

613595



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

AON wewn. 4978/97

Do użytku służbowego

Egz. Nr 31

Plk dr inż. Zbigniew MORDARSKI

ŚRODKI ROZPOZNANIA I OBEZWŁADNIANIA RADIOELEKTRONICZNEGO SIŁ POWIETRZNYCH



50222

WARSZAWA

1997

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OBRONY POWIETRZNEJ

PRZEKLASYFIKOWANO

Protokół Nr 54305

AON wewn. 4978/97

JAWNE

~~Dotyczy bezpieczeństwa~~

Egz. nr 31

Płk dr inż. Zbigniew MORDARSKI

ŚRODKI ROZPOZNANIA I OBEZWŁADNIANIA
RADIOELEKTRONICZNEGO SIŁ POWIETRZNYCH



SPIS TREŚCI

WSTĘP	5
1. ISTOTA WALKI RADIOELEKTRONICZNEJ W SIŁACH POWIETRZNYCH	6
1.1. Rozpoznanie radioelektroniczne	6
1.2. Obezwładnianie radioelektroniczne	8
2. ŚRODKI ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO	10
2.1. Naziemne środki rozpoznania radioelektronicznego	12
2.1.1. Odbiorniki radiowe	12
2.1.2. Aparatownie radioodbiorcze	16
2.1.3. Namierniki radiowe	17
2.1.4. Stacja rozpoznania systemów radiolokacyjnych „POST-3M”	21
2.1.5. Stacja rozpoznania systemów satelitarnych „DESAT-1”	23
2.2. Pokładowe środki rozpoznania radioelektronicznego	25
2.2.1. Samolot MiG-21R	25
2.2.2. Wymagania stawiane pokładowym środkom rozpoznania radioelektronicznego	27
3. ŚRODKI OBEZWŁADNIANIA RADIOELEKTRONICZNEGO	29
3.1. Klasyfikacja zakłóceń radioelektronicznych	29
3.2. Naziemne środki obezwładniania radioelektronicznego	32
3.3. Pokładowe środki obezwładniania radioelektronicznego	37
3.3.1. Samoloty myśliwsko-bombowe	39
3.3.2. Samoloty myśliwskie	46
3.3.3. Śmigłowce bojowe	47
3.3.4. Wymagania stawiane indywidualnym środkom walki radioelektronicznej lotnictwa	48
3.3.5. Wymagania stawiane samolotom walki radioelektronicznej	56
ZAKOŃCZENIE	60
BIBLIOGRAFIA	61

WSTĘP

We wszystkich rodzajach współczesnych sił zbrojnych i rodzajach wojsk masowo wykorzystywana jest technika radioelektroniczna, to znaczy różnego rodzaju środki i urządzenia działające na zasadzie emitowania w eter i odbiorze z niego energii elektromagnetycznej.

Ogólna liczba środków radioelektronicznych w siłach zbrojnych permanentnie wzrasta. Wynika to z ciągłego procesu unowocześniania uzbrojenia i wprowadzania do wojsk nowych środków walki, w których urządzenia radioelektroniczne spełniają priorytetowe funkcje decydujące o wartości technicznej i zdolności bojowej.

Organizując i prowadząc działania bojowe należy zdawać sobie sprawę, że istnieje możliwość zdobywania informacji o przeciwniku na podstawie pracy jego środków radioelektronicznych. Ponadto istnieje możliwość dezorganizowania dowodzenia wojskami i kierowania środkami walki przeciwnika poprzez obezwładnianie jego środków radioelektronicznych. Zadania te są realizowane przy pomocy środków rozpoznania i obezwładniania radioelektronicznego.

Niniejszy podręcznik zawiera zbiór podstawowych informacji dotyczących zasadniczego sprzętu rozpoznania i obezwładniania radioelektronicznego będącego na wyposażeniu naszych Sił Powietrznych. Przedstawienie danych dotyczących środków rozpoznania i obezwładniania radioelektronicznego, w postaci jednego wydawnictwa, w znacznym stopniu ułatwi opanowanie wiedzy przez studentów AON w omawianym temacie.

1. ISTOTA WALKI RADIOELEKTRONICZNEJ W SIŁACH POWIETRZNYCH

Rozpoznanie i obezwładnianie radioelektroniczne są podstawowymi elementami walki radioelektronicznej, która oprócz nich obejmuje jeszcze obronę radioelektroniczną.

Celem prowadzenia walki radioelektronicznej (WRE), w działalności Sił Powietrznych (SP), jest rozpoznanie pracujących systemów i środków radioelektronicznych lotnictwa uderzeniowego, obrony powietrznej i obrony przeciwlotniczej wojsk przeciwnika, ich obezwładnienie radioelektroniczne, które powinno spowodować obniżenie jego sprawności działania, stwarzając tym dogodne warunki dla ognia i manewru własnego lotnictwa i systemu OP oraz zabezpieczenie niezakłóconej pracy własnym systemom radioelektronicznym.

Osiągnięcie celu jest uwarunkowane posiadaniem niezbędnych sił i środków oraz zrealizowaniem następujących zadań:

a) rozpoznania radioelektronicznego pozwalającego na uzyskiwanie niezbędnych informacji o pracujących środkach radioelektronicznych przeciwnika (w tym wykorzystywanych częstotliwości, ich rodzajów, położenia itp.);

b) obezwładniania zakłóceniami systemów i środków radioelektronicznych lotnictwa uderzeniowego oraz obrony przeciwlotniczej w ścisłym współdziałaniu z ich niszczeniem środkami ogniowymi;

c) prowadzenia dywersji radiowej i mylenia radioelektronicznych systemów rozpoznania radiolokacyjnego, radionawigacji i sterowania środkami ogniowymi;

d) zrealizowania przedsięwzięć obrony radioelektronicznej pozwalających na zabezpieczenie własnych środków radioelektronicznych wykorzystywanych przez siły powietrzne przed rozpoznaniem radioelektronicznym, zakłóceniami radioelektronicznymi, dywersją radiową, myleniem radioelektronicznym oraz środkami ogniowymi samonaprowadzającymi się na źródło promieniowania elektromagnetycznego.

1.1. Rozpoznanie radioelektroniczne

Rozpoznanie radioelektroniczne dla potrzeb SP prowadzi się z ziemi i z powietrza. Ma ono za zadanie dostarczyć dane o:

a) systemie radiolokacyjnym OP i lotnictwa przeciwnika, w tym częstotliwości na których pracują radiolokatory, strukturze ich sygnałów, przeznaczeniu, położeniu, wielkości i charakterystyce pola radiolokacyjnego;

b) systemach łączności radiowej wykorzystywanych w systemach dowodzenia i powiadamiania, w tym częstotliwościach pracy, przeznaczeniu i treści przekazywanych informacji, dyslokacji w terenie lub stref dyżurowania w powietrzu i sposobu utajniania;

c) systemach radionawigacyjnych i telesterowania, a w tym położenie posterunków radionamierzenia, rodzaj systemu, ilość i położenie samolotów korzystających z systemu, sposób pracy, częstotliwości i struktura sygnału;

d) systemach radioelektronicznych samolotów specjalnych i bojowych, a w tym rodzaju wykorzystywanych środków, sposobie wykorzystania poszczególnych środków radioelektronicznych, częstotliwościach na których pracują, strukturze sygnału, przekazywanych treściach, położeniu samolotu i stosowanych środkach zakłócających.

Czas zebrania tych informacji powinien pozwolić na zastosowanie skutecznych środków zakłócających, mylących i ogniowych oraz po opracowaniu powinien pozwolić na zorientowanie się w ogólnej strukturze systemu OP oraz zamiarze wykorzystania przez przeciwnika jego sił powietrznych.

Rozpoznanie radioelektroniczne zdobywa dane o środkach przeciwnika promieniujących energię elektromagnetyczną przez poszukiwanie, śledzenie, przechwytywanie, namierzenie i analizę techniczno-operacyjną.

Poszukiwanie - jest to zespół czynności zmierzających do wykrycia źródeł promieniowania za pomocą urządzeń radioelektronicznych. Jego zadaniem, oprócz wykrycia środków radioelektronicznych pracujących w paśmie rozpoznania jest określenie wstępnych parametrów techniczno-operacyjnych. Poszukiwanie jest procesem złożonym ze względu na charakter pracy środków radioelektronicznych przeciwnika. Pomyślne wykrycie tych środków wymaga znajomości cech rozpoznawczych źródeł i obiektów rozpoznania.

Przy prowadzeniu poszukiwania wykorzystuje się następujące cechy: zakres częstotliwości, rodzaj nadawania, strukturę sygnału rozpoznawczego, zasady pracy i wymianę radiową oraz indywidualne cechy techniczno-operacyjne źródła. Poszukiwanie i wykrywanie źródeł rozpoznania prowadzi się w częstotliwości, kierunku i przestrzeni oraz według cech rozpoznawczych.

Śledzenie - jest to okresowe sprawdzanie pracy rozpoznanych źródeł wykrytych w wyniku poszukiwania. Polega ono na okresowym przestrajaniu urządzenia rozpoznawczego na częstotliwość pracy źródła rozpoznania oraz na krótkotrwałej rejestracji (parametrów technicznych) nadawania w celu sprawdzenia (potwierdzenia) posiadanych danych o tym obiekcie (źródle).

Przechwytywanie - jest to ciągły odbiór nadawań wykrytych źródeł rozpoznania i utrwalanie (rejestracja) zawartych w nich informacji. Polega na dostrajaniu urządzenia odbiorczego do

częstotliwości pracy źródła rozpoznania i stałej rejestracji jego nadawań. Wybór źródeł rozpoznania do przechwytywania zależy od roli i miejsca obsługiwanego przez źródło obiektu rozpoznania w ugrupowaniu bojowym przeciwnika oraz od wartości informacyjnej źródła rozpoznania.

Namierzanie - polega na lokalizacji źródeł rozpoznania. Obejmuje ono przekazanie zadań dla stanowisk namierzania, określenie kierunków na pracujące źródło rozpoznania, przekazanie wyników do stanowiska kierowania namierzaniem i ustalenie na podstawie tych wyników miejsca rozmieszczenia namierzonego źródła rozpoznania. Kierunek na pracujące źródło określa się za pomocą namierników radiowych i stacji rozpoznania systemów radiolokacyjnych, które mają anteny kierunkowe i pozwalają na odczytanie namiaru.

Analiza techniczno-operacyjna określa cechy techniczno-operacyjne źródeł promieniowania, cechy techniczne nowych rodzajów emisji, wykrywa zmiany i ulepszenia techniczne w systemach radioelektronicznych przeciwnika, daje wskazówki dotyczące przechwyty i rejestracji nowych emisji.

W Siłach Powietrznych rozpoznanie radioelektroniczne prowadzone jest już w okresie pokoju, tak więc przedsięwzięcia wchodzące w zakres organizacji rozpoznania radioelektronicznego realizowane są zawczasu. Jeżeli w okresie zagrożenia i w czasie prowadzenia działań wojennych zmienione zostaną zadania postawione przed rozpoznaniem radioelektronicznym, to organizowanie rozpoznania radioelektronicznego będzie realizowane równoległe z jego prowadzeniem.

Ugrupowanie sił i środków oddziału (pododdziału) rozpoznania radioelektronicznego jest jednym z zasadniczych czynników decydujących o wykonaniu stojącego przed nim zadania. Z uwagi na różnorodność typów urządzeń rozpoznawczych, właściwości propagacji fal elektromagnetycznych, zapewnienie wymaganej głębokości rozpoznania, zwiększenie żywotności elementów rozpoznania radioelektromagnetycznego oraz sposób działania pododdziały rozpoznania radioelektronicznego SP rozwijają swoje elementy na terenie całego kraju.

1.2. Obezwładnianie radioelektroniczne

Obezwładnianie radioelektroniczne jest aktywną częścią składową WRE i polega na stosowaniu celowych zakłóceń radioelektronicznych pracy urządzeń radioelektronicznych przeciwnika w celu dezorganizacji jego systemów rozpoznania, dowodzenia i kierowania środkami rażenia. Do realizacji tych zadań przeznaczone są specjalne pododdziały zakłóceń radioelektronicznych oraz część samolotów bojowych wyposażonych w specjalne urządzenia do stosowania zakłóceń radio-

elektronicznych zapewniających osłonę radioelektroniczną samolotów wykonujących zadania bojowe.

Obezwładnianie radioelektroniczne systemów OP i lotnictwa uderzeniowego przeciwnika realizuje się poprzez:

- a) zakłócanie stacji radiolokacyjnych OP z pokładowych stacji zakłócających;
- b) zakłócanie łączności radiowej systemu OP i lotnictwa naziemnymi stacjami zakłóceń radiowych KF i UKF;
- c) zakłócanie i mylenie systemów radionawigacyjnych, telesterowania oraz innych wykorzystywanych do kierowania uzbrojeniem;
- d) zakłócanie pokładowych stacji radiolokacyjnych, odwodzenie rakiet i bomb, mylenie przy wykorzystaniu naziemnych stacji zakłócających;
- e) zakłócanie stacji radiolokacyjnych OP i lotnictwa uderzeniowego, odwodzenie rakiet przy wykorzystaniu środków dipolowych (zakłócenia pasywne) wyrzucanych z samolotów.
- f) prowadzenie dywersji radiowej w kierunkach i sieciach radiowych systemu OP i lotnictwa uderzeniowego, w sieciach współdziałania lotnictwa z wojskami lądowymi oraz w systemach radionawigacji.

