

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OP
KATEDRA WOJSK OBRONY POWIETRZNEJ

AON wewn. 4539/93

~~Do użytku służbowego~~

Egz. Nr ~~20~~

Ppłk dr inż. Zbigniew DUBRAWSKI

OBRONA RADIOELEKTRONICZNA W SYSTEMIE OP

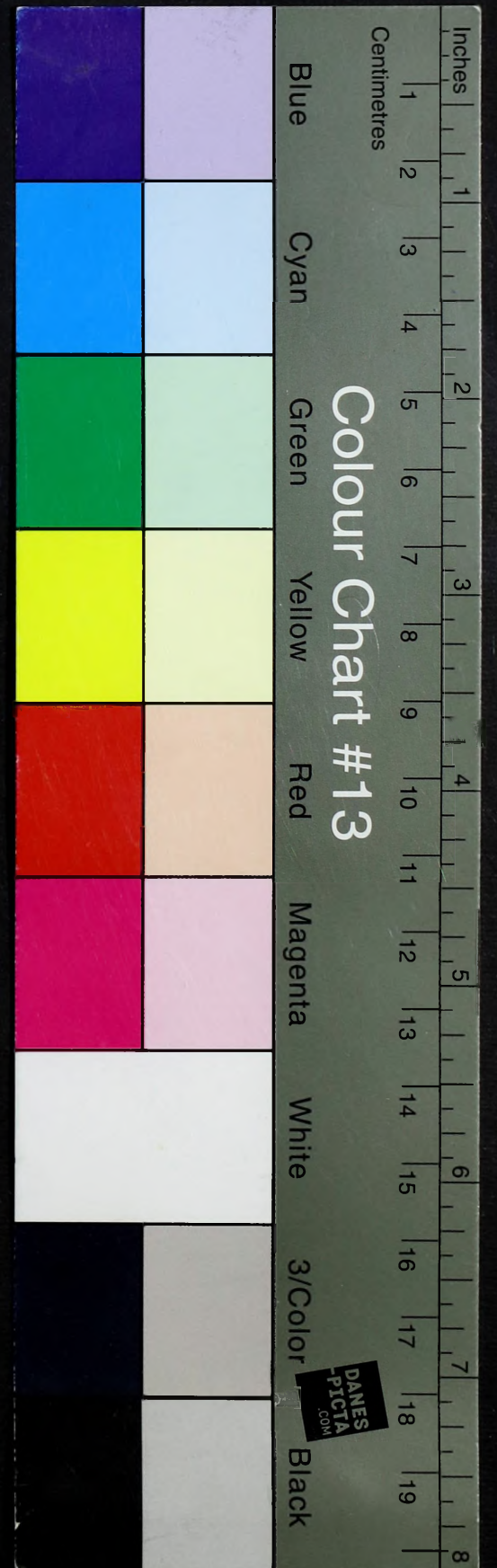
Skrypt



WARSZAWA

60488

1993



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OP
KATEDRA WOJSK OBRONY POWIETRZNEJ



AON wewn. 4539/93

~~Do użytku służbowego~~

Egz. Nr ~~20~~

Ppłk dr inż. Zbigniew DUBRAWSKI

OBRONA RADIOELEKTRONICZNA W SYSTEMIE OP

Skrypt

~~5/2209~~



WARSZAWA

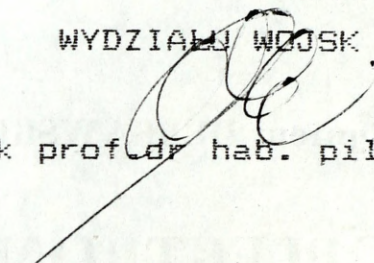
1993

Niniejszy skrypt zalecam do wykorzystania w procesie dydaktycznym Wydziału Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej Akademii Obrony Narodowej.

Poglądy wyrażone w treści skryptu są osobistymi poglądami Autora.

KOMENDANT

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OP


płk prof. dr hab. pil. Eugeniusz ZABŁOCKI



WSTĘP

Obrona radioelektroniczna jest jednym z elementów WRe zabezpieczającym możliwość sprawnego funkcjonowania własnych środków radioelektronicznych w warunkach prowadzenia wojny radioelektronicznej przez przeciwnika oraz zaistniałych sytuacji niekompatybilności elektromagnetycznej (występowania tzw. wzajemnych zakłóceń).

A zatem celem obrony radioelektronicznej jest zapewnienie stabilnego i sprawnego funkcjonowania własnych środków i systemów radioelektronicznych.

Z celu obrony radioelektronicznej wojsk w systemie OP wynikają określone zadania zarówno dla organizatorów jak i wykonawców. Do podstawowych zadań organizatorów obrony radioelektronicznej należałoby zaliczyć: wypracowanie koncepcji prowadzenia obrony radioelektronicznej; zaplanowanie przedsięwzięć technicznych i organizacyjno - taktycznych w tym zakresie; koordynacja tych przedsięwzięć pomiędzy poszczególnymi rodzajami wojsk i służb; określenie zadań dla wykonawców oraz opracowanie dokumentów planistycznych i wykonawczych.

Zakres zadań wykonawców uzależniony jest ściśle od sposobów i form prowadzenia WRe przez przeciwnika, szczególnie powietrznego. Zdając sobie z tego sprawę, przeciwnik w pierwszej kolejności będzie się starał wyeliminować te elementy systemu obrony powietrznej, które w głównej mierze decydują o skuteczności jego działania. Jednym ze sposobów, wielokrotnie sprawdzonych w konfliktach lokalnych - w tym ostatnio w rejonie Zatoki Perskiej, jest zastosowanie na szeroką skalę celowych zakłóceń radioelektronicznych i pocisków samonaprowadzających się na źródła promieniowania elektromagnetycznego.

Tak więc docenając znaczenie tej formy walki, przeciwnik będzie się starał wyeliminować te elementy systemu OP, które stanowią największe zagrożenie dla ŚNP biorących udział w pokonywaniu tego systemu.

W opracowaniu przedstawiono problemy związane z oceną zagrożenia radioelektronicznego przeciwnika powietrznego, podstawowe zadania w zakresie obrony radioelektronicznej wojsk w systemie OP oraz główne problemy jej organizowania w działaniach bojowych.

Mając na uwadze aspekty użyteczności opracowania, autor zaprezentował sposoby przeciwdziałania skutkom rozpoznania i zakłócenia radioelektronicznego przeciwnika.

Przedstawione opracowanie zostało wykonane głównie z myślą o wykorzystaniu go przez studentów Wydziału Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej Akademii Obrony Narodowej. Nie mniej jednak, zdaniem autora, mogą również z niego korzystać wszyscy, którzy chcą pogłębić i doskonalić zakres wiedzy dotyczących problematyki obrony radioelektronicznej.

Studenci pragnący indywidualnie pogłębić wiedzę na temat problemów interesujących ich bardziej szczegółowo, mogą skorzystać z literatury zamieszczonej w wykazie bibliografii na końcu opracowania.

Autor żywi nadzieję, że uważne i wnikliwe studiowanie problematyki obrony radioelektronicznej przyczyni się do znacznego wzbogacenia wiedzy Czytelników, na dany temat.

1. ZAGROZENIE RADIOELEKTRONICZNE WOJSK W SYSTEMIE OP

Według współczesnych poglądów specjalistów wojskowych, szczególnie efektywne działania prowadzone w ramach operacji powietrzno - lądowych, wymagają precyzji działania lotnictwa, zwłaszcza lotnictwa taktycznego prowadzącego bezpośrednie wsparcie walczących wojsk.

Bezpośrednie wsparcie lotnicze dotyczy działań niszczących i obezwładniających wojska i obiekty przeciwnika, usytuowane w pobliżu linii styczności wojsk oraz w głębi operacyjnej na odległość do 200 km i więcej.

Dla określenia efektywności działań lotnictwa taktycznego w ramach bezpośredniego wsparcia walczących wojsk, uwzględniając aktualny i przyszłościowy stan parku samolotów oraz przenoszone przez nie środki obezwładniające, przyjęto następujące kryteria: szybkość reagowania, zdolność do działań we wszystkich warunkach atmosferycznych, dokładność rozpoznania i wyjścia na cel uderzeń, racjonalne użycie przenoszonych środków obezwładniających oraz zdolność pokonywania obrony powietrznej przeciwnika.

Zastosowanie jednego z głównych kryteriów efektywności działań taktycznego lotnictwa uderzeniowego, a mianowicie zdolności pokonywania obrony powietrznej przeciwnika, wynika z doświadczeń ostatnich wojen i konfliktów lokalnych. W nich to właśnie wykazano duże możliwości obezwładniające samolotów uderzeniowych.

Zdolność pokonywania obrony powietrznej przeciwnika przez samoloty uderzeniowe zapewnia się między innymi przez ich wsparcie samolotami walki radioelektronicznej. Stąd w ich wyposażeniu występują środki zakłócające, rakiety klasy "powietrze - ziemia", kierowane bomby lotnicze umożliwiające wykonanie uderzeń na siły obrony powietrznej strony przeciwnej oraz osłanianie (bronione) przez nie wojska i obiekty. Stosowanie zabiegów taktycznych takich jak, wykonywanie lotów i uderzeń na cele z bardzo małych i małych wysokości, a także wykonywanie manewru przeciwrakietowego i przeciwartyleryjskiego oraz użycie towarzyszącego lotnictwa myśliwskiego również zwiększa możliwości pokonania obrony powietrznej przeciwnika.

Wyposażenie samolotów uderzeniowych w środki walki radioelektronicznej wynika z aktualnych właściwości funkcjonowania

obrony powietrznej oraz z konieczności masowego stosowania różnorodnych środków radioelektronicznych w systemach dowodzenia wojskami i sterowania uzbrojeniem.

Dla zwiększenia efektywności pokonywania obrony powietrznej przez samoloty uderzeniowe przeciwnika, przewiduje się zastosowanie systemów wczesnego wykrywania i naprowadzania oraz systemów rozpoznawczo - uderzeniowych.

Ocena zagrożenia radioelektronicznego wojsk w systemie OP polegać powinna na studiowaniu wszystkich posiadanych danych rozpoznawczych dotyczących stanu i lokalizacji systemów i środków radioelektronicznych wykorzystywanych w dowodzeniu, rozpoznaniu, łączności, nawigacji, walce radioelektronicznej, sterowaniu uzbrojeniem przeciwnika powietrznego i naziemnego.

Oceniając zagrożenie radioelektroniczne wojsk w systemie OP przez przeciwnika naziemnego, należy w szczególności uwzględnić zagadnienia związane z:

- możliwością wykrycia naszych środków radioelektronicznych przez przeciwnika;
- możliwością zakłócenia relacji radiowych (KF i UKF) oraz radioliniowych.

Na sposób prowadzenia oceny zagrożenia radioelektronicznego przez przeciwnika powietrznego zasadniczy wpływ mają: warunki w jakich ta ocena będzie prowadzona; czas przeznaczony na jej prowadzenie; aktualność posiadanych danych o położeniu, składzie i wyposażeniu radioelektronicznym samolotów; sytuacja operacyjno - taktyczna; położenie obiektów osłony (obrony) przez wojska systemu OP.

Ocena zagrożenia radioelektronicznego przez przeciwnika powietrznego może być prowadzona w warunkach wyraźnie sprecyzowanego przez przełożonego celu i charakteru działań SNP przeciwnika, co znacznie ułatwi jej przeprowadzenie lub w warunkach braku tych danych, co znacznie ją utrudni, gdyż wymagało to określenia znacznie większej ilości danych.

Czas przeznaczony na przeprowadzenie oceny zagrożenia radioelektronicznego przeciwnika powietrznego jest jednym z zasadniczych czynników mających wpływ na sposób jej przeprowadzenia.

W okresie pokoju, podczas przygotowania do działań bojowych, specjaliści od rozpoznania i WRe dysponują dużą ilością czasu na

przeprowadzenie dokładnej analizy i oceny przeciwnika powietrznego, a w niej również oceny zagrożenia radioelektronicznego. Dokonać tego mogą na podstawie sprawdzonych danych o jego bazowaniu, składzie, organizacji, wyposażeniu radioelektronicznym, możliwościach bojowych oraz taktyce prowadzenia działań bojowych.

Ocenę przeciwnika powietrznego oraz wynikające z niej zagrożenie radioelektroniczne wojsk w systemie OP przeprowadza się na podstawie danych zawartych w dyrektywie operacyjnej, która powinna określać:

- a) charakter wojny i warunki, w których rozpoczyna się działania wojenne oraz położenie wojsk własnych i przeciwnika;
- b) cel prowadzenia zaczepnej operacji powietrznej, w tym pierwszego (kolejnego) zmasowanego nalotu przez siły powietrzne przeciwnika;
- c) prawdopodobne kierunki działania ŚNP przeciwnika;
- d) ilość i jakość ŚNP na kierunkach zagrożenia;
- e) najważniejsze w danej sytuacji operacyjno - taktycznej obiekty, na których wojska w systemie OP winny skoncentrować główny wysiłek obrony.

Informacje o przeciwniku powietrznym i wytyczne zawarte w komunikatach rozpoznawczych wojsk w systemie OP winny uzupełniać i aktualizować dane dotyczące:

- a) bazowania, składu, wyposażenia, stanu i stopnia gotowości bojowej oraz wzmocnienia sił powietrznych przeciwnika;
- b) środków rażenia i obezwładniania radioelektronicznego, jakich przeciwnik może użyć na wojska w systemie OP;
- c) taktyki prowadzenia działań bojowych przez przeciwnika, w tym sposobów pokonywania systemu OP;
- d) ilości sił powietrznych wydzielonych do działań na obiekty osłony i wojska w systemie OP;
- e) wniosków z oceny działalności przeciwnika w zakresie rozpoznania kosmicznego, powietrznego i morskiego;
- f) wnioski z oceny możliwości wysadzenia desantów, działalności grup rozpoznawczo - dywersyjnych i innych działań przeciwnika w rejonach działań wojsk w systemie OP.

Nie zawsze jednak specjaliści rozpoznania i WRe będą dysponowali powyższymi danymi. W sytuacjach, gdy czas na organizację działań bojowych będzie bardzo krótki lub brak będzie łączności z

przełożonym, informacje o przeciwniku powietrznym mogą ograniczyć się tylko do tych, jakie zdobędą własne siły lub tych, które przekażą sąsiedzi i współdziałające wojska.

W każdej jednak sytuacji ocenę przeciwnika powietrznego powinno prowadzić się według określonego modelu postępowania, rozpatrując kolejno szereg czynników ujętych w następujących grupach problemów:

- analiza i ocena dotychczasowych działań przeciwnika;
- jakościowo - ilościowa analiza i ocena sił i środków przeciwnika powietrznego;
- analiza i ocena bronionych (osłanianych obiektów) prawdopodobnych obiektów uderzeń ŚNP (przeciwnika);
- analiza i ocena systemu OP jako obiektów uderzeń przy pokonywaniu przez ŚNP przeciwnika tego systemu;
- analiza i ocena taktyki dotychczasowych działań ŚNP przeciwnika;
- analiza i ocena możliwości przeciwnika w zakresie rozpoznania i WRe, wysadzaniu desantów, oddziaływania grup specjalnego przeznaczenia oraz innych działań w rejonie wojsk systemu OP¹.

Z tak wnikliwej analizy i oceny przeciwnika powietrznego można dokonać z dużym prawdopodobieństwem oceny zagrożenia radioelektronicznego, która powinna uwzględniać między innymi:

- a) bazowanie, liczbę i typy ŚNP;
- b) strefy i rubieże dyżurowania systemów dowodzenia, rozpoznania i naprowadzania powietrznego oraz rozpoznawczo-uderzeniowych;
- c) możliwości bojowe ŚNP, a w nich:
 - zasięg i taktyczny promień działania samolotów na małych wysokościach i przy locie o zmiennym profilu;
 - prędkość lotu samolotów;
 - warianty uzbrojenia (szczególnie bomby kierowane i rakiety "powietrze - ziemia", w tym przeciwradiolokacyjne);
 - możliwości stosowania rozpoznania i obezwładniania radioelektronicznego;
- d) zadania bojowe wykonywane przez ŚNP w rejonie działań wojsk systemu OP;

¹Z. Groszek "Metodyka oceny przeciwnika powietrznego na szczeblu operacyjno-taktycznym i taktycznym wojsk OPK", wyd. ASG WP 1988 r. s.13-14.

- e) czas dolotu ŚNP do osłanianych (bronionych) obiektów;
- f) taktykę działania ŚNP, a w niej:
 - prawdopodobne trasy nalotu;
 - ugrupowanie uderzeniowe ŚNP przeciwnika;
 - rubieże wykonania zadania lub odpalania rakiet klasy "powietrze - ziemia";
 - gęstość nalotu ŚNP;
 - rodzaj i charakter zakłóceń radioelektronicznych stosowanych przez ŚNP.

