnieje możliwość wykrywania i śledzenia danego celu przez stacje radiolokacyjne w określonym momencie czasu.

W oparciu o opracowany model podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego prowadzona jest symulacja komputerowa działania tego systemu zgodnie z opracowanym algorytmem. Wyniki przeprowadzonej symulacji komputerowej pozwalają ocenić jakość działania podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego, z pewnym przybliżeniem wynikającym z dokładności odwzorowania systemu rzeczywistego w przyjętym modelu matematycznym.

3.3.2. Algorytm procesu rozpoznania radiolokacyjnego i program obliczeniowy na EMC

Warunkiem koniecznym komputerowej symulacji działania jest formalny opis procesu zachodzącego w badanym systemie. Początkowo rozporządzamy zwykle opisem procesu w języku potocznym. Na jego podstawie opracowujemy algorytm symulacji rozpatrywanego procesu fizycznego.

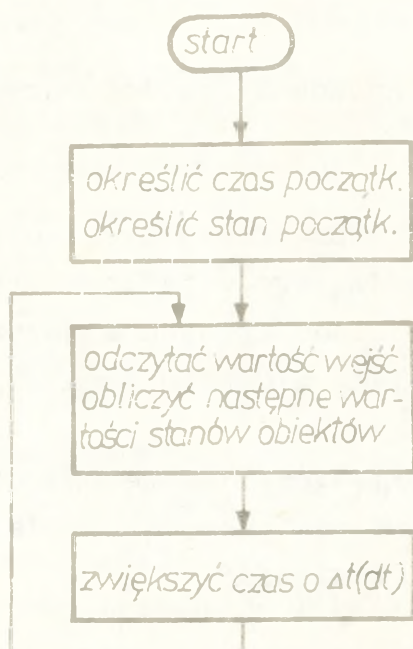
Algorytm, to według Polskiej Normy "sekwencja dokładnie zdefiniowanych operacji lub metod postępowania, podejmowanych w celu rozwiązania określonego zagadnienia" 55/.

55/ W. Radzikowski - Systemy informatyczne w organizacji i zarządzaniu wyd. MON Warszawa 1981 s. 31

Często spotyka się proste sformułowanie, że algorytm to całość reguł, które realizowane zgodnie z ustalonym schematem umożliwiają rozwiązanie określonego zadania ^{56/}.

Przy opracowaniu eksperymentu symulacyjnego procesu rozpoznania radiolokacyjnego w oparciu o model podsystemu rozpoznania należy pamiętać, że model powinien stanowić logiczną sumę szczegółowości i prostoty budowy. Spełnienie powyższych wymagań nie jest rzeczą łatwą. Są one ze sobą sprzeczne, bowiem z jednej strony szczegółowość modelu prowadzi do jego złożoności, co utrudnia, a nawet w niektórych wypadkach może uniemożliwić korzystanie z modelu, z drugiej - dążenie do maksymalnego uproszczonego modelu jest równoznaczne z odrzuceniem szeregu elementów, które mogą decydować o przebiegu badanych procesów. Wyważenie tych złożonych problemów jest sprawą niezwykle ważną i odpowiedzialną ^{57/}.

Działanie modelu symulacyjnego można ogólnie objaśnić korzystając z następującego schematu



Rys. 2.3.3.1. Model symulacyjny systemu

56/ P.Müller - Leksykon informatyki WNT - W-wa 1977 s.20

57/ W.Filar - Metody symulacyjne w modelowaniu procesów operacji i walk. II Szkoła podstaw inżynierii systemów. Orzysz 1979

W przedstawionym na rysunku modelu symulacyjnym można wyróżnić dwa podstawowe składniki: mechanizm zmiany stanu oraz mechanizm upływu czasu.

W mechanizmach upływu czasu stosuje się dwa rozwiązania:

- czas zwiększa się o niewielki /zazwyczaj stały/ przyrost i sprawdza się czy stan jakiegoś obiektu się nie zmieni /metoda stałego kroku/;
- czas zwiększa się o zmienny przyrost do chwili, w której nastąpi zmiana stanu /metoda kolejnych zdarzeń/.

Przy zmianie stanu należy uwzględnić wzajemne oddziaływanie o charakterze natychmiastowym między obiektami.

Mechanizm zmiany czasu z małym krokiem /stałym Δt / stosowany jest zazwyczaj przy symulacji systemów ^{58/}.

W modelu symulacyjnym podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego przyjęto mechanizm zmiany czasu ze stałym, małym krokiem Δt . Wynika to z właściwości działania podsystemu, w którym informacja o sytuacji powietrznej uzyskiwana jest z pewną dyskretnością Δt , zależną od sposobu przeszukiwania przestrzeni przez stacje radiolokacyjne.

Najczęściej stacje radiolokacyjne prowadzą obserwację okrężną i dyskretność przekazywanej informacji jest równa okresowi obserwacji ^{59/}.

Dyskretność przekazywanej informacji w podsystemie rozpoznania radiolokacyjnego wynosi najczęściej 10 sekund /no. czas obrotu anteny RLS/. Schemat blokowy algorytmu działania podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego przedstawiony został w załączniku 11.

Zgodnie z algorytmem w trakcie realizacji programu korzysta się z danych technicznych stacji radiolokacyjnych oraz źródeł zakłóceń przedstawionych w tabelach jako dane stałe do programu symulacyjnego.

58/G. Płoszajski - Metody symulacji komputerowej złożonych systemów dyskretnych - Instytut Automatyki Politechniki Warszawskiej 1979.

59/ Okres obserwacji - odstęp czasu między dwoma kolejnymi oświetleniami obiektu przez stację radiolokacyjną. Jest on w przybliżeniu równy dla obserwacji okrężnej czasowi, w którym układ antenowy wykona jeden pełny obrót /obróci się o kąt 360° /.

W opisie każdego elementu ugrupowania wojsk radiotechnicznych wprowadzamy dane zgodnie z formularzem 1 /załącznik 18/, podając: numer RLS, typ stacji radiolokacyjnej, współrzędne prostokątne miejsca znajdowania się X i Y oraz wysokość pozycji technicznej H_p . Jeżeli w modelu podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego przewiduje się wykorzystanie nadajników zakłóceń jednorazowego użytku, należy wprowadzić dane dotyczące: liczby nadajników, położenia nadajników zakłóceń/ współrzędne X, Y/, mocy zakłóceń oraz czasów włączenia i działania zgodnie z formularzem 3 /załącznik 17/.

W następnej kolejności ustalany jest czas początku nalotu i początku aktywności celów oraz przedział drukowania wyników symulacji.

Parametry stacji radiolokacyjnych i urządzeń zakłócających podawane są w różnych jednostkach, dlatego należy dokonać przeliczenia wszystkich jednostek na jednostki podstawowe, czas przedstawić w postaci decymalnej oraz ustalić jednolity układ współrzędnych prostokątnych dla całego ugrupowania wojsk radiotechnicznych oraz założonego modelu nalotu.

Analiza nalotu rozpoczyna się, jeżeli czas osiągnie wartość równą czasowi początku aktywności celu lub większą /w przypadku włączenia nadajników zakłóceń jednorazowego użytku, gdy bieżący czas jest równy lub większy od czasu włączenia nadajników zakłóceń/. W algorytmie przewidziano możliwość prowadzenia rozpoznania radiolokacyjnego, zgodnie z założonym modelem nalotu przy braku zakłóceń. Zakłada się przy tym, że nadajniki zakłóceń znajdujące się na celach biorących udział w nalocie są wyłączone. Przeprowadzenie dodatkowego przebiegu symulacyjnego dla tego przypadku jest niezbędne do obliczenia wartości wskaźnika utraty informacji radiolokacyjnej, dla danego modelu nalotu. W następnej kolejności analizowana jest sytuacja powietrzna, gdy nadajniki zakłóceń są włączone. Zgodnie z algorytmem sprawdza się, czy źródło zakłóceń znajduje się na aktualnie wykrywanym celu, gdyż to decyduje, według której zależności matematycznej sprawdzana jest możliwość wykrycia danego celu przez kolejne stacje radiolokacyjne wchodzące w skład modelowanego ugrupowania wojsk radiotechnicznych. Analiza przeprowadzana jest

zgodnie ze szczegółowymi algorytmami A, B, C.

W przypadku występowania wielu źródeł zakłóceń, w modelu proponuje się obliczanie zmniejszonego zasięgu wykrywania stacji radiolokacyjnych pod wpływem oddziaływania każdego nadajnika zakłóceń i do analizy możliwości wykrywania celów przez daną stację radiolokacyjną przyjmuje się wartość minimalną obliczonego zasięgu. Jeżeli w modelu podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego założony jest wykorzystanie stacji radiolokacyjnej z kompresją impulsów, to w równaniach zasięgu wykrywania stacji radiolokacyjnych w warunkach oddziaływania zakłóceń czynnych podstawia się wartość mocy nadajnika zakłóceń zmniejszoną o $0,7 \cdot K$ razy.

Zgodnie z opracowanym algorytmem zlicza się odcinki trasy celu /z założoną dyskretnością pomiarów/, na których możliwe jest śledzenie celu w warunkach oddziaływania zakłóceń, w celu określenia długości śledzonej trasy. Długość śledzonych tras, w warunkach oddziaływania zakłóceń oraz przy braku zakłóceń, stanowi podstawę do obliczenia wskaźników utraty informacji radiolokacyjnej dla poszczególnych celów oraz średniej wartości dla wszystkich celów biorących udział w nalocie.

Jeżeli nie ma możliwości śledzenia celu, na którym zamontowany jest nadajnik zakłóceń metodą radiolokacji aktywnej, zgodnie z algorytmem określa się miejsce znajdowania się źródła zakłóceń poprzez dokonywanie namiarów na to źródło przez dwa elementy ugrupowania wojsk radiotechnicznych z tego samego batalionu radiotechnicznego. Sprawdzany jest uprzednio warunek, czy wysokość znajdowania się celu jest większa lub równa dolnej granicy strefy namierzania. Po zakończeniu symulacji komputerowej drukowana jest średnia wartość obszaru nieokreśloności, dla celów, których położenie określano metodą namierzania. W modelu uwzględnione jest oddziaływanie zakłóceń szumowych /szeroko i wąskopasmowych/, impulsowo - odzewowych oraz pasywnych. Opracowany model podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego nie przewiduje prowadzenia analizy sytuacji powietrznej przy łącznym stosowaniu wymienionych typów zakłóceń. W przypadku

V. VLOSEK

zadeklarowania przez użytkownika programu symulacyjnego zakłóceń szeroko lub wąskopasmowych, zmienia się w równaniach zasięgu wykrywania stacji radiolokacyjnych wielkość szerokości widna zakłóceń ΔF_z .

Jeżeli stosowane są zakłócenia impulsowo-odzewowe, zasięg wykrywania zwiększony jest zgodnie z algorytmem o $\sqrt{2}$ razy. Przy stosowaniu przez przeciwnika zakłóceń pasywnych, zasięg stacji radiolokacyjnej zmniejsza się w porównaniu do zasięgu przy braku zakłóceń o 20%.

Zgodnie z algorytmem działania podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego z odpowiednią dyskretnością Δt dokonywana jest analiza sytuacji powietrznej, wyniki tej analizy zapamiętywane i drukowane następnie w postaci tabel i wskaźników analitycznych po zakończeniu symulowanego nalotu środków napadu powietrznego.

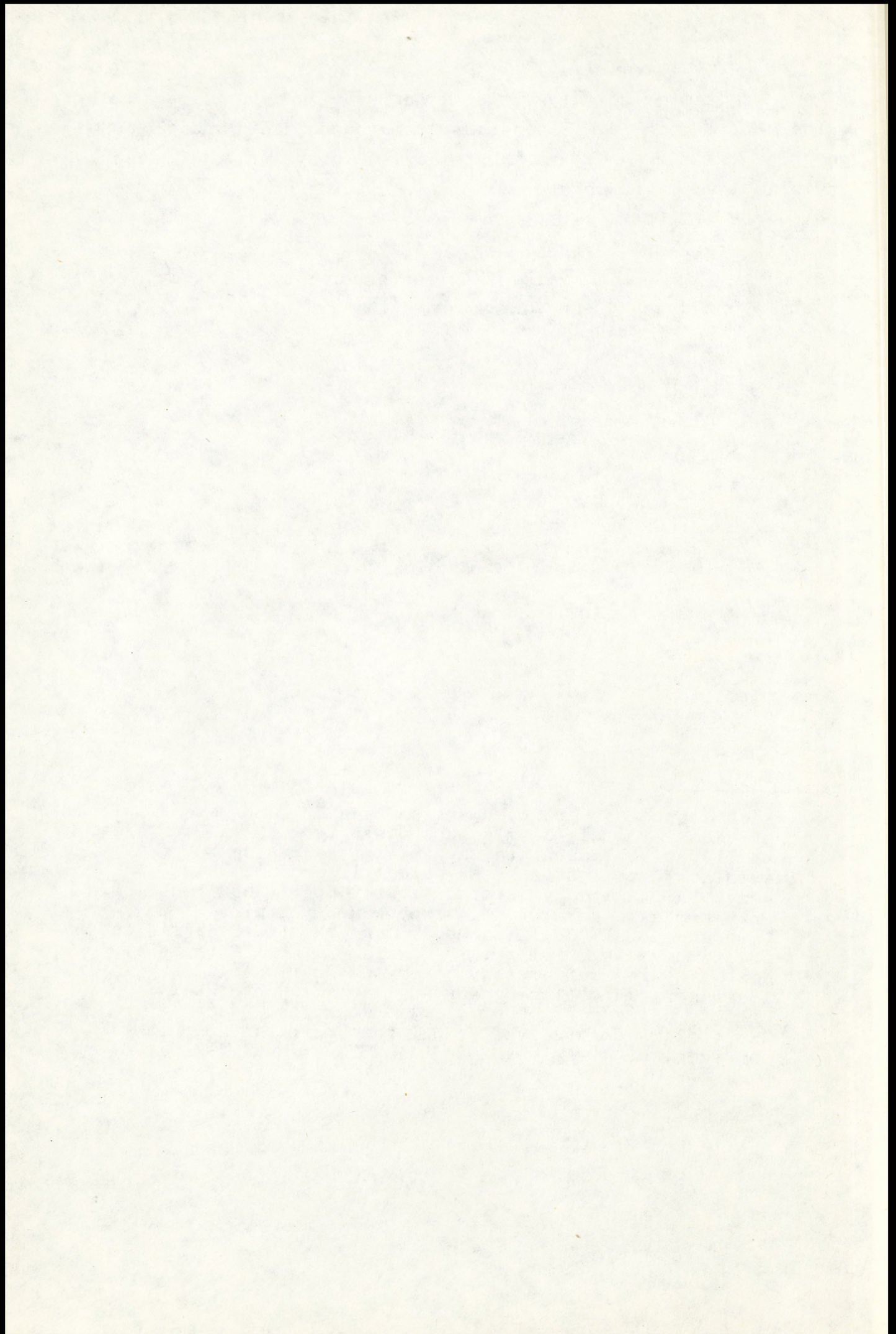
W wyniku przeprowadzonej symulacji komputerowej otrzymuje się:

- tabelę 1 przedstawiającą możliwości wykrywania i śledzenia celów przez wojska radiotechniczne w warunkach działania zakłóceń radioelektronicznych;
- tabelę 2 przedstawiającą możliwości wykrywania i śledzenia celów przez WRT przy braku zakłóceń radioelektronicznych;
- tabelę 3 przedstawiającą możliwości namierzania źródeł zakłóceń czynnych przez elementy ugrupowania WRT;
- wskaźniki utraty informacji radiolokacyjnej dla poszczególnych celów występujących w danym wariantcie modelu nalotu SNP;
- wartość średnią wskaźników utraty informacji radiolokacyjnej dla całego nalotu;
- wartość średnią obszaru nieokreśloności, przy określaniu położenia źródeł zakłóceń czynnych w procesie namierzania.

Program obliczeniowy został napisany zgodnie z przedstawionym algorytmem działania podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego w języku PASCAL, umożliwiającym wykorzystanie w procesie symulacyjnym mikrokomputera AMSTRAD oraz innych mikrokomputerów serii IBM PC^{60/}.

Wydruki programu obliczeniowego w języku PASCAL zgodnie z algorytmem działania podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego zostały przedstawione w załączniku 28.

60/ Zastosowanie do programowania języka PASCAL spowodowane było dostępnością do mikrokomputera typu AMSTRAD, którego możliwości obliczeniowe zapewniały realizację programu symulacyjnego o stosunkowo dużej złożoności. Język PASCAL w dużym stopniu został oparty na ALGOLU-60. Przy projektowaniu PASCALA próbowano wyeliminować podstawowe wady ALGOLU, a zachować jego zalety. Stał się on podstawowym językiem programowania w mikroinformatyce. Jest językiem uniwersalnym; nadaje się równie dobrze do programowania obliczeń naukowo-technicznych, jak i do celów graficznych lub przetwarzania zbiorów danych. Szczegółowy opis języka PASCAL został przedstawiony w podręczniku: M. Iglewski-PASCAL WNT Warszawa 1979.



4. PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA SYMULACJI KOMPUTEROWEJ DO OCENY PARAMETRÓW STREFY INFORMACJI RADIOLOKACYJNEJ W BRYGADZIE RADIOTECHNICZNEJ OPK

Zaprezentowaną w rozprawie metodę oceny wpływu zakłóceń na możliwości rozpoznawcze systemu radiolokacyjnego zilustrowano przykładem, w którym założono, że system radiolokacyjny tworzy brygada radiotechniczna nadmorskiego związku operacyjno-taktycznego OPK.

Działania bojowe brygady radiotechnicznej OPK w warunkach stosowania przez nieprzyjaciela zakłóceń radioelektronicznych, analizowane są dla dwóch przewidywanych wariantów nalotu środków napadu powietrznego z pewnymi modyfikacjami. Opis ugrupowania bojowego BRt OPK został przedstawiony w formularzu 1 /załącznik 24/. W załączniku tym przedstawiono skład BRt, współrzędne dotyczące rozmieszczenia poszczególnych elementów tego ugrupowania oraz typy urządzeń radiolokacyjnych pracujących na danych RLP.

W wariantach nalotów SNP przewiduje się działanie z kierunku północno-zachodniego i zachodniego /w wariancie II/ oraz północnego i północno-zachodniego/ w wariancie I/. W obu wariantach przewidywane jest stosowanie zakłóceń radioelektronicznych przez samoloty specjalne walki radioelektronicznej oraz samoloty uderzeniowe znajdujące się w ugrupowaniu bojowym. W ramach poszczególnych wariantów nalotu SNP przewidywane jest działanie samolotów specjalnych walki radioelektronicznej znajdujących się w wyznaczonych strefach.

Ugrupowanie BRT nadmorskiego związku operacyjno-taktycznego OPK oraz wariantu nalotu środków napadu powietrznego przedstawiono w postaci tabelarycznej w załączniku 18 oraz graficznie w załączniku 21.

Wyniki obliczeń dla dwóch wariantów nalotu SNP przedstawiono w postaci tabelarycznej oraz wskaźników analitycznych. W tabeli 1 pokazano możliwości wykrywania i śledzenia celów przez poszczególne elementy ugrupowania WRT w postaci czasów początku i końca śledzenia poszczególnych celów. W tabeli 2 przedstawiono możliwości wykrywania i śledzenia celów przez BRT przy braku zakłóceń radioelektronicznych. Zakłada się, w tym przypadku, ten sam model nalotu przy włączonych nadajnikach zakłóceń. W tabeli tej podane są czasy początku i końca śledzenia poszczególnych celów uczestniczących w danym wariancie nalotu, przez stacje radiolokacyjne danego ugrupowania wojsk radiotechnicznych.

Dane przedstawione w tabeli 1 i 2 stanowią podstawę do obliczenia wskaźników utraty informacji radiolokacyjnej dla każdego celu oraz wartości średniej, przy założonym modelu nalotu dla danego pododdziału lub związku taktycznego WRT OPK, w warunkach działania zakłóceń radioelektronicznych.

W tabeli 3 przedstawione są możliwości namierzania źródeł zakłóceń czynnych przez elementy ugrupowania WRT. Tabela taka wykonywana jest dla każdego celu stosującego zakłócenia czynne i pokazuje, które elementy danego pododdziału WRT zostały wybrane do namierzania ze względu na najmniejszy błąd śledzenia źródeł zakłóceń aktywnych oraz podaje czasy początku i końca

śledzenia źródeł zakłóceń czynnych. Dodatkowo obliczany jest wskaźnik określający wielkość obszaru nieokreśloności, przy określaniu położenia źródeł zakłóceń czynnych w procesie namierzania. Wskaźnik ten pozwala ocenić, czy informacja dotycząca położenia źródeł zakłóceń czynnych w procesie pelengacji, podawana jest z wystarczającą dokładnością, pozwalającą na wykorzystanie informacji radiolokacyjnej w procesie dowodzenia lotnictwem myśliwskim i wojskami raketowymi OPK.

WARIANT I

Nalot środków napadu powietrznego z kierunku północnego i północno-zachodniego. Ugrupowanie bojowe BRt OPK zgodnie z przedstawionym w załączniku 18.

I/1

W wariancie nalotu ŚNP na kierunku północno-zachodnim zakłócenia stosują dwa cele, znajdujące się na skrzydłach ugrupowania uderzeniowego. Na kierunku północnym zakłócenia czynne stosują 3 cele, znajdujące się na skrzydłach i wewnątrz ugrupowania uderzeniowego. Wyniki obliczeń przedstawione są w postaci tabel 1, 2, 3 oraz wskaźników analitycznych - załącznik 22.

I/2

Wariant nalotu ŚNP podobny jak w poprzednim przykładzie z tym, że dodatkowo wykorzystywany jest przez przeciwnika samolot specjalny walki radioelektronicznej, działający w strefie na kierunku północno-zachodnim typu EF-111A /cel 7000/.

Wyniki obliczeń przedstawione są w podobnej postaci, jak w poprzednim przykładzie w załączniku 23.

I/3

Wariant nalotu ŚNP podobny, jak w przykładzie I/2, przy czym na samolotach grupy uderzeniowej włączone są nadajniki zakłóceń. Zakłócenia prowadzone są tylko ze strefy przez cel 7000. Wyniki obliczeń dla tego wariantu nalotu przedstawione są w załączniku 24.

Wyniki obliczeń dla wariantu I

Na podstawie wyników obliczeń, dla wariantu nalotu I/1 można stwierdzić, że nie występuje ciągłość śledzenia wszystkich celów biorących udział w nalocie, na skutek stosowanych zakłóceń radioelektronicznych. Charakterystyczną cechą jest to, że są śledzone również cele stosujące zakłócenia /3001, 6003, 6009/, przy czym trasy celów nie pokrywają się z kierunkiem listka głównego stacji radiolokacyjnych. Nie są śledzone dwa cele, stosujące zakłócenia o dużej intensywności /3014, 6013/ w stosunku do możliwości energetycznych stacji radiolokacyjnych.

Wskaźnik utraty informacji radiolokacyjnej jest względnie wysoki i dla całego ugrupowania BRT wynosi średnio 0,1443.

Oznacza to średnie ograniczenie możliwości wykrywania i śledzenia obiektów metodą radiolokacji aktywnej o 14,43%.

Poprzez optymalny dobór elementów ugrupowania WRT do namierzania istnieje możliwość śledzenia wszystkich celów /łącznie z 3014 i 6013/. Obszar nieokreśloności zawiera się w granicach od 0,42 km² do 5,08 km².

Wyniki obliczeń przedstawione w załącznikach 28, 29, 30, 31 pozwalają na dokładne przeanalizowanie możliwości wykrywania i śledzenia celów w danym wariantcie nalotu w czasie jego trwania. Wprowadzenie dodatkowo w wariantcie I/2 samolotu specjalnego walki radioelektronicznej działającego ze strefy na kierunku nalotu /cel 7000/ nie powoduje zmiany wskaźnika utraty informacji radiolokacyjnej w porównaniu do wariantu I/1. Zmniejszenie średniego wskaźnika utraty informacji radiolokacyjnej do 0,1718 spowodowane jest niemożnością śledzenia celu 7000 przez elementy ugrupowania BRT metodą radiolokacji aktywnej. Cel ten jest śledzony metodą triangulacyjną z małą dokładnością /średni obszar nieokreśloności wynosi 17,33 km²/.

W wariantcie I/3 zakłócenia stosuje tylko cel 7000. pozostałe cele biorące udział w nalocie nie stosują zakłóceń radioelektronicznych. Dla takiego wariantu nalotu wskaźnik utraty informacji radiolokacyjnej wynosi 0,0000 czyli wszystkie cele są śledzone metodą radiolokacji aktywnej, za wyjątkiem celu 7000.

Dlatego średni wskaźnik utraty informacji radiolokacyjnej dla tego wariantu nalotu wynosi 0,0357. Namierzenie celu 7000 dla tego wariantu prowadzone jest z taką samą dokładnością, jak dla wariantu poprzedniego.

WARIANT II

Nalot środków napadu powietrznego z kierunku północno-zachodniego i zachodniego.

Ugrupowanie bojowe BRt OPK zgodnie z przedstawionym w załączniku 18.

II/1

W wariacie nalotu na kierunku północno-zachodnim zakłócenia stosują 3 cele, znajdujące się na skrzydłach ugrupowania uderzeniowego.

Na kierunku zachodnim zakłócenia czynne stosują 2 cele znajdujące się na jednym skrzydle zgrupowania uderzeniowego.

II/2

Wariant nalotu SNP podobny, jak w poprzednim przykładzie z tym, że dodatkowo wykorzystane są przez przeciwnika dwa samoloty specjalne walki radioelektronicznej typu EF-111A /cele 7000 i 7001/ działające w strefach i potęgujące oddziaływanie zakłóceń na ugrupowanie wojsk radiotechnicznych.

II/3

Jest to zmodyfikowany nalot SNP przy założeniu, że samoloty ugrupowania uderzeniowego mają wyłączone nadajniki zakłóceń, a zakłócenia prowadzą tylko samoloty specjalne walki radioelektronicznej /cele 7000 i 7001/.

Wyniki obliczeń dla wariantu II

Analiza wyników obliczeń dla wariantu II/1, pozwala stwierdzić, że możliwości wykrywania i śledzenia celów, dla tego wariantu nalotu SNP znacznie zmalały w porównaniu z wariantem I. Charakterystyczne jest to, że śledzone są metodą radiolokacji aktywnej również cele stosujące zakłócenia w krótkich momentach czasu i z przerwami. W pozostałych okresach czasu położenie źródeł zakłóceń określane jest metodą namierzania ze stosunkowo dużą dokładnością /średni obszar nieokreśloności zawiera się w granicach 0,43-1,76 km²/. Średnia wartość wskaźnika utraty informacji radiolokacyjnej wynosi dla tego wariantu nalotu 0,2518, przy czym wielkość tego wskaźnika pozwala wnioskować o spadku możliwości wykrywania i śledzenia celów biorących udział w nalocie średnio o 25,18%.

Dokładne prześledzenie możliwości wykrywania i śledzenia celów dla tego wariantu nalotu, w dynamice, umożliwiając wydruki wyników obliczeń przedstawione w załączniku 25.

W wariantcie II/2 zwiększone są możliwości stosowania przez przeciwnika zakłóceń, poprzez działające w strefach dwa samoloty specjalne WRE/cele 7000, 70001/.

Powoduje to zmniejszenie średniego wskaźnika utraty informacji radiolokacyjnej o 0,1280. Można stwierdzić, że taki wariant nalotu dla przyjętego ugrupowania jest bardzo niekorzystny, gdyż występuje duży spadek możliwości wykrywania i śledzenia celów /37,98%. Charakterystyczna jest mała dokładność śledzenia celów 7000 i 7001 /wielkość obszaru nieokreśloności odpowiednio 17,33 i 39,35 km²/, która uniemożliwia wykorzystanie tej informacji bezpośrednio do zwalczania tych celów przez środki aktywne WOPK.

Wyniki obliczeń dla tego wariantu zostały przedstawione w załączniku 26.

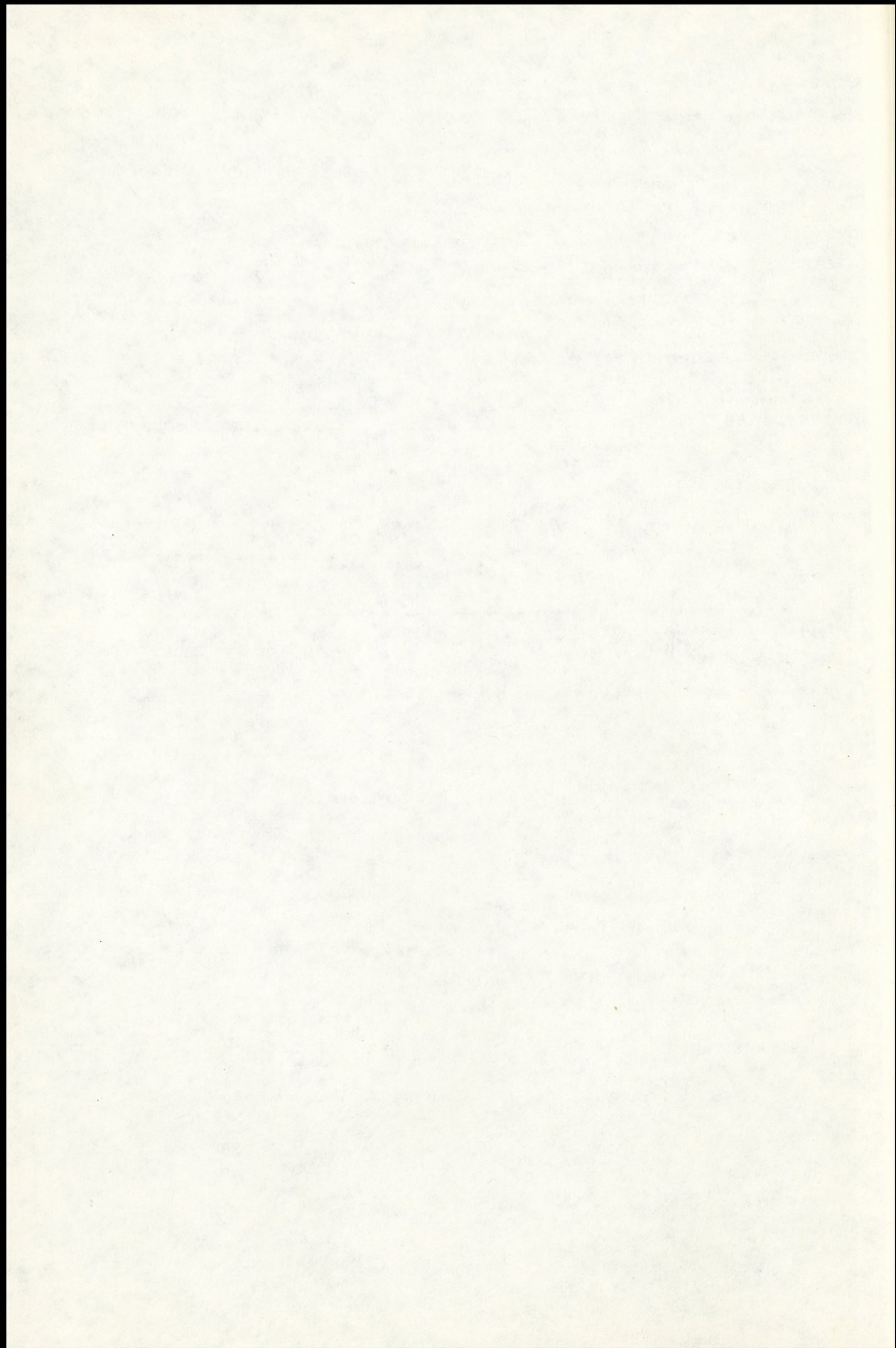
Wyniki obliczeń dla wariantu II/3 przedstawione w załączniku 27 wskazują, że jest to wariant najmniej efektywny dla przeciwnika/ zakłócenia stosują tylko cele 7000 i 7001/. Należy jednak stwierdzić, że średni wskaźnik utraty informacji radio-

lokacyjnej wynoszący 0,1269, jest zbliżony do tego samego wskaźnika dla wariantu I/1.

Dokonując porównania efektywności działania związku taktycznego wojsk radiotechnicznych / przy założonym w modelu podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego wariantcie ugrupowania i wyposażenia w stacje radiolokacyjne/ można stwierdzić, że występuje duży spadek możliwości wykrywania i śledzenia celów dla wariantu II w porównaniu z wariantem I, przy czym mamy do czynienia z niezupełnie jednakowymi modelami stosowania zakłóceń dla wariantów I i II.

Zestawienie średnich wskaźników utraty informacji radiolokacyjnej dla obu wariantów nalotu przedstawione jest w tabeli.

Wariant nalotu	I/1	I/2	I/3	II/1	II/2	II/3
Wskaźnik utraty informacji r/lok	0,1243	0,1748	0,0357	0,2518	0,3798	0,1269



WNIOSKI KONCOWE

Podstawowym celem, jaki autor postawił sobie przy opracowaniu rozprawy doktorskiej, było opracowanie metody, pozwalającej badać wpływ zakłóceń radioelektronicznych na możliwości rozpoznawcze systemu radiolokacyjnego, przy założeniu wieloelementowej struktury ugrupowania bojowego wojsk radiotechnicznych oraz skomplikowanej sytuacji powietrznej /nalot dużej liczby celów, na dowolnych wysokościach, w osłonie zakłóceń radioelektronicznych/.

W tym celu dokonano weryfikacji dotychczas stosowanych metod oceny wpływu zakłóceń na możliwości wykrywania i śledzenia obiektów powietrznych przez pododdziały i związki taktyczne wojsk radiotechnicznych OPK.

Dokonano weryfikacji podstawowych zależności matematycznych dotyczących możliwości wykrywania i śledzenia celów przez stacje radiolokacyjne, dostosowując je do budowy modelu podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego.

Jako graniczną wartość współczynnika zakłóceń k , przy której możliwe jest prowadzenie rozpoznania radiolokacyjnego, przyjęto wielkość współczynnika degradacji radiolokacyjnej przez dany typ zakłócenia k_d .

W rozprawie autor ustosunkował się krytycznie do dotychczasowych sposobów przyjmowania potencjału energetycznego nadajników zakłóceń jako stałej wartości gęstości widmowej dla danego źródła zakłóceń/ gdyż nie jest to zupełnie słuszne w przypadku strefy informacji radiolokacyjnej różnych zakresów częstotliwości oraz różnych parametrów technicznych stacji radiolokacyjnych /różne pasmo przepuszczania liniowej części odbiornika stacji radiolokacyjnych/.

Zdaniem autora potwierdzona została hipoteza robocza, że dotychczasowe metody oceny wpływu zakłóceń radioelektronicznych na możliwości rozpoznawcze systemu radiolokacyjnego są niedoskonałe, ponieważ są mało precyzyjne, czasochłonne i nie pozwalają na uwzględnienie dynamiki działań bojowych środków napadu powietrznego przeciwnika. Znacznie lepsze efekty w badaniach złożonych podsystemów rozpoznania radiolokacyjnego w warunkach działania zakłóceń, przy uwzględnieniu specyfiki działań środków

napadu powietrznego i różnych wariantów stosowania zakłóceń można osiągnąć przez zastosowanie metody symulacji komputerowej.

Ponieważ w procesie symulacji działania podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego wykorzystywany jest model matematyczny tego podsystemu - przy ocenie stopnia szczegółowości i adekwatności modelu w stosunku do systemu rzeczywistego, ze względu na skromne możliwości badawcze autora, wykorzystano tylko kryterium wewnętrznej poprawności logicznej modelu.

Ze względu na możliwości obliczeniowe EMC /dostępnych dla autora niniejszej rozprawy/, wprowadzone zostały pewne ograniczenia co do liczby elementów podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego oraz opisu wariantów nalotu środków napadu powietrznego. Przy wykorzystaniu do obliczeń mikrokomputera typu AMSTRAD, istnieje możliwość modelowania działań związku taktycznego wojsk radiotechnicznych, składającego się z 30 RLP, przy założonym wariacie nalotu do 30 celów, których trasy opisane są maksymalnie poprzez 5 odcinków prostoliniowych. Dodatkowo w programie można uwzględnić pracę 12 nadajników zakłócających jednorazowego użytku, rozmieszczonych wewnątrz ugrupowania bojowego wojsk radiotechnicznych. Ograniczenia te nie wystąpią w przypadku zastosowania ETO o większych możliwościach obliczeniowych. W programie zostało założone śledzenie konkretnych tras celów, których współrzędne zostają wprowadzone jako dane zmienne przed uruchomieniem programu symulacyjnego.

Autor zdaje sobie sprawę, że w swojej rozprawie nie rozwiązał wszystkich problemów dotyczących prowadzenia rozpoznania radiolokacyjnego w warunkach oddziaływania zakłóceń radioelektronicznych, i w dalszych badaniach powinno się, zdaniem autora, uwzględnić realne charakterystyki wykrywania stacji radiolokacyjnych, opracowane na podstawie dokonanych oblotów. Należałoby również zweryfikować zaprezentowaną metodę poprzez przeprowadzenie modelowania działań bojowych wojsk radiotechnicznych w ramach ćwiczeń jednostek bojowych wojsk OPK z zastosowaniem realnych zakłóceń radioelektronicznych. Dalszych badań wymaga również problematyka zobrazowania graficznego odwzorowanych tras celów, które są śledzone w ramach działania podsyste-

temu rozpoznania radiolokacyjnego, gdyż zdaniem autora pozwoli to użytkownikom informacji radiolokacyjnej na lepsze jej wykorzystanie przy podejmowaniu decyzji o użyciu aktywnych środków obrony powietrznej.

Autor ma nadzieję, że zaprezentowana metoda analizy wpływu zakłóceń na możliwości rozpoznawcze systemu radiolokacyjnego będzie mogła być wykorzystana podczas planowania działań bojowych w wojskach OPK oraz w procesie dydaktycznym, zwłaszcza przy rozpatrywaniu radiolokacyjnego zabezpieczenia działań bojowych wojsk OPK, w warunkach oddziaływania zakłóceń radioelektronicznych.

1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900

BIBLIOGRAFIA

1. Afinow V.: Organizacja walki radioelektronicznej w siłach zbrojnych Stanów Zjednoczonych Voenn. Myśl nr 7 1984 r.
2. Akimow W.: Niektóre kierunki rozwoju walki radioelektronicznej w siłach zbrojnych Stanów Zjednoczonych i NATO. Myśl Wojskowa nr III 1985 r.
3. Album charakterystyk RLS wyd. WOSR, Jelenia Góra 1983 r.
4. Analiza i planowanie organizacji pola radiolokacyjnego WRt WOPK EWOLUTA - 8M. Instrukcja organizacji i użytkowania systemu informatycznego, wyd. DWOPK, Warszawa 1984 r.
5. Antczak S.: Analiza systemowa w planowaniu działań bojowych wojsk OPK. Myśl Wojskowa nr 5 1984 r.
6. Antczak S.: Kryteria oceny wpływu zakłóceń radioelektronicznych na pracę stacji radiolokacyjnych. PWL i OPK nr 2 1980 r.
7. Antczak S.: Programy na EMC i sposoby ich wykorzystania w procesie planowania działań bojowych szczebla taktycznego wojsk OPK wyd. ASG AP Warszawa 1980.
8. Babicz V.K.: Rozwój sposobów pokonywania przez lotnictwo obrony przeciwlotniczej podczas wojen lokalnych. Voenn. Myśl nr 5 1984 r.
9. Brytyjskie przeciwdziałanie radioelektroniczne w konflikcie Falklandzkim WPZ nr 6/148/1982 r.
10. Bułatow A.: Doświadczenia z działań wojennych na Bliskim Wschodzie /wg prasy zachodniej/ Voenn. Myśl nr 3 1974 r.
11. Chlunowski B.: Pokonywanie OPL przez samoloty myśliwsko-bombowe. Zarub.voenn.obozr. nr 5 1979 r.
12. Compta K.: Elektronika zmienia pole walki. Myśl wojskowa nr 5 1983 r.
13. Cunningham D.: Perspektywy rozwoju samolotów bezpilotowych taktycznych sił powietrznych /wg poglądów amerykańskich /WPZ nr 3/109/ 1976 r.

14. Contan - Reparie H.: Bitwa morska o Falklandy w świetle komentarzy WPZ nr 5/153/1983 r.
15. Dmitriew. F.: Pogląd dowództw Stanów Zjednoczonych i NATO na walkę radioelektroniczną. Zarub. voen. obozr. nr 3 1979 r.
16. Działania lotnictwa w konflikcie brytyjsko-argentyńskim. WPZ nr 2/162/1985 r.
17. Gordon G.: Symulacja systemów. WNT, Warszawa 1974 r.
18. Grankin V.: Srodki wojny radioelektronicznej i ich zastosowanie w wojnach lokalnych. Vennyj Zarubieżnik nr 3 1972 r.
19. Informator podstawowych wiadomości o sprzęcie radiolokacji i automatyzacji wyd. DW OPK, Warszawa 1980 r.
20. Informator sprzętu radiolokacji i automatyzacji cz. I, wyd. DW OPK, Warszawa 1984 r.
21. Johnston S.: Srodki kontrprzeciwdziałania radioelektronicznego. US Army Missile Comand. Redston Arsenal Alabama, tł. Szyber B.
22. Janicki A.: Pokonywanie OPL przez załogi rozpoznawcze w warunkach obez władniania radioelektronicznego. Myśl Wojskowa nr 1 1986 r.
23. Kącki T.: Nowe tendencje w dziedzinie zakłócania stacji radiolokacyjnych i wynikające stąd wnioski dla konstruktorów. Prace Przemysłowego Instytutu Telekomunikacji nr 038, Warszawa 1972 r.
24. Kierunki rozwoju elektroniki w siłach zbrojnych głównych państw NATO, wyd. DW OPK, Warszawa 1982 r.
25. Kierunki rozwoju techniki radiolokacyjnej w krajach Europy Zachodniej cz. I. WPZ nr 5/117/1977 r.
26. Kierunki rozwoju techniki radiolokacyjnej w krajach Europy Zachodniej cz. II WPZ nr 6/118/1977 r.
27. Kirilow W.: Ispolzowanie opyta lokalnych wojn w taktikie WWS NATO. Zarub. voen. obozr. nr 2 1982 r.
28. Kirilow W.: Ispolzowanie opyta lokalnych wojn w taktikie WWS NATO. Zarub. voen. obozr. nr 3 1982 r.
29. Kokot K. : Podstawy radiolokacji cz. 2 wyd. WAT, Warszawa 1968 r.