Realizacja zadań obezwładniania radioelektronicznego powinna poprzedzać uderzenia ogniowe lub je uzupełniać oraz pogłębiać chaos w systemach radioelektronicznych wynikający z uderzeń ogniowych.

Działania pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych w ramach systemu obrony powietrznej stanowią wzmocnienie obrony raketowej na prawdopodobnych kierunkach głównego nalotu lotnictwa przeciwnika. Użycie i sposób wykorzystania pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych są uzależnione od przewidywanej taktyki ŚNP przeciwnika, wykorzystania przez niego pokładowych urządzeń radioelektronicznych i możliwości własnych środków WRE, a także od charakteru obiektów (rejonów) wyznaczonych do osłony radioelektronicznej.

2. ŚRODKI ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO

Środki rozpoznania radioelektronicznego, są urządzeniami biernymi i nie promieniują własnej energii. Środki rozpoznania radioelektronicznego powinny zapewnić odbiór emisji z nakazaną dokładnością w częstotliwości. Urządzenie odbiorcze musi być zdolne do określenia rodzaju modulacji, polaryzacji fali i innych charakterystyk sygnałów.

Rozpoznanie radioelektroniczne w Siłach Powietrznych prowadzone jest w zakresie fal radiowych krótkich i ultrakrótkich oraz w zakresie mikrofalowym. Wykorzystanie poszczególnych rodzajów fal elektromagnetycznych dla potrzeb wojskowych przedstawia rys. 1.

Fale radiowe krótkie obejmują zakres częstotliwości od 3MHz do 30MHz. Fale te rozchodzą się w przestrzeni jako fale powierzchniowe (przy powierzchni ziemi) i fale jonosferyczne, które docierają do odbiornika po odbiciu od jonosfery. Zasięg fali powierzchniowej w zakresie fal krótkich jest znikomo mały ze względu za znaczne tłumienie wnoszone przez powierzchniowe warstwy gruntu oraz ze względu na krzywiznę Ziemi. Dla fal o długości 100 m (3MHz) zasięg wynosi do kilkudziesięciu kilometrów, a dla fal o długości 10 m (30MHz) - zaledwie kilka kilometrów.

Dla fali jonosferycznej odbiór na falach krótkich jest możliwy na bardzo dużych odległościach. Jest to możliwe dzięki temu, że fale krótkie odbijają się od jonosfery jednorazowo - tzw. transmisja jednoskokowa - lub wielokrotnie - tzw. transmisja wieloskokowa (dzięki tej transmisji fale krótkie mają zasięg ogólnosiwiatowy). Właściwości rozchodzenia się fal radiowych krótkich zapewniają możliwość ich rozpoznawania nawet ze znacznych odległości.

Fale radiowe ultrakrótkie i mikrofałe obejmują zakres częstotliwości powyżej 30MHz. Fale te wykazują przy rozchodzeniu się w otoczeniu Ziemi właściwości quasi - optyczne, tj. w zasadzie rozchodzą się zgodnie z prawami optyki geometrycznej. Gdyby prawa optyki geometrycznej obowiązywały ściśle, wówczas odbiór na tych falach ograniczyłby się tylko do zasięgu optycznego (horyzontalnego). W rzeczywistości istnieją zjawiska, które powodują, że fale docierają poza zasięg optyczny. Do tych zjawisk należy refrakcja i rozpraszanie fal w troposferze oraz dyfrakcja wokół kulistej powierzchni Ziemi.

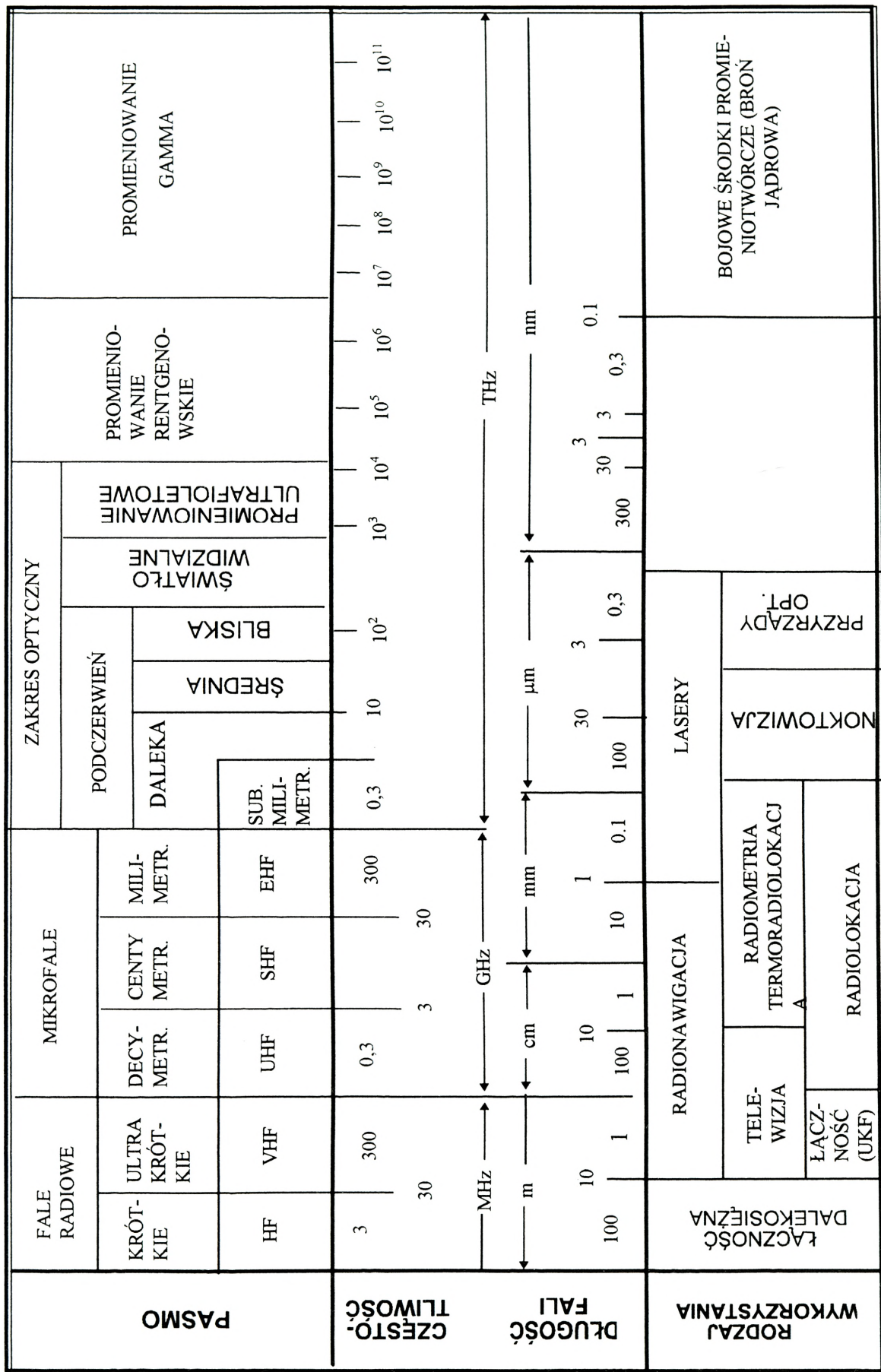
W praktyce zasięg rozpoznania (D_{rozp}) w zakresie fal ultrakrótkich i mikrofal oblicza się w przybliżeniu ze wzoru:

$$D_{rozp(km)} = 4,12 (\sqrt{H_{n(m)}} + \sqrt{H_{rozp(m)}})$$

gdzie:

H_n - wysokość anteny nadawczej rozpoznawanego urządzenia;

H_{rozp} - wysokość anteny urządzenia rozpoznawczego.



Rys. 1. Podział widma elektromagnetycznego dla potrzeb wojskowych

Zasięg rozpoznania wzrasta wraz z wysokością środka rozpoznawczego lub rozpoznającego. Rozpoznawanie naziemnych środków radioelektronicznych przeciwnika, pracujących w zakresie fal ultrakrótkich i mikrofal, w głębi jego ugrupowania (powyżej 30 km) wymaga umieszczenia środków rozpoznawczych na samolotach (śmigłowcach). Przy wysokości lotu samolotu rozpoznawczego 5000 m zasięg wykrywania naziemnych stacji radiolokacyjnych i środków łączności UKF wzrasta do około 300 km.

Przedstawione powyżej właściwości rozchodzenia się fal radiowych powodują, że w SP rozpoznanie powinno być prowadzone zarówno przez naziemne, jak i pokładowe środki rozpoznania radioelektronicznego.

2.1. Naziemne środki rozpoznania radioelektronicznego

W Siłach Powietrznych naziemne środki rozpoznania radioelektronicznego dzielą się na następujące grupy urządzeń:

- a) odbiorniki radiowe;
- b) aparatownie radioodbiorcze;
- c) namierniki radiowe;
- d) stacje rozpoznania systemów radiolokacyjnych;
- e) stacje rozpoznania systemów satelitarnych.

Środki rozpoznania radioelektronicznego posiadają rozbudowane odbiorcze układy antenowe, dzięki czemu spełniają swoje zadania zgodnie z przeznaczeniem w szerokim przedziale częstotliwości. Część urządzeń radioelektronicznych jest mobilna (na pojazdach samochodowych), inne natomiast mogą być stacjonarne, gdy są umieszczone w wydzielonych pomieszczeniach stanowisk dowodzenia.

2.1.1. Odbiorniki radiowe

Odbiorniki radiowe pracują w zakresie fal krótkich i ultrakrótkich.

Do podstawowych odbiorników radiowych zakresu KF, będących na wyposażeniu SP, należą:

- odbiornik REV-251M (około 70% odbiorników);
- odbiornik R-1250 w różnych wersjach (około 15% odbiorników);
- odbiornik R-399A (około 10% odbiorników);
- odbiornik R-250M (około 5% odbiorników).

Odbiornik REV-251M

Odbiornik jest przeznaczony do odbioru emisji radiowych w zakresie częstotliwości 1-30 MHz o poziomie powyżej $1\mu\text{V}$. Odbiornik umożliwia odbiór emisji telegraficznych amplitudowych i częstotliwościowych oraz telefonicznych jedno i dwuwstęgowych. Odbiornik umożliwia cyfrowe sterowanie przestrajaniem w całym zakresie częstotliwości w czasie poniżej 100 ms. Minimalny jednostkowy skok częstotliwości przestrajania wynosi 1 Hz, 10 Hz lub 1 kHz. W odbiorniku przewidziano strojenie odwodów na żadaną częstotliwość przy pomocy klawiatury (ustawienie konkretnej częstotliwości) lub przy pomocy pokrętki (przestrajanie płynne).

Odbiornik może być sterowany za pomocą układu sterowania umożliwiającego wybór częstotliwości odbieranej, wybór rodzaju pracy i wybór szerokości odbieranego pasma.

Odbiornik R-1250

Jest krótkofalowym odbiornikiem radiowym przeznaczonym do nasłuchu i przechwytywania radiowego w zakresie częstotliwości 1,5 - 30MHz. Razem z częstotściomierzem R1250M/B stanowi komplet odbiorczy przeznaczony do rozpoznania radiowego. Jest urządzeniem tranzystorowym. Charakteryzuje się wysoką stabilnością częstotliwości rzędu 10^{-7} oraz dużą odpornością na sygnały zakłócające leżące w pobliżu częstotliwości roboczej. Czułość użytkowa odbiornika dla sygnałów telegraficznych z manipulacją amplitudy nie jest gorsza niż $1\mu\text{V}$. Odbiornik zapewnia odbiór sygnałów telegraficznych z manipulacją amplitudy i częstotliwości oraz telefonicznych jedno i dwuwstęgowych.

Do odbiornika mogą być dołączone następujące urządzenia:

- przystawka R-1352MA do wydzielania wstęp bocznych;
- przystawka R-1352MK do wydzielania kanałów telefonicznych z poszczególnych wstęp bocznych;
- demodulator telegraficzny R-1353M/AA do odbioru sygnałów z manipulacją amplitudy;
- demodulator telegraficzny R-1352M/1F do odbioru sygnałów z manipulacją częstotliwości;
- pulpit manipulacyjny;
- zasilacz przeznaczony do zasilania zestawu odbiorczego.

Krótkofalowy komplet roboczy R-1250M, łącznie z wymienionymi urządzeniami, stanowi zestaw odbiorczy zapewniający odbiór klasycznych sygnałów radiowych w tym z zwielokrotnieniem telegraficznym. Ponadto odbiornik może być podłączony do analizatora widma R-1351M.

Układ poszukiwania odbiornika pozwala określić częstotliwość sygnału wykrytej radiostacji z dokładnością do 100Hz. Odbiornik nie jest przystosowany do zdalnego sterowania.

Odbiornik R-399A („KATRAN”)

Odbiornik jest przeznaczony do przechwytu i śledzenia sygnałów telegraficznych z manipulacją amplitudy oraz sygnałów telefonicznych jedno i dwuwstęgowych w zakresie częstotliwości 1-32MHz. Zaletą odbiornika jest pamięć operacyjna zbudowana na mikroprocesorze, która umożliwia zaprogramowanie 59 kompletów danych: częstotliwość, rodzaj pracy i szerokość pasma.

