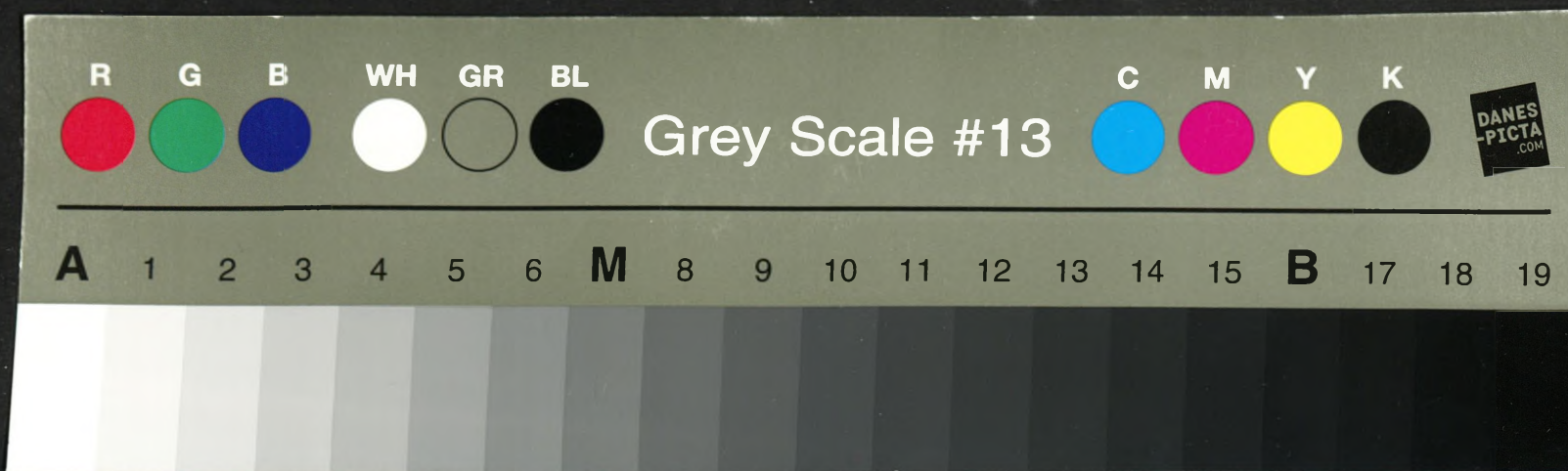




AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ LOTNICTWA I OBRONY POWIETRZNEJ

Egz. Nr 1

Plk dr inż. Zbigniew MORDARSKI

SYSTEMY WALKI RADIOELEKTRONICZNEJ LOTNICTWA RP W WARUNKACH INTEGRACJI Z NATO

Studium taktyczne



Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej

S/4874



05-004874-001-0

WARSZAWA

68990

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ LOTNICTWA I OBRONY POWIETRZNEJ



Egz. nr ¹.....

Płk dr inż. Zbigniew MORDARSKI

SYSTEMY WALKI RADIOELEKTRONICZNEJ LOTNICTWA RP W WARUNKACH INTEGRACJI Z NATO

Studium taktyczne



Recenzent:

dr hab. Zbigniew GROSZEK

SPIS TREŚCI

	Str
WSTĘP	4
1. ISTOTA I PODZIAŁ WALKI RADIOELEKTRONICZNEJ W SIŁACH ZBROJNYCH RP I W NATO.....	7
2. POKŁADOWE SYSTEMY WALKI RADIOELEKTRONICZNEJ LOTNICTWA.....	16
2.1. Analiza i ocena możliwości taktyczno-technicznych systemów walki radioelektronicznej lotnictwa RP.....	17
2.1.1. Pokładowe systemy osłony indywidualnej statków powietrznych.....	17
2.1.2. Pokładowe środki rozpoznania radioelektronicznego	30
2.2. Możliwości taktyczno-techniczne systemów walki radioelektronicznej lotnictwa rozwiniętych państw NATO...31	31
2.2.1. Pokładowe systemy osłony indywidualnej statków powietrznych	32
2.2.2. Samoloty walki radioelektronicznej	49
2.2.3. Urządzenia zakłócające jednorazowego użytku	50
2.2.4. Powietrzne rozpoznanie radioelektroniczne	53
3. WYMAGANIA STAWIANE PERSPEKTYWICZNYM SYSTEMOM WALKI RADIOELEKTRONICZNEJ LOTNICTWA RP	57
3.1. Pokładowe systemy osłony indywidualnej statków powietrznych	57
3.2. Samoloty walki radioelektronicznej	66
3.3. Pokładowe systemy rozpoznania radioelektronicznego	68
4. ZASTOSOWANIE ŚRODKÓW WALKI RADIOELEKTRONICZNEJ W DZIAŁANIACH BOJOWYCH LOTNICTWA	72
4.1. Sposoby użycia aktywnych środków obezwładniania radioelektronicznego	73
4.2. Sposoby użycia pasywnych środków walki radioelektronicznej	80
4.3. Sposoby użycia pułapek na podczerwień	82

4.4. Przykładowa taktyka pokonania obrony powietrznej przeciwnika przy kompleksowym wykorzystaniu środków walki radioelektronicznej	84
ZAKOŃCZENIE.....	88
BIBLIOGRAFIA	90

WSTĘP

Współczesne systemy dowodzenia siłami zbrojnymi oraz sterowania środkami walki opierają się na urządzeniach radioelektronicznych różnorodnego przeznaczenia. Spełniają one decydującą rolę w zabezpieczeniu procesów dowodzenia i sterowania środkami rażenia oraz rozpoznania, nawigacji itp.

Środki radioelektroniczne, ze względu na swój dynamiczny rozwój, zajmują jedno z ważniejszych miejsc w wyposażeniu sił zbrojnych, zwłaszcza w nowoczesnych systemach uzbrojenia. Oceniając doświadczenia ostatnich konfliktów zbrojnych można stwierdzić, że o wyniku przyszłych bitew i operacji będzie decydować nie tylko ilość użytego sprzętu bojowego, ale także umiejętność użycia środków radioelektronicznych.

Rozpoznanie środków radioelektronicznych przeciwnika jest źródłem informacji o nim, a możliwość zakłócenia pracy tych środków dezorganizuje normalne funkcjonowanie każdego czynnego systemu radioelektronicznego, a tym samym utrudnia lub uniemożliwia dowodzenie wojskami i kierowanie środkami walki przeciwnika.

Doświadczenia z konfliktów zbrojnych dowodzą, że eliminowanie systemów i środków radioelektronicznych przeciwnika stanowi newralgiczną dziedzinę w lądowych, powietrznych i morskich starciach zbrojnych. Eliminowaniem systemów radioelektronicznych przeciwnika zajmuje się walka radioelektroniczna. Specjaliści zachodni uznają walkę radioelektroniczną za "klucz" do osiągnięcia przewagi, ponieważ jest ona w stanie zmienić klasyczne zależności wynikające ze stosunku sił.

Możliwości sił i środków spowodowały, że walkę radioelektroniczną uważa się za część składową potencjału obronnego państw i nowy, szczególnie ważny element służący efektywniejszemu wykonaniu zadań przez siły powietrzne.

Znaczenie i dynamika użycia środków walki radioelektronicznej sił zbrojnych NATO jest proporcjonalna do stopnia nasycenia wojsk przeciwnika techniką radioelektroniczną.

Przedsięwzięcia walki radioelektronicznej są realizowane we wszystkich rodzajach sił zbrojnych, ale główny nacisk kładzie się na siły powietrzne. Wyrazem tego są środki finansowe w budżetach wojskowych większości państw NATO. Priorytetowe traktowanie sił powietrznych wynika z pozytywnych doświadczeń, dużej elastyczności oraz gwarancji najwyższej efektywności użycia sił i środków walki radioelektronicznej, zarówno na korzyść własnego lotnictwa jak i na rzecz pozostałych rodzajów sił zbrojnych. Prawidłowe użycie sił i środków walki radioelektronicznej w czasie prowadzenia działań bojowych na współczesnym polu walki wpływa w zasadniczy sposób na ich tok, pozwala na realizację postawionych zadań przy znacznie zmniejszonych stratach własnych.

Możliwości środków walki radioelektronicznej, jakimi dysponuje nasze lotnictwo, znacznie odbiegają od możliwości środków będących w dyspozycji lotnictwa innych państw NATO. Nawet eskadry lotnicze wydzielone do dyspozycji NATO, nie spełniają w tym zakresie podstawowych wymagań współczesnego pola walki i możliwości ich użycia są ograniczone. Stało się to inspiracją do podjęcia badań dotyczących określenia aktualnych możliwości naszego lotnictwa, a także sprecyzowania wymagań stawianym perspektywicznym systemom walki radioelektronicznej lotnictwa RP. Istnieją plany zakupu, dla naszych sił powietrznych, samolotów zachodnich wyposażonych w systemy walki radioelektronicznej. Można więc oczekiwać, że w najbliższych latach, lotnictwo Sił Powietrznych RP będzie miało w zakresie walki radioelektronicznej, podobne możliwości jak lotnictwo państw NATO.

Praca składa się z czterech rozdziałów.

Rozdział pierwszy zawiera podstawowe pojęcia dotyczące walki radioelektronicznej i jej istotę oraz wskazuje na istniejące różnice w terminologii obowiązującej w SZ RP i w NATO. Zawarto tutaj również kierunki

zmian w teorii walki radioelektronicznej zmierzające do dostosowania jej do terminologii i podziału obowiązującego w NATO.

Rozdział drugi zawiera analizę i ocenę możliwości taktyczno-technicznych pokładowych systemów walki radioelektronicznej naszego lotnictwa i innych państw NATO.

W rozdziale trzecim, na podstawie analizy i porównań, zostały określone wymagania jakie powinny spełniać przyszłe systemy walki radioelektronicznej naszego lotnictwa.

Rozdział czwarty przedstawia możliwości wykorzystania pokładowych środków walki radioelektronicznej w działaniach bojowych lotnictwa. Przedstawione sposoby użycia środków WRE dotyczą w tej chwili lotnictwa rozwiniętych państw NATO. Należy jednak oczekiwać, że perspektywiczne systemy WRE naszego lotnictwa stworzą takie możliwości.

1. ISTOTA I PODZIAŁ WALKI RADIOELEKTRONICZNEJ W SIŁACH ZBROJNYCH RP I W NATO

Teoria walki radioelektronicznej zmienia się i jest to proces naturalny. W chwili obecnej występują bardzo różnorodne tendencje co do jej zdefiniowania, określenia obszaru i roli w działaniach.

W Siłach zbrojnych RP aktualnie obowiązują ustalenia zawarte w instrukcji Sztabu Generalnego¹. Według tej instrukcji:

„Walka radioelektroniczna (WRE) to przedsięwzięcia i działania wojsk, które wykorzystując energię elektromagnetyczną rozpoznają i dezorganizują systemy radioelektroniczne przeciwnika oraz zapewniają warunki do stabilnej pracy analogicznym systemom własnych wojsk”.

Walka radioelektroniczna polega na prowadzeniu rozpoznania radioelektronicznego i obezwładniania, w powiązaniu z rażeniem ogniowym, obiektów (środków) radioelektronicznych przeciwnika oraz obronie radioelektronicznej własnych systemów. WRE jest więc w swej istocie walką o informację.

Walka radioelektroniczna dzieli się na trzy podstawowe działy:

1. Rozpoznanie radioelektroniczne zdobywa dane o środkach przeciwnika, promieniujących energię elektromagnetyczną. Analiza wyników rozpoznania umożliwia ustalenie składu i rozmieszczenia sił i środków przeciwnika oraz skuteczne obezwładnianie radioelektroniczne systemów dowodzenia i kierowania środkami walki.

2. Obezwładnianie radioelektroniczne uniemożliwia lub utrudnia przeciwnikowi efektywne wykorzystanie środków radioelektronicznych. Polega ono na zakłócaniu aktywnym (emitowanie zakłócającej energii elektromagnetycznej) i pasywnym (odbijanie lub pochłanianie energii elektromagnetycznej) urządzeń odbiorczych oraz prowadzeniu dywersji radiowej.

¹ Zasady przygotowania i prowadzenia walki radioelektronicznej przez Siły Zbrojne RP. Szt. Gen. 1995.

3. Obrona radioelektroniczna stwarza warunki do zachowania ciągłości dowodzenia własnymi siłami i środkami oraz żywotności wykorzystywanych środków radioelektronicznych. Obejmuje ona zabezpieczenie obiektów radioelektronicznych przed rozpoznaniem, rażeniem środkami ogniowymi naprowadzającymi się lub naprowadzanymi) na źródła promieniowania elektromagnetycznego i celowymi zakłóceniami radioelektronicznymi oraz dywersją radiową, a także zabezpieczenie przed niekompatybilnością elektromagnetyczną.

Walka radioelektroniczna - w terminologii wojskowej NATO - **wojna elektroniczna (Elektronic Warfare - WE)**² to całokształt przedsięwzięć i działań wojsk mających na celu wykrycie nieprzyjacielskich środków elektronicznych kierowania wojskami i uzbrojeniem oraz rozpoznania i nawigacji, przeciwdziałanie tym środkom i zabezpieczenie efektywnego działania własnych środków elektronicznych.

Wyodrębnia się trzy działy wojny elektronicznej (stanowiące równocześnie podstawowe formy działania).

1. Wsparcie elektroniczne (Elektronic Support Measurements - ESM)³ stanowi zespół przedsięwzięć ukierunkowanych na przechwytywanie, lokalizację i identyfikację emitowanej energii elektromagnetycznej w celu zniszczenia lub zakłócania źródła jej pochodzenia. Wsparcie elektroniczne jest źródłem informacji wymaganych dla podejmowania bezpośrednich decyzji w zakresie przeciwdziałania, kontrprzeciwdziałania i innych przedsięwzięć z tego zakresu.

2. Przeciwdziałanie elektroniczne (Electronic Countermeasure) obejmuje zespół przedsięwzięć i środków podejmowanych w celu zapobieżenia wykorzystaniu przez przeciwnika środków elektronicznych. Obejmuje ono: zakłócanie, niszczenie (obezwładnianie), wprowadzanie w błąd (dezinformacja).

² Electronic Warfare (EW) in Air Operations. ATP-44B. Stanag 3873.

³ Używane jest również pojęcie wsparcia elektronicznego określane jako rozpoznanie sygnałów elektromagnetycznych (SIGINT).

3. Kontrprzeciwdziałanie elektroniczne (Electronic Counter - Countermeasures) obejmuje przedsięwzięcia polegające na ochronie własnych urządzeń elektronicznych przed rozpoznaniem i zakłócaniem elektronicznym przeciwnika i zapewniające swobodę wykorzystania własnego potencjału WE.

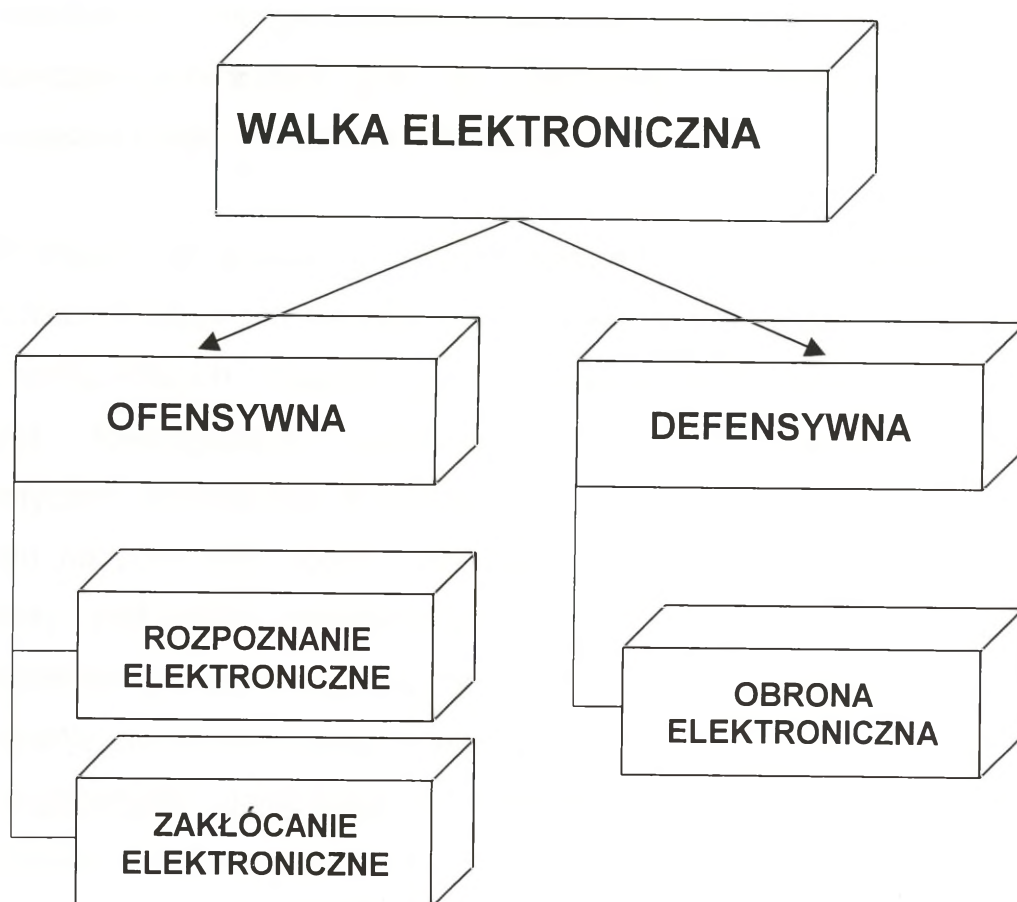
W związku z przystąpieniem Polski do NATO podejmowane są próby dostosowania teorii walki radioelektronicznej w naszych siłach zbrojnych do zasad obowiązujących w Sojuszu. W tym zakresie na uwagę zasługują badania prowadzone przez Katedrę Rozpoznania i Armii Obcych AON. W publikowanych materiałach⁴ proponuje się zrezygnować z dotychczas obowiązującego określenia „walka radioelektroniczna” na korzyść „walka elektroniczna”. Nowa definicja ma brzmieć następująco:

„Walka elektroniczna (WE) - to przedsięwzięcia i działania wojsk, które wykorzystując energię elektromagnetyczną rozpoznają i dezorganizują systemy elektroniczne przeciwnika oraz zapewniają warunki do stabilnej pracy analogicznym systemom własnych wojsk”.

Walka elektroniczna jest zamierzonym działaniem wojskowym, które obejmuje wykrywanie i identyfikację emisji elektromagnetycznych, użycie energii elektromagnetycznej do zmniejszenia skuteczności lub uniemożliwienia użycia przez przeciwnika widma elektromagnetycznego i zapewnienia efektywnego jego wykorzystania przez siły własne. Działanie prowadzone jest na specyficznym polu walki, to jest elektronicznym polu walki, które obejmuje środki elektroniczne wypromieniowujące i odbierające energię elektromagnetyczną w odpowiednim środowisku elektromagnetycznym.

Walkę elektroniczną proponuje się podzielić na dwie charakterystyczne grupy pod względem sposobu działania. Rysunek 1 przedstawia podział walki elektronicznej.

⁴ Jańczak J., Referat na IV Konferencji Naukowo-Technicznej nt.: „Systemy rozpoznania i walki radioelektronicznej”, WAT, 1999.
Ciborowski L., Walka informacyjna, Toruń 1999.



Rys.1. Podział walki elektronicznej.

Działania **Ofensywne** obejmują rozpoznanie w obszarze elektromagnetycznym środków elektronicznych przeciwnika oraz ich zakłócanie elektroniczne.

Działania **Defensywne** - to tworzenie warunków pracy dla własnych środków elektronicznych, tak aby mogły pracować i spełniać wyznaczoną dla nich rolę na polu walki w sposób niezakłócony.

Istotą działań ofensywnych powinno być uzyskanie informacji o pracujących środkach elektronicznych przeciwnika przez przechwytywanie fal elektromagnetycznych emitowanych przez jego urządzenia nadawcze oraz ustalenie na podstawie kierunku przychodzenia i analizy sygnałów możliwości ich zakłócenia lub rażenia środkami ogniowymi.

Ponieważ prowadzenie walki elektronicznej odbywa się w środowisku elektromagnetycznym, realizowanie tych zadań będzie polegało na

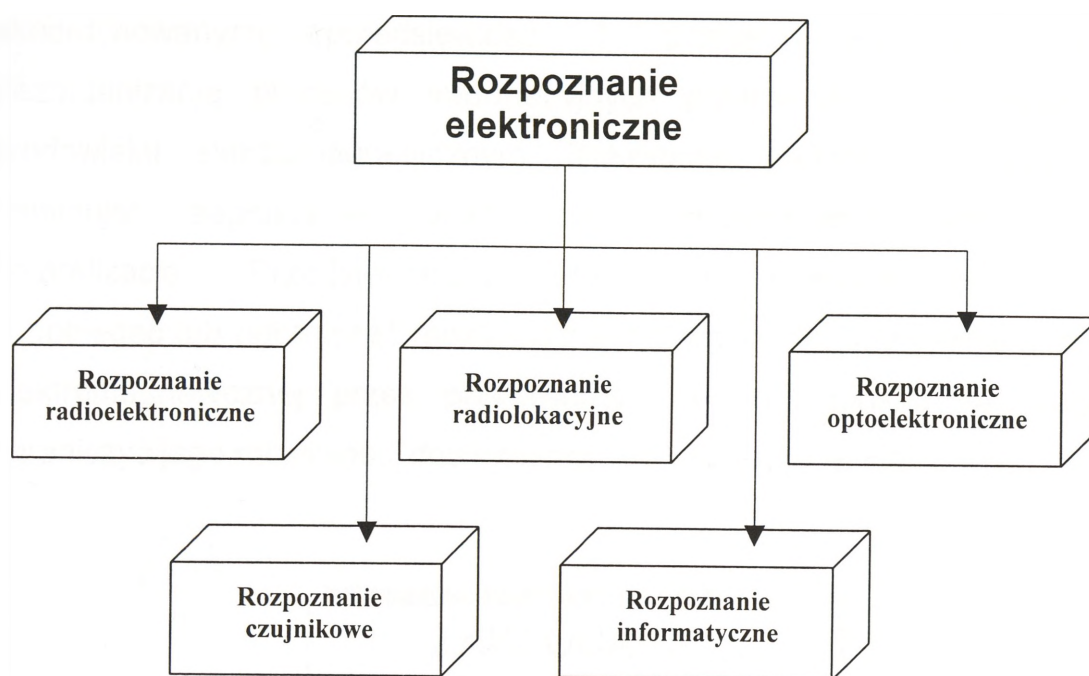
przechwytywaniu energii wypromieniowywanej przez nadawcze urządzenia elektroniczne przeciwnika oraz na destrukcyjnym oddziaływaniu energią zakłócającą na jego urządzenia odbiorcze.

Rozpoznanie elektroniczne jest jednym z elementów składowych walki elektronicznej, który ma na celu zdobywanie i przetwarzanie tych danych o przeciwniku, których nośnikami są fale elektromagnetyczne oraz inne efekty uboczne towarzyszące działaniom bojowym (zjawiska akustyczne, magnetyczne, chemiczne). Rozpoznanie elektroniczne można prowadzić bez względu na porę roku, doby i warunki atmosferyczne. Jest to najszybszy, najtańszy, najbardziej manewrowy i skryty rodzaj rozpoznania. Do jego mankamentów zalicza się podatność na zakłócenia i dezinformację. Podział rozpoznania elektronicznego przedstawia rysunek 2.

Rozpoznanie radioelektroniczne ma na celu zdobywanie i przetwarzanie tych danych o przeciwniku, których nośnikami są fale elektromagnetyczne pasma radiowego.

Ze względu na ogromne możliwości uzyskiwania różnorodnych danych rozpoznawczych, rozpoznanie radioelektroniczne traktowane jest jako jeden z ważniejszych rodzajów rozpoznania elektronicznego. Zapewnia bowiem dużą szybkość otrzymywania danych o wojskach przeciwnika, jego uzbrojeniu, możliwościach oraz o środkach i systemach radioelektronicznych. Umożliwia określenie przynależności wykorzystywanych przez przeciwnika środków i urządzeń radioelektronicznych, ich częstotliwości roboczych, rodzajów pracy (modulacja, manipulacja i tym podobnych) oraz miejsc i rejonów dyslokacji, z dokładnością pozwalającą na skuteczne ich niszczenie ogniem, jak również efektywne obezwładnianie zakłóceniami radioelektronicznymi.