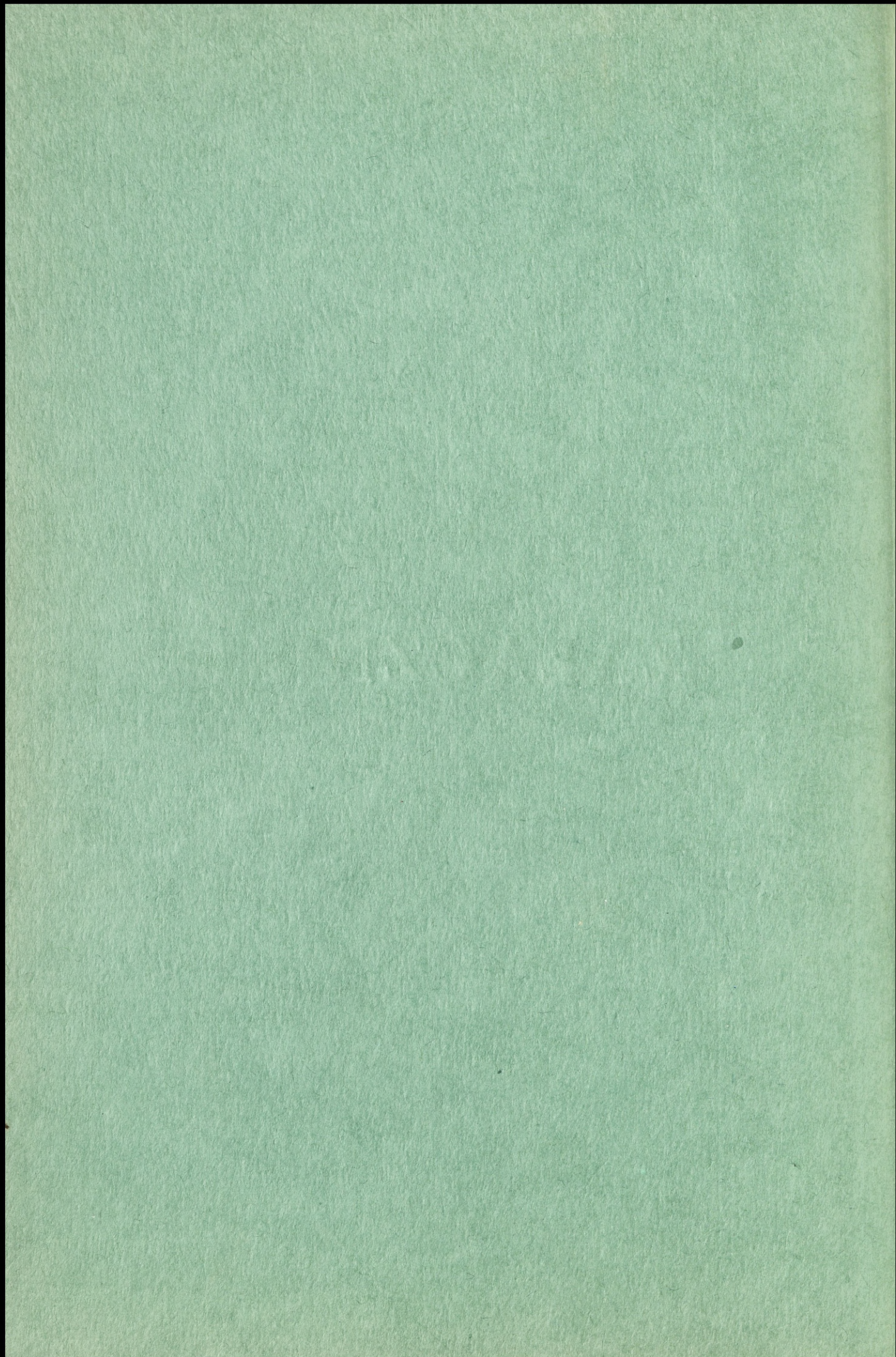
30. Komunikat miesięczny nr 1/82, wyd. DW OPK Warszawa 1982 r.
31. Komunikat miesięczny nr 2/83, wyd. DW OPK Warszawa 1983 r.
32. Kondratowicz L.: Modelowanie symulacyjne systemów. WNT, Warszawa 1978 r.
33. Kroszczyński J.: Tłumienie ech stałych w radiolokacji, wyd. PWN, Warszawa 1965 r.
34. Kwiatkowski J.: Wpływ terenu na kształtowanie się charakterystyk promieniowania stacji radiolokacyjnych. Myśl Wojskowa nr 8 1984 r.
35. Leksykon naukowo-techniczny, wyd. WNT. Warszawa 1982 r.
36. Leksykon wiedzy wojskowej, wyd. MON, Warszawa 1979 r.
37. Leshenris M.: Obrona przeciwlotnicza przed nalotami z małej wysokości. Flugwehr und Technik nr 4, 1970 r.
38. Lesz M.: Metody symulacyjne. Zastosowania techniczno-ekonomiczne, PWE, Warszawa 1977 r.
39. Luniakin V.: Użycie pokładowych środków walki radioelektronicznej w siłach powietrznych Stanów Zjednoczonych. Zarub.voen.obozr. nr 7, 1981 r.
40. Łozowicki L.: Wojska OPK - ważne ogniwo w systemie obronnym kraju. Myśl Wojskowa nr 10, 1983 r.
41. Materiały z narady naukowej na temat: Wybrane problemy oceny efektywności zabezpieczenia działań bojowych związku operacyjno-taktycznego OPK. Zeszyty naukowe ASG nr 1, 1980 r.
42. Metodyka oceny zagrożenia obszaru kraju przez środki napadu powietrznego nieprzyjaciela, wyd. DW OPK, Warszawa 1984 r.
43. Metodyka przygotowania specjalistów i obsługi pododdziałów radiotechnicznych do pracy w warunkach zakłóceń radiolokacyjnych, wyd. DWOPK, Warszawa 1977 r.
44. Możliwości RLS WRT OPK w zakresie zwalczania zakłóceń radioelektronicznych i obrony przed pociskami kierowanymi, wyd. DWOPK, Warszawa 1981 r.
45. Mroczo F.: Metodyka określania odporności ugrupowania bojowego na zakłócenia radioelektroniczne. Wyd. WOSR Jelenia Góra 1985 r.

46. Natarcie radioelektroniczne nieprzyjaciela i jego wpływ na działanie bojowe wojsk OPK. Wyd. DWOPK, Warszawa 1981 r.
47. Naumienko M.: Właściwości zwalczania nieprzyjaciela powietrznego działającego na małych wysokościach /doświadczenia z wojen lokalnych/. Voen.Myśl nr 1 1974 r.
48. Obliczanie skuteczności oddziaływania aktywnych zakłóceń na środki radiolokacyjne. Wyd. DWOPK, Warszawa 1976 r.
49. Pagacz St.: Określanie realnych stref wykrywania stacji radiolokacyjnych w płaszczyźnie poziomej na małych wysokościach bez wykonywania oblotu. Rozprawa doktorska, ASG 1981 r.
50. Paliń A.: Wojna radioelektroniczna- stan obecny i kierunki rozwoju. Voen. Myśl nr 17 1971 r.
51. Paradowski L.: Problemy rozpoznania i przeciwdziałania radioelektronicznego. Wyd. WAT 1986 r.
52. Piątkowski E.: Możliwości zwalczania przez OPL celów niskolegających wg poglądów NATO. Myśl Wojskowa nr 3 1984 r.
53. Piątkowski E.: Problemy radiolokacyjnego zabezpieczenia aktywnych środków OPK na kierunku nadmorskim w skomplikowanych warunkach sytuacji powietrznej. Rozprawa doktorska ASG, Warszawa 1983 r.
54. Piekarski H.: Założenia i zasady walki radioelektronicznej. Myśl Wojskowa nr 4 1984 r.
55. Płoszajski G.: Metody symulacji komputerowej złożonych systemów dyskretnych. Wyd. Instytut Automatyki. PW Warszawa 1979 r.
56. Postępy radiotechniki nr 4/74/. Wyd. PIT Warszawa 1971 r.
57. Postępy radiotechniki nr 79. Wyd. PIT Warszawa 1972 r.
58. Postępy radiotechniki. Suplement. Wyd. PIT Warszawa 1980 r.
59. Problemy elektroniki i telekomunikacji. Wyd. WKŁ Warszawa 1966 r.
60. Przygotowanie wojsk radiotechnicznych do prowadzenia działań bojowych w warunkach stosowania zakłóceń radioelektronicznych. Wyd. DWOPK Warszawa 1973 r.

61. Radzikowski Wł. Systemy informatyczne w organizacji i zarządzaniu . Wyd. U.War., Warszawa 1981 r.
62. Regulamin działań bojowych WRt WOPK. Brygada - kompania. Wyd. DW OPK, Warszawa 1980 r.
63. Regulamin walki WOPK. Korpus OPK. Wyd. DWOPK, Warszawa 1982 r.
64. Ryżow V.: Cechy szczególne działań amerykańskiego lotnictwa w Wietnamie. Zarub.voen.obozr. nr 9 1974 r.
65. Segalen J.: Wojna elektroniczna. WPZ nr 4/110/ 1976 r.
66. Seibt W.: Poglądy dowództwa NATO na prowadzenie wojny elektronicznej przez siły powietrzne. WPZ nr 1/95/ 1974 r.
67. Serstjuka S.: Niektóre problemy obrony przeciwlotniczej wojsk w wojnach lokalnych. Voen.Myśl nr 6 1980 r.
68. Sienkiewicz P.: Inżynieria systemów. Wyd. MON, Warszawa 1983 r.
69. Siły i środki do prowadzenia wojny radioelektronicznej przez państwa NATO. Wyd. DWOPK, Warszawa 1979 r.
70. Siły i środki oraz zasady prowadzenia walki radioelektronicznej przez siły zbrojne państw NATO. Wyd. DWOPK, Warszawa 1983 r.
71. Siły i środki walki radioelektronicznej sił zbrojnych NATO oraz ich możliwości bojowe. Wyd. DWOPK, Warszawa 1982 r.
72. Starow N.: Umowne oznaczenia stosowane w zagranicznej radioelektronice wojskowej. Zarub.voen.obozr. nr 6 1984 r.
73. Taktyka wojsk radiotechnicznych Wojsk Obrony Powietrznej Kraju. Podręcznik. Wyd. DWOPK, Warszawa 1977 r.
74. Technika kontrprzeciwdziałania radioelektronicznego w radiolokacji /wg poglądów amerykańskich/ WPZ nr 4/122/1978 r.
75. Technika radiolokacji. Wyd. DWOPK, Warszawa 1972 r.
76. Topografia wojskowa. Wyd. MON Sztab Generalny WP, Warszawa 1983 r.
77. Tołkacz M.: Określenie skuteczności oddziaływania zakłóceń na ugrupowanie bojowe WRt. Praca naukowo-badawcza. Wyd. WOSR, Jelenia Góra 1986 r.
78. Tołkacz M.: Taktyka i skuteczność walki radioelektronicznej lotnictwa w świetle konfliktów zbrojnych. PWL i OPK nr 5 1986 r.

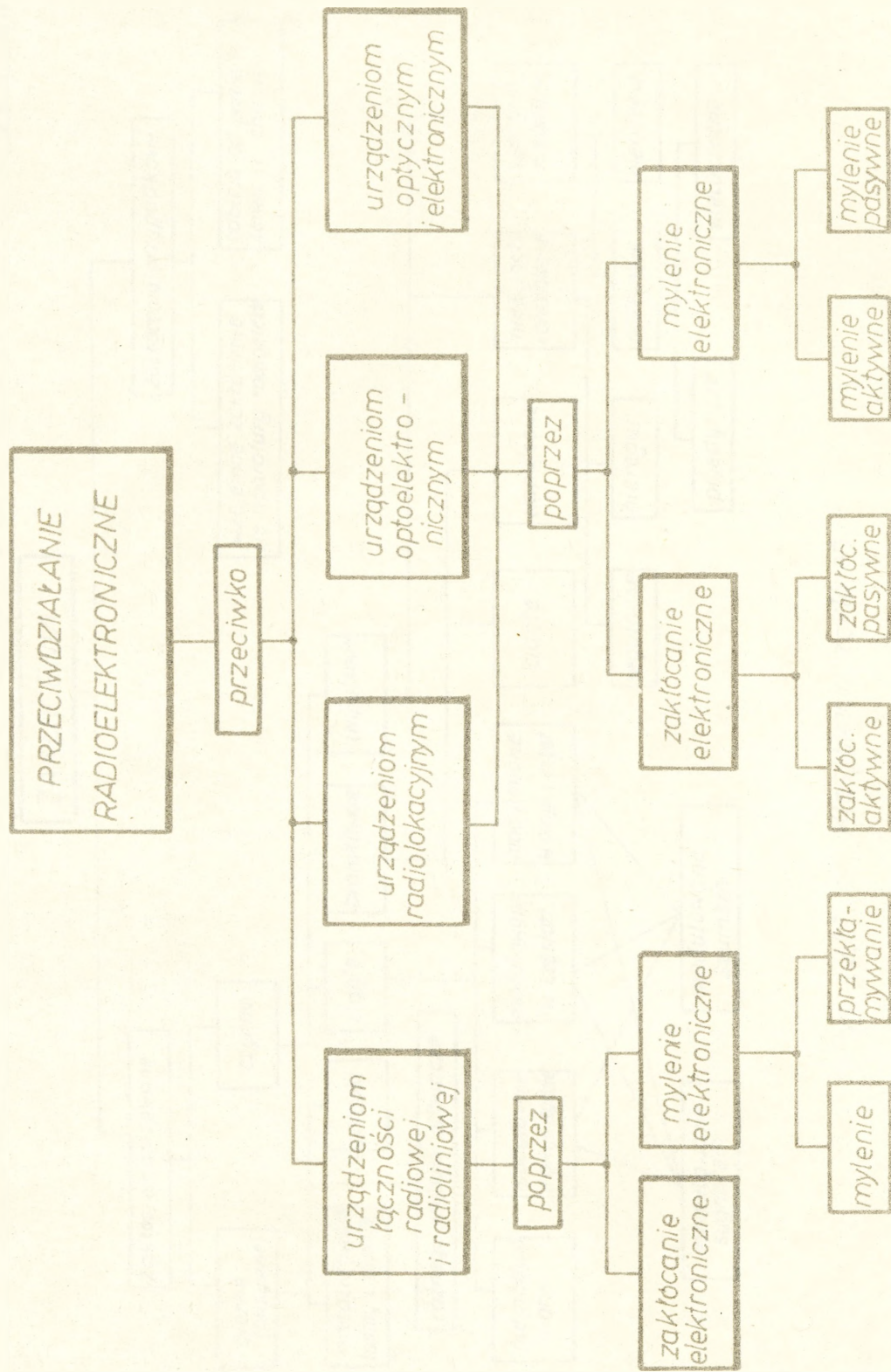
79. Tołkacz M.: Wpływ zakłóceń na skuteczność obrony powietrznej. PWL i OPK nr 6 1984 r.
80. Uchański J.: Wymagania na stacje radiolokacyjne i środki zautomatyzowanego dowodzenia z punktu widzenia potrzeb obrony powietrznej na lata osiemdziesiąte. Prace PIT nr 038, Warszawa 1972 r.
81. Vetrow J.K.: Broń wysokoprecyzyjna i rozwój taktyki lotnictwa myśliwskiego. Voen.Myśl nr 6 1985 r.
82. Wakin S., Szustow L.N. Zasady przeciwdziałania radioelektronicznego. Wyd. MON, Warszawa 1972 r.
83. Walter R.: Wojna elektroniczna w aspekcie obrony przeciwlotniczej. WPZ nr 6/124/1978 r.
84. Winkowski J.: Programowanie symulacji procesów. WNT, Warszawa 1974 r.
85. Wybrane zagadnienia z armii obcych do szkolenia wojsk OPK w 1983 r. Wyd. DW OPK, Warszawa 1983 r.
86. Wytyczne szefa WRT WOPK w sprawie doskonalenia szkolenia taktyczno-specjalnego WRT cz. I i II. Wyd. DWOPK Warszawa 1976 r.
87. Wzorcowanie zautomatyzowanych systemów dowodzenia. Wyd. DWOPK Warszawa 1985 r.
88. Zabłocki E., Antczak S.: Ocena efektywności działań bojowych WOPK. Rozprawa habilitacyjna ASC Warszawa 1985 r.
89. Zeigler B.: Teoria modelowania i symulacji. PWN Warszawa 1984 r.

ZAŁĄCZNIKI

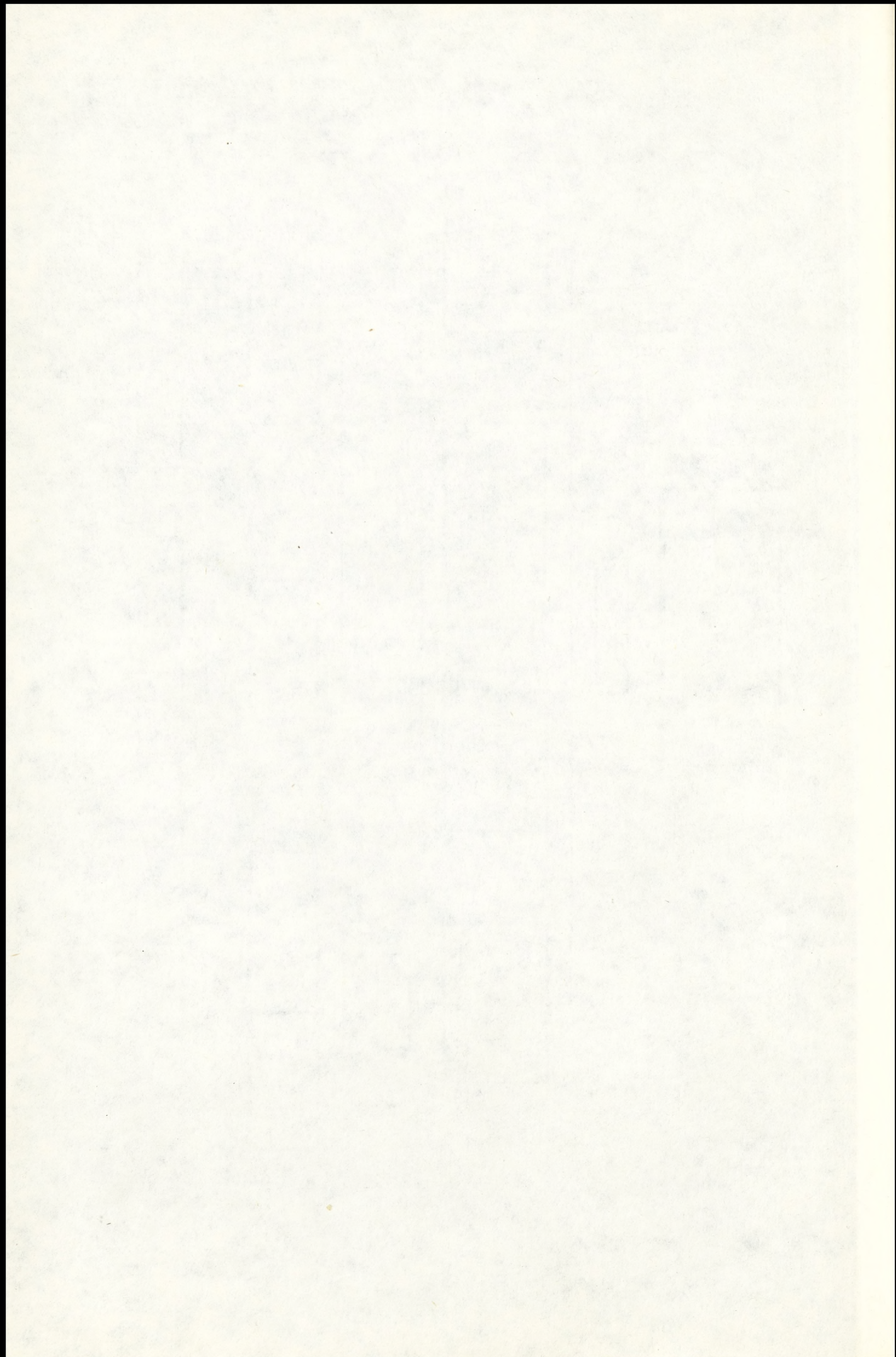


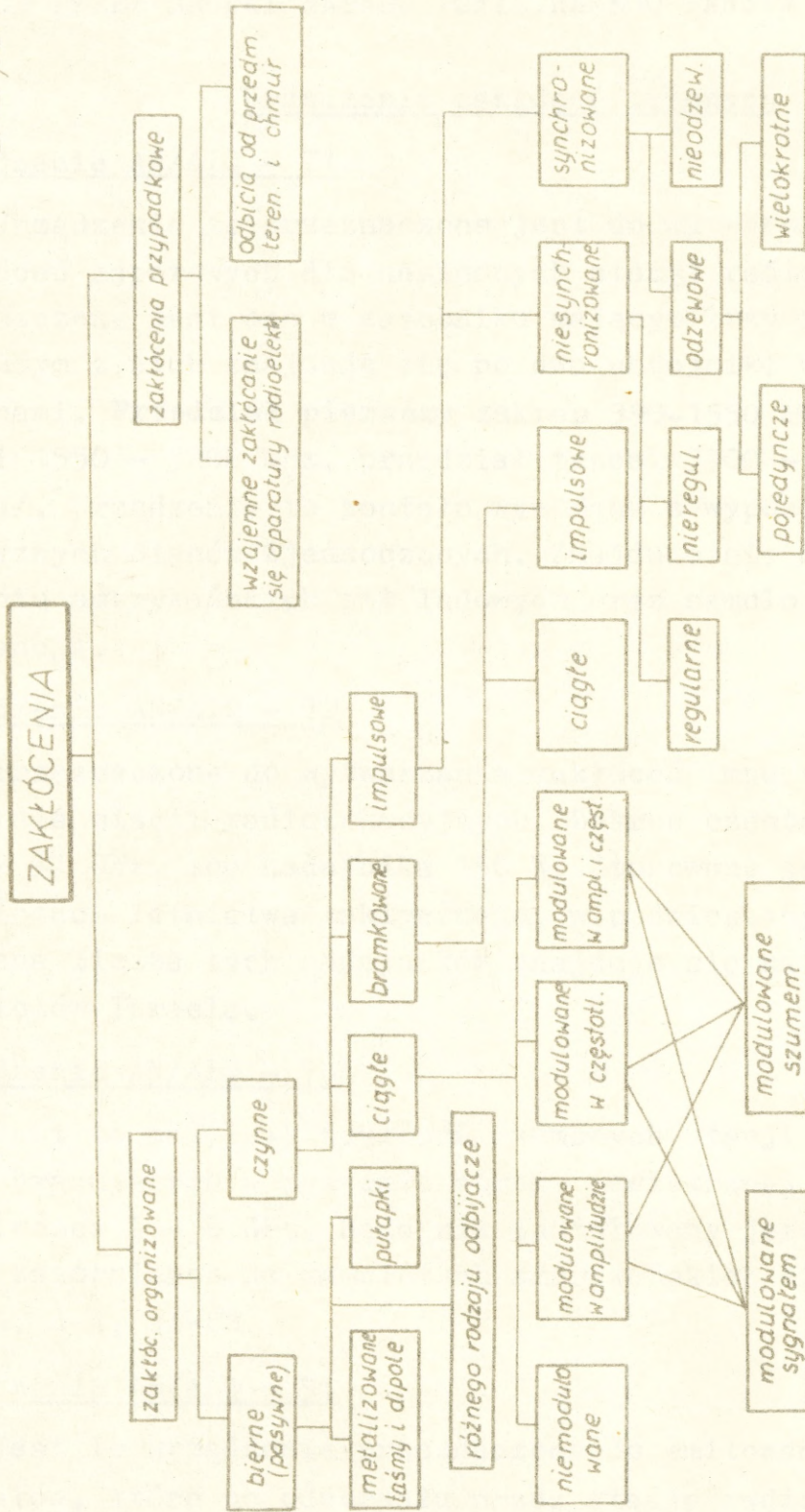
Nr 1	Schemat przeciwdziałania radioelektronicznego	119
Nr 2	Klasyfikacja zakłóceń	121
Nr 3	Charakterystyka podstawowych urządzeń zakłócających stosowanych przez środki napadu powietrznego państw NATO	123
Nr 4	Charakterystyka niektórych typów amerykańskich nadajników zakłóceń jednorazowego użytku	135
Nr 5	Charakterystyka układów przeciwalkłóceniovych wykorzystywanych we współczesnych stacjach radiolokacyjnych	137
Nr 6	Wykres pokrycia stacji radiolokacyjnej	145
Nr 7	Klasyfikacja modeli	147
Nr 8	Wielkość stożka martwego RLS- R_{min} w funkcji wysokości	149
Nr 9	Zasięgi wykrywania RLS w km dla $\sigma_c = 1 \text{ m}^2$; $P_{pw} = 0,5$	151
Nr 10	Metoda interpolacji liniowej określania zasięgu wykrywania na danej wysokości przy założeniu małego przedziału wysokości H	153
Nr 11	Algorytm działania modelu podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego	155
Nr 12	Podstawowe parametry techniczne RLS wykorzystywane do modelowania podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego	163
Nr 13	Oznaczenia pasm częstotliwości dla działań przeciwalkłóceniovych	165
Nr 14	Oznaczenia pasm częstotliwości radarowych według norm IEEE Std 521-1976	165
Nr 15	Wykaz typów RLS wykorzystywanych w WRt i ich kody liczbowe	167
Nr 16	Opis metody określania wielkości obszaru nieokreśloności w procesie namierzania /pelengacji/ źródeł zakłóceń czynnych	169

Nr 17 Opis działania nadajników zakłóceń jednorazowego użytku - formularz 3	171
Nr 18 Opis ugrupowania WRt - formularz 1	173
Nr 19 Opis nalotu SNP - formularz 2; WARIANT I	175
Nr 20 Opis nalotu SNP - formularz 2; WARIANT II	177
Nr 21 Model nalotu SNP - WARIANT I i II	179
Nr 22 Wyniki obliczeń wariantu I/1	181
Nr 23 Wyniki obliczeń wariantu I/2	205
Nr 24 Wyniki obliczeń wariantu I/3	215
Nr 25 Wyniki obliczeń wariantu II/1	225
Nr 26 Wyniki obliczeń wariantu II/2	249
Nr 27 Wyniki obliczeń wariantu II/3.....	255
Nr 28 Program obliczeniowy na EMC	265

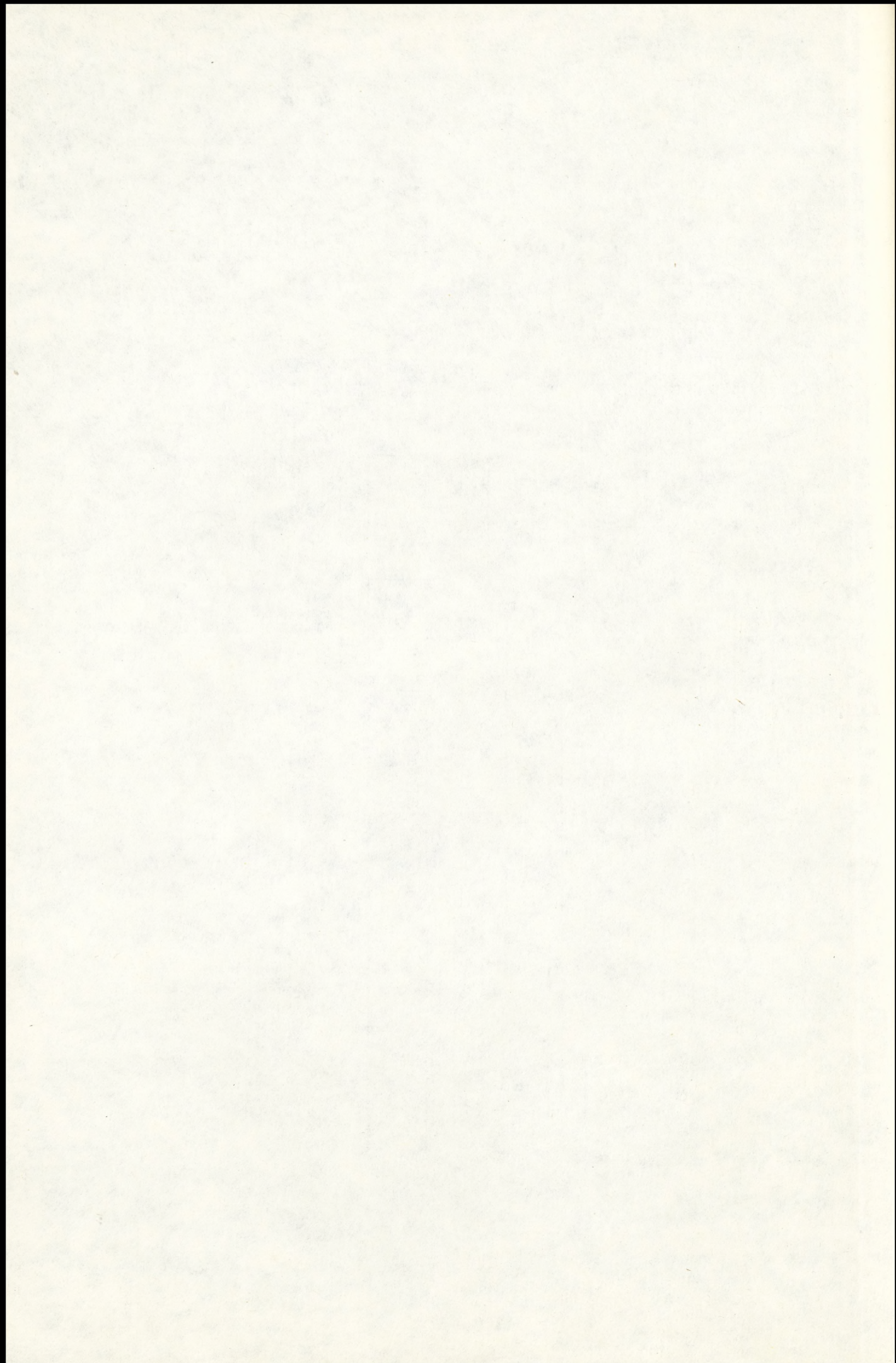


Rys. 1.1.2 Schemat przeciwdziałania radioelektronicznego.





Rys 1.2.1.1 Klasyfikacja zakłóceń.



CHARAKTERYSTYKA PODSTAWOWYCH URZADZEN ZAKŁOCAJACYCH STOSOWANYCH PRZEZ SRODKI NAPADU POWIETRZNEGO PANSTW NATO

Urządzenia zakłóceń czynnychUrządzenie AN/ALQ - 71

Urządzenie to przeznaczone jest do wytwarzania aktywnych zakłóceń zaporowych dla naziemnych stacji radiolokacyjnych. Umieszczone jest ono w zasobniku mającym trzy przedziały. W każdym z nich znajdują się po dwa nadajniki wraz ze swoimi antenami. Przedział pierwszy zakres 390-1550 MHz, przedział drugi 1550 - 5200 MHz, przedział trzeci 3900 - 6200 / o mocy 300 W/. Urządzenie to zostało wycofane z wyposażenia sił powietrznych Stanów Zjednoczonych. Znajduje się nadal w wyposażeniu amerykańskich sił lądowych oraz samolotów SF Danii i Francji.

Urządzenie AN/ALQ - 72

Przeznaczone do wytwarzania zakłóceń impulsowo-odzewowych dla stacji radiolokacyjnych. Zakres częstotliwości pracy 5,2 - 11 GHz, moc nadajnika 150 W. Stosowane jest głównie na samolotach lotnictwa taktycznego, w podwieszanych zasobnikach. Znaczna liczba tych nadajników znajduje się na wyposażeniu samolotów Izraela.

Urządzenie AN/ALQ - 76

Jest to nadajnik zakłóceń szumowych stacji radiolokacyjnych pracujących w systemie obrony powietrznej w paśmie częstotliwości 2 - 6 GHz. Nadajnik instalowany jest w podwieszanych zasobnikach na samolotach amerykańskich sił morskich EA-6A, A-4, EA-6B.

Urządzenie AN/ALQ - 94

Jest to urządzenie przeznaczone do emitowania fałszywych sygnałów, które po odebraniu przez stację radiolokacyjną przeciwnika powodują błędny pomiar współrzędnych celu. Przez-

naczone jest do zamontowania na samolotach F-111, FB-111 i EF-111. Pracuje w zakresie częstotliwości 2-12 GHz. Moc wyjściowa urządzenia przy pracy impulsowej wynosi 1 kW, przy pracy falą ciągłą - 100 W. Czas reakcji urządzenia - 100 ns.

Urządzenie AN/ALQ -99

Taktyczne urządzenie zakłóceń wykorzystywane przez samoloty typu EA-6B lotnictwa morskiego Stanów Zjednoczonych. Planuje się również montowanie tych urządzeń na samolotach EF-111A przeznaczonych do prowadzenia walki radioelektronicznej.

Urządzenie AN/ALQ - 99 może pracować w trzech rodzajach pracy:

- praca automatyczna - komputer automatycznie określa cele, które mają być zakłócanie i wydziela środki przeznaczone do ich zakłócania,
- praca półautomatyczna - komputer prowadzi selekcję ważności celów, a operator dalsze przedsięwzięcia wykonuje samodzielnie,
- praca ręczna - operator przeszukuje wyznaczone zakresy częstotliwości i wykonuje odpowiednie czynności w zależności od rodzaju i ważności celów przeznaczonych do zakłócania.

Urządzenie AN/ALQ - 99 składa się z następujących podzespołów:

- automatycznie przestrajanego odbiornika,
- komputera z urządzeniami towarzyszącymi,
- pięciu zasobników z aparaturą zakłócającą.

Każdy zasobnik zawiera :

- minikomputer, który może współpracować z jednostką centralną komputera głównego,
- urządzenie automatycznego dostrajania się do zakłócanej stacji radiolokacyjnej,
- generatory sygnałów zakłócających.

Zasobniki mogą być wykorzystywane do wytwarzania zakłóceń w pasmach częstotliwości różnych dla każdego zasobnika lub w pasmach się dublujących. Urządzenie AN/ALQ - 99 pracuje w siedmiu następujących pasmach częstotliwości :

- I 0,1 - 1 GHz
- II 0,5 - 1 GHz
- III 1,1 - 2,7 GHz
- IV 2,6 - 3,5 GHz
- V 4,3 - 7 GHz
- VI 7 - 10 GHz
- VII 10 - 18 GHz

Moc wyjściowa /na jedną wstęgę/ wynosi około 2 kW. Nadajniki wytwarzają zakłócenia szumowe, kombinowane, szerokopasmowe i wąskopasmowe. Urządzenie AN/ALQ - 99 jest częścią składową systemu zakłócającego ALA - 99.

Urządzenie AN/ALQ - 100

Jest to podstawowy nadajnik sygnałów zakłócających mylących, znajdujący się na wyposażeniu samolotów amerykańskich sił morskich. Przeznaczony jest do zakłócania pracy stacji radiolokacyjnych śledzenia celów powietrznych w zakresie częstotliwości 2-8 GHz. Moc wyjściowa urządzenia podczas pracy impulsowej wynosi 1 kW, a podczas pracy z falą ciągłą-50 W. Urządzenie montowane jest na samolotach typów A-4, A-7, F-4, A-6, F-14 lotnictwa morskiego.

Urządzenie AN/ALQ - 101

Urządzenie to emituje zakłócenia szumowe i imitujące w paśmie 2-12 GHz. Umieszczane jest w podwieszanym zasobniku. Znajduje powszechne zastosowanie w samolotach F-4 i RF-4.

Urządzenie AN/ALQ - 117

Urządzenie to jest nadajnikiem zakłóceń szumowych stacji radiolokacyjnych pracujących w paśmie częstotliwości 8,2-12,4 GHz. Znajduje się ono na wyposażeniu samolotów lotnictwa strategicznego Stanów Zjednoczonych B-52G i H oraz C-130.

Urządzenie AN/ALQ - 119

Przeznaczone jest do wytwarzania zakłóceń szumowych i mylących. Znajduje się ono na wyposażeniu samolotów F-4 sił powietrznych Stanów Zjednoczonych, RFN i Turcji. Pracuje

w paśmie częstotliwości 2-12 GHz. Do 1979 roku wyprodukowano około 1500 zasobników. Zastępuje starszy typ zasobników AN/ALQ-101, a jego następcą ma być zasobnik AN/ALQ-131.

Urządzenie AN/ALQ - 122

Urządzenie to jest przeznaczone do współpracy z ostrzegawczymi stacjami radiolokacyjnymi. Montowane jest na samolotach B-52G i H. Jest to pierwszy nadajnik ze sterowanym rozdziałem mocy sygnału zakłócającego.

Urządzenie AN/ALQ - 126

Urządzenie to jest ulepszoną wersją urządzenia AN/ALQ-100 /posiada szersze pasmo generowanych sygnałów/. Przeznaczone jest do emitowania fałszywych sygnałów powodujących błędny pomiar współrzędnych celu. Moc wyjściowa urządzenia ponad 1 kW przy pracy impulsowej /na jedną wstęgę/. Antena promieniuje wiązkę promieniowania fal elektromagnetycznych o szerokości 60° , która skierowana jest ku ziemi pod kątem 15° . Zakres częstotliwości 2-20 GHz. W przyszłości urządzenie to ma być zastąpione przez urządzenie ASPJ. Do 1979 roku dostarczono siłom morskim około 1000 zasobników.

Urządzenie AN/ALQ - 129

Jest to urządzenie zakłócające, pracujące w paśmie częstotliwości 8-20 GHz. Przewidziane jest do wykorzystania na samolotach lotnictwa morskiego Stanów Zjednoczonych /F-14, A-7/. Moc wyjściowa urządzenia wynosi ponad 1 kW przy pracy impulsowej.

Urządzenie AN/ALQ - 131

Urządzenie to, znane wcześniej jako QRC-559, jest kolejną generacją standardowego taktycznego urządzenia zakłócającego wchodzącego na wyposażenie samolotów sił powietrznych Stanów Zjednoczonych. Jest to urządzenie modułowe montowane w specjalnym zasobniku. Zestaw urządzenia składa się z ośmiu modułów. Urządzenie pracuje w dwóch rodzajach : zakłócanie i mylenie. Jest ono sterowane przez specjalnie zaprogramowany procesor.

Urządzenie można zestawić z różnej liczby modułów w zależności od liczby pasm częstotliwości, które będzie zakłócać /1-5 pasm/. Głównym podzespołem urządzenia AN/ALQ-131 jest odbiornik, montowany w postaci jednego bloku, przeznaczony do optymalizacji działania nadajników zakłócających. Odbiornik sterowany procesorem, poszukuje emisji radioelektronicznych w nakazanym do kontroli paśmie częstotliwości. Przechwycony sygnał jest następnie analizowany w celu określenia jego parametrów techniczno-operacyjnych. Procesor zapewnia dokładne dostrojenie do zakłócającej stacji oraz wypromieniowanie przez nadajniki zakłóceń optymalnej mocy, niezbędnej do zakłócenia danej stacji radiolokacyjnej. Unika się w ten sposób zbędnych strat energetycznych. Urządzenie to planowane jest jako podstawowy nadajnik zakłócający dla samolotów taktycznych Stanów Zjednoczonych oraz Danii i Holandii. Cena jednostkowa stosunkowo wysoka około 650 tysięcy dolarów. Docelowo siły powietrzne planują zakup około 650 zasobników z tym urządzeniem.

Urządzenie AN/ALQ - 135

Urządzenie to może generować zakłócenia impulsowe lub ciągłe. Sterowane jest przez komputer. Zakłóca stacje radiolokacyjne w paśmie częstotliwości 0,5-18 GHz. Przeznaczone jest do montowania na samolotach F-15.

Urządzenie AN/ALQ - 137

Jest to nadajnik zakłóceń mylących ze sterowanym rozdziałem mocy. Stosowany jest na samolotach FB-111, EF-111A. Pracuje w trzech zakresach częstotliwości: 2-4 GHz, 4-8 GHz, 8-20 GHz. Moc w impulsie wynosi 1 kW przy 4% cyklu pracy lub 100 W na fali ciągłej. Jest to ulepszona wersja nadajnika zakłóceń AN/ALQ-94. Prowadzone są badania nad możliwością użycia nadajnika zakłóceń zainstalowanego wewnątrz samolotu F-111.

Urządzenie AN/ALQ - 161

Przewidziane jako nadajnik zakłóceń dla bombowca B-1B. W chwili obecnej brak bliższych danych tego urządzenia.

Urządzenie AN/ALQ - 165

Urządzenie to jest montowane na samolotach F/A-18 i F-16. Rozszerzoną wersję tego urządzenia planuje się zmontować na samolotach EA-6B, A-6E i F-14. Wstępną produkcję urządzeń AN/ALQ-165 planowano po roku 1986. Urządzenie to ma generować sygnały zakłócające mylące i szumowe w zakresie pracy stacji radiolokacyjnych naprowadzania.

Zasobnik AQ - 31

Zasobnik produkcji szwedzkiej zawierający urządzenia zakłócające. Przeznaczony do montowania na samolotach typu VIGGEN. Zasobnik nie ma urządzenia odbiorczego. Sposób zakłócania jest z góry zaprogramowany. Nadajnik pokrywa pasma częstotliwości 0,5-1 GHz i 6-8 GHz. Częstotliwość może być modulowana w amplitudzie, częstotliwości lub przebiegami piłokształtymi.

Urządzenie DB - 3141

Jest to nadajnik zakłóceń szumowych pracujący w paśmie częstotliwości 5-10 GHz, przeznaczony do obrony indywidualnej samolotów myśliwskich MIRAGE sił powietrznych Francji. Montowany jest w zasobniku wspólnie z odbiornikiem sygnałów radiolokacyjnych i zespołu kontroli skuteczności zakłóceń. Zasobnik podwieszany jest pod skrzydłami samolotu.

Zasobnik 70

Zasobnik zawiera zautomatyzowane urządzenie zakłócające i mylące pracujące w paśmie 2,6-5,1 GHz oraz 8-10 GHz, które zapewnia wykrycie źródła promieniowania, ostrzeżenie załogi samolotu o promieniowaniu przez stację radiolokacyjną oraz podjęcie natychmiastowego przeciwdziałania radioelektronicznego. Urządzenie wyposażone jest w trzy anteny odbiorcze i trzy nadawcze. Każda z anten pokrywa sektor około 120° w płaszczyźnie horyzontalnej. Urządzenie może pracować w dwóch rodzajach pracy: zakłócanie i mylenie. W rodzaju pracy "zakłócanie"- częstotliwość nośna nadajnika jest modulowana sygnałem szumów o regulowanej szerokości pasma częstotliwości.

W rodzaju pracy "mylenie" - częstotliwość nośna jest modulowana impulsami dostarczonymi z urządzenia odbiorczego przez procesor wyposażony w linię opóźniającą. Powoduje to błędny odczyt odległości na wskaźnikach stacji radiolokacyjnych. Urządzenie przeznaczone jest dla samolotów F-104 sił powietrznych Włoch i RFN. W opracowaniu znajduje się ulepszona wersja tego urządzenia oznaczona EL-73 z przeznaczeniem dla samolotów TORNADO.

Urządzenie REMORA

Jest to pokładowe urządzenie zakłócające, przeznaczone do wykrywania i zakłócania stacji radiolokacyjnych kierowania ogniem. Główne zalety tego urządzenia to:

- małe wymiary i ciężar,
- duża sprawność,
- duża moc promieniowanych zakłóceń,
- układ antenowy o dużej sprawności,
- automatyzacja procesu dostrajania się do zakłócanej stacji radiolokacyjnej.

Urządzenie przewidziane jest do wyposażenia samolotów francuskich sił powietrznych typu JAGUAR.

Urządzenie ARI 23246/1

Urządzenie to jest nadajnikiem zakłóceń umieszczonym w zasobniku i przeznaczonym do użycia we wszystkich typach lotnictwa taktycznego Wielkiej Brytanii.

Urządzenie DB-3163

Urządzenie DB-3163 jest nadajnikiem zakłóceń umieszczonym w zasobniku i podwieszanym do samolotów wsparcia taktycznego. Nadajnik przeznaczony jest do osłony indywidualnej samolotu, poprzez zakłócenie stacji radiolokacyjnych kierowania ogniem broni pokładowej samolotów oraz naziemnych i okrętowych rakiet przeciwlotniczych.

SYSTEM RAPPORT

Jest to urządzenie radiolokacyjne ostrzegawcze i zakłócające z wykorzystaniem sterowanego rozdziału mocy. Przeznaczone

jest do wyposażenia samolotów MIRAGE-5B belgijskich sił powietrznych. Prawdopodobnie wejdzie na wyposażenie samolotów F-16.

Urządzenie AJAX

Urządzenie to jest nadajnikiem zakłóceń szumowych pracującym w paśmie 8-20 GHz. Umieszczone jest w podwieszonym zasobniku i przeznaczone dla samolotów JAGUAR, HARRIER, F-4K, TORNADO.

Urządzenie ALLIGATOR

Jest to nadajnik zakłóceń szumowych i mylących stosowany w podwieszonym zasobniku na samolotach MIRAGE-2000. Pracuje w zakresie częstotliwości 8-20 GHz.

Urządzenie EL - 70C/ EL - 73

Przeznaczone jest do rozpoznawania i zakłócania pracy stacji radiolokacyjnych systemu OP. Pracuje w zakresie częstotliwości od 2,6 - 16 GHz. W skład urządzenia wchodzi odbiornik rozpoznawczy i dwa nadajniki zakłóceń czynnych typu mylącego. Jeden nadajnik zakłóceń pokrywa zakresy częstotliwości 2,6-5,1 GHz i 7,5-10 GHz, a drugi-pasma 5,6-7,1 i 11,5-16 GHz. Nadajniki mogą pracować pojedynczo lub równocześnie i wówczas pokrywają całe pasmo częstotliwości 2,6-16 GHz. W tych pasmach mogą być zakłócanie stacje radiolokacyjne wykrywania i automatycznego śledzenia w kierunku odległości i prędkości. Urządzenie ma być montowane na samolotach myśliwskich i myśliwsko-bombowych sił powietrznych RFN oraz samolotach ALPHA JET.

Urządzenie AN/ALE - 24

Urządzenie to składa się z ośmiu pięciokanałowych elektromechanicznych rozrzutników o wydajności 10 paczek dipoli na sekundę każdy. Urządzenie to może rozrzucać także pozorne cele termiczne zwane flarami ^{10/}. Wchodzi on w skład wyposażenia samolotów B-52 /na każdym skrzydle po cztery rozrzutniki/.