Przy pracy z wykorzystaniem pamięci operacyjnej są realizowane następujące funkcje:

- ustalenie i zapamiętanie 59 kompletów danych;
- przesłuchiwanie każdej z zaprogramowanych częstotliwości przez okres 0,5 do 3 s;
- ręczne zatrzymanie na jednej dowolnie wybranej częstotliwości spośród 59;
- ręczne wywołanie z pamięci operacyjnej dowolnie zaprogramowanej częstotliwości według nadanego jej numeru.

Czułość odbiornika wynosi powyżej $6\mu\text{V}$ (w przypadku emisji z manipulacją amplitudy lub z modulacją jednowstęgową) oraz $2,5\mu\text{V}$ (w przypadku emisji z modulacją amplitudy). Dyskretność przestrajania odbiornika wynosi 1Hz lub 10Hz.

Sterowanie odbiornikiem może być inicjowane przez EMC lub przez operatora.

Odbiornik R-250

Jest odbiornikiem krótkofalowym umożliwiającym odbiór sygnałów telegraficznych z manipulacją amplitudy (A1) i telefonicznych z modulacją amplitudy (A3) w zakresie częstotliwości 1,5 - 25,5 MHz. Odbiornik umożliwia ręczny wybór częstotliwości pracy, pasma oraz rodzaju odbieranej emisji. Czułość odbiornika wynosi około $3\mu\text{V}$. Odbiornik nie jest przystosowany do zdalnego sterowania. Odbiornik wykonany jest w technologii lampowej.

Podstawowymi odbiornikami radiowymi zakresu ultrakrótkofalowego będącymi na wyposażeniu SP są:

- odbiornik R-313M2 (około 50% odbiorników);
- odbiornik UP-3MB (około 30% odbiorników);
- odbiornik VU-32M (około 20% odbiorników).

Odbiornik R-313M2

Przeznaczony jest do odbioru słuchowego sygnałów fonicznych zmodulowanych amplitudowo i częstotliwościowo oraz sygnałów telegraficznych w zakresie częstotliwości 100-425 MHz. Czułość odbiornika wynosi $4,5\mu\text{V}$. Odbiornik wykonany jest w technologii lampowej i nie jest przystosowany do zdalnego sterowania.

Odbiornik panoramiczny UP-3MB

Odbiornik panoramiczny jest przeznaczony do wykrywania i przechwytywania emisji radiowych urządzeń nadawczych w zakresie częstotliwości od 100 do 520MHz. Przechwytywane sygnały radiostacji są zobrazowane na wskaźniku o wymiarach 15 x 21 cm. W celu ułatwienia odczytu częstotliwości, na ekranie pojawiają się znaczniki wytwarzane przez specjalny generator kwarcowy.

Oprócz wzrokowej obserwacji sygnałów w odbiorniku przewidziano możliwość prowadzenia podsłuchu za pomocą słuchawek. Podsłuch odbywa się podczas automatycznego poszukiwania lub ręcznego nastrojenia odbiornika na wybraną radiostację.

Odbiornik panoramiczny składa się z dwóch podstawowych podzespołów: z odbiornika właściwego i wskaźnika. Czułość odbiornika jest nie gorsza od $1\mu\text{V}$.

Zakres częstotliwości odbiornika jest podzielony na siedem podzakresów po 60MHz każdy. Rodzaje pracy odbiornika są następujące:

- a) obserwacja jednego podzakresu 60MHz z ciągłym poszukiwaniem i zobrazowaniem na sześciu podstawach czasu ekranu, z rozdziałem pasma po 10MHz na każdą podstawę czasu;
- b) obserwacja jednego podzakresu 60MHz bez poszukiwania, z odwzorowaniem na sześciu podstawach czasu i podziałem pasma na 10MHz;
- c) obserwacja pasma częstotliwości 100-460MHz (podzakresy I-VI) z ciągłym przeszukiwaniem każdego podzakresu 60MHz na sześciu podstawach czasu;
- d) obserwacja jednego wybranego podzakresu 60MHz z ciągłym zobrazowaniem na jednej podstawie czasu.

Odbiornik zapewnia przeszukiwanie częstotliwości w szerokim zakresie z pełnym zobrazowaniem wizualnym na ekranie wskaźnika.

Odbiornik VU-32M

Jest przeznaczony do odbioru emisji radiowych, telefonicznych zmodulowanych amplitudowo i częstotliwościowo oraz telegraficznych z manipulacją amplitudy i częstotliwości. Zakres odbieranych częstotliwości wynosi 100-500MHz. Dokładność nastrojania odbiornika wynosi 1kHz. Czułość odbiornika jest nie gorsza od $1,6\mu\text{V}$. Odbiornik może współpracować z odbiornikiem panoramicznym UP-3MB.

W ostatnim okresie w SP testowane są odbiorniki radiowe firmy ROHDE & SHWARC typu EK-890 i ESM-500, które w przyszłości zastąpią przede wszystkim takie odbiorniki jak R-250, R-1250, R-313M2.

Odbiornik EK-890

Jest odbiornikiem krótkofalowym umożliwiającym odbiór sygnałów w zakresie częstotliwości 10kHz - 30MHz z możliwością przestrajania co 1Hz. Sterowanie odbiornikiem może być realizowane lokalnie za pomocą klawiatury odbiornika lub zdalnie. Odbiornik posiada pamięć umożliwiającą zapamiętanie 999 częstotliwości.

Odbiornik ESM-500

Jest odbiornikiem ultrakrótkofalowym umożliwiającym odbiór sygnałów w zakresie 20 - 1000 MHz. Odbiornik może być zdalnie sterowany przez komputer lub jeden z odbiorników tego typu wchodzący w skład systemu rozpoznania. Odbiornik posiada pamięć umożliwiającą zapamiętania 999 częstotliwości co zwiększa możliwości jego wykorzystania.

2.1.2. Aparatownie radioodbiorcze

Odbiorniki radiowe KF i UKF występują jako stacjonarne oraz są montowane na różnego typu aparatowniach, których ukończenie jest dostosowane do roli spełnianej w systemie rozpoznania radiowego. Typ i rodzaj sprzętu montowanego w ramach aparatowni są najczęściej dobierane stosownie do sposobów prowadzenia rozpoznania i zdobywania danych przez poszczególne stanowiska i posterunki rozpoznawcze. Aparatownie dzielą się na aparatownie krótkofalowe, ultrakrótkofalowe oraz typu mieszanego. Podstawowe wyposażenie i przeznaczenie poszczególnych aparatowni przedstawia tabela 1.

Aparatownie radioodbiorcze umożliwiają prowadzenie rozpoznania radiowego w warunkach polowych poza stacjonarnymi stanowiskami rozpoznania radioelektronicznego. Źródłem zasilania aparatowni są dwa zespoły spalinowo-elektryczne typu PAB-2-1/230 pracujące na przemian. Czas rozwijania i zwijania aparatowni przez załogę składającą się z pięciu osób wynosi:

- dla ARO K - 120 min.;
- dla ARO U - 100 min.;
- dla ARO KU - 150 min.

Tabela 1

Typ aparatu	Przeznaczenie	Zasadnicze wyposażenie
ARO K3	Przechwyt słuchowych emisji telegraficznych i telefonicznych KF	7 odbiorników R-250, 2 magnetofony M64/5.
ARO K8	Przechwyt emisji KF zwielokrotnionych częstotliwościowo	3 odbiorniki R-1250 MA, 5 dalekopisów T63, magnetofon M64/5.
ARO K9	Przechwyt emisji KF zwielokrotnionych czasowo	2 odbiorniki R-1250MA, 2 odbiorniki R-341.
ARO U2	Przechwyt emisji telefonicznych UKF	odbiornik R-313M2, odbiornik VU-32M, odbiornik UP3MB.
ARO KU1	Przechwyt słuchowych emisji telefonicznych i telegraficznych KF i UKF	2 odbiorniki R-250, 2 odbiorniki R-313M2

Powierzchnia wymagana do rozwinięcia aparatu jest uzależniona od wersji ARO oraz od ilości rozwiniętych anten. Do rozwinięcia pełnego układu antenowego wymagane są następujące powierzchnie:

- dla ARO K - 300 x 300 m;
- dla ARO U - 70 x 70 m;
- dla ARO KU - 300 x 300 m.

Powierzchnia, na której będzie rozwijana aparatura, powinna być w miarę możliwości odkryta. Wskazane jest rozwijanie aparatu na wzgórzach lub wzniesieniach terenowych.

2.1.3. Namierniki radiowe

Namierniki radiowe są przeznaczone do lokalizacji radiostacji przeciwnika. SP dysponują namiernikami radiowymi krótkofalowymi i ultrakrótkofalowymi.

Namiernik radiowy R-359M

Jest namiernikiem krótkofalowym przeznaczonym do namierzania radiostacji pracujących w zakresie częstotliwości 1,5 - 25,5MHz. Podstawowym elementem namiernika jest stojak namierzania R-259 K-2. Namiernik umożliwia synchronizowane, zautomatyzowane namierzanie

źródeł emisji radiowych. Namiernik posiada układy umożliwiające zdalne sterowanie jego nastawami oraz transmisję danych z namierzania. Sterowanie namiernikiem obejmuje odbiór komendy zdalnego sterowania i sterowanie procesem strojenia odbiornika na namierniku. Namiernik umożliwia wygenerowanie i transmisję zwrotną wyników namierzania w postaci meldunku zawierającego wartość azymutu i częstotliwość pracy.

Do określenia współrzędnych namierzonej radiostacji są potrzebne dwa namierniki. W praktyce w systemie namierzania KF pracuje 3 - 5 namierników co zwiększa dokładność. Do namiaru wykorzystuje się dwa układy antenowe:

- anteny pionowe do namiaru na falach jonosferycznych (powyżej 300 km);
- anteny ramowe do namiaru na falach przyziemnych (do 100 km).

Błąd określenia azymutu na pracującą radiostację wynosi dla anten pionowych $1,6^\circ - 2^\circ$, a dla anten ramowych $3^\circ - 8^\circ$. Ze względu na dokładność w praktyce wykorzystuje się głównie anteny pionowe.

Namiernik rozmieszczony jest na samochodzie Star 660 i posiada dwa stanowiska pracy. Każde stanowisko pozwala określić 120 -150 azymutów na pracujące radiostacje w ciągu 1 godz. Czas potrzebny na rozwijanie i zwijanie namiernika wynosi 3 godz. Miejsce rozwijania powinno znajdować się w odległości nie mniejszej niż 15 - 20 km od miast i dużych zakładów przemysłowych.

Namierniki R-359M wchodzi w skład zautomatyzowanego systemu namierzania radiowego „NASTURCJA”.

System „NASTURCJA” stanowi ściśle powiązanie ze sobą czterech elementów:

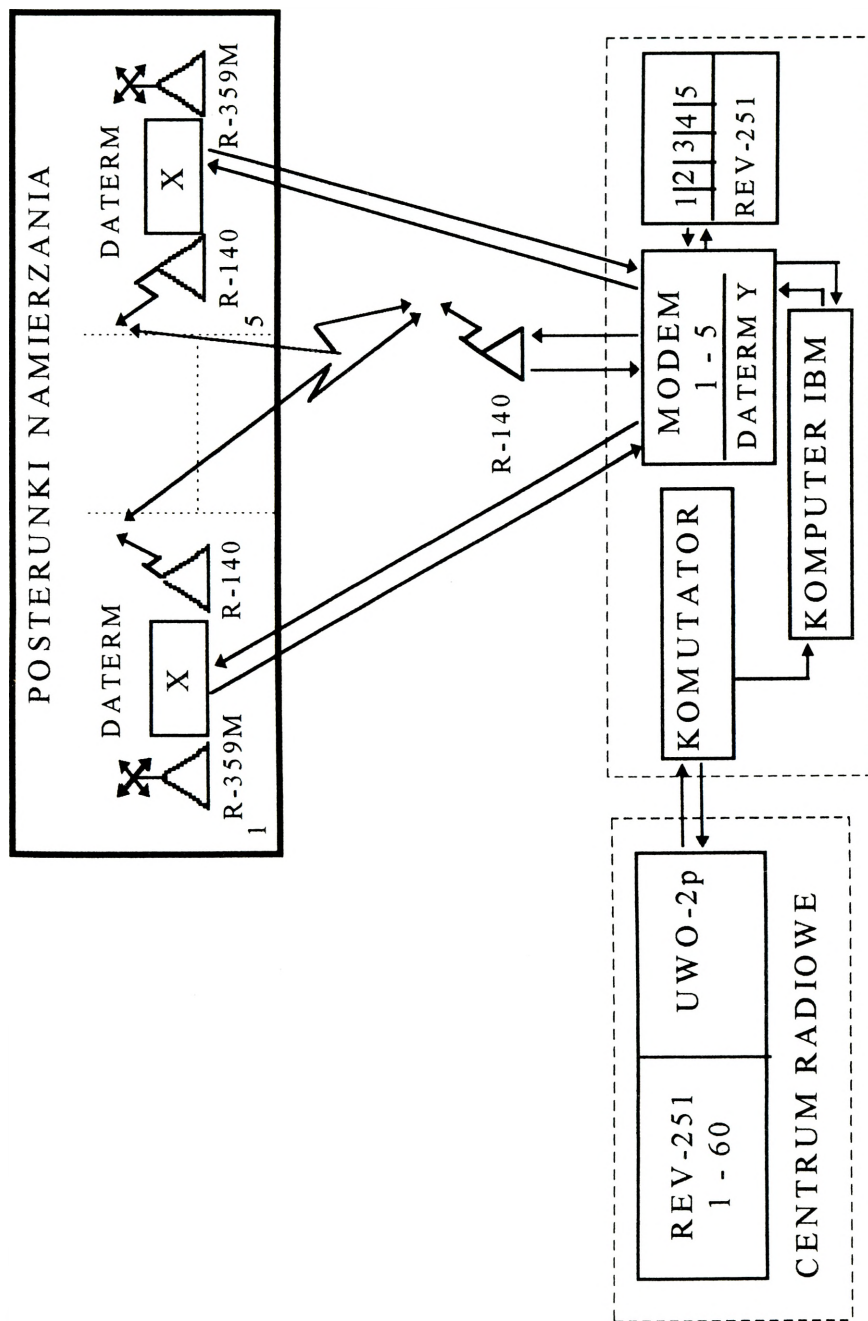
- a) stanowiska odbiorcze na Centrum Radiowym,
- b) stanowisko kierowania namierzaniem,
- c) stanowiska namiarowe na bazie stojaków namierzania REV-259 K-2,
- d) system transmisji danych.