Przy ocenie zagrożenia radioelektronicznego wojsk w systemie OP zawsze należy wychodzić z konkretnej sytuacji operacyjno - taktycznej. Jej istota polega na wszechstronnej analizie składu i ugrupowania tych sił rozpoznania i WRe przeciwnika powietrznego, które mogą być użyte w działaniach bojowych przez wojska lądowe, siły powietrzne i morskie na danym kierunku operacyjno - powietrznym lub w pasie (obszarze) działania wojsk własnych. Prowadząc taką ocenę należy również uwzględniać inne czynniki mające wpływ na obronę radioelektroniczną wojsk w systemie OP, jak na przykład charakter terenu, pora roku i doby, warunki meteorologiczne oraz warunki rozprzestrzeniania się fal elektromagnetycznych.

Z przeprowadzonej oceny zagrożenia radioelektronicznego wojsk w systemie OP powinny wynikać:

- a) najbardziej prawdopodobne kierunki rozpoznania i obezwładniania radioelektronicznego;
- b) wpływ obezwładniania radioelektronicznego na efektywność działań bojowych wojsk w systemie OP, a szczególnie:
 - stopień zmniejszenia strefy rozpoznania radiolokacyjnego na różnych wysokościach;
 - stopień zmniejszenia radiolokacyjnego zabezpieczenia działań bojowych środków ogniowych wojsk w systemie OP;
 - stopień zmniejszenia prawdopodobieństwa rażenia celów przez rakiety przeciwlotnicze i artylerię przeciwlotniczą;
 - zmniejszenie przepustowości informacji o sytuacji powietrznej za pomocą łączności radiowej i radioliniowej;
- c) możliwości użycia przez przeciwnika powietrznego samonaprowadzających się pocisków (rakiet) na źródła promieniowania elektromagnetycznego;

d) możliwości użycia nadajników zakłócających jednorazowego działania.

Wyniki oceny zagrożenia radioelektronicznego dowódcy i sztabu wojsk w systemie OP winni wykorzystywać w procesie planowania działań bojowych oraz w procesie przygotowywania przedsięwzięć w zakresie obrony radioelektronicznej, będącej elementem zabezpieczenia operacyjnego i bojowego wojsk.

2. CEL I ZADANIA OBRONY RADIOELEKTRONICZNEJ

Obrona radioelektroniczna (ORE) jest jednym z zasadniczych części w walce radioelektronicznej² (WRe). Rozpatrując ją oddzielnie, w aspekcie wojskowym należy stwierdzić, że stanowi niezmiernie ważny rodzaj zabezpieczenia bojowego i operacyjnego na wszystkich szczeblach dowodzenia działaniami wojsk.

Wnioski z doświadczeń historycznych i badania prowadzone współcześnie usiłują ustalić głównie wpływ skuteczności ORE na kształtowanie ogólnego stosunku sił walczących zgrupowań wojsk na wszystkich szczeblach dowodzenia. Ponadto mają określić optymalne uwarunkowania operacyjno - taktyczne i techniczne co do środków, sposobów i nowych kierunków doskonalenia obrony powietrznej z uwzględnieniem właściwości przygotowania i prowadzenia walki, bitwy i operacji.

Badania prowadzone w AON wykazały, że obronę radioelektroniczną w OP, zwłaszcza na terytorium kraju należy zapewnić dla środków i systemów, które tworzą określoną sytuację radioelektroniczną, przede wszystkim: miejsca rozmieszczenia (dyslokacji) tych środków; charakterystykę promieniowania energii elektromagnetycznej przez różne środki; szczególne cechy pracy poszczególnych środków i systemów radioelektronicznych.

Określono potrzebę planowania i realizowania ORE dwupionowo: dla systemu kierowania państwem oraz dowodzenia wojskami i sterowania środkami walki. Cel ORE wynika z zagrożenia zewnętrznego i istniejącej sytuacji radioelektronicznej w OP.

Celem obrony radioelektronicznej jest uniemożliwienie lub utrudnienie organom rozpoznawczym przeciwnika ustalenie rzeczywistego ugrupowania (rozmieszczenia) środków radioelektronicznych i zasad ich pracy oraz uodpornienie tych środków i systemów na zakłócenia.

Realizacja tego celu odpowiednimi siłami utrudni przeciwnikowi zdobywanie informacji o: charakterystykach taktyczno - technicznych środków radioelektronicznych, ich właściwościach pracy, strukturze organizacyjnej, zasadach działania i rozmieszczeniu,

²Walka radioelektroniczna obejmuje elementy składowe: rozpoznanie radioelektroniczne, obezwładnianie radioelektroniczne i obronę radioelektroniczną.

jak również o dyslokacji i ugrupowaniu wojsk, ich wyposażeniu w sprzęt bojowy, możliwościach bojowych, gotowości bojowej itp. Cel ten nakłada szereg złożonych zadań dla osób funkcyjnych stanowisk dowodzenia ważnych elementów kierowania państwem i dowodzenia wojskami OP, węzłów łączności i wydzielonych środków radioelektronicznych. Wymagane jest więc określenie odpowiedzialności i kompetencji dowódców i sztabów, dysponentów i użytkowników środków radioelektronicznych.

Obronę radioelektroniczną należy postrzegać jako zespół organizacyjnych i techniczno - eksploatacyjnych przedsięwzięć zapewniających stabilną pracę własnych systemów rozpoznania, dowodzenia i sterowania uzbrojeniem w warunkach oddziaływania przeciwnika i wzajemnego oddziaływania środków radioelektronicznych.

Zakresem zadaniowym obejmuje ona obronę przed:

- rozpoznaniem radioelektronicznym;
- obezwładnianiem (zakłócaniem) radioelektronicznym;
- niszczeniem ogniowym, w tym głównie bronią samonaprowadzającą się na źródła emisji elektromagnetycznej oraz kompatybilność elektromagnetyczną.

Realizacja poszczególnych zadań (przedsięwzięć) ORe w działaniach wojsk w systemie OP uwarunkowana jest czasem przebywania elementów systemu radioelektronicznego w zasięgu środków, przeciwko oddziaływaniu których te przedsięwzięcia są skierowane. Wymagane jest aby rozpoczynać je z takim wyprzedzeniem czasowym i przestrzennym, aby osiągnąć pełną efektywność podejmowanych działań, zanim wojska w systemie OP znajdą się w zasięgu określonego rodzaju elektronicznych środków walki przeciwnika.

Ponieważ obszar kraju znajduje się w zasięgu satelitarnych i powietrznych systemów rozpoznania radioelektronicznego oraz wielospektralnego rozpoznania obrazowego, ORe powinna być prowadzona w sposób ciągły zarówno w okresie pokoju, jak i w czasie wojny.

2.1. Obrona przed rozpoznaniem radioelektronicznym

Realizacja tego rodzaju obrony wymaga dokonania oceny i prognozy sytuacji radioelektronicznej, w której uwzględnić należy: ocenę zagrożenia rozpoznaniem radioelektronicznym przeciwnika; elementy wojsk w systemie OP będące obiektami rozpoznania; rodzaj działania obronnego i przewidywany skutek obrony.

W ocenie zagrożenia rozpoznaniem Re przeciwnika zostaną przedstawione techniczne i taktyczne możliwości różnorodnych działań radioelektronicznych. Jednocześnie należy zastrzec, że dysponentem, czy też stroną posiadającą, prezentowanych środków i systemów radioelektronicznych mogą być dowolne państwa i ich siły zbrojne. Bowiem we współczesnych warunkach swobodnego przepływu kapitału, techniki i technologii w świecie nie ma już takich barier jak w przeszłości. Nie oznacza to również, że dysponent określonego systemu radioelektronicznego dokona agresji zbrojnej na RP.

Rozpoznanie radioelektroniczne sił zbrojnych przeciwnika obejmuje swoim zakresem rozpoznanie radiowe, radioliniowe i radiolokacyjne. Stanowi jeden z najważniejszych sposobów zdobywania informacji w szeroko rozbudowanym systemie rozpoznania wojskowego. W ocenie zagrożenia, uwzględniając techniki działania i zakres zadań rozpoznania radioelektronicznego, będą przedstawione następujące jego rodzaje: satelitarne rozpoznanie radioelektroniczne; powietrzne (lotnicze) rozpoznanie radioelektroniczne; morskie rozpoznanie radioelektroniczne i naziemne rozpoznanie radioelektroniczne. Zasięg rozpoznania prezentuje tabela - załącznik nr 1.

Satelitarne rozpoznanie radioelektroniczne prowadzone jest w okresie pokoju i wojny. Swym zasięgiem obejmuje cały glob ziemski (w tym obszar RP) i umożliwia³:

- zebranie informacji o położeniu wojsk, o ich ugrupowaniu oraz dyslokacji ważnych obiektów wojskowych, przemysłowych, logistycznych, administracyjnych i innych;

- wykrycie miejsc dyslokacji środków i obiektów różnych systemów dowodzenia wojskami, szczególnie stanowisk dowodzenia,

³"Podstawowe systemy radioelektroniczne sił zbrojnych głównych państw NATO (łączność, rozpoznanie, radionawigacja)". Podręcznik ASG WP, 1982 r. s.128-129.

węzłów łączności, centrów nadawczych i odbiorczych, ośrodków i punktów retransmisyjnych itp.;

- ustalenie stopnia inżynieryjnej rozbudowy terenu, mobilizacji wojsk i ich operacyjnego rozwinięcia, przegrupowania, stopnia rozwinięcia polowego systemu dowodzenia poszczególnych rodzajów sił zbrojnych i rodzajów wojsk;

- ustalenie stopnia gotowości wojsk oraz dowództw i sztabów do prowadzenia działań zbrojnych.

W działaniach zbrojnych rozpoznawcze środki satelitarne będą wykorzystywane do: udokładniania i potwierdzania posiadanych informacji o wojskach, szczególnie o wojskach raketowych, lotnictwie i głównych zgrupowaniach wojsk pancernych i zmechanizowanych.

Satelitarne rozpoznanie radiowe jest przeznaczone do wykrycia i śledzenia różnych źródeł promieniowania elektromagnetycznego, określenia ich parametrów i charakterystyk technicznych oraz przechwytywania informacji, co dotyczy przede wszystkim środków łączności, radionawigacji, radiotelesterowania i innych. Bardzo dokładnie rozpoznawane są środki łączności radiowej, radioliniowej, satelitarnej, oraz pracujące stacje radiolokacyjne, radionawigacyjne, telewizyjne, radiotelesterowania, jak również środki zakłóceń radioelektronicznych.

Zasada rozpoznawania środkami radiowymi polega na przechwytywaniu, zobrazowaniu i utrwaleniu emisji elektromagnetycznych i sygnałów wypromieniowanych w eter przez anteny pracujących środków radioelektronicznych. Wszystkie przechwycone emisje elektromagnetyczne poddawane są szczegółowej analizie w celu opracowania żądanych przez dowództwa i sztaby danych rozpoznawczych o obiektach, które dane systemy wykorzystują.

Satelity elektroniczne prowadzące rozpoznanie emisji w zakresie częstotliwości wyższych od 75 MHz umieszczono na orbitach powyżej 400 km. Satelity prowadzące rozpoznanie radiowe KF są umieszczone na orbitach rzędu 150 - 500 km.

Powietrzne (lotnicze) rozpoznanie radioelektroniczne jest prowadzone w wymiarze operacyjnym na korzyść lotnictwa, sił morskich i wojsk lądowych. W tym celu wykorzystuje się specjalne samoloty rozpoznawcze oraz samoloty rozpoznania i wojny elektronicznej (WE) wyposażone w środki radioelektroniczne,

umożliwiający wykrywanie i śledzenie pracy środków w zakresie fal metrowych, decymetrowych i centymetrowych. Są to urządzenia przechwyty radiowego, rozpoznania radiolokacyjnego, analizy emisji elektromagnetycznych, przekazywania obrazu terenu za pomocą kamery telewizyjnej i zdjęć fotograficznych.

Radioelektroniczne rozpoznanie powietrzne prowadzi się także z wykorzystaniem śmigłowców oraz środków bezpilotowych. Ponadto w specjalne urządzenia rozpoznania radioelektronicznego wyposażone są również samoloty bojowe - bombowe, myśliwsko - bombowe, szturmowe, transportowe itp.

W zależności od rodzaju wykonywanych zadań rozpoznawczych, na wymienionych środkach pilotowych i bezpilotowych instalowane są różne systemy rozpoznawcze; radiowe (odbiorcze, analizy częstotliwości i sygnałów, namierniki radiowe); radiolokacyjne (stacje radiolokacyjne obserwacji bocznej, stacje rozpoznania emisji radiolokacyjnych); optyczne (wzrokowe, LAF, kamery telewizyjne); techniki podczerwieni i laserowe.

Głębokość prowadzonego rozpoznania radiowego w zakresie krótkofalowym wynosi 1000-4000 km, a w zakresie ultrakrótkofalowym - radiowe i radiolokacyjne 300-400 km.

Powietrzne rozpoznanie radioelektroniczne jest również prowadzone środkami zespolonymi w systemach rozpoznawczo - uderzeniowych. Na przykładzie precyzyjnego rozpoznania i zwalczania źródeł promieniowania elektromagnetycznego (PLSS - Precision Location Strike System), lub innych strukturalnie i funkcjonalnie podobnych systemów rozpoznanie radioelektroniczne jest pierwszym i zasadniczym warunkiem wykonywania wszystkich zadań i jednocześnie może funkcjonować samodzielnie, bez udziału pozostałych komponentów systemu. Zadania rozpoznania radioelektronicznego wykonują specjalne samoloty ze strefy dyżurowania w powietrzu. Obiektami rozpoznania są radiostacje, stacje radioliniowe, stacje radiolokacyjne i radionawigacyjne, których emisja zawiera się w granicach częstotliwości 20 MHz - 18 GHz. Zasięg działania jednego systemu wynosić może 500-700 km wzdłuż frontu i 600 km w głąb ugrupowania wojsk. Strefa rozpoznania radioelektronicznego systemu wynosi około 300 000 km², co w odniesieniu do powierzchni terytorium Polski wynosi ponad 90% obszaru.

Morskie rozpoznanie radioelektroniczne prowadzone jest na granicach wód terytorium RP. Do tego celu wykorzystywane są specjalne okręty wyposażone w liczne urządzenia radioelektroniczne, które umożliwiają śledzenie pracy naszych środków z odległości kilkudziesięciu km.

Do uzbrojenia okrętów wprowadzono również różnorakie środki na podczerwień, telewizyjne i laserowe służące do obserwacji, wskazywania celów i sterowania uzbrojeniem. Działania na morzu i w czasie desantowania wspierać będzie lotnictwo pokładowe sił morskich, które w swoim składzie posiada eskadry rozpoznania i zakłóceń radioelektronicznych.

Naziemne rozpoznanie radioelektroniczne prowadzi jednostki rozpoznania i WRe. Wyposażone są w środki, które umożliwiają prowadzenie rozpoznania radiowego w zakresie fal średnich, krótkich i ultrakrótkich, oraz rozpoznanie emisji i systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych.

Rozpoznanie radioelektroniczne ma wymiar taktyczno - operacyjny i stwarza zagrożenie w toku prowadzonych działań zbrojnych. Rozmiary zagrożenia poszczególnymi rodzajami rozpoznania radioelektronicznego są następujące:

- rozpoznanie radiowe KF prowadzone jest w zakresie 1-30 MHz, na głębokość: na fali przyziemnej w dzień 60-120 km, w nocy 30 - 50 km; na fali jonosferycznej do 2000 km; rubieże rozwinięcia posterunków i stacji rozpoznania wyznaczane są w odległości 6 - 10 km lub 20 - 25 km oraz dla drugiej linii rozwinięcia 30 - 40 lub 60 - 80 km od linii styczności wojsk;

- rozpoznanie radiowe UKF prowadzone jest w zakresie 30 MHz - 3 GHz na głębokość 30 - 50 km; rubieże rozwinięcia posterunków rozpoznania wyznaczone są w odległości 3 - 5 km i 6 - 10 km od linii styczności wojsk;

- radiolokacyjne rozpoznanie pola walki prowadzone jest w zakresie 9-17 GHz na głębokość 3 - 20 km; rejony rozmieszczenia stacji radiolokacyjnych (RLS) wyznaczane są w odległości 0,5-3 km od linii styczności wojsk⁴.

⁴J.Kopacz, "Wykorzystanie wojsk łączności armii w maskowaniu operacyjnym" - rozprawa doktorska, wyd. ASG WP 1985 r., s.41-46.

Rozpoznanie wykorzystujące technikę radioelektroniczną prowadzone jest również za pomocą różnych środków telewizyjnych, laserowych i na podczerwień instalowanych na środkach bezpilotowych, w samolotach i śmigłowcach wojsk lądowych oraz czołgach i transporterach opancerzonych.

Wyniki rozpoznania radioelektronicznego zabezpieczają pełną realizację wszystkich zadań wojny elektronicznej w tym głównie obezwładniania wykrytych obiektów zakłóceniami i dywersją radiową. Jednocześnie wyniki są spożytkowane na wypracowanie danych do rażenia ogniem elementów rozpoznawanego systemu dowodzenia. Dokładne wyniki rozpoznania radioelektronicznego pozwalają również z dużym wyprzedzeniem czasowym na przyjęcie odpowiedniego ugrupowania wojsk, umożliwiając wykonanie właściwego manewru ogniem i oddziałami w celu stworzenia przewagi w określonych rejonach i na wybranych kierunkach prowadzonych działań bojowych.