10/ FLAR - z języka angielskiego /bomba oświetlająca/

Urządzenie AN/ALE - 27

Podobnie jak urządzenie AN/ALE - 24 składa się z ośmiu elektromechanicznych rozrzutników o wydajności po 10 paczek dipoli na sekundę każdy. Wchodzi ono w skład wyposażenia samolotów B-52 /po 4 urządzenia po obu bokach ogonowej części kadłuba/.

Urządzenie AN/ALE - 29

Jest to urządzenie przeznaczone do osłony radioelektronicznej samolotów przed pociskami z radiolokacyjnymi i podczerwonymi układami kierowania. Do tego celu stosuje się ładunki dipoli RR-129 i RR-144 oraz pułapki podczerwone MK-46 i MK-47. Przystąpiono do wymiany tych wyrzutni na nowszą wersję typu AN/ALE-39. Na samolocie instaluje się dwie wyrzutnie; każda z nich zawiera 30 ładunków dipoli lub flar. Wyrzutnie tego typu znajdują się na wyposażeniu samolotów F-14, A-6, EA-68.

Urządzenie AN/ALE - 38

Urządzenie to przeznaczone jest do stosowania zakłóceń pasywnych przy użyciu pasków folii aluminiowej lub włókien szklanych pokrytych warstwą aluminiową. Jest to ulepszona wersja urządzenia ALE-2, opracowana dla samolotów bezpilotowych AQM-34G/H. Wyrzutnia AN/ALE-38 ma postać zasobnika podwieszono pod samolotem, zawierającego ładunek folii o wadze około 150 kg. W pojemniku znajduje się 6 rolek folii dla zakresu 0,1-10 GHz. Każda rolka zawiera 30 m taśmy o szerokości 31,75 cm i grubości 0,25 mm. Grubość warstwy prowadzącej 0,005 mm. Urządzenie znajduje się na wyposażeniu samolotów F-100D, J-35 DRAKEN, F-104, F-4 /C, D, E/.

Urządzenie AN/ALE - 39

Wyrzutnia ta przeznaczona jest do osłony indywidualnej samolotów. W ciągu najbliższych kilku lat prawdopodobnie będzie podstawowym urządzeniem zakłócającym. Wyrzutnia AN/ALE-39 umożliwia wyrzucanie dipoli, flar oraz szumowych urządzeń zakłócających jednorazowego użytku /urządzenia te

aktualnie znajdują się w opracowaniu/. Ładunki mogą być odpalane ręcznie przez pilota lub automatycznie z wykorzystaniem pokładowego urządzenia ostrzegawczego. Przy odpalaniu ręcznym pilot może stosować środki zakłóceń w poszczególnych etapach wykonywania zadań bojowych. Wyrzutnia składa się z trzech sekcji zawierających po 10 ładunków dipoli, flar i źródeł zakłóceń szumowych jednorazowego użytku. Łącznie mieści się w niej 30 ładunków różnych typów. Na samolocie instaluje się po dwie wyrzutnie o łącznej pojemności 60 ładunków. Urządzenie sterowania i kontroli pozwala na realizację 9 różnych programów odpalania : pojedynczo, salwami, o różnych odstępach czasowych, oddzielnie z każdej sekcji lub salwami z każdej sekcji. Wyrzutnie te wprowadzane są na miejsce przestarzałych AN/ALE - 29. Urządzenie AN/ALE - 39 może znajdować się na wyposażeniu samolotów: F-14, AV-8B, A-6, A-7, F-18, EA-6B.

urządzenie AN/ALE - 40

Urządzenie to jest podstawowym środkiem obrony indywidualnej samolotów znajdujących się na uzbrojeniu sił powietrznych Stanów Zjednoczonych oraz niektórych samolotów sił powietrznych Holandii i Grecji.

Na samolocie F-4 znajdują się 4 wyrzutnie instalowane w gondoli do podwieszania uzbrojenia, z których każda zawiera 30 ładunków dipoli RR-170A/AL /łącznie na samolocie znajduje się 120 ładunków/. Drugi wariant obejmuje dwie wyrzutnie dipoli i dwie wyrzutnie flar /łącznie 60 ładunków dipoli i 30 ładunków flar/. Na samolocie F-5E stosuje się zespół dwóch wyrzutni zablokowanych, podwieszanych pod kadłubem samolotu, które dysponują 60 ładunkami dipoli lub flar albo 30 ładunkami dipoli i flar. Najnowsza wersja AN/ALE-40/MOD montowana jest w kadłubie samolotu F-16. Inną wersję tego urządzenia, oznaczoną AN/ALQ-40N, opracowano dla samolotów NF-5 holenderskich sił powietrznych. We wszystkich typach wyrzutni AN/ALE - 40 stosowane są ładunki dipoli RR-170A9AL umieszczone w pojemnikach plastikowych o przekroju 2,46 x 21 cm. Paczki dipoli są wyrzucane pod ciśnieniem gazów powstałych w wyniku wybuchu ładunku pirotechnicznego. W każdym ładunku znajduje się 10

paczek dipoli o 6 różnych długościach / w zależności od częstotliwości w granicach 2-18 GHz. Nosicielami urządzenia AN/ALE - 40 mogą być samoloty typów: CF-5, NF-5, RF-4E, EF-111, F-16, F-104, F-4 C/D/E, F-4G, A-10.

Urządzenia AN/ALE - 41

Jest to wyrzutnia o podobnym przeznaczeniu i konstrukcji jak AN/ALE - 38. W pojemnikach znajduje się 6 ładunków folii o masie 20 kg każdy.

Rozrzucanie folii może odbywać się według wcześniej ustalonego programu realizowanego przez pilota lub automatycznie przy współpracy z pokładowym urządzeniem rozpoznawczym AN/AIQ - 87, /jak ma to miejsce w przypadku samolotu EA - 6A/.

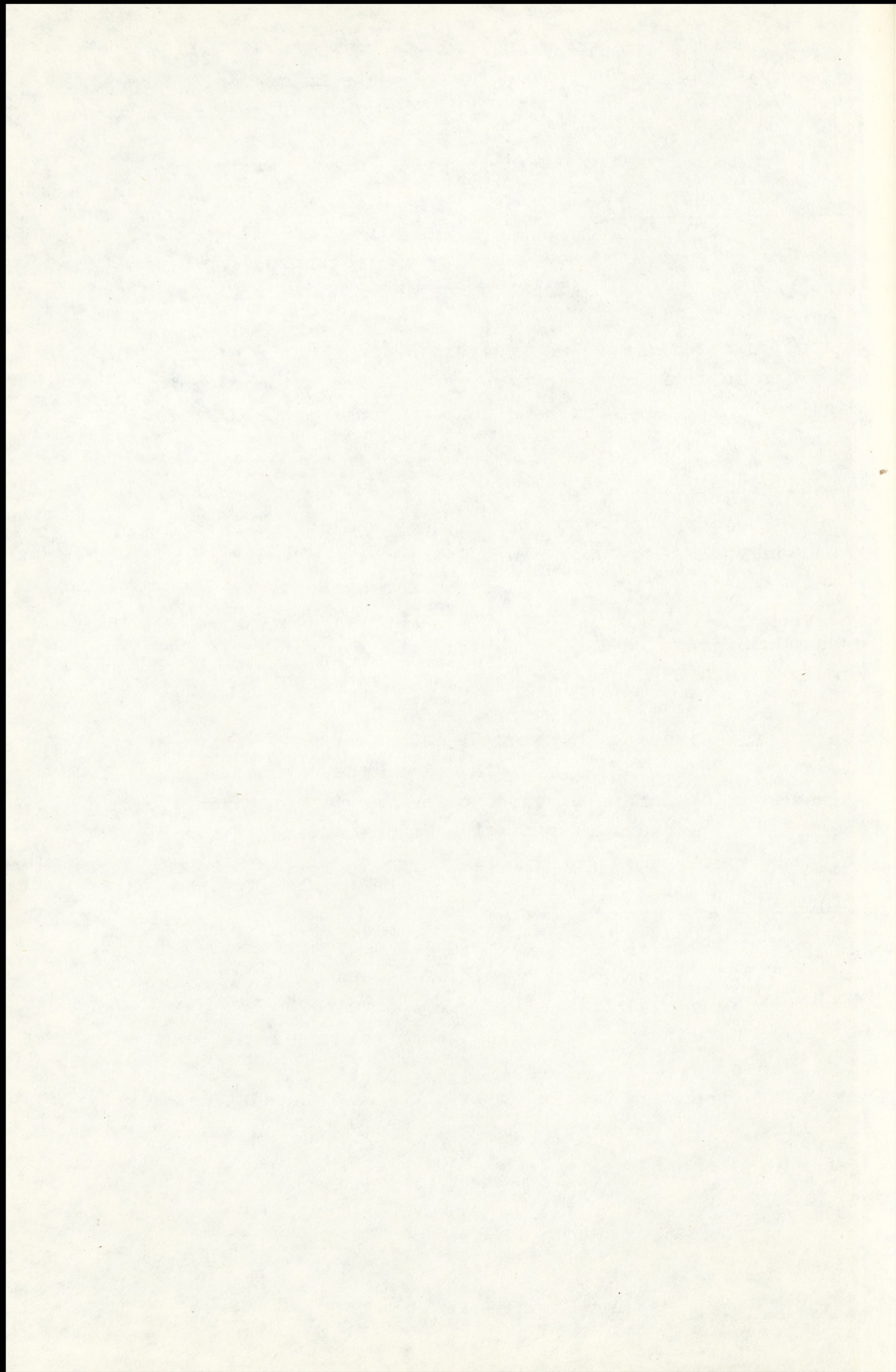
Urządzenie AN/ALE - 43

Jest jednym z najnowocześniejszych urządzeń tego typu znajdujących się na uzbrojeniu lotnictwa państw NATO. W urządzeniu tym po raz pierwszy zastosowano automatyczne cięcie dipoli zakłócających o określonej długości według danych urządzeń rozpoznania radioelektronicznego. Ma ono możliwość wytwarzania obłoku dipoli maskującego efektywnie obiekt powietrzny w zakresie częstotliwości od 250 MHz do 20 GHz.

Szybkość cięcia dipoli 4,6 kg/s, co dla wyższych zakresów częstotliwości odpowiada ilości 10^7 dipoli na sekundę. Urządzenie ma budowę kontenerową i mocowane jest na zewnętrznych węzłach podwieszania uzbrojenia samolotu. Średnica zasobnika wynosi 48 cm, długość-422 cm, a ciężar-242, 6 kg.

Urządzenie AN/ALE - 44

Wyrzutnia ta została skonstruowana do wyrzucania paczek dipoli odbijających i flar przy dużych /naddźwiękowych/ prędkościach samolotu nosiciela. Wykorzystywane ma być przede wszystkim na samolotach bezpilotowych. W urządzeniu stosuje się standardowe ładunki dipoli RR-129 i flary MK-46. W zestaw urządzenia wchodzi: blok sterowania i dwa zasobniki mocowane pod skrzydłami samolotu. Pojemność każdego zasobnika wynosi 32 ładunki dipoli lub flar.

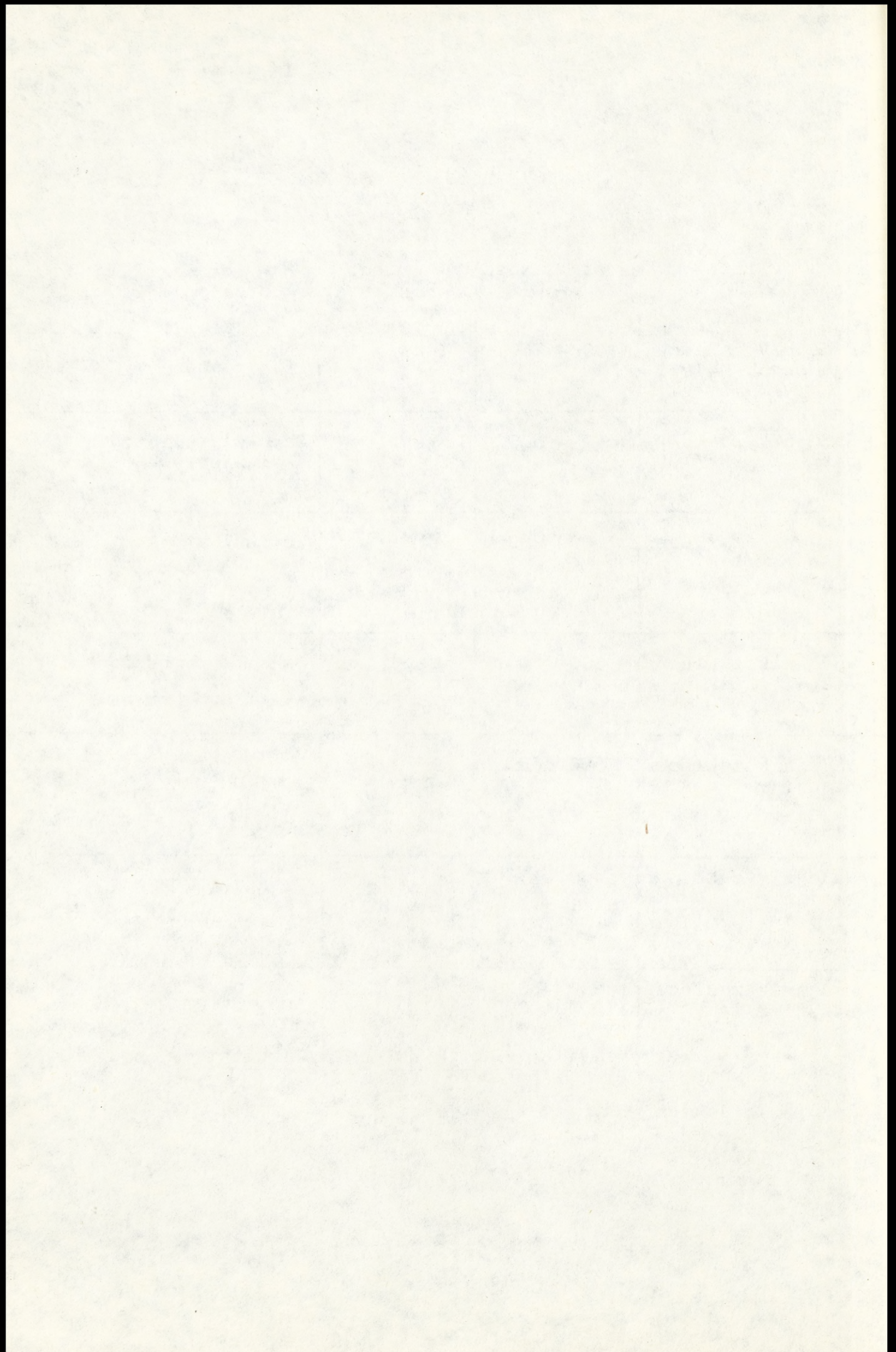


Rys.1.3.3.1.

CHARAKTERYSTYKA NIEKTÓRYCH TYPÓW AMERYKAŃSKICH NADAJNIKÓW
ZAKŁÓCEŃ JEDNORAZOWEGO UŻYTKU

Nazwa i przeznaczenie	Częstotliwość /MHz/	Moc /W/	Czas pracy /min/	Środek przenoszenia
Nadajnik zakłóceń szumowych T-1219	30 - 250	10	5	Samolot z wyrzutnią AN/ALE-29,30 /zrzut na spadochronie/
Nadajnik zakłóceń stacji r/lok.	1500 - 5000	1000 /w imp./	10	Samoloty pilotowane i bezpilotowe /zrzut na spadochronie/
Nadajnik zakłóceń stacji r/lok.	10000-20000	x	x	Pociski artyleryjskie i samoloty z wyrzutniami /opadanie na spadochronie/
Nadajnik zakłóceń stacji r/lok.	500-1000	x	x	Samolot wyposażony w wyrzutnię dipoli typu AN/ALE-2
Nadajnik zakłóceń stacji r/lok.	500-1000	90	x	Środek bezpilotowy MAXI-DECOY - 1 startujący z samolotu
Nadajnik zakłóceń stacji r/lok.	4000-6000	250	x	Środek bezpilotowy MAXI-DECOY - 2 startujący z samolotu
Nadajnik zakłóceń stacji r/lok.	2000-3000 3000-4000	x	5	Samolot-rakieta PROPELLER-DECOY- 2 startujący z samolotu - nosiciela

x - brak danych



Charakterystyka układów przeciwzakłóceńowych wykorzystywanych we współczesnych stacjach radiolokacyjnych.

Istnieje wiele układów powodujących zmniejszenie stopnia oddziaływania zakłóceń czynnych na stacje radiolokacyjne. Można je podzielić na kilka grup:

1. Układy automatycznej regulacji wzmocnienia /NARW, SZARW/;
2. Selektory wykorzystujące różnice w parametrach czasowych sygnałów impulsowych /układy koincydencji/;
3. Układy "diversity częstotliwości";
4. Układy kompensacji wpływu listków bocznych;
5. Autokompensatory zakłóceń szumowych.

Układ natychmiastowej automatycznej regulacji wzmocnienia /NARW/

Podczas pracy układu, średnie wzmocnienie szumów na wyjściu powinno pozostać na stałym poziomie. Układ wypracowuje napięcie regulacyjne w obwodzie ujemnego sprzężenia zwrotnego w przypadku, gdy na wyjściu odbiornika pojawi się impuls o czasie trwania $/t_{i2}/$ większym od czasu trwania impulsu sondującego $/t_{i1}/$ oraz zbyt dużej amplitudzie.

Bardzo często układ współpracuje z obwodami różniczkującymi RC i powinien odpowiadać następującym warunkom:

- powinien mieć duży współczynnik wzmocnienia dla sygnałów o małej amplitudzie,
- czas działania powinien być bardzo krótki.

Szumowa automatyczna regulacja wzmacnienia /SZARW/

Układ chroni odbiorniki stacji radiolokacyjnych przed przesterowaniem podczas oddziaływania zakłóceń szumowych na RLS. Utrzymany jest stały stosunek sygnału użytecznego do szumu na wyjściu odbiornika, przy wzroście amplitudy sygnału szumowego na wyjściu.

Wypracowywane jest napięcie regulacyjne w pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego, którego amplituda jest proporcjonalna do średniego poziomu szumów. Funkcję tę może spełniać układ ARW, którego działanie uzależnione jest od średniej wartości szumów oraz odpowiednio wykorzystywana ręczna regulacja wzmacnienia odbiornika /RRW/. RRW może być wykorzystywana szczególnie w procesie dokonywania namiaru na średni azymut sektora zakłóceń szumowych, co jest niezbędne do określenia miejsca znajdowania się źródła zakłóceń.

Zmniejszenie wzmacnienia odbiornika pozwala na zmniejszenie wymiarów kątowych sektora zakłóceń, co pozwala bardzo precyzyjnie określić średni azymut zakłóceń szczególnie w stacjach radiolokacyjnych nie posiadających układów pelengu.

Układy koincydencji ^{18/}

Układy te pracują jako selektory sygnałów impulsowych różniących się między sobą parametrami czasowymi. W przypadku występowania zakłóceń impulsowych o czasie trwania większym od t_i i częstotliwości powtarzania różniącej się od f_p stacji radiolokacyjnej, następuje tłumienie tych impulsów. Układy te mogą występować pod nazwą filtra zakłóceń niesynchronicznych, układów TZN /tłumienia zakłóceń niesynchronicznych/ lub układu koincydencji.

18/ Koincydencja - jednoczesność dwóch /lub więcej/ zjawisk fizycznych, często wykrywana na podstawie jednoczesności zjawienia się impulsów elektrycznych. Koincydencję impulsów elektrycznych wykorzystuje się do stwierdzenia jednoczesności zdarzeń lub istnienia między nimi określonego przesunięcia czasowego. Leksykon naukowo-techniczny wyd. WNT W-wa 197 s.210.

Zastosowanie układu jest możliwe w przypadku zakłóceń impulsowych imitujących fałszywe cele oraz w przypadku wzajemnego zakłócania się stacji radiolokacyjnych. Poprawa skuteczności działania układu jest możliwa przy powszechnym zastosowaniu cyfrowego opracowania sygnałów radiolokacyjnych.

Układy "diversity częstotliwości" 19/

Układy te stanowią połączenie kilku układów nadawczo-odbiorczych pracujących na różnych częstotliwościach, z określonymi zależnościami czasowymi. Fluktuacje impulsów echa w obu kanałach są od siebie niezależne statystycznie, jeżeli różnica częstotliwości Δf jest zgodna z zależnością

$$\Delta f / \text{MHz} / = \frac{137}{D / \text{m} /}$$

gdzie: Δf - różnica częstotliwości /częstotliwość rozstawu/ w MHz,

D - wymiar liniowy obiektu powietrznego w m.

Działanie tego układu powoduje zwiększenie niezawodności pracy stacji radiolokacyjnej, zasięgu, odporności na zakłócenia czynne i bierne oraz poprawę wyróżnialności sygnału echa na tle szumów, dzięki dodatkowej obróbce sygnału echa w zespole diversity.

19/ frequency diversity - z jęz.ang. rozstaw częstotliwości radiolokatorów.

Układy przestrajania

Zmiana częstotliwości roboczej jest jednym z podstawowych czynników zmniejszających skuteczność oddziaływania zakłóceń szumowych na RLS.

Zakłócanie wielu stacji radiolokacyjnych pracujących w różnych pasmach częstotliwości jest stosunkowo trudne, zwłaszcza gdy istnieje możliwość ich przestrajania. Niezbędne jest spełnienie warunku, aby przejście na częstotliwość zapasową odbywało się bardzo szybko - to znaczy tak, aby nieprzyjaciel /jego urządzenia zakłócające/ nie zdążył natychmiast zareagować na te zmiany.

W stacjach radiolokacyjnych przestrajanych wyróżnia się następujące sposoby przestrajania:

- przestrajanie ręczne;
- płynne przestrajanie automatyczne /ciągła zmiana częstotliwości nośnej/;
- od impulsu do impulsu;
- zmiana częstotliwości roboczej co obrót anteny.

Efektywność poszczególnych metod zmiany częstotliwości roboczej zależy od stopnia wyszkolenia obsługi RLS oraz sposobów działania środków napadu powietrznego. Przestrajanie RLS powinno być wykonywane w momencie najbardziej dogodnym, czyli bezpośrednio przed opromieniowaniem celu przez listek główny charakterystyki /z uwzględnieniem obrotów anteny/. Uchwycenie tego momentu winno stać się nawykiem w pracy operatorów stacji radiolokacyjnych.

Dotyczy to oczywiście metod ręcznego przestrajania RLS. Najlepsze rezultaty uzyskuje się przy ciągłym przestrajaniu RLS od impulsu do impulsu oraz przy przestrajaniu pod wpływem zakłóceń /impulsy sterujące przestrajaniem wypracowane są przez układy wykrywania zakłóceń szumowych/.

Układy kompensacji wpływu listków bocznych /KLB/

Układ KLB pozwala na wyselekcjonowanie spośród wszystkich odebranych sygnałów tych, które odbierane są przez listek główny anteny. W przypadku stosowania zakłóceń czynnych, włączenie układu powoduje znaczne zmniejszenie obszaru rozjaśnionego na ekranie wskaźnika, zwiększając możliwość wykrycia sygnału użytecznego.

Autokompensatory zakłóceń szumowych

Układ autokompensatora umożliwia tłumienie zakłóceń szumowych odbieranych listkami bocznymi charakterystyki anteny głównej RLS.

Praca autokompensatora oparta jest na sumowaniu sygnałów zakłóceń szumowych, które mają przeciwną fazę i tę samą amplitudę na wejściu sumatora. Sumowanie to jest możliwe dzięki istnieniu pętli sprzężenia zwrotnego. Ponieważ zakłócenia szumowe odbierane przez anteny zmieniają się w sposób przypadkowy, parametry układu sprzężenia zwrotnego muszą się również zmieniać, przy czym zmiana parametrów sprzężenia zwrotnego musi być ściśle skorelowana ze zmianą zakłóceń i uwzględniać możliwość odbioru zakłóceń z kilku źródeł. W autokompensatorze pętla sprzężenia zwrotnego spełnia funkcję korelacji, jeżeli w układzie realizowane są następujące zadania: - wymnożenie sygnałów odebranych przez poszczególne kanały, co pozwala na zmianę wartości współczynnika sprzężenia zwrotnego; - integracja przyjmowanych sygnałów, co pozwala eliminować zakłócenia pochodzące od kilku źródeł.

Powyższe funkcje spełnia układ zwany korelatorem.

Dla poprawienia efektywności tłumienia zakłóceń szumowych przez autokompensator buduje się je w układach wielokanałowych. Najczęściej spotykany jest autokompensator trzykanałowy, gdzie jako kanał pomocniczy wykorzystuje się między innymi kanał tłumienia listków bocznych.

Uodparnianie impulsowych stacji radiolokacyjnych na zakłócenia bierne osiąga się najczęściej poprzez wykorzystanie międzyokresowej kompensacji odbić od chmury dipoli.

Tłumienie zakłóceń biernych jest możliwe przy zastosowaniu układów koherentno-impulsowych tłumienia ech stałych, zwanych układami TES. Sposób rozwiązania układów TES w stacjach radiolokacyjnych różnych typów różni się od siebie nieznacznie. W większości przypadków mamy do czynienia z układami pseudo-koherentnymi, w których występuje wtórny generator drgań koherentnych w postaci heterodyny koherentnej. Oprócz układów TES duże efekty w tłumieniu zakłóceń biernych uzyskuje się poprzez stosowanie układów regulacji wzmocnienia odbiornika /najczęściej zasięgowej automatycznej regulacji wzmocnienia ZARW/, zwiększenie rozróżnialności w odległości /wykorzystanie kompresji impulsów/, stosowanie odbiorników o charakterystyce liniowo-logarytmicznej oraz poprzez zmianę polaryzacji fali generowanej.

Stopień tłumienia zakłóceń biernych przez wymienione powyżej układy jest różny. Większość współczesnych stacji radiolokacyjnych posiada te układy i są one wykorzystywane w zestawie układów przeciwzakłóceńowych.

Poniżej zostanie przedstawiona krótka charakterystyka układów zmniejszających stopień oddziaływania zakłóceń biernych, które znajdują zastosowanie w stacjach radiolokacyjnych, będących na wyposażeniu wojsk radiotechnicznych.

Układ ZARW /ZRW/

Zabezpiecza stały poziom sygnału wejściowego odbiornika w przypadku przyjścia sygnałów odbitych od obiektów znajdujących się na różnych odległościach od stacji. Układ wypracowuje napięcie, którego amplituda i zmiana w czasie mogą być regulowane przez obsługę stacji radiolokacyjnej.

Układ TES

Układ ten ma za zadanie wytłumić sygnały pochodzące od obiektów radiolokacyjnych stałych i wolno poruszających się. Układ może działać w całym obszarze obserwacji stacji radiolokacyjnej lub w określonym sektorze obserwacji i pierścieniu odległości wybranym przez obsługę stacji radiolokacyjnej. W stacjach radiolokacyjnych produkcji radzieckiej układ ten występuje pod nazwą układu selekcji celów ruchomych /SCR/. Oprócz różnych rozwiązań układów /łącznie z wprowadzeniem układów cyfrowych /rozdziela się dwie podstawowe fazy w procesie tłumienia ech stałych i wolno poruszających się:

- wyróżnienie sygnałów odbitych od obiektów ruchomych spośród sygnałów odbitych od obiektów stałych i wolno poruszających się;
- tłumienie sygnałów odbitych od obiektów stałych i wolno poruszających się.

Układy TES rozwijają się najbardziej dynamicznie ze względu na konieczność zapewnienia bezpieczeństwa w różnych warunkach atmosferycznych i przy dowolnym ukształtowaniu terenu w rejonie lotniska oraz ze względu na przypuszczalne działanie środków napadu powietrznego nieprzyjaciela na małych wysokościach. Zapewnienie dużej doskonałości działania układów TES możliwe jest dzięki powszechnemu wykorzystaniu układów cyfrowych.

Układy wyróżniania wg polaryzacji sygnału odbitego

Niektóre obiekty będące źródłem zakłóceń pasywnych mają charakterystyczne właściwości /jeżeli chodzi o polaryzację odbitych sygnałów/, np.: krople deszczu. Jak wiadomo, fala elektromagnetyczna o polaryzacji kołowej, zostaje odbita od obiektu kulistego, również z polaryzacją kołową lecz o przeciwnym kierunku.

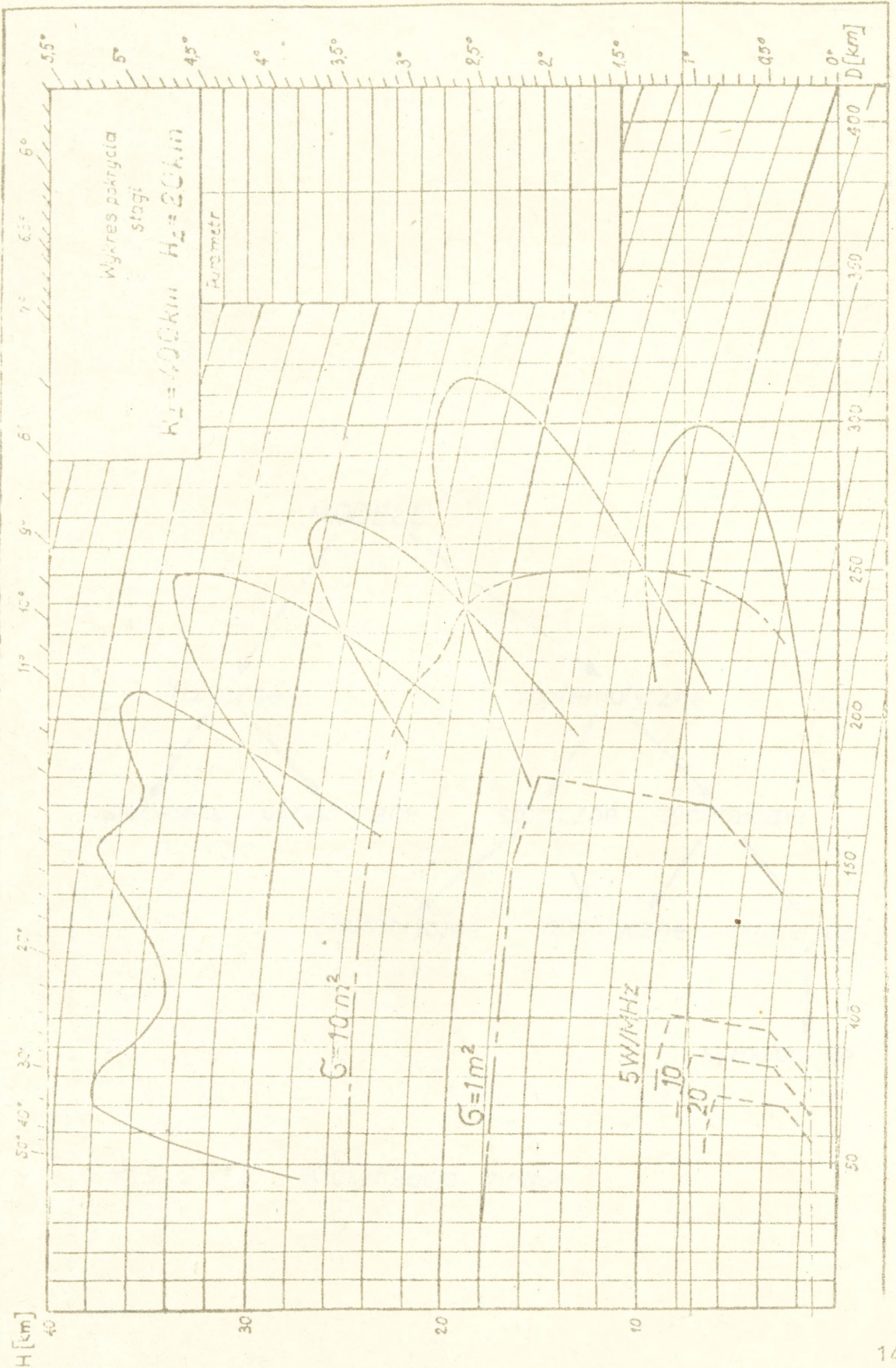
Ponieważ ta sama antena jest stosowana zarówno do wypromie-

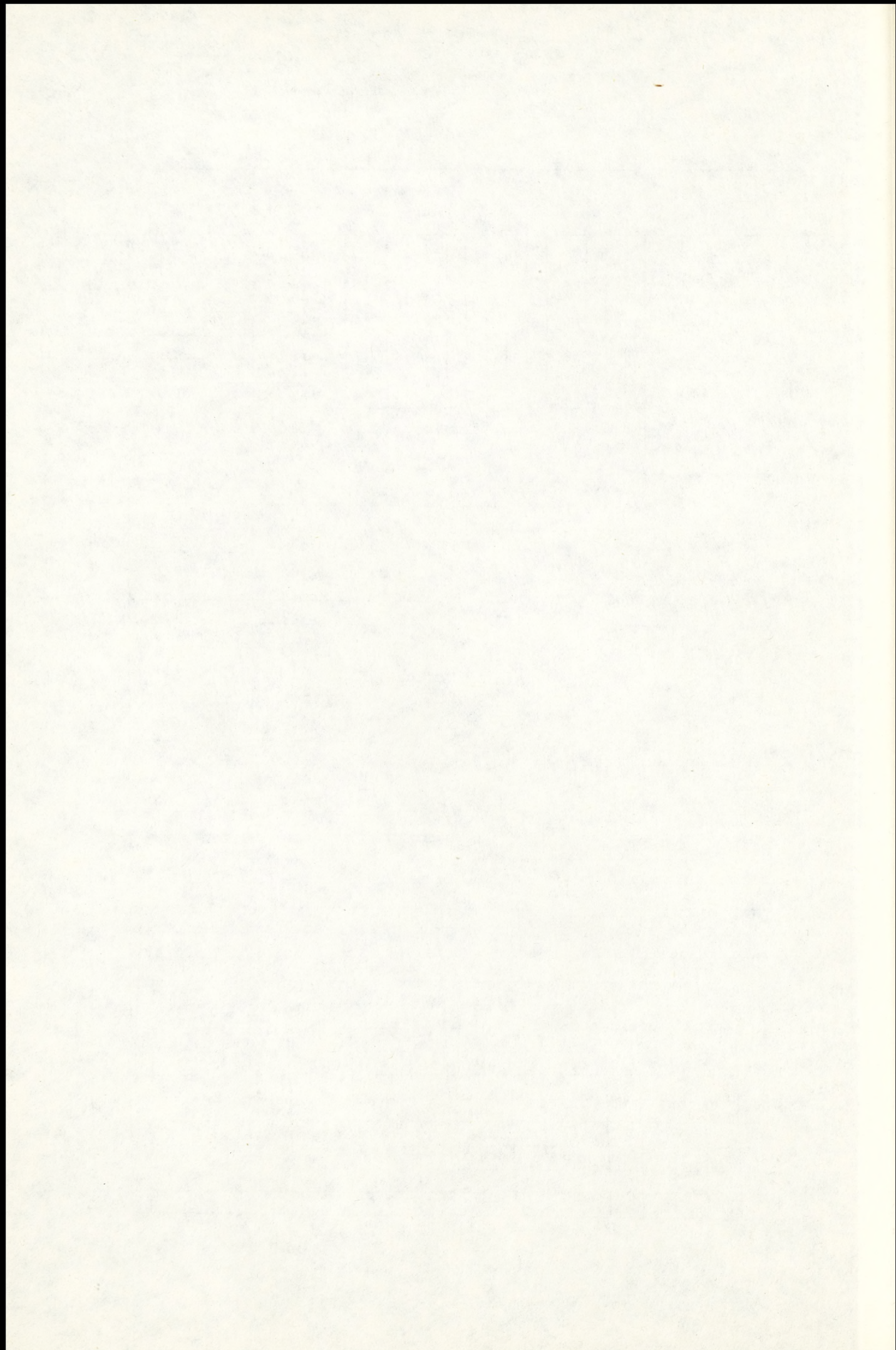
niowania impulsu sondującego jak i odbioru impulsu echa, istnieje możliwość intensywnego tłumienia zakłóceń pochodzących od deszczu i chmur w porównaniu z sygnałem użytecznym /rzędu 6-8 dB/.

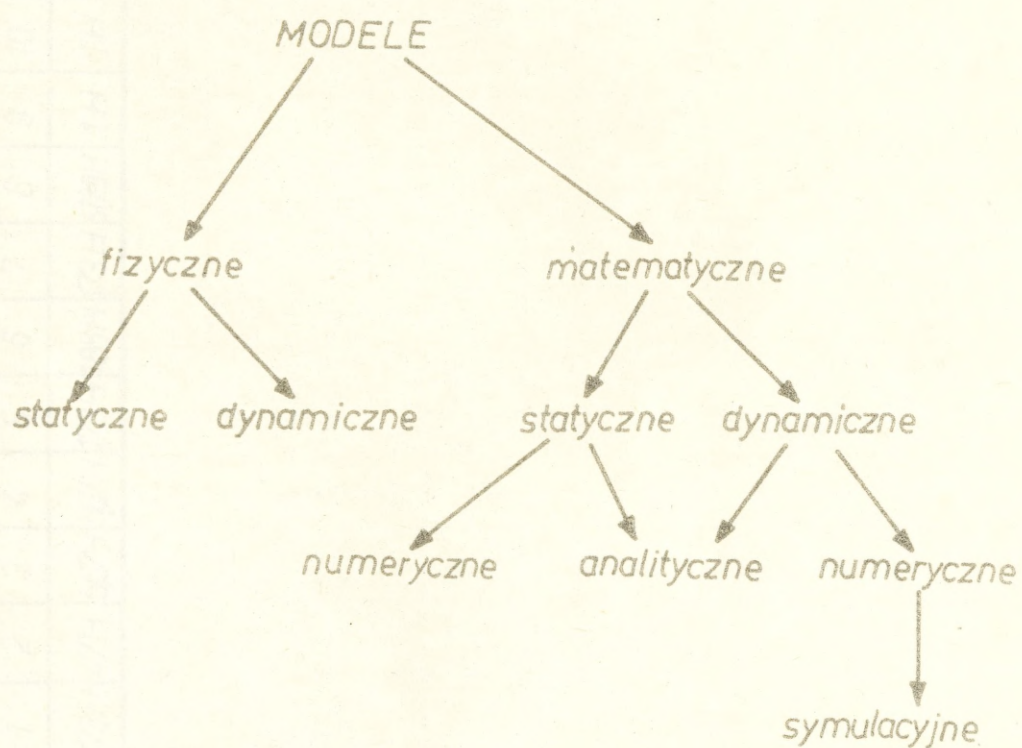
Wzmacniacze z charakterystyką liniowo-logarytmiczną

Układy te umożliwiają normalną pracę odbiornika w warunkach zakłóceń o dużej amplitudzie. W zakresie stałych sygnałów wzmocnienie wzmacniacza jest wprost proporcjonalne do amplitudy sygnału wejściowego. Dla silnych sygnałów charakterystyka ma przebieg logarytmiczny i sygnały te są bardzo mocno stłumione.

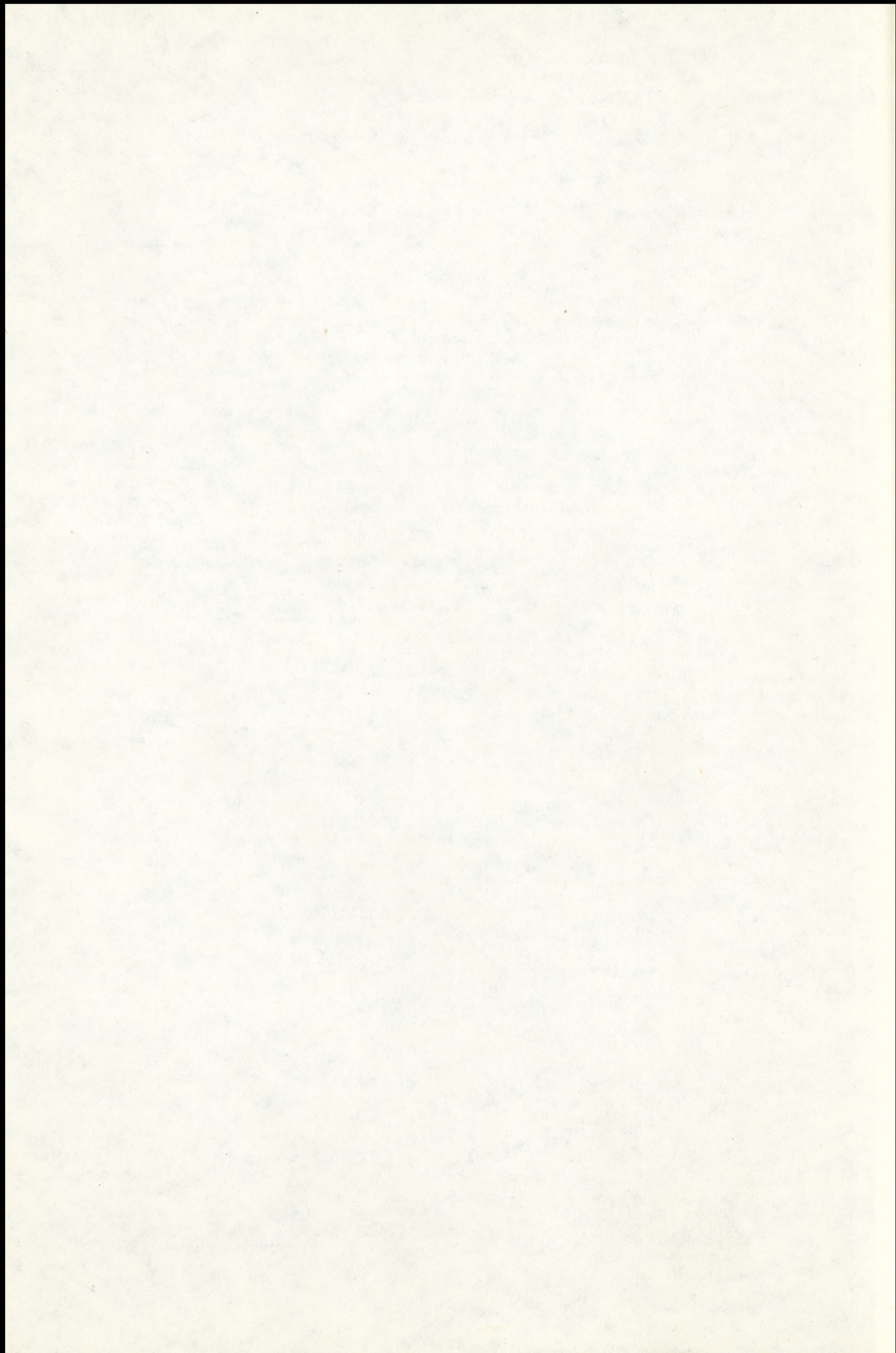
Dopuszczalny zakres dynamiczny sygnałów wejściowych powyżej 100 dB. Poziom sygnału wyjściowego może być regulowany w zakresie od 3-40 dB.