Rozpoznanie radiolokacyjne ma na celu zdobywanie oraz przetwarzanie tych danych o przeciwniku, których nośnikami są fale elektromagnetyczne wypromieniowane przez własne stacje radiolokacyjne i odbite od obiektów przeciwnika.



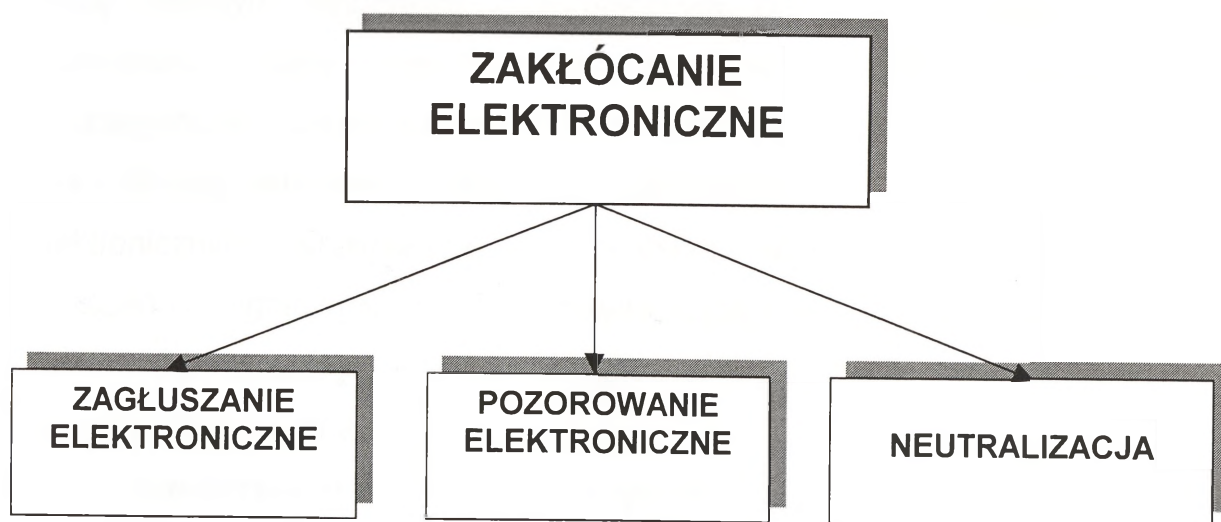
Rys.2. Podział rozpoznania elektronicznego.

Rozpoznanie optoelektroniczne ma na celu zdobywanie oraz przetwarzanie tych danych o przeciwniku, których nośnikami są fale elektromagnetyczne pasma optycznego.

Rozpoznanie czujnikowe ma na celu zdobywanie oraz przetwarzanie danych o przeciwniku, których nośnikami są fale sprężyste (infradźwięki, ultradźwięki) oraz wszelkiego rodzaju uboczne efekty towarzyszące działaniom bojowym (akustyczne, termiczne, sejsmiczne, magnetyczne, chemiczne itp.).

Rozpoznanie informatyczne powinno być prowadzone z uwagi na rozwój sieci informatycznych. Sieci informatyczne są bogatymi źródłami danych o siłach i środkach przeciwnika. Pozyskiwanie tych danych jest stosunkowo łatwe. Przykładem mogą być piraci komputerowi, którzy bez większych przeszkód włamują się do odpowiednio zabezpieczonych systemów komputerowych (np. Pentagonu).

Zakłócanie elektroniczne, drugi obszar walki elektronicznej, to zespół skoordynowanych przedsięwzięć i działań ukierunkowanych na dezorganizację procesów informacyjnych przeciwnika funkcjonujących w środowisku elektromagnetycznym. Zakłócanie elektroniczne (rysunek 3) obejmuje: zagłuszanie elektroniczne, pozorowanie elektroniczne i neutralizację. Przedsięwzięcia zakłócania elektronicznego powinny zapobiegać lub ograniczać możliwości efektywnego wykorzystania przestrzeni elektromagnetycznej przez przeciwnika i w ten sposób wykluczyć lub ograniczyć jego możliwości dowodzenia i użycia środków walki.



Rys.3. Podział zakłócania elektronicznego

Zagłuszanie elektroniczne polega na celowym promieniowaniu energii elektromagnetycznej w celu osłabienia efektywności użycia odbiorczych urządzeń (systemów) elektronicznych wykorzystywanych przez przeciwnika.

Pozorowanie elektroniczne to zespół przedsięwzięć i działań ukierunkowanych na ukrywanie rzeczywistych zamiarów wojsk własnych. Polega na użyciu energii elektromagnetycznej do emisji fałszywych danych i sygnałów elektromagnetycznych maskujących sygnały użyteczne oraz na odpowiednim odbijaniu lub tłumieniu sygnałów wejściowych w sposób mający na celu zmylenie przeciwnika w zakresie wykorzystania danych pozyskanych

przez jego systemy elektroniczne. W pozorowaniu elektronicznym wykorzystuje się w szerokim zakresie pasywne zakłócenia elektroniczne.

Neutralizacja polega na celowym użyciu energii elektromagnetycznej o dużej gęstości mocy do zniszczenia urządzeń elektronicznych przeciwnika⁵.

Do tego celu mogą być wykorzystane w przyszłości bomby impulsu elektromagnetycznego, generujące moc promieniowania tysiące razy większą niż klasyczne środki wojny elektronicznej.

Obrona elektroniczna, trzeci element walki elektronicznej, stanowi zespół przedsięwzięć organizacyjno-technicznych zapewniających stabilną pracę własnym systemom elektronicznym podczas prowadzonej przez przeciwnika wojny elektronicznej oraz w warunkach wzajemnego oddziaływania środków elektronicznych wojsk własnych. Powinna obejmować ona obronę własnych systemów elektronicznych przed rozpoznaniem elektronicznym przeciwnika, zakłócaniem elektronicznym przeciwnika, niszczeniem ogniowym bronią naprowadzającą się na źródła promieniowania elektromagnetycznego, a także zabezpieczenie przed zakłóceniami własnymi i kontrolę elektroniczną.

Przedstawione powyżej propozycje zmian w teorii walki radioelektronicznej nie są na razie obowiązujące⁶. Jednak bez względu na aktualnie panujące tendencje w zakresie definiowania części składowych walki radioelektronicznej, ich roli i zadań, można zawsze wyodrębnić trzy podstawowe obszary, które określają możliwości i skuteczność funkcjonowania całego systemu, a do których zaliczyć należy: rozpoznanie, odezładnianie i obronę radioelektroniczną. Wszelkie inne podziały są na ogół tylko rozszerzeniem tej generalnej struktury i są skutkiem rozwoju myśli naukowej związanej z badaniem i wykorzystaniem przestrzeni elektromagnetycznej.

⁵ Ta forma oddziaływania była dotychczas rozpatrywana w sytuacji użycia broni jądrowej, gdzie przy wybuchu część energii zamieniała się w impuls elektromagnetyczny.

⁶ Chociaż „Regulamin działań wojsk lądowych” wydany w 1999r. używa pojęcia „walka elektroniczna”.

W tym studium będę używał obowiązującej terminologii, nie zawężając jednak obszaru walki radioelektronicznej tylko do radioelektroniki. Rozpatrzone będą również optoelektroniczne środki WRE. Zresztą, chociaż obowiązująca instrukcja o organizacji WRE zawęża formalnie obszar oddziaływania WRE do fal radiowych⁷, posiadamy środki zakłócające w paśmie podczerwieni i w praktyce nikt nie neguje, że są to środki walki radioelektronicznej.

Podstawowym zadaniem lotniczych systemów WRE jest obezwładnianie urządzeń radioelektronicznych przeciwnika, pracujących w systemach obrony powietrznej i przeciwlotniczej. Ma to na celu efektywną dezorganizację pracy środków i systemów radioelektronicznych przeciwnika wykorzystywanych do celów rozpoznania, kierowania środkami obrony przeciwlotniczej, dowodzenia, nawigacji i naprowadzania lotnictwa.

W ramach walki radioelektronicznej prowadzonej w działaniach bojowych lotnictwa realizuje się:

- Prowadzenie powietrznego rozpoznania radioelektronicznego z zadaniem wykrycia i ustalenia niezbędnych parametrów taktyczno-technicznych środków i obiektów radioelektronicznych wykorzystywanych w systemie obrony powietrznej.
- Obezwładnianie zakłóceniami i rażenie rakietami (naprowadzającymi się na źródło promieniowania) obiektów i środków radioelektronicznych obrony powietrznej przeciwnika, celem zapewnienia osłony radioelektronicznej ugrupowania bojowego poszczególnych rodzajów lotnictwa.
- Obronę radioelektroniczną.

Głównym celem walki radioelektronicznej w lotnictwie jest zmniejszenie do minimum strat własnych statków powietrznych podczas ich przelotów i wykonywania zadań bojowych w strefach ognia środków OP przeciwnika.

⁷ Zasady przygotowania i prowadzenia walki radioelektronicznej przez Siły Zbrojne RP, Szt. Gen. 1995, str. 5.

2. POKŁADOWE SYSTEMY WALKI RADIOELEKTRONICZNEJ LOTNICTWA

W realizacji przedsięwzięć walki radioelektronicznej uczestniczą wszystkie rodzaje lotnictwa, stosownie do posiadanego uzbrojenia i wykonywanych zadań.

Do wykonania zadań rozpoznania radioelektronicznego mogą być użyte eskadry, klucze, lub pojedyncze samoloty lotnictwa rozpoznawczego. Wykrywanie i obserwację pracy środków radioelektronicznych systemu obrony przeciwlotniczej oraz systemu dowodzenia, nawigacji i naprowadzania lotnictwa przeciwnika prowadzić będą za pomocą stacji rozpoznawczych różnorakiego przeznaczenia. Z wyjątkową skrupulatnością powinny być zbierane dane o środkach radiolokacyjnych przeciwnika przeznaczonych do wykrywania celów powietrznych, kierowania ogniem rakiet i artylerii przeciwlotniczej oraz dowodzenia, nawigacji i naprowadzania lotnictwa. Samoloty rozpoznawcze prowadzą rozpoznanie wstępne. Oprócz tego rozpoznania prowadzone jest jeszcze rozpoznanie bezpośrednie, które powinien prowadzić każdy samolot (śmigłowiec) bojowy. Rozpoznanie bezpośrednie prowadzone jest w celu uprzedzenia załogi o opromieniowaniu samolotu przez środki radioelektroniczne związane z systemami rażenia, co umożliwia wykonanie odpowiedniego manewru oraz efektywne użycie pokładowych środków walki radioelektronicznej. Rozpoznanie bezpośrednie prowadzi się za pomocą odbiorników rozpoznawczo-ostrzegawczych.

Do wykonania zadań obezwładniania radioelektronicznego wykorzystuje się indywidualne systemy WRE samolotów i śmigłowców. Ponadto mogą być wykorzystane specjalne samoloty i śmigłowce WRE. Zadaniem pokładowych środków WRE jest osłona radioelektroniczna samolotów lub śmigłowców.

2.1. Analiza i ocena możliwości taktyczno-technicznych systemów walki radioelektronicznej lotnictwa RP

W systemach walki radioelektronicznej lotnictwa, można wyróżnić środki grupowej osłony samolotów i indywidualnej obrony. Środki grupowej osłony przenoszone są przez specjalne samoloty i śmigłowce.

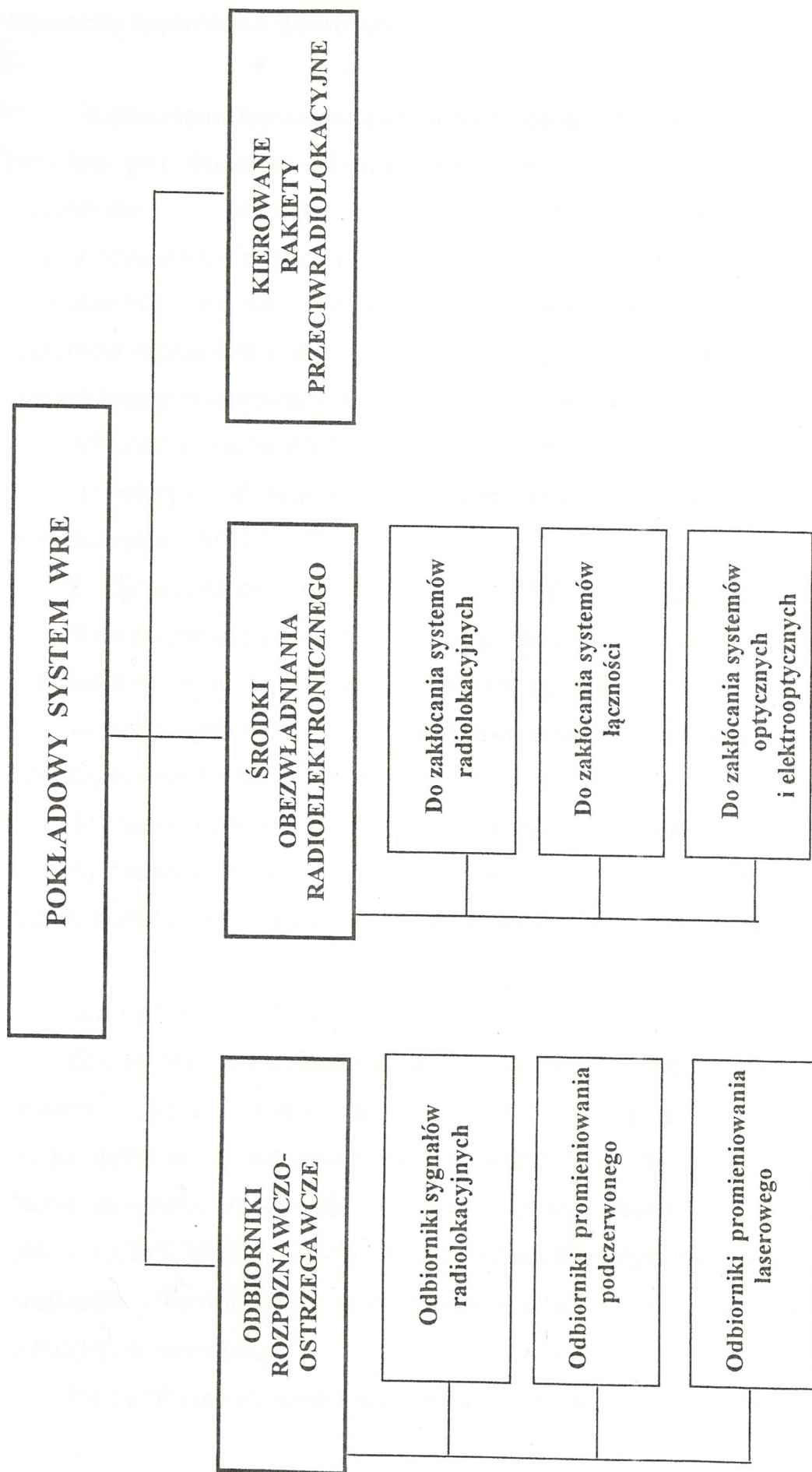
W środki walki radioelektronicznej powinien być wyposażony każdy samolot i śmigłowiec bojowy, który w czasie działań bojowych może się zetknąć z przeciwdziałaniem obrony powietrznej przeciwnika. Osłonę radioelektroniczną zapewniają sobie samoloty i śmigłowce poprzez stosowanie indywidualnych środków obezwładniania radioelektronicznego. Celem tej osłony jest utrudnianie lub uniemożliwianie przeciwnikowi wykrywania i śledzenia środkami radioelektronicznymi samolotów lub śmigłowców oraz zmniejszenie skuteczności działania rakiet, artylerii przeciwlotniczej i lotnictwa myśliwskiego przeciwnika.

Nasze lotnictwo aktualnie nie posiada samolotów i śmigłowców WRE.

2.1.1. Pokładowe systemy osłony indywidualnej statków powietrznych

Pokładowy system walki radioelektronicznej, tworzą urządzenia służące do rozpoznawania, zakłócania oraz niszczenia radioelektronicznych środków przeciwnika (rys.4.).

Lotnictwo RP z przedstawionych na rysunku 4 środków WRE posiada odbiorniki rozpoznawczo-ostrzegawcze pracujące w zakresie radiolokacyjnym, środki do zakłócania systemów radiolokacyjnych i optycznych oraz kierowane rakietami przeciwradiolokacyjne. Najwięcej środków WRE posiadają samoloty myśliwsko-bombowe Su-22M4. Pozostałe rodzaje lotnictwa mają bardzo ubogie środki WRE.



Rys.4. Półkładowy system walki radioelektronicznej

Samoloty myśliwsko-bombowe

Samolotem myśliwsko-bombowym będącym na uzbrojeniu naszego lotnictwa jest Su-22M4. Samolot ten posiada środki WRE umożliwiające indywidualną obronę przed radioelektronicznymi systemami wykorzystywanymi przez OP do wykrywania celów i kierowania ogniem. Bezpośrednia obrona samolotów realizowana jest poprzez zakłócanie systemów radioelektronicznych OP i poprzez ogniowe obezwładnianie stacji radiolokacyjnych kierowanymi raketami przeciwradiolokacyjnymi.

W skład środków WRE samolotu Su-22M4 wchodzi:

- 1) stacja ostrzegania o opromieniowaniu samolotu przez środki radiolokacyjne - SPO-15ŁE;
- 2) stacja zakłóceń radiolokacyjnych - SPS-141MWG-E;
- 3) urządzenie KDS-23 z nabojami przeciwradiolokacyjnymi PPR-50 lub przeciwraketowymi termicznymi imitatorami celu PPI-50-1;
- 4) urządzenie ASO-2W z nabojami przeciwradiolokacyjnymi PPR-26 lub przeciwraketowymi termicznymi imitatorami celu PPI-26-1;
- 5) kierowane rakiety przeciwradiolokacyjne H-25MP;
- 6) pociski z dipolami przeciwradiolokacyjnymi S-5P-1, PRŁ-NR-30 i PRŁ-AM-GSz-23 wyrzucane z uzbrojenia artyleryjskiego samolotu.

Stacja ostrzegania SPO-15ŁE

Stacja jest przeznaczona do uprzedzania pilota o opromieniowaniu samolotu przez środki radiolokacyjne OP przeciwnika. Informacje zobrazowywane są na wskaźniku umieszczonym na tablicy przyrządów w kabinie samolotu. Urządzenie odbiera sygnały radiolokacyjne w paśmie 4,45 - 10,345 GHz (2,9 - 6,74 cm). Charakterystyki kierunkowości anten urządzenia obejmują 360° w azymucie i $\pm 30^\circ$ w elewacji w stosunku do podłużnej osi samolotu.

Na podstawie informacji wypracowanej przez stację pilot może określić:

1) kierunek znajdowania się środków radioelektronicznych OP przeciwnika w płaszczyźnie poziomej w stosunku do samolotu (znacznik NAMIAR) z dokładnością $\pm 10^\circ$, w przedziale $\pm 70^\circ$ przedniej półsfery i około 45° w pozostałym zakresie;

2) kierunek znajdowania się środków radioelektronicznych OP przeciwnika w płaszczyźnie pionowej (znacznik GÓRA - DÓŁ);

3) kierunek znajdowania się środka radioelektronicznego stanowiącego największe zagrożenie dla samolotu (znacznik NAMIAR GŁÓWNY);

4) rodzaj pracy opromieniowującej stacji radiolokacyjnej (znacznik PRZECHWYCENIE);

5) typ atakującego środka OP (znacznik TYP);

6) środek OP stanowiący największe zagrożenie dla samolotu w danej sytuacji taktycznej (znacznik TYP GŁÓWNY);

7) przybliżanie lub oddalanie się samolotu od stacji radiolokacyjnej wchodzącej w zestaw środka OP przeciwnika, który stanowi największe zagrożenie dla samolotu (znacznik skali mocy);

8) zbliżenie się pocisku rakietowego do samolotu (znacznik POCISK).

Sygnalizacji wizualnej towarzyszą sygnały dźwiękowe, zmieniające się w zależności od stopnia zagrożenia. Uzyskane przez pilota informacje są niezbędne do podjęcia decyzji o sposobie użycia środków WRE.

Możliwości stacji ostrzegania SPO-15ŁE znacznie odbiegają od współczesnych rozwiązań. Największym mankamentem stacji jest zbyt wąski zakres częstotliwości (4,45 - 10,345 GHz) w stosunku do częstotliwości stacji radiolokacyjnych OP państw sąsiednich (1,2 - 18 GHz). W związku z tym część środków nie zostanie w ogóle wykryta. Brak jest także dokładnej identyfikacji typu wykrytych środków radioelektronicznych. Co prawda stacja posiada układ pozwalający na podporządkowanie opromieniowującej samolot stacji do określonego typu środka OP (znacznik TYP). Jednak uwzględniono tylko środki państw NATO. Środki OP odpowiadające znacznikom na wskaźniku stacji SPO-15ŁE przedstawia tabela 1.

Tabela 1

Środki OP odpowiadające znacznikom „TYP” na wskaźniku stacji SPO-15ŁE

Oznaczenie znacznika TYP	Środki OP odpowiadające znacznikowi
P	Pokładowe SRL samolotów F-4 i F-104S. SRL okrętowych zestawów PZR „Tartar”, „Sea Sparrow” i „Terrier” pracujące w zakresie naprowadzania pocisków rakietowych.
Z	SRL PZR „Indigo”, PZA „Eldorado” i „Bofors”.
X	SRL wskazywania celu na małych wysokościach i SRL podświetlania celu PZR „Hawk”, „Improved Hawk” i „Patriot”.
H	SRL śledzenia celu PZR „Nike Hercules” i „Patriot”.
F	Pokładowe SRL samolotów F-14, F-15, F-16. SRL PZA „Wulcan” i PZR „Patriot”.
C	Pokładowe SRL samolotów F-4, F-104, „Mirage”, „Jaguar”. Okrętowe SRL pracujące w zakresie poszukiwania (wskazywania) celu.

Określenie typu środka radioelektronicznego nie jest jednoznaczne (na przykład SRL „Patriot” występuje pod trzema znacznikami: X, H, F). Środki radioelektroniczne państw byłego bloku wschodniego nie mieszczą się w przyjętym podziale. Na przykład w przypadku pracy SNR (stacja naprowadzania rakiet) PZR S-125 na stacji świeci się znacznik C, a przy pracy SNR PZR S-75M nie świeci się żaden znacznik⁸. Stacja jest przystosowana do rozpoznawania przeciwnika wyposażonego w sprzęt zachodni i nie jest przydatna w przypadku konfliktu zbrojnego z przeciwnikiem z byłego bloku wschodniego. Stacja ostrzegania nie współpracuje z żadnym urządzeniem pokładowym i jest dla pilota tylko źródłem informacji. Nie jest w stanie jednak określić, do której z walczących stron należy wykryty środek

⁸ Sprawozdanie z prób na skuteczność zakłóceń pracy SNR zestawów rakietowych przez stacje SPS-141MWG-E samolotu Su-22, WLOP, 1992.

radioelektroniczny, co stwarza niebezpieczeństwo obezwładnienia urządzeń wojsk własnych. Stacja nie posiada również żadnego banku informacji o środkach radioelektronicznych przeciwnika.

Biorąc pod uwagę powyższe wady należy stwierdzić, że stacja SPO-15ŁE nie spełnia potrzeb współczesnego samolotu myśliwsko-bombowego. Samolot Su-22M4 nie posiada urządzeń ostrzegawczych pracujących w zakresie podczerwieni.

Stacja zakłóceń aktywnych SPS-141MWG-E

Stacja przeznaczona jest do osłony samolotu przed ogniem środków OP wykorzystujących stacje radiolokacyjne do kierowania uzbrojeniem. Osłona realizowana jest przez zakłócanie radiolokacyjnych odbiorników pocisku raketowego, SRL śledzenia (podświetlania) celu ze składu przeciwlotniczej artylerii raketowej lub lufowej oraz pokładowych SRL lotnictwa myśliwskiego. Stacja SPS-14MWG-E może zakłócać SRL pracujące w zakresie częstotliwości 8,33 - 10,345 GHz (2,9 - 3,6 cm).

Warunkiem emisji zakłóceń jest śledzenie samolotu przez obezwładnianą SRL. SRL opromieniowujące samolot okresowo (pracujące w zakresie obserwacji okrężnej lub poszukiwania celu) nie powodują wypracowania sygnału zakłócającego. Stacja pracuje na zasadzie retranslatora. Odbiera sygnały SRL opromieniowujące samolot, które następnie moduluje zakłóceniami, wzmacnia i wypromieniowuje w przednią lub tylną półsferę (zależnie od wybranego przez pilota kierunku zakłóceń). Stacja zakłóceń jest rozmieszczona w zasobniku, który może być podwieszany pod skrzydłem samolotu. Przeciwwagą dla zasobnika jest wyrzutnia UB-32.