Podział widma elektromagnetycznego na zakresy i sposoby wykorzystania przedstawia załącznik nr 2.

W operacji obronnej na obszarze kraju będą funkcjonować różnorodne systemy, a w nich środki radioelektroniczne zapewniające kierowanie obroną państwa i dowodzenie siłami zbrojnymi (w tym wojskami systemu OP).

Do najważniejszych elementów systemu kierowania obroną na obszarze kraju zalicza się: stanowiska kierowania obroną państwa, stanowiska dowodzenia siłami zbrojnymi szczebla centralnego (ND) i okręgów wojskowych, centrala dowodzenia obrony regionalnej, stanowiska dowodzenia związków i oddziałów szczebla taktycznego, węzły i linie łączności sieci telekomunikacyjnej państwa, węzły łączności SD stacjonarnych i polowych, linie łączności organizowane za pomocą wszystkich środków łączności: przewodowych, radioliniowych troposferycznych i radiowych; stacje radiolokacyjne wojsk lotniczych i OP; naziemne stacje satelitarne; stacje radiofoniczne i telewizyjne itp.

Organizacja i funkcjonowanie poszczególnych elementów są zasadniczo różne i uwarunkowane specyfiką techniki, spełnianej funkcji i przynależności do określonych dysponentów.

Po rozpatrzeniu powyższych problemów jawi się forma i zakres zadań obronnych przed rozpoznaniem radioelektronicznym przeciwnika.

Zadania te najkorzystniej jest realizować poprzez organizowanie i realizowanie kompleksowych przedsięwzięć w zakresie ochrony i maskowania środków radioelektronicznych wojsk w systemie OP oraz obezwładniania środków rozpoznania przeciwnika.

W okresie przygotowania działań, a więc jeszcze w czasie pokoju, siły rozpoznania potencjalnego agresora będą zapewne aktywizować swoją działalność. W tym celu zostaną uruchomione dodatkowe źródła zdobywania informacji w trybie organizowania nowych lub reaktywowania nie pracujących sieci rozpoznania agenturalnego, zwiększenia liczby satelitów rozpoznawczych oraz intensyfikowania rozpoznania radioelektronicznego powietrznego, morskiego i naziemnego.

Obrona przed rozpoznaniem w tym okresie najogólniej ujmując powinna być organizowana poprzez:

- wypracowanie koncepcji prowadzenia ORe, zaplanowanie przedsięwzięć do realizacji;
- opracowanie planów funkcjonowania poszczególnych systemów radioelektronicznych, opracowanie dokumentów planistycznych i wykonawczych;
- określenie reżimów pracy środków radioelektronicznych w systemach wszystkich rodzajów wojsk w systemie OP, koordynacja przedsięwzięć pomiędzy poszczególnymi rodzajami wojsk i służb;
- stworzenie pozornej sytuacji radioelektronicznej na obszarze kraju: budowa systemu pozornych SD oraz rejonów rozmieszczenia wojsk OP, organizacja pozornych systemów radiolokacyjnych, radionawigacyjnych, naprowadzania rakiet przeciwlotniczych;
- zakłócenia pokładowych urządzeń radioelektronicznych samolotów, a w przyszłości i satelitów rozpoznawczych środkami wojsk w systemie OP;
- określenie sygnałów ostrzegania i przedsięwzięć do natychmiastowego wykonywania dla wszystkich dysponentów środków radioelektronicznych;
- określenie zadań ORe dla wykonawców.

Zadania dla wykonawców winny w swej treści zawierać:

- sposób przeciwdziałania rozpoznaniu przeciwnika;
- sposób obrony przed bronią samonaprowadzającą się na źródła energii elektromagnetycznej;

- sposób przeciwdziałania obozwaładnianiu radioelektronicznemu przeciwnika (zakłóceniom i dywersji radiowej);

- sposób zapewnienia kompatybilności elektromagnetycznej w pracy własnych systemów i środków Re.

W toku prowadzenia działań zagrożenia rozpoznaniem ze strony przeciwnika zdecydowanie wzrośnie. Będzie ono miało charakter selektywnego rozpoznania środków radioelektronicznych w rejonach o największym nasyceniu potencjału militarnego. Obrona przed nim powinna mieć charakter czynnej realizacji zadań wcześniej (w czasie pokoju) zaplanowanych.

Za najważniejsze zadania kompleksowe w tym zakresie uznać należy:

- maskowanie radioelektroniczne elementów systemu dowodzenia i obiektów systemu OP na obszarze RP;

- podwyższanie stopnia utajniania transmisji informacji;

- organizowanie kontroli radioelektronicznej, wykrywanie i usuwanie charakterystycznych (demaskujących) cech pracy środków radioelektronicznych wojsk w systemie OP.

Maskowanie radioelektroniczne ma na celu utrudnienie lub uniemożliwienie przeciwnikowi prowadzenia aktywnego rozpoznania radioelektronicznego. Jako element składowy ORe zawiera następujące formy i sposoby realizacji zadań; formy - maskowanie bezpośrednie (ukrywanie), pozorowanie radioelektroniczne, działania demonstracyjne wojsk w systemie OP, dezinformowanie; sposoby - dla każdej formy maskowania radioelektronicznego różne, które przedstawiono w załączniku nr 3.

Szczegółowe problemy maskowania radioelektronicznego wojsk w systemie OP zawiera instrukcja o maskowaniu wojsk część II w rozdziale IV. Poza tym maskowanie radioelektroniczne stanowi część składową maskowania operacyjnego, które to jest traktowane jako oddzielny element zabezpieczenia operacyjnego i bojowego.

Podwyższenie stopnia utajnienia transmisji, to drugie główne zadanie obrony przed rozpoznaniem przeciwnika. Wykonanie jego zapewniają głównie: techniczne środki utajnienia w łączności informacyjnej; wykorzystanie elektronicznej techniki przetwarzania danych; zastosowanie nowych emisji radioelektronicznych, jako cyfrowe przetwarzanie sygnału częstotliwości radiowych bez potrzeby skomplikowanej konwersji analogiczno - cyfrowej i

odwrotnie; racjonalizowanie rozdziału informacji w sztabach i ośrodkach dowodzenia wojskami w systemie OP. Organizowanie kontroli radioelektronicznej jest trzecim zadaniem obrony przed rozpoznaniem przeciwnika. Ma na celu usuwanie charakterystycznych (demaskujących) cech pracy środków radioelektronicznych i wymuszenie skrupulatnej realizacji zadań obrony przez wszystkich dysponentów i użytkowników tych środków. Do ważniejszych przedsięwzięć należy zaliczyć:

- wykrywanie i przeciwdziałanie naruszeniom zasad pracy środków emitujących energię elektromagnetyczną;
- wykrywanie i eliminacja indywidualnych cech operatorów urządzeń radioelektronicznych.

Do prowadzenia kontroli są przygotowane zespoły osób funkcyjnych i środki radioelektroniczne. Do środków radioelektronicznych należą między innymi aparatownie kontroli radiowej i aparatownie kontroli częstotliwości. Główną rolę w kontroli radioelektronicznej spełniają wojska łączności.

2.2. Obrona przed obezwładnieniem radioelektronicznym

Podstawowym celem stosowania zakłóceń radioelektronicznych przez przeciwnika, zwłaszcza powietrznego przeciw środkom radioelektronicznym będzie pozbawienie informacji o aktualnej sytuacji powietrznej stanowisk dowodzenia wojsk w systemie OP. Głównie na zakłócenia radioelektroniczne narażone będą podstawowe źródła informacji radiolokacyjnej, radiowej i radioliniowej, jakimi są stacje radiolokacyjne, radiostacje i radiolinie. Nie jest wykluczone także oddziaływanie na inne elementy systemu OP, tak jak stacje naprowadzania rakiet (SNR), wszelkiego rodzaju urządzenia odbiorcze itp.

Jak wskazują dotychczasowe doświadczenia, a w szczególności wojna w Zatoce Perskiej, głównym obiektem zakłóceń radioelektronicznych były stacje radiolokacyjne (RLS). Stosowanie zakłóceń przeciw stacjom radiolokacyjnym przyczynia się bezpośrednio do zmniejszenia skuteczności działania środków walki wojsk w systemie OP. W ostateczności więc stosowanie zakłóceń radioelektronicznych przeciw stacjom radiolokacyjnym, jako

podstawowego źródła bieżącej informacji o sytuacji powietrznej przyczynia się do:

- zmniejszenia możliwości określenia typu, ugrupowania bojowego i przeznaczenia taktycznego wykrytych obiektów powietrznych;
- pogorszenia dokładności określenia współrzędnych przestrzennego położenia wykrytych obiektów powietrznych;
- zmniejszenia wiarygodności informacji wykrytych obiektów powietrznych.

Uogólniając powyższe można stwierdzić, że celem stosowania zakłóceń radioelektronicznych przeciw środkom radioelektronicznym wojsk w systemie OP jest obniżenie skuteczności ich działania.

Zakłócenia radioelektroniczne stosowane przez przeciwnika można charakteryzować w różny sposób. Zakłócenia radioelektroniczne klasyfikowane są w zależności od charakteru ich powstania, sposobu zastosowania i oddziaływania na pracę środków radioelektronicznych. Klasyfikację zakłóceń radioelektronicznych celowo stosowanych przez przeciwnika przedstawiono w załączniku nr 4.

Według charakteru powstania zakłócenia można podzielić na celowe (zamierzone) i niecelowe (niezamierzone). Celowe (zamierzone) zakłócenia wytwarzane są przez różnego rodzaju nadajniki zakłócające, natomiast niecelowe (niezamierzone) zakłócenia mogą powstać w wyniku różnych zjawisk przyrodniczych (np. wyładowania atmosferyczne, zorze polarne itp.) oraz odbicia energii elektromagnetycznej od chmur i przedmiotów terenowych.

Celowe zakłócenia radioelektroniczne dzieli się na czynne (aktywne) i bierne (pasywne).

Zakłócenia czynne (aktywne) nie posiadają jednolitej klasyfikacji, nie mniej jednak w zależności od przeznaczenia, charakteru, skuteczności oddziaływania na środki radioelektroniczne, szerokości zakłócanego pasma częstotliwości, struktury sygnału zakłócającego i zasięgu działania, zakłócenia te można podzielić na: maskujące, imitujące, szumowe, odzewowe, selektywne, zapasowe.

Zakłócenia maskujące to takie, które powodują całkowite lub częściowe zakłócenie (tłumienie) sygnału użytecznego środka radioelektronicznego. Poziom sygnału zakłócającego powinien być znacznie większy niż poziom sygnału użytecznego. Powoduje to skuteczne tłumienie sygnału użytecznego środka radioelektronicznego.

Zakłócenia imitujące tworzą na ekranach wskaźników stacji radiolokacyjnych fałszywe zobrazowanie obiektów powietrznych, podobne do zobrazowania podchodzącego do realnych. Tego rodzaju zakłócenia utrudniają operatorom identyfikację obiektów powietrznych.

Zakłócenia odzewowe to takie, które wytwarzane są w odpowiedzi na odebrany sygnał środka radioelektronicznego. Zakłócenia tego typu odznaczają się określonym, minimalnym efektem maskującym i imitującym.

Zakłócenia szumowe to takie, których częstotliwość nośna nadajnika zakłóceń modulowana jest sygnałem szumowym. Zakłócenia szumowe odznaczają się znacznym efektem maskującym.

Zakłócenia selektywne to takie, które są ukierunkowane (nacelowane) na jedną wybraną częstotliwość pracy środka radioelektronicznego. Stosowane są głównie do zakłócania środków jednokanałowych lub pracujących na jednej częstotliwości.

Zakłócenia zaporowe charakteryzują się szerokim pasmem częstotliwości, które może obejmować zakres pracy jednego lub kilku środków radioelektronicznych. Zakłócenia tego typu charakteryzują się różną intensywnością ich stosowania i można je podzielić na zakłócenia słabe, silne i bardzo silne.

Zakłócenia bierne (pasywne) pojawiają się na ekranach wskaźników stacji radiolokacyjnych w wyniku odbicia (lub wtórnego promieniowania) fal elektromagnetycznych od przedmiotów lub elementów ze specjalnie do tego celu skonstruowanych materiałów. Zakłócenia bierne stosowane są do utrudniania wykrycia obiektów powietrznych za pomocą stacji radiolokacyjnych.

Do najczęściej stosowanych materiałów wytwarzających zakłócenia bierne należą: dielektryki, materiały półprzewodnikowe, środki metalizowane lub pochłaniające energię elektromagnetyczną. Działanie zakłóceń biernych na stację radiolokacyjną powoduje wytworzenie na ekranach wskaźników stacji jasnych plam (obłoków), na tle których operator RLS ma utrudnione warunki wykrycia obiektu powietrznego.

Zakłócenia bierne, w zależności od celu stosowania dzieli się na: maskujące i imitujące:

Bierne zakłócenia maskujące uzyskuje się przez stosowanie różnego rodzaju dipoli i ekranów odbijających oraz pokryć maskujących.

Zakłócenia tego typu stosuje się w celu maskowania lotu ŚNP przeciwnika.

Do wytworzenia biernych zakłóceń imitujących wykorzystuje się różnego rodzaju odbijacze katowe, soczewki i pułapki radiolokacyjne. Celem stosowania tego typu zakłóceń jest imitacja (pozoracja) ŚNP przeciwnika.

Skuteczność i efektywność stosowania zakłóceń biernych w dużym stopniu zależy od warunków atmosferycznych, wysokości ich wyrzucenia z ŚNP przeciwnika oraz odpowiedniego doboru parametrów elektronicznych stosowanych środków dyspresyjnych.

Środki wytwarzające zakłócenia radioelektroniczne mogą być użyte jako: urządzenia pokładowe samolotów, balonów, środków bezpilotowych, okrętów, statków kosmicznych oraz nadajników jednorazowego użycia i naziemnych urządzeń zakłócających.

Analiza przebiegu wojen i konfliktów lokalnych oraz ćwiczeń prowadzonych w siłach powietrznych przeciwnika umożliwia wyciągnięcie następujących wniosków:

a) pokładowe środki zakłócające będą włączone nie wcześniej niż na dalszej granicy strefy wykrywania pierwszorazowych stacji radiolokacyjnych wojsk w systemie OP;

b) działania lotnictwa strategicznego nie będą maskowane przez środki WRe innych rodzajów lotnictwa, gdyż każdy samolot lotnictwa strategicznego może być wyposażony w urządzenia zakłócające, które są w stanie skutecznie zorganizować osłonę radioelektroniczną jego działań bojowych;

c) w celu zabezpieczenia działań lotnictwa taktycznego będą prawdopodobnie wydzielone specjalne samoloty WRe, których zadaniem będzie potęgowanie skuteczności zakłóceń stosowanych przez samoloty lotnictwa taktycznego w ramach tzw. osłony indywidualnej. Samoloty WRe prawdopodobnie będą ugrupowane wspólnie z samolotami grup uderzeniowych;

d) zakłócenia radioelektroniczne będą stosowane w sposób kompleksowy, z jedoczesnym wykonywaniem przez samoloty przeciwnika manewrów przeciwrakietowych i przeciwmysliwskich oraz szerokim wprowadzeniem do działań środków demonstracyjnych.

Z przedstawionych powyżej rozważań jawią się dwa sposoby (formy) obrony przed zakłóceniami radioelektronicznymi przeciwnika:

- techniczne sposoby obrony przed zakłóceniami;
- organizacyjno - techniczne sposoby obrony przed zakłóceniami.

Techniczne sposoby obrony przed zakłóceniami sprowadzają się do realizacji określonych przedsięwzięć przez użytkowników środków radioelektronicznych (zarówno radiowych, jak i radiolokacyjnych) wojsk w systemie OP. Do podstawowych przedsięwzięć w tym zakresie można zaliczyć:

- zwiększenie mocy w impulsie;
- zastosowanie urządzeń przeciwzakłóceń;
- wykorzystanie układów tłumienia ech stałych (TES);
- przestrajanie na inną częstotliwość roboczą (zapasową);
- zmiana stopnia wzmocnienia układu odbiorczego;
- zastosowanie generatorów sygnałów o złożonej strukturze;
- zastosowanie anten kierunkowych;
- wykorzystywanie urządzeń posiadających kilka rodzajów pracy;
- przekazywanie informacji na kilku częstotliwościach.

Organizacyjno - taktyczne sposoby obrony przed zakłóceniami można sprowadzić do realizacji następujących przedsięwzięć:

- doskonalenie ugrupowania bojowego wojsk w systemie OP, szczególnie tych rodzajów, które posiadają dużą ilość środków radioelektronicznych;
- wykorzystywanie środków radioelektronicznych pracujących w różnych zakresach częstotliwości;
- stosowanie skrytego pola radiolokacyjnego;
- maskowanie pracy środków radioelektronicznych;
- szkolenie załóg (obsług) urządzeń radioelektronicznych w warunkach intensywnych zakłóceń;
- pelengacja źródeł zakłóceń;
- przygotowanie dublujących kierunków i sieci radiowych;
- wykorzystywanie łączności określonej.