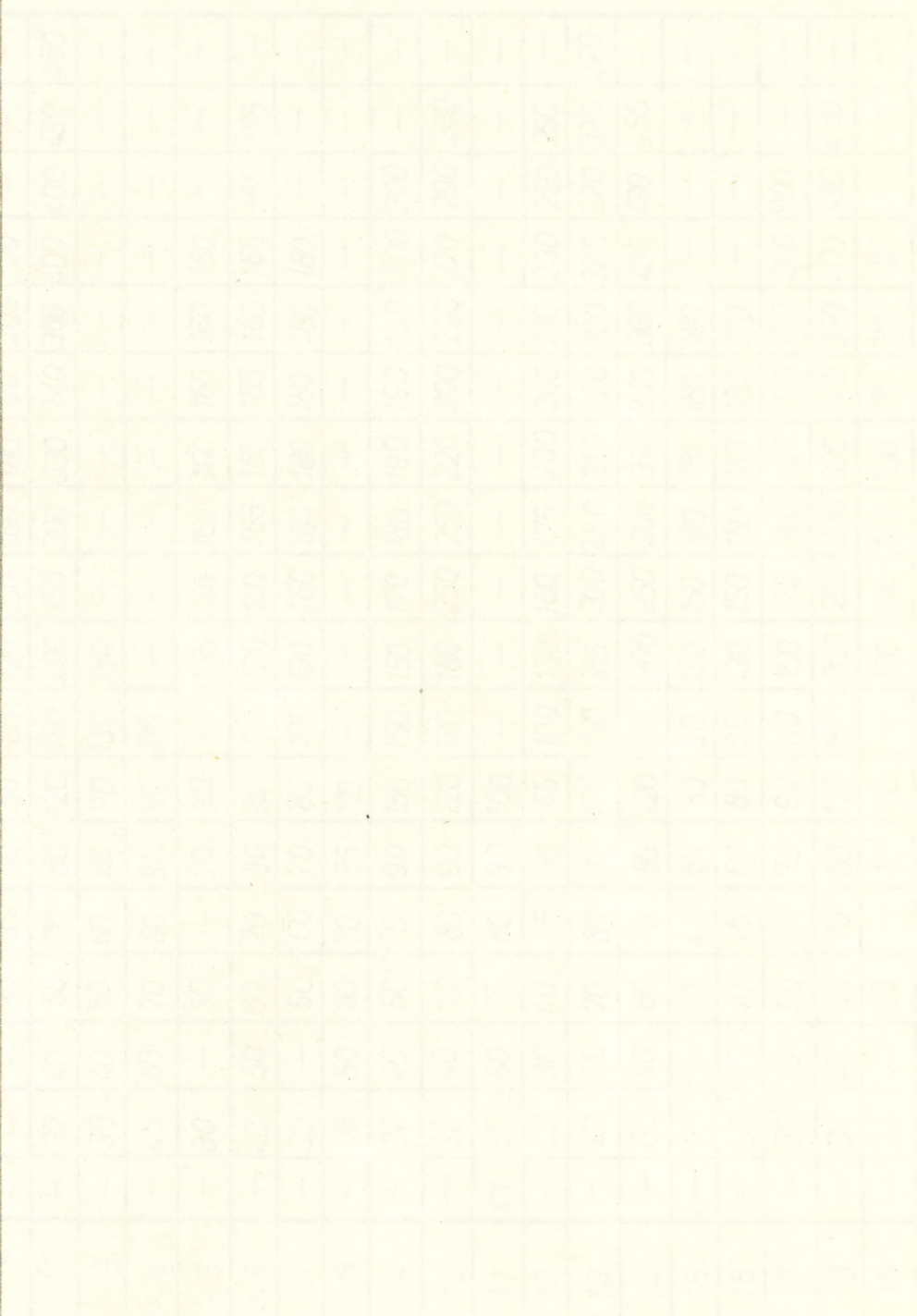


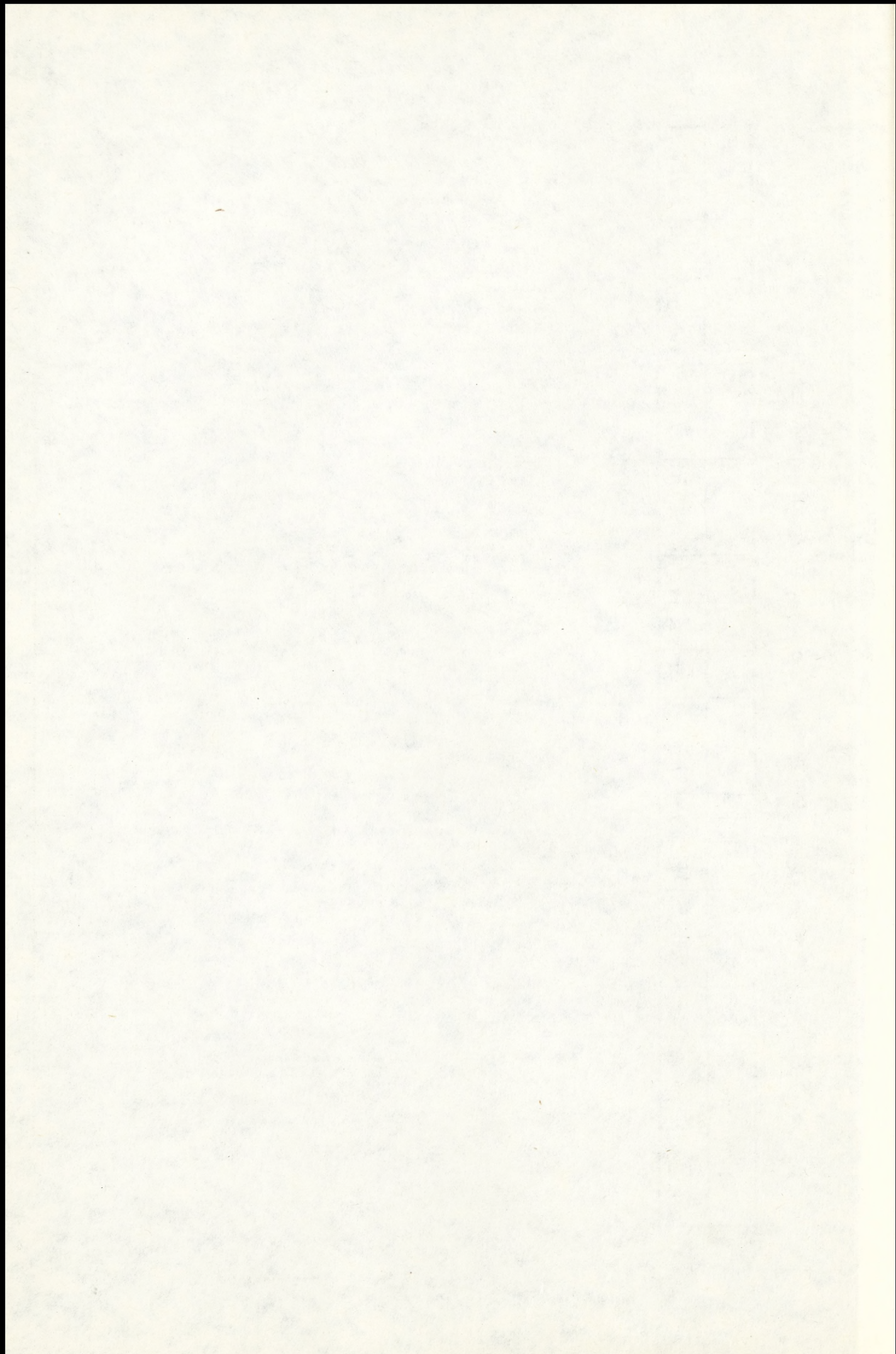
Rys. 2.3.1.2 Klasyfikacja modeli.



Rys. 2.3.13 Wielkość stożka martwego RLS R_{min} w funkcji wysokości

Typ RLS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Promień stożka martwego $R_{min} = f(H)$	173H	47H	567H	567H	173H	188H	173H	5129H	1H	1H	14,3H	173H	1H	4,7H	188H	188H	1H	4,7H	14H

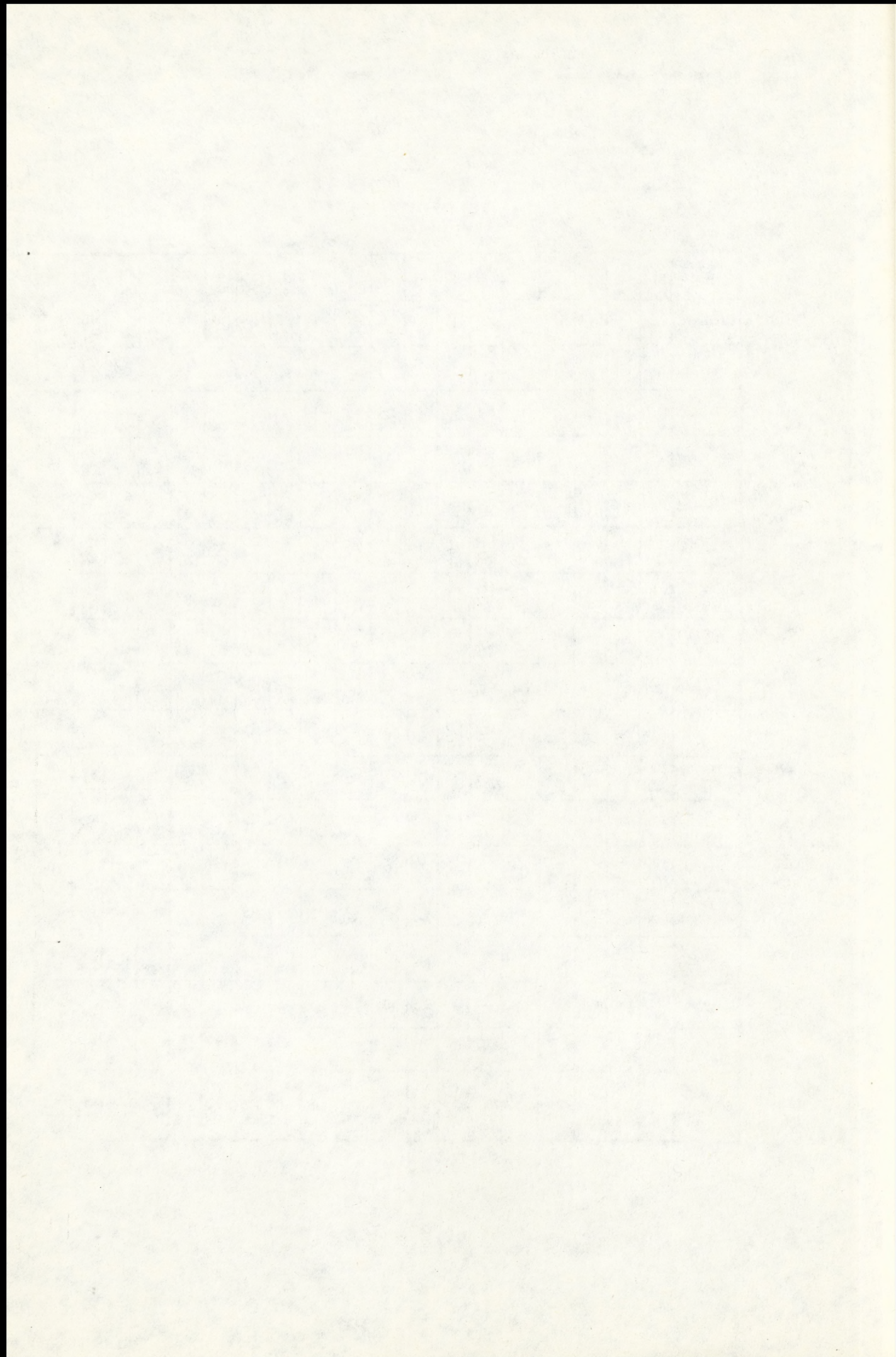




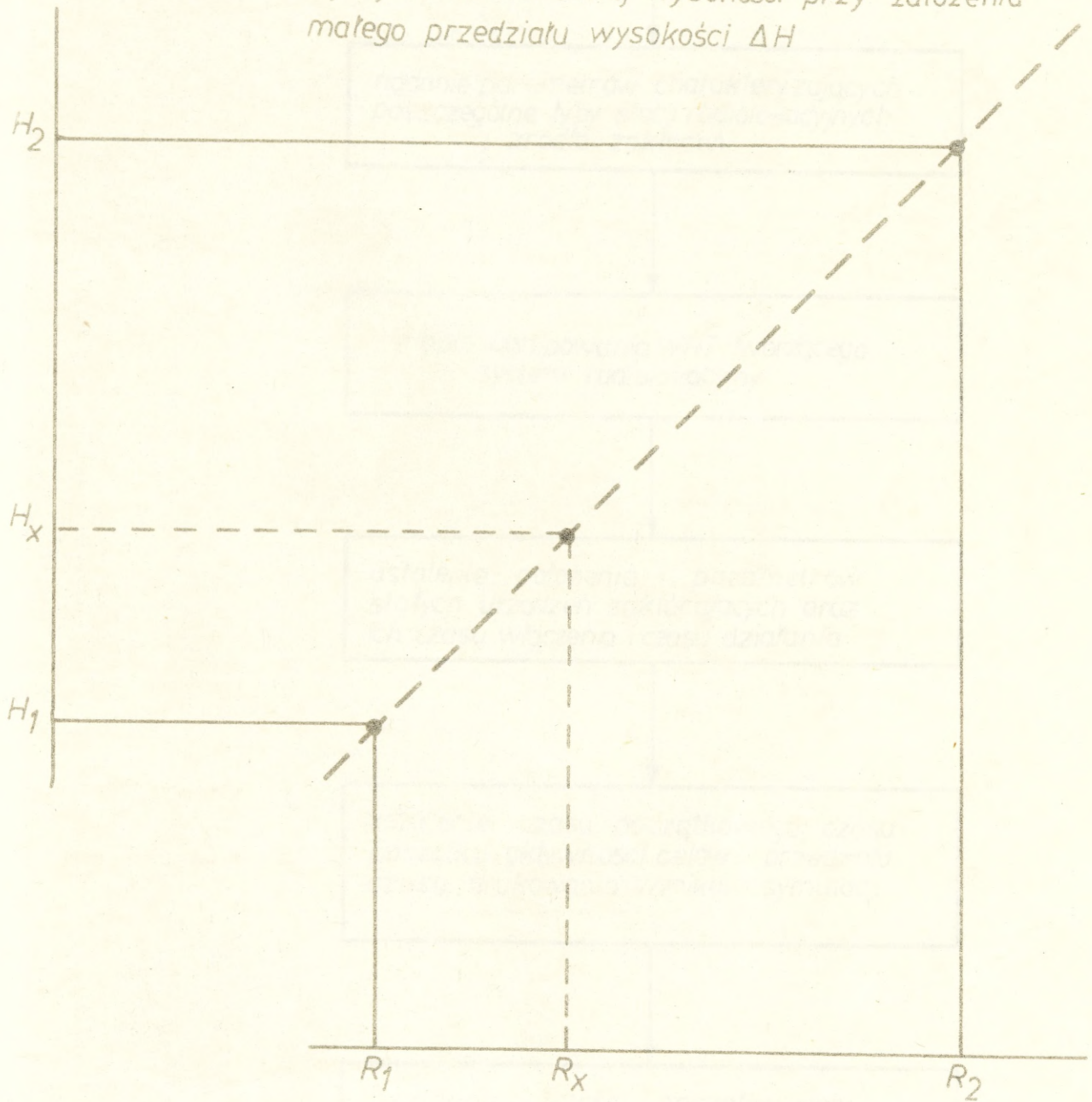
Zásiegi wykrywania RLS w [km] dla $\sigma_c = 1\text{m}^2$; $P_{pw} = 0,5$

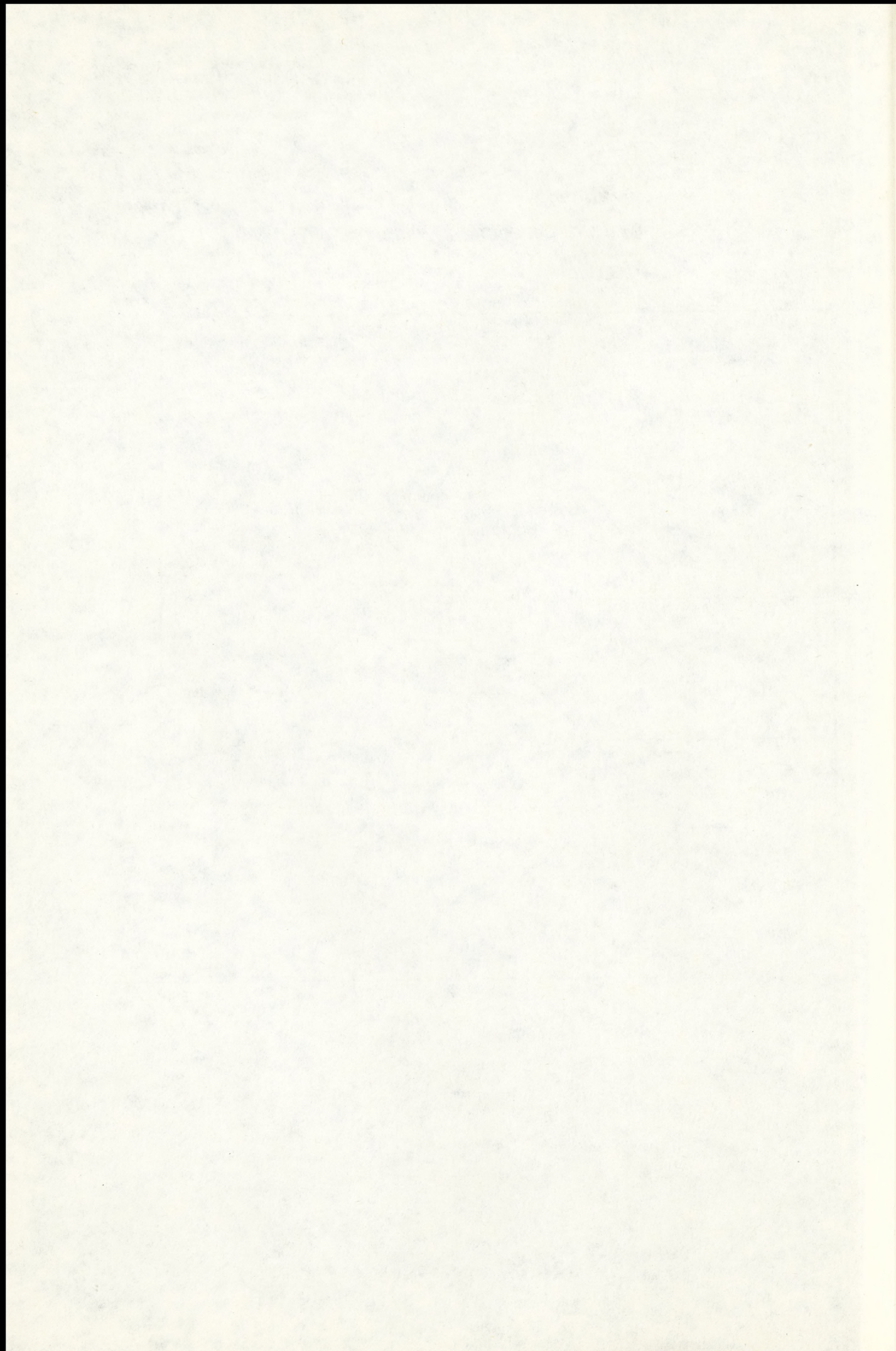
ZALĄCZNIK 9

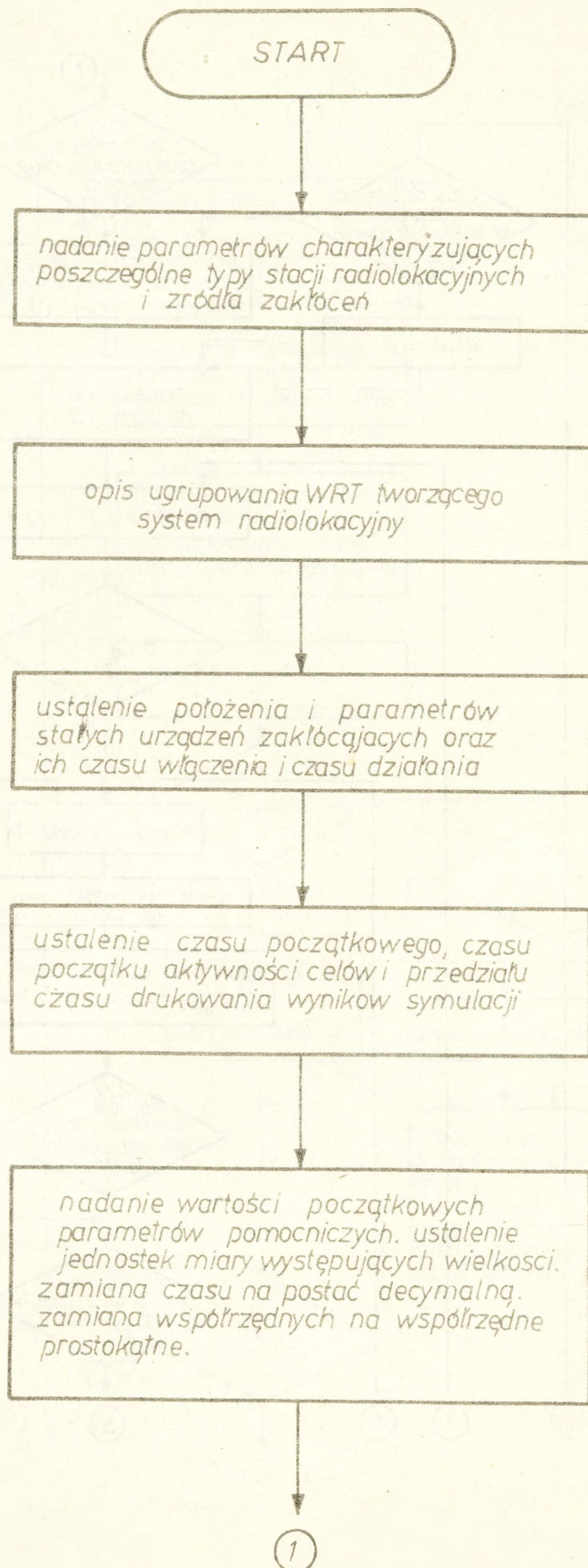
Putop. Typ RLS	50	100	200	300	400	500	1000	2000	4000	6000	10000	12000	14000	16000	20000	25000	30000	54000
1	—	—	—	30	35	40	50	80	120	150	160	180	170	205	120	—	—	—
2	—	32	40	60	70	80	120	150	200	250	300	330	340	360	400	400	430	450
3	—	30	40	50	60	65	90	130	150	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	45	60	70	80	90	110	130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	30	—	50	—	70	90	—	155	160	160	160	160	160	160	—	—	—
6	—	40	50	60	70	80	80	90	120	140	165	165	165	165	165	165	165	—
7	—	35	—	50	60	70	85	100	130	160	180	180	180	180	180	—	—	—
8	—	40	50	60	70	85	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	30	40	60	75	90	150	150	150	170	180	190	190	190	200	200	—	—
10	—	30	40	70	80	90	120	130	180	250	250	220	200	220	220	200	200	—
11	43	50	60	75	80	90	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	28	30	40	45	50	65	100	130	160	175	200	200	210	230	250	250	—
13	—	42	50	70	80	90	120	150	185	200	280	310	320	320	320	320	320	320
14	—	30	40	60	70	80	120	150	200	250	300	330	340	360	400	430	450	—
15	—	—	—	40	45	60	80	90	130	150	180	180	180	180	—	—	—	—
16	—	30	37	40	45	60	80	90	130	150	180	180	180	170	—	—	—	—
17	—	30	40	50	60	70	90	110	150	170	180	190	190	190	200	200	—	—
18	—	30	40	60	70	80	120	150	200	250	300	330	340	360	400	430	450	—
19	—	30	—	60	—	80	110	—	180	180	180	180	180	180	180	—	—	—

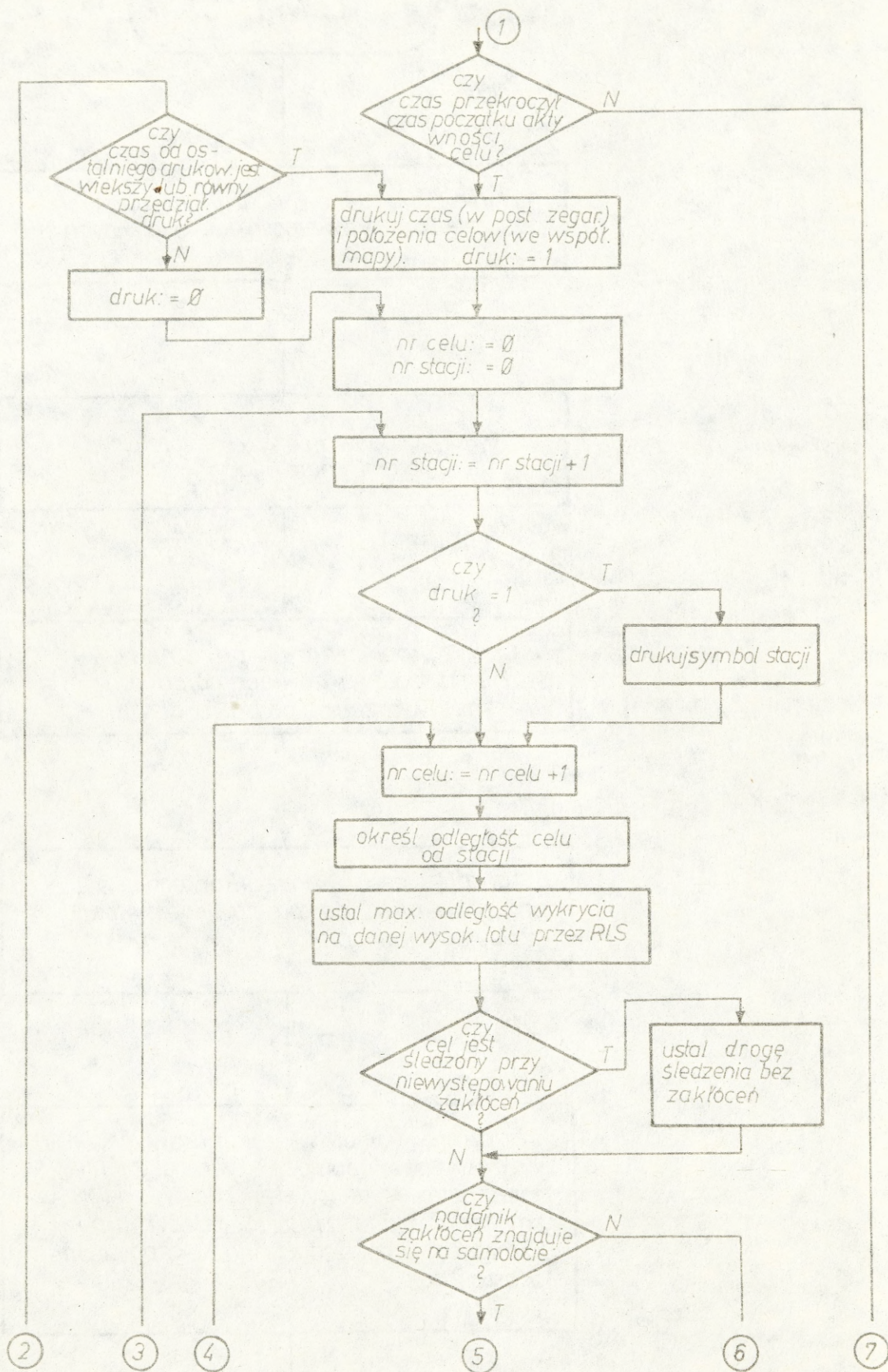


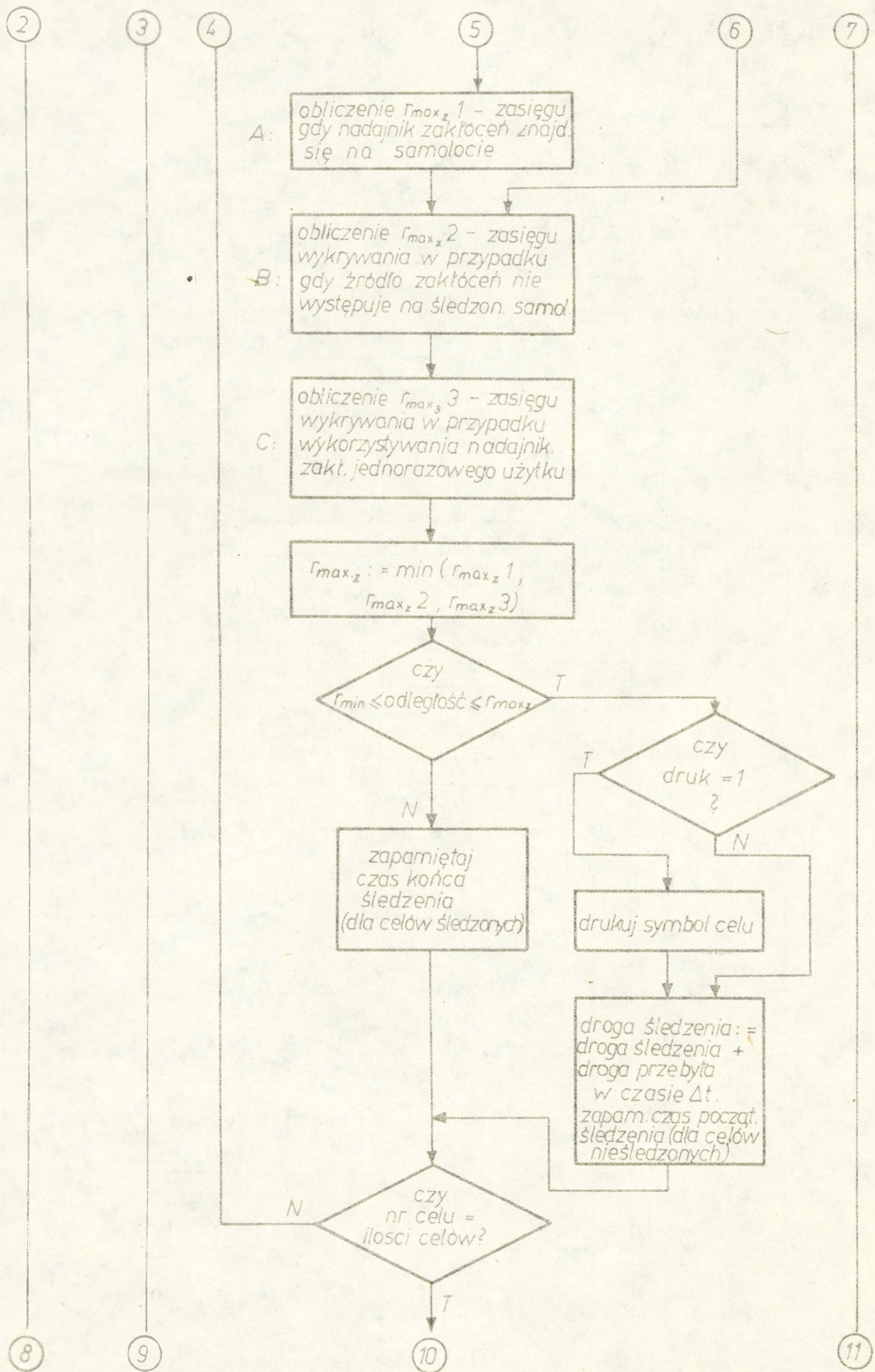
Rys 2.3.14 Metoda interpolacji liniowej określania zasięgu wykrywania na danej wysokości przy założeniu małego przedziału wysokości ΔH

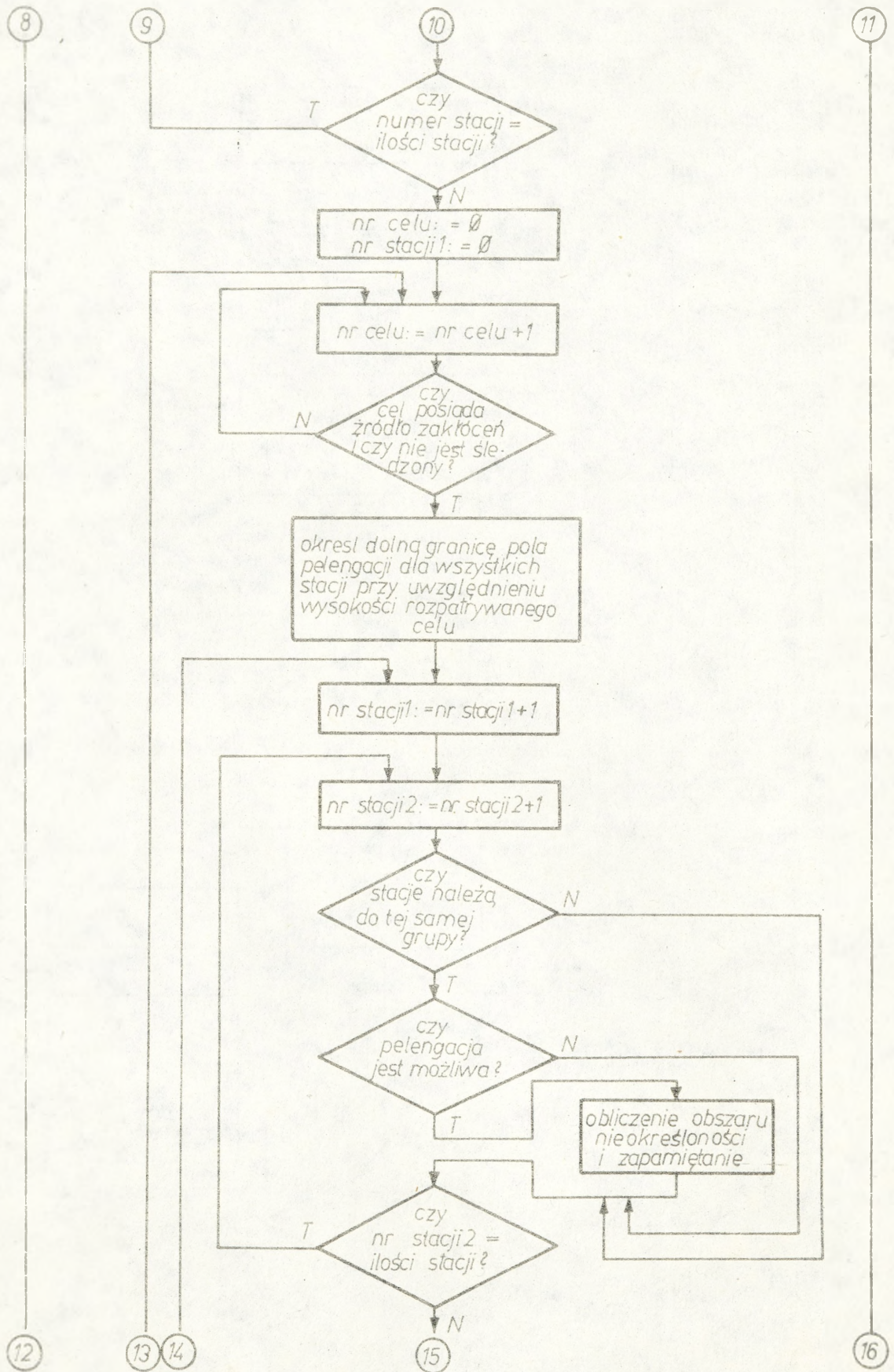


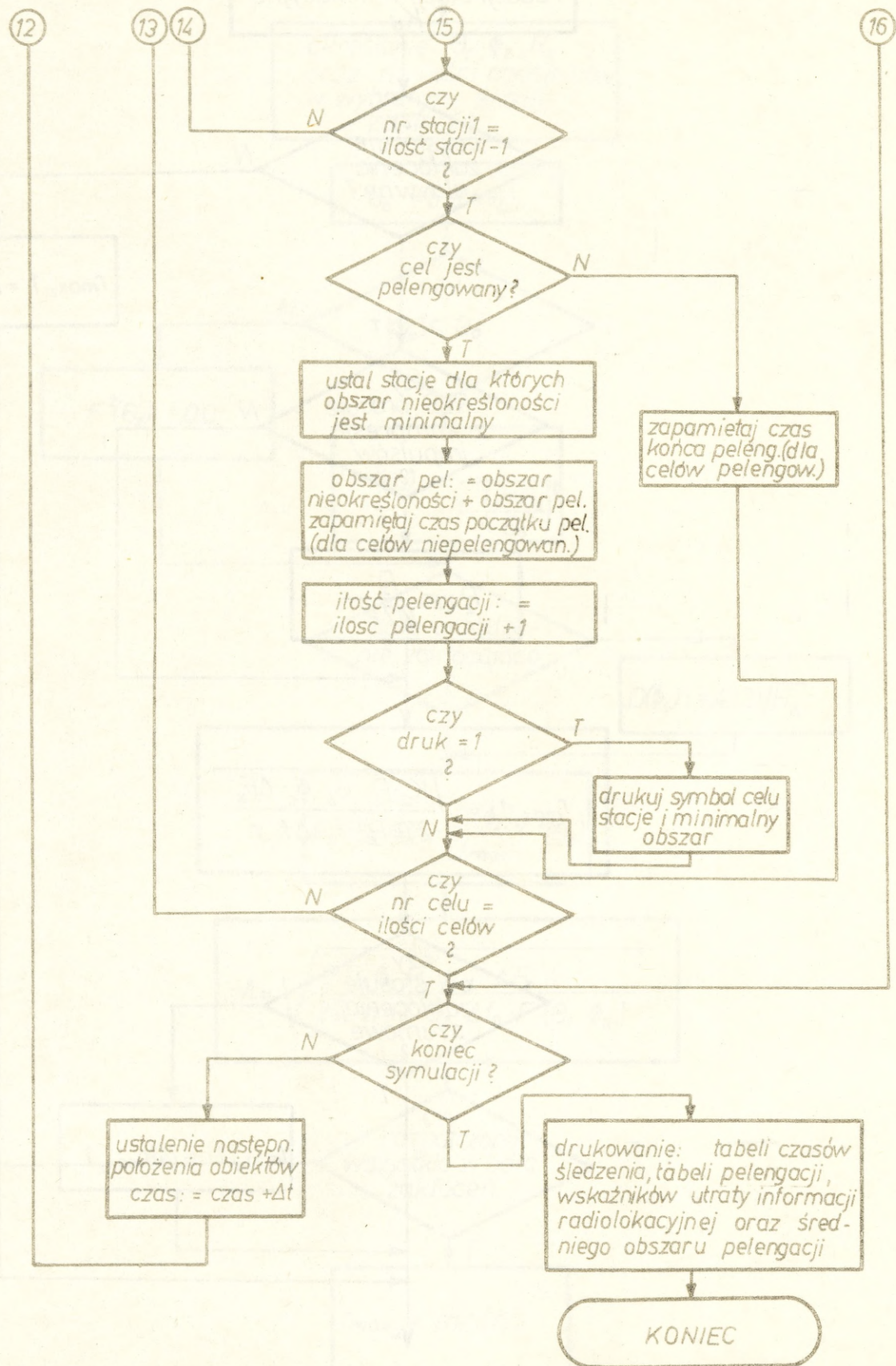




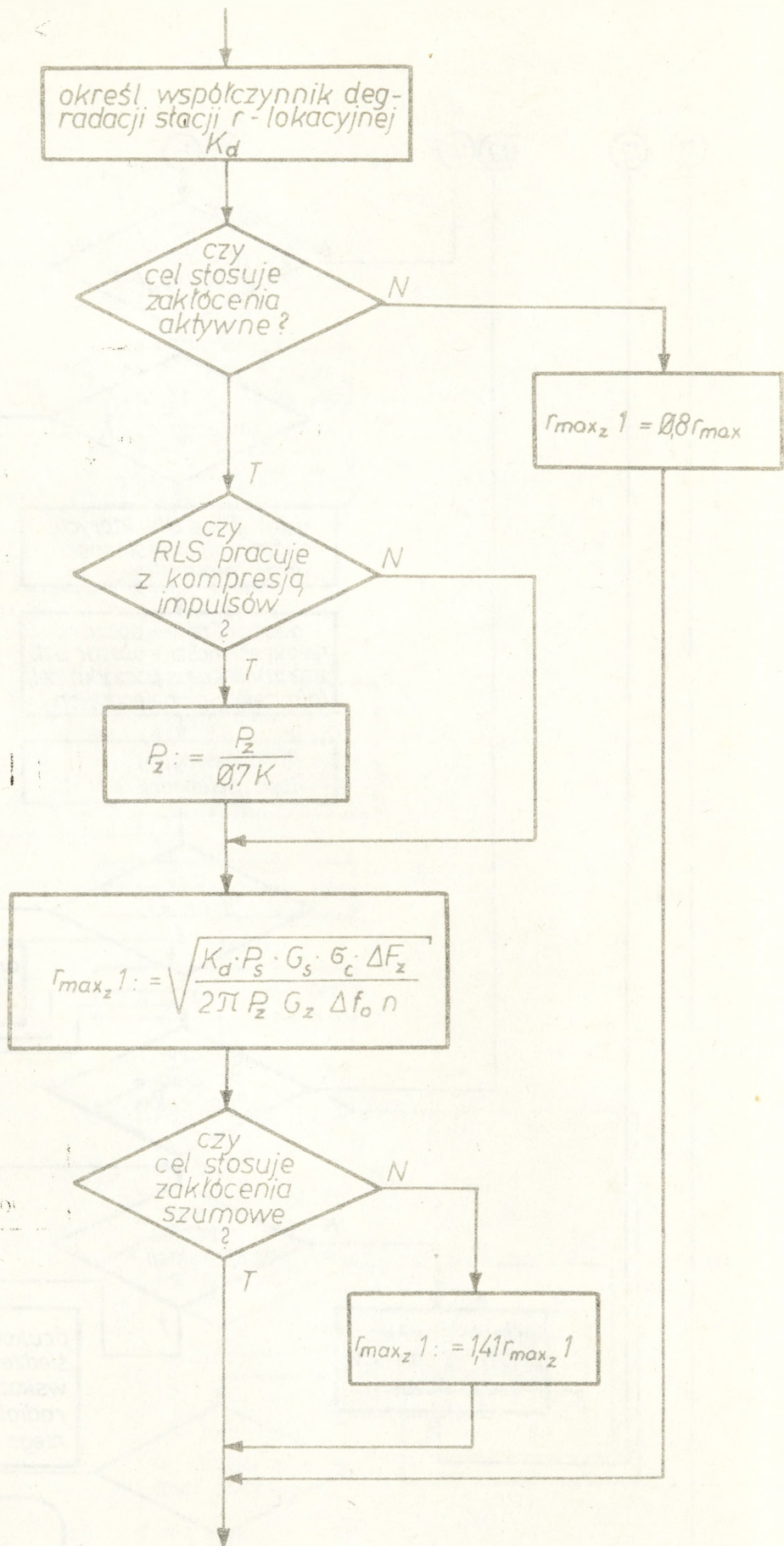




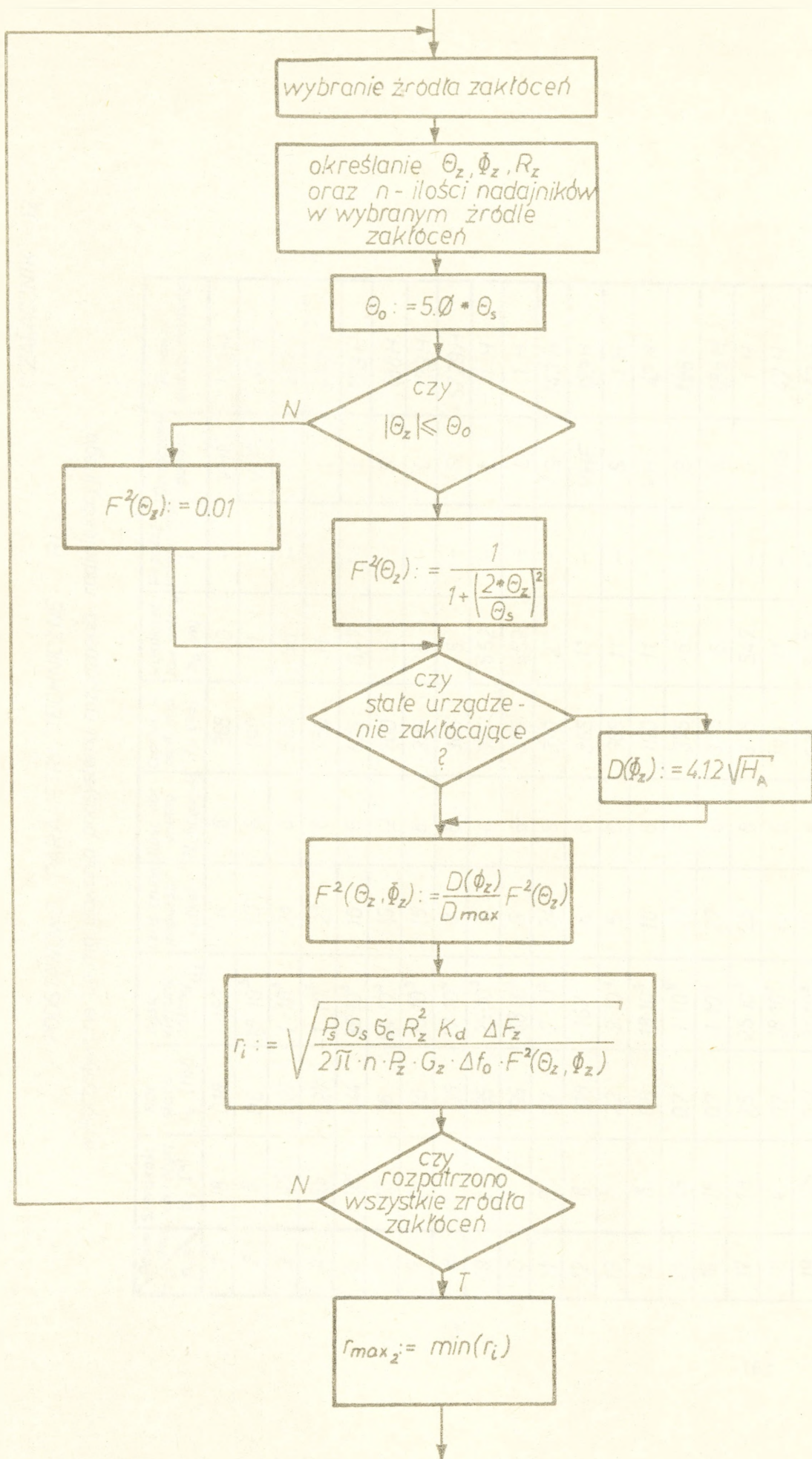


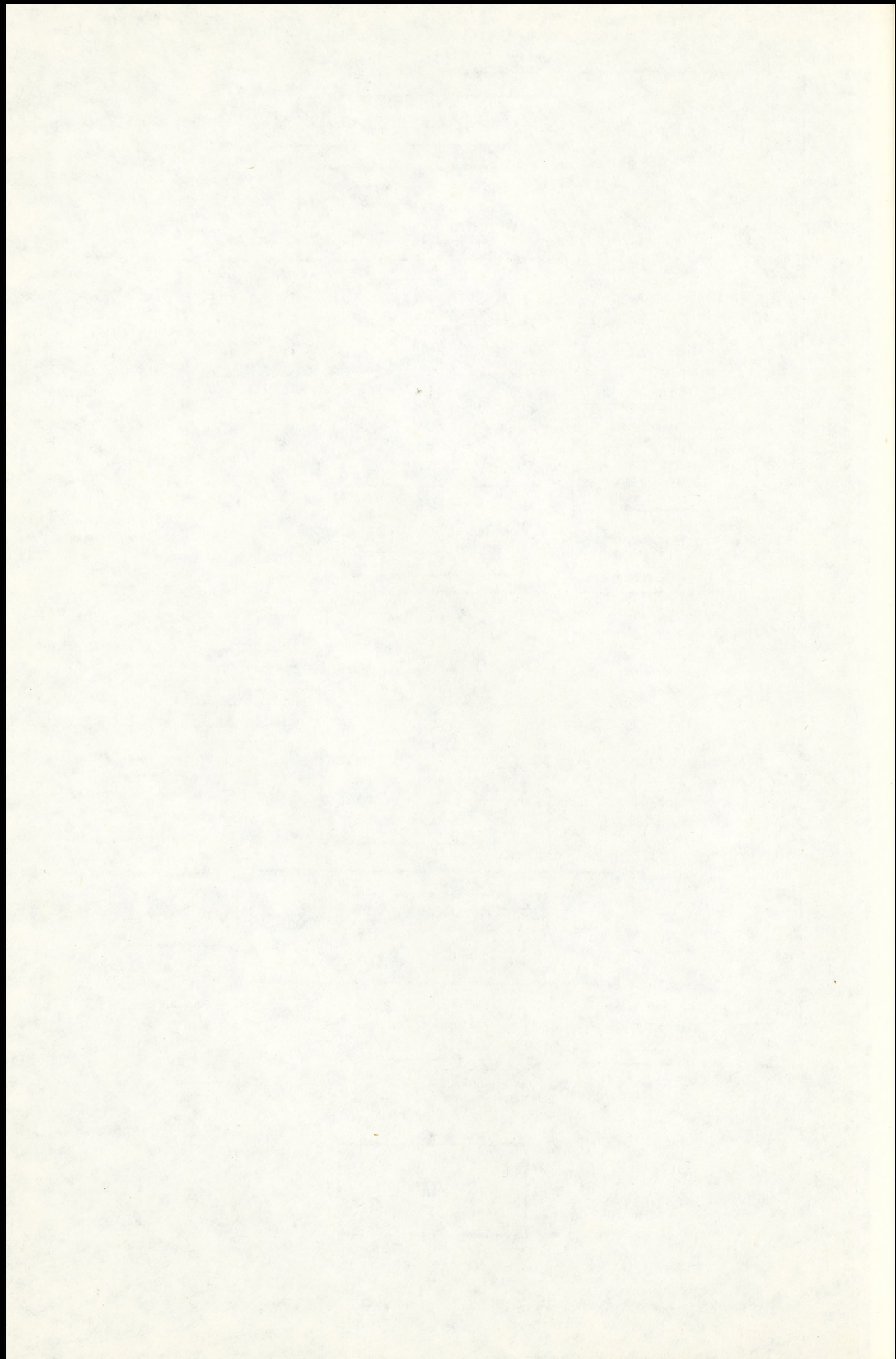


A:



B:
C:

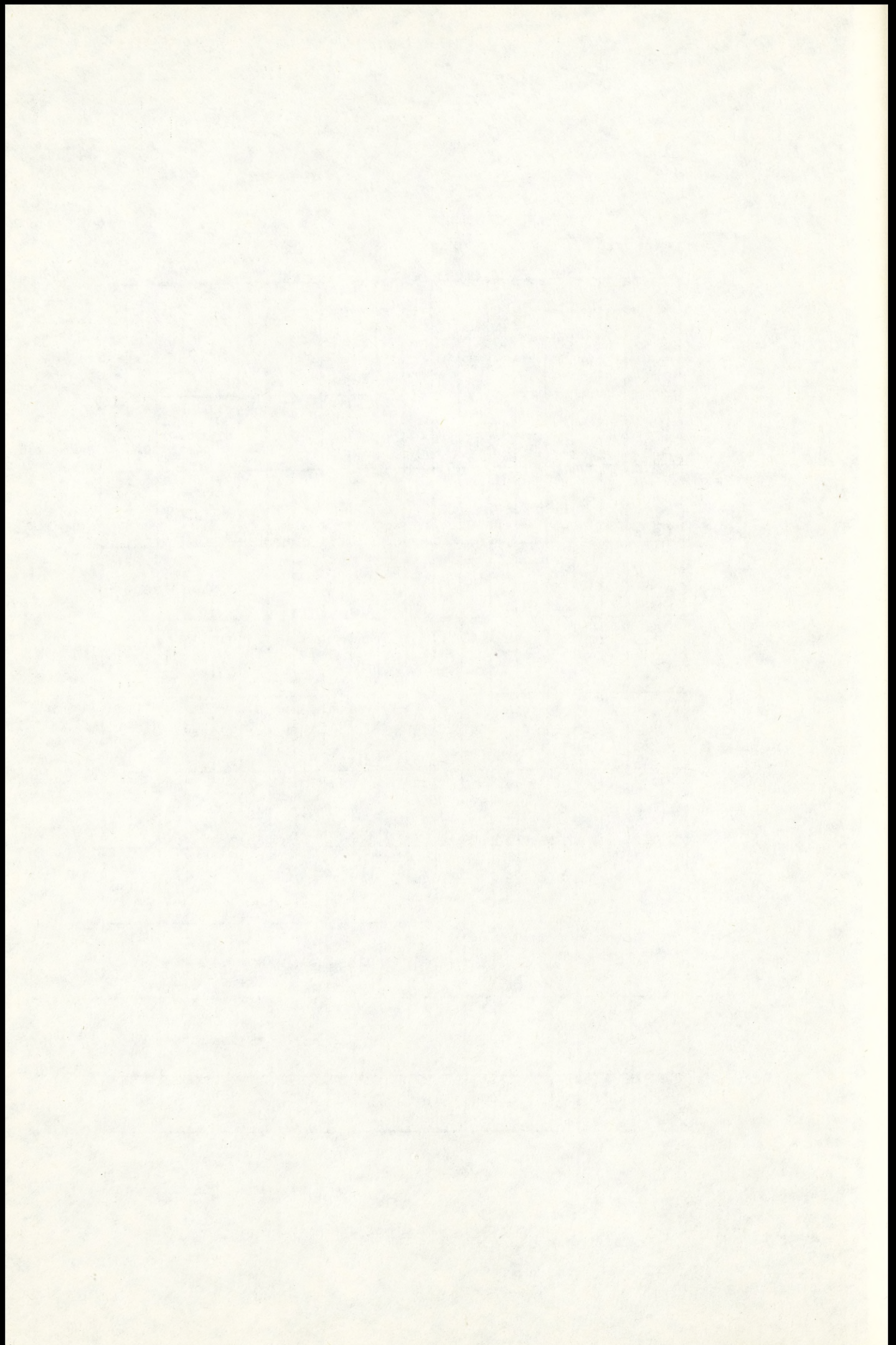




PODSTAWOWE PARAMETRY TECHNICZNE RLS

wykorzystywane do modelowania podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego

Param. techn. RLS	Szerokość ch-tyłki Θ_s [°]	Moc stacji P_s [MW]	Zysk kierunk. anteny G_s	Czas trwania impulsu t_i [μ s]	Ilość obr. anteny N_A [il. obr./min]	Częstotłiw. pomt. imp. f_p [Hz]	Wysokość zaw. anteny h_a [m]	Współcz. kompr. imp. K	Oznaczenie pasma	Promień stożka martwego
1	8	0,18	167	6	6	365	20	-	VHF	173 H
2	8	0,8	$1,8 \cdot 10^3$	10	6	190	11	-	VHF	4,7 H
3	4,5	0,27	$1 \cdot 10^3$	2,1	6	560	5,8	-	L	5,67 H
4	4,5	0,27	$1 \cdot 10^3$	2,1	6	560	31	-	L	5,67 H
5	1,85	0,44	$3,5 \cdot 10^3$	10	6	625	5,47	14	L	173 H
6	1,5	1,6	$5,4 \cdot 10^3$	1,5	12	700	5	-	S	188 H
7	1,9	2,0	$2,5 \cdot 10^3$	1,5	6	375	5	-	L	173 H
8	1	1,35	$1,7 \cdot 10^4$	3	6	365	5	-	S	57,29 H
9	2	1,35	$2,5 \cdot 10^3$	5	6	375	6,52	-	L	1 H
10	1	1,35	$6,8 \cdot 10^3$	5	6	375	6,52	-	L	1 H
11	3	0,7	$7 \cdot 10^3$	24	6	370	27	-	S	14,3 H
12	8	0,18	167	6	6	365	11	-	VHF	173 H
13	1	2,2	$2 \cdot 10^4$	5	6	365	11	-	S	1 H
14	8	0,8	$1,8 \cdot 10^3$	10	6	190	11	-	VHS	4,7 H
15	1,5	0,7	$1 \cdot 10^4$	2,7	6	375	6	-	S	188 H
16	1,5	0,7	$1 \cdot 10^4$	2,7	6	375	6	-	S	188 H
17	1,8	2,5	$2,5 \cdot 10^3$	2,5	6	375	5,47	-	L	1 H
18	4	0,7	$1,8 \cdot 10^3$	10	6	190	11	-	VHS	4,7 H
19	1,25	0,44	$7,4 \cdot 10^3$	10	6	625	5,47	14	L	14,2 H

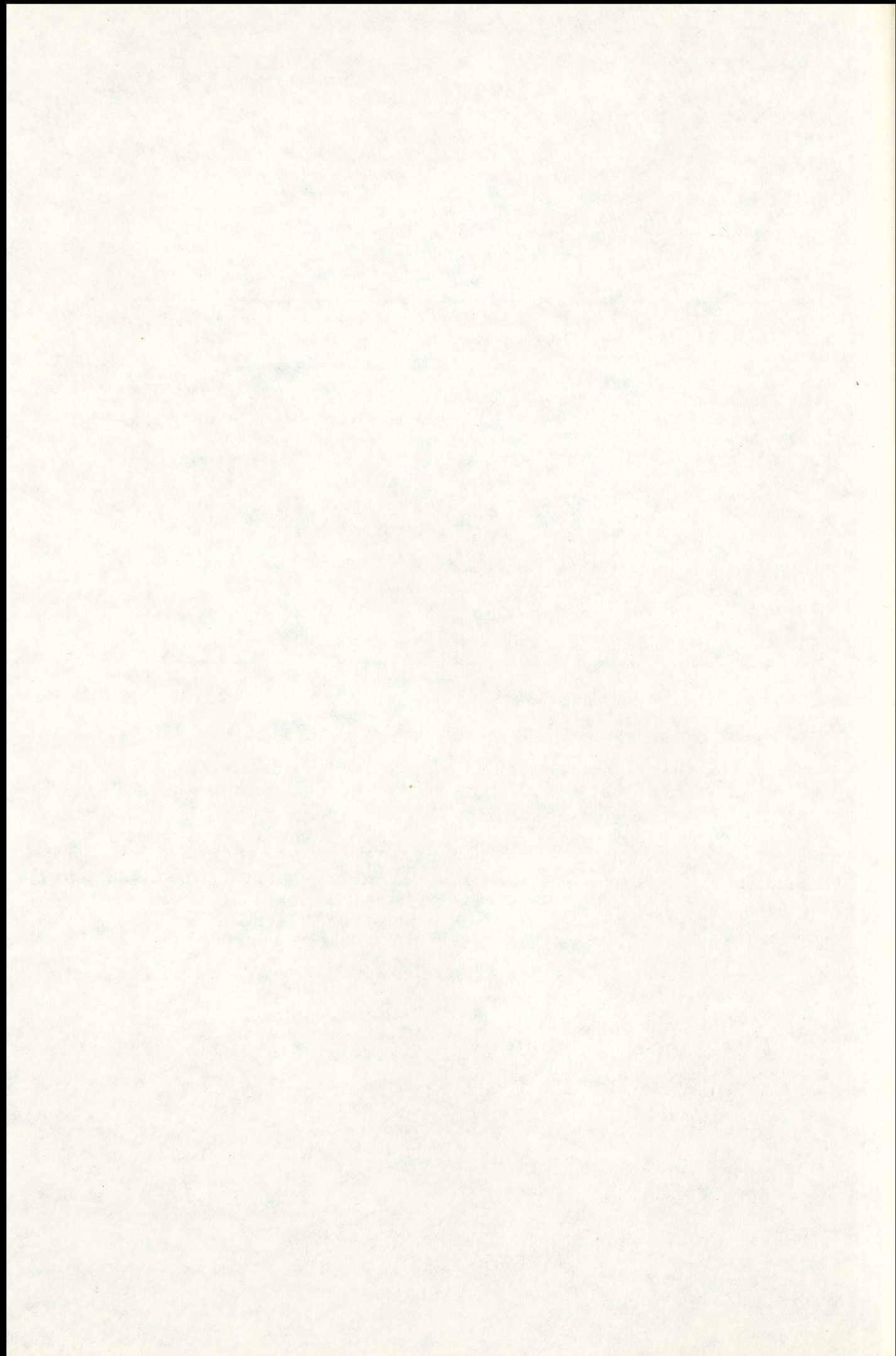


Oznaczenia pasm częstotliwości dla działań przeciw-
zakłóceńiowych

Oznaczenie pasma	Przedział częstotliwości w MHz	Szerokość kanału MHz
A	0 - 250	25
B	250 - 500	25
C	500 - 1000	50
D	1000 - 2000	100
E	2000 - 3000	100
F	3000 - 4000	100
G	4000 - 6000	200
H	6000 - 8000	200
I	8000 - 10000	200
J	10000 - 20000	1000
K	20000 - 40000	2000
L	40000 - 60000	2000
M	60000 - 100000	4000

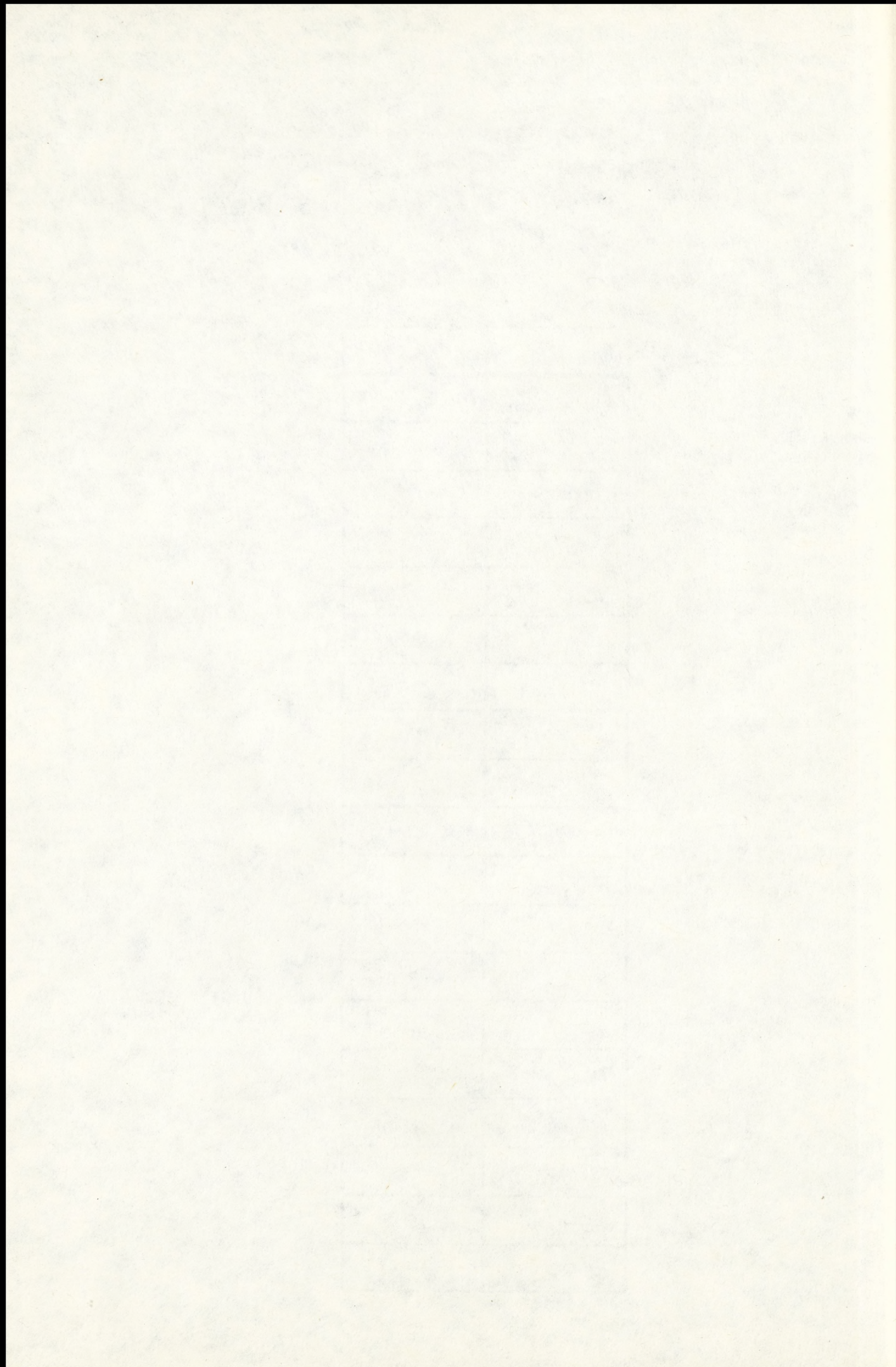
Oznaczenia pasm częstotliwości radarowych wg norm
IEEE Std 521 - 1976

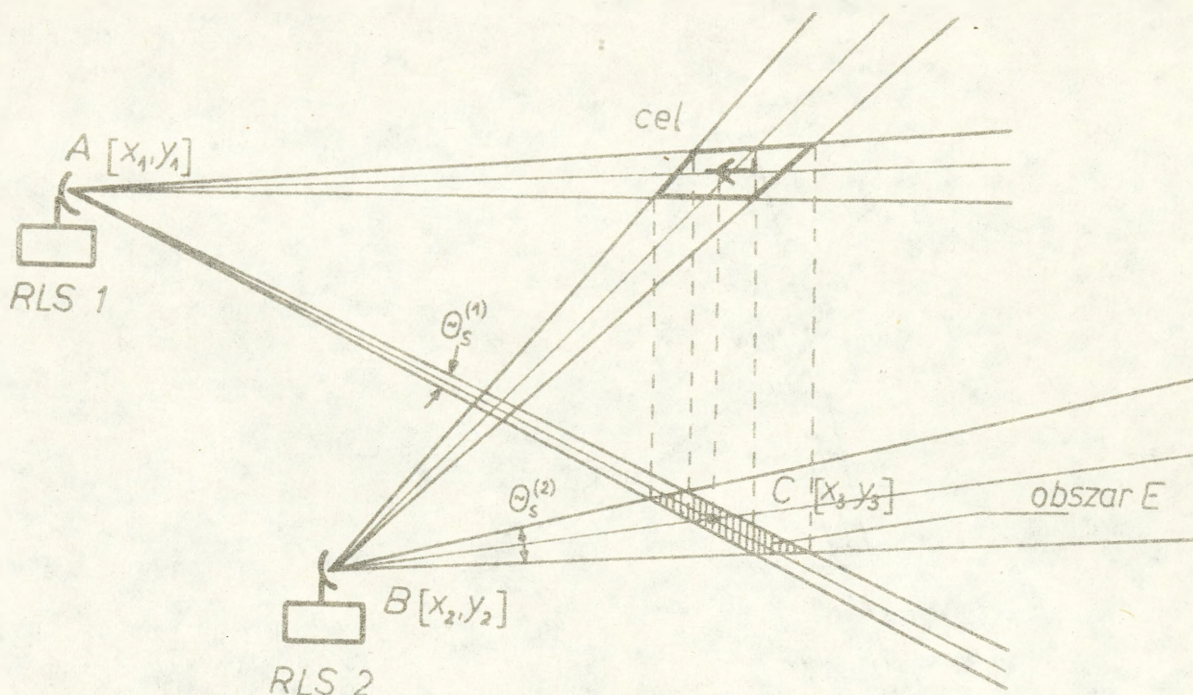
Oznaczenie pasma	Przedział częstotliwości
HF	3 - 30 MHz
VHF	30 - 300 MHz
UHF	300 - 1000 MHz
L	1000 - 2000 MHz
S	2000 - 4000 MHz
C	4000 - 8000 MHz
X	8000 - 12000 MHz
Ku	12 - 18 GHz
K	18 - 27 GHz
Ka	27 - 40 GHz
mm	40 - 300GHz



Wykaz typów RLS wykorzystywanych w WRT
i ich kody liczbowe

Typ RLS	kod liczbowy
P-12	1
P-14	2
P-15	3
P-15M	4
NUR-31	5
P-40	6
J-M	7
PRW-13	8
J-M2M	9
J-M2P	10
RT-17	11
P-18	12
K-66	13
P-14F	14
P-35	15
P-37	16
J-M2L	17
OBRONA	18
NUR-32	19

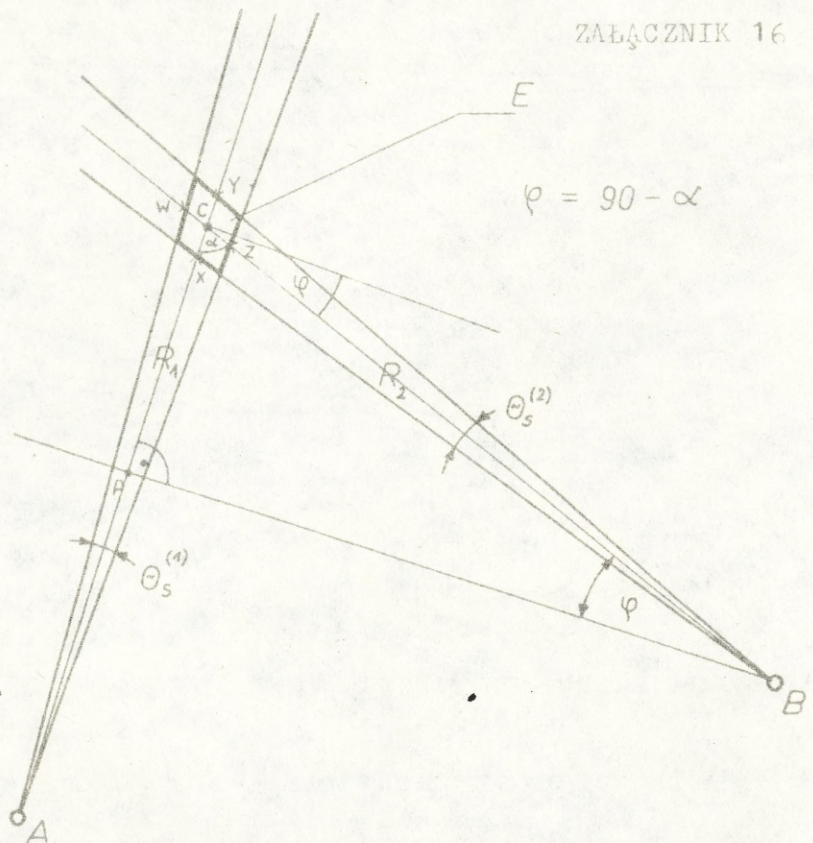




Wprowadźmy oznaczenia:

- A - punkt określający położenie RLS 1
- B - punkt określający położenie RLS 2
- C - rzut celu na płaszczyznę ziemi
- E - obszar nieokreśloności celu
- R_1 - odległość RLS 1 od celu
- R_2 - odległość RLS 2 od celu

Jako miarę błędu przy określaniu położenia celu przez stacje radiolokacyjne metodą pelengacji przyjęto wielkość pola obszaru E. Dokładne określenie tego pola prowadzi do skomplikowanych wzorów i stosowanie ich w programie komputerowym jest nieefektywne. Ponieważ kąty $\Theta_s^{(1)}$ i $\Theta_s^{(2)}$ są na ogół bardzo małe rzędu 1° , więc można przyjąć że przeciwległe boki figury E są równoległe, czyli figurę E traktujemy jako równoległobok.



Przez \$S_E\$ oznaczamy pole figury \$E\$.

Uwzględniając poczynione założenia możemy zapisać

$$\begin{aligned}
 |\overline{WZ}| &= R_1 \theta_s^{(1)} \\
 |\overline{XY}| &= |\overline{PY}| - |\overline{PX}| = |\overline{PB}| \operatorname{tg} \varphi + \frac{1}{2} \theta_s^{(2)} / - |\overline{PB}| \operatorname{tg} \varphi - \frac{1}{2} \theta_s^{(2)} / = |\overline{PB}| \left[\operatorname{tg} \varphi + \frac{1}{2} \theta_s^{(2)} / - \operatorname{tg} \varphi - \frac{1}{2} \theta_s^{(2)} / \right] = \\
 &= R_2 \cos \varphi / \left[\left| \operatorname{tg} \varphi + \frac{1}{2} \theta_s^{(2)} / - \operatorname{tg} \varphi - \frac{1}{2} \theta_s^{(2)} / \right| \right] = \\
 &= R_2 \cos \varphi / \frac{\sin / \theta_s^{(2)} /}{\cos^2 \varphi / \cos^2 \frac{1}{2} \theta_s^{(2)} / - \sin^2 \varphi / \sin^2 /} \stackrel{\text{dla } \theta_s^{(2)} \text{ bliskiego zera}}{\cong} R_2 \frac{\sin / \theta_s^{(2)} /}{\cos \varphi /} \cong R_2 \frac{\theta_s^{(2)}}{\cos \varphi}
 \end{aligned}$$

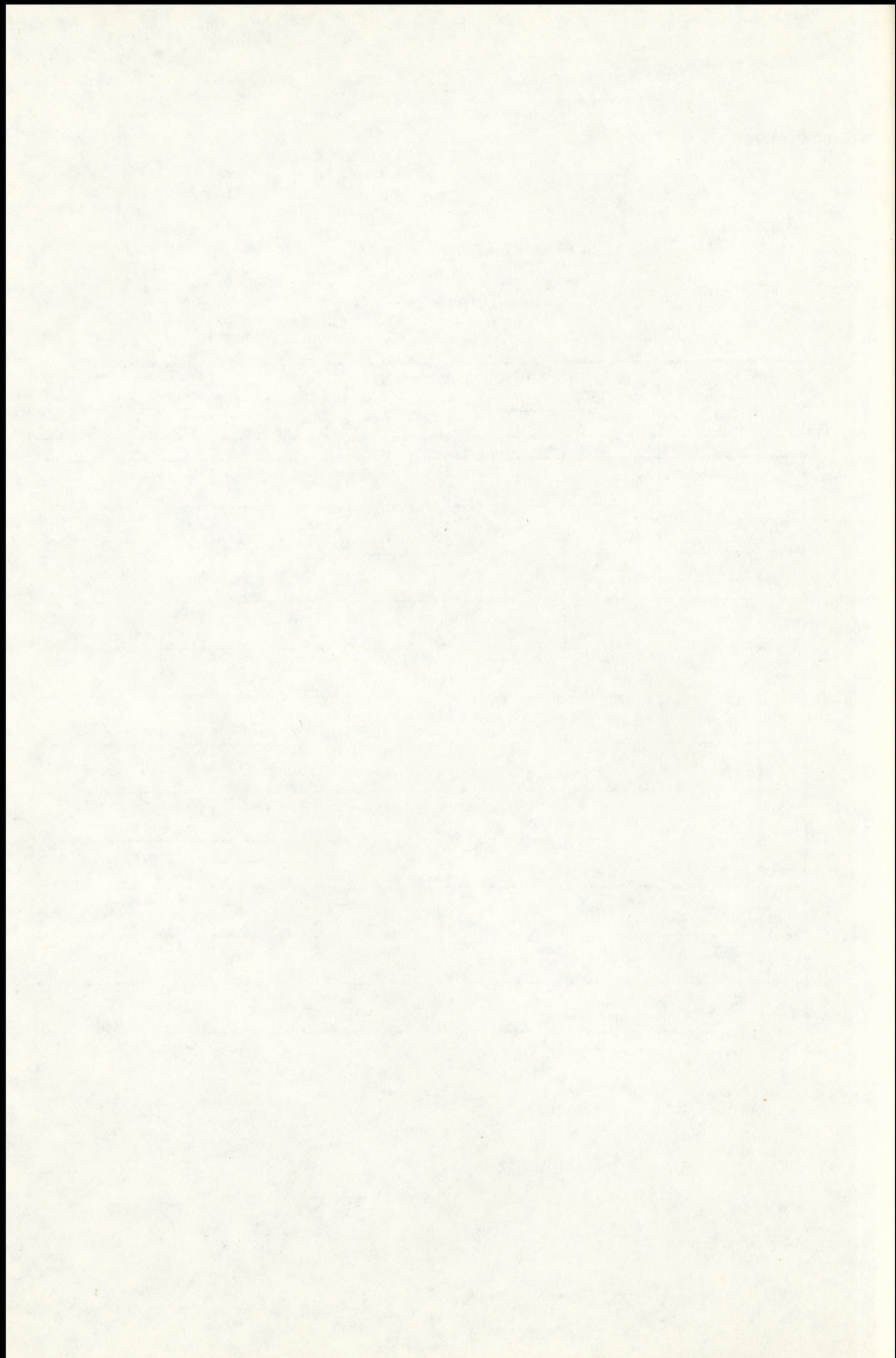
gdzie \$\sin / \alpha /\$ wyznaczamy ze wzoru

$$S_E = |\overline{WZ}| \cdot |\overline{XY}| = R_1 \cdot R_2 \theta_s^{(1)} \cdot \theta_s^{(2)} / \cos \varphi = R_1 R_2 \theta_s^{(1)} \theta_s^{(2)} / \sin \alpha$$

$$\sin / \alpha / = \frac{|\overline{CA} \times \overline{CB}|}{|\overline{CA}| \cdot |\overline{CB}|} = \frac{|\overline{CA} \times \overline{CB}|}{R_1 \cdot R_2}$$

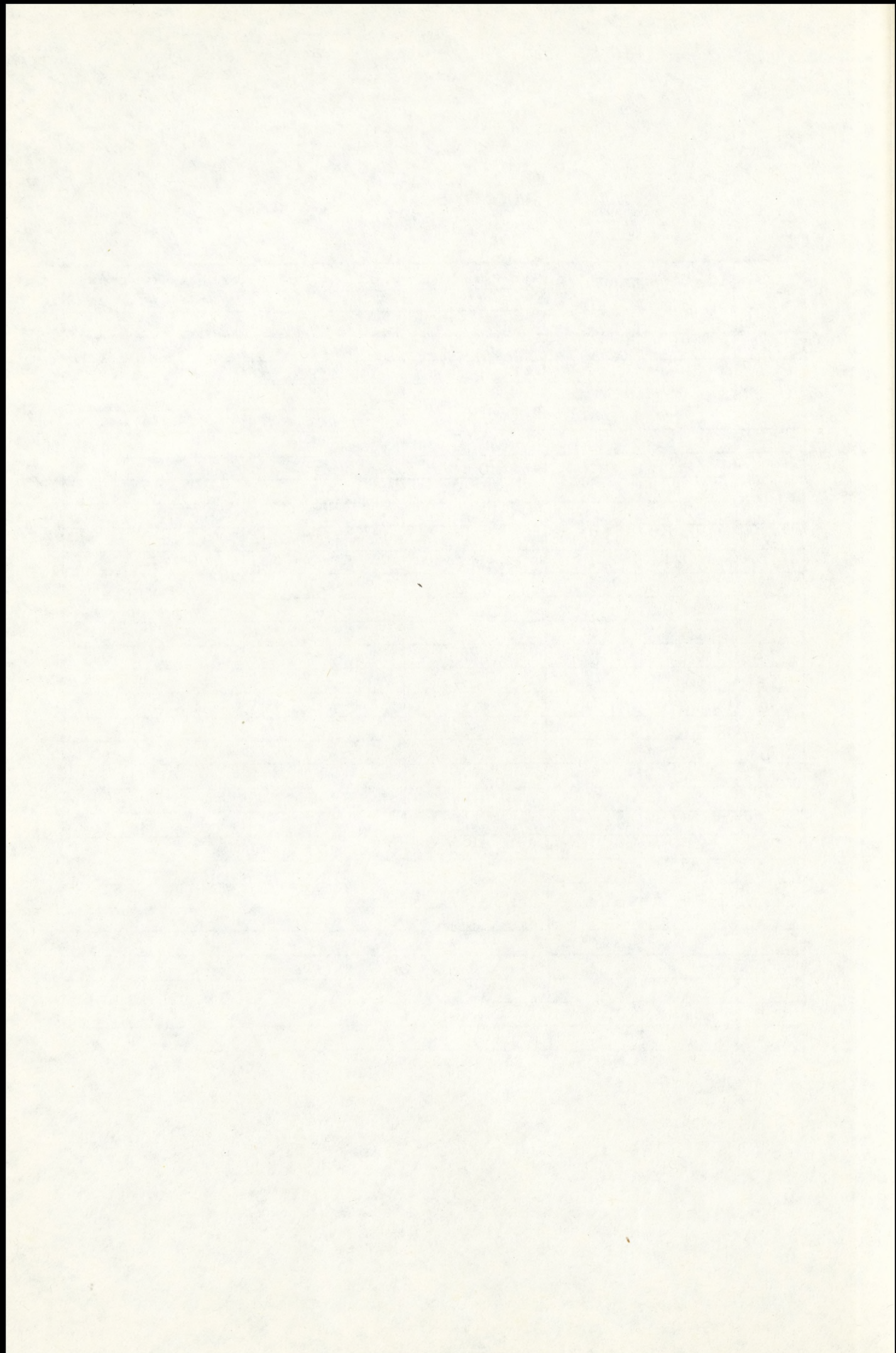
Opis działania nadajników zakłóceń
jednorazowego
użytku

Lp	ilość nadajnik. zakłóceń	współrzędne prostokątne		moc nadajnika	czas włączenia nadajnika	czas trwania zakłóceń
		X	Y			
1	2	3	4	5	6	7
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						



Opis ugrupowania WRT

Lp	nr RLP	typ RLS	współrzędne prostokątne		wysok. pozycji technicznej H_p [m]
			X	Y	
1	2	3	4	5	6
1	410	13	3510	5945	0
2	411	11	3460	5925	0
3	412	11	3475	5980	0
4	413	10	3510	5995	0
5	414	11	3430	6020	0
6	420	13	3620	6015	0
7	421	4	3580	6030	0
8	422	10	3630	6060	0
9	423	16	3580	5980	0
10	424	10	3660	6015	0
11	430	2	3720	6025	0
12	431	10	3660	6060	0
13	432	4	3720	6075	0
14	433	10	3845	6025	0
15	434	11	3750	6050	0
16	440	14	3690	5940	0
17	441	10	3640	5875	0
18	442	10	3675	5980	0
19	443	10	3760	5980	0
20	450	14	3525	5890	0
21	451	10	3445	5875	0
22	452	10	3580	5860	0
23	453	16	3595	5925	0
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					



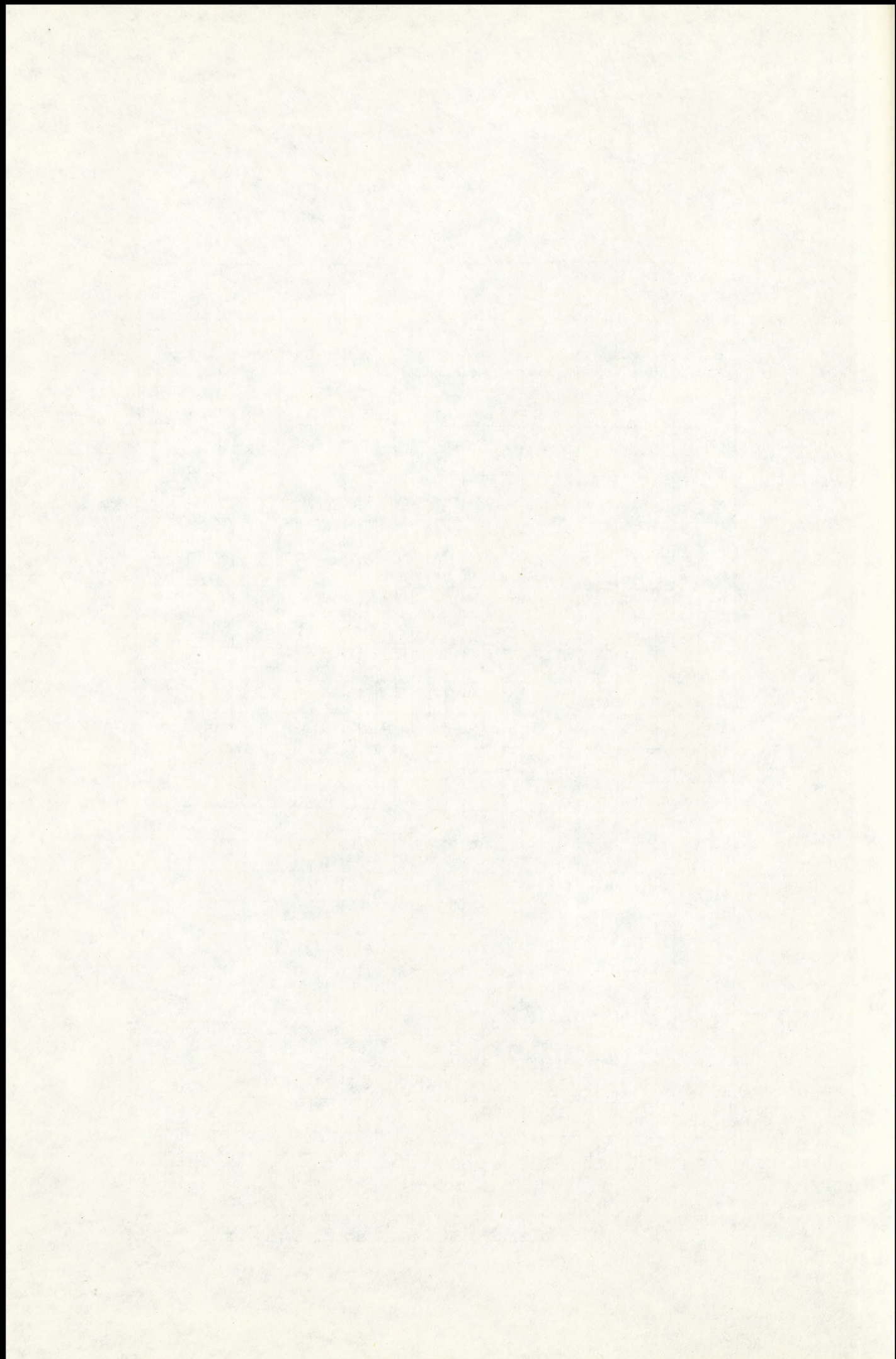
WARIANT ... I ...

OPIS NALOTU ŚNP

FORMULARZ 2

Czas rozpoczęcia nalotu 6.00

Lp.	nr celu	ilość odz. trasy	TPAC	współrzędne charakterystyczne tras celów												wysokość lotu celu [m]				prędkość lotu celu [km/h]				rodzaj celu	typ urządzeń zokłoc.	typ zokłoc.	ilość nalotn. zokłoc.	zysk kier. anten mod. zokł. 6.3
				X ₄	Y ₄	X ₂	Y ₂	X ₃	Y ₃	X ₄	Y ₄	X ₅	Y ₅	H ₄	H ₃	H ₄	H ₃	V ₄	V ₃	V ₄	V ₃							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
1	3001	1	6.03	3460	6025	3500	5925								300			900			3	2	4	0	6	1		
2	3002	2		3460	6025	3500	5970	3515	5875						4000	300		900	900		3		0	0				
3	3003	1		3460	6025	3485	5990								300			900			3		0	0				
4	3004	1		3460	6025	3520	5955								300			900			3		0	0				
5	3005	1		3475	6030	3575	5905								500			900			3		0	0				
6	3006	2		3475	6030	3535	5935	3610	5885						500	300		900	900		3		0	0				
7	3007	2		3475	6030	3555	5935	3580	5885						500	300		900	900		3		0	0				
8	3008	2		3475	6030	3555	5935	3565	5885						800	300		900	900		3		0	0				
9	3009	1		3475	6030	3505	5945								300			900			3		0	0				
10	3010	2		3460	6025	3500	5970	3470	5875						800	300		900	900		3		0	0				
11	3011	1		3475	6035	3600	5910								500			900			3		0	0				
12	3012	1		3475	6035	3505	5995								300			900			3		0	0				
13	3013	1		3480	6040	3510	6000								300			900			3		0	0				
14	3014	1		3490	6045	3550	5960								800			900			3	2	4	4	4	1		
15	6001	2		3630	6115	3645	6100	3600	6025						150	300		900	700		3		0	0				
16	6002	2		3630	6115	3645	6100	3600	5975						150	300		900	700		3		0	0				
17	6003	2		3630	6115	3645	6100	3635	6005						200	200		700	700		3	2	4	2	2	1		
18	6004	1		3640	6115	3645	6060								200			700			3		0	0				
19	6005	2		3640	6115	3645	6100	3660	6065						200	450		700	700		3		0	0				
20	6006	2		3640	6115	3670	6045	3625	6045						300	200		700	700		3		0	0				
21	6007	2		3640	6115	3670	6045	3645	5900						300	200		700	700		3		0	0				
22	6008	2		3640	6115	3670	6045	3670	5935						300	200		700	700		3		0	0				
23	6009	1		3660	6120	3680	5940								300			700			3	2	4	2	2	1		
24	6010	1		3665	6125	3685	6070								200			700			3		0	0				
25	6011	1		3670	6125	3720	6020								300			700			3		0	0				
26	6012	2		3670	6125	3700	6060	3720	6000						300	200		700	700		3		0	0				
27	6013	1		3680	6130	3750	6015								300			700			4	3	4	4	8	1		
28	7000	4		3450	6060	3450	6090	3580	6145	3580	6125	3450	6080	6000	6000	6000	6000	900	900	900	4	3	4	4	15	1		
29																												
30																												



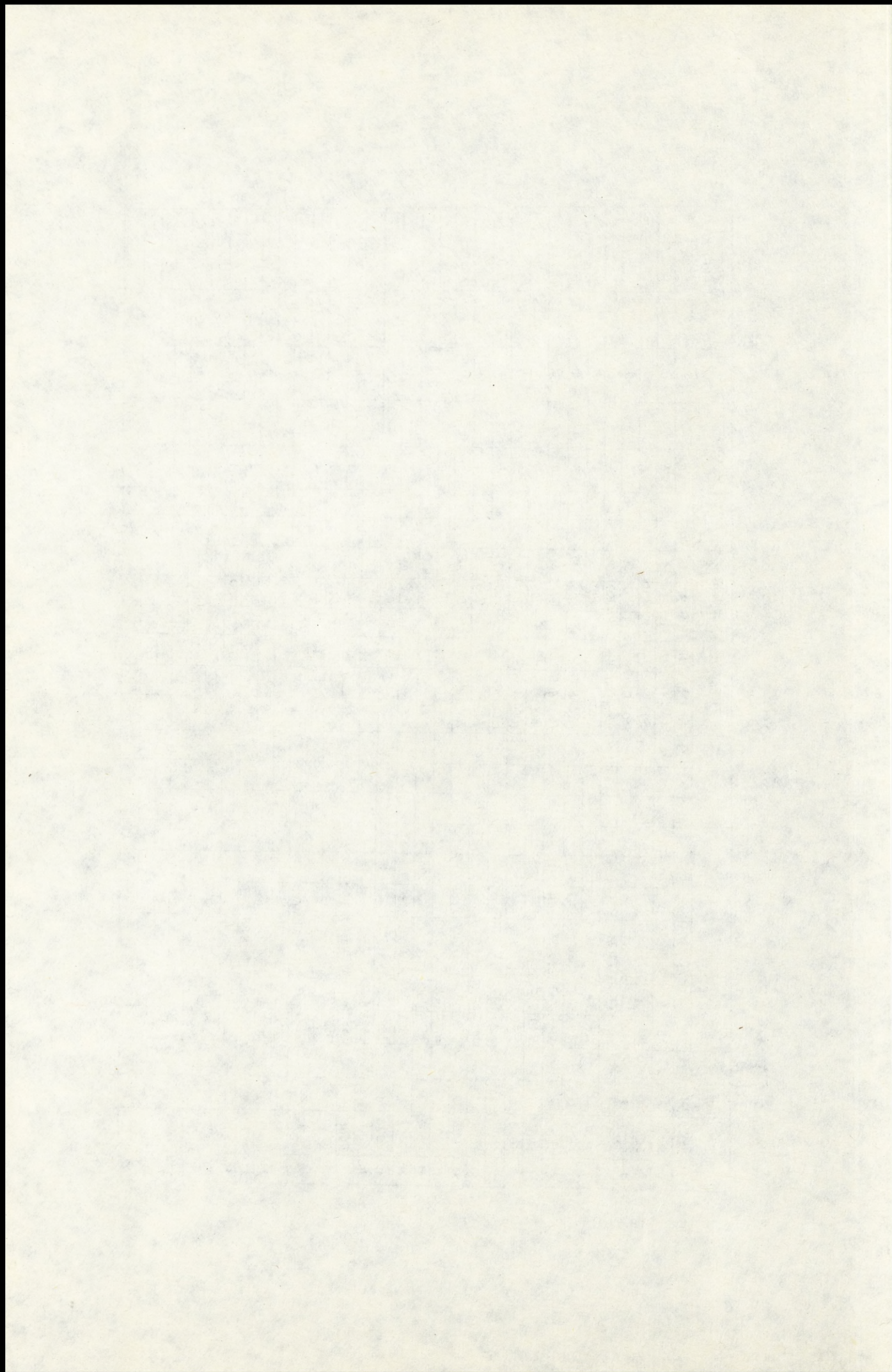
WARIANT II.....