Stacja SPS-141MWG-E może generować jeden z czterech zespołów zakłóceń A, B, W, G.

Zestaw zakłóceń „A” służy do zakłócania środków radioelektronicznych pracujących impulsowo. Takim środkiem stacja wytwarza zakłócenia w kanałach śledzenia w odległości i współrzędnych kątowych.

Zestaw zakłóceń „B” służy do zakłócania środków radioelektronicznych pracujących na fali ciągłej. Stacja zakłóca kanał śledzenia w prędkości i we współrzędnych kątowych.

Zestaw zakłóceń „W” służy do obezwładniania środków radioelektronicznych kierowania uzbrojeniem pracującymi sygnałami ciągłymi podczas lotu pary lub klucza samolotów, przy minimum dwóch samolotach wyposażonych w stacje SPS-141MWG-E. Zakłócenia obejmują kanał śledzenia we współrzędnych kątowych i w prędkości.

Zestaw zakłóceń „G” służy do precelowania pocisków z radiolokacyjnymi głowicami pracującymi na fali ciągłej z samolotu na powierzchnię ziemi pod samolotem.

Zestaw zakłóceń „B” i „G” zapewnia jedynie indywidualną osłonę samolotu posiadającego stacje zakłóceń. Natomiast zestaw zakłóceń „A” zapewnia indywidualną osłonę pojedynczego samolotu oraz osłonę wzajemną pary samolotów pod warunkiem zachowania określonych parametrów ugrupowania. Moc generowanych zakłóceń wynosi 15 W.

Największą wadą stacji SPS-141MWG-E jest ograniczony zakres częstotliwości. Stacja zapewnia zakłócenia tylko w paśmie 3 cm, co uniemożliwia jej wykorzystanie do obezwładniania środków pracujących na innych częstotliwościach. Stacja posiada niewielką moc generowanych zakłóceń, przez co mogą być one mniej skuteczne. Do wad stacji należy zaliczyć również to, że urządzenia sterujące znajdują się nie tylko w kabinie pilota, ale również w zasobniku. Ustawianie przełączników w zasobniku stawia pewne ograniczenia co do struktury generowanych sygnałów zakłócających i nie może być zmienione w czasie lotu samolotu. Ponadto w przypadku zastosowania zestawu zakłóceń „A” należy wybrać wcześniej i zamontować jeden z pięciu nadajników małej częstotliwości i jeden z czterech nadajników wielkiej częstotliwości, co ogranicza z góry parametry sygnałów zakłócających śledzenie celu we współrzędnych kątowych. Stacja SPS-141MWG-E nie współpracuje ze stacją ostrzegania i jest ręcznie sterowana przez pilota, co absorbuje jego uwagę. Stacja przeznaczona jest w

zasadzie do osłony radioelektronicznej pojedynczego samolotu, chociaż może również osłaniać dwa samoloty (zestaw zakłóceń „A”) pod warunkiem zachowania przez pilotów określonych odległości między samolotami. Utrudnia to jednak wykonywanie manewrów.

Do zalet stacji należy zaliczyć szeroką gamę rodzajów generowanych sygnałów zakłócających. Prowadzone w SP badania wpływu zakłóceń stacji SPS-141MWG-E na stacje radiolokacyjne⁹ wojsk własnych wykazały, że jedynym ograniczeniem w obezwładnianiu radioelektronicznym jest zgodność zakresów częstotliwości stacji zakłócającej i zakłócanej.

Poważnym problemem dla lotnictwa myśliwsko-bombowego jest zbyt mała ilość zasobników SPS-141MWG-E (kilkanaście sztuk).

Biorąc pod uwagę możliwości stacji SPS-141MWG-E można stwierdzić, że nie spełnia ona wymagań współczesnego pola walki. Natomiast biorąc pod uwagę ilość posiadanych stacji należy powiedzieć, że lotnictwo myśliwsko-bombowe pozbawione jest praktycznie aktywnych środków osłony radioelektronicznej.

Urządzenia KDS-23 i ASO-2W

Urządzenia te są na stałe wbudowane w płatowiec samolotu. Urządzenie zakłóceń pasywnych KDS-23 przeznaczone jest do wystrzeliwania naboju termicznych PPI-50-1 i naboju przeciwradiolokacyjnych PPR-50. Składa się z aparatury sterowania i dwóch kaset. Każda kaseeta może być załadowywana sześcioma nabojami PPI lub PPR w dowolnym stosunku. Z urządzenia KDS mogą być wystrzeliwane odpowiednio salwami 2, 3 lub 6 naboju i serią z odstępami czasowymi 0,05, 0,1, 0,5 sekundy między parami naboju.

Urządzenie ASO-2W przeznaczone jest do wystrzeliwania naboju termicznych PPI-26-1 i naboju przeciwradiolokacyjnych PPR-26. Składa się z aparatury sterowania i ośmiu zdejmowanych kaset. Każdą kasetę można

⁹ Sprawozdanie z prób na skuteczność zakłóceń pracy SNR zestawów rakietowych przez stacje SPS-141MWG-E samolotu Su-22, WLOP, 1992.

załadować 32 nabojami, które można odpalać seriami salw po cztery naboje, z przerwą dwóch lub sześciu sekund.

Naboje wykorzystywane w urządzeniach KDS-23 i ASO-2W różnią się kalibrem, co powoduje różnicę w uzyskanym efekcie. Aktualnie wykorzystuje się dziewięć typów naboji PPR (tabela 2) pokrywających zakres częstotliwości 2,125 - 13,63 GHz (2,2 - 14,1 cm).

Tabela 2

Typy naboji przeciwradiolokacyjnych

Typ ładunku	Zakres częstotliwości (w MHz)	Długość fali (cm)
SzD 13	13 600 - 10 500	2,2 - 2,95
SzD 17	10 200 - 8150	2,94 - 3,68
SzD 21	8300 - 6740	3,61 - 4,44
SzD 26	6770 - 5450	4,43 - 5,5
SzD 30	5540 - 4450	5,41 - 6,74
SzD 37	4450- 3650	6,74 - 8,21
SzD 44	3720 - 3070	8,06 - 9,78
SzD 51	3140 - 2620	9,55 - 11,4
SzD 62	2670 - 2120	11,2 - 14,1

Naboje PPR i PPI zapewniają skuteczne mylenie SRL i środków naprowadzanych na podczerwień.

Do wad powyższych urządzeń należy zaliczyć brak naboji pokrywających cały zakres częstotliwości (1 - 18 GHz) w jakim pracuje większość środków radioelektronicznych obrony powietrznej państw sąsiednich oraz konieczność ręcznego sterowania odpalaniem naboji przez pilota. Pomimo powyższych wad należy ocenić, że urządzenia KDS-23 i ASO-2W zapewniają bierne zakłócanie większości środków radioelektronicznych stosowanych w obronie powietrznej państw sąsiednich.

Kierowane rakiety przeciwradiolokacyjne H-25MP

Rakiety przeznaczone są do rażenia naziemnych SRL pracujących na fali ciągłej i impulsowej. Samolot Su-22M4 może zabrać na pokład dwie rakiety, które współpracują z aparaturą „Wjuga”, montowaną pod kadłubem samolotu. Aparatura „Wjuga” prowadzi rozpoznanie pola radiolokacyjnego przeciwnika.

Rakieta H-25MP posiada dwa typy głowic: na pasmo 3 cm (na falę ciągłą), na pasmo 22 - 24 cm (na falę impulsową). Można ją odpalać z odległości 10 – 40 km.

Do wad powyższych rakiet należy przede wszystkim możliwość ich użycia jedynie w dwóch pasmach częstotliwości, co nie wyczerpuje istniejących potrzeb. Ponadto decyzja, jaki typ SRL przeciwnika będzie niszczone, musi zapaść przed wylotem samolotu, co związane jest z wyborem głowicy. W czasie lotu samolotu brak już jest możliwości wykorzystania rakiety w innym paśmie częstotliwości lub w innym rodzaju pracy. Uniemożliwia to natychmiastową reakcję na zmiany w sytuacji radioelektronicznej i taktycznej przeciwnika.

Warunkiem odpalenia rakiety jest opromieniowanie samolotu przez stację radiolokacyjną, która ma być niszczona. Aparatura „Wjuga” ma możliwość prowadzenia rozpoznania pola radiolokacyjnego przeciwnika, nie ma jednak banku informacji i możliwości identyfikacji poszczególnych egzemplarzy SRL przeciwnika. Może to spowodować porażenie nie tej stacji, która była zaplanowana.

Ze względu na ograniczenia częstotliwościowe oraz brak możliwości programowania użycia rakiet na różne zakresy częstotliwości oraz konkretne SRL, należy ocenić, że posiadane rakiety przeciwradiolokacyjne H-25MP w ograniczonym zakresie spełniają wymagania lotnictwa. Pod samolot Su-22M4 można podwieszać również rakiety H-58U, które mają większe możliwości przestrzenne (można je odpalać z odległości 11-100 km i posiadają cztery typy głowic: na pasmo 3 cm (na falę ciągłą i impulsową), na pasmo 8 - 9 cm

(na falę impulsową), na pasmo 22 - 24 cm (na falę impulsową). Jednak nasze lotnictwo nigdy nie posiadało tego typu rakiet.

Pociski z dipolami przeciwradiolokacyjnymi wystrzeliwane z uzbrojenia artyleryjskiego samolotu

Na samolocie Su-22M4 istnieje możliwość wykorzystywania uzbrojenia artyleryjskiego do wystrzeliwania pocisków z dipolami przeciwradiolokacyjnymi. Z wyrzutni UB-32A można odpalać pociski S-5P-1, z działka NR-30 pociski PRŁ-NR-30, a z działka GSz-23 pociski PRŁ-AM-GSz-23. Pociski z dipolami przeciwradiolokacyjnymi działają podobnie jak naboje przeciwradiolokacyjne wystrzeliwane z urządzeń ASO-2W i KDS-23. Efekt uzyskany przez pociski zależy od liczby zawartych w nim dipoli (kalibru pocisku). Odpalenie 2-4 pocisków S-5P-1 daje taką samą skuteczną powierzchnię odbicia jak 5-6 pocisków PRŁ-NR-30 lub 8-10 PRŁ-AM-GSz-23. Pociski S-5P-1 i PRŁ-NR-30 mogą zawierać dipole na pasmo 3, 6 i 10 cm, a PRŁ-AM-GSz-23 tylko na zakres 3 cm. Wykorzystuje się je przede wszystkim wtedy, gdy ilość środków WRE zabieranych w urządzeniach autonomicznych ASO-2W i KDS-23 jest niewystarczająca. Wymaga to jednak przeznaczenia części uzbrojenia wyłącznie dla celów WRE.

Wykorzystanie uzbrojenia artyleryjskiego samolotu jest szczególnie korzystne na samolotach nie dysponujących urządzeniami do wyrzucania naboju przeciwradiolokacyjnych, gdzie pociski z dipolami stanowią jedyną możliwość osłony radioelektronicznej.

Samoloty myśliwskie

Samoloty myśliwskie mogą być wykorzystywane do osłony innych rodzajów lotnictwa w powietrzu. Mają także możliwości, w ograniczonym zakresie, zwalczania celów naziemnych i nawodnych. Z tego też względu mogą być stosowane w strefie operacyjno-taktycznej oraz do wykonywania

zadań wsparcia taktycznego. Można stwierdzić, iż praktycznie są przystosowywane do wykonywania tych samych zadań co lekkie samoloty myśliwsko-bombowe, czy samoloty szturmowe. Wykonanie powyższych zadań wymaga użycia indywidualnych środków WRE.

Lotnictwo myśliwskie dysponuje obecnie samolotami: MiG-29, i MiG-21. Z środków walki radioelektronicznej samoloty posiadają jedynie stacje ostrzegania o opromieniowaniu, a niektóre z nich urządzenia zakłóceń pasywnych.

Samolot MiG-29 posiada stację ostrzegania o opromieniowaniu SPO-15ŁE. Urządzenie to zostało opisane powyżej. Do zakłóceń pasywnych samolot posiada urządzenie BWP posiadające dwie kasety po trzydzieści naboji przeciwradiolokacyjnych w każdej.

Pozostałe samoloty myśliwskie posiadają tylko przestarzałe stacje ostrzegania o opromieniowaniu SPO-10. Stacja SPO-10 wykrywa sygnały radiolokacyjne w zakresie częstotliwości 7,5 - 16,66 GHz (1,8 - 4 cm). Wskaźnik stacji stanowią cztery lampki sygnalizacyjne, które powinny się zapalać z kierunku opromieniowania samolotu przez SRL (dokładność określania azymutu 45°). Wskazaniom towarzyszy sygnał dźwiękowy. W praktyce to urządzenie jest jednak bezużyteczne. Nasycenie wojsk środkami radioelektronicznymi powoduje, że palą się wszystkie lampki, również pod wpływem środków własnych.

Do celów walki radioelektronicznej może być wykorzystane uzbrojenie artyleryjskie samolotów myśliwskich (jak na samolocie Su-22M4). Stanowi to jednak ograniczenie jego możliwości bojowych.

Z przedstawionych możliwości środków walki radioelektronicznej samolotów myśliwskich wynika, że praktycznie pozbawione są one osłony radioelektronicznej. Pilot nie jest w stanie nawet ocenić istniejących zagrożeń, bo stacja SPO-10 nie daje żadnych informacji, a możliwości stacji SPO-15ŁE są ograniczone. Brak jest na samolotach podstawowych środków walki radioelektronicznej, jak stacje zakłóceń aktywnych i urządzenia do prowadzenia zakłóceń pasywnych.

Śmigłowce bojowe

Śmigłowce bojowe przeznaczone są głównie do wsparcia ogniowego wojsk lądowych na polu walki. Zadania wykonywane są zarówno podczas działań zaczepnych, jak i obronnych wojsk lądowych. Śmigłowcom mogą przeciwdziałać środki OPL wojsk i lotnictwo myśliwskie przeciwnika. Śmigłowce bojowe narażone będą przede wszystkim na oddziaływanie przeciwlotniczych rakiet małego zasięgu kierowanych radiolokacyjnie i w zakresie podczerwieni. Żywotność śmigłowców bojowych na współczesnym polu walki zależy od wyposażenia ich w indywidualne środki walki radioelektronicznej.

SP nie posiadają aktualnie śmigłowców bojowych. Śmigłowce bojowe typu Mi-24D i Mi-24W występują w lotnictwie Wojsk Lądowych.

W skład środków walki radioelektronicznej śmigłowców wchodzi stacja ostrzegania o opromieniowaniu SPO-15ŁE, urządzenie zakłóceń aktywnych w podczerwieni Ł-166W1AE oraz urządzenie zakłóceń pasywnych ASO-2W. Możliwości stacji SPO-10 i urządzenia ASO-2W zostały przedstawione wcześniej.

Urządzenie Ł-166W1AE przeznaczone jest do osłony śmigłowców bojowych przed pociskami rakietowymi samonaprowadzającymi się na źródło promieniowania podczerwonego. Podstawę urządzenia stanowi lampa wysyłająca impulsy zakłócające, powodujące zwiększenie błędu naprowadzania pocisku rakietowego na cel do około 20 - 30 m. W czasie lotu urządzenie może pracować nieprzerwanie przez dwie godziny. Pozwala to na ciągłą pracę urządzenia w rejonach przewidywanych działań zestawów przeciwlotniczych pocisków kierowanych na podczerwień.

Możliwości środków walki radioelektronicznej śmigłowców są ograniczone. Największą wadę stanowi brak odpowiedniej stacji ostrzegania o opromieniowaniu. Brak bieżącej informacji o środkach radioelektronicznych przeciwnika uniemożliwia racjonalne wykorzystanie urządzenia ASO-2W, a ilość dipoli przeciwradiolokacyjnych jest ograniczona i ich odpalenie nie powinno być przypadkowe.

Należy ocenić, że śmigłowce bojowe są dobrze zabezpieczone przed oddziaływaniem środków naprowadzanych na podczerwień. Natomiast osłona przed środkami radiolokacyjnymi jest niewystarczająca. Decyduje o tym przede wszystkim brak stacji zakłóceń aktywnych, brak dipoli przeciwradiolokacyjnych pokrywających cały zakres środków radioelektronicznych stosowanych w obronie powietrznej oraz możliwości stacji ostrzegania SPO-15ŁE.

2.1.2. Pokładowe środki rozpoznania radioelektronicznego

Nasze lotnictwo na dzień dzisiejszy praktycznie posiada ograniczone możliwości prowadzenia rozpoznania i to tylko w zakresie radiolokacyjnym. Powietrzne rozpoznanie radioelektroniczne w naszym lotnictwie prowadzą nieliczne samoloty Su-22M4, przystosowane do podwieszenia zasobnika KKR. Zasobnik posiada urządzenia odbiorcze do rozpoznania stacji radiolokacyjnych, w zakresie częstotliwości 970 - 17300 MHz.

Aparatura jednak jest przestarzała i nie zabezpiecza potrzeb współczesnego pola walki. Wyniki rozpoznania są rejestrowane na błonie fotograficznej i można je odczytać dopiero po około 8 godzinach od wylądowania samolotu. Ponadto odczytane parametry techniczne stacji radiolokacyjnych są przybliżone, a dokładność lokalizacji środków radioelektronicznych wynosi 20-30 km. Uzyskana informacja może więc być już nieaktualna, a w przypadku utraty samolotu w ogóle jej nie będzie.

Zasobnik KKR był do końca lat pięćdziesiątych podwieszany pod samolot Su-20. Po wycofaniu Su-20 z eksploatacji, przystosowano 5 samolotów Su-22M4 do podwieszania zasobników. Trzeba jednak powiedzieć, że zrobiono to głównie ze względu na rozpoznanie fotograficzne, które ten zasobnik może również prowadzić.

Biorąc pod uwagę możliwości rozpoznania radioelektronicznego, a przede wszystkim niedokładność i opóźnienie uzyskanej informacji należy stwierdzić, że lotnictwo nasze praktycznie pozbawione jest samolotów, które

przewodziłyby rozpoznanie radioelektroniczne na dostatecznym poziomie. Zasobniki typu „KKR” reprezentują technikę lat sześćdziesiątych.

Nie mamy również możliwości prowadzenia powietrznego rozpoznania radioelektronicznego w zakresie łączności radiowej UKF, co uniemożliwia rozpoznawanie naziemnych radiostacji UKF i pokładowych zamontowanych na samolotach wykonujących lot na małej wysokości. Wprawdzie w ramach prac badawczo-rozwojowych naszego lotnictwa realizowana jest koncepcja budowy śmigłowca rozpoznawczego na bazie „Sokoła”. Śmigłowiec ma prowadzić rozpoznanie w paśmie UKF i radiolokacyjnym w zakresie częstotliwości 20-18000 MHz. W tej chwili jeden egzemplarz śmigłowca jest w dyspozycji naszych SP, ale posiada on możliwość prowadzenia rozpoznania tylko w zakresie UKF. Perspektywa wyposażenia śmigłowca w środki rozpoznania pasma radiolokacyjnego ciągle się oddala. Trzeba jednak stwierdzić, że śmigłowiec może prowadzić rozpoznanie tylko znad własnego terytorium, co ogranicza jego możliwości.

2.2. Możliwości taktyczno-techniczne systemów walki radioelektronicznej lotnictwa rozwiniętych państw NATO

Pokładowe systemy walki radioelektronicznej rozwiniętych państw NATO znacznie różnią się, zarówno pod względem jakościowym jak i ilościowym, od systemów będących w dyspozycji naszego lotnictwa. Państwa NATO dysponują samolotami walki radioelektronicznej, a w systemy indywidualnej osłony radioelektronicznej wyposażony jest każdy bojowy statek powietrzny. Pełna integracja naszego lotnictwa z NATO wymaga zdecydowanych zmian w systemach walki radioelektronicznej naszego lotnictwa. Poniżej zostaną przedstawione wybrane przykłady systemów walki radioelektronicznej w lotnictwie innych państw, które powinny być wzorcem dla naszego lotnictwa.

2.2.1. Pokładowe systemy osłony indywidualnej statków powietrznych

Pokładowy system osłony indywidualnej tworzą urządzenia rozpoznawczo-ostrzegawcze, środki obezwładniania radioelektronicznego i kierowane rakiety przeciwradiolokacyjne.

Urządzenia rozpoznawczo-ostrzegawcze są podstawowym elementem systemu walki radioelektronicznej każdego bojowego statku powietrznego. Są one dla pilota wiarygodnym źródłem informacji o zagrożeniach ze strony obrony powietrznej przeciwnika. Urządzenia rozpoznawczo-ostrzegawcze mogą pracować w zakresie fal radiolokacyjnych i w paśmie optycznym.

Odbiorniki rozpoznawczo-ostrzegawcze sygnałów radiolokacyjnych

Rozpoznawczo-ostrzegawcze odbiorniki sygnałów radiolokacyjnych zamontowane na samolotach i śmigłowcach są przeznaczone do wykrywania i analizy sygnałów radiolokacyjnych oraz ostrzegania pilota o opromieniowaniu samolotu przez stacje radiolokacyjne obrony powietrznej i przeciwlotniczej. Urządzenia te pozwalają na identyfikację i lokalizację stacji radiolokacyjnych. Informacje te służą, między innymi, do wykonania odpowiedniego manewru, a połączenie odbiorników z aktywnymi i pasywnymi urządzeniami zakłócającymi pozwala na automatyczne ich uruchamianie w przypadku zagrożenia.

W wyposażeniu samolotów i śmigłowców rozpoznawczych, bojowych i specjalnych znajdują się głównie standardowe odbiorniki rozpoznawczo-ostrzegawcze: AN/ALR-45, AN/ALR-46, AN/ALR-68, AN/ALR-69, AN/ALR-78.

Odbiornik AN/ALR-45 jest stosowany głównie na samolotach EA-6B, F-14, A-4, A-6, A-7, DRAKEN. Służy do wykrywania i analizy sygnałów oraz do identyfikacji stacji radiolokacyjnych pracujących w paśmie 2 - 14 GHz.

Odbiornik AN/ALR-56 jest powszechnie stosowany na takich samolotach, jak A-10, F-4, RF-4, F-16. Służy do wykrywania i analizy sygnałów radiolokacyjnych stacji pracujących w paśmie 2 - 18 GHz. Odbiornik posiada możliwość jednoczesnego przeanalizowania sygnałów pochodzących

z 16 źródeł emisji. Parametry tych sygnałów mogą być na bieżąco wprowadzane do nadajnika zakłócającego, do układów samonaprowadzania pocisków przeciwradiolokacyjnych lub magazynowane w pamięci komputera.

Odbiornik AN/ALR-68 jest modyfikacją odbiornika AN/ALR-46 używaną przez siły powietrzne RFN. W odbiorniku zastosowano nowy komputer ATAC.

Odbiornik AN/ALR-69 stanowi zmodyfikowaną wersję odbiornika AN/ALR-46 i znajduje się na wyposażeniu samolotów A-10 i F-16. Modernizacja tego odbiornika polega na zastosowaniu dwóch dodatkowych układów odbiorczych, z których jeden służy do wykrywania i analizy sygnałów pochodzących od radiolokatorów samonaprowadzania pocisków przeciwlotniczych pracujących w paśmie niższych częstotliwości, a drugi realizuje podobne funkcje w paśmie wyższych częstotliwości oraz dodatkowo wykrywa sygnały radiolokacyjne na fali ciągłej i steruje pracą nadajnika zakłócającego. Odbiornik posiada pasmo częstotliwości 0,5 - 18 GHz, a także realizuje funkcje namierzania źródeł radiolokacyjnych pracujących na fali ciągłej w paśmie 0,5 - 2 GHz.

Do samolotów lotnictwa taktycznego RFN produkowany jest odbiornik rozpoznawczo-ostrzegawczy AN/ALR-66VE. Służy on do wykrywania i analizy sygnałów stacji radiolokacyjnych impulsowych, impulsowo-dopplerowskich i pracujących na fali ciągłej w paśmie 2 - 20 GHz. W pamięci komputera można zapisać parametry 100 stacji radiolokacyjnych, a na wskaźniku mogą być jednocześnie zobrazowane dane 15 stacji radiolokacyjnych.

Przegląd możliwości odbiorników ostrzegawczych zakresu radiolokacyjnego innych państw, wykazuje jak bardzo różnią się nasze środki. Trudno porównywać rozwiązania techniczne, ale nawet zakresy częstotliwości pracy różnią się znacznie (tabela 3).