Najbardziej narażone na oddziaływanie zakłóceń radioelektronicznych przeciwnika powietrznego są: stacje radiolokacyjne, elementy przeciwlotniczych zestawów raketowych (PZR) oraz środki łączności (szczególnie radiowej i radioliniowej).

Wpływ zakłóceń, zwłaszcza szumowych na strefę wykrywania stacji radiolokacyjnej, najczęściej określa się za pomocą dwóch parametrów: współczynnika ściśnięcia strefy wykrywania (K_s) i sektora skutecznego zakłócania (B_z). Wyraża on wpływ zakłóceń

szumowych na maksymalny zasięg wykrywania obiektów powietrznych. Wartość tego parametru przedstawiona jest następującą zależnością:

$$K_s = -\frac{D_z}{D}, \text{ dla } H_w = H_i, i = 1, 2, \dots, I$$

gdzie:

K_s - współczynnik ścisnięcia strefy wykrywania;

D_z - maksymalny zasięg wykrywania RLS w zakłóceniach;

D - maksymalny zasięg wykrywania RLS bez zakłóceń;

H_w - wysokość dla której określa się zasięg wykrywania.

Dlatego też, aby określić maksymalny zasięg wykrywania RLS w warunkach zakłóceń (lub ocenić ich wpływ na zasięg wykrycia) należy wyznaczyć wartość K_s , a następnie wartość tego zasięgu z zależności:

$$D_z = K_s \cdot D$$

Wartość współczynnika ścisnięcia strefy wykrywania (K_s) określa się z diagramu dla znanych wartości gęstości mocy zakłóceń oraz odległości źródła zakłóceń od zakłóconej RLS. Wspomniany diagram określania współczynnika (K_s) przedstawiono w załączniku nr 5.

Sumaryczną gęstość mocy zakłóceń szumowych (q_s) wytwarzanych przez kilka źródeł zakłóceń, a znajdujących się w zasięgu horyzontu radiowego RLS, określonych z zależności:

$$q_s = \sum_{i=1}^I q_i \cdot \left[\frac{R_{1z}}{R_{iz}} \right]^2$$

gdzie:

q_i - gęstość mocy zakłóceń szumowych najbliższego źródła zakłóceń

R_{1z} - odległość od zakłóconej RLS do najbliższego źródła zakłóceń (km);

R_{iz} - odległość od zakłóconej RLS do i-tego źródła zakłóceń (km);

I - liczba źródeł zakłóceń.

Wartość (q_s) dla źródła zakłóceń położonych bardzo blisko siebie określamy z zależności:

$$q_s = \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + \dots + q_n^2}$$

Wartość (q) dla pojedynczego źródła zakłóceń określamy z zależności:

$$q = \frac{P_z \cdot G_z}{\Delta f_z}$$

gdzie:

- P_z - moc nadajnika zakłóceń szumowych (W);
- G_z - zysk kierunkowy anteny nadajnika zakłóceń szumowych;
- Δf_z - szerokość pasma zakłóceń (MHz).

W wyniku stosowania zakłóceń radioelektronicznych przez przeciwnika powietrznego warunki wykrycia i śledzenia obiektów powietrznych za pomocą RLS pogarszają się, ponieważ na ekranie wskaźnika RLS zamiast równomiernego tła - własnych (wewnętrznych szumów) - pojawiają się sektory dodatkowych "rozjaśnień".

Intensywność tych "rozjaśnień" sektorów zależy od mocy zakłóceń szumowych na wejściu RLS. Natomiast kąt sektora zakłóceń zależy od: charakterystyki promieniowania RLS, gęstości mocy zakłóceń, odległości źródła zakłóceń do RLS, wzmocnienia kanału odbiorczego RLS, polaryzacji sygnału użytecznego i zakłócającego itp.

Kąt sektora skutecznych zakłóceń (β_z) określić można z zależności:

$$\beta_z = Q_{\beta} \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot \pi \cdot P_z \cdot n \cdot K_P^2 \cdot R_z \cdot G_z}{P_s \cdot t_i \cdot G_s \cdot \delta \cdot \Delta f} - 1}$$

gdzie:

- Q_{β} - szerokość charakterystyki promieniowania anteny RLS/ $^{\circ}$ /;
- P_z - moc nadajnika zakłóceń (W);
- G_z - zysk kierunkowy anteny nadajnika zakłóceń;
- n - liczba nadajników zakłóceń;
- K_P - programowy stosunek sygnału zakłóceń (określany również często jako współczynnik zakłóceń);
- R_z - odległość źródła zakłóceń od RLS (km);
- P_s - moc RLS w impulsie (W);
- t_i - czas trwania impulsu (μ_s);
- G_s - zysk kierunkowy anteny RLS;
- δ - skuteczna powierzchnia odbicia obiektu powietrznego (m^2).

Prognozowany stosunek sygnału zakłóceń (współczynnik zakłóceń) określić można z zależności:

$$K_p = \frac{P_z}{P_s} \quad \text{dla prawdopodobieństwa wykrycia } P_w = 0,5 \\ \text{i prawdopodobieństwa fałszywego alarmu } P_{FA} = 10^{-15}$$

Wykorzystując metodę analityczno - graficzną⁵ określany kat sektora skutecznego zakłócenia (β_z) z odpowiednich wykresów, umieszczonych w załączniku nr 6. Korzystając z tej metody można ocenić wpływ szumowych zakłóceń radioelektronicznych na strefę informacji radiolokacyjnej dowolnego ugrupowania bojowego wojsk radiotechnicznych OP.

Zakłócanie radioelektroniczne elementów PZR powoduje zerwanie procesu naprowadzania rakiety, którego przyczynami mogą być:

- przerwanie napływu współrzędnych i parametrów o locie celu powietrznego w kanale naprowadzania (zerwanie śledzenia celu przy naprowadzaniu telemetrycznym lub samonaprowadzaniu);
- nieterminowe zadziałanie radiozapalnika wywołane oddziaływaniem zakłóceń stosowanych przez cele powietrzne;
- stłumienie kanału naprowadzania rakiet oraz zakłócenie radiolinii przekazywania komend.

Prawdopodobieństwo normalnego funkcjonowania kanału (urządzenia) w PZR (P_{sri}), podanego oddziały zakłóceń radioelektronicznych można określić ze wzoru:

$$P_{sri} = P_{oi} \cdot P_{ni} \cdot P_{ki}$$

gdzie:

- P_{oi} - prawdopodobieństwo oddziaływania zakłóceń stosowanych przez cele powietrzne na i-ty kanał urządzenia PZR;
- P_{ni} - prawdopodobieństwo oddziaływania zakłóceń na urządzenie odbiorcze tłumionego kanału;
- P_{ki} - prawdopodobieństwo spełnienia warunku, że oddziaływające zakłócenia będą dostateczne dla naruszenia normalnego funkcjonowania części lub całości urządzeń w PZR.

Wielkości liczbowe wymienionych prawdopodobieństw zależą będą od odporności konkretnego PZR na zakłócenia radioelektroniczne,

⁵Metoda analityczno - graficzna przedstawiona jest szczegółowo przez S. Antczaka i A. Adamczyka w literaturze pt. "System radiolokacyjny obrony powietrznej jako obiekt zakłóceń radioelektronicznych" na s.49-55.

taktyczno - technicznych możliwości pokładowych nadajników SNP przeciwnika oraz realizacji przedsięwzięć organizacyjno - taktycznych i technicznych w zakresie odporności na zakłócenia PZR.

Prawdopodobieństwo normalnego funkcjonowania PZR oznaczone (P_f) można określić ze wzoru:

$$P_f = 1 - \prod_{i=1}^m P_{sr_i}$$

gdzie:

m - liczba kanałów podlegających oddziaływaniu zakłóceń radioelektronicznych, powodujących zerwanie naprowadzania rakiet lub fałszywe zadziałanie radiozapalnika rakiety.

Zakłócenia radioelektroniczne przeciwnika powietrznego mogą doprowadzić do sytuacji niespotkania się celu powietrznego z naprowadzaną rakieta PZR, która jest określana prawdopodobieństwem wyjścia (P_{wyj}). Sytuacja taka zachodzi wówczas jeżeli podczas startu rakiety cel powietrzny nie znajduje się w gwarantowanej strefie ognia. Stąd w warunkach stosowania zakłóceń radioelektronicznych prawdopodobieństwo rażenia jedną rakieta celu powietrznego wynosi:

$$P_1 = \left(1 - \prod_{i=1}^m P_{sr_i} \right) \cdot \left(1 - P_{wyj} \right) \cdot P_i$$

gdzie:

$$P_i = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} f_1'(y, z) \cdot f_2'(y, z) \cdot Q'(y, z) \cdot d_y \cdot d_z$$

$f_1'(y, z) \cdot f_2'(y, z) \cdot Q'(y, z)$ - błędy powstające podczas naprowadzania rakiety, zadziałanie radiozapalnika i rażenie celu powietrznego w warunkach zakłóceń i wykonanie przez niego manewru.

Podczas strzelania do celu powietrznego raketami PZR prawdopodobieństwo jego rażenia można określić wzorem:

$$P_n = \left(1 - \prod_{i=1}^{m_{og}} \cdot P_{sr_i} \left\{ 1 - \left[1 - \left(1 - \prod_{i=1}^{m_{pk}} \cdot P_{sr_1} \right) \cdot \left(1 - P_{wyj} \right) \cdot P_{1_j}^n \right] \right\} \right)$$

gdzie:

m_{og}, m_{pk} - liczba kanałów podlegających oddziaływaniu zakłóceń, powodujących naruszenie normalnego funkcjonowania PZR, odpowiednio w aparaturze zestawu i rakiety.

W powyższym wzorze zakłada się, że prawdopodobieństwo P_1, P_{sr}, P_{wyj} dla wszystkich startów rakiet jest jednakowe. Jeżeli ich wielkość zmieniająca się wówczas:

$$P_n = \left(1 - \prod_{i=1}^{m_{og}} \cdot P_{sr_1} \right) \cdot \left\{ 1 - \prod_{j=1}^n \cdot \left[1 - \left(1 - \prod_{i=1}^{m_{pk}} \cdot P_{sr_1} \right) \cdot \left(1 - P_{wyj} \right) \cdot P_{1_j} \right] \right\}$$

Stosowanie zakłóceń radioelektronicznych przez przeciwnika powietrznego powoduje zmniejszenie liczby wykonywanych strzelań do celów powietrznych, a tym samym powoduje zmniejszenie realnej strefy rażenia każdego z osobna PZR występującego w ugrupowaniu wojsk raketowych obrony powietrznej⁶.

Następna grupa narażona na zakłócenia radioelektroniczne stanowią środki łączności wojsk OP, które zapewniają niezawodne przekazywanie informacji o sytuacji powietrznej oraz umożliwiają dystrybucję tych informacji z wymaganą dyskretnością pomiędzy stanowiskami dowodzenia. Szczególnie wysokie wymagania stawia się środkiem zapewniającym łączność w kanałach meldowania (przekazywania danych o sytuacji powietrznej).

Podstawowym rodzajem łączności w wojskach OP jest łączność przewodowa, realizowana na łączach kablowych, zwłaszcza ziemnych dalekosiężnych. Natomiast łączność radiowa stanowi zapasowy system łączności sieciach (kierunkach) meldowania o sytuacji powietrznej. W systemie powiadamiania i ostrzegania wojsk stanowi ona podstawowy środek przekazywania tej informacji.

⁶Wpływ zakłóceń radioelektronicznych na elementy PZR oraz określenie prawdopodobieństwa rażenia rakietami w warunkach zakłóceń, przedstawiono na podstawie skryptu "Obrona radioelektroniczna wojsk OPL" s.11-13.

2.3. Obrona przed niszczeniem ogniowym

Obrona przed niszczeniem ogniowym przeciwnika, a głównie przed bronią samonaprowadzającą się na źródła promieniowania energii elektromagnetycznej, najogólniej ujmując ma na celu zachowanie żywotności wojsk OP w operacji obronnej na terytorium kraju. Środki rażenia przeciwnika współuczestniczące w niszczeniu potencjału bojowego będą jednocześnie obiektami szerokiego i aktywnego oddziaływania w celu fizycznego ich niszczenia lub obezwładniania zakłóceniami radioelektronicznymi.

Do niszczenia ogniowego obiektów radioelektronicznych przeciwnik może użyć lotnictwo bombowe, myśliwsko - bombowe, szturmowe, myśliwsko - szturmowe oraz w niektórych przypadkach lotnictwo myśliwskie.

Zadania ogniowego rażenia (niszczenia) obiektów radioelektronicznych siłami lotnictwa przewiduje się realizować w ramach operacji powietrznej i podczas wsparcia związków taktycznych (oddziałów) wojsk lądowych, przede wszystkim na głównych kierunkach ich działania. Zachodni specjaliści podkreślają, że w każdej sytuacji operacyjno - taktycznej muszą one być ściśle skoordynowane z zadaniami ogniowymi wojsk raketowych i artylerii oraz z działaniami zgrupowań uderzeniowych wojsk pancernych i zmechanizowanych, a także desantów. Zakłada się, że obiektami ogniowego rażenia będą głównie środki radioelektroniczne rozmieszczone w strefie operacyjno - taktycznej i operacyjnej, w szczególności stanowiska dowodzenia i węzły łączności oraz posterunki i stacje radiolokacyjne wykorzystywane do wykrywania i śledzenia celów powietrznych. Należy liczyć się z tym, że wysiłek uderzeniowy lotnictwa może być skierowany przede wszystkim na niszczenie posterunków radiolokacyjnych, stacji radiolokacyjnych wykrywania i śledzenia celów powietrznych, stacji radionawigacyjnych oraz stacji radiolokacyjnych naprowadzania rakiet i kierowania ogniem artylerii przeciwlotniczej, a następnie na stanowiska dowodzenia i węzły łączności oraz stanowiska startowe rakiet przeciwlotniczych jak również stanowiska ogniowe artylerii przeciwlotniczej.

Należy podkreślić, że pomyślne wykonanie zadań ogniowych przez przeciwnika w dużym stopniu zależeć będzie od stopnia przewagi i

panowania w powietrzu oraz od przewagi radioelektronicznej. Uderzenia ogniowe lotnictwa przeciwnika z zasady przewiduje się wykonywać w decydujących etapach działań bojowych.

Powszechnie panuje przekonanie, że ogólne potrzeby w zakresie użycia lotnictwa do ogniowego rażenia obiektów radioelektronicznych przeciwnika zależne są od: konkretnych warunków i rodzaju działań bojowych (operacji), ogólnej sytuacji operacyjno - taktycznej, liczby i charakteru obiektów podlegających zniszczeniu, zastosowanych środków rażenia oraz organizacji i skuteczności obrony powietrznej strony przeciwnej.

Należy przewidywać, że dla zniszczenia jednego celu punktowego stanowiącego obiekt radioelektroniczny np. stacja radiolokacyjna, radiostacja, stacja radioliniowa, stacja radionawigacyjna, stacja zakłócająca itp. trzeba wydzielić co najmniej 2-3 samoloty uzbrojone w kilkadziesiąt rakiet niekierowanych lub kilkanaście rakiet kierowanych, albo też w kilka rakiet samonaprowadzających się na źródła promieniowania elektromagnetycznego. Natomiast niszczenie celów takich jak stanowiska dowodzenia, węzły łączności, posterunki radiolokacyjne, posterunki dowodzenia i naprowadzania lotnictwa itp. wymaga wydzielenia kilku samolotów z uzbrojeniem raketowym lub wyposażonych w lotnicze środki burząco zapalające.

Niszczenie stacji radiolokacyjnych systemu obrony powietrznej może odbywać się za pomocą pocisków i rakiet klasy "powietrze - ziemia". Tego rodzaju zadania z reguły wykonywać będzie lotnictwo uderzeniowe. Aby porażenie ogniowe stacji radiolokacyjnej było efektywne, trzeba je ściśle zsynchronizować w czasie i miejscu z działaniami grup uderzeniowych lotnictwa, zawsze z takim wyliczeniem, aby obezwładnianie ogniem środków radiolokacyjnych systemu wykrywania celów powietrznych, dowodzenia i kierowania uzbrojeniem obrony powietrznej oraz dowodzenia i naprowadzania lotnictwa następowało przed dolotem samolotów wykonujących główne zadania bojowe do rubieży wykrywania przez środki rozpoznania radiolokacyjnego OP.

Podczas niszczenia stacji radiolokacyjnych, systemu OP lotnictwo uderzeniowe z zasady wykonywać będzie jednoczesne uderzenia kilkoma grupami z jednego lub dwóch lotnisk, odbywając loty po kilku trasach, na cele położone na różnych głębokościach w stosunku do linii styczności wojsk.

Istotne i bardzo ważne jest również ustalenie odpowiednich wysokości lotu do obiektów takich, które zapewniają przeciwnikowi szybkie wykrycie działających grup lotnictwa i utrudniają użycie aktywnych środków obrony powietrznej.