Schemat funkcjonalny podsystemu „NASTURCJA” przedstawia rys.2.

Stanowisko odbiorcze przeznaczone jest do odbioru emisji radiowych i przekazywania zadań do namierzania na stanowisko kierowania namierzaniem. W skład stanowiska odbiorczego wchodzi odbiornik radiowy REV-251M i pulpit sterowniczy operatora UWO-2p. Tak wyposażonych stanowisk może być do 60.

Stanowisko kierowania namierzaniem wyposażone jest w:

- a) komputer centralny (IBM), którego oprogramowanie zapewnia:



Rys.2. Schemat funkcjonalny systemu namierzania radiowego KF „NASTURCJA”

- przyjmowanie zadań od poszczególnych stanowisk odbiorczych według czterech założonych priorytetów,

- formułowanie komendy do namierzania i przesyłanie jej przez urządzenie transmisji danych do namierników,

- zwrotne przyjęcie meldunków z namierników (wartość kąta namiaru i jego jakość),

- obliczanie okresowej statystyki pracy podsystemu według założonych przekrojów,

- zobrazowanie poszczególnych etapów namierzania na monitorze ekranowym i drukarce,

- przesyłanie kompletu danych do komputera nadrzędnego;

b) komutator wejść, który zapewnia:

- podłączenie do komputera centralnego 60 stanowisk odbiorczych,

- zestawienie połączeń pomiędzy stanowiskami odbiorczymi a komputerem na żądanie operatora stanowiska odbiorczego lub kierującego namierzaniem,

- anulację zestawionego łącza;

c) monitor dyżurnego namierzania, który zapewnia zobrazowanie zgłoszenia stanowiska, z którego realizowane jest namierzanie;

d) monitor wyników namierzania, na którym są zobrazowane:

- mapa Europy,

- mapa Polski z zaznaczoną lokalizacją namierników,

- kierunki namiaru - azymuty (w postaci linii),

- miejsce dyslokacji oraz współrzędne geograficzne środków radiowych,

- jakość namiaru w postaci błędu kołowego oraz parametrów elipsy błędów,

- numer zadania, częstotliwość robocza, czas;

e) drukarkę do rejestracji danych wynikowych.

Stanowiska namiarowe znajdują się na namiernikach radiowych R-359M, które są wyposażone w stojaki namierzania REV-259 K-2. Na każdym namierniku znajdują się dwa stanowiska namiarowe. Podsystem „NASTURCJA” przewiduje podłączenie do pięciu namierników (dziesięć stanowisk). Stanowiska namiarowe stanowią zasadniczy element systemu, ponieważ tutaj określany jest azymut na pracujący nadajnik radiowy. Stanowisko namiarowe posiada układ określania jakości namiaru (w skali od 1 do 4).

System transmisji danych umożliwia przesyłanie komend namierzania do namierników oraz przyjęcie od nich wyników.

Dane mogą być przesyłane drogą przewodową w oparciu o standardowe linie łączności z szybkością 600Bd lub drogą radiową przy wykorzystaniu kanału łączności radiostacji R-140 z prędkością 150Bd.

Wprowadzenie zautomatyzowanego podsystemu „NASTURCJA” zapewniło 5-krotne zwiększenie ilości namiarów z 30 do około 150 w jednej sieci w ciągu godziny oraz wykonanie namiarów na emisje krótkotrwałe 3-4 sekundowe, co nie było możliwe w systemie tradycyjnym. Możliwe jest również wykonanie kilku namiarów w czasie jednej wymiany radiowej co zwiększa dokładność lokalizacji środka radiowego.

Namiernik JU-70

Służy do namierzania źródeł emisji radiowych ultrakrótkofalowych w zakresie 100-500 MHz. Namiernik może być sterowany ręcznie lub automatycznie. Na bazie namierników został zbudowany zautomatyzowany system namierzania radiowego UKF (pod kryptonimem „GROSZEK”). W skład jednego systemu wchodzi 2-3 namierników. System ten pracuje analogicznie jak system „NASTURCJA”. Każdy namiernik systemu otrzymuje komendy dotyczące strojenia i namierzania przez linie zdalnego sterowania. Komenda dotycząca strojenia zawiera dane o wartościach częstotliwości odbioru i wartości szerokości pasma oraz rodzaju namierzonej emisji. Samo namierzanie rozpoczyna się po otrzymaniu komendy pomiaru azymutu, poprzedzonej danymi do nastrojenia, a kończy się potwierdzeniem odbioru meldunku o namierzaniu. Blok automatycznej oceny azymutu realizuje pomiar, którego czas trwania zależy od stosunku sygnału do zakłóceń. Po zakończeniu namiaru, namiernik formułuje meldunek zawierający wartość azymutu i parametry namierzonej emisji. Dokładność określania azymutu emisji wynosi $2,5^\circ$. Namiernik pozwala określić około 150 azymutów w systemie zautomatyzowanym i około 30 w systemie ręcznym w ciągu 1 godz.

Aparatura namiernika umieszczona jest w kontenerze.

2.1.4. Stacja rozpoznania systemów radiolokacyjnych POST-3M

Do prowadzenia rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych w SP przeznaczona jest stacja POST-3M.

Naziemna ruchoma stacja rozpoznania systemów radiolokacyjnych jest przeznaczona do wykrywania samolotowych radiolokacyjnych celowników bombowych oraz innych pokładowych stacji radiolokacyjnych pracujących w zakresie 2500-37500MHz (0,8 - 12 cm.).

Przy użyciu aparatury stacji można określić następujące dane wykrytych stacji radiolokacyjnych:

- częstotliwość fali nośnej;
- azymut;
- czas trwania impulsów;
- częstotliwość powtarzania impulsów;
- czas trwania serii impulsów;
- prędkość obracania anteny wykrywanej stacji radiolokacyjnej.

Aby zlokalizować pracującą stację radiolokacyjną, dany cel musi być śledzony równocześnie przez co najmniej dwie stacje POST-3M. Dokładność określania azymutu wynosi 2 - 3°. Stacja zamontowana jest na dwóch samochodach typu ZIL (wóz aparatowy i wóz zasilania). Anteny zamontowane są na przyczepie. Przyczepę antenową rozwija się na podwyższonej płaszczyźnie (4 x 4 m) tak, aby kąt zakrycia na głównym kierunku rozpoznania nie przekraczał 15', a na pozostałych kierunkach 1°. Wóz z aparaturą może znajdować się w ukryciu w odległości nie większej niż 20-25 m od płaszczyzny antenowej. Stacja może być rozwijana w pobliżu własnych stacji radiolokacyjnych w odległości nie mniejszej niż 6 - 7 km. Stacja jest zasilana z własnej elektrowni polowej (dwa zespoły prądotwórcze typu E5B - 8 x 2B lub z przemysłowej sieci trójfazowej. W stacji układ antenowy może obracać się dookoła (0 - 360°). W stacji istnieje możliwość automatycznego obracania anteny w sektorze, którego wartość wynosi 30 - 180° na docelowym kierunku. Czas rozwijania i zwijania stacji wynosi jedną godz. Stacja może równocześnie prowadzić dwa cele. W ciągu jednej godz. można zidentyfikować do dwudziestu stacji radiolokacyjnych. Stacja może współpracować z zestawem „ASYR” służącym do identyfikacji stacji radiolokacyjnych.

Zestaw „ASYR” w SP przeznaczony został do modernizacji stacji „POST-3M”. Oprócz tego może współpracować ze stacjami rozpoznania RPS-6, SDR-2M, DMW-1/18.

Zestaw „ASYR” przeznaczony jest do automatycznego pomiaru i analizy parametrów sygnałów radiolokacyjnych oraz zapewnia klasyfikację typów i identyfikację egzemplarzy rozpoznawanych stacji radiolokacyjnych z równoczesną możliwością zobrazowania i rejestracji wyników pomiarów.

Modernizacja stacji „POST-3M” zestawami „ASYR” umożliwiła nie tylko identyfikację egzemplarzy RLS, ale również sześciokrotny wzrost analizowanych i klasyfikowanych stacji w ciągu jednej godz. (z 20 do 120).

Zestaw „ASYR” składa się z dwóch podstawowych zespołów:

- a) pomiarowego - zamieniającego informację analogową na cyfrową;
- b) analizy - zawierającego mikrokomputer wraz ze specjalistycznym oprogramowaniem.

Zestaw współpracuje z takimi urządzeniami jak: monitor telewizyjny, drukarka, klawiatura, pamięć kasetowa. Strukturę zestawu „ASYR” przedstawia rys.3.

Klasyfikacja i identyfikacja przeprowadzona jest w oparciu o wcześniej przygotowany bank danych, w którym można zapisać dane o 512 egzemplarzach stacji radiolokacyjnych (pamięć wewnętrzna). Natomiast pamięć kasetowa jest pamięcią zewnętrzną, umożliwiającą zapis nieograniczonej liczby pomiarów, na podstawie których uaktualniany jest bank danych na pamięci wewnętrznej. Oprogramowanie zestawu wykonano w postaci dziewiętnastu podprogramów - funkcji, które umożliwiają analizę i rozpoznanie sygnałów o złożonej strukturze wewnętrznej, w skomplikowanej sytuacji radioelektronicznej, w pasie rozpoznania.

Średni czas uzyskania wyników analizy w sposób automatyczny wynosi:

- 3 - 5 s bez pomiarów obrotów anteny;
- 12 - 60 s z pomiarem obrotów anteny.

Średni czas uzyskania klasyfikacji typu i identyfikacji egzemplarza stacji radiolokacyjnej wynosi 20 - 120 s. Całkowicie nową jakością jest możliwość identyfikacji egzemplarza SRL z wysoką wiarygodnością wynoszącą 93%, czego do chwili wprowadzenia zestawu nie zapewniał żaden system.

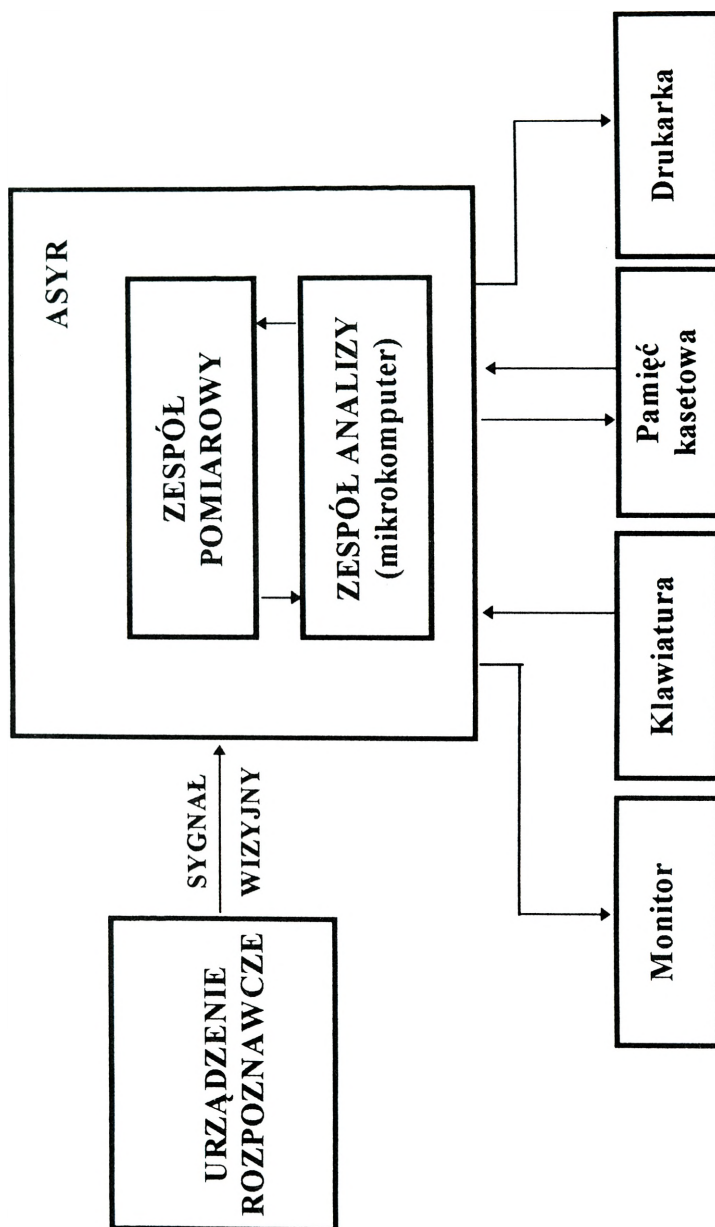
2.1.5. Stacja rozpoznania systemów satelitarnych „DESAT-1”

W SP do rozpoznania systemów satelitarnych wykorzystywana jest stacja „DESAT-1”. Stacja przeznaczona jest do przechwyty, demodulacji i analizy sygnałów fonicznych jednowęzgowych i zmodulowanych częstotliwościowo oraz sygnałów telegraficznych z manipulacją częstotliwości i amplitudy.