OPIS NALOTU ŚNP

FORMULARZ 2

Czas rozpoczęcia nalotu 6.00

Lp	nr celu	ilość odc. trasy	TPAC	współrzędne charakterystyczne opisu tras celów								wysokość lotu celu [m]				prędkość lotu celu [km/h]				rodzaj celu	typ uzgodz. zaktoc.	typ zaktoc.	ilość nadaj. zaktocen	zysk kierunkowy ant. nad. zakt. Gz		
				X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	X ₃	Y ₃	X ₄	Y ₄	X ₅	Y ₅	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	V ₁	V ₂						V ₃	V ₄
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	5004	4	6.03	3440	5945	3475	5945							1500				900	900			3		0		
2	5002	2		3440	5945	3450	5915	3500	5925					1500	800			900	900			3		0		
3	5003	2		3440	5945	3450	5915	3500	5915					1200	800			900	900			3		0		
4	5004	4		3440	5940	3575	5905							4200	800			900	900			3		0		
5	5005	2		3440	5940	3505	5905	3565	5890					4000	800			900	900			3		0		
7	5007	1		3440	5895	3580	5880							1500				900				4	3	4	8	1
8	5008	1		3440	5905	3470	5875							4000				900				3		0		
9	5009	2		3440	5895	3445	5875							1500	800			900	900			3	2	4	4	1
10	4004	1		3530	6080	3545	6005							300				900				3		0		
11	4002	2		3530	6080	3560	6030	3550	5960					300	400			900	900			3		0		
12	4003	1		3530	6080	3565	6040							200				900				3		0		
13	4004	2		3545	6085	3560	6045	3595	5940					300	200			900	900			4	3	4	8	1
14	4005	2		3545	6085	3580	6020	3580	5890					200	400			900	900			3		0		
15	4006	1		3545	6085	3400	5915							300				900				3		0		
16	4007	4		3545	6085	3625	5940							200				900				3		0		
17	4008	4		3550	6090	3650	5900							200				900				3		0		
18	4009	4		3550	6080	3580	6025							200				900				3		0		
19	4010	4		3555	6100	3600	6025							200	200			900	900			3		0		
20	4011	2		3555	6100	3630	5990	3660	5690					300	300			900	900			3		0		
21	4012	1		3555	6100	3670	5930							300	300			900	900			3		0		
22	4013	2		3555	6100	3630	5930	3680	5940					200				900				3		0		
23	4014	4		3565	6105	3625	6045							200				900				3		0		
24	4015	4		3565	6105	3640	6010							200				900				3	2	4	4	1
25	7000	4		3450	6085	3490	6090	3580	6115	3580	6125	3450	6090	6000	6000	6000	6000	900	900	900	900	4	3	4	15	1
26	7004	4		3345	5825	3330	5825	3330	6000	3345	6000	3345	5825	6000	6000	6000	6000	900	900	900	900	4	3	4	15	1
27																										
28																										
29																										
30																										



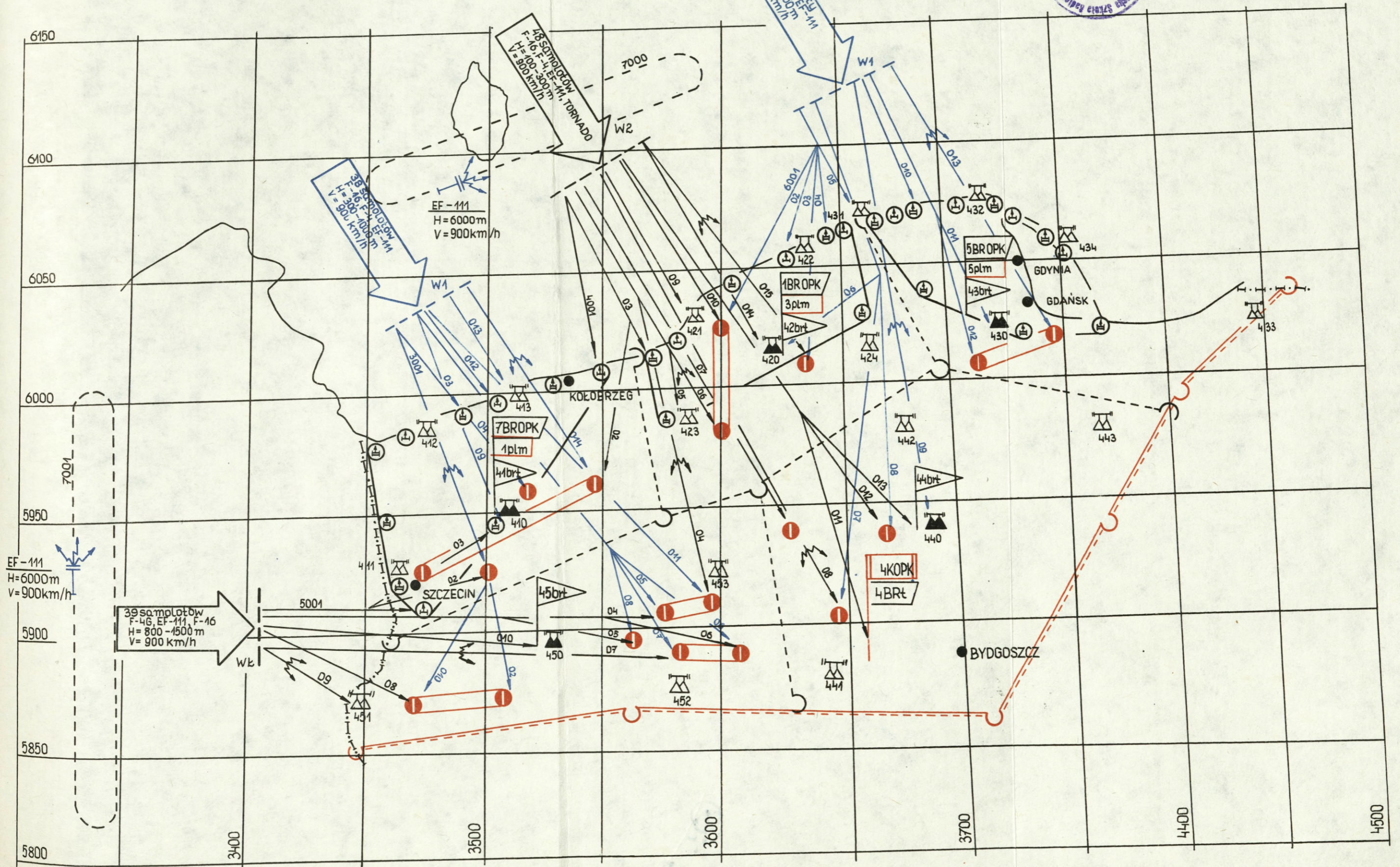
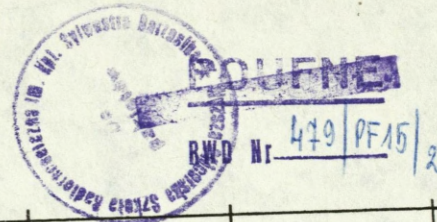
MODEL NALOTU SNP

WARIANT 1i2

POUFNE

Egz. nr 2

ZAŁĄCZNIK NR 21



Wykonano w 10 egz.

Wykomat ptk. ZABŁOCKI

Egz. 1-10 Kanc. Wydż. Wojsk Lot.

Druk ASG WP nr ks. pl. 203 A/w



Załącznik 22

MOŻLIWOŚCI WYKRYWANIA I ŚLEDZENIA CELOW PRZEZ WRT
PRZY BRAKU ZAKŁOCEN

CZAS ROZPOCZĘCIA NALOTU - 6.00.00
CZAS POCZĄTKU AKTYWNOŚCI CELOW - 6.03.00

R L P	410	411	412	413	414	420
3001	6.03.10 6.07.10	6.03.10 6.07.10	6.03.30 6.07.10	6.03.10 6.07.00	6.03.10 6.04.00	
3002	6.03.10 6.10.30	6.03.10 6.10.30	6.04.10 6.08.00	6.03.10 6.07.20	6.03.10 6.05.50	
3003						
3004	6.03.10 6.06.00	6.03.10 6.06.00	6.03.10 6.06.00	6.03.10 6.06.00	6.03.10 6.03.30	
3005	6.03.10 6.10.40	6.03.10 6.07.50	6.03.10 6.08.10	6.03.10 6.09.10	6.03.10 6.03.50	
3006	6.03.10 6.10.00	6.03.10 6.07.30	6.03.10 6.08.00	6.03.10 6.08.10	6.03.10 6.03.50	
3007	6.03.10 6.10.20	6.03.10 6.07.30	6.03.10 6.08.00	6.03.10 6.08.10	6.03.10 6.03.50	
3008	6.03.10 6.10.40	6.03.10 6.08.10	6.03.10 6.08.10	6.03.10 6.08.10	6.03.10 6.04.20	
3009	6.03.10 6.06.00	6.03.10 6.06.00	6.03.10 6.06.00	6.03.10 6.06.00	6.03.10 6.03.30	
3010	6.03.10 6.10.20	6.03.10 6.11.00	6.04.00 6.08.30	6.03.10 6.07.20	6.03.10 6.05.40	
3011	6.03.10 6.11.10	6.03.30 6.05.30	6.03.10 6.08.00	6.03.10 6.09.30	6.03.10 6.03.50	6.06.40 6.08.50
3012	6.03.10 6.03.10		6.03.10 6.03.10	6.03.10 6.03.10		
3013	6.03.10 6.03.10		6.03.10 6.03.10	6.03.10 6.03.10		
3014	6.03.10 6.06.50	6.04.00 6.06.40	6.03.10 6.06.50	6.03.10 6.06.50	6.03.10 6.03.50	6.05.50 6.06.50

6001								6.03.10	
								6.08.50	
6002								6.03.30	
								6.13.10	
6003								6.05.20	
								6.10.00	
6004									
6005									
6006								6.03.50	
								6.11.00	
6007								6.03.50	
								6.11.40	
6008								6.03.50	
								6.06.30	
6009								6.04.30	
								6.12.30	
6010									
6011									
6012									
6013									

101.7	R L P	421	422	423	424	430	431
101.7	C E L						
100.8	3001						
101.7	3002						
101.7	3003						
100.8	3004						
101.7	3005	6.03.10		6.05.00			
100.8		6.06.50		6.09.00			
	3006	6.03.10		6.04.50			
101.7		6.07.10		6.08.10			
100.8	3007	6.03.10		6.04.50			
101.7		6.07.10		6.08.10			
100.8	3008	6.03.10		6.03.30			
101.7		6.08.10		6.08.10			
100.8	3009						
101.7							
100.8	3010						
101.7							
100.8	3011	6.03.10		6.04.20			
101.7		6.08.50		6.10.40			
100.8	3012						
	3013						
	3014	6.03.10		6.03.10			
		6.06.50		6.06.50			

6001	6.03.50	6.03.10		6.03.30		6.03.10
	6.08.50	6.08.50		6.08.50		6.08.50
6002	6.04.20	6.03.10	6.10.30	6.03.30		6.03.10
	6.13.10	6.11.20	6.13.10	6.12.50		6.10.00
6003	6.07.00	6.03.10		6.06.20		6.03.10
	6.09.50	6.08.30		6.10.00		6.08.00
6004		6.03.10				6.03.10
		6.04.40				6.04.40
6005		6.03.10				6.03.10
		6.04.30				6.04.30
6006	6.09.40	6.03.10		6.03.10	6.05.50	6.03.10
	6.11.00	6.10.20		6.11.00	6.06.30	6.09.30
6007		6.03.10		6.03.10	6.05.50	6.03.10
		6.06.30		6.12.30	6.06.30	6.08.30
6008		6.03.10		6.03.10	6.05.50	6.03.10
		6.06.30		6.12.20	6.06.30	6.08.30
6009		6.03.10		6.03.10	6.05.50	6.03.10
		6.09.50		6.14.50	6.11.30	6.11.00
6010						6.03.10
						6.05.00
6011		6.03.10		6.04.40	6.04.30	6.03.10
		6.05.50		6.09.50	6.09.50	6.09.40
6012		6.03.10		6.04.40	6.04.30	6.03.10
		6.06.00		6.06.00	6.11.30	6.06.00
6013					6.04.40	6.03.10
					6.11.30	6.08.00

R L P	432	434	433	440	441	442
C E L						
6001						
6002						6.09.40 6.11.40
6003						
6004						
6005						
6006	6.03.10 6.06.40					6.06.10 6.06.30
6007	6.03.10 6.06.40			6.14.00 6.16.10		6.06.10 6.15.00
6008	6.03.10 6.06.40			6.12.40 6.15.50		6.06.10 6.15.20
6009	6.03.10 6.08.00			6.10.40 6.15.30		6.06.10 6.15.30
6010	6.03.10 6.05.00					
6011	6.03.10 6.09.50	6.03.20 6.09.50				6.08.10 6.09.50
6012	6.03.10 6.10.10	6.03.30 6.11.30				
6013	6.03.10 6.11.30	6.03.10 6.11.30				

R L P	443	450	451	452	453
C E L					
3001		6.06.10 6.07.10			
3002		6.03.10 6.10.30	6.03.10 6.10.30	6.06.00 6.10.30	
3003					
3004					
3005		6.05.10 6.10.40		6.07.30 6.10.40	6.07.00 6.10.40
3006		6.05.20 6.10.30		6.07.40 6.13.10	6.07.00 6.13.00
3007		6.05.20 6.12.00		6.07.40 6.12.00	6.07.00 6.11.40
3008		6.03.20 6.11.00		6.06.20 6.11.00	6.06.00 6.10.40
3009		6.06.00 6.06.00			
3010		6.03.10 6.11.00	6.03.30 6.11.00	6.07.00 6.07.20	
3011		6.06.20 6.11.40		6.08.20 6.11.40	6.07.00 6.11.40
3012					
3013					
3014		6.04.10 6.06.50		6.06.50 6.06.50	6.06.00 6.06.50

6001						
6002						
6003						
6004						
6005						
6006						
6007						
6008						
6009						
6010						
6011	6.08.50					
	6.09.50					
6012						
6013	6.08.40					
	6.11.30					

MOZLIWOSCI WYKRYWANIA I SLEDZENIA CELOW PRZEZ WRT
W WARUNKACH ZAKLOCEN

CZAS ROZPOCZECIA NALOTU - 6.00.00
CZAS POCZATKU AKTYWNOSCI CELOW - 6.03.00

R L P	410	411	412	413	414	420
CEL						
* 3001	6.05.10 6.07.10		6.03.30 6.03.40			
3002	6.03.30 6.10.30	6.07.20 6.10.30	6.07.20 6.08.00	6.07.20 6.07.20		
3003						
3004	6.03.10 6.06.00		6.03.20 6.06.00	6.03.10 6.06.00		
3005	6.03.10 6.10.40	6.07.40 6.07.50	6.07.00 6.08.10	6.03.10 6.09.10		
3006	6.03.10 6.10.00		6.07.00 6.08.00	6.03.10 6.08.10		
3007	6.03.10 6.10.20		6.07.00 6.08.00	6.03.10 6.08.10		
3008	6.03.10 6.10.40	6.07.50 6.08.10	6.07.20 6.08.10	6.03.10 6.08.10		
3009	6.03.10 6.06.00		6.03.20 6.06.00	6.03.10 6.06.00		
3010	6.03.30 6.10.20	6.07.20 6.11.00	6.07.20 6.08.30	6.07.20 6.07.20		
3011	6.03.10 6.11.10		6.07.20 6.08.00	6.03.10 6.09.30		6.07.10 6.08.50
3012	6.03.10 6.03.10			6.03.10 6.03.10		
3013	6.03.10 6.03.10			6.03.10 6.03.10		
* 3014						

6001								6.03.10	
								6.08.50	
6002								6.03.30	
								6.13.10	
* 6003								6.06.10	
								6.10.00	
6004									
6005									
6006								6.03.50	
								6.11.00	
6007								6.03.50	
								6.11.40	
6008								6.03.50	
								6.06.30	
* 6009									
6010									
6011									
6012									
* 6013									

	R L P	421	422	423	424	430	431
	C E L						
	* 3001						
	3002						
	3003						
	3004						
	3005			6.07.00			
				6.09.00			
	3006			6.04.50			
				6.08.10			
	3007			6.04.50			
				6.08.10			
	3008			6.03.30			
				6.08.10			
	3009						
	3010						
	3011			6.07.00			
				6.10.40			
	3012						
	3013						
	* 3014						

6001		6.03.10		6.03.30		6.03.10
		6.08.50		6.08.10		6.08.50
6002	6.10.50	6.03.10	6.10.30	6.04.10		6.03.10
	6.13.10	6.11.20	6.13.10	6.12.50		6.10.00
* 6003		6.04.50				
		6.06.00				
6004		6.03.10				6.03.10
		6.04.40				6.04.40
6005		6.03.10				6.03.10
		6.04.30				6.04.30
6006		6.03.10		6.03.10		6.03.10
		6.10.20		6.11.00		6.09.30
6007		6.03.10		6.03.10		6.03.10
		6.03.40		6.12.30		6.08.30
6008		6.03.10		6.03.10		6.03.10
		6.03.40		6.12.20		6.07.50
* 6009				6.08.30		6.04.10
				6.09.30		6.06.00
6010						6.03.10
						6.04.40
6011				6.04.40	6.07.30	6.03.10
				6.09.50	6.09.50	6.09.40
6012				6.04.40	6.07.10	6.03.10
				6.06.00	6.11.30	6.06.00
* 6013						

	R L P	432	434	433	440	441	442
	C E L						
	6001						
	6002						6.09.40
							6.10.20
	* 6003						
	6004						
	6005						
	6006						
	6007				6.15.40		6.08.50
					6.16.10		6.15.00
	6008				6.15.40		6.08.50
					6.15.50		6.15.20
	* 6009						6.11.00
							6.13.10
	6010						
	6011						6.08.10
							6.09.30
	6012						
	* 6013						

R L P	443	450	451	452	453
C E L					
* 3001					
3002		6.07.20	6.07.20	6.07.20	
		6.10.30	6.10.30	6.10.30	
3003					
3004					
3005				6.07.30	6.07.00
				6.10.40	6.10.40
3006				6.07.40	6.07.00
				6.13.10	6.13.00
3007		6.11.40		6.07.40	6.07.00
		6.12.00		6.12.00	6.11.40
3008		6.10.30		6.06.20	6.06.00
		6.11.00		6.11.00	6.10.40
3009					
3010		6.07.20	6.07.20	6.07.20	
		6.10.10	6.11.00	6.07.20	
3011				6.08.20	6.07.00
				6.11.40	6.11.40
3012					
3013					
* 3014					

6001					
6002					
* 6003					
6004					
6005					
6006					
6007					
6008					
* 6009					
6010					
6011	6.09.20				
	6.09.50				
6012					
* 6013					

MOZLIWOSCI PELENGACJI ZRODEL ZAKLOCEN CZYNNYCH PRZEZ
ELEMENTY UGRUPOWANIA WRT

C E L 3001

R L P	410	411	412	413	414	420
R L P						
410						
411						
412						
413	6.03.10 6.04.40					
414						
420						
421						
422						
423						
424						
430						
431						
432						

R L P	432	434	433	440	441	442
430						
431						
432						
434						
433						
440						
441						
442				6.14.40	6.13.20	
				6.15.30	6.14.30	
443						6.09.50
						6.10.50
450						
451						
452						
453						

C E L 3014

R L P	410	411	412	413	414	420
R L P						
410						
411						
412						
413			6.03.101			
			6.03.201			
414						
420						
421						
422						
423						
424						
430						
431						
432						
434						
433						
440						
441						

R L P	421	422	423	424	430	431
410						
411						
412						
413						
414						
420						
421						
422						
423						
424		6.03.10 6.04.40				
430						
431						
432						
434						
433						
440						
441						

R L P	443	450	451	452	453
R L P					
430					
431					
432					
434					
433					
440					
441					
442					
443					
450					
451					
452					
453			6.03.30		
			6.06.50		

C E L 6009

R L P	421	422	423	424	430	431
420						
421						
422						
423						
424		6.03.101 6.06.301				
430						
431						
432						
434						
433						
440						
441						
442						
443						
450						
451						
452						

R L P	432	434	433	440	441	442
R L P						
431						
432						
434						
433						
440						
441						
442						
443						6.06.30
						6.11.30
450						
451						
452						

C E L 6013

R L P	421	422	423	424	430	431
R L P						
430						
431						
432						6.03.10 6.05.30
434						6.05.40 6.06.20
433						
440						
441						
442						
443						
450						
451						
452						
453						

Wskaźniki utraty informacji radiolokacyjnej :

```
*****
```

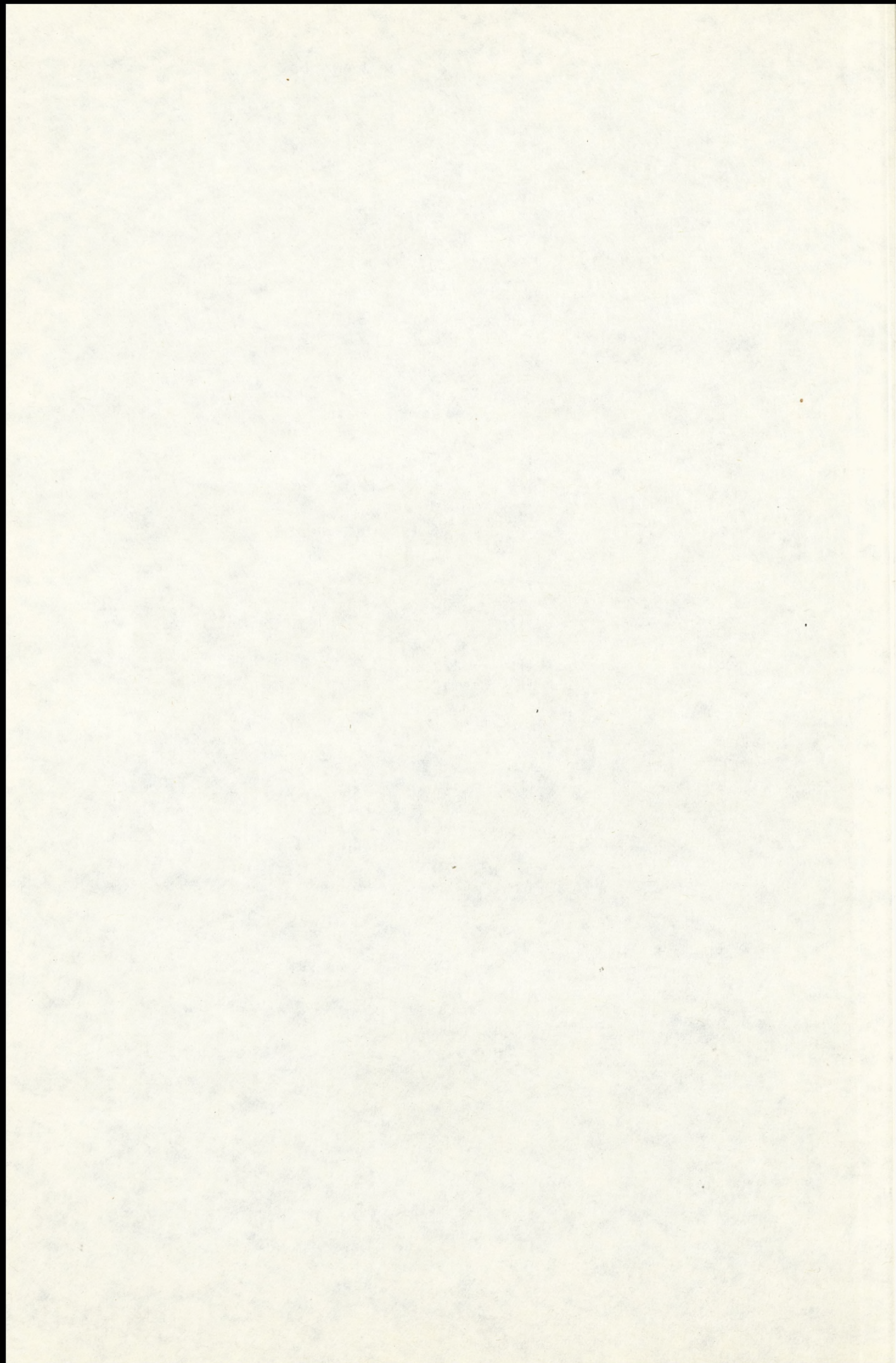
CEL	3001	WUIR=0.4000
CEL	3002	WUIR=0.0455
CEL	3003	WUIR=0.0000
CEL	3004	WUIR=0.0000
CEL	3005	WUIR=0.0000
CEL	3006	WUIR=0.0000
CEL	3007	WUIR=0.0000
CEL	3008	WUIR=0.0000
CEL	3009	WUIR=0.0000
CEL	3010	WUIR=0.0426
CEL	3011	WUIR=0.0000
CEL	3012	WUIR=0.0000
CEL	3013	WUIR=0.0000
CEL	3014	WUIR=1.0000
CEL	6001	WUIR=0.0000
CEL	6002	WUIR=0.0000
CEL	6003	WUIR=0.2439
CEL	6004	WUIR=0.0000
CEL	6005	WUIR=0.0000
CEL	6006	WUIR=0.0000
CEL	6007	WUIR=0.0380
CEL	6008	WUIR=0.0132
CEL	6009	WUIR=0.5800
CEL	6010	WUIR=0.1667
CEL	6011	WUIR=0.1463
CEL	6012	WUIR=0.2400
CEL	6013	WUIR=1.0000

 Wartość średnia. 0.1443

Średni obszar nieokreśloności dla namierzenia:

```
*****
```

CEL	3001	OBSZ.=0.4200
CEL	3014	OBSZ.=5.0800
CEL	6003	OBSZ.=0.5100
CEL	6009	OBSZ.=0.8100
CEL	6013	OBSZ.=1.9600



ZALĄCZNIK 23

MOŻLIWOŚCI WYKRYWANIA I ŚLEDZENIA CELOW PRZEZ WRT
W WARUNKACH ZAKŁOCEN

CZAS ROZFOCZECIA NALOTU - 6.00.00
 CZAS POCZĄTKU AKTYWNOŚCI CELOW - 6.03.00

R L P	410	411	412	413	414	420
CEL						
* 3001	6.05.10 6.07.10		6.03.30 6.03.40			
3002	6.03.30 6.10.30	6.07.20 6.10.30	6.07.20 6.08.00	6.07.20 6.07.20		
3003						
3004	6.03.10 6.06.00		6.03.20 6.06.00	6.03.10 6.06.00		
3005	6.03.10 6.10.40	6.07.40 6.07.50	6.07.00 6.08.10	6.03.10 6.09.10		
3006	6.03.10 6.10.00		6.07.00 6.08.00	6.03.10 6.08.10		
3007	6.03.10 6.10.20		6.07.00 6.08.00	6.03.10 6.08.10		
3008	6.03.10 6.10.40	6.07.50 6.08.10	6.07.20 6.08.10	6.03.10 6.08.10		
3009	6.03.10 6.06.00		6.03.20 6.06.00	6.03.10 6.06.00		
3010	6.03.30 6.10.20	6.07.20 6.11.00	6.07.20 6.08.30	6.07.20 6.07.20		
3011	6.03.10 6.11.10		6.07.20 6.08.00	6.03.10 6.09.30		6.07.10 6.08.50
3012	6.03.10 6.03.10			6.03.10 6.03.10		
3013	6.03.10 6.03.10			6.03.10 6.03.10		
* 3014						

6001										6.03.10	6.08.50
6002										6.03.30	6.13.10
* 6003										6.06.10	6.10.00
6004											
6005											
6006										6.03.50	6.11.00
6007										6.03.50	6.11.40
6008										6.03.50	6.06.30
* 6009											
6010											
6011											
6012											
* 6013											
* 7000											

	R L P	421	422	423	424	430	431
	C E L						
	* 3001						
	3002						
	3003						
	3004						
	3005			6.07.00			
				6.09.00			
	3006			6.04.50			
				6.08.10			
	3007			6.04.50			
				6.08.10			
	3008			6.03.30			
				6.08.10			
	3009						
	3010						
	3011			6.07.00			
				6.10.40			
	3012						
	3013						
	* 3014						

6001		6.03.10		6.03.30		6.03.10
		6.08.50		6.08.10		6.08.50
6002	6.10.50	6.03.10	6.10.30	6.04.10		6.03.10
	6.13.10	6.11.20	6.13.10	6.12.50		6.10.00
* 6003		6.04.50				
		6.06.00				
6004		6.03.10				6.03.10
		6.04.40				6.04.40
6005		6.03.10				6.03.10
		6.04.30				6.04.30
6006		6.03.10		6.03.10		6.03.10
		6.10.20		6.11.00		6.09.30
6007		6.03.10		6.03.10		6.03.10
		6.03.40		6.12.30		6.08.30
6008		6.03.10		6.03.10		6.03.10
		6.03.40		6.12.20		6.07.50
* 6009				6.08.30		6.04.10
				6.09.30		6.06.00
6010						6.03.10
						6.04.40
6011				6.04.40	6.07.30	6.03.10
				6.09.50	6.09.50	6.09.40
6012				6.04.40	6.07.10	6.03.10
				6.06.00	6.11.30	6.06.00
* 6013						
* 7000						

R L P	432	434	433	440	441	442
C E L						
* 3001						
3002						
3003						
3004						
3005						
3006						
3007						
3008						
3009						
3010						
3011						
3012						
3013						
* 3014						

6001							
6002						6.09.40	6.10.20
* 6003							
6004							
6005							
6006							
6007				6.15.40		6.08.50	6.15.00
				6.16.10			
6008				6.15.40		6.08.50	6.15.20
				6.15.50			
* 6009						6.11.00	6.13.10
6010							
6011						6.08.10	6.09.30
6012							
* 6013							
* 7000							

R L P	443	450	451	452	453
C E L					
* 3001					
3002		6.07.20	6.07.20	6.07.20	
		6.10.30	6.10.30	6.10.30	
3003					
3004					
3005				6.07.30	6.07.00
				6.10.40	6.10.40
3006				6.07.40	6.07.00
				6.13.10	6.13.00
3007		6.11.40		6.07.40	6.07.00
		6.12.00		6.12.00	6.11.40
3008		6.10.30		6.06.20	6.06.00
		6.11.00		6.11.00	6.10.40
3009					
3010		6.07.20	6.07.20	6.07.20	
		6.10.10	6.11.00	6.07.20	
3011				6.08.20	6.07.00
				6.11.40	6.11.40
3012					
3013					
* 3014					

6001					
6002					
* 6003					
6004					
6005					
6006					
6007					
6008					
* 6009					
6010					
6011	6.09.20				
	6.09.50				
6012					
* 6013					
* 7000					

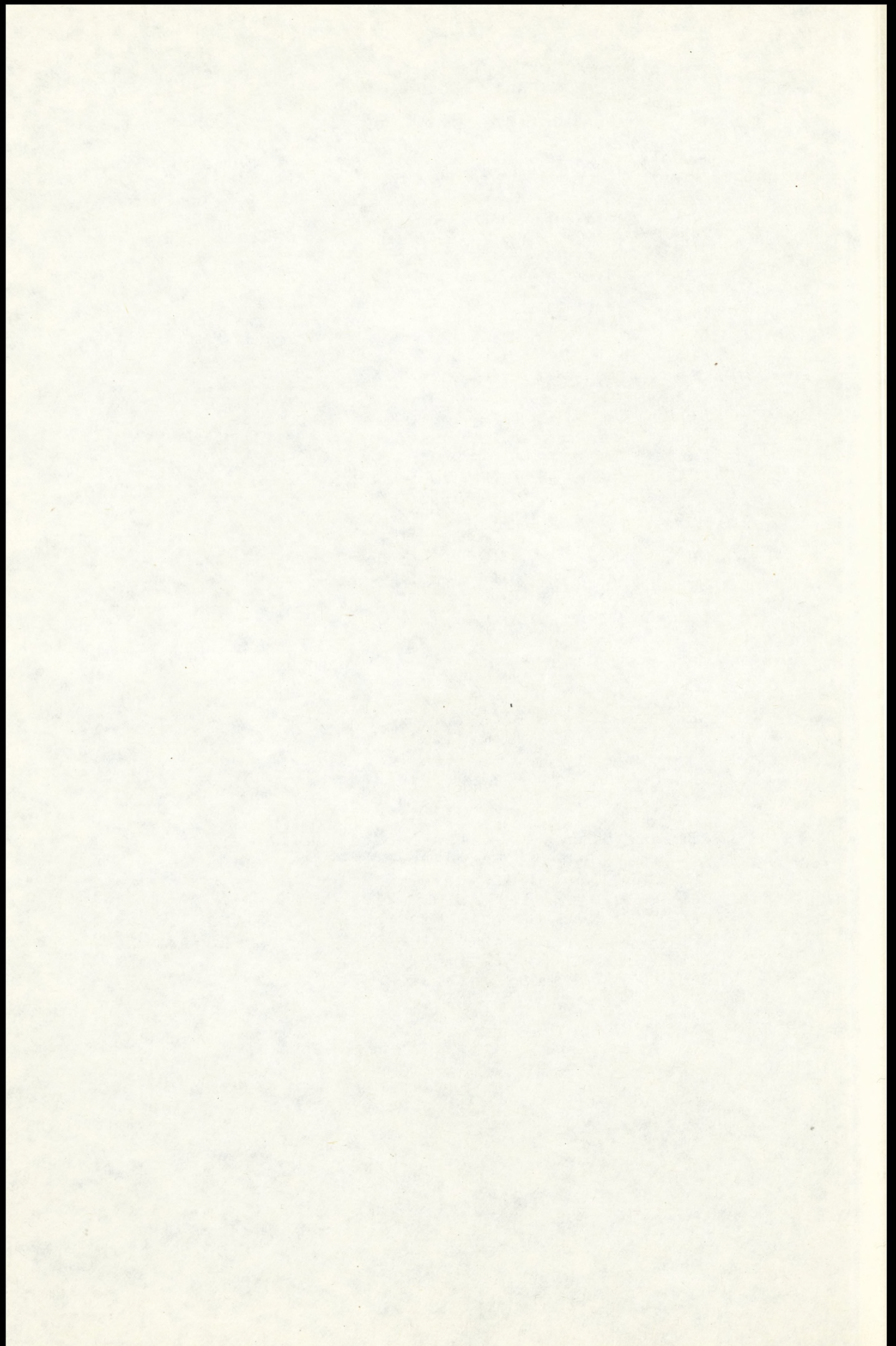
Wskaźniki utraty informacji radiolokacyjnej :

CEL	3001	WUIR=0.4000
CEL	3002	WUIR=0.0455
CEL	3003	WUIR=0.0000
CEL	3004	WUIR=0.0000
CEL	3005	WUIR=0.0000
CEL	3006	WUIR=0.0000
CEL	3007	WUIR=0.0000
CEL	3008	WUIR=0.0000
CEL	3009	WUIR=0.0000
CEL	3010	WUIR=0.0426
CEL	3011	WUIR=0.0000
CEL	3012	WUIR=0.0000
CEL	3013	WUIR=0.0000
CEL	3014	WUIR=1.0000
CEL	6001	WUIR=0.0000
CEL	6002	WUIR=0.0000
CEL	6003	WUIR=0.2439
CEL	6004	WUIR=0.0000
CEL	6005	WUIR=0.0000
CEL	6006	WUIR=0.0000
CEL	6007	WUIR=0.0380
CEL	6008	WUIR=0.0132
CEL	6009	WUIR=0.5600
CEL	6010	WUIR=0.1667
CEL	6011	WUIR=0.1463
CEL	6012	WUIR=0.2400
CEL	6013	WUIR=1.0000
CEL	7000	WUIR=1.0000

 Wwartość średnia 0.1748

Średni obszar nieokreśloności dla namierzenia:

CEL	3001	OBSZ.=0.4200
CEL	3014	OBSZ.=5.0800
CEL	6003	OBSZ.=0.5100
CEL	6009	OBSZ.=0.8100
CEL	6013	OBSZ.=1.9600
CEL	7000	OBSZ.=17.330



ZAŁĄCZNIK 24

MOŻLIWOŚCI WYKRYWANIA I ŚLEDZENIA CELOW PRZEZ WRT
W WARUNKACH ZAKŁOCEN

CZAS ROZPOCZECIA NALOTU - 6.00.00
CZAS POCZĄTKU AKTYWNOŚCI CELOW - 6.03.00

R L P	410	411	412	413	414	420
CEL						
3001	6.03.10 6.07.10	6.04.00 6.07.10	6.03.30 6.07.10	6.03.10 6.06.20		
3002	6.03.10 6.10.30	6.04.10 6.10.30	6.04.10 6.08.00	6.03.10 6.06.20		
3003						
3004	6.03.10 6.06.00	6.03.10 6.06.00	6.03.10 6.06.00	6.03.10 6.06.00		
3005	6.03.10 6.10.40	6.03.50 6.07.10	6.03.10 6.06.50	6.03.10 6.08.30		
3006	6.03.10 6.10.00	6.04.20 6.06.30	6.03.10 6.06.50	6.03.10 6.08.10		
3007	6.03.10 6.10.20	6.04.20 6.06.30	6.03.10 6.06.50	6.03.10 6.08.10		
3008	6.03.10 6.10.40	6.04.50 6.06.00	6.03.10 6.06.40	6.03.10 6.08.10		
3009	6.03.10 6.06.00	6.03.10 6.06.00	6.03.10 6.06.00	6.03.10 6.05.30		
3010	6.03.10 6.10.20	6.04.10 6.11.00	6.04.00 6.08.30	6.03.10 6.06.20		
3011	6.03.10 6.11.10		6.03.10 6.06.30	6.03.10 6.08.50		6.06.40 6.08.50
3012	6.03.10 6.03.10		6.03.10 6.03.10	6.03.10 6.03.10		
3013	6.03.10 6.03.10		6.03.10 6.03.10	6.03.10 6.03.10		
3014	6.03.10 6.06.50		6.03.10 6.06.10	6.03.10 6.06.50		6.05.50 6.06.50

6001							6.03.10	6.08.50
6002							6.03.30	6.13.10
6003							6.05.20	6.10.00
6004								
6005								
6006							6.03.50	6.11.00
6007							6.03.50	6.11.40
6008							6.03.50	6.06.30
6009							6.04.30	6.12.30
6010								
6011								
6012								
6013								
* 7000								

R L P	421	422	423	424	430	431
C E L						
3001						
3002						
3003						
3004						
3005			6.05.00			
			6.09.00			
3006			6.04.50			
			6.08.10			
3007			6.04.50			
			6.08.10			
3008			6.03.30			
			6.08.10			
3009						
3010						
3011			6.04.20			
			6.10.40			
3012						
3013						
3014			6.03.10			
			6.06.50			

6001	6.07.20	6.03.10		6.03.30		6.03.10
	6.08.50	6.08.50		6.08.50		6.08.50
6002	6.10.10	6.03.10	6.10.30	6.03.30		6.03.10
	6.13.10	6.11.20	6.13.10	6.12.50		6.10.00
6003		6.03.10		6.06.20		6.03.10
		6.08.30		6.10.00		6.08.00
6004		6.03.10				6.03.10
		6.04.40				6.04.40
6005		6.03.10				6.03.10
		6.04.30				6.04.30
6006	6.10.10	6.03.10		6.03.10		6.03.10
	6.11.00	6.10.20		6.11.00		6.09.30
6007		6.03.10		6.03.10		6.03.10
		6.06.30		6.12.30		6.08.30
6008		6.03.10		6.03.10		6.03.10
		6.06.30		6.12.20		6.08.30
6009		6.03.10		6.03.10	6.08.40	6.03.10
		6.09.50		6.14.50	6.11.30	6.11.00
6010						6.03.10
						6.05.00
6011		6.03.10		6.04.40	6.04.30	6.03.10
		6.05.50		6.09.50	6.09.50	6.09.40
6012		6.03.10		6.04.40	6.06.10	6.03.10
		6.06.00		6.06.00	6.11.30	6.06.00
6013					6.04.40	6.03.10
					6.11.30	6.08.00
* 7000						

101.30.3
102.30.3

P102

RLP	432	434	433	440	441	442
CEL						
3001						
3002						
3003						
3004						
3005						
3006						
3007						
3008						
3009						
3010						
3011						
3012						
3013						
3014						

6001						
6002					6.09.40	6.11.40
6003						
6004						
6005						
6006					6.06.10	6.06.30
6007				6.14.00	6.06.10	6.15.00
				6.16.10		
6008				6.12.40	6.06.10	6.15.20
				6.15.50		
6009				6.10.40	6.06.10	6.15.30
				6.15.30		
6010						
6011	6.05.20	6.03.20			6.08.10	6.09.50
	6.08.30	6.09.50				
6012	6.05.20	6.03.30				
	6.10.10	6.11.30				
6013	6.03.10	6.03.10				
	6.11.30	6.11.30				
* 7000						

R L P	443	450	451	452	453
C E L					
3001		6.07.10 6.07.10			
3002		6.07.10 6.10.30	6.04.40 6.10.30	6.10.20 6.10.30	
3003					
3004					
3005		6.09.20 6.10.40		6.07.30 6.10.40	6.07.00 6.10.40
3006		6.09.20 6.10.30		6.07.40 6.13.10	6.07.00 6.13.00
3007		6.09.20 6.12.00		6.07.40 6.12.00	6.07.00 6.11.40
3008		6.09.20 6.11.00		6.06.40 6.11.00	6.06.00 6.10.40
3009					
3010		6.07.10 6.11.00	6.04.20 6.11.00	6.07.20 6.07.20	
3011		6.09.40 6.11.40		6.08.20 6.11.40	6.07.00 6.11.40
3012					
3013					
3014					6.06.00 6.06.50

6001					
6002					
6003					
6004					
6005					
6006					
6007					
6008					
6009					
6010					
6011	6.08.50				
	6.09.30				
6012					
6013	6.08.40				
	6.11.30				
* 7000					

MOZLIWOSCI PELENGACJI ZRODEL ZAKLADEN CZYNNYCH PRZEZ
ELEMENTY UGRUPOWANIA WRT

C E L 7000

R L P	410	411	412	413	414	420
R L P						
410						
411						
412						
413			6.19.00			
			6.20.30			
414						
420						
421						
422						6.03.10
						6.18.50
423						
424						
430						
431						
432						
434						

Wskaźniki utraty informacji radiolokacyjnej :