Odwołując się do doświadczeń wojennych, specjaliści wojskowi twierdzą, że w niszczeniu stacji radiolokacyjnych najkorzystniejsze rezultaty uzyskuje się podczas lotu samolotów na małych wysokościach, zwłaszcza wówczas, gdy stacje atakowane są z lotu nurkowego w dwóch - trzech nalotach. Natomiast podczas uderzeń lotnictwa na obiekty radioelektroniczne mające charakter celów powierzchniowych za najbardziej typowy uważany jest atak grupowy w składzie co najmniej klucza samolotów, z użyciem rakiet i bomb burzących z zapalnikami opóźniającego działania.

Podstawowe dane taktyczno - techniczne niektórych pocisków i rakiet klasy "powietrze - ziemia" przedstawione zostały w tabelach załączników nr 7 i 8.

Ze względu na powszechne stosowanie w działaniach bojowych pocisków raketowych do niszczenia obiektów, wojsk i sprzętu bojowego dużo uwagi poświęca się środkom i sposobom zakłócania pracy systemów kierowania (sterowania) raketami.

Ocena wykorzystywanych systemów kierowania raketami wykazuje, że obecnie niemożliwe jest obezwładnianie zakłóceniami radioelektronicznymi autonomicznych, najczęściej programowanych systemów kierowania międzykontynentalnymi raketami i balistycznymi raketami średniego zasięgu. Wynika to z tego, że w systemach tych program lotu rakiet ustala się za pomocą urządzeń znajdujących się na pokładzie rakiety, które w sposób zaprogramowany rejestrują bieżące dane charakteryzujące lot rakiet (prędkość, przebytą drogę, kąt odchylenia od kursu oraz wysokość) i przez porównanie tych danych z danymi programu lotu rakiety wypracowują sygnał błędu.

Urządzenia zamontowane na pokładzie rakiety pracują samodzielnie i nie są sterowane z naziemnych ośrodków. Dzięki temu są niewrażliwe na zakłócenia radioelektroniczne wytwarzane z zewnątrz (z ziemi, pokładu samolotu, przez fałszywy cel lub pułapki radiolokacyjne). Istnieje jedynie możliwość zakłócania zbliżeniowych zapalników radiowych rakiet. Oddziaływanie zakłóceniami na zapalniki może spowodować ich zadziałanie na ustalonej zawczasu wysokości lub na

ziemi w takim momencie, który jest niewygodny dla przeciwnika. W rezultacie stosowanych zakłóceń rakietą może nie trafić w zaplanowany cel.

Obecnie możliwe jest zakłócanie nieautonomicznych i kombinowanych (częściowo automatycznych) systemów kierowania raketami. Jest to możliwe dlatego, ponieważ w zestaw takich raket wchodzi urządzenia radioelektroniczne, które współpracują z naziemnymi środkami radioelektronicznymi rozwiniętymi na określonych punktach dowodzenia szczebla taktycznego i operacyjnego. Konieczność radioelektronicznej współpracy w relacjach "ziemia - powietrze" i "powietrze - ziemia" czyni wszystkie te urządzenia wrażliwymi na rozpoznanie i zakłócanie.

Wysiłek obezwładniania radioelektronicznego koncentrować należy przede wszystkim na tych urządzeniach radioelektronicznych systemów kierowania raket, które są najbardziej wrażliwe na zakłócenia. Doświadczenia i prowadzone badania wykazują, że najkorzystniej jest obezwładniać zakłóceniami urządzenia: śledzenia radiolokacyjnego, relacji radiowych dowodzenia i automatycznego kierowania (sterowania). Do zakłócania urządzeń radiolokacyjnego śledzenia wykorzystywać można naziemne lub samolotowe stacje zakłóceń radiolokacyjnych, wytwarzające zakłócenia szumowe ciągłe i impulsowo - odzewowe.

Zakłócenia urządzeń systemów śledzenia raket klasy "powietrze - ziemia" może odbywać się w strefie radiolokacyjnej widzialności celu i poza nią. Można założyć, że jeżeli rakietą jest radiolokacyjnie śledzona i sterowana na całej trasie lotu, to zakłócanie urządzenia śledzącego, np. samolotu nosiciela rakiet przeciwnika, możliwe jest na całej trasie jego lotu, od rubieży startu rakiet (pocisku rakietowego) do rubieży jej naprowadzenia na obiekt naziemny.

Środki śledzenia radioelektronicznego raket klasy "ziemia - ziemia" można skutecznie obezwładniać za pomocą samolotowych stacji zakłócających, odznaczających się stosunkowo dużą mocą zakłóceń, obezwładnianie zakłóceniami realizowane może być na trasach lotu raket, w całej strefie śledzenia stacji radiolokacyjnej.

Obezwładnianie relacji radiowych (radioliniowych) dowodzenia raketami klasy "powietrze - ziemia" i "ziemia - ziemia" można

realizować za pomocą stacji zakłócających wytwarzających zakłócenia impulsowe synchronizowane lub chaotyczne (niesynchronizowane). Jak wykazują badania, stacje zakłócające tych relacji najkorzystniej jest rozmieszczać w połowie drogi raket, licząc od miejsca startu do miejsca jej upadku. Stosując tę zasadę, uzyskuje się zwykle korzystny stosunek energetyczny sygnału zakłócającego do sygnału użytecznego na wejściu urządzenia odbiorczego zamontowanego na rakiecie.

W przypadku zakłócania radiowych zbliżeniowych zapalników raketowych (w celu spowodowania ich wcześniejszego zadziałania i tym samym przedwczesnego wybuchu raket i bomb) stacje zakłócające zapalników radiowych rozmieszczać należy w rejonie osłanianych obiektów.

Oprócz wymienionych aktywnych form obrony przed niszczeniem ogniowym, głównie przed bronią samonaprowadzającą się na źródło promieniowania energii elektromagnetycznej, należy wspomnieć o pasywnych formach obrony przed bronią samonaprowadzającą się, określaną często mianem broni precyzyjnej.

Do pasywnych form obrony przed bronią samonaprowadzającą się na źródło promieniowania elektromagnetycznego należy zaliczyć przedsięwzięcia o charakterze technicznym oraz organizacyjnym.

Obrona przed uderzeniami bronią samonaprowadzającą się na źródło promieniowania polega w głównej mierze na przestrzeganiu następujących warunków:

- jednoczesnej pracy kilku stacji radiolokacyjnych opromieniowujących samolot nosiciel pocisków (raket) samonaprowadzających się;
- ograniczeniu czasu pracy stacji radiolokacyjnych i innych środków promieniujących energię elektromagnetyczną podczas promieniowania do jednego celu - nosiciela rakiety (pocisku) samonaprowadzającej się;
- natychmiastowemu wyłączeniu się nadajników środków radioelektronicznych po zakończeniu strzelania do celów powietrznych;
- stosowaniu telewizyjno - optycznych metod wykrywania i śledzenia celów powietrznych i naziemnych;
- systematycznym szkoleniu obsługi środków radioelektronicznych w celu wyrobienia odporności psychicznej do działania w warunkach zagrożenia bronią samonaprowadzającą się na źródła promieniowania.

Niestosowanie tych i innych przedsięwzięć, o których być może nie ma mowy w niniejszym opracowaniu, może doprowadzić między innymi do zmniejszenia: możliwości bojowych PZR i RLS; prawdopodobieństwa rażenia celów powietrznych i naziemnych; możliwości zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych wojsk w systemie OP oraz przekazywania informacji.

2.4. Obrona przed zakłóceniami wzajemnymi - kompatybilność elektromagnetyczna

W literaturze specjalistycznej dotyczącej problemów obrony radioelektronicznej można napotkać na pojęcie "koordynacja elektromagnetyczna" oraz "kompatybilność elektromagnetyczna".

Koordynacja elektromagnetyczna jest pojęciem szerszym w odniesieniu do "kompatybilności elektromagnetycznej", ponieważ uwzględnia cały szereg zagadnień o charakterze organizacyjnym oraz technicznym. Natomiast kompatybilność elektromagnetyczna jest pojęciem węższym, dotyczącym raczej strony technicznej. "Kompatybilność" oznacza zgodność, natomiast "koordynacja" to uporządkowane współdziałanie lub inaczej uzgodnienie wzajemnego działania.

A zatem "koordynację elektromagnetyczną" można zdefiniować jako zdolność zapewniającą prawidłowe funkcjonowanie środków radioelektronicznych (z założoną jakością) w otaczającym środowisku elektromagnetycznym, bez wywierania szkodliwego wpływu na to środowisko. Zdolność tą można uzyskać przez wcześniejsze uzgodnienie wzajemnego działania środków radioelektronicznych.

Zapewnienie koordynacji elektromagnetycznej w pracy własnych systemów i środków radioelektronicznych ma na celu uniknięcia występowania szkodliwego oraz niepożądanego zjawiska wzajemnych zakłóceń wewnętrznych i zewnętrznych. W przypadku stwierdzenia występowania tego typu zjawiska należy dążyć do jego wyeliminowania.

Do głównych przyczyn powstania wzajemnych zakłóceń w pracy środków radioelektronicznych występujących nie tylko w siłach zbrojnych, ale również na odcinku cywilnym można zaliczyć:

a) Masowe użycie urządzeń radioelektronicznych

Stopień nasycenia sił zbrojnych i różnych instytucji cywilnych w urządzenia radioelektroniczne jest ogromny. W siłach zbrojnych znajduje się tysiące tych urządzeń, które pracują w okresie pokoju, a z chwilą rozpoczęcia działań bojowych (wojennych) liczba ich znacznie się zwiększy. Do urządzeń tych zalicza się: stacje radiolokacyjne, radiostacje, radiolinie, stacje zakłóceń, radionamierniki, odbiorniki oraz nadajniki rozmieszczone na poszczególnych stanowiskach dowodzenia, jak również wszelkiego rodzaju urządzenia radioodbiornicze itp.

Zwiększenie ilości urządzeń radioelektronicznych w wojsku i w resorcie cywilnym oraz gęstość ich rozmieszczenia, zwiększyło prawdopodobieństwo ich jednoznacznej pracy i stanowi jedną z poważniejszych przyczyn występowania wzajemnych zakłóceń.

b) Ograniczona pojemność i nierównomierne wykorzystanie widma częstotliwości. W chwili obecnej z widma częstotliwości praktycznie wykorzystywane jest pasmo od 10 Hz do 40 GHz. Charakterystyczne jest to, że powyższe pasmo wykorzystuje się w całości i bardzo nierównomiernie. Potrzeby z zakresu częstotliwości przewyższają tempo zagospodarowania nowych pasm, co prowadzi do konieczności kilkakrotnego używania tych samych częstotliwości przez różne urządzenia radioelektroniczne. Stanowi to również przesłankę występowania wzajemnych zakłóceń.

c) Wzrost potencjału energetycznego urządzeń nadawczych i wzrost czułości urządzeń odbiorczych.

Współczesne układy nadawcze urządzeń radioelektronicznych mogą emitować dziesiątki i setki kW w rodzaju pracy ciągłej, a setki MW w rodzaju pracy impulsowej, przy współczynniku zysku kierunkowego anten mogącym wynosić dziesiątki tysięcy. Czułość urządzeń odbiorczych jest rzędu 10^{-14} do 10^{-16} W.

Zwiększenie potencjału energetycznego układów nadawczych i czułość urządzeń odbiorczych doprowadziło z jednej strony do zwiększenia zasięgu i niezawodności, a z drugiej strony do zwiększenia obszaru, w którym urządzenia radioelektroniczne mogą się wzajemnie zakłócić.

d) Wpływ charakterystyk technicznych urządzeń radioelektronicznych na ich kompatybilność.

Wzajemne zakłócenia między urządzeniami radioelektronicznymi mogą

występować nie tylko przy ich pracy na pokrywających się częstotliwościach, lecz również w wyniku oddziaływania promieniowania niepożądanego (pozapasmowego, bocznego) na podstawowy kanał odbiorczy, promieniowania kanału podstawowego na kanały boczne oraz promieniowania niepożądanego na kanały boczne. Promieniowanie pozapasmowe (na harmonicznych) urządzeń nadawczych jest zbędne i szkodliwe, ponieważ zakłóca urządzenia odbiorcze. Poziom emisji niepożądanych zależy od rodzaju i parametrów urządzeń radioelektronicznych, typu generatorów i rodzaju modulacji oraz obecności filtrów na wyjściu układów nadawczych. Moc emisji na częstotliwościach harmonicznych, w niektórych urządzeniach nadawczych jest tylko o 20-30 dB mniejsza od podstawowej. Boczne kanały urządzeń odbiorczych nie są wykorzystywane do przekazywania informacji użytecznej, jedynie pogarszają selektywność, ponieważ ich czułość jest kilkadziesiąt dB mniejsza od czułości kanału podstawowego. Wysokie poziomy sygnału bocznych i tylnych listków urządzeń antenowych, pogarszające możliwość selekcji przestrzennej są przyczyną występowania wzajemnych zakłóceń, ponieważ istnieje możliwość emitowania jak i odbioru zakłóceń z dowolnego kierunku.

Ponadto innymi przyczynami występowania wzajemnych zakłóceń mogą być:

- niestabilność częstotliwości i słaba odporność na zakłócenia niektórych typów urządzeń radioelektronicznych;
- emitowanie i odbieranie sygnałów z pominięciem układu antenowego na skutek niedostatecznego ekranowania aparatury i możliwość przenikania zakłóceń poprzez obwody zasilające oraz obwody komputujące.

Koordinację elektromagnetyczną można zapewnić przez realizację przedsięwzięć natury organizacyjnej i technicznej. Do głównych przedsięwzięć organizacyjnych należy zaliczyć:

- systematyczną analizę, ocenę i prognozę sytuacji radioelektronicznej;
- racjonalny rozdział częstotliwości roboczych dla poszczególnych środków radioelektronicznych;
- zachowanie odstępu częstotliwościowo - terytorialnego;
- korelację czasu pracy poszczególnych środków radioelektronicznych;

- właściwy wybór miejsca pracy środków radioelektronicznych z uwzględnieniem ekranujących właściwości terenu;

- wykrywanie źródła wzajemnych zakłóceń i likwidacja ich skutków.

Systematyczna analiza, ocena i prognoza sytuacji radioelektronicznej ma na celu określenie zakresu pracy dla wykonawców zmierzających do zapewnienia koordynacji (kompatybilności) elektromagnetycznej środków radioelektronicznych. Prowadzi się ją począwszy od pary pojedynczych typów środków radioelektronicznych, wchodzących w skład ugrupowania bojowego, a skończywszy na wszystkich środkach radioelektronicznych danego ugrupowania bojowego wojsk w systemie OP.

Za parę środków niekompatybilnych rozumie się dwa urządzenia radioelektroniczne, których wzajemne zakłócanie (oddziaływanie jednego na drugie) powoduje obniżenie możliwości pracy środków, poniżej wartości określonych w instrukcji eksploatacji lub dopuszczalnego poziomu. Stąd za wskaźnik prawidłowego działania środków radioelektronicznych przy ocenie koordynacji elektromagnetycznej przyjmuje się analogiczne jak przy ocenie odporności tych środków na celowe zakłócenia radioelektroniczne stosowane przez przeciwnika.

W oparciu o wskaźniki informacyjne określa się wskaźniki efektywności środków w warunkach wzajemnych zakłóceń, a zwłaszcza możliwości wykonania przez nie określonych zadań. Wskaźnikami pomocniczymi mogą być: liczba poszczególnych typów i ogólna liczba środków radioelektronicznych będących źródłami wzajemnych zakłóceń lub znajdujących się pod ich wpływem.

Wykorzystując wskaźniki efektywności pracy środków (systemów) radioelektronicznych w warunkach oddziaływania wzajemnych zakłóceń oraz ogólną ilość środków radioelektronicznych w określonym ugrupowaniu bojowym wojsk, można obliczyć ich prawdopodobieństwo obniżenia możliwości bojowych z zależności:

$$E = \left(1 - \frac{E_u}{E_o} \right) \cdot 100\%$$

gdzie:

E_u , E_o - efektywność wykonania zadań bojowych odpowiednio w warunkach wzajemnych zakłóceń i przy zapewnieniu kompatybilności elektromagnetycznej.

Racjonalny rozdział częstotliwości roboczych dla poszczególnych środków radioelektronicznych, którego głównym celem jest zabezpieczenie potrzeb w zakresie wykorzystania częstotliwości, umożliwia pracę tych środków bez wzajemnych zakłóceń. Polega na przydzieleniu poszczególnym użytkownikom (oddziałom, pododdziałom) limitu częstotliwości, oraz na wyznaczeniu częstotliwości dla konkretnych środków radioelektronicznych lub określeniu, które z nich są już zajęte ze względu na właściwości konstrukcyjne sprzętu. Rozdział częstotliwości roboczych jest zasadniczym sposobem zapewnienia koordynacji elektromagnetycznej.

Rozdział częstotliwości roboczej uwarunkowany jest rangą ważności środka radioelektronicznego oraz rejonu (miejsca) jego dyslokacji.