Tabela 3

Charakterystyka typowych odbiorników
rozpoznawczo-ostrzegawczych zakresu radiolokacyjnego

Typ urządzenia	Zakres częstotliwości (GHz)	Dokładność pomiaru azymutu	Typ samolotu (śmigłowca)
AN/ALR-46	2 - 20	$\pm 10^\circ$	F-16, A-10, F-4C/D, RF-4C
AN/ALR-66	0,5 - 18	$\pm 15^\circ$	F-16, F-18, EA-6B
AN/ALR-68	0,5 - 18	$\pm 10^\circ$	Samoloty SP RFN
AN/ALR-69	2 - 40	$\pm 5^\circ$	A-10, F-16
SPO-10	7,5 - 16,6	$\pm 45^\circ$	MiG-21,
SPO-15ŁE	4,4 - 10,3	$\pm 10^\circ$	Su-22M4, MiG-29, Mi-24

Odbiorniki ostrzegawcze pracujące w podczerwieni i laserowe

Odbiorniki ostrzegawcze pracujące w podczerwieni i laserowe służą do wykrywania bezpośredniego zagrożenia pociskami raketowymi przeciwnika własnych środków walki. Umożliwiają one załogom samolotów i śmigłowców przeprowadzenie manewru, rozpoczęcie zakłóceń lub wprowadzenie w błąd, w celu spowodowania zmiany trasy lotu pocisku raketowego.

Na samolotach bojowych i śmigłowcach sił powietrznych NATO szeroko są stosowane odbiorniki ostrzegawcze pracujące w podczerwieni. Natomiast laserowe odbiorniki ostrzegawcze są wprowadzane w ostatnich latach.

Odbiorniki ostrzegawcze pracujące w podczerwieni wykrywają promieniowanie podczerwone gazów wylotowych przeciwlotniczych pocisków raketowych na odległość do 20 km i informują załogę samolotu lub śmigłowca o zagrożeniu, podając jego kierunek. Załogi uruchamiają wówczas urządzenia odpalające specjalne ładunki emitujące fale podczerwone lub aktywne urządzenia zakłócające. Środki te stają się celami dla przeciwlotniczych pocisków raketowych, sterowanych układami naprowadzania na podczerwień,

lub oślepiają ich układy naprowadzania, przez co pocisk w końcowej fazie lotu nie jest kierowany.

W wyposażeniu lotnictwa NATO znajduje się kilka typów pokładowych odbiorników ostrzegawczych pracujących w podczerwieni (tabela 4). Odbiorniki te uruchamiają większość urządzeń zakłócających i środków mylenia układów naprowadzania na podczerwień.

Tabela 4

Charakterystyka typowych
odbiorników ostrzegawczych zakresu podczerwieni

Typ urządzenia	Sektor obserwacji	Typ samolotu (śmigłowca)
AN/AAR-34	Tylna półsfera (140° w azymucie)	F-4, F-15, F-16,
AN/AAR-38	360°	AH-1, UH-1
AN-AAR-44	Dolna półsfera	Samoloty i śmigłowce SP USA

AN/AAR-34 i *AN/ALR-23* - odbiorniki ostrzegawcze pracujące w podczerwieni, znajdują się w wyposażeniu samolotów F-16 i B-52 amerykańskich sił powietrznych. Wykrywają one przeciwlotnicze pociski rakietowe przeciwnika w tylnej półsferze. Część detekcyjna znajduje się w tylnej części kadłuba lub w górnej części stabilizatora pionowego, natomiast pozostałe części, łącznie z pulpitem sterowania, w kabinie pilota. Odbiorniki wykrywają promieniowanie cieplne w paśmie od 3 do 15 mikronów. Kąt widzenia w płaszczyźnie poziomej wynosi 140°, a w pionowej - od +60° do -40°. Na ekranie wskaźnika sygnalizowany jest sektor, w którym znajduje się źródło promieniowania, a pilot jest ostrzegany sygnałem akustycznym. Równocześnie automatycznie są uruchamiane odpowiednie urządzenia zakłócające.

AN/AAR-38 - odbiornik ostrzegawczy pracujący w podczerwieni instalowany jest na amerykańskich śmigłowcach AH-1 i UH-1 do wykrywania przeciwlotniczych pocisków rakietowych w dolnej półsferze. Obrótowy element detekcyjny odbiornika, umieszczony w dolnej części kadłuba śmigłowca, umożliwia wykrywanie promieniowania w zakresie 360°. Odbiornik wykrywa zagrożenie i ostrzega załogę, wskazując kierunek źródła promieniowania oraz automatycznie uruchamia urządzenia zakłócające.

AN/AAR-44 - odbiornik ostrzegawczy pracujący w podczerwieni stosowany jest na samolotach i śmigłowcach amerykańskich sił powietrznych do wykrywania pocisków rakietowych w dolnej półsferze. Część detekcyjna odbiornika jest umieszczona w dolnej części kadłuba samolotu lub śmigłowca. Odbiornik wykrywa rodzaj i kierunek zagrożenia, ostrzega załogę i automatycznie uruchamia urządzenia zakłócające.

Laserowe odbiorniki ostrzegawcze wykrywają promieniowanie widzialne i podczerwone dalmierzy i oświetlaczy laserowych. Ostrzegają one załogę samolotu lub śmigłowca o opromieniowaniu wiązką laserową, z podaniem kierunku źródła opromieniowania i automatycznie uruchamiają urządzenia odpalające świece dymne, które w kilka sekund zakrywają cel obłokiem dymu. W państwach NATO w odbiorniki tego typu wyposaża się głównie śmigłowce (tabela 5).

AN/AVS-2 - odbiornik ostrzegawczy o opromieniowaniu wiązką laserową, stosowany jest na śmigłowcach OH-58 i AH-1S. Odbiornik ten ma dwa elementy detekcyjne i kompilator. Elementy detekcyjne, które dostosowano do długości fali, na jakiej pracują współczesne urządzenia laserowe, są umieszczone po obu stronach kadłuba śmigłowca, co umożliwia odbiór sygnałów w płaszczyźnie poziomej w zakresie 360°. Kompilator przekształca sygnały analogowe z detektorów do postaci cyfrowej i przekształca je na umieszczony w kabinie pilota wskaźnik opromieniowania. Wskaźnik ten, wspólny dla urządzeń ostrzegawczych o opromieniowaniu wiązką laserową i radiolokacyjną, informuje załogę o kierunku, z którego zagraża niebezpieczeństwo.

Tabela 5

Charakterystyka laserowych odbiorników ostrzegawczych

Typ urządzenia	Sektor obserwacji	Typ samolotu (śmigłowca)
AN/AVS-2	360°	OH-58, AH-1S
AN/AVR-2	360°	AH-64A Apache, OH-58
AN/AAR-47	360°	AH-1, UH-1, OV-10

AN/AAR-47 - urządzenie ostrzegające pilota przed przeciwlotniczymi pociskami raketowymi i pociskami klasy "powietrze-powietrze" przeciwnika. Wykrywa zarówno promieniowanie cieplne jak i laserowe. Urządzenie działa na zasadzie elektrooptycznego wykrywania płomienia gazów wylotowych pocisku raketowego. Informacja o wykryciu pocisku raketowego jest przekazywana do kabiny pilota w postaci wizualnego lub akustycznego sygnału alarmowego na 2 - 4 sekundy przed spotkaniem rakiety z samolotem. Jest to optymalny czas potrzebny na wykonanie przez pilota skutecznego manewru przeciwraketowego. Sygnał alarmowy jest także przekazywany do wyrzutni dipoli przeciwradiolokacyjnych i termicznych imitatorów celu.

Urządzenie może również określić skuteczność (poprzez określenie jaskrawości świecenia) działania termicznych imitatorów celu i w razie konieczności wyrzucić następne. Czas trwania wszystkich czynności, tj. wyrzucenia imitatorów, oceny skuteczności ich działania i ewentualnego powtórnego wyrzucenia imitatorów nie przekracza jednej sekundy.

Urządzenie ostrzegawcze AN/AAR-47 jest wyposażone w 4 czujniki elektrooptyczne z selekcją widma częstotliwości, co redukuje ilość informacji przekazywanych do bloku centralnego procesora, a tym samym zmniejsza

prawdopodobieństwo powstania fałszywego alarmu, szczególnie podczas występowania silnych zakłóceń radioelektronicznych. Poprzez porównywanie sygnałów odbieranych z każdego czujnika możliwa jest ocena, czy wykryty pocisk raketowy jest mały i odpalony z bliskiej odległości, czy duży i odpalony z dużej odległości.

Urządzenie AN/AAR-47 występuje na amerykańskich śmigłowcach sił morskich CH-53, CH-46, AH-1, UH-1, OV-10, SH-2 i V-22.

Urządzenia zakłócające systemy radiolokacyjne

Urządzenia przeznaczone do zakłóceń systemów radiolokacyjnych dzielą się na urządzenia zakłóceń aktywnych i pasywnych.

Biorąc pod uwagę oddziaływanie na stacje radiolokacyjne urządzenia zakłóceń aktywnych można podzielić na trzy grupy:

1. urządzenia zakłóceń maskujących, wytwarzające silne szumowe sygnały na wejściu odbiorników stacji radiolokacyjnych utrudniające operatorowi wykrycie celu lub pomiar jego współrzędnych;

2. urządzenia zakłóceń imitacyjnych (dezinformacyjnych lub zwodzących), wytwarzające sygnały o strukturze podobnej do sygnału użytecznego, co utrudnia lub wręcz uniemożliwia identyfikację sygnału użytecznego;

3. urządzenia zakłóceń kombinowanych, mogące wytwarzać zarówno zakłócenia maskujące jak i imitujące.

Ze względu na szerokość zakłócanego widma - zakłócenia maskujące dzielą się na szerokopasmowe (zaporowe) i wąskopasmowe oraz z przestrajaniem (dewiacyjne).

Zakłócenia szerokopasmowe (zaporowe) wytwarzane są w szerokim zakresie częstotliwości, pokrywającym zakres częstotliwości pracy stacji radiolokacyjnej danego typu. Zakłócenia tego rodzaju nie wymagają dokładnej znajomości częstotliwości roboczych stacji radiolokacyjnych. Szerokość widma zakłóceń szerokopasmowych współczesnych urządzeń zakłócających wynosi od ± 5 do 10 % wartości częstotliwości nośnej.

Zakłócenia wąskopasmowe wytwarzane są w wąskim zakresie częstotliwości wynoszącym do 1 % wartości częstotliwości nośnej. W tym przypadku do zakłócania jednej stacji radiolokacyjnej wykorzystana jest niemal cała moc wyjściowa nadajnika zakłócającego. Zakłócenie tego typu wymaga dokładnej znajomości częstotliwości roboczych stacji radiolokacyjnych.

Zakłócenia z przestrajaniem (dewiacyjne) łączą zalety zakłóceń szeroko i wąskopasmowych. Polegają na tym, że nadajnik zakłócający przestrajany jest periodycznie wewnątrz określonego pasma. Zaletą tego sposobu zakłócania jest uzyskiwanie dużej mocy sygnałów zakłócających w szerokim paśmie częstotliwości. Zakłócenia te stosuje się zamiast zakłóceń szerokopasmowych przeciwko stacjom radiolokacyjnym pracującym z szybką zmianą częstotliwości roboczych jak również przeciwko dużej liczbie pracujących jednocześnie stacji radiolokacyjnych.

Biorąc pod uwagę sposób oddziaływania na stację radiolokacyjną, impulsowe zakłócenia dzielą się na: zakłócenia powodujące błędny pomiar odległości; zakłócenia powodujące błędny pomiar prędkości oraz zakłócenia powodujące błędny pomiar współrzędnych kątowych.

Przy stosowaniu zakłóceń powodujących błędny pomiar odległości w odpowiedzi na każdy impuls stacji radiolokacyjnej wysyłany jest impuls ze stałym, wzrastającym opóźnieniem w czasie. Na skutek tego, że amplituda sygnałów zakłócających jest o wiele wyższa od amplitudy sygnału użytecznego układ pomiaru odległości przejmie śledzenie sygnału zakłócającego.

Podczas stosowania zakłóceń powodujących błędny pomiar prędkości sygnały zakłócające wysyłane są ze stałym lub zmieniającym się płynnie w czasie przesunięciem w częstotliwości, w stosunku do częstotliwości nośnej zakłócaniej stacji radiolokacyjnej. W wyniku śledzenia sygnału zakłócającego, przestaje być śledzony cel realny, a układ śledzenia stacji radiolokacyjnej przechodzi okresowo w reżim poszukiwania w częstotliwości.

Przy zakłóceniach powodujących błędny pomiar współrzędnych kątowych celu, wykorzystuje się różne rodzaje modulacji sygnału zakłócającego w zależności od sposobów pracy układów automatycznego śledzenia współrzędnych kątowych.

Przegląd urządzeń zakłóceń aktywnych występujących w lotnictwie NATO wykazał, że praca większości z nich jest w pełni zautomatyzowana. Dostrojenie nadajnika do odpowiedniej częstotliwości, zorientowanie systemu antenowego, wybór rodzaju modulacji, włączenie zakłóceń przeciwko stacjom radiolokacyjnym stanowiącym największe zagrożenie dla samolotu, ocenę pracy poszczególnych bloków i węzłów, współdziałanie wszystkich elementów urządzenia zabezpiecza komputer pokładowy. Umożliwia on również automatyczną regulację intensywności zakłóceń i czasokresu pracy nadajników zakłóceń w dowolnym podzakresie częstotliwości i w dowolnym kierunku.

Moc zakłóceń współczesnych urządzeń zakłócających dochodzi do 100-400 W przy pracy z falą ciągłą i do 2000 W przy pracy impulsowej.

Modułowa budowa urządzeń zakłóceń aktywnych pozwala tworzyć odpowiednie zestawy, które umieszcza się najczęściej w podwieszanych zasobnikach lotniczych. Specjaliści wojskowi państw zachodnich wskazują na wiele zalet stosowania zasobników, a mianowicie:

- niewielka masa i wymiary sprzętu, które umożliwiają ich łatwe rozmieszczenie wewnątrz zasobnika;
- wykorzystanie standardowych zasobników przystosowanych do podwieszania na samolotach różnych typów;
- możliwość wcześniejszego przygotowania zestawu, odpowiadającego sytuacji taktycznej;
- uniezależnienie eksploatacji zasobników od napraw i konserwacji samolotów;
- zmniejszenie wpływu funkcjonowania urządzeń zakłócających na urządzenia pokładowe, wynikające ze zwiększenia odległości między nimi.

Zasadnicze wady zasobników to:

- konieczność ich wymiany w zależności od wykonywanego zadania;
- naruszenie właściwości aerodynamicznych samolotu;
- zajęcie węzłów podwieszania uzbrojenia samolotu.

Nadajniki zakłóceń aktywnych są podstawowym środkiem walki radioelektronicznej i posiada je prawie każdy samolot i śmigłowiec bojowy w państwach NATO. Podstawowe parametry taktyczno-techniczne urządzeń zakłóceń aktywnych przedstawia tabela 6. Możliwości naszej jedynej stacji zakłóceń SPS-141MWGE zdecydowanie odbiegają i trudno ją w ogóle porównywać.

Pasywne urządzenia zakłóceń radiolokacyjnych służą do wyrzucania dipoli odbijających, wykonanych najczęściej z bardzo cienkich pasków folii metalowej lub metalizowanych włókien szklanych. Umieszczone są one w specjalnych paczkach. W jednej paczce może znajdować się 10^4 do 10^5 dipoli. Dipole odbijają wiązkę promieniowania stacji radiolokacyjnych tworząc na ich wskaźnikach fałszywe cele. W ten sposób mogą maskować śledzone obiekty, albo imitować obiekty nie istniejące, utrudniając lub wręcz uniemożliwiając wykrycie i śledzenie rzeczywistych celów.

Dipole odbijające zakłócają tylko ściśle określone, bardzo wąskie pasmo częstotliwości, a ich długość musi odpowiadać długości fali zakłócanej stacji. Urządzenia do wyrzucania dipoli posiadają wszystkie bojowe statki powietrzne państw NATO. Mogą one być montowane na płatowcu lub umieszczane w podwieszanych zasobnikach. Najczęściej spotykane urządzenia to: AN/ALE-24, AN/ALE-27, AN/ALE-38, AN/ALE-40, AN/ALE-41.

AN/ALE-24 - urządzenie składa się z ośmiu pięciokanałowych elektromechanicznych rozrzutników, każdy o wydajności po 10 paczek dipoli na sekundę. Urządzenie to może rozrzucać także termiczne imitatory celu. Wchodzi ono w skład wyposażenia samolotów B-52 (na każdym skrzydle po 4 rozrzutniki).

Tabela 6

Podstawowe parametry urządzeń zakłóceń aktywnych
systemów radiolokacyjnych

Typ urządzenia	Zakres częstotliwości (GHz)	Rodzaj zakłóceń	Moc zakłóceń <u>impulsowe</u> szumowe	Liczba nadajników	Nosiciel
AN/ALQ-100	1,12 - 8,2	impulsowe szumowe	<u>1000</u> 50	4	F-14, F-18 A-6, A-7, A-10
AN/ALQ-119	2 - 8,2	impulsowe szumowe	<u>600</u> 200	5	F-4, F-15, F-16 A-7, A-10
AN/ALQ-126	2 - 18	impulsowe szumowe	<u>1000</u> 200	8	A-6, A-7, F-14 F/A-18, EA-6B
AN/ALQ-131	2,5 - 18	impulsowe szumowe	<u>1000</u> 400	8	F-4, F-15, F-16 A-10, A-7
AN/ALQ-165	0,7 - 18	impulsowe szumowe	<u>2000</u> 200	3	F-14, F/A-18
SPS-141 MWGE	8,3 - 10,3	impulsowe szumowe	<u>15</u> 10	1	Su-22M4

AN/ALE-27 - urządzenie składa się z ośmiu elektromechanicznych rozrzutników każdy o wydajności po 10 paczek dipoli na sekundę. Wchodzi ono w skład wyposażenia samolotów B-52 (po 4 po obu bokach ogonowej części kadłuba).

AN/ALE-40 - urządzenie wchodzi w skład wyposażenia samolotów A-10, F-16, F-4, A-7.

AN/ALE-38 i 41 - urządzenia te są przeznaczone do stosowania zakłóceń pasywnych. Umieszczone są w podwieszanych zasobnikach umożliwiających rozrzucenie od 140 do 180 kg folii aluminiowej lub metalizowanego włókna szklanego. Zasobnik zawiera sześć 25-kg kaset. Szybkość odwijania folii jest regulowana z kabiny pilota. Taśma cięta jest na paski, których długość zależna jest od częstotliwości pracy zakłócanych stacji radiolokacyjnych. Urządzenia AN/ALE-38 i 41 włączane są automatycznie przez urządzenie ostrzegawcze. Wchodzą one w wyposażenie samolotów specjalnych, takich jak np. EA-6B.

Urządzenia zakłócające pracujące w podczerwieni

Urządzenia te należą do aktywnych środków przeciwdziałania radioelektronicznego. Ich zadaniem jest ochrona samolotów i śmigłowców przed pociskami rakietowymi z układami naprowadzania pracującymi w podczerwieni. Na wyposażeniu statków powietrznych znajdują się dwa rodzaje tych środków - zakłócające i mylące.

Środki zakłócające oślepiają impulsami promieniowania podczerwonego o dużym natężeniu układy naprowadzania pocisków rakietowych, uniemożliwiając im trafienie w cel. Mogą być zamontowane na stałe lub podwieszane w specjalnych zasobnikach. Są to urządzenia wielokrotnego użytku. Źródłem promieniowania zakłócającego są lampy błyskowe wypełnione gazami szlachetnymi.

Środki mylące wytwarzają w pobliżu samolotu lub śmigłowca fałszywe cele, które "ściągają na siebie" układy kierowania pocisków naprowadzających się na podczerwień. Do tych środków należą naboje z mieszkanką łatwopalną (flary), wystrzeliwane ze specjalnych urządzeń. Zazwyczaj mogą być one wystrzeliwane z tych samych urządzeń co dipole służące do zakłócania

sygnałów radiolokacyjnych. Mieszanka łatwopalna spala się w odległości od 50 do 200 m od chronionego statku powietrznego w czasie kilku sekund.

Przegląd wyposażenia statków powietrznych państw NATO wykazał, że prawie każdy śmigłowiec bojowy posiada urządzenie zakłócające impulsami promieniowania podczerwonego. Tego typu urządzenia można spotkać też na samolotach, ale głównie lotnictwa wojsk lądowych. Natomiast prawie każdy bojowy statek powietrzny posiada możliwość wyrzucania mylących naboju termicznych, odpalanych zazwyczaj z tych samych urządzeń co dipole radiolokacyjne (tabela 7). Skuteczność tych środków uwarunkowana jest spalaniem kilkunastu termicznych imitatorów celu w niewielkiej odległości od samolotu. Po ich spaleniu wytwarza się temperatura rzędu 2000⁰ zbliżona do temperatury spalania paliwa.

Tabela 7

Parametry wyrzutni dipoli przeciwradiolokacyjnych
i pułapek na podczerwień

Typ urządzenia	Rodzaj i liczba ładunków	Nosiciel
AN/ALE-39	60 paczek dipoli RR-129 i RR-144 lub 60 flar Mk-46 i 47	F-4, F-14, F-18 A-4, A-6, A-7
AN/ALE-40/V	30 paczek dipoli RR-170 lub 15 flar MJU-71B	F-4, F-5, F-16
M-130	30 paczek dipoli RR-170 lub 30 flar M-206JR	Samoloty i śmigłowce sił lądowych

Do najczęściej spotykanych urządzeń wytwarzających zakłócenia w podczerwieni należy zaliczyć: AN/ALQ-132 (znajduje się na wyposażeniu samolotów sił lądowych OV-10, A-10, C-130 i OV-1D), AN/ALQ-147 (znajduje się na wyposażeniu samolotów OV-1D i RV-1D), AN/ALQ-144 (znajduje się na wyposażeniu śmigłowców AH-64A APACHE, OH-58, AH-1S, UH-60A). W urządzeniach tych źródłem promieniowania najczęściej są lampy parowo-cezowe lub łukowo-ksenonowe.

Rakiety przeciwradiolokacyjne

Kierowane rakiety przeciwradiolokacyjne są jednym z głównych środków przeznaczonych do niszczenia celów emitujących energię elektromagnetyczną, w tym przede wszystkim stacji radiolokacyjnych. Ich zaletą jest to, że powodują one nie tylko czasową przerwę w pracy stacji radiolokacyjnej, jak to ma miejsce w przypadku zastosowania środków zakłóceń, lecz prowadzą do jej zniszczenia lub znacznego uszkodzenia, co wymaga wymiany albo długotrwałej naprawy stacji. Rakiety te są wyposażone w bierne układy kierowania, które uniemożliwiają dokładne naprowadzanie na źródło promieniowania energii elektromagnetycznej.

Rakiety przeciwradiolokacyjne można zaliczyć zarówno do indywidualnych środków WRE bo osłaniają konkretny samolot, jak i do środków osłony grupowej. Zniszczenie stacji radiolokacyjnej pozwala bowiem na bezpieczny przelot nad danym zestawem rakietowym całej grupy uderzeniowej. W rakietowe pociski przeciwradiolokacyjne mogą być wyposażone wszystkie rodzaje lotnictwa. W państwach NATO w pociski te wyposażona jest większość samolotów i śmigłowców. Najczęściej stosowane są trzy typy pocisków radiolokacyjnych, a mianowicie: SHRIKE AGM-45, STANDARD ARM-AGM-78 i HARM AGM-88.

Pocisk SHRIKE AGM-45 zbudowany został na początku lat 60-tych. W głowicy samonaprowadzania pocisku nie przewidziano możliwości przestrajania częstotliwości po podwieszeniu pocisku na samolocie nosicielu. Dlatego też może on być użyty tylko przeciwko stacji radiolokacyjnej

pracującej w określonym przed startem, zakresie częstotliwości. Dla pocisku SHRIKE opracowano 13 wariantów głowic samonaprowadzania pokrywających następujące zakresy częstotliwości 390 - 1550 MHz, 2500 - 3200 MHz i 3900 - 5200 MHz. Samoloty uzbrojone w pociski SHRIKE wykonują lot nurkowy w kierunku stacji radiolokacyjnej z odległości 25 - 35 km. Układ samonaprowadzania pocisku jest dostrajany na odcinku 10 - 15 km do częstotliwości atakowanej stacji radiolokacyjnej, a w odległości 15 - 20 km od celu odpalany jest pocisk. Pocisk może być uzbrojony w odłamkowo-burzącą lub sygnalizacyjną głowicę bojową, wybuch której powoduje zapalnik niekontaktowy 2 - 4 m nad powierzchnią ziemi. Przy wybuchu głowicy odłamkowo-burzącej tworzy się około 20.000 odłamków. Kąt ich rozrzutu wynosi 40° , a promień rażenia około 15 m (siły żywej - 60 - 100 m). Głowica sygnałowa wypełniona jest białym fosforem. W momencie jej wybuchu tworzy się biały obłok sygnalizujący miejsce uderzenia innym samolotom uderzeniowym. Dokładność rażenia rakiety wynosi 9 m.