CEL	3001	WUIR=0.0000
CEL	3002	WUIR=0.0000
CEL	3003	WUIR=0.0000
CEL	3004	WUIR=0.0000
CEL	3005	WUIR=0.0000
CEL	3006	WUIR=0.0000
CEL	3007	WUIR=0.0000
CEL	3008	WUIR=0.0000
CEL	3009	WUIR=0.0000
CEL	3010	WUIR=0.0000
CEL	3011	WUIR=0.0000
CEL	3012	WUIR=0.0000
CEL	3013	WUIR=0.0000
CEL	3014	WUIR=0.0000
CEL	6001	WUIR=0.0000
CEL	6002	WUIR=0.0000
CEL	6003	WUIR=0.0000
CEL	6004	WUIR=0.0000
CEL	6005	WUIR=0.0000
CEL	6006	WUIR=0.0000
CEL	6007	WUIR=0.0000
CEL	6008	WUIR=0.0000
CEL	6009	WUIR=0.0000
CEL	6010	WUIR=0.0000
CEL	6011	WUIR=0.0000
CEL	6012	WUIR=0.0000
CEL	6013	WUIR=0.0000
CEL	7000	WUIR=1.0000

Wartość średnia 0.0356

Średni obszar nieokreśloności dla namierzenia:

CEL 7000 OBSZ.=17.330

ZALĄCZNIK 25

MOZLIWOSCI WYKRYWANIA I SLEDZENIA CELOW PRZEZ WRT
PRZY BRAKU ZAKLOCEN

CZAS ROZPOCZECIA NALOTU - 6.00.00
 CZAS POZATKU AKTYWNOŚCI CELOW - 6.03.00

	R L P	410	411	412	413	414	420
	CEL						
	5001	6.03.10 6.04.10		6.03.10 6.04.10	6.03.10 6.04.10	6.03.10 6.04.10	
	5002	6.03.10 6.06.00	6.04.10 6.06.00	6.03.10 6.06.00	6.03.10 6.06.00		
	5003	6.03.10 6.06.30	6.04.20 6.06.30	6.03.10 6.06.30	6.03.10 6.06.30		
	5004	6.03.10 6.11.00	6.03.40 6.11.00	6.03.10 6.11.00	6.03.10 6.11.00	6.03.10 6.11.00	
	5005	6.03.10 6.10.20	6.03.10 6.09.20	6.03.10 6.07.50	6.03.10 6.09.20	6.03.10 6.06.20	
	5006	6.03.10 6.11.30	6.03.10 6.09.30	6.03.10 6.08.40	6.03.10 6.10.00		
	5007	6.03.10 6.11.20	6.03.10 6.11.20	6.03.10 6.11.20	6.03.10 6.10.10	6.03.10 6.11.20	
	5008	6.03.10 6.04.20	6.03.10 6.04.20	6.03.10 6.03.20			
	5009						

4001			6.05.00	6.03.10		
			6.05.00	6.05.00		
4002				6.03.10		6.03.10
				6.03.50		6.03.50
4003						
4004						
4005						6.04.00
						6.06.00
4006						6.03.10
						6.08.10
4007						6.03.10
						6.10.30
4008						6.03.50
						6.09.20
4009						6.04.00
						6.04.40
4010						6.04.00
						6.05.40
4011						6.03.10
						6.10.20
4012						6.03.10
						6.11.40
4013						6.03.10
						6.11.50
4014						6.03.50
						6.07.10
4015						6.03.50
						6.08.00

R L P	421	422	423	424	430	431
C E L						
5001						
5002						
5003						
5004			6.09.001			
			6.11.001			
5005						
5006						
5007						
5008						
5009						

4002	6.03.10		6.06.10			
	6.06.20		6.07.50			
4003	6.03.10		6.05.00			
	6.05.10		6.05.10			
4004	6.03.10		6.05.00			
	6.08.00		6.09.50			
4005	6.03.10		6.05.40			
	6.07.10		6.07.30			
4006	6.03.10	6.03.10	6.05.00			
	6.08.10	6.05.40	6.08.10			
4007	6.03.10	6.03.10	6.05.00	6.06.30		
	6.08.50	6.06.10	6.09.30	6.09.10		
4008	6.03.10		6.05.40			
	6.08.20		6.09.10			
4009	6.03.10					
	6.04.40					
4010	6.03.10					
	6.05.40					
4011	6.03.10	6.03.10	6.04.50		6.04.20	
	6.08.50	6.08.50	6.09.00		6.08.00	
4012	6.03.10	6.03.10	6.04.50		6.04.20	
	6.09.10	6.08.50	6.12.20		6.07.50	
4013	6.03.10	6.03.10	6.04.50		6.04.20	
	6.09.10	6.08.50	6.12.50		6.08.00	
4014	6.03.10	6.03.10	6.06.50			
	6.07.10	6.06.40	6.07.10			
4015	6.03.10	6.03.10	6.06.20			
	6.07.40	6.07.10	6.08.00			

R L P	432	434	433	440	441	442
C E L						
5001		6.03.10 6.04.10				
5002						
5003						
5004		6.03.10 6.11.00		6.10.40 6.11.00		
5005		6.03.10 6.06.20				
5006						
5007		6.03.10 6.11.20		6.10.40 6.11.20		
5008						
5009						

4001									
4002									
4003									
4004									
4005									
4006									
4007								6.08.20	6.11.00
4008									
4009									
4010									
4011								6.07.00	6.08.50
4012						6.10.10		6.07.00	6.13.40
4013						6.10.10		6.07.00	6.13.30
4014									
4015									

R L P	443	450	451	452	453
C E L					
5001		6.03.10	6.03.10	6.04.00	
		6.04.10	6.04.10	6.04.10	
5002		6.03.10	6.03.10	6.05.40	
		6.06.00	6.06.00	6.06.00	
5003		6.03.10	6.03.10		
		6.06.30	6.06.30		
5004		6.03.10	6.03.10	6.04.00	6.07.10
		6.11.00	6.10.10	6.11.00	6.11.00
5005		6.03.10	6.03.10	6.03.50	6.08.00
		6.10.20	6.09.30	6.10.20	6.10.20
5006		6.03.10	6.03.10	6.04.00	6.07.10
		6.13.50	6.09.20	6.13.50	6.13.50
5007		6.03.10	6.03.10	6.03.20	6.07.30
		6.11.20	6.10.40	6.11.20	6.11.20
5008		6.03.10	6.03.10	6.04.00	
		6.04.20	6.04.20	6.04.20	
5009					

4001						
4002						
4003						
4004					6.08.50	
					6.12.00	
4005						
4006						
4007					6.09.30	
					6.11.00	
4008						
4009						
4010						
4011						
4012						
4013						
4014						
4015						

MOZLIWOSCI WYKRYWANIA I SLEDZENIA CELOW PRZEZ WRT
W WARUNKACH ZAKLACEN

CZAS ROZPOCZECIA NALOTU - 6.00.00
CZAS POCZATKU AKTYWNOSCI CELOW - 6.03.00

R L P	410	411	412	413	414	420
C E L						
5001	6.03.10 6.04.10					
5002	6.03.10 6.06.00	6.04.10 6.06.00				
5003	6.03.10 6.06.30	6.04.20 6.05.40	6.06.30 6.06.30	6.06.00 6.06.30		
5004	6.03.10 6.11.00	6.04.00 6.06.50				
5005	6.03.10 6.09.00	6.04.10 6.06.30				
5006	6.03.10 6.11.30	6.04.10 6.06.30				
* 5007						
5008						
* 5009						

4001							
4002			6.06.10				
			6.06.50				
4003							
* 4004			6.07.10				
			6.07.40				
4005	6.04.00		6.05.40				
	6.04.40		6.07.30				
* 4006							
4007	6.04.00		6.05.00	6.08.40			
	6.04.50		6.09.30	6.08.50			
4008	6.03.20		6.05.40				
	6.05.40		6.09.10				
4009	6.03.40						
	6.04.40						
4010							
4011		6.03.10		6.04.50		6.04.20	
		6.08.50		6.09.00		6.04.20	
4012		6.03.10		6.04.50		6.04.20	
		6.08.50		6.12.20		6.04.20	
4013		6.03.10		6.04.50		6.04.20	
		6.08.50		6.12.50		6.04.20	
4014		6.03.10		6.06.50			
		6.06.40		6.07.10			
* 4015							

R L P	421	422	423	424	430	431
C E L						
5001						
5002						
5003						
5004						
5005						
5006						
* 5007						
5008						
* 5009						

4001				6.03.10	
				6.04.20	
4002					
4003					
* 4004					
4005					6.04.00
					6.06.00
* 4006					6.05.10
					6.07.40
4007					6.03.10
					6.10.30
4008					6.03.50
					6.09.20
4009					6.04.00
					6.04.40
4010					6.04.00
					6.05.40
4011					6.03.10
					6.10.20
4012					6.03.10
					6.11.40
4013					6.03.10
					6.11.50
4014					6.03.50
					6.07.10
* 4015					6.05.20
					6.08.00

224 225 226 227 228 229

RLP	432	434	433	440	441	442
CEL						
4003						
* 4004						
4005						
* 4006						
4007						6.08.20
4008						6.11.00
4009						
4010						
4011						6.07.00
						6.08.50
4012				6.12.10		6.07.00
				6.13.40		6.13.40
4013				6.10.30		6.07.00
				6.13.30		6.13.30
4014						
* 4015						

RLP	443	450	451	452	453
CEL					
5001					
5002					
5003					
5004		6.06.00			
		6.08.10			
5005		6.06.10		6.09.40	
		6.08.50		6.10.20	
5006		6.06.00		6.11.20	6.12.10
		6.13.50		6.13.50	6.13.50
* 5007					
5008			6.03.10		
			6.04.20		
* 5009					

4001					
4002					
4003					
* 4004				6.11.00	6.11.20
4005					
* 4006					
4007				6.09.30	6.09.40
4008					
4009					
4010					
4011					
4012					
4013					
4014					
* 4015					

MOZLIWOSCI PELENGACJI ZRODEL ZAKLÓCEN CZYNNYCH PRZEZ
ELEMENTY UGRUPOWANIA WRT

C E L 5007

R L P	443	450	451	452	453
R L P					
433					
440					
441					
442					
443					
450					
451		6.07.20			
		6.07.30			
452			6.03.10		
			6.07.40		
453				6.07.40	
				6.10.50	

C E L 4004

RLP	410	411	412	413	414	420
RLP						
410						
411						
412						
413						
414						
420						
421						6.04.30 6.04.40
422						6.03.10 6.04.20
423						6.07.50 6.09.30
424						
430						
431						
432						
434						

RLP	421	422	423	424	430	431
410						
411						
412						
413						
414						
420						
421						
422						
423						
424			6.04.50 6.07.00			
430						
431						
432						
434						
433						
440						

RLP	443	450	451	452	453
433					
440					
441					
442					
443					
450					
451					
452			6.11.30		
			6.12.00		
453			6.09.40	6.10.00	
			6.09.50	6.10.50	

C E L 4006

RLP	410	411	412	413	414	420
RLP						
410						
411						
412						
413						
414						
420						
421						6.04.10 6.05.00
422						6.03.10 6.03.20
423						6.07.50 6.08.10
424						
430						
431						
432						
434						
433						

R L P	421	422	423	424	430	431
R L P						
420						
421						
422	6.03.30 6.04.00					
423						
424			6.06.00 6.06.30			
430						
431						
432						
434						
433						
440						
441						
442						
443						
450						
451						
452						
453						

SEP SEP SEP SEP SEP SEP SEP

C E L 4015

R L P	410	411	412	413	414	420
R L P						
410						
411						
412						
413						
414						
420						
421						
422						6.03.10 6.05.10
423						

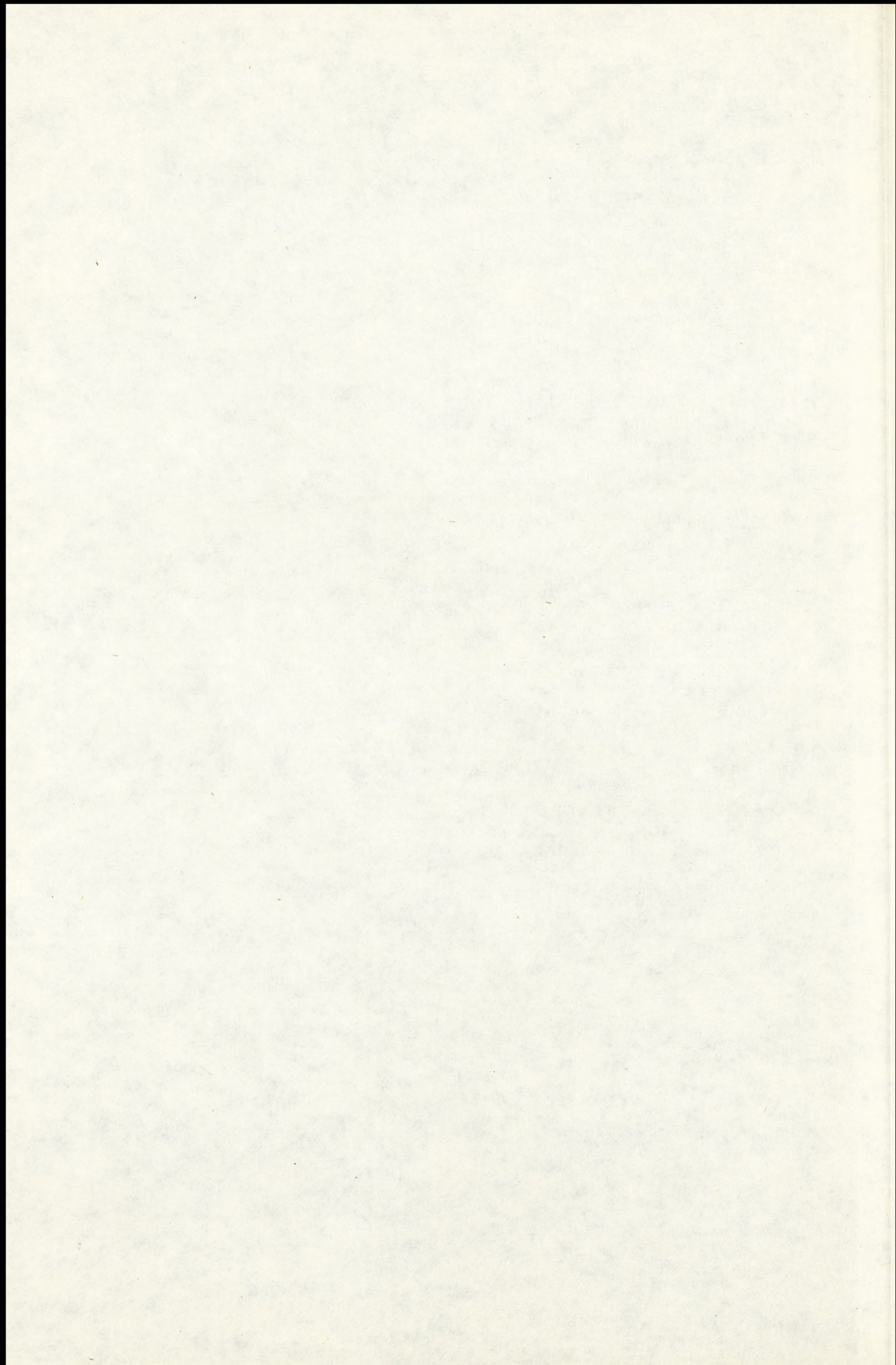
Wskaźniki utraty informacji radiolokacyjnej :

CEL	5001	WUIR=0.0000
CEL	5002	WUIR=0.0000
CEL	5003	WUIR=0.0000
CEL	5004	WUIR=0.0000
CEL	5005	WUIR=0.0682
CEL	5006	WUIR=0.0308
CEL	5007	WUIR=1.0000
CEL	5008	WUIR=0.0000
CEL	5009	WUIR=0.0000
CEL	4001	WUIR=0.3333
CEL	4002	WUIR=0.8296
CEL	4003	WUIR=1.0000
CEL	4004	WUIR=0.8704
CEL	4005	WUIR=0.1852
CEL	4006	WUIR=0.6129
CEL	4007	WUIR=0.0417
CEL	4008	WUIR=0.0263
CEL	4009	WUIR=0.3000
CEL	4010	WUIR=0.3125
CEL	4011	WUIR=0.0000
CEL	4012	WUIR=0.0000
CEL	4013	WUIR=0.0000
CEL	4014	WUIR=0.0000
CEL	4015	WUIR=0.4333

Wartość średnia 0.2517

Sredni obszar nieokreśloności dla namierzenia:

CEL	5007	OBSZ.=1.7600
CEL	4004	OBSZ.=1.3700
CEL	4006	OBSZ.=0.9700
CEL	4015	OBSZ.=0.4300



ZALĄCZNIK 26

MOZLIWOSCI WYKRYWANIA I SLEDZENIA CELOW PRZEZ WRT
W WARUNKACH ZAKLOCEN

CZAS ROZPOCZECIA NALOTU - 6.00.00
 CZAS POCZATKU AKTYWNOŚCI CELOW - 6.03.00

R L P	410	411	412	413	414	420
CEL						
5001	6.03.10 6.04.10					
5002	6.03.10 6.06.00	6.04.10 6.05.30				
5003	6.03.30 6.06.30	6.04.20 6.05.10	6.06.30 6.06.30	6.06.00 6.06.20		
5004	6.03.10 6.11.00	6.04.00 6.06.50				
5005	6.03.10 6.09.00	6.04.10 6.06.30				
5006	6.03.10 6.11.30	6.04.10 6.06.30				
* 5007						
5008						
* 5009						

4001				6.03.10		
				6.04.00		
4002						
4003						
* 4004						
4005					6.04.00	
					6.06.00	
* 4006					6.05.10	
					6.07.40	
4007					6.03.10	
					6.10.30	
4008					6.03.50	
					6.09.20	
4009					6.04.00	
					6.04.40	
4010					6.04.00	
					6.05.40	
4011					6.03.10	
					6.10.20	
4012					6.03.10	
					6.11.40	
4013					6.03.10	
					6.11.50	
4014					6.03.50	
					6.07.10	
* 4015					6.05.20	
					6.08.00	
* 7000						
* 7001						

R L P	421	422	423	424	430	431
C E L						
4001						
4002			6.06.10 6.06.50			
4003						
* 4004			6.07.10 6.07.40			
4005	6.04.00 6.04.40		6.05.40 6.07.30			
* 4006						
4007	6.04.00 6.04.50		6.05.00 6.09.30	6.08.40 6.08.50		
4008	6.03.20 6.05.10		6.05.40 6.09.10			
4009	6.03.40 6.04.40					
4010						
4011		6.03.10 6.08.50		6.04.50 6.09.00		6.04.20 6.04.20
4012		6.03.10 6.08.50		6.04.50 6.12.20		6.04.20 6.04.20
4013		6.03.10 6.08.50		6.04.50 6.12.50		6.04.20 6.04.20
4014		6.03.10 6.06.40		6.06.50 6.07.10		
* 4015						
* 7000						
* 7001						

RLP	432	434	433	440	441	442
C E L						
4002						
4003						
* 4004						
4005						
* 4006						
4007						6.11.00
						6.11.00
4008						
4009						
4010						
4011						6.07.00
						6.08.50
4012				6.12.10		6.07.00
				6.13.40		6.13.40
4013				6.10.40		6.07.00
				6.13.30		6.13.30
4014						
* 4015						
* 7000						
* 7001						

R L F	443	450	451	452	453
C E L					
5001					
5002					
5003					
5004		6.06.00 6.08.10			
5005		6.06.10 6.08.50		6.09.40 6.10.20	
5006		6.06.00 6.13.50		6.11.20 6.13.50	6.12.10 6.13.50
* 5007					
5008			6.03.10 6.04.20		
* 5009					
4001					
4002					
4003					
* 4004					6.11.00 6.11.20
4005					
* 4006					
4007					6.09.30 6.09.40

Wskaźniki utraty informacji radiolokacyjnej :

CEL	5001	WUIR=0.0000
CEL	5002	WUIR=0.0000
CEL	5003	WUIR=0.1000
CEL	5004	WUIR=0.0000
CEL	5005	WUIR=0.0698
CEL	5006	WUIR=0.0312
CEL	5007	WUIR=1.0000
CEL	5008	WUIR=0.0000
CEL	5009	WUIR=0.0000
CEL	4001	WUIR=0.5000
CEL	4002	WUIR=0.8276
CEL	4003	WUIR=1.0000
CEL	4004	WUIR=0.8679
CEL	4005	WUIR=0.1923
CEL	4006	WUIR=0.6129
CEL	4007	WUIR=0.0417
CEL	4008	WUIR=0.0263
CEL	4009	WUIR=0.3000
CEL	4010	WUIR=0.3125
CEL	4011	WUIR=0.0000
CEL	4012	WUIR=0.0000
CEL	4013	WUIR=0.0000
CEL	4014	WUIR=0.0000
CEL	4015	WUIR=0.4333
CEL	7000	WUIR=1.0000
CEL	7001	WUIR=1.0000

Wartość średnia 0.3197

Średni obszar nieokreśloności dla namierzania:

CEL	5007	OBSZ.=1.7600
CEL	4004	OBSZ.=1.3700
CEL	4006	OBSZ.=0.9700
CEL	4015	OBSZ.=0.4300
CEL	7000	OBSZ.=17.330
CEL	7001	OBSZ.=39.350

ZAŁĄCZNIK 27

MOŻLIWOSCI WYKRYWANIA I ŚLEDZENIA CELOW PRZEZ WRT
W WARUNKACH ZAKŁOCEN

CZAS ROZPOCZECIA NALOTU - 6.00.00
CZAS POZATKU AKTYWNOŚCI CELOW - 6.03.00

RLP	410	411	412	413	414	420
CEL						
5001	6.03.10 6.04.10					
5002	6.03.10 6.06.00	6.04.10 6.05.30	6.04.40 6.06.00			
5003	6.03.30 6.06.30	6.04.20 6.06.30	6.04.50 6.06.30	6.05.10 6.06.20		
5004	6.03.10 6.11.00	6.03.40 6.07.40				
5005	6.03.10 6.10.20	6.03.10 6.07.20				
5006	6.03.10 6.11.30	6.03.10 6.07.20				
5007	6.03.10 6.11.20	6.03.10 6.05.30				
5008	6.03.10 6.04.20	6.04.00 6.04.20				
5009						

4001				6.03.10		
				6.05.00		
4002				6.03.10	6.03.10	
				6.03.20	6.03.50	
4003						
4004						
4005					6.04.00	
					6.06.00	
4006					6.03.10	
					6.08.10	
4007					6.03.10	
					6.10.30	
4008					6.03.50	
					6.09.20	
4009					6.04.00	
					6.04.40	
4010					6.04.00	
					6.05.40	
4011					6.03.10	
					6.10.20	
4012					6.03.10	
					6.11.40	
4013					6.03.10	
					6.11.50	
4014					6.03.50	
					6.07.10	
4015					6.03.50	
					6.08.00	
* 7000						
* 7001						

RLP	421	422	423	424	430	431
CEL						
5001						
5002						
5003						
5004			6.09.00			
			6.11.00			
5005						
5006						
5007						
5008						
5009						

RLP	432	434	433	440	441	442
CEL						
4001						
4002						
4003						
4004						
4005						
4006						
4007						6.09.00
						6.11.00
4008						
4009						
4010						
4011						6.07.00
						6.08.50
4012				6.11.20		6.07.00
				6.13.40		6.13.40
4013				6.10.40		6.07.00
				6.13.30		6.13.30
4014						
4015						
* 7000						
* 7001						

R L P	443	450	451	452	453
C E L					
5001			6.03.10		
			6.04.10		
5002		6.05.10	6.03.10		
		6.05.40	6.05.30		
5003		6.04.30	6.03.20		
		6.05.10	6.04.50		
5004		6.06.00	6.03.10	6.05.50	6.07.10
		6.11.00	6.06.10	6.11.00	6.11.00
5005		6.06.00	6.03.10	6.05.50	6.08.00
		6.09.40	6.06.10	6.10.20	6.10.20
5006		6.06.00	6.03.10	6.05.50	6.07.10
		6.13.50	6.06.10	6.13.50	6.13.50
5007		6.05.50	6.03.10	6.04.00	6.07.30
		6.09.30	6.07.40	6.11.20	6.11.20
5008			6.03.10		
			6.04.20		
5009					

4001						
4002	6.03.20		6.06.10			
	6.04.20		6.07.50			
4003	6.03.10					
	6.05.10					
4004	6.03.30		6.05.00			
	6.06.40		6.09.50			
4005	6.03.40		6.05.40			
	6.06.40		6.07.30			
4006	6.03.40	6.03.10	6.05.00			
	6.05.50	6.05.40	6.08.10			
4007	6.03.40	6.03.10	6.05.00	6.06.30		
	6.05.20	6.06.10	6.09.30	6.09.10		
4008	6.03.10		6.05.40			
	6.05.10		6.09.10			
4009	6.03.30					
	6.04.40					
4010	6.03.10					
	6.05.40					
4011	6.03.10	6.03.10	6.04.50		6.04.20	
	6.06.30	6.08.50	6.09.00		6.08.00	
4012	6.03.10	6.03.10	6.04.50		6.04.20	
	6.06.30	6.08.50	6.12.20		6.07.50	
4013	6.03.10	6.03.10	6.04.50		6.04.20	
	6.06.30	6.08.50	6.12.50		6.08.00	
4014	6.03.20	6.03.10	6.06.50			
	6.05.50	6.06.40	6.07.10			
4015		6.03.10	6.06.20			
		6.07.10	6.08.00			
* 7000						
* 7001						

MOZLIWOSCI PELENGACJI ZRODEL ZAKLOCEN CZYNNYCH PRZEZ
ELEMENTY UGRUPOWANIA WRT

C E L 7000

RLP	410	411	412	413	414	420
RLP						
410						
411						
412						
413			6.19.00			
			6.20.30			
414						
420						
421						
422						6.03.10
						6.18.50
423						
424						
430						

C E L 7001

R L P	410	411	412	413	414	420
R L P						
410						
411						
412						
413						
414	6.03.10 6.22.40					
420						
421						
422						
423						
424						

101.25
100.21.3

R L P	443	450	451	452	453
410					
411					
412					
413					
414					
420					
421					
422					
423					
424					
450					
451					
452					
453			6.18.20		
			6.20.40		

Wskaźniki utraty informacji radiolokacyjnej :

CEL	5001	WUIR=0.0000
CEL	5002	WUIR=0.0000
CEL	5003	WUIR=0.0500
CEL	5004	WUIR=0.0000
CEL	5005	WUIR=0.0000
CEL	5006	WUIR=0.0000
CEL	5007	WUIR=0.0000
CEL	5008	WUIR=0.0000
CEL	5009	WUIR=0.0000
CEL	4001	WUIR=0.1667
CEL	4002	WUIR=0.3448
CEL	4003	WUIR=0.3846
CEL	4004	WUIR=0.0377
CEL	4005	WUIR=0.1154
CEL	4006	WUIR=0.0000
CEL	4007	WUIR=0.0000
CEL	4008	WUIR=0.0000
CEL	4009	WUIR=0.2000
CEL	4010	WUIR=0.0000
CEL	4011	WUIR=0.0000
CEL	4012	WUIR=0.0000
CEL	4013	WUIR=0.0000
CEL	4014	WUIR=0.0000
CEL	4015	WUIR=0.0000
CEL	7000	WUIR=1.0000
CEL	7001	WUIR=1.0000

Wartość średnia 0.1268

Średni obszar nieokreśloności dla namierzania:

CEL	7000	OBSZ.=17.330
CEL	7001	OBSZ.=39.350

```

(*****)
(* PROGRAM GLOWNY *)
(*****)

CONST  ILTRAS=27;
        ILSTA=23;
        ILURZZ=1;
        ILWYS=19;
        MAXILAM=4;
        MAXPL1=5;
        ILTYP5=4;
        ILTYPST=19;
        ILTUZ1=4;
        PI=3.14159265;

TYPE  T1=ARRAY[1..ILTRAS] OF REAL;
       T3=ARRAY[1..ILTRAS] OF INTEGER;
       T7=ARRAY[1..ILSTA] OF REAL;
       T9=ARRAY[1..ILSTA] OF INTEGER;
       TR1=ARRAY[1..ILTYPST] OF REAL;
       TR2=ARRAY[1..ILWYS,1..ILTYPST] OF REAL;
       TSL1=ARRAY[1..ILSTA,1..ILTRAS] OF REAL;
       TSL2=ARRAY[1..ILSTA,1..ILTRAS] OF INTEGER;
       TWYS=ARRAY[1..ILWYS] OF REAL;
       TSIGMA=ARRAY[1..2,1..ILTYP5] OF REAL;

PARPOCZ=record
  PWYS : TWYS;
  SIGMA : TSIGMA;
END;

TREC=RECORD
  ST1: INTEGER;
  ST2: INTEGER;
  SA: INTEGER;
  TI: REAL;
END;

VAR
  FDANE : FILE OF REAL;
  FDAINT : FILE OF INTEGER;
  FDAT : FILE OF TR1;
  FR2 : FILE OF REAL;
  FR1 : FILE OF PARPOCZ;
  RECR : PARPOCZ;
  R2 : TR2;
  PREC : TREC;
  FREC : FILE OF TREC;
  GRZ, I, J, K, NRSAM, NRST, STA1, STA2, SAM, LPEL, Y, KO, FO, RE, COKTR,
  OBIEG1, OBIEG2, STA1MIN, STA2MIN, TADZ, DOKAD : INTEGER;
  TIME, DELTATE, PR1, PR2, ZASIEG, WYS, RMAX, RS1, RS2, X,
  LOS, POMOCN, POM1, POM2, OBSZAR, OBSZMIN, DYSCZAS, FOCZAK : REAL;

```

```

VX, VY, XWSFSAM, YWSFSAM, XSAMO, YSAMO, DROGA, DRSL : T1;
V : ARRAY[1..ILTRAS, 1..MAXILAM] OF REAL;
XKON, YKON: ARRAY[1..ILTRAS, 1..MAXFL1] OF REAL;
ODLAM, ILODLAM, KONTRAS, KTODC, ILODC, DOPEL : T3;
POCZ, KONIEC, SLEDZ, IFA, IFB, O, PEL, CZYDR, czyakt : BOOLEAN;
CSBZ : ARRAY[1..ILTRAS] OF BOOLEAN;
PWYS : TWYS;
R1, TETAS, PS, GS, TI, NA, FF, HANT, K1, DELFZ, DMAX : TR1;
XSTA, YSTA, NI, HA, HPOZTECH, HTR: T7;
H : ARRAY[1..ILTRAS, 1..MAXILAM] OF REAL;
XURZZ, YURZZ : ARRAY[1..ILURZZ] OF REAL;
TPDTURZ : ARRAY[1..2, 1..ILURZZ] OF REAL;
PZ1, GZ1, OF : T1;
PZ2, GZ2 : ARRAY[1..ILURZZ] OF REAL;
SIGMA : TSIGMA;
ZAKL2 : ARRAY[1..ILURZZ] OF INTEGER;
SL, ZAKL1, TYP SAM, NURZ, SYMSAM, LP : T3;
TYPSTA, KOMPRI, SYMSTA, GRTAKST : T9;
SLP, SLK : TSL1;
SLSTSA : TSL2;
TUZ1 : ARRAY[1..ILTRAS] OF INTEGER;

```

```

(*****)
{*      PROCPOM. INK      *}
(*****)

```

```

FUNCTION RAND(A, B: REAL; VAR XO: REAL): REAL;
FUNCTION RAND1(VAR X1: REAL): REAL;
VAR Y: REAL;
BEGIN
  Y:=0.654321*X1;
  RAND1:=Y-TRUNC(Y);
END; {RAND1}

```

```

BEGIN
  XO:=A+RAND1(XO)*(B-A);
  RAND:=XO;
END; { rand }

```

```

PROCEDURE DRUK(X: INTEGER);
VAR I: INTEGER;
BEGIN
  FOR I:=1 TO X DO WRITE(' ');
  WRITELN;
END; { Druk }

```

```

FUNCTION SIGN(X:REAL):REAL;
BEGIN
  IF X>0 THEN SIGN:=1;
  IF X<0 THEN SIGN:=-1;
END; { sign }

```

```

PROCEDURE CZASNAHMS(DEC:REAL);
  VAR POM : REAL;
      HH,MM,SS : INTEGER;
BEGIN
  HH:=TRUNC(DEC); POM:=DEC-HH;
  MM:=TRUNC(60*POM); POM:=60*POM-MM;
  SS:=TRUNC(60*POM);
  WRITE(HH:2,'.'): IF MM<10 THEN WRITE('0',MM:1,'.') ELSE WRITE(MM:2,
'.');
  IF SS<10 THEN WRITE('0',SS:1) ELSE WRITE(SS:2);
END; { czasnahms }
  (*****
  (*      ZAMWSP.INK      *)
  (*****

```

```

FUNCTION PRZYR(Y:REAL):REAL;
{Pomocnicza funkcja do zamiany wspolrzednych WSPGNAP i WSPFNAG}
BEGIN
  PRZYR:=-8.27252E-02*(Y-5328)+447.86
END; { przyr }

```

```

PROCEDURE WSPGNAP(XG,YG:REAL; VAR XP,YP:REAL; VAR Q:BOOLEAN);
{Zamiana wsp. geogr. na prost}
  VAR WYBOR: 2..4;

BEGIN
  IF (XG<>0) AND (YG<>0) THEN
    BEGIN
      WYBOR:=TRUNC(XG/1000); XG:=XG-WYBOR*1000;
      IF (WYBOR=2) AND (WYBOR<=4) THEN
        BEGIN
          CASE WYBOR OF
            2: XP:=XG-PRZYR(YG);
            3: XP:=XG;
            4: XP:=XG+PRZYR(YG);
          END;
        END;
    END;

```

```

        YP:=YG-5300; Q:=TRUE;
    END
ELSE
    BEGIN
        WRITELN('Zly nr strefy');
        Q:=FALSE;
    END;
END;
END; { wspgnap }

```

```

-----
PROCEDURE WSPFNAG(XP,YP:REAL; VAR XG,YG:REAL; VAR Q:BOOLEAN);
    {Zamiana wsp. prost. na geograf.}
    VAR SZERST,POMSZ:REAL;
    BEGIN
        YG:=YP+5300; SZERST:=PRZYR(YG); POMSZ:=0.5*SZERST; Q:=TRUE;
        IF (XP<500-POMSZ) AND (XP>=500-1.5*SZERST) THEN XG:=XP+SZERST+20
        ELSE
            IF (XP>=500-POMSZ) AND (XP<=500+POMSZ) THEN XG:=XP+3000
            ELSE
                IF (XP>500+POMSZ) AND (XP<=500+1.5*SZERST) THEN XG:=XP-5
                +4000
            ELSE
                BEGIN
                    WRITELN('Zla wspolrzeczna w wyniku');
                    Q:=FALSE;
                END;
            END; {wspfnag}
        {*****}
        (*      PELENG.INK      *)
        {*****}
    END;

```

```

PROCEDURE OKRHTR(WYSSAM:REAL; VAR HTR:T7);
    {Okreslenie dolnej granicy ciaglego pola pelengacji HTR}
    VAR W:REAL;
        I:INTEGER;
    BEGIN
        FOR I:=1 TO ILSTA DO
            BEGIN
                W:=4.12*(SQRT(WYSSAM*1000)+SQRT(HA[I]));
                HTR[I]:=SQR(W)/17.0-(W*SQR(HA[I])/2.06)+HA[I];
            END;
        END; { okrhtr }
    END;

```

```

-----
PROCEDURE PELENG(ST1,ST2,SAM:INTEGER; VAR HTR:T7;

```

```
VAR OBSZAR,R1,R2:REAL;VAR FEL:BOOLEAN);
VAR DX1,DY1,DX2,DY2,SINALFA : REAL;
```

```
BEGIN
```

```
DX1:=XWSPSAM[SAM]-XSTA[ST1];
```

```
DX2:=XWSPSAM[SAM]-XSTA[ST2];
```

```
DY1:=YWSPSAM[SAM]-YSTA[ST1];
```

```
DY2:=YWSPSAM[SAM]-YSTA[ST2];
```

```
R1:=SQRT(SQR(DX1)+SQR(DY1));
```

```
R2:=SQRT(SQR(DX2)+SQR(DY2));
```

```
SINALFA:=(DX1*DY2-DX2*DY1)/(R1*R2);
```

```
IF (HTR[ST1]>R1) AND (HTR[ST2]>R2) AND (SINALFA>0.2) THEN
```

```
  BEGIN
```

```
    FEL:=TRUE;
```

```
    OBSZAR:=R1*R2*TETAS[TYPSTA[ST1]]*TETAS[TYPSTA[ST2]]/ABS(SINALFA)
```

```
  END
```

```
ELSE
```

```
  FEL:=FALSE;
```

```
END; { peleng }
```

```
*****
```

```
(* SLEDZ.INK *)
```

```
*****
```

```
PROCEDURE KR1R2(VAR WYS,Z1,Z2:REAL; VAR K:INTEGER; TYP:INTEGER);
```

```
VAR X1,X2,Y1,Y2:REAL;
```

```
LABEL 1;
```

```
PROCEDURE INTERP(VAR X1,Y1,X2,Y2,X,Y:REAL);
```

```
BEGIN
```

```
Y:=(Y2-Y1)*(X-X1)/(X2-X1)+Y1;
```

```
END; {INTERP}
```

```
BEGIN
```

```
K:=2;
```

```
1:
```

```
IF NOT ((PWYS[K-1]<=WYS) AND (WYS<=PWYS[K])) AND (K<ILWYS) THEN
```

```
  BEGIN
```

```
    K:=K+1;
```

```
    GOTO 1
```

```
  END;
```

```
IF K=ILWYS THEN
```

```
  BEGIN
```

```
    IF NOT ((PWYS[K-1]<=WYS) AND (WYS<=PWYS[K])) THEN K:=-1;
```

```
  END;
```

```
IF K<>-1 THEN
```

```
  BEGIN
```

```
    Z1:=R1[TYP]*WYS;
```

```
    INTERP(PWYS[K-1],R2[K-1,TYP],PWYS[K],R2[K,TYP],WYS,Z2);
```

```
  END;
```

```
END; { KR1R2 }
```

```

PROCEDURE SLEDZENIE (CEL, STA: INTEGER; Z1, Z2: REAL; VAR SLEDZ: BOOLEAN);
VAR R: REAL;
BEGIN
  R:=SQRT((XWSPSAM[CEL]-XSTA[STA])*(XWSPSAM[CEL]-XSTA[STA])
          +
          (YWSPSAM[CEL]-YSTA[STA])*(YWSPSAM[CEL]-YSTA[STA]));
  IF (Z1<=R) AND (R<=Z2) THEN
    SLEDZ:=TRUE
  ELSE
    SLEDZ:=FALSE;
END; ( SLEDZ )

```

```

PROCEDURE A1 (VAR ZASIEG: REAL; NRST: INTEGER; NRCEL: INTEGER);
VAR KD, PZPOM: REAL;

```

```

BEGIN
  KD:=NI[NRST]/6.0;
  IF ZAKL1[NRCEL]<>1 THEN
    BEGIN
      IF KOMPRI[NRST]=1 THEN
        PZPOM:=PZ1[NRCEL]/(0.7*K1[TYPSTA[NRST]]);
        ELSE PZPOM:=PZ1[NRCEL];
        ZASIEG:=SQRT(KD*PS[TYPSTA[NRST]]*GS[TYPSTA[NRST]]*T1[TYPSTA[NRST]]
                    *RAND(SIGMA[1, TYPSTA[NRCEL]], SIGMA[2, TYPSTA[NRCEL]], L
                    *DEL FZ[TYPSTA[NRST]]/(2.0*PI*PZPOM*GZ1[NRCEL]]*
                    NURZ[NRCEL]));
        IF ZAKL1[NRCEL]=2 THEN ZASIEG:=1.41*ZASIEG;
      END
    ELSE
      ZASIEG:=0.8*ZASIEG;
    END; ( A1 )

```

```

PROCEDURE BC (XZ, YZ: REAL; NRST, NRSAM, I: INTEGER; XWSPSAM, YWSPSAM: T1;
              HZ, HA1: REAL; SAMOLOT: BOOLEAN; VAR ZASIEG: REAL);
VAR DX1, DX2, DY1, DY2, POM, TETA0, DFI, F2, TETAZ, FIZ, RZ, DELFZPOM : REAL;
    ILURZ : INTEGER;
BEGIN
  DX1:=XZ-XSTA[NRST];
  DY1:=YZ-YSTA[NRST];
  DX2:=XWSPSAM[I]-XSTA[NRST];
  DY2:=YWSPSAM[I]-YSTA[NRST];
  POM:=(DX1*DX2+DY1*DY2)/SQRT((DX1*DX1+DY1*DY1)*(DX2*DX2+DY2*DY2));
  IF ABS(POM)<0.0001 THEN
    TETAZ:=0.5*PI

```

```

ELSE
  TETAZ:=ARCTAN(ABS(SQRT(ABS(1.0-FOM*FOM)/FOM)));
  RZ:=SQRT(DX1*DX1+DY1*DY1+HZ*HZ);
  TETA0:=5.0*TETAS[TYPSTA[NRST]];
  IF ABS(TETAZ)<=TETA0 THEN
    F2:=1.0/(1.0+SGR(2.0*TETAZ/TETA0))
  ELSE F2:=0.01;
  IF SAMOLOT THEN
    BEGIN
      CASE ZAKL1[NRSAM] OF
        2,3: DELFZPOM:=2.2/TI[TYPSTA[NRST]];
        4,5: DELFZPOM:=DEL FZ[TYPSTA[NRST]];
      END;
      ILURZ:=NURZ[NRSAM];
      FOM:=FZ1[NRSAM]*GZ1[NRSAM]/DEL FZPOM;
      DFI:=FR2;
    END
  ELSE
    BEGIN
      CASE ZAKL2[NRSAM] OF
        2,3: DELFZPOM:=2.2/TI[TYPSTA[NRST]];
        4,5: DELFZPOM:=DEL FZ[TYPSTA[NRST]];
      END;
      ILURZ:=1;
      FOM:=FZ2[NRSAM]*GZ2[NRSAM]/DEL FZPOM;
      DFI:=4.12*HA[NRST];
    END;
  F2:=DFI/DMAX[TYPSTA[NRST]]*F2;
  ZASIEG:=SQRT(RZ*SQRT(PSI[TYPSTA[NRST]]*GS[TYPSTA[NRST]]*
    RAND(SIGMA1, TYPSAM[I], SIGMA2, TYPSAM[I]), LOS)*
    NI[NRST]*TI[TYPSTA[NRST]]/(12.0*PI*1.1*ILURZ*FOM*F2));
END; ( BC )
(*****
(* FORSAM. INK *)
*****

```

```

PROCEDURE FORSAM(VAR XWSPSAM, YWSPSAM, DROGA, DRSL : T1; VAR POCZ, KONIEC: P
OOLEAN;
  VAR ILODC, KTODC, ODLAM, KONTRAS: T3; VAR TIME: REAL);
VAR DELX, DELY, FOM, POMDROGA, DETEPOZ, DETEZR : REAL;
  I: INTEGER;

```

```

PROCEDURE OBLVXY(DELX, DELY: REAL; L: INTEGER);
VAR M, VX1, VY1 : REAL;
BEGIN
  IF DELY<>0 THEN
    BEGIN
      M:=DELX/DELY; VX1:=ABS(M); VY1:=1;

```

```

END
ELSE
  BEGIN
    M:=DELY/DELX; VX1:=1; VY1:=ABS(M);
    END;
  POM:=SQRT(1+M*M);
  POM:=V[L,ODLAM[L]]/POM;
  VX[L]:=SIGN(DELX)*POM*VX1;
  VY[L]:=SIGN(DELY)*POM*VY1;
END;

BEGIN
KONIEC:=TRUE; TIME:=TIME+DELTATE;
FOR I:=1 TO ILTRAS DO
  BEGIN
    IF POCZ THEN
      BEGIN
        XWSFSAM[I]:=XKON[I,1]; YWSFSAM[I]:=YKON[I,1];
        KTODC[I]:=1; ODLAM[I]:=1;
        DELX:=XKON[I,2]-XWSFSAM[I];
        DELY:=YKON[I,2]-YWSFSAM[I];
        OBLVXY(DELX,DELY,I);
        IF VX[I]<>0 THEN POM:=DELX/(VX[I]*DELTATE)
        ELSE POM:=DELY/(VY[I]*DELTATE);
        ILODC[I]:=TRUNC(POM);
        XSAMO[I]:=XWSFSAM[I];
        YSAMO[I]:=YWSFSAM[I];
        IF I=ILTRAS THEN POCZ:=FALSE;
        KONTRAS[I]:=0; KONIEC:=FALSE;
      END;
      IF KONTRAS[I]=0 THEN
        BEGIN
          IF KTODC[I]<=ILODC[I] THEN
            BEGIN
              KONIEC:=FALSE;
              XWSFSAM[I]:=XSAMO[I]+KTODC[I]*VX[I]*DELTATE;
              YWSFSAM[I]:=YSAMO[I]+KTODC[I]*VY[I]*DELTATE;
              KTODC[I]:=KTODC[I]+1;
              IF czyakt THEN
                BEGIN
                  POMDROGA:=V[I,ODLAM[I]]*DELTATE;
                  IF CSBZ[I] THEN
                    BEGIN
                      DROGA[I]:=POMDROGA+DROGA[I];
                      IF SL[I]>0 THEN DRSL[I]:=DRSL[I]+POMDROGA;
                    END;
                END;
            END;
          END;
        END
      ELSE
        BEGIN
          ODLAM[I]:=ODLAM[I]+1;
          IF ODLAM[I]<=ILODLAM[I] THEN
            BEGIN
              KONIEC:=FALSE;
              DELX:=XKON[I,ODLAM[I]]-XWSFSAM[I];