Zachowanie odstępu terytorialnego, to przyjęcie odpowiedniej odległości między środkami radioelektronicznymi, eliminującej wzajemne zakłócenia, w przypadku kiedy rozdział częstotliwości roboczych nie daje zadowalających rezultatów.

Bardzo istotnym zadaniem w tym zakresie będzie również wyznaczenie sektorów pracy środków radioelektronicznych.

Rozmieszczenie blisko siebie radiostacji KF i UKF powoduje powstawanie zakłóceń, które mają charakter jednostronny i pochodzą od stacji KF. W takim przypadku częstotliwość radiostacji UKF powinna być taka, aby jej wartość nominalna ± 100 KHz nie była równa żadnej z częstotliwości harmonicznymi radiostacji KF.

W łączności radioliniowej ważne jest zachowanie odpowiedniej odległości między radiostacjami KF a stacjami radioliniowymi i nie powinna być mniejsza niż 2 km.

Oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego stacji radiolokacyjnych są bardzo duże i natężenie jest rzędu $10^3 - 10^4$ W/MHz i w odległości do 500 m mogą wytwarzać ciągłe widmo zakłóceń w zakresie 0,16 - 20 MHz. W związku z tym odległości między stacjami radiolokacyjnymi a radiostacjami nie powinny być mniejsze niż 1 - 4 km, w zależności od ukształtowania terenu.

Korelacja czasu pracy poszczególnych środków radioelektronicznych jest jednym z warunków zapobiegania występowaniu wzajemnych zakłóceń. Stąd też, gdy nie jest możliwa likwidacja wzajemnych zakłóceń poprzez odstęp częstotliwościowo - terytorialny, koordynację elektromagnetyczną należy zapewnić za

pomocą rozłożenia w czasie pracy środków radioelektronicznych lub zakazie ich wykorzystania w określonym przedziale czasu.

Zakaz pracy powinien obejmować te środki, które w danym okresie czasu nie są związane bezpośrednio z prowadzeniem działań bojowych lub ich wyłączenie nie wpłynie ujemnie na możliwości bojowej wojsk.

Właściwy wybór miejsca pracy środków radioelektronicznych powinien uwzględniać wykorzystanie właściwości terenu (wzgórza, masywy leśne, zabudowania itp.), w celu zmniejszenia intensywności występowania wzajemnych zakłóceń z najbardziej zagrożonych kierunków.

Przykład zmniejszania się gęstości mocy energii elektromagnetycznej w stosunku do przeszkód terenowych przedstawia powyższa tabela⁷.

Rodzaj przeszkody	Zakres częstotliwości	Osiabienie	Uwagi
Las liściasty latem	dcm m	0,12-0,2 dB/m 0,03-0,06 dB/m	
Las liściasty zimą	dcm m	0,08-0,1 dB/m 0,2-0,25 dB/m	
Mury z cegły o grubości 20 cm	cm	20-40 dB	Zależy również od wilgotności
Pojedyncze zabudowania drewniane	cm	5-12 dB	

Przy organizowaniu miejsc (stanowisk) rozwinięcia środków radioelektronicznych, głównie stacji radiolokacyjnych można używać metalowe siatki ekranizujące, ustawiając je w pobliżu urządzeń antenowych od strony przewidywanego oddziaływania wzajemnych zakłóceń. Pozwoli to na obniżenie poziomu wzajemnych zakłóceń o około 10 - 20 dB.

Z badań wynika, że przedsięwzięcia o charakterze technicznym przeciwdziałające naruszeniom kompatybilności elektromagnetycznej powinny obejmować przede wszystkim: wykorzystywanie urządzeń

⁷K.Korzecki, E.Piatkowski, "Obrona radioelektroniczna wojsk OPL", s.32, wyd. ASG WP 1986 r.

(środków) radioelektronicznych umożliwiającą identyfikację i lokalizację źródeł promieniowania energii elektromagnetycznej; wykorzystywanie anten kierunkowych i ekranowanie anten dookólnych; zawężanie pasm przepuszczania urządzeń odbiorczych; manewr noca urządzeń nadawczych; odpowiednią rozbudowę i urządzenie miejsc rozwinięcia środków radioelektronicznych (wykorzystanie ekranów naturalnych i sztucznych).

Przedsięwzięcia organizacyjne należy planować i realizować w sposób scentralizowany na poszczególnych szczeblach dowodzenia wojsk w systemie OP, natomiast przedsięwzięcia techniczne powinny być realizowane w sposób zdecentralizowany przez obsługi i załogi wszystkich środków radioelektronicznych.

3. ORGANIZACJA OBRONY RADIOELEKTRONICZNEJ WOJSK W SYSTEMIE OP

Organizacja obrony radioelektronicznej obejmuje całokształt przedsięwzięć związanych z ustaleniem zadań, sposobów przygotowania, planowania i realizacji tych przedsięwzięć podczas działań bojowych przez dowództwa i sztaby występujące na wszystkich szczeblach systemu dowodzenia wojsk w systemie OP.

Organizacja obrony radioelektronicznej wchodzi w zakres planowania walki radioelektronicznej oraz częściowo maskowania, ale nie dotyczy wszystkich szczebli dowodzenia wojskami w systemie OP. Natomiast tak zwana powszechna obrona radioelektroniczna wchodzi w zakres planowania działań bojowych wszystkich rodzajów wojsk w systemie OP i jest podporządkowana celom i zadaniami obrony powietrznej prowadzonej we wszystkich rodzajach działań. Ponieważ jest ona częścią składową planowania OP, za podstawę planowania powszechnej obrony radioelektronicznej powinno przyjmować się:

- zadania ZO, ZT, oddziałów oraz decyzje i wytyczne dowódców tych związków (oddziałów) w zakresie obrony powietrznej;
- zarządzenia dowódców wojsk w systemie OP w zakresie obrony radioelektronicznej;
- stan, ugrupowanie, możliwości i prognozowane zagrożenie radioelektroniczne przeciwnika powietrznego i naziemnego;
- stan i możliwości techniczne środków radioelektronicznych wojsk w systemie OP;
- właściwości terenu, pory roku i doby, warunki meteorologiczne i propagacji fal elektromagnetycznych.

Główną zasadą organizacji obrony radioelektronicznej wojsk w systemie OP powinna być kompleksowość. Zatem praca dowódców i sztabów, w tym zakresie powinna obejmować:

- a) ocenę sił walki radioelektronicznej (wojny radioelektronicznej) przeciwnika i sposobów ich użycia w różnych rodzajach działań bojowych oraz etapach walki;
- b) ocenę stopnia zagrożenia ze strony przeciwnika, szczególnie powietrznego w zakresie rozpoznania i obezwładniania radioelektronicznego systemów dowodzenia, rozpoznania i sterowania uzbrojeniem;
- c) opracowanie przedsięwzięć obrony radioelektronicznej zmniejszających skutki obezwładniania radioelektronicznego prowadzonego przez przeciwnika;

d) opracowanie przedsięwzięć zapewniających kompatybilność elektromagnetyczną środków radioelektronicznych wojsk w systemie OP oraz zamierzeń współdziałania w tym zakresie z oddziałami (pododdziałami) walki radioelektronicznej i innymi rodzajami wojsk;

e) opracowanie dokumentów dotyczących obrony radioelektronicznej oraz doprowadzenie zadań do wykonawców;

f) kontrolę wykonania przedsięwzięć obrony radioelektronicznej wojsk w systemie OP.

Zakres i problematyka zagadnień dotyczących obrony radioelektronicznej jest różna w zależności od szczebla dowodzenia wojsk w systemie OP.

Planowaniem obrony radioelektronicznej zajmują się specjaliści WRe oraz wyznaczeni oficerowie oddziałów (wydziałów) operacyjnych poszczególnych rodzajów wojsk systemu OP, jak również przedstawiciele wojsk łączności.

W procesie planowania obrony radioelektronicznej dokonuje się oceny sił wojny (walki) radioelektronicznej oraz stopnia zagrożenia radioelektronicznego przeciwnika powietrznego w zakresie rozpoznania i zakłócania.

W wyniku tej oceny dowódcy i sztaby wojsk systemu OP powinni wiedzieć:

- jakie siły WRe przeciwnika mogą być użyte w działaniach bojowych;

- potencjalne możliwości użytych sił WRe, w tym szczególnie powietrznych w zakresie rozpoznania i obezwładniania radioelektronicznego oraz zastosowanie nadajników zakłóceń jednorazowego użycia i rakiet (pocisków) samonaprowadzających się na źródło promieniowania elektromagnetycznego;

- prawdopodobne kierunki, sektory, rejony oraz terminy wzmożonej intensywności rozpoznania i obezwładniania radioelektronicznego prowadzonego przez przeciwnika.

Rezultaty tej oceny powinno uwzględniać się w częściach graficznych planów działań bojowych (decyzjach) oraz w częściach opisowych w legendach, a także w zarządzeniach do obrony powietrznej wojsk.

Na podstawie wnikliwie i wszechstronnie przeprowadzonej oceny sił WRe przeciwnika powietrznego oraz stopnia zagrożenia radio-

elektronicznego wojsk systemu OP, specjaliści WRe i wyznaczeni oficerowie oddziałów (wydziałów) operacyjnych opracowują zakres przedsięwzięć organizacyjno - taktycznych i technicznych zmierzających do zmniejszenia skuteczności rozpoznania i obezwładniania radioelektronicznego przeciwnika.

Zakres tych przedsięwzięć zależeć będzie zawsze od sytuacji operacyjno-technicznej, radioelektronicznej i powinien obejmować:

- obronę przed rozpoznaniem radioelektronicznym;
- obronę przed zakłóceniami radioelektronicznymi;
- obronę przed pociskami samonaprowadzającymi się na źródła promieniowania elektromagnetycznego;
- obronę przed zakłóceniami wzajemnymi, w ramach zapewniania kompatybilności elektromagnetycznej wojsk w systemie OP.

Szczegółowy opis przedsięwzięć organizacyjno - taktycznych i technicznych przedstawiono w rozdziale drugim.

Bardzo ważnym zagadnieniem rozpatrywanym w okresie organizacji działań bojowych wojsk w systemie OP jest opracowanie przedsięwzięć zapewniających kompatybilność elektromagnetyczną środków radioelektronicznych oraz zamierzeń współdziałania w tym zakresie z oddziałami (pododdziałami) WRe i innymi rodzajami wojsk.

Zapewnienie kompatybilności elektromagnetycznej jest jednym z głównych problemów obrony radioelektronicznej środków OP. Powinien być rozpatrzony wnikliwie już w okresie pokoju i oparty o badania empiryczne. Opracowanie przedsięwzięć w tym zakresie uzgadnia się między zainteresowanymi sztabami rodzajów wojsk w ramach współdziałania.

Podczas działań bojowych, w wyniku zmieniającej się sytuacji, mogą nastąpić naruszenia kompatybilności elektromagnetycznej nie przewidziane podczas planowania obrony radioelektronicznej. Sytuacja taka wymagać będzie podjęcia natychmiastowej decyzji w celu wyeliminowania wzajemnych zakłóceń ważnych środków radioelektronicznych. Decyzje te powinny dotyczyć przekazywania ustalonych podczas organizacji działań bojowych sygnałów i komend w celu przejścia na zapasowe (wydzielone) częstotliwości pracy lub zakresu promieniowania energii elektromagnetycznej przez określone środki radioelektroniczne wojsk w systemie OP.

W planach działań bojowych (decyzjach) dowódców w części graficznej na mapie powinno nanosić się:

- strefy, rubieże dyżurowania samolotów WRe przeciwnika;
- kierunki uderzeń SNP przeciwnika z uwzględnieniem ilościowym (w %) środków obezwładniania radioelektronicznego wojsk w systemie OP;

- rubieże odpalania pocisków samonaprowadzających się na źródła promieniowania energii elektromagnetycznej lub rubieże wykonania zadania;

- granice stref rozpoznania i zakłócania radioelektronicznego przeciwnika powietrznego;

- prawdopodobne rejony zrzutu nadajników zakłóceń jednorazowego użycia (NZJU) oraz rejony zabronione do rozwijania środków WRe wojsk własnych.

W legendzie do planu działań bojowych (decyzji) powinno ujmować się:

- wnioski z oceny sytuacji radioelektronicznej oraz zagrożenia radioelektronicznego przeciwnika powietrznego;

- cel i zadania obrony radioelektronicznej.

W zarządzeniach do obrony powietrznej wojsk, w punkcie pierwszym należy przedstawić zagrożenie radioelektroniczne przeciwnika powietrznego, natomiast w punkcie czwartym zadania (przedsięwzięcia) z zakresu obrony radioelektronicznej.

Kolejnym dość istotnym przedsięwzięciem w czasie organizacji działań bojowych wojsk w systemie OP jest kontrola zaplanowanych zadań z zakresu obrony radioelektronicznej.

Kontrola ta powinna uwzględniać między innymi:

- stopień i terminy realizacji zadań obrony radioelektronicznej wojsk w systemie OP do momentu rozpoczęcia działań;

- sprawdzenie obowiązków poszczególnych osób funkcyjnych podległych stanowisk dowodzenia wojskami systemu OP dotyczących pracy w warunkach obezwładniania radioelektronicznego prowadzonego przez przeciwnika;

- sprawdzenie dokumentacji bojowej określającej porządek pracy osób funkcyjnych SD w warunkach zakłóceń radioelektronicznych;

- sprawdzenie sprawności technicznej układów przeciwalkłócenio- wych w tych środkach, w których one występują;

- funkcjonowanie łączności zapasowej SD oraz pozornych elementów ugrupowania bojowego wojsk w systemie OP.

Charakter zagrożenia radioelektronicznego przeciwnika powietrznego oraz wynikające stąd cele i zadania obrony radioelektronicznej wskazują, że jej skuteczność uwarunkowana jest ciągłością, powszechnością i kompleksowością działań wojsk w systemie OP.

Ciągłość obrony radioelektronicznej polega na nieprzerwanym, ściśle skoordynowanym wykonywaniu określonych przedsięwzięć w okresie organizowania, jak również prowadzenia działań bojowych wojsk w systemie OP. Służy temu utrzymywanie ciągłego współdziałania tych organów dowodzenia realizujących te przedsięwzięcia.

Powszechność obrony radioelektronicznej należy rozumieć jako jeden z rodzajów zabezpieczenia bojowego, za które to zabezpieczenie powinien odpowiadać każdy dowódca wojsk systemu OP.

Powszechność tej obrony sprowadza się również do każdego użytkownika środka radioelektronicznego, który zobowiązany jest do wykonywania określonych przedsięwzięć natury technicznej w przypadku wystąpienia zakłóceń radioelektronicznych.

Kompleksowość obrony radioelektronicznej zapewniona być powinna koordynacją wszystkich przedsięwzięć natury technicznej oraz organizacyjno - taktycznej zmierzających do jednego celu, którym jest uniemożliwienie lub utrudnienie przeciwnikowi powietrznemu rozpoznania i obezwładnienia radioelektronicznego systemów dowodzenia oraz środków sterowania uzbrojeniem wojsk w systemie OP.

Aby spełnić wszystkie te wymagania i warunki, organizatorzy obrony radioelektronicznej muszą efektywnie wykorzystywać znajdujące się w ich dyspozycji siły i środki, mające na uwadze konieczność równoległego realizowania jeszcze wielu innych zadań związanych z przygotowaniem działań bojowych wojsk w systemie OP.

ZAKOŃCZENIE

Obrona radioelektroniczna jest integralną częścią walki radioelektronicznej, a jednocześnie traktowana jest jako rodzaj zabezpieczenia operacyjnego i bojowego. Powinna mieć charakter powszechny, to znaczy być realizowana w odpowiednim zakresie przez wszystkich użytkowników środków radioelektronicznych. Dotyczy to zarówno wojsk w systemie OP, jak i instytucji cywilnych dysponujących środkami radioelektronicznymi.

Obrona radioelektroniczna powinna być realizowana w okresie pokoju, jak i w czasie wojny, niezależnie od rodzaju prowadzonych działań (operacji) na obszarze kraju.

Uwzględniając wyniki prowadzonych badań oraz doświadczenia z wojen i konfliktów lokalnych, jak również doświadczenia z ćwiczeń i treningów wojsk w systemie OP można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Obrona radioelektroniczna powinna być prowadzona kompleksowo i obejmować obronę przed rozpoznaniem przeciwnika, przed zakłóceniami stosowanymi przez niego, obronę przed porażeniem (niszczeniem) ogniowym przeciwnika oraz przed zakłóceniami wzajemnymi środków własnych.

2. Celowym wydaje się usankcjonowanie statusu powszechnej obrony radioelektronicznej jako rodzaju zabezpieczenia operacyjnego i bojowego ustalaniem odpowiednich dokumentów dyrektywy.

3. W dalszym ciągu należy doskonalić przedsięwzięcia organizacyjne i techniczne, mające na celu podwyższenie efektywności w zakresie obrony radioelektronicznej wojsk w systemie OP.

4. Dążyć do optymalizowania procesu planowania obrony radioelektronicznej przez szerokie zastosowanie symulacji komputerowej, co przyczyniłoby się do podwyższania jej skuteczności.