Wykrywanie sygnałów naziemnych stacji radiolokacyjnych i określenie kierunku na promieniujące źródło realizowane jest za pomocą aparatury pokładowej samolotu nosiciela, w skład której wchodzi maszyna cyfrowa i urządzenie odbiorczo-rozpoznawcze, np. AN/APR-37. Proces naprowadzania odbywa się w następujący sposób: antena urządzenia odbiorczego pocisku odbiera sygnał od promieniującego źródła, który jest następnie porównywany z napięciem odniesienia. W rezultacie porównania wypracowany jest sygnał błędu, wprost proporcjonalny do wielkości odchylenia pocisku od kursu. Sygnał błędu podawany jest do układu sterowania lotem pocisku.

Rakiety SHRIKE stosowane były szeroko podczas wojny w Wietnamie i na bliskim wschodzie. Rakiety odpalane były najczęściej z wysokości 2500 - 3500 m, przy tym zasięg strzelania wynosił około 15 km. Rakiety były również używane w ograniczonym zakresie przez siły powietrzne Wielkiej Brytanii podczas wojny o Falklandy. Okazało się, że mają one jednak małą efektywność. Za największą wadę rakiety uważa się zawczasu strojoną głowicę samonaprowadzania, co nie daje możliwości użycia jej przeciwko nie

zaplanowanym celom. Ponadto wadą rakiety jest brak możliwości jej naprowadzania na stację radiolokacyjną jeżeli przerwała ona pracę oraz mała dokładność trafienia w cel.

Pocisk STANDARD ARM-AGM-78 jest bardziej efektywną rakieta przeciwradiolokacyjną. Zbudowano dla niej kilka wariantów szerokopasmowych głowic samonaprowadzania pokrywających następujące pasma częstotliwości: 1,5 - 5,2 GHz; 5 - 6 GHz; 5,9 - 10,9 GHz.

W głowicy samonaprowadzania znajduje się aparatura zabezpieczająca zapamiętanie współrzędnych celu, co daje możliwość kontynuowania naprowadzania rakiety również po wyłączeniu stacji radiolokacyjnej. Rakieta ma głowicę bojową o dużej mocy, wybuch której powoduje zapalnik kontaktowy lub niekontaktowy. Największą skuteczność rażenia uzyskuje się przy wybuchu głowicy 15 - 20 m nad ziemią. Promień rozrzutu odłamków głowicy wynosi 600 m, promień rażenia sprzętu bojowego 100 - 150 m, a siły żywej do 500 m. Dokładność trafienia rakiety w cel wynosi 9 m.

W głowicy bojowej znajduje się również ładunek sygnalizacyjny, po wybuchu którego wytwarza się obłok białego dymu, stanowiący punkt orientacyjny dla innych samolotów uderzeniowych.

Przechwycenie celu przez głowicę samonaprowadzania następuje jeszcze przed odpaleniem pocisku. Po odpaleniu pocisk naprowadza się automatycznie na pracującą RLS. W wypadku wyłączenia się stacji radiolokacyjnej pocisk kontynuuje lot według założonego programu. Maksymalny zasięg pocisku wynosi 50 km, praktyczny - 25 km. Pocisk ten jest wypierany stopniowo z uzbrojenia przez ракеты przeciwradiolokacyjne HARM.

Rakieta przeciwradiolokacyjna HARM AGM-88 przeznaczona jest do zwalczania wszystkich typów stacji radiolokacyjnych systemu obrony powietrznej. HARM w porównaniu ze swoimi poprzedniczkami jest bronią uniwersalną, która może być stosowana przeciwko różnym typom stacji radiolokacyjnych, w tym również pracujących na fali ciągłej. Głowica może być programowana na znacznie szersze pasma częstotliwości tj. 3, 5, 25 i 50 cm przy pracy impulsowej oraz 3, 5 i 10 cm przy pracy na fali ciągłej.

Rakieta HARM w porównaniu z poprzednimi typami rakiet przeciwradiolokacyjnych ma również większą prędkość, manewrowość i bardziej efektywną głowicę bojową. Może ona dokonywać szybkich zwrotów jeszcze na 5 - 8 km przed celem, a nie jak poprzednie rakiety - 9 - 13 km. Mała efektywna powierzchnia odbicia utrudnia jej wykrycie. Rakieta ma odłamkowo-burzącą głowicę bojową o dużej sile rażenia, wybuch której powoduje zapalnik laserowy. Przewidziano kilka sposobów użycia rakiety przeciwradiolokacyjnej HARM. Jeżeli znany jest wcześniej typ stacji radiolokacyjnej i rejon jej dyslokacji, pilot za pomocą urządzenia rozpoznawczo-ostrzegawczego prowadzi jej poszukiwanie, a po uchwyceniu celu przez głowicę samonaprowadzania rakiety HARM następuje jej odpalenie. W tym wypadku zasięg rakiety nie przekracza praktycznie 18,5 km. Możliwe jest również odpalenie rakiety przeciwko wcześniej rozpoznanemu celowi bez konieczności jego uchwycenia przez głowicę samonaprowadzania przed odpaleniem. W tym przypadku może być ona użyta z odległości do 70 km. Po odpaleniu rakieta leci w kierunku celu, prowadząc jego poszukiwanie. Gdy jednak cel nie zostanie uchwyciony następuje jej samolikwidacja. Rakiety HARM znajdują się na uzbrojeniu samolotów EA-6B, F-14, F-16, F/A-18 oraz TORNADO.

Rakieta przeciwradiolokacyjna ALARM przeznaczona jest do zwalczania stacji radiolokacyjnych systemów kierowania ogniem artylerii i rakiet przeciwlotniczych. Przewiduje się dwa sposoby użycia rakiety ALARM.

W pierwszym - odpalenie rakiety odbywa się z samolotu - nosiciela wykonującego lot na małych wysokościach z odległości około 40 km od celu. Po odpaleniu rakieta, w zależności od programu nabiera przewidzianą wysokość, przechodzi do lotu poziomego i kieruje się na cel. W czasie lotu po wyznaczonym torze odbierane przez głowicę samonaprowadzającą sygnały porównywane są z sygnałami wzorcowymi. Po uchwyceniu sygnału przychodzącego od RLS rozpoczyna się proces samonaprowadzania rakiety. Jeżeli rakieta nie uchwyci sygnałów stacji radiolokacyjnej stanowiącej cel, to zgodnie z programem nabiera wysokości do około 12.000 m, po osiągnięciu

której, wyłącza się silnik i otwiera spadochron. W czasie opadania rakiety na spadochronie głowica samonaprowadzania prowadzi poszukiwanie sygnałów promieniujących stacji radiolokacyjnych. Po ich uchwyceniu spadochron zostaje odstrzelony, a rakieta leci lotem ślizgowym w kierunku celu.

W drugim sposobie - głowica samonaprowadzania otrzymuje dane z aparatury pokładowej samolotu, przechwytuje cel i dopiero wtedy następuje odpalenie rakiety i naprowadzenie jej na cel wybrany przez załogę samolotu. W tym wypadku rakieta ma zasięg około 20 km. Rakieta ALARM może być przenoszona przez samoloty TORNADO GR.Mk.1 sił powietrznych Wielkiej Brytanii.

2.2.2. Samoloty walki radioelektronicznej

Środki powietrzne przystosowane wyłącznie do prowadzenia walki radioelektronicznej to standardowe samoloty bojowe (śmigłowce) wyposażone w specjalne zestawy radioelektroniczne. Możliwości samolotów WRE przedstawię na przykładzie samolotów EA-6B, EC-130H i RC-130.

EA-6B "PROWLER" przeznaczony jest do przykrycia zakłóceniami radioelektronicznymi samolotów uderzeniowych lotnictwa pokładowego i piechoty morskiej oraz do osłony okrętów przed kierowanymi pociskami raketowymi. Samoloty tego typu mogą być również użyte do prowadzenia wstępnego rozpoznania radiotechnicznego.

W skład urządzeń walki radioelektronicznej tego samolotu wchodzi: odbiornik rozpoznawczy typu AN/ALR-62, stacja zakłóceń aktywnych AN/ALQ-99D (5 kontenerów po dwa nadajniki w każdym), stacja zakłóceń aktywnych osłony indywidualnej AN/ALQ-131, urządzenie typu AN/ALE-40 do wyrzucenia dipoli i flar oraz stacja rozpoznania w podczerwieni typu AN/AAS-28.

Samolot prowadzi wykrywanie, analizowanie i zakłócanie sygnałów nadawanych w paśmie 30 MHz do 10.000 MHz. Moc nadajnika zakłócającego wynosi około 1 kW.

Samoloty EA-6B działają w strefach patrolowania znajdujących się poza zasięgiem naziemnych środków ogniowych przeciwnika. W takiej strefie będą działały jednocześnie 2 - 3 samoloty EA-6B.

EC-130H "COMPAS CALL" jest to samolot transportowy CH-130H w wersji specjalnej, przeznaczony do zakłócania środków łączności radiowej i radioliniowej, pracujących w sieciach kierowania i dowodzenia systemów obrony powietrznej. Samolot wykrywa, analizuje i zakłóca sygnały nadawane w paśmie częstotliwości 20 - 1000 MHz. Moc zakłóceń wynosi 5 - 10 kW.

Samolot działa z głębi własnego terytorium w ścisłym współdziałaniu z naziemnymi środkami walki radioelektronicznej. Maksymalny zasięg zakłócania podczas lotu na wysokości 8000 m wynosi blisko 350 km, czas lotu 8 - 10 godzin przy prędkości 450 - 580 km/h.

RC-130 "HERCULES" jest to samolot transportowy C-130 w wersji przystosowanej do prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego i zakłócania stacji radiolokacyjnych systemu obrony powietrznej przeciwnika, a także do prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego, fotograficznego i w podczerwieni.

Do prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego samolot został wyposażony w automatyczny zestaw AN/ALQ-125 TEREK, który umożliwia wykrywanie, analizowanie i identyfikowanie sygnałów w paśmie 100-18.000 MHz. Stosowane na tym samolocie urządzenia zakłócające AN/ALQ-101 i AN/ALQ-119 umożliwiają zakłócanie szumowe i mylące w paśmie 0,5-20 GHz. Samolot lata na wysokościach do 8000 m z prędkością do 580 km/h, jego taktyczny promień działania wynosi 1600 km.

2.2.3. Urządzenia zakłócające jednorazowego użytku

W zakresie środków walki radioelektronicznej duże znaczenie zachodni specjaliści wojskowi przypisują nadajnikom zakłócającym jednorazowego

użytku. Przeznaczone są one do zakłócania pracy zarówno środków łączności jak i radiolokacyjnych.

W rejon zakłócanego obiektu nadajniki takie mogą być dostarczane za pomocą pilotowanych i bezpilotowych samolotów i rakiet, pocisków artyleryjskich, bomb kierowanych, balonów oraz przez grupy dywersyjno-rozpoznawcze. Uważa się, że za pomocą takich nadajników można wytwarzać zakłócenia o dostatecznie dużej gęstości. Nadajniki jednorazowego użytku mogą bardzo skutecznie zakłócać pracę środków radioelektronicznych, nie zakłócając jednocześnie pracy własnych środków. Ponieważ nadajniki zakłóceń jednorazowego użytku będą zrzucone w bezpośredniej bliskości zakłócanych celów, ich sumaryczny potencjał energetyczny może być znacznie mniejszy od potencjału energetycznego nadajników znajdujących się na pokładach samolotów pilotowanych.

Pierwsze nadajniki jednorazowego użytku składały się faktycznie tylko z generatora wielkiej częstotliwości modulowanego sygnałem szumowym i pracującego w ustalonym zakresie częstotliwości. Podstawową wadą tego typu nadajników jest mała gęstość mocy zakłóceń, a co za tym idzie - mała ich efektywność. Bardziej nowoczesne nadajniki mają urządzenia odbiorcze, które automatycznie określają częstotliwość zakłócanego środka radioelektronicznego oraz sterują pracą generatora zakłóceń.

W nadajnikach zakłóceń jednorazowego użytku stosuje się anteny w postaci dipoli półfalowych lub anteny szczelinowe. Do zakłócania pracy środków radioelektronicznych zabezpieczających automatyczne śledzenie celów powietrznych wykorzystuje się nadajniki zakłóceń jednorazowego użytku pracujące w reżimie impulsowym. Nadajniki takie po opromieniowaniu ich przez zakłócany środek radioelektroniczny dostrajają się do częstotliwości jego pracy i emitują wzmocnione sygnały odzewowe, w odpowiedzi na przychodzący z zakłócanego źródła sygnał sondujący.

W prasie zachodniej podano opisy kilku nadajników jednorazowego użytku. Tak np. jeden z nich umieszczony jest w cylindrycznej obudowie o średnicy 35 mm i długości 137 mm. Nadajnik ma moc 10 W, a jego czas pracy

wynosi 5 min. Po wyrzuceniu nadajnika z kontenerowej wyrzutni otwiera się spadochron, automatycznie włącza się zasilanie, otwiera antena i rozpoczyna się dookrężna emisja szumowych sygnałów zakłócających.

Jak już wspomniano, do przenoszenia nadajników jednorazowego użytku mogą być wykorzystywane samoloty bezpilotowe np. w Stanach Zjednoczonych wykorzystuje się do tego celu samoloty typu AQM-34H. Pod skrzydłami tego samolotu mogą być podwieszane dwie kontenerowe wyrzutnie typu AN/ALE-29 przeznaczone do wyrzucania paczek z dipolami odbijającymi, flar i nadajników jednorazowego użytku.

W publikacjach zachodnich można spotkać się z opisem nadajnika jednorazowego użytku przenoszonego przez samoloty pilotowane. Wyposażony jest on w spadochron i skrzydło hamujące, długości 1 m. Taka budowa nadajnika umożliwia mu utrzymanie się w powietrzu przez około 30 min. Masa całego nadajnika wynosi 0,5 kg. Opisano również nadajnik jednorazowego użytku typu AN/GLT-3 przeznaczonego do pracy z powierzchni ziemi. Rozmieszczony jest on w cylindrycznej obudowie o średnicy 12,7 cm i długości 183 cm. Po wyrzuceniu z kontenerowej wyrzutni nadajnik opada na spadochronie. Po wylądowaniu, jego zaostzona część wbija się w grunt, a aparatura elektroniczna wysunięta zostaje z obudowy na specjalnym pręcie. W górnej części nadajnika znajduje się antena kierunkowa określająca kierunek na źródło promieniowania energii elektromagnetycznej.

Specjaliści zachodni uważają, że znaczenie nadajników zakłócających jednorazowego użytku będzie rosło. Dla lotnictwa szczególnie istotne jest obezwładnianie środków radiolokacyjnych. Powinny być one zrzucone przez środki bezpilotowe lub samoloty specjalne, aby rozpoczęły pracę przed wejściem grup uderzeniowych w strefę wykrywania stacji radiolokacyjnych.

Nasze lotnictwo nie ma możliwości stosowania nadajników jednorazowego użytku.

2.2.4. Powietrzne rozpoznanie radioelektroniczne

Ważną rolę w walce radioelektronicznej odgrywa powietrzne rozpoznanie radioelektroniczne. Efektywne użycie pokładowych systemów walki radioelektronicznej wymaga znajomości parametrów technicznych i położenia środków radioelektronicznych przeciwnika przeznaczonych do obezwładnienia. Źródłem informacji w tym zakresie są środki rozpoznania radioelektronicznego. W zakresie fal ultrakrótkich i radiolokacyjnych zasięg rozpoznania jest ograniczony kulistością ziemi i wzrasta wraz z wysokością środka rozpoznawczego. Rozpoznawanie naziemnych środków radioelektronicznych przeciwnika w głębi jego ugrupowania (powyżej 30 km) wymaga umieszczenia środków rozpoznawczych na samolotach (śmigłowcach) lub w kosmosie.

Samoloty rozpoznawcze działają nie tylko w okresie wojny, ale również w czasie pokoju. Wyniki z rozpoznania są systematycznie analizowane i na tej podstawie przygotowuje się banki danych o sprzęcie radioelektronicznym występującym w siłach zbrojnych państw sąsiednich. Banki te powinny zawierać bardzo dokładne dane o lokalizacji i parametrach technicznych sprzętu, włącznie z cechami charakterystycznymi dla poszczególnych egzemplarzy tych urządzeń. Dane te mogą służyć do programowania głowic pocisków przeciwradiolokacyjnych oraz przygotowania innych urządzeń WRE.

Obiektami powietrznego rozpoznania radioelektronicznego są środki łączności radiowej, stacje radiolokacyjne, systemy radionawigacyjne i inne systemy emitujące fale elektromagnetyczne.

Samoloty rozpoznawcze, wyposażone w pokładowe urządzenia odbiorcze o wysokiej czułości, mają możliwość prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego ze znacznych odległości od granic potencjalnego przeciwnika.

W skład pokładowych urządzeń rozpoznania radioelektronicznego samolotów rozpoznawczych wchodzi odbiorniki o różnych zakresach częstotliwości, namierniki radiowe, analizator sygnałów, komputer, urządzenie

rejestrujące, urządzenie transmisji danych do środków naziemnych oraz pulpit sterowania.

Pulpit sterowania pozwala operatorowi podłączyć się do dowolnego odbiornika i dokonywać na wskaźniku panoramicznym przeglądu widma częstotliwości wybranego podzakresu fal lub analizy przechwytywanego sygnału z zapisem rezultatów na taśmie filmowej lub magnetycznej.

W lotnictwie państw NATO w aparaturę rozpoznania radioelektronicznego wyposażone są między innymi takie samoloty jak: RC-135V, SR-7, TORNADO ECR i TR-1.

Samolot RC-135V przeznaczony jest do prowadzenia rozpoznania radiolokacyjnego, fotograficznego i pasywnego rozpoznania sygnałów radiolokacyjnych. Do wykrywania sygnałów radiolokacyjnych i namierzania ich źródeł w paśmie częstotliwości od 30 MHz do 40 GHz oraz do analizy tych sygnałów, samolot jest wyposażony w zautomatyzowane urządzenie SEARS. Pokładowa radiostacja UKF umożliwia przekazanie danych uzyskanych z rozpoznania do naziemnych stanowisk dowodzenia. Ponadto samolot posiada urządzenie AN/ALQ-70, zakłócające stacje radiolokacyjne w paśmie od 8 do 10 GHz.

Samolot prowadzi lot rozpoznawczy w odległości ponad 30 km od rubieży styczności wojsk na wysokości do 12.000 m z prędkością do 1000 km/h.

Samolot SR-71 Black Bird jest samolotem rozpoznawczym przystosowanym do lotu z bardzo dużymi prędkościami, na wysokości rzędu 28.000 - 30.000 m. Na wysokości 24.000 m osiąga prędkość do 3200 km/h. Może on działać tylko z dużych lotnisk z pasami startowymi powyżej 3000 m długości. Jego zasięg, z kilkakrotnym tankowaniem w powietrzu, pozwala na dotarcie do dowolnego punktu kuli ziemskiej.

W skład aparatury rozpoznawczej samolotu wchodzi, między innymi, urządzenie przeznaczone do rozpoznania radioelektronicznego typu AN/ALQ-61 umożliwiające przechwyt sygnałów w zakresie 30 - 18.000 MHz. Zasięg rozpoznania z wysokości 30.000 m wynosi ponad 700 km, a z wysokości 22.000 m - ponad 600 km.

Wyposażenie samolotu pozwala na wykonywanie zadań rozpoznawczych niezależnie od warunków meteorologicznych. Duża prędkość i wysoki pułap, w połączeniu z rozbudowanym elektronicznym wyposażeniem ostrzegawczym i zakłócającym, umożliwiają załodze samolotu względnie bezpieczne działanie nawet w rejonach silnie bronionych.

Samolot TORNADO ECR może wykonywać zarówno zadania rozpoznania jak i obezwładniania radioelektronicznego.

TORNADO ECR, to właściwie samolot IDS Tornado wyposażony w podzespół ELS (Emitter Location System) - podsystem rozpoznania i lokalizacji stacji radiolokacyjnych. Zadaniem podsystemu jest wykrycie, identyfikacja oraz lokalizacja stacji radiolokacyjnych, aby mogły być skutecznie zwalczane. Dane z rozpoznania mogą być przekazywane załodze innego samolotu.

Podsystem ELS jest układem pasywnym, który przy współpracy z systemem nawigacyjnym jest w stanie wykryć pracujące stacje radiolokacyjne oraz dokładnie ustalić ich pozycje. Wykryte stacje mogą być zwalczane przez rakietę przeciwradiolokacyjną HARM. Samolot wyposażony jest również w podsystem rozpoznania w podczerwieni oraz aktywne i pasywne środki WRE. Samolot TORNADO ECR zachowuje większość możliwości bojowych wersji podstawowej. Jedyne ograniczenie w uzbrojeniu to wymontowanie dwóch pokładowych działek, w miejsce których zainstalowany został podsystem rozpoznania radioelektronicznego.

Samolot TR-1 przeznaczony jest do prowadzenia rozpoznania fotograficznego, radiolokacyjnego i pasywnego rozpoznania sygnałów radiolokacyjnych. Samolot jest wyposażony w rozpoznawczy radiolokator obserwacji bocznej i kilka typów lotniczych aparatów fotograficznych. Samolot jest w stanie z odległości do 600 km rozpoznawać, identyfikować i określać położenie kilkuset środków radioelektronicznych. Położenie pracujących stacji radiolokacyjnych w paśmie częstotliwości od 0,7 - 18 GHz jest określane z dokładnością do kilkudziesięciu metrów. W celu szybkiego uzyskania maksymalnie dokładnych danych o położeniu celów, rozpoznanie w strefie o

szerokości 300 - 400 km prowadzą równocześnie trzy samoloty TR-1. Latają one z prędkością 700 km/h na wysokości 18.000 - 24.000 m, po wyznaczonych eliptycznych trasach o długości 100 - 200 km, w odległości 50 - 150 km od linii styczności wojsk. Praktyczny pułap samolotu wynosi 27.000 m. Wstępnie opracowane, na pokładzie samolotu TR-1 dane z rozpoznania są przesyłane w czasie rzeczywistym drogą radiową do naziemnego centrum kierowania.

Do rozpoznania radioelektronicznego może być również wykorzystywany samolot E-3A "Sentry" przystosowany do pracy jako powietrzne stanowisko wykrywania i naprowadzania (główny element systemu AWACS). Zasadniczym przeznaczeniem tego samolotu jest prowadzenie radiolokacyjnego rozpoznania celów powietrznych na korzyść systemu obrony powietrznej, lotnictwa taktycznego i sił lądowych. Ponadto, może on prowadzić rozpoznanie naziemnych stacji radiolokacyjnych.

Samolot E-3A prowadzi rozpoznanie w odległości 150- 200 km od rubieży styczności wojsk, wykonując lot z prędkością 600 - 800 km/h na wysokości 9150 m. Maksymalny pułap samolotu wynosi 10.700 m, zasięg 6150 km, czas lotu bez uzupełniania paliwa - od 8 do 10 godzin.

Dokonany przegląd wybranych systemów walki radioelektronicznej innych państw NATO potwierdził, że systemy naszego lotnictwa dzieli od nich przepaść technologiczna. Problemem jest też znikoma liczba urządzeń WRE w poszczególnych rodzajach lotnictwa.

3. WYMAGANIA STAWIANE PERSPEKTYWICZNYM SYSTEMOM WALKI RADIOELEKTRONICZNEJ LOTNICTWA RP

Środki walki radioelektronicznej naszego lotnictwa nie spełniają wymagań współczesnego pola walki. Przedstawione poniżej wymagania, powinny być uwzględniane przede wszystkim, przy zakupie nowych statków powietrznych. Należy przypuszczać, że systemy walki radioelektronicznej na nowe samoloty będą przedmiotem dodatkowych uzgodnień. Dany typ samolotu (śmigłowca) może mieć kilka wariantów wyposażenia w środki WRE. Należy wybrać wariant, nie tylko atrakcyjny cenowo ale przede wszystkim spełniający aktualne i perspektywiczne potrzeby.