```

```

IF VX[I]<>0 THEN DETEZR:=DELX/VX[I]
ELSE DETEZR:=(YKON[I,ODLAM[I]]-YWSFSAM[I])/VY[I];
DETEPOZ:=DELTATE-DETEZR;
IF czyakt THEN
BEGIN
POMDROGA:=DETEZR*V[I,ODLAM[I]-1]+DETEPOZ*V[I,ODLAM[I]];
IF CSBZ[I] THEN
BEGIN
DROGA[I]:=POMDROGA+DROGA[I];
IF SL[I]>0 THEN DRSL[I]:=DRSL[I]+POMDROGA;
END;
END;
DELX:=XKON[I,ODLAM[I]+1]-XKON[I,ODLAM[I]];
DELY:=YKON[I,ODLAM[I]+1]-YKON[I,ODLAM[I]];
OBLVXY(DELX,DELY,I);
XWSFSAM[I]:=XKON[I,ODLAM[I]]+VX[I]*DETEPOZ;
XSAM0[I]:=XWSFSAM[I];
YWSFSAM[I]:=YKON[I,ODLAM[I]]+VY[I]*DETEPOZ;
YSAM0[I]:=YWSFSAM[I];
DELX:=XKON[I,ODLAM[I]+1]-XWSFSAM[I];
IF VX[I]>0 THEN POM:=DELX/(VX[I]*DELTATE)
ELSE POM:=(YKON[I,ODLAM[I]+1]-YWSFSAM[I])/(VY[I]*DELTATE);
ILODC[I]:=TRUNC(POM);
KTODC[I]:=1
END
ELSE
BEGIN
KONTRAS[I]:=1; POMDROGA:=V[I,ODLAM[I]]*DELTATE;
IF SL[I]>0 THEN DRSL[I]:=DRSL[I]+POMDROGA;
IF CSBZ[I] THEN DROGA[I]:=DROGA[I]+POMDROGA;
END;
END;
END;
END;
END;
END;
{ porsam }
(*****
(* WARTPOCZ.INK *)
*****

```

```

procedure wartpocz;

```

```

BEGIN

```

```

FOR I:=1 TO ILTRAS DO ODLAM[I]:=1;

```

```

POCZ:=TRUE;

```

```

FOR I:=1 TO ILTRAS DO

```

```

BEGIN

```

```

KONTRAS[I]:=0;

```

```

WSPGNAP(XKON[I,1],YKON[I,1],POM1,POM2,0);

```

```

XWSFSAM[I]:=POM1;

```

```

YWSFSAM[I]:=POM2;

```

```

END;

```

```

FOR I:=1 TO ILTRAS DO
  FOR J:=1 TO 2 DO
    H[I,J]:=H[I,J]*0.001;

FOR I:=1 TO ILWYS DO
  PWYS[I]:=PWYS[I]*0.001;

FOR I:=1 TO 2 DO
  FOR J:=1 TO 4 DO
    SIGMA[I,J]:=SIGMA[I,J]*1.0E-6;      {zamiana jednostek}

FOR I:=1 TO ILTRAS DO
  IF ZAKL1[I]>0 THEN
    BEGIN
      CASE TUZ1[I] OF
        1 : FZ1[I]:=150;
        2 : FZ1[I]:=300;
        3 : FZ1[I]:=1000;
        4 : FZ1[I]:=2000;
      END;
    END;

LOS:=0.3452525;

{Zamiana wsp. geogr. stacji na prost. i ustalenie wys. anteny}
FOR I:=1 TO ILSTA DO
  BEGIN
    WSPGNAP(XSTAC[I],YSTAC[I],POM1,POM2,0);
    XSTAC[I]:=POM1; YSTAC[I]:=POM2;
    HAC[I]:=HANT[TYPSTAC[I]]+HPOZTECH[I]
  END;

FOR I:=1 TO ILTRAS DO
  FOR J:=1 TO MAXPL1 DO
    BEGIN
      WSPGNAP(XKONC[I,J],YKONC[I,J],POM1,POM2,0);
      XKONC[I,J]:=POM1; YKONC[I,J]:=POM2;
    END;

FOR I:=1 TO ILURZZ DO
  BEGIN
    WSPGNAP(XURZZ[I],YURZZ[I],POM1,POM2,0);
    XURZZ[I]:=POM1; YURZZ[I]:=POM2;
  END;

FOR I:=1 TO ILTRAS DO
  BEGIN
    DRGAC[I]:=0; DRSL[I]:=0; LP[I]:=0; OP[I]:=0; SL[I]:=0; CSBZ[I]:=FALSE;
    FOR J:=1 TO ILSTA DO
      BEGIN
        SLSTSA[J,I]:=0;
      END;
    END;
  END;

```

```

(Ustalenie ni)
FOR I:=1 TO ILSTA DO
  BEGIN
    POMOCN:=0.7*TETAS[TYPSTAC[I]]*FP[TYPSTAC[I]]/(6.0*NA[TYPSTAC[I]]);
    IF POMOCN<=20 THEN NI[I]:=POMOCN ELSE NI[I]:=20.0;
  END;

DELTATE:=DYSCZAS/60; CZYAKT:=FALSE;

FOR I:=1 TO ILSTA DO
  BEGIN
    IF K1[TYPSTAC[I]]>0 THEN KOMPRI[I]:=1 ELSE KOMPRI[I]:=0;
  END;

END; { wartpocz}

BEGIN {PROGRAM}

  ASSIGN(FR1,'WYSSIG.DAT');
  RESET(FR1);
  READ(FR1,RECR);
  CLOSE(FR1);

  PWYS:=RECR.PWYS; SIGMA:=RECR.SIGMA;

  ASSIGN(FDAT,'FARST.DAT');
  RESET(FDAT);
  READ(FDAT,R1); READ(FDAT,TETAS); READ(FDAT,FS);
  READ(FDAT,GS); READ(FDAT,TI); READ(FDAT,NA);
  READ(FDAT,FP); READ(FDAT,HANT); READ(FDAT,K1);
  READ(FDAT,DELFZ); READ(FDAT,DMAX);
  CLOSE(FDAT);

  ASSIGN(FR2,'R2.DAT');
  RESET(FR2);
  FOR I:=1 TO ILTYPST DO
    FOR J:=1 TO ILWYS DO
      READ(FR2,R2[J,I]);
    CLOSE(FR2);

  ASSIGN(FDANE,'DANE.DAT');
  RESET(FDANE);
  FOR I:=1 TO ILSTA DO
    READ(FDANE,XSTAC[I],YSTAC[I],HPOZTECH[I]);

  FOR I:=1 TO ILTRAS DO
    FOR J:=1 TO MAXPL1 DO
      READ(FDANE,XKON[I,J],YKON[I,J]);

  FOR I:=1 TO ILTRAS DO

```

```

FOR J:=1 TO MAXILAM DO
  READ(FDANE,H[I,J],V[I,J]);

FOR I:=1 TO ILTRAS DO
  READ(FDANE,GZ1[I]);

FOR I:=1 TO ILURZZ DO
  READ(FDANE,XURZZ[I],YURZZ[I],TFDTURZ[I,1],TFDTURZ[I,2],
      FZ2[I],GZ2[I]);

  READ(FDANE,TIME,DYSCZAS,POCZAK);

CLOSE(FDANE);

ASSIGN(FDAINT,'DANE2.DAT');
RESET(FDAINT);

FOR I:=1 TO ILSTA DO READ(FDAINT,GRTAKST[I],TYFSTAC[I],SYMSTAC[I]);

FOR I:=1 TO ILTRAS DO READ(FDAINT,TYPSAM[I],ZAKL1[I],TUZ1[I],
  SYMSAM[I],NURZ[I],ILODLAM[I]);

  READ(FDAINT,COKTDR);
  FOR I:=1 TO ILURZZ DO READ(FDAINT,ZAKL2[I]);

CLOSE(FDAINT);

WARTFOCZ;
DRUK(70); RE:=0;

ASSIGN(FREC,'FEL.DAT');
REWRITE(FREC);

REPEAT
  IF POCZAK<=TIME THEN CZYAKT:=TRUE;
  IF CZYAKT THEN
    BEGIN RE:=RE+1;
      IF RE/COKTDR=RE DIV COKTDR THEN CZYDR:=TRUE ELSE CZYDR:=FALSE;
      FOR I:=1 TO ILTRAS DO
        BEGIN
          DOPEL[I]:=0; SL[I]:=0; CSBZ[I]:=FALSE;
        END;
      IF CZYDR THEN
        BEGIN
          WRITE(' CZAS '); CZASNAHMS(TIME); WRITELN;
          FOR I:=1 TO ILTRAS DO {druk. pozycji obiektow}
            BEGIN
              WRITE('          C E L ',SYMSAM[I]:6);
              IF KONTRAS[I]=0 THEN
                BEGIN
                  WSFPNAG(XWSFSAM[I],YWSFSAM[I],POM1,POM2,0);
                END;
            END;
        END;
    END;
  END;

```

```

        WRITELN(' X=',POM1:4:2,' Y=',POM2:4:2);
    END
    ELSE WRITELN(' poza obszarem ');
END ; {koniec drukowania pozycji obiektow}
WRITELN;
END;
FOR J:=1 TO ILSTA DO
    BEGIN
        GRZ:=0;
        IF CZYDR THEN WRITE(' R L F ',SYMSTA[J]:6);
        TADZ:=0;
        FOR I:=1 TO ILTRAS DO
            BEGIN
                KR1R2(H[I,ODLAM[I]],FR1,FR2,K,TFPSTA[J]);
                IF (KONTRAS[I]=0) AND (FR2>0) THEN
                    BEGIN
                        SLEDZENIE(I,J,FR1,FR2,SLEDZ);
                        IF SLEDZ THEN CSBZ[I]:=TRUE;
                        RMAX:=FR2;
                        IF ZAKL1[I]>0 THEN
                            BEGIN
                                A1(ZASIEG,J,I);
                                IF RMAX>ZASIEG THEN RMAX:=ZASIEG;
                            END;
                        FOR NRSAM:=1 TO ILTRAS DO
                            IF (ZAKL1[NRSAM]>1) AND (KONTRAS[NRSAM]=0) THEN
                                BEGIN
                                    BC(XWSPSAM[NRSAM],YWSPSAM[NRSAM],J,NRSAM,I,XWSPSAM,YWSPSAM,
                                        H[NRSAM,ODLAM[NRSAM]],HA[J],TRUE,ZASIEG);
                                    IF RMAX>ZASIEG THEN RMAX:=ZASIEG;
                                END;
                                FOR NRSAM:=1 TO ILURZZ DO
                                    IF (TPDTURZ[1,NRSAM]<=TIME) AND
                                        (TIME<=TPDTURZ[1,NRSAM]+TPDTURZ[2,NRSAM]) AND (ZAKL2[NRSAM]>1
                                        ) THEN
                                        BEGIN
                                            BC(XURZZ[NRSAM],YURZZ[NRSAM],J,NRSAM,I,
                                                XWSPSAM,YWSPSAM,0.0,HA[J],FALSE,ZASIEG);
                                            IF RMAX>ZASIEG THEN RMAX:=ZASIEG;
                                        END;
                                        SLEDZENIE(I,J,FR1,RMAX,SLEDZ);
                                        IF SLEDZ THEN TADZ:=TADZ+1;
                                        IF SLEDZ AND (TADZ=1) AND CZYDR THEN
                                            WRITE(' sledzone objekty:');
                                        IF SLEDZ AND CZYDR THEN
                                            BEGIN
                                                IF (GRZ/5=GRZ DIV 5) AND (GRZ<>0) THEN
                                                    BEGIN
                                                        WRITELN;WRITE(' ');
                                                    END;
                                                    GRZ:=GRZ+1;
                                                    WRITE(' ',SYMSAM[I]:6);
                                                END;
                                            IF SLEDZ THEN
                                                BEGIN

```

```

SL[I]:=SL[I]+1;
IF SLSTSA[J,I]=0 THEN SLSTSA[J,I]:=3
ELSE SLSTSA[J,I]:=1;
DOPEL[I]:=1
END
ELSE
BEGIN
IF SLSTSA[J,I]<>0 THEN SLSTSA[J,I]:=SLSTSA[J,I]-2;
END;
IF SLSTSA[J,I]=3 THEN
BEGIN
SLP[I,I]:=TIME;
SLSTSA[J,I]:=1;
END;
IF SLSTSA[J,I]=-1 THEN SLK[J,I]:=TIME-DELTATE;
END;
IF (KONTRAS[I]=1) AND (SLSTSA[J,I]>0) THEN
BEGIN
SLSTSA[J,I]:=-1;
SLK[J,I]:=TIME-DELTATE;
END;
END;
IF CZYDR THEN WRITELN;
END;
PO:=0;
FOR SAM:=1 TO ILTRAS DO
IF (DOPEL[SAM]=0) AND (ZAKL1[SAM]>0)
AND (KONTRAS[SAM]=0) THEN
BEGIN
LPEL:=0;
WYS:=H[SAM,ODLAM[SAM]];
OKRHTR(WYS,HTR);
FOR STA1:=1 TO ILSTA-1 DO
FOR STA2:=STA1+1 TO ILSTA DO
IF GRTAKST[STA1]=GRTAKST[STA2] THEN
BEGIN
KR1R2(WYS,RS1,X,K,TYPSTA[STA1]);
KR1R2(WYS,RS2,X,K,TYPSTA[STA2]);
PELENG(STA1,STA2,SAM,HTR,OBSZAR,PR1,PR2,PEL);
IF (PR1>=RS1) AND (PR2>=RS2) AND PEL THEN
BEGIN
LPEL:=LPEL+1; PO:=PO+1;
IF LPEL=1 THEN
BEGIN
IF CZYDR THEN WRITELN;
OBSZMIN:=OBSZAR; STA1MIN:=STA1; STA2MIN:=STA2;
IF (PO=1) AND CZYDR THEN
WRITELN('P E L E N G A C J A :');
END;
IF OBSZAR<OBSZMIN THEN
BEGIN
STA1MIN:=STA1;
STA2MIN:=STA2;
OBSZMIN:=OBSZAR;
END;

```

```

END;
END;
IF LFEL>0 THEN
BEGIN
PREC.ST1:=STA1MIN;PREC.ST2:=STA2MIN;
PREC.SA:=SAM;PREC.TI:=TIME;
WRITE(FREC,PREC);
LP[SAM]:=LP[SAM]+1;
OP[SAM]:=OP[SAM]+OBSZMIN;
IF CZYDR THEN
BEGIN
WRITELN('obiekt:',SYMSAM[SAM]:6,' stacje sledzac
e: ',
SYMSTA[STA1MIN]:6,' , ',SYMSTA[STA2MIN]:6);
WRITELN('obszar nieokreslonosci=',
OBSZMIN:5:2);
END;
END;
END;
IF CZYDR THEN DRUK(70);
END; (IF POCZAK)

PORSAM(XWSPSAM, YWSPSAM, DROGA, DRSL, PDCZ, KONIEC, ILODC, KTODC, ODLAM,
KONTRAS, TIME);
IF CZYDR THEN WRITELN;

UNTIL KONIEC;
PREC.SA:=-1;
WRITE(FREC,PREC);
CLOSE(FREC);

ASSIGN(FDANE, 'SLEREA.DAT');
REWRITE(FDANE);

FOR I:=1 TO ILTRAS DO WRITE(FDANE, DROGA[I], DRSL[I], OP[I]);

FOR I:=1 TO ILSTA DO
FOR J:=1 TO ILTRAS DO
WRITE(FDANE, SLPE[I, J], SLK[I, J]);

WRITE(FDANE, DELTATE);

CLOSE(FDANE);

ASSIGN(FDAINT, 'SLEINT.DAT');
REWRITE(FDAINT);

FOR I:=1 TO ILSTA DO
FOR J:=1 TO ILTRAS DO
WRITE(FDAINT, SLSTS[I, J]);

FOR J:=1 TO ILTRAS DO WRITE(FDAINT, LP[J]);

CLOSE(FDAINT);

```

```
{*****}  
(* DANE.PAS *)  
{*****}
```

```
CONST  ILTRAS=28;  
        ILSTA=23;  
        ILURZZ=1;  
        ILWYS=19;  
        MAXILAM=4;  
        MAXPL1=5;  
        ILTYP5=4;  
        ILTYPST=19;  
        ILTUZ1=4;  
        PI=3.14159265;
```

```
TYPE  
T1=ARRAY[1..ILTRAS] OF REAL;  
T3=ARRAY[1..ILTRAS] OF INTEGER;  
T7=ARRAY[1..ILSTA] OF REAL;  
T9=ARRAY[1..ILSTA] OF INTEGER;
```

```
VAR  FDANE : FILE OF REAL;  
      FDAINT : FILE OF INTEGER;  
      I,J,K,COKTR : INTEGER;  
      TIME,DELTATE,LOS,DYSCZAS,POCZAK : REAL;  
      XWSPSAM,YWSPSAM : T1;  
      V : ARRAY[1..ILTRAS,1..MAXILAM] OF REAL;  
      XKON,YKON:ARRAY[1..ILTRAS,1..MAXPL1] OF REAL;  
      ILODLAM : T3;  
      XSTA,YSTA,HFOZTECH : T7;  
      H : ARRAY[1..ILTRAS,1..MAXILAM] OF REAL;  
      XURZZ,YURZZ : ARRAY[1..ILURZZ] OF REAL;  
      TPDTURZ : ARRAY[1..2,1..ILURZZ] OF REAL;  
      PZ1,GZ1 : T1;  
      PZ2,GZ2 : ARRAY[1..ILURZZ] OF REAL;  
      ZAKL2 : ARRAY[1..ILURZZ] OF INTEGER;  
      ZAKL1,TYPSAM,NURZ,SYMSAM : T3;  
      TYPSTA,SYMSTA,GRTAKST : T9;  
      TUZ1 : ARRAY[1..ILTRAS] OF INTEGER;
```

```
BEGIN
```

```
      XSTA[1]:=3510; YSTA[1]:=5945;  
      XSTA[2]:=3460; YSTA[2]:=5925;  
      XSTA[3]:=3475; YSTA[3]:=5980;  
      XSTA[4]:=3510; YSTA[4]:=5995;  
      XSTA[5]:=3430; YSTA[5]:=6020;  
      XSTA[6]:=3620; YSTA[6]:=6015;  
      XSTA[7]:=3580; YSTA[7]:=6030;
```

```
XSTA[8]:=3630; YSTA[8]:=6060;
XSTA[9]:=3580; YSTA[9]:=5980;
XSTA[10]:=3660; YSTA[10]:=6015;
XSTA[11]:=3720; YSTA[11]:=6025;
XSTA[12]:=3660; YSTA[12]:=6060;
XSTA[13]:=3720; YSTA[13]:=6075;
XSTA[14]:=3750; YSTA[14]:=6050;
XSTA[15]:=3845; YSTA[15]:=6025;
XSTA[16]:=3690; YSTA[16]:=5940;
XSTA[17]:=3840; YSTA[17]:=5875;
XSTA[18]:=3675; YSTA[18]:=5980;
XSTA[19]:=3760; YSTA[19]:=5980;
XSTA[20]:=3525; YSTA[20]:=5890;
XSTA[21]:=3445; YSTA[21]:=5875;
XSTA[22]:=3580; YSTA[22]:=5860;
XSTA[23]:=3595; YSTA[23]:=5925;
```

```
TYPSTA[1]:=13;   TYPSTA[2]:=11;
TYPSTA[3]:=11;   TYPSTA[4]:=10;
TYPSTA[5]:=11;   TYPSTA[6]:=13;
TYPSTA[7]:=4;    TYPSTA[8]:=10;
TYPSTA[9]:=16;   TYPSTA[10]:=10;
TYPSTA[11]:=2;   TYPSTA[12]:=10;
TYPSTA[13]:=4;   TYPSTA[14]:=11;
TYPSTA[15]:=10;  TYPSTA[16]:=14;
TYPSTA[17]:=10;  TYPSTA[18]:=10;
TYPSTA[19]:=10;  TYPSTA[20]:=14;
TYPSTA[21]:=10;  TYPSTA[22]:=10;
TYPSTA[23]:=16;
```

```
SYMSTA[1]:=410; SYMSTA[2]:=411; SYMSTA[3]:=412;
SYMSTA[4]:=413; SYMSTA[5]:=414; SYMSTA[6]:=420;
SYMSTA[7]:=421; SYMSTA[8]:=422; SYMSTA[9]:=423;
SYMSTA[10]:=424; SYMSTA[11]:=430; SYMSTA[12]:=431;
SYMSTA[13]:=432; SYMSTA[14]:=434; SYMSTA[15]:=433;
SYMSTA[16]:=440; SYMSTA[17]:=441; SYMSTA[18]:=442;
SYMSTA[19]:=443; SYMSTA[20]:=450; SYMSTA[21]:=451;
SYMSTA[22]:=452; SYMSTA[23]:=453;
```

```
FOR I:=1 TO ILSTA DO HPOZTECH[I]:=0;
```

```
FOR I:=1 TO 5 DO
  BEGIN
    GRTAKST[I]:=1; GRTAKST[I+5]:=2; GRTAKST[I+10]:=3;
  END;
```

```
FOR I:=16 TO 19 DO
  BEGIN
    GRTAKST[I]:=4; GRTAKST[I+4]:=5;
  END;
```

```
FOR I:=1 TO ILTRAS DO ILODLAM[I]:=1;
ILODLAM[2]:=2; ILODLAM[6]:=2; ILODLAM[7]:=2;
ILODLAM[8]:=2; ILODLAM[10]:=2;
ILODLAM[15]:=2; ILODLAM[16]:=2; ILODLAM[17]:=2;
ILODLAM[19]:=2; ILODLAM[20]:=2; ILODLAM[21]:=2;
ILODLAM[22]:=2; ILODLAM[26]:=2;
```

```
FOR I:=1 TO 14 DO
  SYMSAM[I]:=3000+I;
FOR I:=1 TO 13 DO
  SYMSAM[I+14]:=6000+I;
```

```
FOR I:=1 TO ILTRAS DO
  FOR J:=1 TO MAXPL1 DO
    BEGIN
      XKON[I,J]:=0; YKON[I,J]:=0;
      V[I,J]:=0; H[I,J]:=0;
    END;
```

```
XKON[1,1]:=3460; YKON[1,1]:=6025;
XKON[2,1]:=3460; YKON[2,1]:=6025;
XKON[3,1]:=3460; YKON[3,1]:=6025;
XKON[4,1]:=3460; YKON[4,1]:=6025;
XKON[5,1]:=3475; YKON[5,1]:=6030;
XKON[6,1]:=3475; YKON[6,1]:=6030;
XKON[7,1]:=3475; YKON[7,1]:=6030;
XKON[8,1]:=3475; YKON[8,1]:=6030;
XKON[9,1]:=3475; YKON[9,1]:=6030;
XKON[10,1]:=3460; YKON[10,1]:=6025;
XKON[11,1]:=3475; YKON[11,1]:=6035;
XKON[12,1]:=3475; YKON[12,1]:=6035;
XKON[13,1]:=3480; YKON[13,1]:=6040;
XKON[14,1]:=3490; YKON[14,1]:=6045;
XKON[15,1]:=3630; YKON[15,1]:=6115;
XKON[16,1]:=3630; YKON[16,1]:=6115;
XKON[17,1]:=3630; YKON[17,1]:=6115;
XKON[18,1]:=3640; YKON[18,1]:=6115;
XKON[19,1]:=3640; YKON[19,1]:=6115;
XKON[20,1]:=3640; YKON[20,1]:=6115;
XKON[21,1]:=3640; YKON[21,1]:=6115;
XKON[22,1]:=3640; YKON[22,1]:=6115;
XKON[23,1]:=3660; YKON[23,1]:=6120;
XKON[24,1]:=3665; YKON[24,1]:=6125;
XKON[25,1]:=3670; YKON[25,1]:=6125;
XKON[26,1]:=3670; YKON[26,1]:=6125;
XKON[27,1]:=3680; YKON[27,1]:=6130;
```

```
XKON[1,2]:=3500; YKON[1,2]:=5925;
XKON[2,2]:=3500; YKON[2,2]:=5920;
XKON[3,2]:=3485; YKON[3,2]:=5990;
XKON[4,2]:=3520; YKON[4,2]:=5955;
```

XKON[5, 2]:=3575; YKON[5, 2]:=5905;

XKON[6, 2]:=3555; YKON[6, 2]:=5935;

XKON[7, 2]:=3555; YKON[7, 2]:=5935;

XKON[8, 2]:=3555; YKON[8, 2]:=5935;

XKON[9, 2]:=3505; YKON[9, 2]:=5945;

XKON[10, 2]:=3500; YKON[10, 2]:=5920;

XKON[11, 2]:=3600; YKON[11, 2]:=5910;

XKON[12, 2]:=3505; YKON[12, 2]:=5995;

XKON[13, 2]:=3510; YKON[13, 2]:=6000;

XKON[14, 2]:=3550; YKON[14, 2]:=5960;

XKON[15, 2]:=3645; YKON[15, 2]:=6100;

XKON[16, 2]:=3645; YKON[16, 2]:=6100;

XKON[17, 2]:=3645; YKON[17, 2]:=6100;

XKON[18, 2]:=3645; YKON[18, 2]:=6060;

XKON[19, 2]:=3645; YKON[19, 2]:=6100;

XKON[20, 2]:=3670; YKON[20, 2]:=6045;

XKON[21, 2]:=3670; YKON[21, 2]:=6045;

XKON[22, 2]:=3670; YKON[22, 2]:=6045;

XKON[23, 2]:=3680; YKON[23, 2]:=5940;

XKON[24, 2]:=3685; YKON[24, 2]:=6070;

XKON[25, 2]:=3720; YKON[25, 2]:=6020;

XKON[26, 2]:=3700; YKON[26, 2]:=6060;

XKON[27, 2]:=3750; YKON[27, 2]:=6015;

XKON[2, 3]:=3515; YKON[2, 3]:=5875;

XKON[6, 3]:=3610; YKON[6, 3]:=5885;

XKON[7, 3]:=3580; YKON[7, 3]:=5885;

XKON[8, 3]:=3565; YKON[8, 3]:=5895;

XKON[10, 3]:=3470; YKON[10, 3]:=5875;

XKON[15, 3]:=3600; YKON[15, 3]:=6025;

XKON[16, 3]:=3600; YKON[16, 3]:=5975;

XKON[17, 3]:=3635; YKON[17, 3]:=6005;

XKON[19, 3]:=3660; YKON[19, 3]:=6065;

XKON[20, 3]:=3625; YKON[20, 3]:=6015;

XKON[21, 3]:=3645; YKON[21, 3]:=5900;

XKON[22, 3]:=3670; YKON[22, 3]:=5935;

XKON[26, 3]:=3720; YKON[26, 3]:=6000;

ilodlam[28]:=4;

xkon[28, 1]:=3450; ykon[28, 1]:=6080;

xkon[28, 2]:=3450; ykon[28, 2]:=6090;

xkon[28, 3]:=3580; ykon[28, 3]:=6145;

xkon[28, 4]:=3580; ykon[28, 4]:=6125;

xkon[28, 5]:=3450; ykon[28, 5]:=6080;

```

HC1,1]:=300; HC2,1]:=1000; HC3,1]:=300;
HC4,1]:=300; HC5,1]:=500; HC6,1]:=500;
HC7,1]:=500; HC8,1]:=800; HC9,1]:=300;
HC10,1]:=800; HC11,1]:=500; HC12,1]:=300;
HC13,1]:=300; HC14,1]:=800; HC15,1]:=150;
HC16,1]:=150; HC17,1]:=200; HC18,1]:=200;
HC19,1]:=200; HC20,1]:=300; HC21,1]:=300;
HC22,1]:=300; HC23,1]:=300; HC24,1]:=200;
HC25,1]:=300; HC26,1]:=300; HC27,1]:=300;

```

```

HC2,2]:=300; HC6,2]:=300; HC7,2]:=300;
HC8,2]:=300; HC10,2]:=300; HC15,2]:=300;
HC16,2]:=300; HC17,2]:=200; HC19,2]:=150;
HC20,2]:=200; HC21,2]:=200; HC22,2]:=200;
HC26,2]:=200;

```

```

FOR I:=1 TO 15 DO
BEGIN
  V[I,1]:=900; V[I,2]:=900;
END;

```

```

  V[15,2]:=700;

```

```

FOR I:=16 TO 27 DO
BEGIN
  V[I,1]:=700; V[I,2]:=700;
END;

```

```

FOR I:=1 TO ILTRAS DO TYP SAM[I]:=3;
TYP SAM[27]:=4;

```

```

ZAKL2[I]:=0;

```

```

FOR I:=1 TO ILTRAS DO ZAKL1[I]:=0;

```

```

ZAKL1[1]:=4; ZAKL1[14]:=4; ZAKL1[17]:=4;
ZAKL1[23]:=4; ZAKL1[27]:=4;

```

```

TUZ1[1]:=2; TUZ1[14]:=2;

```

```

TUZ1[17]:=2; TUZ1[23]:=2;

```

```

TUZ1[27]:=3;

```

```

FOR I:=1 TO ILTRAS DO GZ1[I]:=1;

```

PZ2[1]:=0;

NURZ[1]:=6;NURZ[14]:=4;

NURZ[17]:=2;NURZ[23]:=2;

NURZ[27]:=8;

FOR I:=1 TO ILSTA DO

 BEGIN

 HPOZTECH[I]:=0;

 END;

 for i:=1 to 4 do

 begin

 h[28,i]:=6000;

 v[28,i]:=900;

 end;

typsam[28]:=4;

zak11[28]:=4;

tuz1[28]:=3;

nurz[28]:=15;

symsam[28]:=7000;

xurzz[1]:=0; yurzz[1]:=0;

TIME:=6.0;DYSCZAS:=1/6+0.00001; POCZAK:=6.0+3/60+0.0001;COKTDR:=1;

ASSIGN(FDANE,'DANE.DAT');

REWRITE(FDANE);

FOR I:=1 TO ILSTA DO

 WRITE(FDANE,XSTA[I],YSTA[I],HPOZTECH[I]);

FOR I:=1 TO ILTRAS DO

 FOR J:=1 TO MAXPL1 DO

 WRITE(FDANE,XKON[I,J],YKON[I,J]);

FOR I:=1 TO ILTRAS DO

 FOR J:=1 TO MAXILAM DO

 WRITE(FDANE,H[I,J],V[I,J]);

FOR I:=1 TO ILTRAS DO

 WRITE(FDANE,GZ1[I]);

FOR I:=1 TO ILURZZ DO

 WRITE(FDANE,XURZZ[I],YURZZ[I],TPDTURZ[I,1],TPDTURZ[I,2],
 PZ2[I],GZ2[I]);

WRITE(FDANE,TIME,DYSCZAS,POCZAK);

```
CLOSE (FDANE);
```

```
ASSIGN (FDAINT, 'DANE2.DAT');  
REWRITE (FDAINT);
```

```
FOR I:=1 TO ILSTA DO WRITE (FDAINT, GRTAKST[I], TYPSTAC[I], SYMSTAC[I]);
```

```
FOR I:=1 TO ILTRAS DO WRITE (FDAINT, TYPSTAC[I], ZAKL1[I], TUZ1[I],  
SYMSTAC[I], NURZ[I], ILODLAM[I]);
```

```
WRITE (FDAINT, COKTDR);
```

```
FOR I:=1 TO ILURZZ DO WRITE (FDAINT, ZAKL2[I]);
```

```
CLOSE (FDAINT);
```

```
END.
```

```
*****  
(*      WYDRUK. INK      *)  
*****
```

```
CONST  ILTRAS=27;  
        ILSTA=23;  
        ILURZZ=1;  
        ILWYS=19;  
        MAXILAM=4;  
        MAXPL1=5;  
        ILTYP5=4;  
        ILTYPST=19;  
        ILTUZ1=4;  
        PI=3.14159265;
```

```
TYPE  T1=ARRAY[1..ILTRAS] OF REAL;  
       T3=ARRAY[1..ILTRAS] OF INTEGER;  
       T7=ARRAY[1..ILSTA] OF REAL;  
       T8=ARRAY[1..3] OF CHAR;  
       T9=ARRAY[1..ILSTA] OF INTEGER;  
       TR1=ARRAY[1..ILTYPST] OF REAL;  
       TR2=ARRAY[1..ILWYS,1..ILTYPST] OF REAL;  
       TSL1=ARRAY[1..ILSTA,1..ILTRAS] OF REAL;  
       TSL2=ARRAY[1..ILSTA,1..ILTRAS] OF INTEGER;  
       TREC=RECORD  
           ST1: INTEGER;  
           ST2: INTEGER;  
           SA: INTEGER;  
           TI: REAL;  
       END;
```

```
VAR
```

```
  FDANE : FILE OF REAL;  
  FDAINTEG : FILE OF INTEGER;  
  PREC : TREC;  
  FREC : FILE OF TREC;  
  I, J, K, SAM, Y, KO, PO, RE, STA1MIN, STA2MIN, DOKAD : INTEGER;  
  X, X1, TIME, DELTATE, POCZAK : REAL;  
  DROGA, DRSL : T1;  
  CSBZ : ARRAY[1..ILTRAS] OF BOOLEAN;  
  SYMSAM, LP, ZAKL1 : T3;  
  SLP, SLK : TSL1;  
  SLSTSA : TSL2;  
  SYMSTA, GRTAKST : T9;  
  OF : T1;  
  ZAKL, KONIEC : BOOLEAN;  
  CH : CHAR;  
  WYDFEL : BOOLEAN;
```

```
(*****)  
(*      PROCFOM.INK      *)  
(*****)
```

```
FUNCTION RAND(A,B:REAL; VAR XO:REAL):REAL;  
  FUNCTION RAND1(VAR X1:REAL):REAL;  
  VAR Y:REAL;  
  BEGIN  
    Y:=0.654321*X1;  
    RAND1:=Y-TRUNC(Y);  
  END; (RAND1)  
  
  BEGIN  
    XO:=A+RAND1(XO)*(B-A);  
    RAND:=XO;  
  END; (rand )
```

```
-----  
PROCEDURE DRUK(X:INTEGER);  
  VAR I:INTEGER;  
  BEGIN  
    FOR I:=1 TO X DO WRITE(' ');  
    WRITELN;  
  END; ( Druk )
```

```
-----  
FUNCTION SIGN(X:REAL):REAL;  
  BEGIN  
    IF X>0 THEN SIGN:=1;  
    IF X<0 THEN SIGN:=-1;  
  END; ( sign )
```

```
-----  
PROCEDURE CZASNAHMS(DEC:REAL);  
  VAR FOM : REAL;  
      HH,MM,SS : INTEGER;  
  BEGIN  
    HH:=TRUNC(DEC); FOM:=DEC-HH;  
    MM:=TRUNC(60*FOM); FOM:=60*FOM-MM;  
    SS:=TRUNC(60*FOM);  
    WRITE(HH:2,'. '); IF MM<10 THEN WRITE('0',MM:1,'.') ELSE WRITE(MM:2,  
    '. ');  
    IF SS<10 THEN WRITE('0',SS:1) ELSE WRITE(SS:2);  
  END; ( czasnahms )
```

```
procedure PRZESZTAB(FK,STA1,STA2,S : INTEGER);
```

```
VAR
```

```

CZASP,CZASK : REAL;
FELSTSA : BOOLEAN;

BEGIN
  RESET(FREC);
  READ(FREC,PREC);
  FELSTSA:=FALSE;
  WHILE PREC.SA<>-1 DO
    BEGIN
      STA1MIN:=PREC.ST1;STA2MIN:=PREC.ST2;
      SAM:=PREC.SA;TIME:=PREC.TI;
      IF NOT FELSTSA AND (STA1=STA1MIN)
        AND (STA2=STA2MIN) AND (S=SAM) THEN
        BEGIN
          FELSTSA:=TRUE;
          CZASK:=TIME;
          CZASP:=TIME
        END
      ELSE
        IF (STA1=STA1MIN) AND (STA2=STA2MIN) AND (S=SAM)
          CZASK:=CZASK+DELTATE;
          READ(FREC,PREC);
        END;
    END;

  IF FELSTSA THEN
    BEGIN
      WRITE(' ');
      IF PK=1 THEN CZASNAHMS(CZASP);
      IF PK=2 THEN CZASNAHMS(CZASK);
      WRITE(' ');
    END
  ELSE WRITE(' ');

END;

LABEL 6;

BEGIN

WRITELN('Wydruk tabeli pelengacji ? T/N');
READ(CH);
IF CH='T' THEN WYDPEL:=TRUE ELSE WYDPEL:=FALSE;

ASSIGN(FDANE,'DANE.DAT');
RESET(FDANE);
FOR I:=1 TO ILSTA DO
  READ(FDANE,X,X,X);

FOR I:=1 TO ILTRAS DO

```

```

FOR J:=1 TO MAXPL1 DO
  READ(FDANE,X,X);

FOR I:=1 TO ILTRAS DO
  FOR J:=1 TO MAXILAM DO
    READ(FDANE,X,X);

FOR I:=1 TO ILTRAS DO
  READ(FDANE,X);

FOR I:=1 TO ILURZZ DO
  READ(FDANE,X,X,X,X,X,X);

  READ(FDANE,TIME,X,POCZAK);

CLOSE(FDANE);

ASSIGN(FDAINT,'DANE2.DAT');
RESET(FDAINT);

FOR I:=1 TO ILSTA DO READ(FDAINT,GRTAKST[I],Y,SYMSTAC[I]);
FOR I:=1 TO ILTRAS DO READ(FDAINT,Y,ZAKL1[I],Y,
  SYMSAM[I],Y,Y);

READ(FDAINT,Y);

CLOSE(FDAINT);

ASSIGN(FDANE,'SLEREA.DAT');
RESET(FDANE);

  FOR I:=1 TO ILTRAS DO READ(FDANE,DROGAC[I],DRSL[I],OP[I]);

  FOR I:=1 TO ILSTA DO
    FOR J:=1 TO ILTRAS DO
      READ(FDANE,SLP[I,J],SLK[I,J]);

  READ(FDANE,DELTATE);

CLOSE(FDANE);

ASSIGN(FDAINT,'SLEINT.DAT');
RESET(FDAINT);

  FOR I:=1 TO ILSTA DO
    FOR J:=1 TO ILTRAS DO
      READ(FDAINT,SLSTSAC[I,J]);
    FOR J:=1 TO ILTRAS DO READ(FDAINT,LPL[J]);

CLOSE(FDAINT);

```

```

ZAKL:=FALSE;
FOR I:=1 TO ILTRAS DO IF ZAKL1[I] > 0 THEN ZAKL:=TRUE;

write(chr(12));

ASSIGN(FREC, 'FEL.DAT');

RE:=-1;

REPEAT
RE:=RE+1;
WRITELN;
IF RE=0 THEN
BEGIN
IF NOT ZAKL THEN
BEGIN
WRITELN('          MOZLIWOSCI WYKRYWANIA I SLEDZENIA CELOW PRZEZ W
RT');
WRITELN('          PRZY BRAKU ZAKLOCEN');
END
ELSE
BEGIN
write(chr(12));
WRITELN('          MOZLIWOSCI WYKRYWANIA I SLEDZENIA CELOW PRZEZ W
RT');
WRITELN('          W WARUNKACH ZAKLOCEN');
END;
writel;writel;

WRITE(' CZAS ROZPOCZECIA NALOTU          - '); CZASNAHMS(TIME);
WRITELN;
WRITE(' CZAS POCZATKU AKTYWNOSCI CELOW - '); CZASNAHMS(FOCZAK);
WRITELN;WRITELN;
END;
IF (RE=1) AND ZAKL THEN
BEGIN
WRITELN('          MOZLIWOSCI PELENGACJI ZRODEL ZAKLOCEN CZYNNYCH PR
ZEZ');
WRITELN('          ELEMENTY UGRUPOWANIA WRT ');
END;
IF RE > 0 THEN BEGIN IF ZAKL1[RE]=0 THEN GOTO 6; END;
WRITELN;
IF RE > 0 THEN WRITELN('          C E L ', SYMSAM[RE]:6); WRITELN;
J:=0;
Y:=ILSTA; KO:=0; KONIEC:=FALSE;
REPEAT
Y:=Y-6; PO:=KO+1; J:=J+1;
IF Y < 0 THEN
BEGIN KO:=ILSTA; KONIEC:=TRUE END
ELSE KO:=J*6; WRITELN('          '); DRUK(12+10*(KO-PO+1));
WRITE('! R L P ');
FOR I:=PO TO KO DO WRITE(' ', SYMSTAL[I]:6, ' '); WRITELN;
DRUK(12+10*(KO-PO+1));
IF RE=0 THEN WRITE('! C E L ');
ELSE WRITE('! R L P ');
FOR I:=PO TO KO DO WRITE('          '); WRITELN;

```

```

WRITE('-----');
FOR I:=PO TO KO DO WRITE('          '); WRITELN;
IF RE=0 THEN DOKAD:=ILTRAS ELSE DOKAD:=ILSTA;
FOR I:=1 TO DOKAD DO
BEGIN
IF RE=0 THEN
BEGIN
IF (ZAKL1[I]>1) THEN WRITE('! *') ELSE WRITE('! ');
END;
IF RE=0 THEN WRITE(SYMSAM[I]:6,' ');
IF RE>0 THEN WRITE('! ',SYMSTA[I]:6,' ');
FOR K:=PO TO KO DO
BEGIN
IF RE=0 THEN
BEGIN
IF SLSTSA[K,I]<>0 THEN
BEGIN WRITE(' ');ZASNAHMS(SLF[K,I]); WRITE('!') END
ELSE WRITE('          ');
END;
IF RE>0 THEN
BEGIN
IF (GRTAKST[I]=GRTAKST[K]) AND (K<I) THEN
PRZESZTAB(1,K,I,RE)
ELSE WRITE('          ');
END;
END; WRITELN;
WRITE('!          ');
FOR K:=PO TO KO DO
BEGIN
IF RE=0 THEN
BEGIN
IF SLSTSA[K,I]<>0 THEN
BEGIN
IF SLSTSA[K,I]>0 THEN SLK[K,I]:=TIME-DELTATE;WRITE(' ');
ZASNAHMS(SLK[K,I]);WRITE('!');
END
ELSE WRITE('          ');
END;
IF RE>0 THEN
BEGIN
IF (GRTAKST[I]=GRTAKST[K]) AND (K<I) THEN
PRZESZTAB(2,K,I,RE)
ELSE WRITE('          ');
END;
END;
WRITELN;
DRUK(12+10*(KO-PO+1));
END;
WRITELN; WRITELN;
UNTIL KONIEC;
WRITELN;

```

6:

```

UNTIL (RE=ILTRAS) OR NOT ZAKL OR NOT WYDPFL;
292 CLOSE(FREC);

```

```

write(chr(12));
WRITELN;WRITELN;
WRITELN(' Wskazniki utraty informacji radiolokacyjnej : ');
WRITELN(' ***** ');
X:=0;
FOR I:=1 TO ILTRAS DO
  BEGIN
    IF DROGA[I]=0 THEN
      X1:=1
    ELSE
      X1:=DRSL[I]/DROGA[I]; X:=X+X1;
      WRITELN('CEL',SYMSAM[I]:6,' WUIR=',X1:2:4);
    END;
  Druk(26);
  WRITE(' Wartosc srednia '); WRITELN(X/ILTRAS:2:4);

  WRITELN; WRITELN; WRITELN;
  IF ZAKL THEN
    BEGIN
      WRITELN('Sredni obszar nieokreslonosci dla pelengacji :');
      WRITELN('*****');
      FOR I:=1 TO ILTRAS DO
        IF (OP[I]>0) AND (LP[I]>0) AND (ZAKL1[I]>0) THEN
          WRITELN('CEL',SYMSAM[I]:6,' obsz.=' ,OP[I]/LP[I]:4:2);
        END;
      END.

```

Nr dz. ksero: PF 17 dnia: 23.03.87
 Wyk. MBEPZ Egz. nr: 2