5. Prowadzenie systematycznej i wnikliwej oceny i kontroli sytuacji radioelektronicznej, uwzględniającej zagrożenie ze strony przeciwnika jest warunkiem koniecznym w obronie radioelektronicznej.

BIBLIOGRAFIA

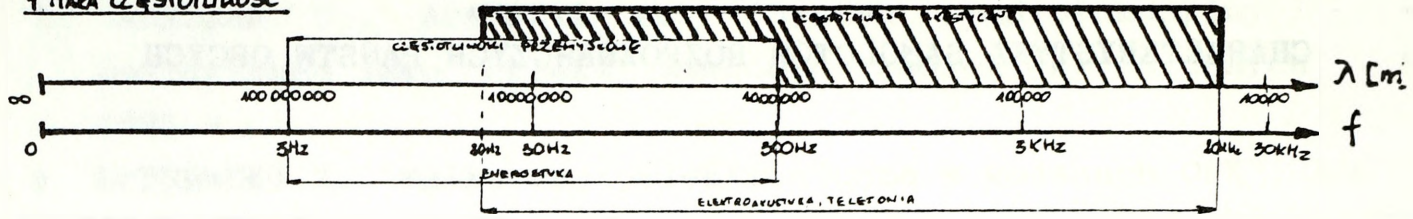
1. ANTCZAK S., ADAMCZYK A. "System radiolokacyjny obrony powietrznej jako obiekt zakłóceń radioelektronicznych". AON 1992 r.
2. DUBRAWSKI Z. "Walka radioelektroniczna w wojskach OPK", ASG WP 1988 r.
3. DUBRAWSKI Z. "Walka radioelektroniczna w obronie powietrznej RP", AON 1992 r.
4. GROSZEK Z. "Metodyka oceny przeciwnika powietrznego na szczeblu operacyjno - taktycznym i taktycznym wojsk OPK", ASG WP 1988 r.
5. "Instrukcja o maskowaniu wojsk", cz. II Zasady maskowania operacyjnego, MON 1977 r.
6. KORZECKI K., PIATKOWSKI E. "Obrona radioelektroniczna wojsk OPL", ASG WP 1986 r.
7. KRUSZYŃSKI M., DUBRAWSKI Z. "Obrona radioelektroniczna", praca naukowo - badawcza pk "OBRONA-6", AON 1992 r.
8. PIEKARSKI H. "Walka radioelektroniczna", MON 1980 r.
9. "Siły i środki oraz zasady prowadzenia walki radioelektronicznej przez siły zbrojne państw NATO", DWOPK 1983 r.
10. "Vademecum z armii obcych" cz. II Walka radioelektroniczna, DWOPK 1982 r.
11. "Zasady organizacji i prowadzenia walki radioelektronicznej przez siły zbrojne PRL", MON 1985 r.

CHARAKTERYSTYKA SAMOLOTÓW ROZPOZNAWCZYCH PAŃSTW OBCYCH

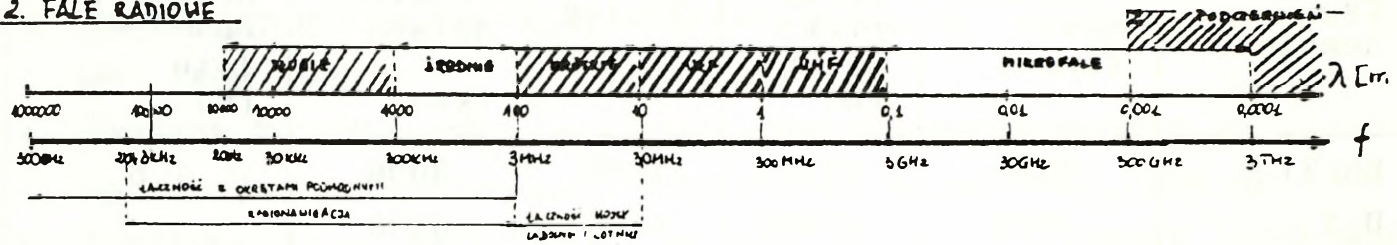
Typ samolotu	Prędkość max. (km/h)	Pułap praktyczny (m)	Zasięg max. (km)	Promień działania (km)	Długość lotu (h)
SR-71	3200	24000	7000	3000	1,5
U-2	900	27000	6500	3000	
RC-135	1000	15000	10000	4500	10-12
P-3C	750	5000	10000	4000	10
ORION					
NIMROD	800	10000	9000	3700	12
E-3A	1000	12000	12000	5000	
ATLANTIC	620	10000	9500	3500	12
TR-1	620	15000	4600	2000	
RF-4	2500	21000	4800	1600	
MiG-25B	2820	24400	1600	800	
Su-24MB	1800	10000	4360	2500	
Ił-20	675	10000	6500	3000	
An-12	770	10000	3700	1800	
A-50	850	11000	6700		8

PODZIAŁ WIDMA ELEKTROMAGNETYCZNEGO I SPOSÓB JEGO WYKORZYSTANIA

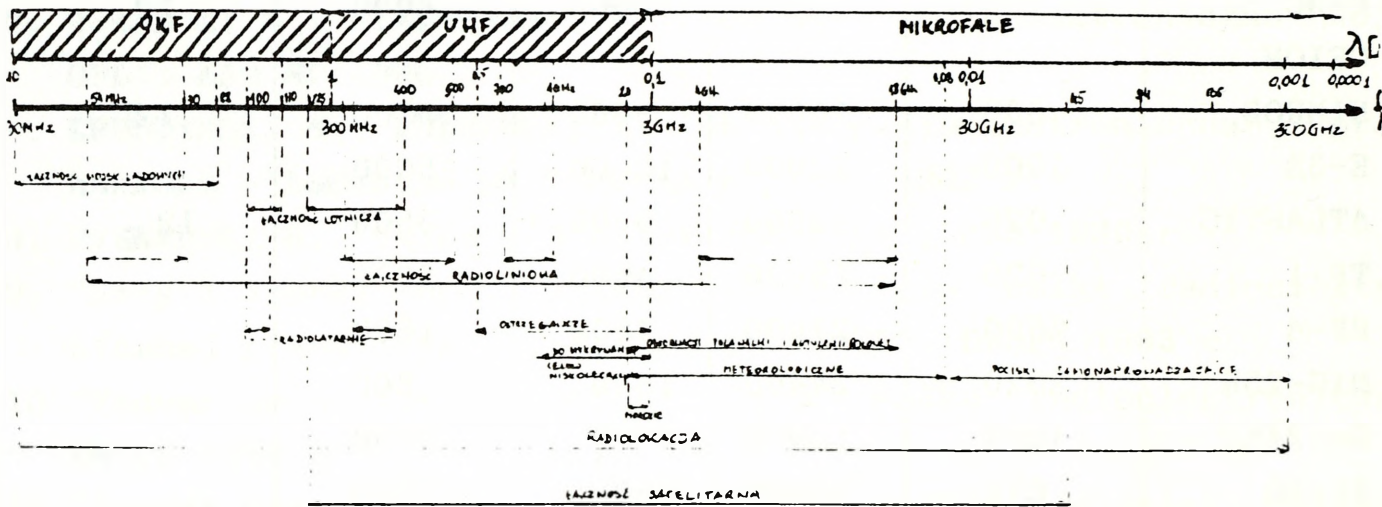
1. MAŁA CZĘSTOTLIWOŚĆ



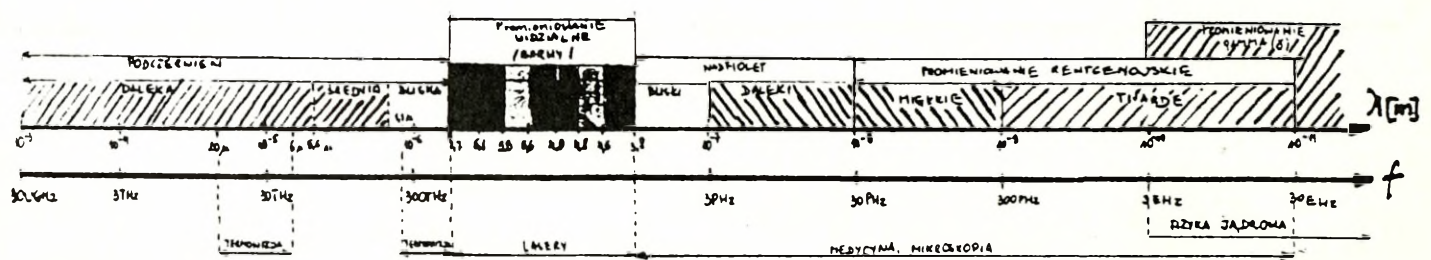
2. FALE RADIOWE



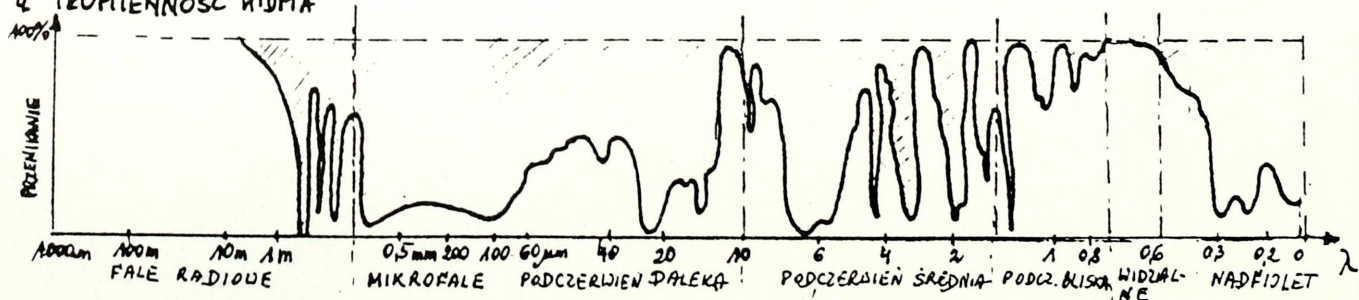
2a. POSZERZONE PASMA UKF, UHF I MIKROFALE



3. PROMIENIOWANIE: PODCZERWONE, WIDZIALNE, NADFIOLETOWE, RENTGENOWSKIE I GAMMA



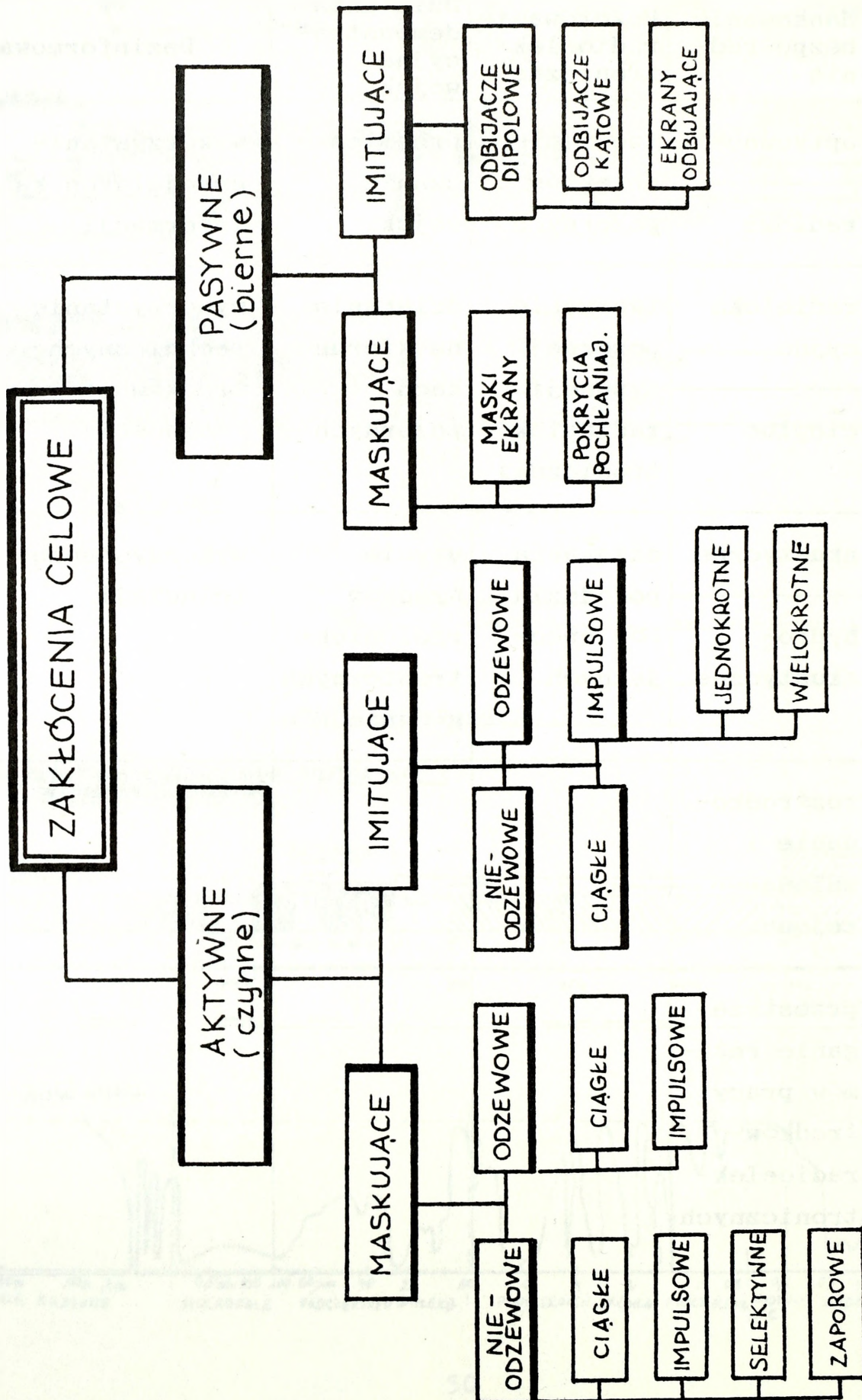
4. PRZEKROJENIE WIDMA



FORMY I SPOSOBY MASKOWANIA RADIOELEKTRONICZNEGO

Formy	Maskowanie bezpośrednie	Pozorowanie radioelektroniczne	Działania demonstracyjne wojsk	Dezinformowanie
Sposoby	optyczne	tworzenie obiektów pozornych	przemieszczenie wojsk	wykorzystanie specjalnych kanałów informacji
	radiowe			
	radiolokacyjne	tworzenie pozornej sytuacji radioelektronicznej	działania na kierunkach pozornych	wykorzystanie technicznych środków łączności
	cieplne			
	akustyczne	działania pododdziałów specjalnych	użycie środków radioelektronicznych głównie WRe	wykorzystanie telewizji
	hydroakustyczne			
rozśrodkowanie i zmiana rejonu				
przestrzeganie reżimów pracy środków radioelektronicznych				