3.1. Pokładowe systemy osłony indywidualnej statków powietrznych

Pokładowy system walki radioelektronicznej samolotu (śmigłowca) tworzą urządzenia służące do rozpoznawania, zakłócania oraz niszczenia radioelektronicznych środków przeciwnika.

Urządzenia rozpoznawczo-ostrzegawcze

Urządzenia rozpoznawczo-ostrzegawcze są podstawowym elementem systemu walki radioelektronicznej każdego bojowego statku powietrznego. Są one dla pilota bezpośrednim źródłem informacji o zagrożeniach ze strony obrony powietrznej przeciwnika. Urządzenia rozpoznawczo-ostrzegawcze mogą pracować w zakresie fal radiolokacyjnych i w paśmie optycznym. Najważniejsze są radiolokacyjne odbiorniki ostrzegawcze, ponieważ większość środków przeciwlotniczych, o największych możliwościach bojowych, kierowana jest radiolokacyjnie.

Przegląd wyposażenia samolotów i śmigłowców bojowych państw NATO wykazuje, że każdy z nich jest wyposażony w odbiornik ostrzegający o opromieniowaniu sygnałem radiolokacyjnym. Odbiornik ostrzegający nie tylko informuje pilota o zagrożeniach, ale jest niezbędny do wypracowania danych potrzebnych do kierowania pokładowymi środkami walki radioelektronicznej.

Wymagania taktyczno-techniczne jakie powinien spełniać współczesny odbiornik rozpoznawczo-ostrzegawczy sformułowano na podstawie porównania różnego typu urządzeń występujących w innych państwach NATO.

Ostrzegawczy odbiornik sygnałów radiolokacyjnych powinien być szerokopasmowy i zapewniać odbiór całego pasma częstotliwości pracy stacji radiolokacyjnych (związanych ze środkami rażenia). Dziś jest to co najmniej pasmo od 1 do 18 GHz. Należy jednak liczyć się z koniecznością poszerzenia tego pasma, w przyszłości, do 40 GHz i więcej. Odbiornik powinien demodulować zarówno impulsowe sygnały radiolokacyjne, jak i sygnały z falą ciągłą. Odebrane sygnały muszą być analizowane, aby urządzenie mogło identyfikować typ stacji radiolokacyjnej, co pozwala określać środek rażenia będący zagrożeniem dla samolotu (śmigłowca). Należy zapewnić wykrywanie stacji radiolokacyjnych w sektorze 360° w azymucie oraz określanie kierunku zagrożenia z dokładnością do 10 stopni. Wymagane jest również orientacyjne określanie odległości samolotu od stacji radiolokacyjnej, na podstawie poziomego sygnału. Dane o zagrożeniu muszą być zobrazowane na wskaźniku w kabinie pilota oraz, dodatkowo, sygnalizowane dźwiękiem. Ze względu na złożoność wykonywanych zadań, odbiornik powinien współpracować z komputerem, sterującym urządzeniami zakłóceń aktywnych i pasywnych. Należałoby również zbudować komputerowy bank informacji o stacjach radiolokacyjnych przeciwnika (naziemnych i pokładowych), z możliwością szybkiej zmiany danych (w zależności od przeciwnika i rodzaju zadania).

Odbiorniki ostrzegawcze pracujące w podczerwieni, służą do wykrywania bezpośredniego zagrożenia pociskami raketowymi przeciwnika -

własnych środków walki. Umożliwiają załogom samolotów i śmigłowców rozpoczęcie zakłócania oraz przeprowadzenie manewru. W odbiorniki te powinny być wyposażone przede wszystkim samoloty i śmigłowce wykonujące zadania w strefie ognia środków walki OPL, naprowadzanych na podczerwień. W wyposażeniu sił powietrznych NATO znajduje się kilka typów pokładowych odbiorników ostrzegawczych, pracujących w podczerwieni. Nasze lotnictwo należy również wyposażyć w tego typu odbiorniki, pozwoli to na skuteczniejszą walkę z pociskami rakietowymi. W odbiorniki ostrzegawcze powinny być wyposażone przede wszystkim śmigłowce bojowe i samoloty szturmowe. Odbiornik ma wykrywać promieniowanie cieplne w dookreślonym sektorze obserwacji. W kabinie pilota powinien znajdować się wskaźnik, zobrazowujący kierunek promieniowania. Wskazane jest również ostrzeganie pilota sygnałem akustycznym. Równocześnie powinno następować automatyczne uruchamianie urządzeń zakłócających.

Laserowe odbiorniki ostrzegawcze wykrywają promieniowanie widzialne i podczerwone dalmierzy i oświetlaczy laserowych. Ostrzegają załogę samolotu (śmigłowca) o opromieniowaniu wiązką laserową, podając kierunek źródła opromieniowania i automatycznie uruchamiając urządzenia odpalające świece dymne, które w kilka sekund zakrywają cel obłokiem dymu. W państwach NATO w odbiorniki te wyposaża się głównie śmigłowce. Można stwierdzić, że nie jest to środek niezbędny dla naszego lotnictwa. Należy się jednak liczyć z tym, że zastosowanie techniki laserowej w systemach uzbrojenia będzie coraz większe. W przyszłości, w laserowe odbiorniki ostrzegawcze powinny być wyposażone przede wszystkim śmigłowce bojowe. Odbiornik taki powinien zapewnić wykrywanie sygnałów w płaszczyźnie poziomej, w zakresie 360° oraz zobrazowanie ich na wskaźniku w kabinie pilota. Pożądana jest również informacja o kierunku opromieniowania. Wraz z informacją wizualną konieczna jest informacja akustyczna, która mobilizuje pilota do skutecznego manewru przeciwrakietowego. Równocześnie powinno następować automatyczne uruchamianie odpowiednich urządzeń zakłócających.

Jeżeli na jednym statku powietrznym znajdują się różne rodzaje odbiorników ostrzegawczych - muszą być zintegrowane i mieć wspólny wskaźnik.

Urządzenia zakłóceń radioelektronicznych

Urządzenia zakłóceń radioelektronicznych dzielą się na urządzenia zakłócające: systemy łączności, systemy radiolokacyjne oraz systemy optyczne i elektrooptyczne. Urządzenia zakłócające systemy łączności występują głównie na specjalistycznych samolotach WRE i z tego względu nie będą przedmiotem dalszych rozważań. Z urządzeń zakłócających systemy optyczne i elektrooptyczne, wymagania zostaną sformułowane dla urządzeń zakłócających środki rażenia naprowadzane w podczerwieni. Ponieważ te środki obok naprowadzanych radiolokacyjnie dominują na współczesnym polu walki.

Urządzenia zakłóceń radiolokacyjnych

Urządzenia zakłócające sygnały radiolokacyjne dzielą się na aktywne i pasywne.

Nadajniki zakłóceń aktywnych są podstawowym środkiem walki radioelektronicznej, powinny być w każdym samolocie i śmigłowcu bojowym.

Nowoczesne nadajniki zakłóceń są w pełni zautomatyzowane. Dostrojenie nadajnika do odpowiedniej częstotliwości, wybór rodzaju modulacji, włączenie zakłóceń przeciwko stacjom radiolokacyjnym (stanowiącym największe zagrożenie) oraz współdziałanie wszystkich elementów urządzenia zapewnia komputer pokładowy. Urządzenia do zakłóceń sygnałów radiolokacyjnych są instalowane na pokładach samolotów lub śmigłowców albo w specjalnych, podwieszanych pod kadłubem lub skrzydłami, zasobnikach. Specjaliści wojskowi państw zachodnich uważają, że korzystniejsze jest podwieszanie urządzeń zakłócających w zasobnikach. Daje

to możliwość wykorzystania standardowych zasobników przystosowanych do podwieszania na samolotach różnych typów. Ponadto istnieje możliwość wcześniejszego przygotowania zestawu, odpowiadającego sytuacji taktycznej. Zaletą jest również uniezależnienie eksploatacji zasobników od napraw i konserwacji samolotów. Do zasadniczych wad stosowania zasobników zalicza się zajęcie węzłów podwieszania uzbrojenia samolotu oraz naruszenie jego właściwości aerodynamicznych.

Stacje zakłóceń radiolokacyjnych powinny pokrywać zakres częstotliwości, co najmniej od 1 do 18 GHz. Wymaga to zastosowania kilku nadajników. Moc zakłóceń powinna wynosić co najmniej 100 W - przy pracy z falą ciągłą i 600 W - przy pracy impulsowej. Taki rząd mocy promieniowanych zakłóceń mają urządzenia państw zachodnich. Urządzenia powinny mieć możliwość emitowania zakłóceń imitujących (o strukturze podobnej do sygnału użytecznego) oraz zakłóceń maskujących (silne zakłócenia szumowe). Włączenie nadajników zakłóceń i dobór rodzaju zakłóceń powinien odbywać się automatycznie, na skutek współpracy z odbiornikiem rozpoznawczo-ostrzegawczym. Nadajniki zakłóceń powinny mieć budowę modułową, aby można było tworzyć odpowiednie zestawy w zasobnikach, w zależności od sytuacji radioelektronicznej.

Pasywne urządzenia zakłóceń sygnałów radiolokacyjnych służą do wyrzucania dipoli odbijających, wykonywanych najczęściej z bardzo cienkich pasków folii metalowej lub metalizowanych włókien szklanych. Dipole odbijają wiązki promieniowania stacji radiolokacyjnych, tworząc na ich wskaźnikach fałszywe cele. W ten sposób mogą maskować śledzone obiekty albo imitować obiekty nie istniejące, utrudniając lub wręcz uniemożliwiając wykrycie i śledzenie celów rzeczywistych. Dipole odbijające zakłócają tylko ściśle określone, bardzo wąskie pasmo częstotliwości, a ich długość musi odpowiadać połowie długości fali zakłócającej stacji. W urządzeniach do wyrzucania dipoli odbijających powinny być wyposażone wszystkie bojowe statki powietrzne. Potwierdzeniem tej konieczności jest skala ich wykorzystania we współczesnych konfliktach lokalnych. Lotnictwu SP

potrzebne są urządzenia z dipolami odbijającymi sygnały radiolokacyjne w zakresie co najmniej od 1 do 18 GHz. Należałoby zapewnić współpracę urządzeń odpalających dipole z komputerem i odbiornikami ostrzegającymi o wykryciu sygnałów radiolokacyjnych. Odbiorniki - po opromieniowaniu samolotu lub śmigłowca przez stację radiolokacyjną przeciwnika - powodowałyby wyrzucanie dipoli, a komputer wybierałby optymalny sposób wystrzeliwania. Lotnictwo musi dysponować dipolami o różnej długości, aby można było zakłócać wszystkie pożądane pasma częstotliwości. Dipole odstrzeliwane są w specjalnych nabojach. Naboje powinny być załadowywane dipolami o tej samej długości lub dipolami o różnych długościach, co pozwoli na zakłócanie stacji radiolokacyjnych pracujących na różnych częstotliwościach.

Urządzenia zakłóceń w podczerwieni

Urządzenia zakłócające pracujące w zakresie podczerwieni należą do aktywnych środków przeciwdziałania radioelektronicznego. Chronią samoloty i śmigłowce przed pociskami rakietowymi z układami naprowadzania pracującymi w podczerwieni. W wyposażeniu statków powietrznych znajdują się dwa rodzaje tych środków - zakłócające i mylące.

Środki zakłócające oślepiają impulsami promieniowania podczerwonego, o dużym natężeniu, układy naprowadzania pocisków rakietowych, uniemożliwiając im trafienie w cel. Mogą być zamontowane na stałe lub podwieszane w specjalnych zasobnikach. Są to urządzenia wielokrotnego użytku. Źródłem promieniowania zakłócającego są lampy błyskowe wypełnione gazami szlachetnymi.

Środki mylące wytwarzają w pobliżu samolotu lub śmigłowca fałszywe cele, które „ściągają na siebie” układy kierowania pocisków naprowadzających się na podczerwień. Do tych środków należą naboje z mieszanką łatwopalną, wystrzeliwane ze specjalnych urządzeń. Mogą być wystrzeliwane z tych samych urządzeń co dipole służące do zakłócania sygnałów radiolokacyjnych.

Mieszanka łatwopalna spala się w odległości od 50 do 200 m od chronionego statku powietrznego, w czasie kilku sekund.

Prawie każdy śmigłowiec bojowy wyposażony jest w urządzenie zakłócające impulsami promieniowania podczerwonego¹⁰. Urządzenie to rzadko można spotkać w samolotach. Natomiast prawie każdy bojowy statek powietrzny ma możliwość wyrzucania mylących naboji termicznych, odpalanych zazwyczaj z tych samych urządzeń co dipole przeciwradiolokacyjne.

W środki zakłócające, promieniujące impulsy promieniowania podczerwonego, należy wyposażyć przede wszystkim nasze śmigłowce bojowe i samoloty szturmowe, ponieważ będą one często działać w strefie rażenia środków OPL wojsk przeciwnika, naprowadzanych na podczerwień. Urządzenia powinny emitować zakłócenia we wszystkich kierunkach (360°). Na samolotach myśliwsko-bombowych i myśliwskich nie są one konieczne, zakłócenia zapewniają naboje termiczne, wyrzucane z tych samych urządzeń co dipole przeciwradiolokacyjne.

Kierowane rakiety przeciwradiolokacyjne

Kierowane rakiety przeciwradiolokacyjne samonaprowadzające się na źródło promieniowania są jednym z głównych środków przeznaczonych do niszczenia celów emitujących energię elektromagnetyczną, przede wszystkim stacji radiolokacyjnych. Powodują one nie tylko czasową przerwę w pracy stacji radiolokacyjnej (jak to ma miejsce w przypadku zastosowania środków zakłóceń) lecz prowadzą do jej zniszczenia lub znacznego uszkodzenia, co wymaga wymiany albo długotrwałej naprawy stacji. Rakiety są wyposażone w bierne układy kierowania, które umożliwiają dokładne naprowadzanie na źródło promieniowania energii elektromagnetycznej.

¹⁰ Na przykład AN/ALQ-144 na śmigłowcach AH-64A Apache, OH-58, AH-1S, UH-60A; Ł-166W1AE na śmigłowcu Mi-24.

Rakiety przeciwradiolokacyjne można zaliczyć zarówno do indywidualnych środków WRE, bo osłaniają konkretny samolot, jak i do środków osłony grupowej. Zniszczenie stacji radiolokacyjnej pozwala bowiem na bezpieczny przelot nad zestawem raketowym całej grupy uderzeniowej. W raketowe pociski przeciwradiolokacyjne mogą być wyposażone wszystkie rodzaje lotnictwa.

W państwach zachodnich pociski te ma większość samolotów i śmigłowców, natomiast w państwach Europy Wschodniej - głównie samoloty myśliwsko-bombowe.

Rakiety przeciwradiolokacyjne powinny stanowić wyposażenie wszystkich samolotów myśliwsko-bombowych, myśliwskich i szturmowych. Śmigłowce bojowe będą działać głównie w strefie oddziaływania OPL wojsk o dużym nasyceniu środkami z małym zasięgiem rażenia. W praktyce niemożliwe jest więc zniszczenie wszystkich stacji radiolokacyjnych, kierujących środkami rażenia i bardziej efektywne będzie użycie środków zakłócających. Ponadto, w strefie działań śmigłowców znajdować się będzie wiele środków naprowadzanych na podczerwień. W tej sytuacji, dla śmigłowców bojowych przydatne byłyby pociski z głowicą wyposażoną w dwa równoległe układy - bierny na podczerwień i bierny radiolokacyjny - samonaprowadzające się na naziemne źródła promieniowania¹¹.

Raketowe pociski przeciwradiolokacyjne dla naszego lotnictwa powinny mieć możliwość samonaprowadzania na stacje radiolokacyjne (pracujące w zakresie częstotliwości co najmniej od 1 do 18 GHz) oraz niszczenia stacji zarówno pracujących impulsowo, jak i na fali ciągłej. W głowicy konieczny jest układ zabezpieczający zapamiętanie współrzędnych celu, co stwarza możliwość kontynuowania naprowadzania rakiety - również po wyłączeniu stacji radiolokacyjnej. Wykrywanie sygnałów stacji radiolokacyjnych i określenie kierunku na promieniujące źródło powinno się odbywać za pomocą aparatury pokładowej samolotu-nosiciela. W skład tej aparatury wchodzi

¹¹ Taka wersja pocisku, typu Stinger ADSM, znajduje się na śmigłowcu AH-64A Apache.

maszyna cyfrowa i urządzenie odbiorczo-rozpoznawcze. Po odpaleniu, pocisk powinien naprowadzać się automatycznie na pracującą stację radiolokacyjną. Konieczna jest możliwość programowania głowicy rakiety na znane częstotliwości pracy stacji radiolokacyjnych przeciwnika. Wymagana jest też możliwość zaprogramowania układu na pracę w całym paśmie częstotliwości, jeżeli konkretna częstotliwość pracy stacji radiolokacyjnej nie jest znana. Po wykryciu sygnału stacji w przedniej półsferze, układ naprowadzania identyfikowałby ją, dostrajał się do jej częstotliwości i następowałoby odpalenie pocisku¹². Wymagany zasięg odpalania pocisków przeciwradiolokacyjnych wynosi 10 - 100 km.

Rozpatrując wyposażenie statków powietrznych w środki WRE, określono wymagania minimalne, które powinny być uwzględnione przy modernizacji posiadanych samolotów i zakupie nowych. Pokładowe środki walki radioelektronicznej lotnictwa SP nie spełniają nawet wymagań elementarnych. Nagminnym problemem jest znikoma ilość urządzeń WRE w poszczególnych rodzajach lotnictwa oraz niezgodność ich zakresów częstotliwości z częstotliwościami pracy środków radioelektronicznych OP państw sąsiednich.

System walki radioelektronicznej (stacja ostrzegania o opromieniowaniu, stacja aktywnych zakłóceń radiolokacyjnych, urządzenia do wyrzucania dipoli przeciwradiolokacyjnych i pułapek termicznych) powinien być standardowym wyposażeniem każdego samolotu (śmigłowca) bojowego.

Uruchamianie pokładowych środków walki radioelektronicznej powinno być zautomatyzowane, nie absorbujące pilota. Pilot może jednak kontrolować ten proces i w miarę potrzeby - ingerować.

Wyposażając poszczególne rodzaje lotnictwa w indywidualne środki WRE należy uwzględniać uwarunkowania taktyczne w jakich ono będzie działać. Najwięcej środków WRE powinny mieć samoloty myśliwsko-bombowe, mogące działać w strefie operacyjnej ugrupowania przeciwnika.

¹² Takie rozwiązanie zastosowano w pocisku AS-37 Martel (na samolotach Mirage-III, Jaguar, Atlantic i Jaguar GR-1) oraz AGM-88A HARM (na samolotach A-6, A-7, F-18, F-4G, F-15, F-16, F-111, B-52 i Tornado).

3.2. Samoloty walki radioelektronicznej

Skutecznym środkiem walki radioelektronicznej są statki powietrzne przystosowane wyłącznie do prowadzenia walki radioelektronicznej. Są to zazwyczaj standardowe samoloty bojowe i śmigłowce wyposażone w specjalne zestawy radioelektroniczne. Samoloty (śmigłowce) zapewniają grupową osłonę radioelektroniczną lotnictwa uderzeniowego, wspomagając działania indywidualnych środków walki radioelektronicznej. Samoloty WRE mogą być użyte do prowadzenia zakłóceń podczas lotu w osłanianym ugrupowaniu lotnictwa myśliwsko- bombowego lub do zakłócania ze stref dyżurowania rozmieszczonych nad własnym terytorium. Śmigłowce WRE mogą prowadzić zakłócenia tylko ze stref dyżurowania.

Nasze lotnictwo aktualnie nie posiada samolotów (śmigłowców) WRE. Jednak takie środki są potrzebne i ich rola w działaniach zbrojnych ciągle wzrasta.

Samolot WRE powinien prowadzić rozpoznanie, zakłócanie i niszczenie naziemnych stacji radiolokacyjnych i radiostacji UKF pracujących w systemach dowodzenia i kierowania OP przeciwnika. Wymagane jest, aby prowadził on wykrywanie, analizowanie i zakłócanie szumowe sygnałów radiowych i radiolokacyjnych nadawanych w paśmie częstotliwości 100 - 18000 MHz. Głównym wyposażeniem samolotu powinna być automatyczna stacja rozpoznania radioelektronicznego, umożliwiająca wykrywanie środków radioelektronicznych oraz dokładne określenie położenia wykrytych stacji i wypracowanie niezbędnych danych dla przestrojenia głowic samonaprowadzających się rakiet przeciwradiolokacyjnych i uruchomienia odpowiednich nadajników zakłóceń. Wyniki rozpoznania stacji pokładowej będą wykorzystywane nie tylko przez samolot WRE, ale również przez osłaniane samoloty oraz do programowania urządzeń zakłócających samolotów przed startem do wylotu w rozpoznany rejon. Szeroki zakres zakłócanych częstotliwości wymaga zastosowania kilkunastu nadajników. Samolot powinien zabierać 2 - 4 przeciwradiolokacyjne rakiety. Oprócz

opisanych powyżej grupowych środków WRE samolot musi posiadać komplet indywidualnych środków, jak każdy samolot bojowy. Samoloty WRE powinny realizować dwa sposoby działania.

Pierwszy sposób to działanie na dużej wysokości w rejonie znajdującym się poza zasięgiem środków ogniowych OP przeciwnika, w odległości 40 -50 km od linii styczności wojsk i prowadzenie zakłócania sygnałem szumowym stacji radiolokacyjnych wczesnego ostrzegania i powiadamiania oraz środków łączności, pracujących w systemach dowodzenia i kierowania obrony powietrznej. Zasięg skutecznego zakłócania przy tym sposobie działania powinien wynosić co najmniej 200 km.

Drugi sposób to działanie w ugrupowaniu uderzeniowym. Samoloty zakłócają stacje radiolokacyjne wczesnego ostrzegania i naprowadzania oraz stacje naprowadzania pocisków, a także środki łączności systemów kierowania i dowodzenia obrony powietrznej. Stosują wówczas zakłócenia wysyłane w różnych kierunkach i na różnych częstotliwościach. Efektywny zasięg zakłócania powinien wynosić wówczas do 70 km.

Dla celów WRE mogą być również wykorzystane samoloty bezpilotowe. Bepilotowe samoloty WRE mają szereg zalet. Mogą być wykorzystywane do prowadzenia aktywnych i pasywnych zakłóceń, do przenoszenia nadajników zakłóceń jednorazowego użytku, a także do poszukiwania i niszczenia obiektów radioelektronicznych (na zasadzie samonaprowadzania na źródło promieniowania). Stosując samoloty bezpilotowe można oddziaływać na całą głębokość operacyjnego rozwinięcia wojsk. Samoloty bezpilotowe, mając małą powierzchnię odbicia fal elektromagnetycznych oraz możliwość lotu na małych i bardzo małych wysokościach, według programu przewidującego unikanie środków obrony powietrznej, są bardzo „żywotne”. Są to równocześnie środki stosunkowo tanie, proste w budowie, wysoce manewrowe, mogące wykonywać zadania w warunkach silnej obrony przeciwlotniczej przeciwnika. Mają one utrudniać, a czasami wręcz uniemożliwiać normalne funkcjonowanie systemów kierowania wojskami i uzbrojeniem poprzez prowadzenie zakłóceń lub oddziaływanie ogniowe. Zachodni specjaliści wojskowi uważają, że

samoloty bezpilotowe nie zastępują samolotów pilotowanych, a jedynie je uzupełniają, pozwalając w ten sposób na efektywniejsze wykonanie wielu zadań.

Biorąc pod uwagę powyższe argumenty, należy uwzględnić bezpilotowe samoloty WRE w perspektywnym wyposażeniu naszego lotnictwa.

3.3. Pokładowe systemy rozpoznania radioelektronicznego

Każdy rodzaj sił zbrojnych ma określone potrzeby w zakresie rozpoznania powietrznego. Zakres wykorzystania samolotów rozpoznawczych zależeć będzie od charakteru realizowanych przez nie zadań, warunków działań na przyszłym polu walki oraz efektywności działań innych rodzajów rozpoznania wojskowego.

Przyszły samolot rozpoznawczy powinien zabezpieczyć potrzeby wszystkich rodzajów sił zbrojnych i zdobywać informacje o naziemnych i morskich obiektach przeciwnika, które nie mogą być rozpoznawalne za pomocą śmigłowców i bezpilotowych środków, a ponadto niszczyć ważne obiekty, bezpośrednio po ich wykryciu.