Stacja „DESAT-1” stanowi zestaw odbiorczy składający się z dwóch odbiorników:

- odbiornika typu VU-32 MA-22 służącego do przechwyty i demodulacji emisji radiowych;
- odbiornika typu UP-3MB/INC służącego do panoramicznego zobrazowania przechwytywanych emisji radiowych.

Stacja umożliwia odbiór sygnałów radiowych w zakresie częstotliwości 220 - 400MHz w dwóch niezależnych kanałach. Czulość układu odbiorczego jest nie mniejsza niż 1,2μV.



2.2. Pokładowe środki rozpoznania radioelektronicznego

Nasze lotnictwo na dzień dzisiejszy posiada możliwość prowadzenia rozpoznania tylko w zakresie radiolokacyjnym. Powietrzne rozpoznanie radioelektroniczne w naszym lotnictwie prowadzą samoloty MiG-21R.

2.2.1. Samolot MiG-21R

Samolot MiG-21R stanowi modyfikację samolotu MiG-21 pfm i jest przeznaczony do prowadzenia rozpoznania taktycznego z powietrza. Niezależnie od stałego wyposażenia pokładowego samolot MiG-21R wyposażony jest w dwa zasobniki „D” i „R” umożliwiające wykonywanie zadań rozpoznawczych. W zależności od charakteru zadania rozpoznawczego na samolocie podwieszany jest zasobnik „D” lub „R” w miejsce podwieszanego zbiornika paliwa.

Zasobnik „D” wyposażony jest w urządzenia służące do prowadzenia taktycznego rozpoznania fotograficznego w dzień, natomiast wyposażenie zasobnika „R” zabezpiecza prowadzenie taktycznego rozpoznania radioelektronicznego w dzień lub w nocy.

Zasobnik „R” wyposażony jest w:

- dwie stacje radioelektronicznego rozpoznania SRS-6 i SRS-7M;
- aparat fotograficzny przeznaczony do wykonywania zdjęć planowych;
- magnetofon MS-61 przeznaczony do zapisu mowy pilota w czasie lotu rozpoznawczego;
- stację ostrzegawczą SPO-3 przeznaczoną do ostrzegania pilota o opromieniowaniu samolotu energią fal elektromagnetycznych stacji radiolokacyjnej przeciwnika;
- automat ASO-2I przeznaczony do zrzucania przeciwradiolokacyjnych dipoli zakłócających.

Praca stacji SRS-6 i SRS-7 oparta jest na jednoczesnej wielokanałowej selekcji częstotliwości. Każdy z kanałów stacji zabezpiecza odbiór sygnałów w określonym paśmie częstotliwości. Długość fali sygnału odebranego przez którykolwiek z kanałów, określa się jako równą średniej częstotliwości pasma danego kanału. Zasada ta zabezpiecza jednoczesny odbiór sygnałów w całym zakresie częstotliwości roboczych, obu stacji rozpoznawczych i umożliwia określenie częstotliwości, na której pracuje wykryta stacja radiolokacyjna.

Stacja SRS-6 umożliwia odbiór sygnałów w zakresie częstotliwości odpowiadających długości fali 2,9 - 37,04 cm (800 - 10.450MHz). Zakres ten podzielony jest na 34 kanały. Zakres częstotliwości sygnałów odbieranych przez stację SRS-7M odpowiada długości fali 37,04 - 200 cm (147 - 800 MHz). Zakres ten podzielony jest na osiemnaście kanałów.

Stacje SRS-6 i SRS-7M zabezpieczają jednoczesny odbiór sygnałów: z lewego lub prawego sektora (w stosunku do osi podłużnej samolotu), w zakresie częstotliwości od 147 do 10450MHz, których czas trwania impulsów jest równy lub większy od 0,2 μ s, a częstotliwość powtarzania impulsów wynosi 200 do 2000 imp/s. Odebrane przez stacje sygnały są rejestrowane na jednej perforowanej taśmie filmowej o szerokości 190 mm.

Sygnały stacji radiolokacyjnej zarejestrowane na błonie fotograficznej rozszyfrowuje się za pomocą specjalnego deszyfratora po uprzednim wywołaniu i utrwaleniu błony. W wyniku rozszyfrowania określa się następujące parametry stacji radiolokacyjnych:

- długość fali nośnej;
- liczbę działających kanałów;
- czas opromieniowania samolotu;
- rejon lokalizacji stacji radiolokacyjnych (na podstawie fotografowanych okresowo wskazań busoli i zegarka).

Warunkiem rejestracji sygnałów jest doprowadzenie 4 - 7 impulsów o amplitudzie co najmniej trzykrotnie przewyższającej napięcie szumów wzmacniacza wizyjnego.

Zasięg działania stacji jest nie mniejszy niż 125% zasięgu wykrywania samolotu przez rozpoznawaną stację radiolokacyjną.

Aparatura rozpoznania radioelektronicznego samolotu MiG-21R jest przestarzała i nie zabezpiecza potrzeb współczesnego pola walki. Wyniki rozpoznania są rejestrowane na błonie fotograficznej i można je odczytać dopiero po około ośmiu 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.

Biorąc pod uwagę możliwości powietrznego rozpoznania radioelektronicznego, a przede wszystkim niedokładność i opóźnienie uzyskanej informacji należy stwierdzić, że lotnictwo nasze praktycznie pozbawione jest samolotów, które prowadziłyby rozpoznanie radioelektroniczne na dostatecznym poziomie. Ponadto samoloty MiG-21R w najbliższym czasie zostaną wycofane z eksploatacji. Nie ma również możliwości prowadzenia powietrznego rozpoznania radioelektronicznego w zakresie łączności radiowej UKF, co uniemożliwia rozpoznania naziemnych radiostacji UKF i pokładowych zamontowanych na samolotach wykonujących lot na małej wysokości.

Poza samolotami MiG-21R SP posiadają jeszcze zasobniki KKR, które mogą być podwie-

szane pod samolot Su-22M4. Mogą one prowadzić rozpoznanie radiolokacyjne w zakresie częstotliwości 970 - 17300 MHz (1,73 - 31 cm). Zasobniki KKR reprezentują jednak identyczny poziom techniczny jak zasobniki typu R na samolocie MiG-21R.

2.2.2. Wymagania stawiane pokładowym środkom rozpoznania radioelektronicznego

Wprowadzenie na wyposażenie SP nowych samolotów rozpoznawczych jest jedną z najpilniejszych potrzeb naszego lotnictwa.

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.

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 umożliwiająca przechwyt wymiany radiowej;
- stacja radiolokacyjna umożliwiająca 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 i innych samolotów.

Wprowadzenie na wyposażenie SP nowego samolotu rozpoznawczego jest ze względów ekonomicznych, w tej chwili, niemożliwe. Poszukuje się jednak rozwiązań przejściowych. W ramach prac badawczo-rozwojowych realizowane jest zamierzenie, którego celem jest zbudowanie śmigłowca rozpoznania radioelektronicznego na bazie „SOKOŁA”. Śmigłowiec ma prowadzić rozpoznanie w paśmie UKF i radiolokacyjnym w zakresie częstotliwości 20 - 18000 MHz. Śmigłowiec będzie mógł prowadzić rozpoznanie tylko znad własnego terytorium, co ograniczy jego możliwości. Należy jednak to zamierzenie kontynuować, ponieważ brak powietrznego rozpoznania radioelektronicznego, pozbawia SP znacznej części informacji o dyslokacji wojsk oraz zamiarach i działaniach sąsiadów (przeciwnika).

3. ŚRODKI OBEZWŁADNIANIA RADIOELEKTRONICZNEGO

W SP charakterystycznym sposobem prowadzenia obezwładniania radioelektronicznego jest osłona radioelektroniczna obiektów naziemnych i samolotów. Osłona radioelektroniczna jest jednym ze sposobów aktywnego oddziaływania na przeciwnika. Jej podstawowe zadanie to zakłócanie pokładowych środków radiolokacyjnych, radionawigacyjnych i łączności radiowej dowodzenia samolotami w powietrzu oraz naziemnych stacji radiolokacyjnych. Najważniejszą rolę w systemach nawigacyjno-celowniczych spełniają stacje radiolokacyjne obserwacji powierzchni ziemi, zastępowane coraz częściej stacjami wielozadaniowymi (wielofunkcyjnymi). Zakłócenie ich pracy jest równoznaczne z uniemożliwieniem wykonania zadania. Tak więc osłona radioelektroniczna to przede wszystkim naruszenie właściwej pracy pokładowych RLS systemów nawigacyjno-celowniczych, a także pokładowych środków łączności radiowej i radionawigacji. Zakłócenie naziemnych stacji radiolokacyjnych uniemożliwia użycie przez przeciwnika środków rażenia.

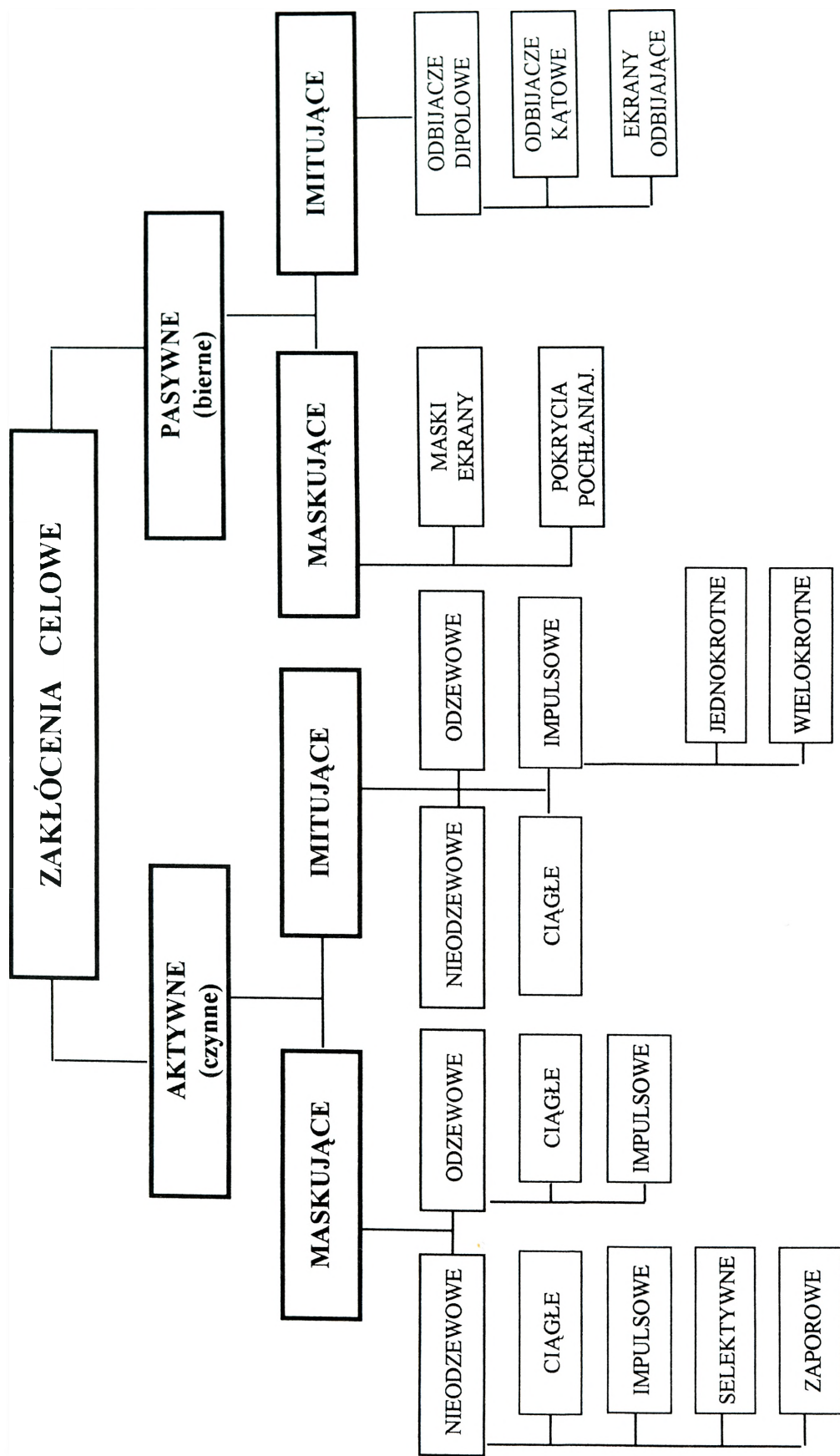
3.1. Klasyfikacja zakłóceń radioelektronicznych

Zakłócenia klasyfikowane są według charakteru ich powstawania, sposobu zastosowania i oddziaływania na pracujące środki radioelektroniczne.