KLASYFIKACJA ZAKŁÓCEŃ RADIOELEKTRONICZNYCH

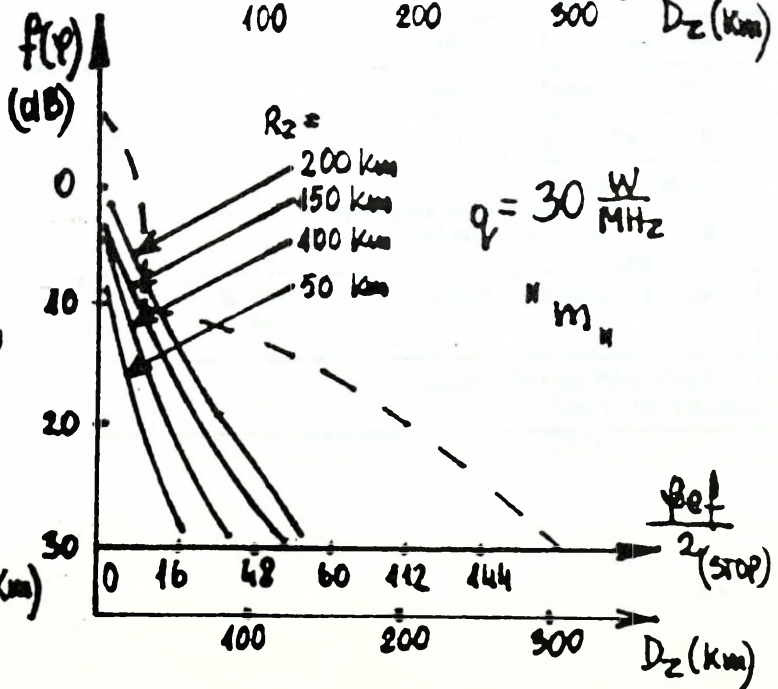
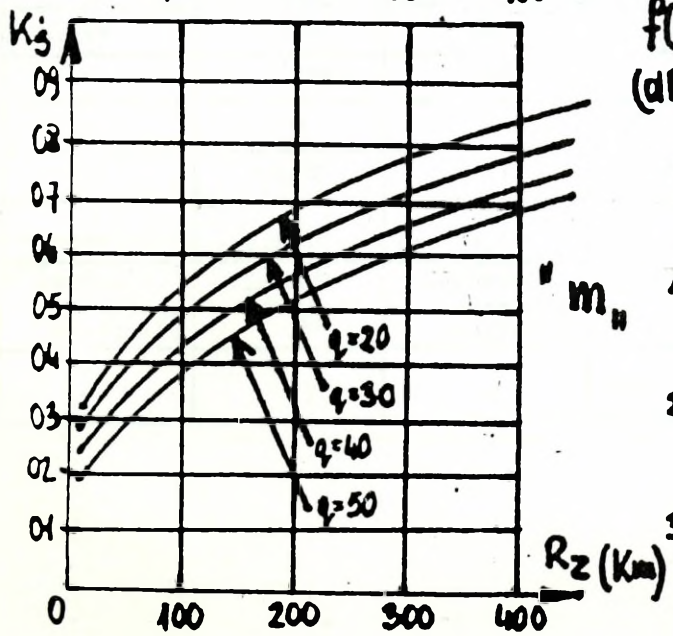
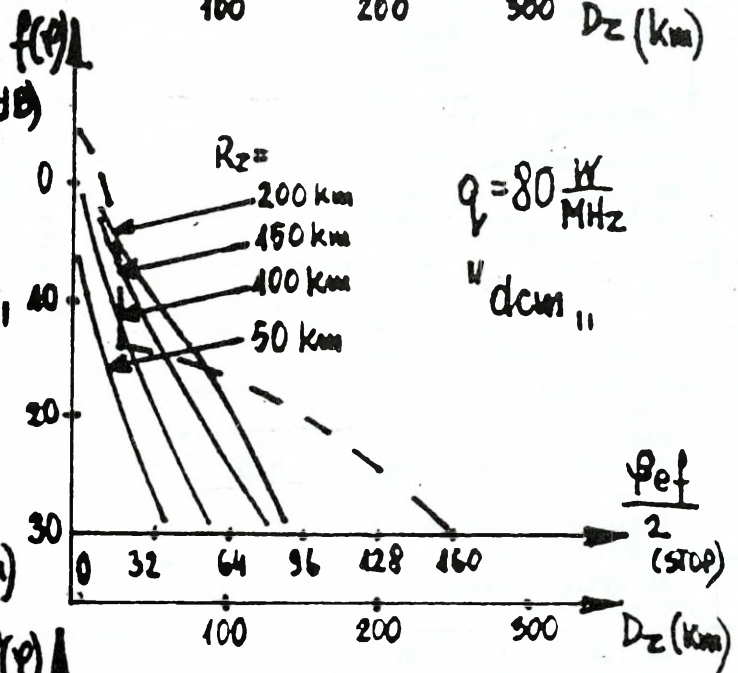
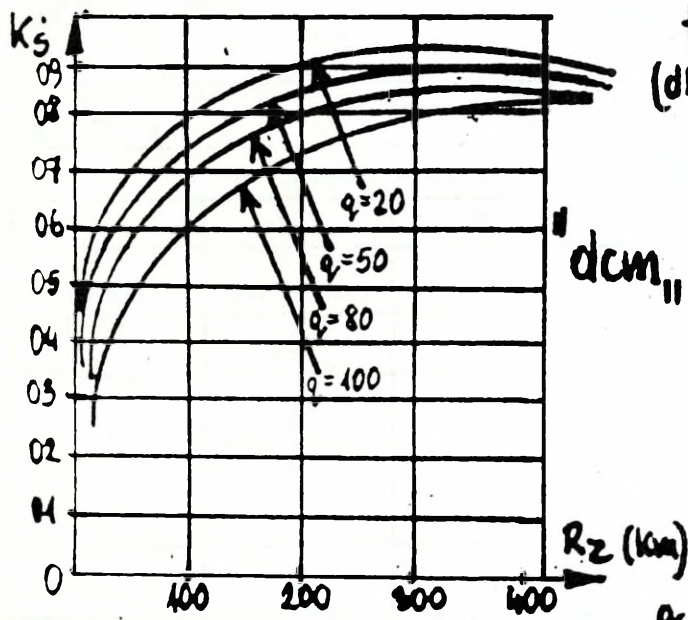
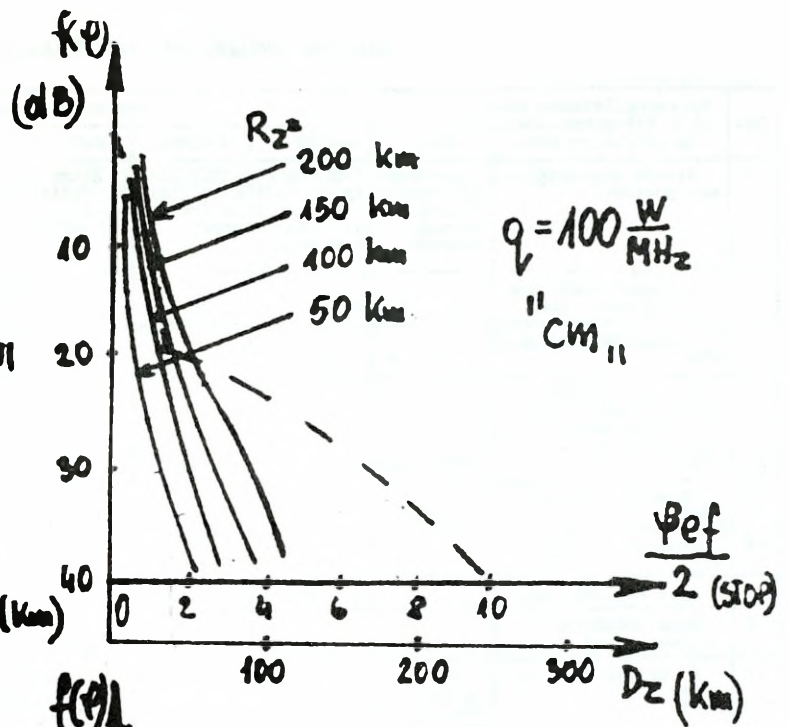
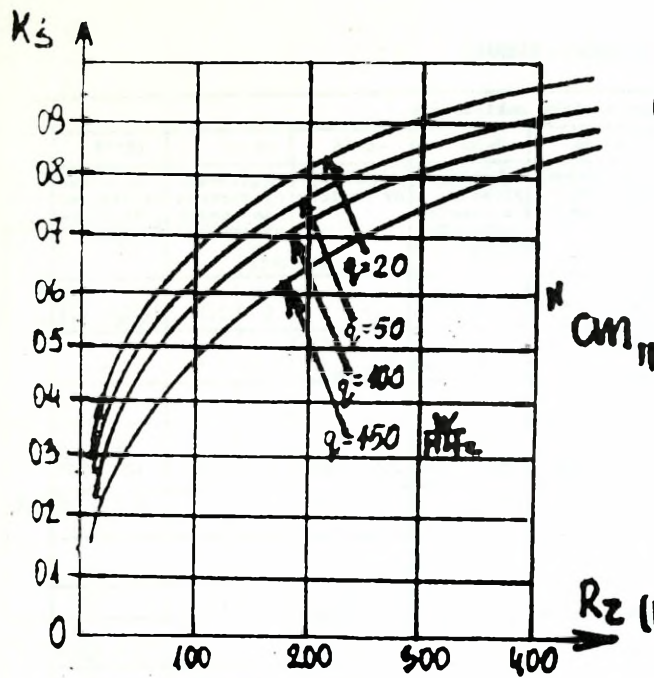


WYPOSAZENIE NIEKTÓRYCH TYPÓW SAMOLOTÓW PAŃSTW OBCYCH W ŚRODKI
ZAKŁÓCEN RADIOELEKTRONICZNYCH

Typ samolotu	Typ urządzenia zakłócającego	Zakres częstotliwości (MHz)	Rodzaj zakłóceń
F-111	AN/ALQ-71	2713-3380	aktywne
	AN/ALQ-72	8500-10200	aktywne
	AN/ALQ-87	2000-8000	aktywne
EF-111	AN/ALQ-87	4000-20000	aktywne
	AN/ALQ-94	2000-12000	aktywne
	AN/ALQ-99	100-18000	aktywne
	AN/ALQ-137	2000-20000	aktywne
	AN/ALE-43	250-20000	pasywne
B-52	AN/ALT-16	500-1000	aktywne
	AN/ALT-18	8500-10500	aktywne
	AN/ALT-28	2600-3250	aktywne
	AN/ALT-32	70-120	aktywne
	AN/ALE-24, 25, 27		pasywne
F-4	AN/ALQ-71	2713-3380	aktywne
	AN/ALQ-72	8500-10200	aktywne
	AN/ALQ-87	2000-8000	aktywne
	AN/ALE-38	100-20000	pasywne
F-14	AN/ALQ-100	8000-10800	aktywne
	AN/ALQ-126		aktywne
	AN/ALQ-129	8000-20000	aktywne
F-15	AN/ALQ-135	500-18000	aktywne
F-16	AN/ALQ-131	8000-20000	aktywne
	AN/ALE-40	2000-13000	pasywne
EA-6B	AN/ALQ-99	5000-18000	aktywne
	AN/ALQ-126		aktywne
	AN/ALE-39		pasywne

ŚRODKI INDYWIDUALNEJ I GRUPOWEJ OSŁONY SAMOLOTÓW

Typ samolotu	Środki zakłóceń aktywnych		Środki zakłóceń pasywnych		Rakiety p/rolk	
	Typ	Częstotliwość (GHz)	Typ	Częstotliwość (GHz)	Typ	Zakres
MiG-21	SPS-141 Je	8,3-10,3	ASO-2J UZP-21	3-10 3-10		
Su-17	SPS-141MWGE	8,3-10,3	KDS-23 ASO-2W	3-10 3-10	H-58U H-25	8-10, 1,3-1,4 8-10, 1,3-1,4
MiG-23			ASO-2W UZP-21	3-10		
MiG-25	SPS-141, 142 143	5-10	APP-50	3-10	S-11	10
MiG-29	GARDENIA	7,1-10,3	APP-50	3-10		
Su-24	SPS-161 SPS-162	7,5-10 5-7,5	APP-50	3-10	H-58U	8-10, 3,3-3,7
Su-27	SORBCJA	7,1-10,3	APP-50	3-10		
Su-20			UB-2	2,1-13,6	H-58	8-10, 3,3-3,7 1,3-1,4
Jak-28	SPS-1; SPS-2 SPS-5 SPS-171 SPS-172	zakres cm, dcm 0,14-0,22 7,5-23 5-7,5				
Mi-17PP (Mi-8PP)	SPS-63 SPS-66 SPS-88	2,73-3,75 1-1,5 8-10				



Wykresy do określania współczynnika ściśnięcia i sektora skutecznych zakłóceń

Kierowane pociski rakietowe klasy "powietrze-siemia"

Lp.	Wyszczególnienie danych taktyczno-technicznych pocisku	Typ kierowanego pocisku rakietowego								
		H-23	H-25MP	H-25ML	H-28	H-29L	H-58	H-66	9M14M	9M17P
1	Metoda naprowadzania pocisku	Kierowany radiowo metodą trzech punktów	Kierowany radiowo lub w wiązkę radio-lokacyjną	Kierowany w wiązkę laserową	Kierowany radiowo /sposób "Mietiel"/	Kierowany w wiązkę laserową	Samonaprowadz. na stację radiolokacyjną	Kierowany radiowo	Kierowany ręcznie /za pomocą przewodu/	Kierowany radiowo półautomatycznie
2	Wysokość zastosowania bojowego /km/	0,1 - 5	0,05 - 12	0,05 - 5	-	0,2 - 5	0,08 - 5	1,1 - 5	0 - 3,5	0,02 - 2,5
3	Odległość odpalenia /km/	8 - 10	2 - 42	2 - 10	15 - 120	7 - 8	10 - 70	3,5 - 6	0,5 - 3,5	1 - 4
4	Zakres prędkości lotu samolotu /śmigłowca/ w momencie odpalenia pocisku /km/h/	750 - 800	do 1250	do 1250	-	750 - 800	580 - 1550	600 - 1000	0 - 200	80 - 260
5	Długość pocisku /mm/	3490	3490	3490	5970		4800	3631	860	1165
6	Rozpiętość pocisku /mm/	275	275	275					125	142
7	Masa pocisku /kg/	286	320	320	715	657	640	278	10,9	32
8	Masa przedziału bojowego /kg/	108	140	140	157	317	150	105	-	-
9	Rodzaj głowicy bojowej	Kumulacyjno-odłamkowo-burząca	-	-	Odłamkowo-burząca do niszczenia SBL	Burząca	Burząca	Odłamkowo-burząco-kumulacyjna	Kumulacyjna	Kumulacyjna
10	Zdolność przebicia pancerza /mm/	-	-	-	-	-	-	250	280	280

Lp.	Wyszczególnienie danych taktyczno-technicznych pocisku	Typ niekierowanego pocisku rakietowego				
		S-5M	S-5K	S-8DP	S-24	S-250PM
1	Odległość odpalenia pocisku /m/	600 - 3000	600 - 3000	4000	1300 - 4100	2200
2	Promień rażenia odłamków /m/	200	150	-	500	-
3	Prędkość lotu samolotu /śmigłowca/ w momencie odpalenia pocisku /km/h/	Bez ograniczeń	Bez ograniczeń	-	Bez ograniczeń	-
4	Czas lotu pocisku na odległość 1000 m do celu naziemnego /s/	2	2,46	-	3	-
5	Maksymalna prędkość pocisku [m/s]	510	490	650	410	530
6	Kaliber pocisku /mm/	57	57	80	240	240
7	Długość pocisku /mm/	882	830	1541	2220	-
8	Rozpiętość pocisku /mm/	232	224 - 239	-	-	-
9	Masa pocisku /kg/	3,87	3,64	11,6	233	367
10	Masa przedziału bojowego /kg/	0,8	1,11	3,6	123,5	150
11	Rodzaj głowicy bojowej	Odłamkowo-burząca	Kumulacyjna	Przeciwpancerno-odłamkowa	Odłamkowo-burząca	Przeciwpancerno-odłamkowa
12	Zdolność przebijania pancerza /mm/	10	100 - 150	-	25	-

KIEROWANE RAKIETOWE POCISKI PRZECIWRADIOLOKACYJNE

Typ pocisku	Masa startowa	Zasięg max (km)	Długość	Nosiciel	Uwagi
	Masa bojowa (kg)	Prędkość max (m/s)	Średnica (m)		
SHRIKE AGM-45A	<u>177</u> 66	<u>27</u> 700	<u>3,05</u> 0,2	F-105G, F-4G A-4, A-6, A-7 Harrier	Przestrojenie głowicy po odpaleniu pocisku niemożliwe. Współpracuje z samolotowym urządzeniem AN/APR-88A
STANDARD ARM AGM-78B	<u>630</u> -	<u>50</u> 700	<u>4,5</u> 0,34	F-105G, F-4G A-6E	Współpracuje z samolotowym urządzeniem rozpoznawczo-ostrzegawczym AN/APR-38
MARTEL AS-37	<u>530</u> 150	<u>30</u> 500	<u>4,12</u> 0,4	Mirage III, Jaguar Buccaneer	Podwójny układ kierowania. Do odległości 10-15 km od celu zaprogramowany tor lotu. W rejonie celu samonaprowadzanie.
HARM AGM-88A	<u>367</u> 70	<u>18,5</u> 850	<u>4,17</u> 0,25	A-7E, F-4G, A-6E, F/A-18 B-52G/H, F-16, Tornado	Możliwość zwalczania stacji radiolokacyjnych pracujących na fali ciągłej. Ma pokładową EMC i laserowy zapalnik zbliżeniowy. Współpracuje z samolotowym urządzeniem AN/APR-38, AN/ALR-45, AN/AWG-25
H-25MP	<u>---</u> 30	<u>40</u> -	<u>3,8</u> 0,38	Su-22M4, Su-24M MiG-27	Odpalana z aparatury ŁD-86E. Prawdopodobieństwo bezawaryjnej pracy 0,98. Czułość wg mocy na częstotliwości nośnej 120 dB
H-58U	<u>640</u> 146	<u>100</u> -	<u>4,8</u> 0,38	Su-22M4 Su-24M	Z pasywną radiolokacyjną głowicą samonaprowadzającą się PRG-58M oraz z systemem autonomicznego sterowania SAU-3-58R

SPIS TREŚCI

WSTĘP	3
1.ZAGROŻENIE RADIOELEKTRONICZNE WOJSK W SYSTEMIE OP	5
2.CEL I ZADANIA OBRONY RADIOELEKTRONICZNEJ	11
2.1.Obrona przed rozpoznaniem radioelektronicznym	13
2.2.Obrona przed obezwładnieniem radioelektronicznym .	20
2.3.Obrona przed niszczeniem ogniowym	30
2.4.Obrona przed zakłóceniami wzajemnymi - kompaty- bilność elektromagnetyczna	35
3.ORGANIZACJA OBRONY RADIOELEKTRONICZNEJ WOJSK W SYSTEMIE OP	42
ZAKOŃCZENIE	47
BIBLIOGRAFIA	48
ZAŁĄCZNIKI	49

Druk AON nr 653/WW