Samolot rozpoznawczy powinien być zbudowany na bazie samolotu myśliwskiego lub wielozadaniowego. Załoga samolotu powinna być dwuosobowa. Spowodowane jest to dużą ilością nowoczesnych urządzeń radioelektronicznych, rozpoznawczych, nawigacyjnych itp. wymagających specjalistycznej obsługi, której nie będzie w stanie sprostać jeden człowiek. Samolot powinien również realizować inne rodzaje rozpoznania, a jego wyposażenie powinno umożliwiać:

- rozpoznanie obrazowe;
- rozpoznanie radioelektroniczne;
- rozpoznanie radiolokacyjne;
- radioelektroniczne zakłócanie obrony przeciwnika;
- niszczenie rozpoznanych celów przy pomocy rakiet;

- transmisje danych z rozpoznania do stacji naziemnej lub innych samolotów;

- obronę własną przy pomocy rakiet powietrze-powietrze oraz urządzeń zakłócających.

W wyposażenie rozpoznania radioelektronicznego samolotu powinny stanowić:

- aparatura rozpoznania radioelektronicznego systemów radiolokacyjnych określająca azymut promieniowania, częstotliwość promieniowania oraz parametry sygnału radiolokacyjnego;

- aparatura rozpoznania sygnałów radiowych UKF określająca azymut promieniowania, częstotliwość promieniowania oraz umożliwiającą przechwyt wymiany radiowej;

- stacja radiolokacyjna umożliwiającą sektorową obserwację obiektów naziemnych (nawodnych) co najmniej do 80 km, a celów powietrznych co najmniej do 100 km. Stacja radiolokacyjna nie jest co prawda elementem rozpoznania radioelektronicznego, ale stanowi jego uzupełnienie.

Wyniki rozpoznania powinny być rejestrowane na pokładzie samolotu oraz powinna istnieć możliwość transmisji wyników rozpoznania do stacji naziemnej.

Wprowadzenie na wyposażenie nowych samolotów rozpoznawczych jest jedną z najpilniejszych potrzeb naszego lotnictwa. Ze względu na trudności ekonomiczne poszukuje się rozwiązań przejściowych (śmigłowiec rozpoznawczy). Śmigłowiec jednak będzie mógł prowadzić rozpoznanie tylko znad własnego terytorium, co ograniczy jego możliwości. Takie rozwiązanie jest bardziej przydatne dla wojsk lądowych niż dla sił powietrznych. Jednak zakup samolotów rozpoznawczych jest w tej chwili nierealny, a brak powietrznego rozpoznania radioelektronicznego, uniemożliwia racjonalne planowanie walki radioelektronicznej w działaniach bojowych lotnictwa i pozbawia nas znacznej części informacji o dyslokacji wojsk oraz zamiarach i działaniach sąsiadów (przeciwnika). Śmigłowce nie są również w stanie zastąpić samolotów rozpoznawczych, także dlatego, że samoloty realizują także inne rodzaje rozpoznania.

Z przedstawionych powyżej rozważań wynika, że możliwości naszego powietrznego rozpoznania radioelektronicznego daleko odbiegają od potrzeb współczesnego pola walki. Powietrzne rozpoznanie radioelektroniczne powinno zapewniać:

- podejmowanie prawidłowych decyzji na podstawie szczegółowych i aktualnych danych o położeniu przeciwnika;
- wybranie odpowiednich obiektów do skutecznego ich zwalczania przez własne środki ogniowe i obezwładniania radioelektronicznego;
- zmniejszenie możliwości zaskoczenia wojsk własnych przez przeciwnika;
- porównywanie wiarygodności danych o przeciwniku uzyskanych z innych źródeł.

Spełnienie powyższych celów działania podsystemu powietrznego rozpoznania radioelektronicznego będzie możliwe wówczas gdy zostaną spełnione następujące warunki:

- rozpoznanie obejmie całą głębokość operacyjną przeciwnika;
- rozpoznanie zapewni dostarczenie danych o przeciwniku niezależnie od warunków atmosferycznych, pory, doby i roku na całej głębokości działania;
- wyniki rozpoznania będą przekazywane na ziemię natychmiast po ich uzyskaniu.

Biorąc pod uwagę, aktualny stan powietrznego rozpoznania radioelektronicznego można stwierdzić, że należy budować go niemal od podstaw. Podczas budowy nowego podsystemu powietrznego rozpoznania radioelektronicznego należy uwzględnić:

- siły - wyspecjalizowane pododdziały przeznaczone do prowadzenia rozpoznania powietrznego;
- środki - załogowe i bezzałogowe aparaty latające wraz z wyspecjalizowaną aparaturą rozpoznawczą, odpowiednio do charakteru i przeznaczenia systemu;

- środki transmisji danych rozpoznawczych z pokładu aparatu latającego na naziemne punkty odbioru oraz dalszej ich transmisji do zainteresowanych odbiorców;

- naziemną infrastrukturę do przyjmowania, obróbki, magazynowania i rozpowszechniania danych z rozpoznania powietrznego;

- środki łączności niezbędne do funkcjonowania podsystemu rozpoznania powietrznego i sprzężenia go z innymi systemami rozpoznania wojskowego.

Dopiero wówczas, gdy wszystkie wyżej przedstawione elementy będą odpowiadały taktyczno-technicznym potrzebom określonego podsystemu (stosownie do jego charakteru i przeznaczenia) można taki podsystem budować. W tym zakresie nie trzeba nikogo przekonywać, iż należy kierować się rozwiązaniami zastosowanymi w przodujących armiach świata. I to jest główny kierunek w jakim powinno się rozwijać powietrzne rozpoznanie radioelektroniczne w siłach powietrznych.

Istnieją również plany korzystania przez nasze Siły Zbrojne z rozpoznania prowadzonego przez samoloty E-3A systemu AWACS. Od roku 1998 rozpoczęły się kontakty Polski z Organizacją ds. Zarządzania Programem Powietrznych Sił Wczesnego Ostrzegania i Naprowadzania NATO – NAPMO¹³. W dniu 21.06.2000 roku rozpoczęły się loty treningowe samolotów E-3A w przestrzeni powietrznej RP. Na początku bieżącego roku został podpisany przez Polskę list intencyjny w sprawie współpracy Rzeczypospolitej Polskiej z Organizacją ds. Zarządzania Programem Powietrznych Sił Wczesnego Ostrzegania i Naprowadzania NATO – NAPMO. Jest to jednak program długofalowy (10 lat).

¹³ NATO Airborne Early Warning & Control Programme Management Organization.

4. ZASTOSOWANIE ŚRODKÓW WALKI RADIOELEKTRONICZNEJ W DZIAŁANIACH BOJOWYCH LOTNICTWA

W wojnach lokalnych, prowadzonych po drugiej wojnie światowej, szeroko wykorzystywano wszystkie dostępne środki do prowadzenia walki radioelektronicznej. Szczególnie intensywną walkę radioelektroniczną prowadziło lotnictwo z obroną powietrzną. Okazało się bowiem, że pokonywanie obrony powietrznej bez obezwładnienia pracy środków radioelektronicznych, nawet w wojnach lokalnych jest bardzo trudne.

W dotychczasowych wojnach i konfliktach lokalnych wypracowano wiele koncepcji prowadzenia walki radioelektronicznej podczas pokonywania systemu obrony powietrznej przeciwnika. Pewne zasady należy jednak uznać za stałe:

1. Działania grup uderzeniowych powinny odbywać się pod przykryciem samolotów specjalnych walki radioelektronicznej.

2. Należy dążyć do zerwania radiolokacyjnego śledzenia przez stosowanie aktywnych i pasywnych zakłóceń za pomocą środków WRE osłony indywidualnej.

3. Należy dążyć do skracania czasu przebywania samolotów w strefach rażenia aktywnych środków OP oraz w strefach wykrywania ich stacji radiolokacyjnych.

4. Niszczenie środków radioelektronicznych systemu OP przeciwnika jest najskuteczniejszym sposobem obezwładniania.

5. W celu zamaskowania działań lotnictwa czas rozpoczęcia i trwania zakłóceń powinien być dokładnie określony.

Według oceny specjalistów zachodnich stosując się do powyższych zasad można zwiększyć prawdopodobieństwo pokonania obrony powietrznej przeciwnika przez lotnictwo do 0,95¹⁴, a czasem nawet więcej.

4.1. Sposoby użycia aktywnych środków obezwładniania radioelektronicznego

Na sposób użycia środków walki radioelektronicznej wpływa charakter systemu obrony powietrznej, którą należy pokonać oraz rodzaj i ilość środków walki radioelektronicznej, którymi dysponuje.

Wychodząc z oceny tych czynników, można wypracować wiele różnych sposobów użycia aktywnych środków zakłóceń, jednak jeśli u podstaw ich klasyfikacji leżeć będzie wzajemne położenie nosicieli środków zakłóceń oraz zakłócanych obiektów radioelektronicznych, to podział ten można sprowadzić do następujących sposobów:

- prowadzenie zakłóceń ze stref patrolowania;
- prowadzenie zakłóceń z ugrupowania bojowego;
- prowadzenie zakłóceń sposobem kombinowanym.

Zakłócenia ze stref patrolowania prowadzone są za pomocą samolotów specjalnych walki radioelektronicznej z zadaniem przykrycia zakłóceniami samolotów grup uderzeniowych. Patrolowanie samolotów walki radioelektronicznej może odbywać się albo w jednej strefie mającej rozmiary 10-20 x 70-90 km lub w kilku graniczących ze sobą strefach o rozmiarach 15 x 60 km każda. Wysokość lotu samolotów walki radioelektronicznej w strefach patrolowania wynosi zwykle 8000 - 10000 m, co spowodowane jest koniecznością prowadzenia zakłóceń na dużą odległość.

Należy również mieć na uwadze fakt, że sama strefa patrolowania znajduje się w odległości 60 - 80 km od linii styczności bojowej wojsk (granicy państwa).

¹⁴ Taką opinię przedstawili oficerowie Królewskich Sił Powietrznych Wielkiej Brytanii biorący udział w operacji „Pustynna Burza” – spotkanie w WLOP, 1992.

Analiza procesu prowadzenia zakłóceń radioelektronicznych ze stref patrolowania pozwala na określenie dodatnich i ujemnych cech tego sposobu prowadzenia zakłóceń.

Cechy dodatnie:

- na pokładzie samolotu specjalnego walki radioelektronicznej znajduje się duża liczba aparatury umożliwiającej jednocześnie zakłócanie wielu środków radioelektronicznych nieprzyjaciela;
- w czasie prowadzenia zakłóceń możliwa jest realizacja zadań rozpoznawczych pozwalających na udokładnienie danych zakłócanych środków radioelektronicznych jak również wykrycie momentu przejścia zakłócanych środków radioelektronicznych na nowe częstotliwości pracy.

Cechy ujemne:

- samoloty walki radioelektronicznej działają z określonej odległości, a charakterystyki antenowe stacji zakłóceń skierowane są prostopadle do trasy lotu, w związku z tym możliwe jest skryte podejście samolotów lotnictwa myśliwskiego nieprzyjaciela do samolotów WRE znajdujących się w strefach;
- w związku z kierunkową charakterystyką wypromieniowanej przez samoloty WRE energii, w czasie przemieszczania się samolotów w strefie patrolowania niemożliwe jest zakłócanie wszystkich środków radioelektronicznych nieprzyjaciela znajdujących się w rejonie obiektów uderzeń. W związku z tym pojawiają się tzw. "odkryte strefy", w których istnieje możliwość wykrycia maskowanych zakłóceniami samolotów uderzeniowych.

Zakłócenia z ugrupowania bojowego mogą być prowadzone zarówno przez samoloty uderzeniowe jak i samoloty specjalne walki radioelektronicznej lecące w ugrupowaniu samolotów grup uderzeniowych. Samoloty specjalne WRE mogą wykonywać lot przed grupami uderzeniowymi, albo nad lub pod grupami samolotów uderzeniowych. W czasie przelotu grupy uderzeniowej będą prowadzić rozpoznanie na jej rzecz, a po wykryciu źródeł emisji elektromagnetycznej zastosują aktywne i pasywne zakłócenia radioelektroniczne, aby stworzyć bezpieczny pas przelotu dla samolotów bojowych. Po doprowadzeniu grup uderzeniowych do celu, samoloty WRE

mogą przejść do osłony i wsparcia radioelektronicznego ze stref dyżurowania w wyznaczonych im sektorach działania.

Samoloty bojowe grup uderzeniowych prowadzić będą zakłócenia w centymetrowym i decymetrowym zakresie częstotliwości. Najkorzystniejsze warunki zakłóceń istnieją przy locie samolotu na wysokości co najmniej 5000 m. Gdy zmniejsza się wysokość lotu maleje również zasięg skutecznych zakłóceń.

Prowadzenie zakłóceń z ugrupowania bojowego również charakteryzuje się dodatnimi i ujemnymi cechami.

Cechy dodatnie:

- wzrost intensywności prowadzonych zakłóceń w miarę zbliżania się samolotów do obiektu;
- obecność w składzie grupy uderzeniowej kilku samolotów WRE utrudnia jednoznaczne ich wyróżnienie przez stacje naprowadzania rakiet;
- likwidacja martwych stref prowadzenia zakłóceń (dzięki stosowaniu zwartych ugrupowań bojowych);
- łatwość prowadzenia zakłóceń zaporowych na skutek dużej liczby nadajników zakłóceń znajdujących się jednocześnie w charakterystyce kierunkowej anten stacji radiolokacyjnych (stacji naprowadzania rakiet).

Cechy ujemne:

- podwieszanie na samolotach uderzeniowych urządzeń zakłócających zmniejsza liczbę zabieranego przez te samoloty uzbrojenia;
- stosowanie kierunkowych anten nie zapewnia zakłócania pracy środków radioelektronicznych podczas wykonywania różnego rodzaju manewrów.

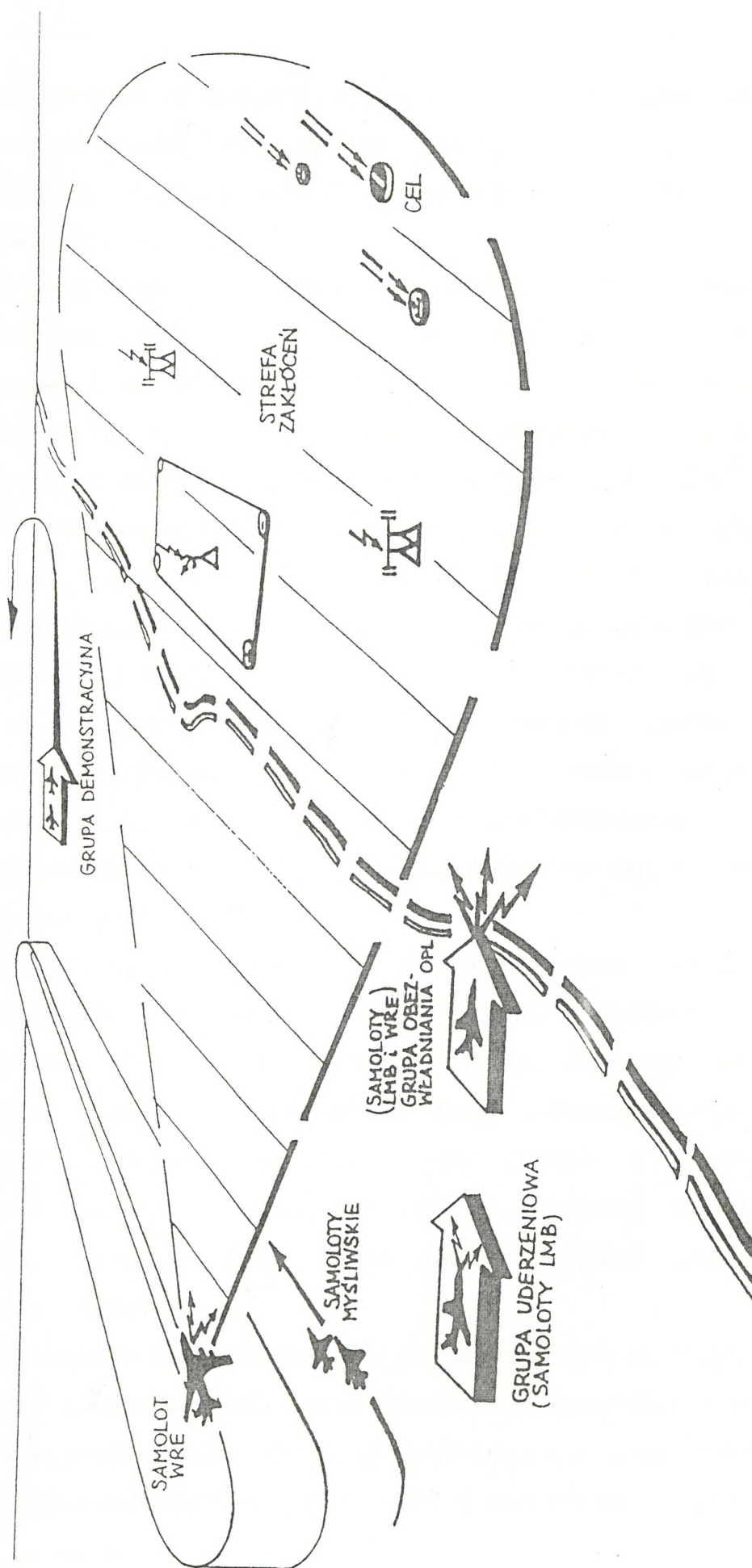
W celu zapewnienia obrony samolotów uderzeniowych przed ogniem przeciwlotniczych zestawów rakietowych, nadajniki zakłóceń aktywnych powinny znajdować się na wszystkich samolotach, a nie na pojedynczych samolotach.

W celu wyeliminowania słabych stron obu wyżej omówionych sposobów zakłóceń, to jest zakłóceń ze stref patrolowania oraz z ugrupowania bojowego, sposoby te mogą być stosowane łącznie w sposób kombinowany (rys. 5).

Działania samolotów grup uderzeniowych i samolotów walki radioelektronicznej uzgadnia się w ten sposób, żeby samoloty walki radioelektronicznej znajdujące się w strefach patrolowania rozpoczynały prowadzenie zakłóceń bezpośrednio przed dolotem samolotów grup uderzeniowych do rubieży ich wykrycia przez środki radioelektroniczne systemu obrony powietrznej. Moment rozpoczęcia zakłóceń przez samoloty walki radioelektronicznej znajdujące się w strefach patrolowania wyznaczany jest wcześniej, podczas planowania operacji i korygowany na bieżąco na podstawie danych uzyskiwanych z pokładowej aparatury rozpoznawczej.

Sposób użycia środków zakłóceń, kolejność i zakres wykonywanych zadań przeciwdziałania radioelektronicznego uzależnione będą w każdym konkretnym wypadku od celu uderzeń, liczby i typów samolotów biorących udział w nalocie, liczby i możliwości pokładowych środków walki radioelektronicznej, stanu systemu obrony powietrznej i jego nasycenia środkami radioelektronicznymi. Jednakże we wszystkich przypadkach pokładowe środki przeciwdziałania radioelektronicznego stosuje się tylko wówczas, jeśli ustalono lub przewiduje się rozwinięcie środków obrony powietrznej przeciwnika na trasach dolotu do obiektów uderzeń. Za celowe uważa się zakłócanie tylko pracujących środków radioelektronicznych. Realizacja zadań walki radioelektronicznej rozpoczyna się od rubieży określającej możliwy zasięg rozpoznania środków radioelektronicznych systemu obrony powietrznej nieprzyjaciela za pomocą urządzeń rozpoznania radioelektronicznego znajdujących się na samolotach biorących udział w nalocie. Rubież ta znajduje się poza granicami pola radiolokacyjnego systemu obrony powietrznej.

Rozpoznanie środków radioelektronicznych obrony powietrznej prowadzone jest nieprzerwanie w trakcie trwania uderzenia. Kierowanie pracą



Rys.5. Prowadzenie zakłóceń sposobem kombinowanym

pokładowych środków zakłóceń przebiega według planu opracowanego przed lotem, na podstawie oceny systemu obrony powietrznej, jak również na podstawie danych uzyskanych z pokładowej aparatury rozpoznania radioelektronicznego.

W celu zapewnienia kontroli częstotliwości pracy zakłócanej stacji radiolokacyjnej nadajniki zakłóceń pracować będą sposobem pracy przerywanej. Czas sprawdzania wynosi średnio 1 - 3 ms., a w przypadku przestrojenia się stacji radiolokacyjnej - czas określenia nowej częstotliwości pracy i nastrojenia na nią nadajników zakłóceń wynosi 0,2 - 0,3 s¹⁵.

W miarę wchodzenia samolotów w głąb ugrupowania systemu obrony powietrznej przeciwnika wzrasta liczba stacji radiolokacyjnych opromieniowujących je. W momencie wejścia samolotów w strefy, w których opromieniowywane są one przez więcej niż 2 - 3 stacje należy oczekiwać przejścia nadajników zakłóceń w reżim zakłóceń szerokopasmowych. Włączenie nadajników zakłóceń przeciwko ogniowym środkom obrony powietrznej następuje na podstawie danych z pokładowej stacji rozpoznania radioelektronicznego lub odbiornika ostrzegawczego po stwierdzeniu faktu wykrycia lub śledzenia samolotu.

Przy odpalaniu pocisków rakietowych klasy "powietrze-ziemia", zakłócenia stosuje się nie tylko w celu przykrycia zakłóceniami samolotów, lecz również odpalanych przez te samoloty pocisków rakietowych. W tym przypadku najlepszymi zakłóceniami będą zakłócenia szerokopasmowe (zaporowe). Nadajniki zakłóceń mogą przejść w reżim zakłóceń wąskopasmowych lub odzewowych tylko w przypadku stwierdzenia faktu śledzenia samolotu przez środki radioelektroniczne przeciwlotniczych zestawów rakietowych.

Pokładowe środki rozpoznania radioelektronicznego, znajdujące się na pokładach samolotów walki radioelektronicznej i samolotach uderzeniowych, wykrywają prace pokładowych stacji radiolokacyjnych samolotów myśliwskich w odległości przekraczającej o 15 - 20 % maksymalny zasięg wykrywania

¹⁵ Takie możliwości zapewniają rozwiązania spotykane na samolotach zachodnich.

celów powietrznych przez te stacje. Z chwilą wykrycia pracy w stacji radiolokacyjnej samolotu myśliwskiego następuje włączenie nadajników zakłóceń. Stosuje się w tym wypadku wąskopasmowe zakłócenia szumowe. W przypadku opromieniowania samolotu uderzeniowego przez kilka stacji radiolokacyjnych samolotów myśliwskich, stacja zakłócająca przechodzi do pracy w reżimie zakłóceń szerokopasmowych. Po określeniu przez pokładowe środki rozpoznania radioelektronicznego faktu przejścia stacji radiolokacyjnej samolotu myśliwskiego w reżim automatycznego śledzenia, stacja zakłóceń przechodzi w reżim zakłóceń impulsowo-odzewowych.

W czasie pokonywania systemu obrony powietrznej samoloty specjalne walki radioelektronicznej i samoloty uderzeniowe będą prowadziły intensywne zakłócenia systemów identyfikacji "swój-obcy". Najbardziej efektywnymi rodzajami zakłóceń będą w tym przypadku:

- zakłócenia szumowe;
- chaotyczne zakłócenia impulsowe;
- zakłócenia imitacyjne przedstawiające ciąg impulsów o strukturze odpowiadającej częściowo lub w pełni strukturze zakłócanego sygnału.

Powyższe zakłócenia mogą oddziaływać na systemy identyfikacji ze wszystkich kierunków, ponieważ w urządzeniach odbiorczych tych systemów wykorzystuje się anteny niekierunkowe.

Wpływ sygnałów szumowych na urządzenia odbiorcze kanału zapytującego prowadzi do przepuszczania odpowiedzi lub do braku sygnałów odpowiedzi na zapytujące sygnały. Z drugiej strony, wpływ ten przejawia się dużą liczbą fałszywych zapracowań urządzeń odpowiadających, które powodują pojawienie się na ekranie stacji radiolokacyjnej zakłóceń niesynchronicznych, utrudniających podjęcie decyzji co do przynależności wykrytego celu powietrznego.

Chaotyczne zakłócenia impulsowe przy realnie osiąganym gęstości impulsów równej 10^5 do 2×10^5 impulsów na sekundę, również powodują dużą liczbę fałszywych zapracowań urządzeń odpowiadających.