Według charakteru powstawania zakłócenia dzieli się na celowe (zamierzone) i naturalne (przypadkowe, niezamierzone). Celowe zakłócenia radioelektroniczne wytwarza się przez specjalne urządzenia zakłócające lub pasywne retranslatory energii elektromagnetycznej. Naturalne zakłócenia powstają w wyniku różnych zjawisk przyrody (wyładowania atmosferyczne, zorza polarna) oraz w wyniku oddziaływania na środki radioelektroniczne przemysłowych i polowych urządzeń elektrycznych, czy też w wyniku nieumiejętnego rozmieszczenia środków radioelektronicznych zbyt blisko siebie, albo na kierunku promieniowania energii elektromagnetycznej innego środka radioelektronicznego, co powoduje wzajemne nakładanie się pól elektrycznych i zakłócenia pracy eksploatowanych w danym rejonie środków.

Środki obezwładniania radioelektronicznego wytwarzają zakłócenia celowe. Klasyfikację zakłóceń celowych przedstawia rys.4.

Zakłócenia celowe dzielą się na aktywne i pasywne. Przeciw środkom łączności stosowane są tylko zakłócenia aktywne. Natomiast przeciw środkom radiolokacyjnym stosuje się zarówno zakłócenia aktywne jak i pasywne.



Rys. 4. Klasyfikacja zakłóceń radioelektrycznych

Aktywne zakłócenia wytwarza się przez różnego rodzaju nadajniki zakłócające, odznaczające się zróżnicowanymi parametrami taktyczno-technicznymi dostosowanymi do konkretnych środków i systemów radioelektronicznych przeciwko którym mają przeciwdziałać.

Zakłócenia pasywne powstają w rezultacie retransmisji lub odbicia energii elektromagnetycznej od różnych powierzchni środków odbijających. Można je stosować dla oddziaływania tylko na te środki, które w charakterze sygnału użytecznego wykorzystują własny sygnał wypromieniowany i odbity od celu lub terenu, to jest na stacje radiolokacyjne różnego przeznaczenia.

Zarówno zakłócenia aktywne jak i pasywne dzielą się na zakłócenia maskujące i imitujące.

Zakłócenia maskujące powodują pełne lub częściowe zakłócenie sygnału użytecznego. W radiolokacji zaświełają one cały lub część ekranu wskaźnika, co doprowadza do wykluczenia lub utrudnienia możliwości odróżnienia znaku celu i uniemożliwienia automatycznego prowadzenia celu. W łączności radiowej wyklucza się lub utrudnia możliwość prowadzenia rozmów radiowych i odbiór radiogramów.

Zakłócenia imitujące powodują na ekranach stacji radiolokacyjnych powstawanie fałszywych znaków, analogicznych jak znaki powodowane przez cele realne. Są one stosowane dla wywołania reakcji ze strony przeciwnika (obiektu kierowanego) identycznej jak w wypadku odebrania sygnału użytecznego, jednakże w kierunku pożądanym przez stronę stosującą te zakłócenia.

W zależności od związku czasowego pomiędzy sygnałem zakłóceń i sygnałem użytecznym dzielą się one na odzewowe i nieodzewowe.

Zakłócenia nieodzewowe nie posiadają ścisłego związku czasowego z sygnałem użytecznym.

Zakłócenia odzewowe promieniowane są w odpowiedzi na każdy odebrany sygnał zakłócanego środka radioelektronicznego.

Z kolei zakłócenia nieodzewowe i odzewowe dzielą się na zakłócenia ciągłe i impulsowe.

W zależności od szerokości pasma częstotliwości i dokładności dostrojenia, zakłócenia ciągłe oraz impulsowe dzielą się na selektywne i zaporowe.

Zakłócenia selektywne stosowane są do zakłócania pracy jednego środka radioelektronicznego (relacji). Szerokość pasma częstotliwości takiego sygnału zwykle jest taka sama jak szerokość pasma sygnału użytecznego i nie przewyższa szerokości pasma przepuszczania urządzenia odbiorczego.

Zakłócenia zaporowe stosowane są dla zakłócania pracy kilku lub kilkunastu środków radioelektronicznych (relacji). Szerokość pasma częstotliwości zakłóceń zaporowych zależy od warunków pokrycia zakresu częstotliwości roboczych zakłócanego środka radioelektronicznego.

Przy zakłóceniach selektywnych moc nadajnika zakłócającego skupia się w stosunkowo wąskim paśmie częstotliwości, w rezultacie czego osiąga się skuteczne zakłócenia na dużą głębokość. Przy zakłóceniach zaporowych moc nadajnika rozkłada się proporcjonalnie w miarę zwiększenia pasma wypromieniowanego sygnału. Zakłócenie pracy środków radioelektronicznych przy pomocy zakłóceń zaporowych związane jest z koniecznością znacznego zwiększenia mocy stacji zakłócającej. Ponadto w reżimie tym wzrasta prawdopodobieństwo zakłócenia pracy własnych środków radioelektronicznych.

Zakłócenia radioelektroniczne są wytwarzane przez naziemne i pokładowe środki obezwładniania radioelektronicznego.

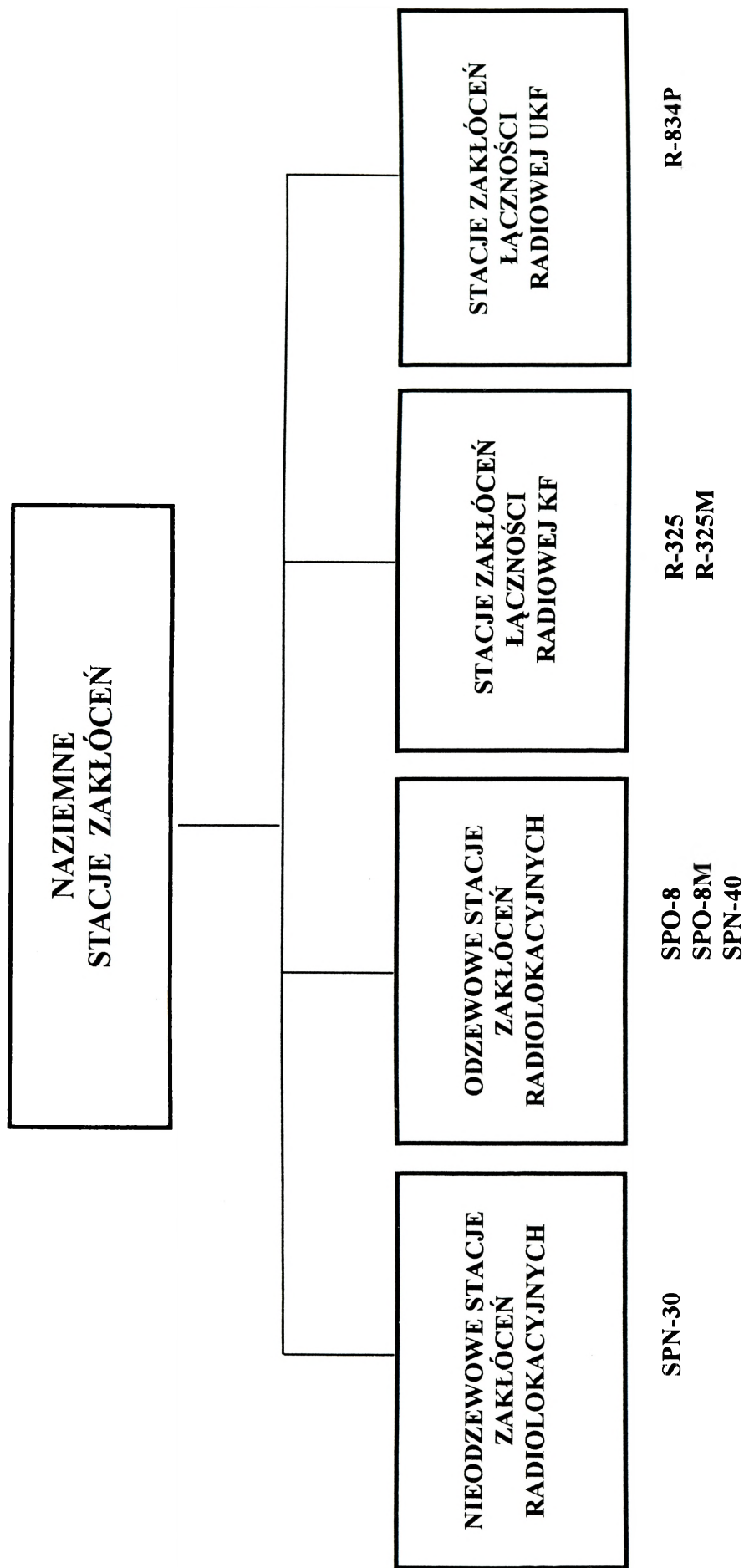
3.2. Naziemne środki obezwładniania radioelektronicznego

Siły powietrzne dysponują naziemnymi stacjami do zakłócania pokładowych systemów radiolokacyjnych oraz relacji łączności radiowej KF i UKF przeciwnika (rys.5.). Stacje zakłóceń mogą być odzewowe i nieodzewowe.

Stacja zakłóceń SPN-30

Jest naziemnym ruchomym urządzeniem przeznaczonym do wytwarzania zakłóceń nieodzewowych przeciwko samolotowym SRL obserwacji powierzchni ziemi. Stacja uniemożliwia lub w sposób istotny utrudnia załodze samolotu korzystanie z pokładowych urządzeń radioelektronicznych, a szczególnie podczas rozpoznawania obiektów naziemnych wybranych do niszczenia przy pomocy bomb i podczas lotu na małej wysokości. Stacja wytwarza maskujące zakłócenia szumowe o szerokości około 30 MHz i gęstości widmowej 20 W/MHz na dowolnej częstotliwości z pasma 8300 - 10250 MHz (2,9 - 3,6 cm).

Stacja może pracować autonomicznie i według danych zewnętrznego wskazywania celów. W przypadku pracy autonomicznej sektor wykrywania celów w azymucie może wynosić 60°, 90° i 120°, natomiast w elewacji 0 - 60°. Stacja może po wykryciu celu automatycznie go zakłócić w okresie czasu zadanym przez operatora (5, 10, 20 lub 30 s), po czym stacja przechodzi na poszukiwanie nowego celu. Zakłócenia celów powietrznych prowadzi się w dwóch rodzajach pracy, w których jest ukształtowana charakterystyka anteny nadawczej:



Rys.5. Naziemne stacje zakłóceń

a) wąski promień - $1,6^{\circ} \times 1,6^{\circ}$;

b) szeroki promień - $6,2^{\circ} \times 6,2^{\circ}$.

Podczas zakłócania pojedynczego samolotu stosuje się rodzaj pracy „wąski promień”, a dla grupy samolotów - „szeroki promień”.

Stacja może być rozwijana przed lub za osłanianym obiektem w odległości nie większej od 25 km. Odległość między stacjami zakłóceń nie może być mniejsza od 8 km, a od pracującej stacji radiolokacyjnej - 5 km.

Stacja zamontowana jest na trzech samochodach. Czas przygotowania stacji do pracy bojowej wynosi 55 - 75 minut, a czas zwijania 25 - 35 minut.

Stacja zakłóceń SPO-8 (8M)

Stacja przeznaczona jest do wytwarzania odzewowych, wielokrotnych zakłóceń impulsowych przeciwko samolotowym SRL obserwacji powierzchni ziemi. Stacja uniemożliwia lub utrudnia załodze samolotu wykorzystanie stacji pokładowej do wykrywania i rozpoznawania obiektów naziemnych, do celnego zrzutu bomb na wybrany obiekt.

Cechą charakterystyczną tego typu stacji jest to, że wytwarzają one automatycznie w odpowiedzi na każdy odebrany impuls paczkę impulsów (impulsy wielokrotne), które na wskaźnikach pokładowych SRL maskują teren za pozycją stacji w stosunku do położenia samolotu. Takie procedury, jak wykrywanie sygnałów pokładowych SRL, określanie i odtwarzanie ich częstotliwości nośnych oraz nadanie sygnałom odpowiedzi określonej struktury, przebiegają automatycznie. Każdy obserwowany impuls jest zwielokrotniany. Nadawane są mu opóźnienia, dzięki czemu uzyskuje się efekt maskowania terenu o określonej intensywności i na określoną głębokość. Postać i charakter wytwarzanych zakłóceń ustala operator.

Stacja SPO-8 i SPO-8M pracuje w zakresie częstotliwości 8100 - 10300 MHz (2,9 - 3,7 cm). Szerokość widma zakłóceń wynosi 4 - 5 MHz. Moc sygnału zakłóceń wynosi 300 W w impulsie. Stacja może pracować w azymucie $\pm 180^{\circ}$ i w elewacji 0 - 35° . Szerokość charakterystyki anteny w azymucie wynosi 12° , a w elewacji 35° .

Oprócz powyższych cech wspólnych, stacje SPO-8 i SPO-8M różnią pewne parametry techniczne.

Stacja SPO-8 wytwarza zakłócenia maskująco-imitujące MIP-I o gęstości jeden obiekt co 7,5 km na głębokość 60, 105 lub 150 km lub zakłócenia o podwójnej intensywności MIP-II (dwa obiekty co 7,5 km) na głębokość 60 km.

Stacja SPO-8M wytwarza zakłócenia MIP-I na głębokość 60 i 120 km, zaś zakłócenia rodzaju MIP-II na głębokość 60 km. Stacja wyposażona jest dodatkowo w układy umożliwiające określenie polaryzacji odebranych sygnałów oraz zmianę polaryzacji wypromieniowanego sygnału. Ma ona również, oprócz ręcznego, automatyczny układ wyłączania zakłóceń na zakazanych częstotliwościach.

Stacje SPO-8 i SPO-8M mogą być rozwijane przed osłanianym obiektem w odległości 6 - 8 km. Czas przygotowania stacji do pracy bojowej wynosi 45 - 65 minut, a czas zwijania 20 - 30 minut.

Stacja zamontowana jest na samochodzie z przyczepą.

Stacja zakłóceń SPN-40

Stacja wytwarza zakłócenia odzewowe przeciwko pokładowym SRL pracującym impulsowo. Stacja uniemożliwia lub w znacznym stopniu utrudnia prowadzenie rozpoznania obiektów naziemnych przez przeciwnika, wpływa na zmniejszenie efektywności przyrządowego bombardowania i naprowadzania rakiet klasy „powietrze-ziemia”. Stacja może samodzielnie wykonywać zadania osłony radioelektronicznej pojedynczych obiektów.

Stacja pracuje w zakresie częstotliwości 13450 - 17300 MHz (1,7 - 2,2 cm). Szerokość widma zakłóceń wynosi 4 - 5 MHz. Moc sygnału wynosi 300 W w impulsie. Stacja może pracować w azymucie $\pm 160^\circ$ i w elewacji 0 - 45° . Szerokość charakterystyki anteny w azymucie wynosi 12° , a w elewacji 4° lub 20° .

Stacja wytwarza zakłócenia impulsowe MIP-I i MIP-II oraz kombinowane szumowo-impulsowe SzP + MIP-I lub SzP + MIP-II na głębokościach dla MIP-I 30, 60 lub 120 km i dla MIP-II 30 lub 60 km. Przy czym mogą być trzy typy zakłóceń:

- „zwykłe” (za sobą);
- „wyprzedzające” (przed sobą) - tylko dla SRL nie przestrajanych od impulsu do impulsu;
- „miejscowe” (przed i za sobą).

Ponadto stacja jest wyposażona w system autonomicznego naprowadzania anten, który umożliwia:

- wykrywanie celów w wybranym sektorze;
- wybór najbardziej „niebezpiecznego celu”;
- naprowadzanie anten na wybrany cel;
- śledzenie celu w płaszczyźnie pionowej i poziomej.

Stację rozwija się przed lub za osłanianym obiektem w odległości 5 do 10 km. Czas przygotowania stacji do pracy bojowej wynosi 50 - 70 minut, a czas zwijania 20 - 30 minut.

Stacja zamontowana jest na samochodzie z przyczepą.

Stacja zakłóceń R-834p

Stacja przeznaczona jest do wytwarzania zakłóceń szumowych. Zakłóca pracę telefonicznych relacji radiowych w zakresie ultrakrótkofalowym. Może być również wykorzystywana do utrzymywania łączności z radiostacjami UKF.

Stacja pracuje w zakresie częstotliwości 220 - 400 MHz. Moc nadajnika wynosi 800 W. Zasięg zakłóceń zależy od wysokości lotu zakłócanego samolotu i wynosi 40 - 250 km.

W stacji przewidziano trzy rodzaje pracy:

1. „Kwarcowane zakłócanie” - do wytworzenia zakłóceń szumowych na jednej z 3600 ustalonych częstotliwościach w zakresie 220 - 400 MHz ustawianych ręcznie;
2. „Zakłócanie” - do samoczynnego wykrywania i szumowego zakłócania wykrytego sygnału w całym zakresie częstotliwości;
3. „Łączność” - do zapewnienia łączności dwukierunkowej między stacjami.

W rodzaju pracy „zakłócanie” przewidziano cztery formy pracy:

1. „Rozpoznanie I”, w którym odbywa się samoczynne poszukiwanie sygnałów. Po wykryciu pracującej radiostacji, poszukiwanie zostaje przerwane, odbiornik zatrzymuje się na przechwyconej częstotliwości i dostraja się do niej na okres od 15 do 180 s. Gdy minie wyznaczony czas, następuje samoczynna likwidacja dostrojenia i wznawia się poszukiwanie nowego sygnału. Operator może przesłuchiwać przechwyconą korespondencję i zapisywać na magnetofon;
2. „Rozpoznanie II”, w którym następuje samoczynne poszukiwanie sygnału i samoczynne nastrojenie nadajnika na przechwyconą częstotliwość. Promieniowanie zakłóceń na tej częstotliwości następuje w okresie od 15 do 180 s w zależności od ustawienia. Gdy określony czas minie, emisja zakłóceń przerywa się samoczynnie i stacja rozpoczyna poszukiwanie nowego sygnału. Po przechwyceniu nowej częstotliwości, nadajnik automatycznie nastraja się i promieniuje zakłócenia na nowej częstotliwości;
3. „Zakłócanie ciągłe” jest analogiczną formą pracy jak „rozpoznanie II” z tą tylko różnicą, że nadajnik po nastrojeniu się na przechwyconą częstotliwość generuje zakłócenia ciągłe;
4. „Zakłócanie odzwowe” jest analogiczne do „zakłócania ciągłego” lecz trwa od trzech do jedenastu sekund i jest ustawiane przez operatora. Z chwilą przerwania emisji przez stację zakłócaną, nadajnik zakłóceń wyłącza się i jeżeli nie upłynął uprzednio wprowadzony czas emi-

sji (15 - 180 s) stacja na tej samej częstotliwości oczekuje na dalszą emisję pod warunkiem, że nie upłynął zadany czas emisji. W przeciwnym wypadku, stacja po upływie tego czasu wznawia poszukiwanie sygnałów.

Stację rozwija się na kierunku prawdopodobnego nalotu ŚNP i w odległości około 5 km od linii styczności bojowej wojsk w taki sposób, aby przeciwnik nie mógł oddziaływać ogniowo na stację. Czas przygotowania stacji do pracy bojowej wynosi 20 - 30 minut, a czas zwijania 12 - 18 minut. Stacja zamontowana jest na samochodzie z przyczepą.

Stacja zakłóceń R-325(M)

Stacja przeznaczona jest do zakłócania relacji łączności radiowej krótkofalowej.

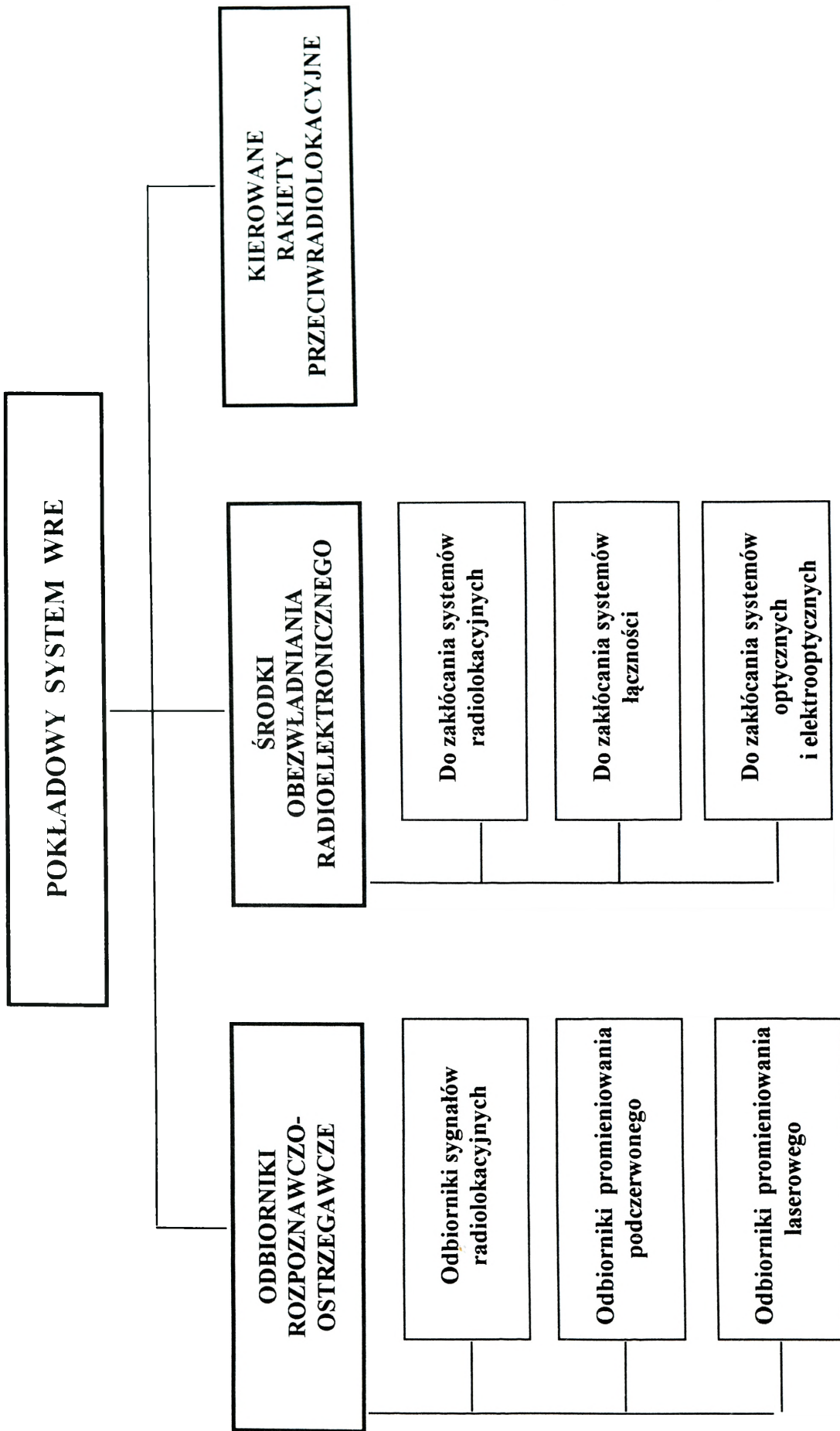
Stacja wytwarza zakłócenia szumowe, nieodzewowe w zakresie częstotliwości 1,5 - 25,5 MHz. Moc zakłóceń wynosi 5 kW. Zasięg zakłóceń na fali przyziemnej wynosi około 70 km, a na fali odbitej około 1000 km. Stacja służy głównie do stosowania zakłóceń na falach przestrzennych, dlatego rozmieszcza się ją nie bliżej niż 150 km od zakłócanych radiostacji.

Czas przygotowania stacji do pracy bojowej wynosi 170 do 220 minut, a czas zwijania 90 - 120 minut. Stacja zamontowana jest na trzech samochodach.

3.3. Pokładowe środki obezwładniania radioelektronicznego

W środki obezwładniania radioelektronicznego 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. Do osłony radioelektronicznej lotnictwa mogą być wykorzystane również specjalne samoloty i śmigłowce WRE.

Lotnictwo Sił Powietrznych dysponuje jedynie indywidualnymi środkami obezwładniania radioelektronicznego. Nie posiada w ogóle samolotów i śmigłowców WRE. Środki obezwładniania radioelektronicznego są zasadniczym elementem pokładowego systemu walki radioelektronicznej, który tworzą urządzenia służące do rozpoznawania, zakłócania oraz niszczenia radioelektronicznych środków przeciwnika (rys.6).



Rys. 6. Pokładowy system walki radioelektronicznej

Lotnictwo SP z przedstawionych na rysunku 6 środków WRE posiada odbiorniki rozpoznawczo-ostrzegawcze pracujące w zakresie radiolokacyjnym, środki do zakłócania systemów radiolokacyjnych i optycznych oraz kierowane rakiety przeciwradiolokacyjne. Najwięcej środków WRE posiadają samoloty myśliwsko-bombowe Su-22M4. Pozostałe rodzaje lotnictwa mają bardzo ubogie środki WRE.

3.3.1. Samoloty myśliwsko-bombowe

Podstawowym 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 LM, PZR i PZA. Bezpośrednia obrona samolotów realizowana jest poprzez zakłócanie systemów radioelektronicznych OP i poprzez ogniowe obezwładnianie stacji radiolokacyjnych kierowanymi raketami przeciwradiolokacyjnymi.