Zakłócenia imitacyjne, na przykład fałszywe sygnały zapytujące stosuje się wtedy, gdy dokładnie znane są parametry stosowanego zapytującego kodu. Sygnały zakłócające nadawane są z dużą częstotliwością powtarzania. W tym przypadku urządzenie odbiorcze będzie odpowiadało na zakłócające sygnały zapytujące. Z powyższego wynika, że brak zobrazowania sygnału identyfikacyjnego na ekranie pokładowej stacji radiolokacyjnej samolotu myśliwskiego w warunkach stosowania przez przeciwnika zakłóceń, nie świadczy jedynie o braku na wykrytym obiekcie powietrznym urządzenia odpowiadającego, ale również o wpływie zakłóceń na sprawną pracę systemu "swoj-obcy".

4.2. Sposoby użycia pasywnych środków walki radioelektronicznej

Pasywne środki walki radioelektronicznej stosowane są przez lotnictwo w celu:

- zmniejszenia dokładności określania współrzędnych samolotu;
- maskowania zamiaru działania grup uderzeniowych lotnictwa;
- zerwania śledzenia i skierowania uwagi ogniowych środków obrony powietrznej na cele fałszywe.

Dla realizacji tych celów wykorzystuje się dipole przeciwradiolokacyjne oraz cele pozorowane.

Podstawowym środkiem zakłóceń pasywnych są dipole przeciwradiolokacyjne wyrzucane z samolotów za pomocą specjalnych automatów lub wystrzeliwane za pomocą pocisków rakietowych. Automaty przeznaczone do wyrzucania dipoli przeciwradiolokacyjnych zabezpieczają ich rozproszenie w tylną półsferę. Częstotliwość wyrzucania paczek z dipolami może dochodzić do 600 na minutę.

Pociski rakietowe z dipolami przeciwradiolokacyjnymi mogą być wystrzeliwane zarówno w przednią jak i tylną półsferę. W pocisku może znajdować się kilkadziesiąt paczek z dipolami, które są z niego wyrzucane w

czasie lotu¹⁶. Podobnego typu pociski rakietowe mogą być wykorzystywane również przez samoloty lotnictwa taktycznego i pokładowego. Samoloty grup uderzeniowych wykorzystują dipole przeciwradiolokacyjne w celu samoosłony, natomiast samoloty zabezpieczania grup uderzeniowych oraz samoloty specjalne walki radioelektronicznej wykorzystują dipole w celach maskowania grup uderzeniowych, mylenia przeciwnika co do głównych kierunków przełamania obrony powietrznej (stosowanie zakłóceń na fałszywych kierunkach) oraz w celu skomplikowania sytuacji powietrznej.

Zachodni specjaliści wojskowi przewidują trzy sposoby użycia dipoli podczas przełamania obrony powietrznej: ciągłe, chaotyczne i jednorazowe wyrzucanie (wyszturzenie) dużej liczby paczek z dipolami przeciwradiolokacyjnymi.

Ciągły sposób polega na nieprzerwanym wyrzucaniu (wyszturzeniu) paczek z dipolami na trasie lotu samolotu z częstotliwością zapewniającą otrzymanie wymaganej liczby paczek na 100 m trasy. Tworzy się przy tym korytarz maskujący wszystkie znajdujące się w nim samoloty. Sposób ten stosuje się w celu zamaskowania składu poszczególnych grup lotnictwa, ich zamiaru działania jak również tras przelotu lotnictwa. Korytarze mogą być maskowane odbijaczami dipolowymi wzdłuż tras przelotu lotnictwa, jak również prostopadle do nich. Skrycie głównego kierunku działania grup uderzeniowych lotnictwa realizuje się poprzez jednoczesne tworzenie korytarzy zakłóceń na głównym i pozorowanych kierunkach.

Chaotyczny sposób wyrzucania paczek z dipolami polega na bezładnym ich wyrzucaniu przez wszystkie samoloty znajdujące się w strefach rozpoznania środków radiolokacyjnych systemu obrony powietrznej przeciwnika. Przy tym stosuje się paczki o różnym czasie rozerwania. W

¹⁶ Na przykład samolot B-52 może być uzbrojony w 16 pocisków rakietowych typu RCU-18, załadowanych dipolami przeznaczonymi do zakłócania celowników radiolokacyjnych samolotów myśliwskich oraz w 24 pociski rakietowe RCU-28 załadowane dipolami przeznaczonymi do zakłócania pracy stacji naprowadzania rakiet przeciwlotniczych zestawów rakietowych. Częstotliwość odpalania tych pocisków wynosi 10 - 12 na sekundę.

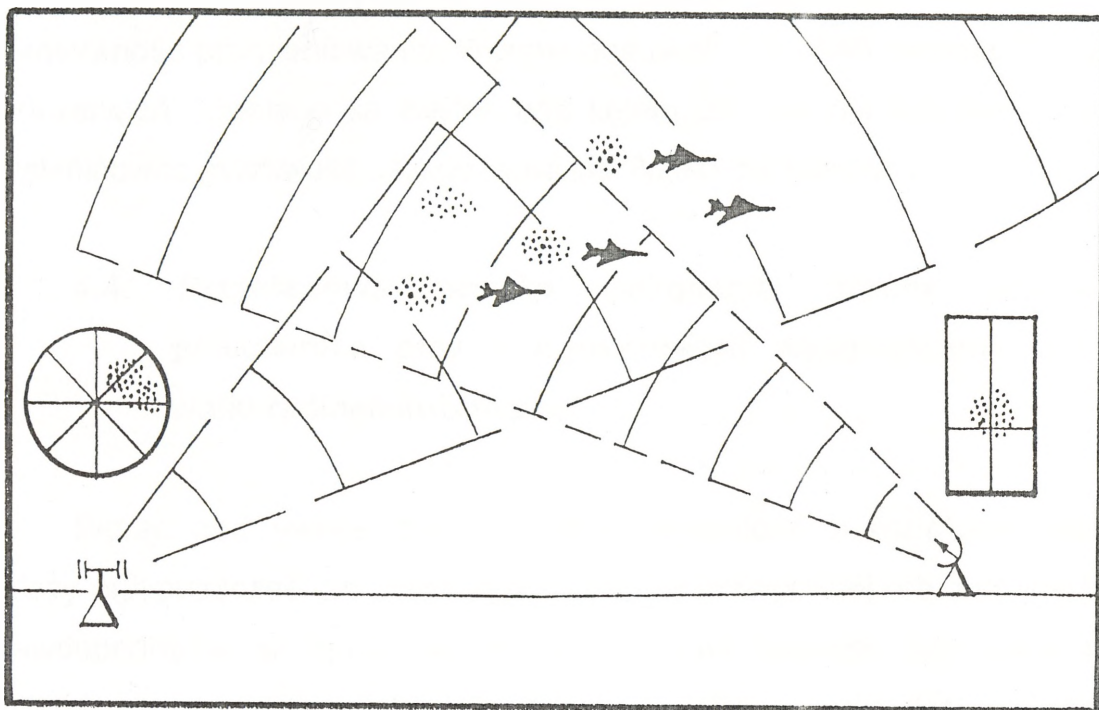
rezultacie takiego użycia dipoli przeciwradiolokacyjnych na ekranach wskaźników stacji radiolokacyjnych pojawia się duża liczba fałszywych znaczników utrudniających pracę operatorom (Rys.6.). Taki sposób wyrzucania dipoli przeciwradiolokacyjnych jest stosowany w celu skomplikowania sytuacji powietrznej, co obniża możliwości przepustowe oraz efektywność kierowania środkami ogniowymi systemu obrony powietrznej.

Sposób jednorazowego wyrzucania (wystrzeliwania) paczek z dipolami przeciwradiolokacyjnymi polega na jednorazowym wyrzuceniu (wystrzeleniu) dużej ich liczby w bardzo krótkim czasie. Stosowane są przy tym paczki z minimalnym czasem rozrzutu (Rys.7.). Sposób ten wykorzystywany jest podczas pokonywania stref ognia przeciwlotniczych zestawów raketowych oraz podczas odpierania ataku samolotów myśliwskich. Jego stosowanie prowadzi do zerwania śledzenia samolotu przez stacje naprowadzania rakiet lub pokładowe stacje radiolokacyjne.

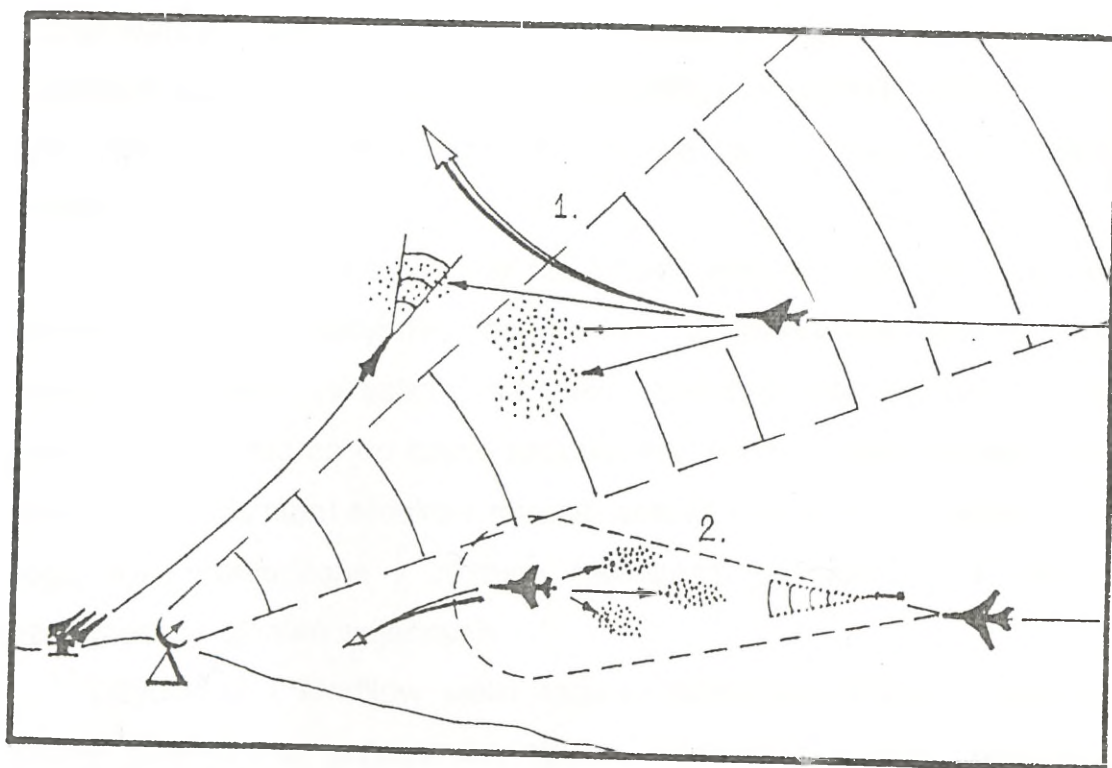
Powyższy sposób użycia paczek z dipolami stosowany jest jednocześnie z wykonaniem przez samolot odpowiedniego manewru. Wyrzucaniem (wystrzeliwaniem) steruje pokładowy odbiornik ostrzegawczy. Moment wyrzucenia paczek dobiera się w taki sposób, żeby nastąpił on w momencie przejścia stacji naprowadzania rakiet w reżim automatycznego śledzenia.

4.3. Sposoby użycia pułapek na podczerwień

Pułapki na podczerwień odpalane są ręcznie przez pilota lub automatycznie, bez jego udziału. W tym drugim wypadku ich odpalaniem steruje pokładowe urządzenie ostrzegawcze. Aby pułapki na podczerwień mogły w sposób efektywny spełniać swoją rolę, muszą być odpalane jak najbliżej samolotu. Biorąc pod uwagę prędkość jaką ma pułapka po odpaleniu wynoszącą 25 - 30 m/s (względem samolotu nosiciela), czas po jakim wytwarzana jest maksymalna intensywność promieniowania - 0,25 - 0,5 sekundy oraz prędkość samolotu wynoszącą na przykład 900 km/h, można



Rys.6. Sposób chaotycznego wyrzucania dipoli przeciwradiolokacyjnych



Rys.7. Sposób jednorazowego wyrzucania dipoli przeciwradiolokacyjnych
 1. Zakłócanie stacji naprowadzania rakiet
 2. Zakłócanie pokładowego celownika radiolokacyjnego

obliczyć minimalną odległość od samolotu w jakiej wytworzy ona maksymalną intensywność promieniowania. Wynosi ona około 70 - 140 metrów. Pułapki na podczerwień odpalane są zwykle pod kątem 25° do osi lotu samolotu, aby wyeliminować możliwość uszkodzenia stabilizatorów samolotu.

4.4. Przykładowa taktyka pokonania obrony powietrznej przeciwnika przy kompleksowym wykorzystaniu środków walki radioelektronicznej

Biorąc pod uwagę doświadczenia wyniesione z konfliktów lokalnych należy przypuszczać, że pokonywanie obrony powietrznej realizowane będzie prawdopodobnie w formie jej przełamania na wąskich odcinkach frontu, dużymi zgrupowaniami lotnictwa uderzeniowego z dużą liczbą samolotów zabezpieczenia.

Zaczepta operacja powietrzna zostanie poprzedzona, a następnie będzie odbywała się pod osłoną zmasowanego i bardzo aktywnego oddziaływania radioelektronicznego prowadzonego na zasadniczych kierunkach operacyjno-powietrznych wszystkimi dostępnymi siłami i środkami walki radioelektronicznej znajdującymi się w dyspozycji sił lądowych, powietrznych i morskich.

Zmasowane oddziaływanie radioelektroniczne może być poprzedzone działaniami demonstracyjnymi, pozorowanymi, nękającymi, dezinformującymi, mającymi przede wszystkim na celu wprowadzenie obrony powietrznej przeciwnika w błąd co do czasu rozpoczęcia nalotu, zasadniczych kierunków uderzeń oraz zamiaru środków napadu powietrznego. Tego rodzaju działania mogą być prowadzone z różnym nasileniem już na 2 - 3 doby przed rozpoczęciem działań wojennych.

Użycie sił i środków walki radioelektronicznej podczas pokonywania obrony powietrznej przeciwnika może przebiegać według następującego scenariusza:

a). Na kilka do kilkunastu dni przed planowaną operacją rozpoczną wzmożoną działalność naziemne, lotnicze, okrętowe i satelitarne systemy rozpoznania radioelektronicznego z zadaniem dokładnego określenia aktualnego ugrupowania wojsk raketowych i wojsk radiotechnicznych, częstotliwości pracy kanałów naprowadzania kierowanych rakiet przeciwlotniczych, kanałów dowodzenia siłami i środkami obrony powietrznej przeciwnika i innych.

b). Na 2 -3 dni przed rozpoczęciem działań wojennych zintensyfikowane zostaną działania demonstracyjne, pozorowane i nękające system rozpoznania obrony powietrznej, wykorzystując do tego celu między innymi bezpilotowe samoloty walki radioelektronicznej.

c). Na kilka do kilkunastu minut przed rozpoczęciem nalotu, siły i środki walki radioelektronicznej rozpoczną zmasowane i intensywne zakłócanie pracy posterunków radiolokacyjnych oraz systemu dowodzenia siłami i środkami obrony powietrznej równocześnie na wszystkich zasadniczych kierunkach nalotu.

W obezwładnianiu systemu obrony powietrznej wezmą udział wydzielone środki walki radioelektronicznej sił lądowych, powietrznych i morskich.

Na kierunku przełamania obrony powietrznej przeciwnika zakłócenia prowadzone będą przez samoloty specjalne WRE ze stref oddalonych około 80 - 100 km od granicy państwa. Dla zabezpieczenia ciągłości prowadzonych zakłóceń w każdej ze stref znajdować się będą 2 - 3 samoloty wykonując lot na wysokości 8000 - 10000 m. Samoloty specjalne walki radioelektronicznej rozpoczną prawdopodobnie prowadzenie zakłóceń na kilka minut przed wejściem samolotów rzutu przełamania w strefę wykrywania wojsk radiotechnicznych.

Przed wejściem w strefę wykrywania wojsk radiotechnicznych z samolotów wchodzących w skład rzutu przełamania mogą być odpalane cele pozorowane jak również pociski raketowe z ładunkami dipoli, tworząc zasłonę ekranizującą, która uniemożliwi stacjom radiolokacyjnym określenie momentu

podejścia i ugrupowania zbliżającego się głównego rzutu uderzeniowego. Następnie samoloty specjalne walki radioelektronicznej oraz inne samoloty rzutu przełamania uzbrojone w pociski przeciwradiolokacyjne przystąpią do niszczenia wykrytych stacji radiolokacyjnych znajdujących się w pasie przełamania obrony powietrznej przeciwnika. Z kolei stanowiska startowe przeciwlotniczych zestawów raketowych i posterunki radiolokacyjne niszczone będą przez pozostałe samoloty rzutu przełamania za pomocą kierowanych pocisków raketowych "powietrze-ziemia", bomb kierowanych, kasetowych środków rażenia oraz zwykłych bomb konwencjonalnych.

W ślad za grupami przełamania wchodzić będą zasadnicze rzuty uderzeniowe przeznaczone do wykonywania uderzeń na obiekty położone w głębi kraju. Rzuty te osłaniane będą również przez samoloty specjalne walki radioelektronicznej. Samoloty WRE będą wykonywały lot w ugrupowaniu lub na jego czele, tzn. kilka kilometrów przed ugrupowaniem na wysokości 5000 m i wyższych, ponieważ są to najdogodniejsze wysokości do prowadzenia zakłóceń. Po doprowadzeniu samolotów grup uderzeniowych do celu samoloty WRE mogą wykonać manewr w celu przejścia do osłony i wsparcia radioelektronicznego grup uderzeniowych ze stref dyżurowania w określonych sektorach. W celu zwiększenia skuteczności zakłóceń mogą być stosowane równocześnie zakłócenia aktywne i pasywne. Obezwładnienie ze stref będzie trwało tak długo, jak będzie tego wymagać sytuacja i wykonanie zadania bojowego przez samoloty grup uderzeniowych uczestniczących w operacji.

Należy się również liczyć ze zmasowanym użyciem nadajników zakłóceń jednorazowego użytku. Nadajniki tego typu mogą zostać zrzucone z aparatów latających lub rozrzucone przez grupy dywersyjno-rozpoznawcze jeszcze przed rozpoczęciem działań wojennych. Ich włączanie może następować automatycznie po upływie określonego czasu lub na sygnał z samolotu, przed rozpoczęciem lub w trakcie wykonywania zmasowanego uderzenia.

Do obezwładnienia obrony powietrznej nieprzyjaciela mogą zostać użyte także samoloty bezpilotowe emitujące energię elektromagnetyczną. Zachodni

specjaliści wojskowi przewidują użycie tego typu środków przede wszystkim w strefie taktycznej.

Możliwości prowadzenia walki radioelektronicznej przez nasze lotnictwo są na dzień dzisiejszy znacznie ograniczone. Należy oczekiwać, że nowe systemy walki radioelektronicznej lotnictwa pozwolą na kompleksowe ich zastosowanie i przedstawione powyżej sposoby wykorzystania środków walki radioelektronicznej będą realne.

ZAKOŃCZENIE

Doświadczenia operacji w Kosowie pokazały, że tak w okresie poprzedzającym, konflikt, jak i w czasie jego trwania, walka radioelektroniczna jest czynnikiem, który decyduje o powodzeniu wielu przedsięwzięć.

Nie da się ukryć, że zasadniczym determinantem nowego, a raczej innego, spojrzenia na problemy walki radioelektronicznej w lotnictwie, stał się fakt zbliżenia, a następnie przystąpienia do NATO. Znaleźliśmy się w nowym pod względem jakościowym obszarze, pełni kompleksów technicznych i organizacyjnych.

W wyniku przeprowadzonych badań, metodami analizy literatury, wywiadów, analogii i syntezy opracowano materiał dotyczący systemów walki radioelektronicznej lotnictwa RP.

Polskie lotnictwo bojowe jest wyposażone w mizerne środki walki radioelektronicznej, które nie zaspokajają wymagań współczesnego pola walki. Należy oczekiwać, że w najbliższych latach lotnictwo naszych sił powietrznych dostanie na uzbrojenie nowe statki powietrzne wyposażone w nowoczesne systemy walki radioelektronicznej. Stworzy to nowe możliwości w zakresie prowadzenia działań bojowych, a zwłaszcza taktyki pokonania obrony powietrznej ewentualnego przeciwnika.

Środki walki radioelektronicznej muszą być ciągle rozwijane. Podstawową cechą przyszłych środków musi być szerokie zastosowanie techniki komputerowej. Zakresy częstotliwości i rodzaje pracy poszczególnych urządzeń muszą być w pełni zgodne ze środkami radioelektronicznymi występującymi w obronie powietrznej różnych państw. Pozostawienie tego problemu w stanie stagnacji spowodować może nieodwracalne zaległości i opóźnienia w dziedzinie umacniania obronności państwa i spełniania zobowiązań wobec sojuszu.

Potrzeba zachowania żywotności lotnictwa bojowego wymaga, aby straty poniesione podczas jednego lotu nie przekroczyły 5 % samolotów.

Osiągnięcie takiego wskaźnika wymaga przede wszystkim wyposażenia wszystkich bojowych statków powietrznych w odpowiednie, indywidualne środki walki radioelektronicznej oraz zapewnienia im grupowej osłony radioelektronicznej przez samoloty WRE.

Poważny problem stanowi pokładowe rozpoznanie radioelektroniczne. Rozpoznanie to praktycznie nie istnieje, bo efekty rozpoznania prowadzone przez samoloty Su-22M4 są znikome. Rozwojowi tego rodzaju rozpoznania należy poświęcić szczególną uwagę.

Nieuniknione są również zmiany w teorii walki radioelektronicznej. Teoria walki radioelektronicznej wypracowana na początku lat 90-tych i zmodyfikowana po rozpadzie Układu Warszawskiego powinna być dostosowana do dokumentów standaryzacyjnych NATO.

Zakres badań i zastosowane metody badawcze pozwoliły zdaniem autora, na osiągnięcie założonego celu. Praca ta może stanowić materiał przydatny do dalszych badań oraz podstawę do opracowania materiałów dydaktycznych.

BIBLIOGRAFIA

1. Electronic Warfare (EW) in Air Operations. ATP-44(B). Stanag 3873.
2. EW Group : Electronic Warfare Handbook. Part 3. Electronic Warfare Support Measures (ESM). The Royal School of Signals, Blandford Camp, England, 1995.
3. EW Group : Electronic Warfare Handbook. Part 5. Electronic Protective Measures (EPM). The Royal School of Signals, Blandford Camp, England, 1995.
4. Górniak A. Aktualne wyposażenie jednostek WRE, kierunki rozwojowe i modernizacyjne oraz zadania wynikające z celów SZ NATO 2000. Referat na IV Konferencji Naukowo- Technicznej nt.: „Systemy rozpoznania i walki radioelektronicznej”, WAT, 1999.
5. Jańczak J. Zmiany w teorii walki radioelektronicznej w świetle zapewnienia interoperacyjności SZ RP w ramach sojuszu NATO. Referat na IV Konferencji Naukowo- Technicznej nt.: „Systemy rozpoznania i walki radioelektronicznej”, WAT, 1999.
7. Lotnicze środki walki radioelektronicznej państw NATO. Sztab Gen. WP, 1986.
8. Mordarski Z. Kierunki rozwoju obezwładniania radioelektronicznego w Siłach Powietrznych RP. AON, 1997.
9. Mordarski Z. Kierunki rozwoju rozpoznania radioelektronicznego w Siłach Powietrznych RP. AON, 1996.
10. Mordarski Z. Osłona radioelektroniczna działań bojowych lotnictwa Rzeczypospolitej Polskiej. AON, 1994.
11. Mordarski Z. Wymagania stawiane pokładowym systemom walki radioelektronicznej lotnictwa. Referat na III Konferencji Naukowo- Technicznej nt.: „Systemy rozpoznania i walki radioelektronicznej”, WAT, 1997.

12. Pokładowe systemy radioelektroniczne sił powietrznych państw NATO w zabezpieczeniu działań bojowych lotnictwa. Dowództwo WOPK, 1986.
13. Regulamin działań wojsk lądowych, DWL, 1999.
14. Siły i środki walki radioelektronicznej sił zbrojnych państw NATO. Sztab Gen. WP, Zarząd II, 1989.
15. Środki walki radioelektronicznej przeciwnika oraz ich wpływ na działalność bojową wojsk OPK. Dowództwo WOPK, 1989.
16. Tendencje rozwojowe w technice bojowej głównych państw zachodnich. Sztab Gen. WP, 1991.
18. The Joint Doctrine Encyclopedia. US Joint Doctrine Center, 1997.
19. Wojna elektroniczna według poglądów państw NATO. Sztab Gen. WP, 1989.
20. Zasady przygotowania i prowadzenia walki radioelektronicznej przez Siły Zbrojne RP, Szt. Gen. WP, 1995.