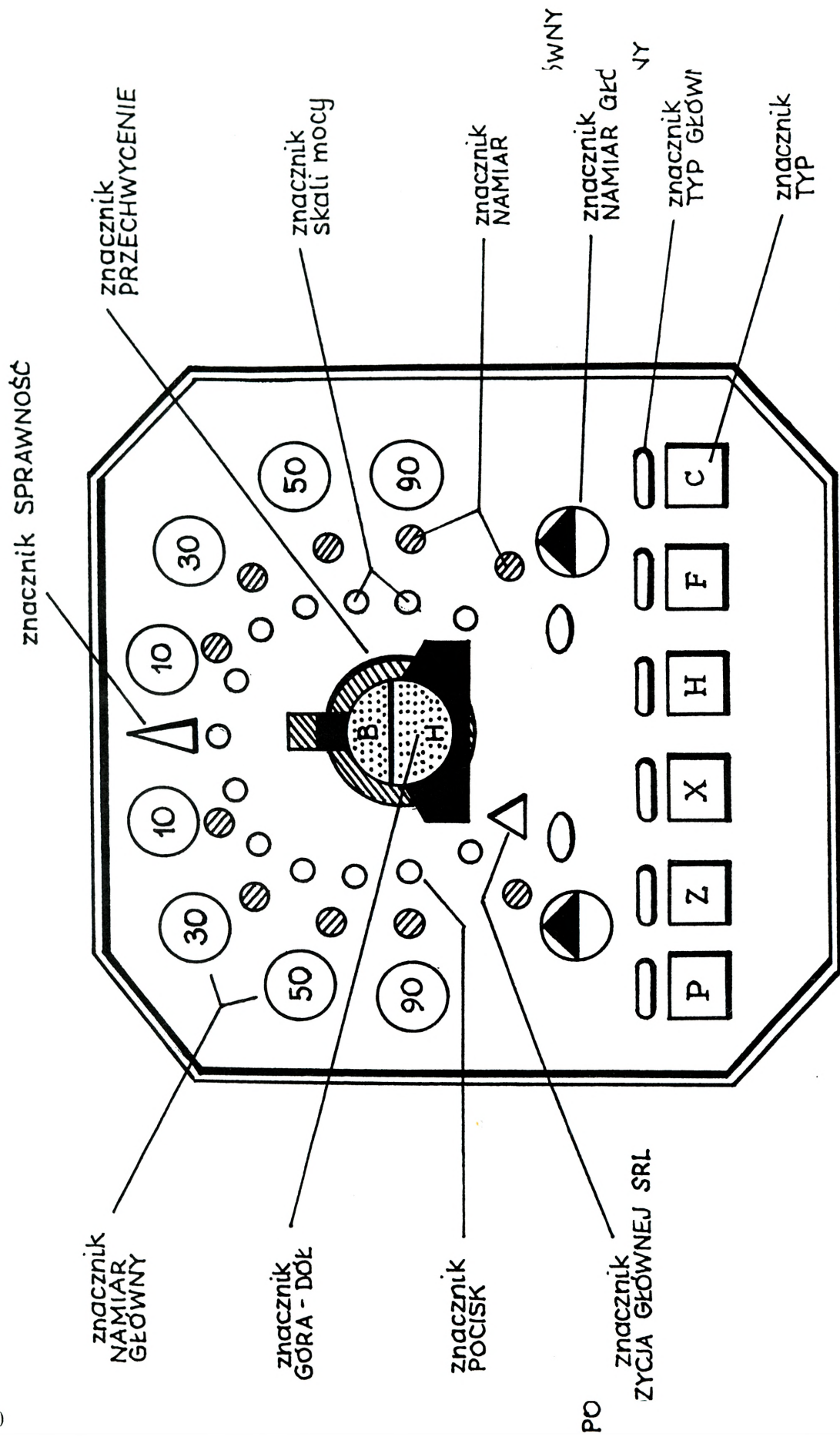
W skład środków WRE samolotu Su-22M4 wchodzi:

- 1) stacja ostrzegania o opromieniowaniu samolotu przez środki radiolokacyjne - SPO-15LE;
- 2) stacja zakłóceń radiolokacyjnych - SPS-141MWG-E;
- 3) urządzenie KDS-23 z nabojami przeciwradiolokacyjnymi PPR-50 lub przeciwrakietowymi termicznymi imitatorami celu PPI-50-1;
- 4) urządzenie ASO-2W z nabojami przeciwradiolokacyjnymi PPR-26 lub przeciwrakietowymi termicznymi imitatorami celu PPI-26-1;
- 5) kierowane rakiety przeciwradiolokacyjne H-58U i H-25MP;
- 6) pociski z dipolami przeciwradiolokacyjnymi S-5P-1, PRŁ-NR-30 i PRŁ-AM-GSz-23 wystrzeliwane z uzbrojenia artyleryjskiego samolotu.

Stacja ostrzegania SPO-15LE

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. Rozmieszczenie elementów sygnalizacyjnych na wskaźniku stacji przedstawia rys.7.

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.



Rys. 7. Rozmieszczenie elementów sygnalizacyjnych stacji ostrzegania SPO-15LE

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 raketowego 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.

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 2.

Określenie typu środka radioelektronicznego jest niejednoznaczne (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 znacznik. Stawia to pod znakiem zapytania przydatność stacji w przypadku konfliktu zbrojnego z przeciwnikiem z byłego bloku wschodniego.

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 raketowych.
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.

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

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, któ-

re 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.

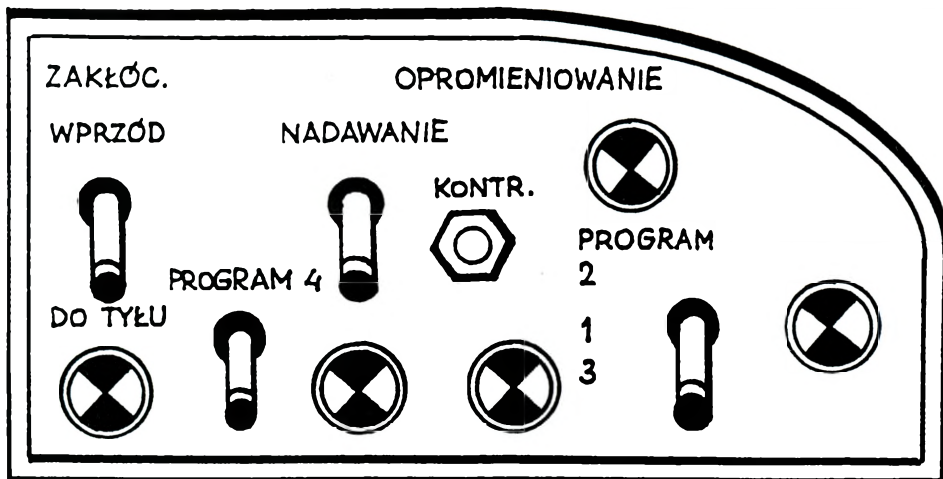
Zestaw zakłóceń „B” służy do zakłócania środków radioelektronicznych pracujących na fali ciągłej. Stacja zakłóca kanał śledzenia w prędkości i we współrzędnych kątowych.

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.

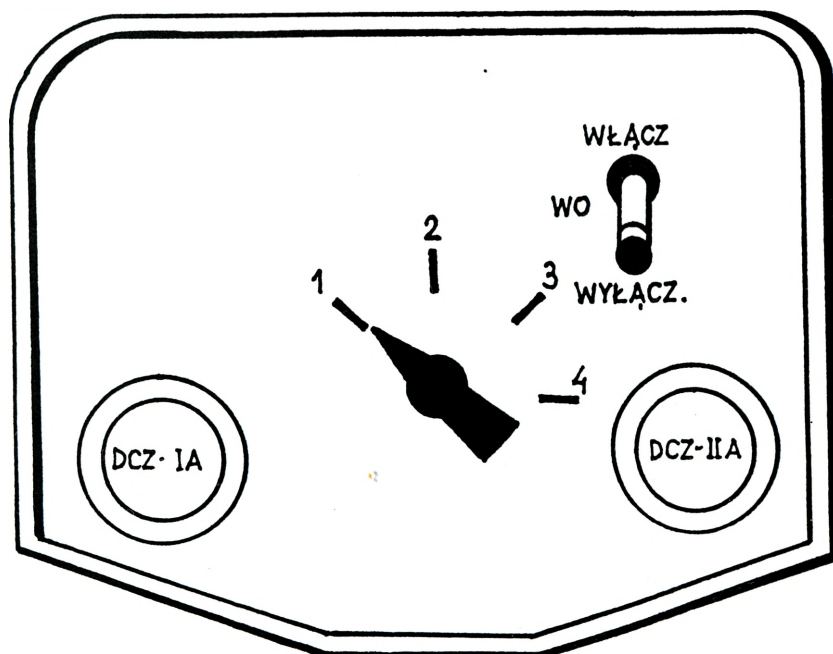
Zestaw zakłóceń „G” służy do precelowania pocisków z radiolokacyjnymi głowicami pracującymi na fali ciągłej z samolotu na powierzchnię ziemi pod samolotem.

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. Do wad stacji należy zaliczyć również to, że urządzenia sterujące znajdują się nie tylko w kabinie pilota, ale również w zasobniku (rys. 8). 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. 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.



PULPIT STEROWANIA W KABINIE PILOTA



ORGANY STEROWANIA ZNAJDUJĄCE SIĘ W ZASOBNIKU

Rys.8. Elementy sterowania zasobnika SPS-141 MWGE

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 kasetka może być załadowywana sześcioma nabojami PPI lub PPR w dowolnym stosunku. Z urządzenia KDS mogą być wystrzelwane 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 kasetkę można 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 naboju PPR pokrywających zakres częstotliwości 2,125 - 13,63 GHz (2,2 - 14,1 cm) (tabela 3).

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

Tabela 3

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

Kierowane rakiety przeciwradiolokacyjne H-58U i 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.

Rakietę H-58U można odpalać z odległości 11 - 100 km, a rakietę H-25MP z odległości 10 - 40 km. Oba typy rakiet mogą być odpalane z wysokości 200 - 10000 m. Rakietka H-58U po-

siada 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).

Rakieta H-25MP posiada dwa typy głowic: na pasmo 3 cm (na falę ciągłą), na pasmo 22 - 24 cm (na falę impulsową).

Zaletą tych rakiet są stosunkowo dobre parametry przestrzenne pozwalające odpalać je spoza strefy rażenia przeciwlotniczych zestawów raketowych

Do wad powyższych rakiet należy przede wszystkim możliwość ich użycia jedynie w trzech pasmach częstotliwości. Ponadto decyzja, jaki typ SRL przeciwnika będzie niszczone, musi zapaść przed wylotem samolotu, co związane jest z wyborem głowicy.

Warunkiem odpalenia rakiety jest opromieniowanie samolotu przez stację radiolokacyjną, która ma być niszczone.

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.

3.3.2. 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-21, MiG-23 i MiG-29. Ze 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 w punkcie 3.3.1. 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. Istnieje możliwość podwieszania pod samoloty MiG-21MF zasobnika typu SM ze stacją zakłóceń aktywnych SPS-141Je, ale lotnictwo SP posiada zaledwie kilka zasobników tego typu, co jest kroplą w morzu potrzeb.

Stacja SPS-141Je ma podobne parametry jak opisana poprzednio stacja SPS-141MWG-E. Różni się tylko tym, że stacja SPS-141Je może zakłócać tylko w przedniej półsfery i nie posiada zestawu zakłóceń „G”.

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.

3.3.3. 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 przeciw-

lotniczych 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-10, 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 raketowymi samonaprowadzającymi się na źródło promieniowania podczerwonego. Podstawę urządzenia stanowi lampa wysyłająca impulsy zakłócające, powodujące zwiększenie błędu naprowadzania pocisku raketowego 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.

3.3.4. Wymagania stawiane indywidualnym środkom walki radioelektronicznej lotnictwa

Środki walki radioelektronicznej naszego lotnictwa nie spełniają wymagań współczesnego pola walki i wymagają przeobrażeń. Przedstawione poniżej podstawowe wymagania, jakie powinny spełniać pokładowe systemy walki radioelektronicznej, powinny być uwzględniane zarówno przy modernizacji istniejących samolotów jak i przy zakupie samolotów nowych.

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.

Każdy samolot i śmigłowiec bojowy 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.

Analiza możliwości taktyczno-technicznych odbiorników ostrzegawczych, używanych na statkach powietrznych w różnych państwach, wykazuje ich znaczne zróżnicowanie (tabela 4).

Tabela 4

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
ARI-18228	2 - 20	$\pm 15^\circ$	Harrier, Jaguar, Tornado
SPO-3	8,8 - 16,6	$\pm 45^\circ$	MiG-21R
SPO-10	7,5 - 16,6	$\pm 45^\circ$	MiG-21, MiG-23, Mi-24
SPO-15LE	4,4 - 10,3	$\pm 10^\circ$	Su-22M4, MiG-29

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 (tabela 5). Nasze lotnictwo należy również wyposażyć w tego typu odbiorniki, pozwoli to na skuteczniejszą walkę z pociskami raketowymi. 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 ostrzeżenie 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

Tabela 5

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, F-111, FB-111
AN/AAR-38	360°	AH-1, UH-1
AN-AAR-4	Dolna półsfera	Samoloty i śmigłowce SP USA

urządzenia odpalające świece dymne, które w kilka sekund zakrywają cel obłokiem dymu. W państwach NATO w odbiorniki te wyposaża się głównie śmigłowce (tabela 6). 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 przeciwraketowego. 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.

Tabela 6

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

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. W lotnictwie państw z rozwiniętą elektroniką, aż około 80% statków powietrznych ma nadajniki zakłóceń radiolokacyjnych.

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. Powinny one 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 (tabela 7). 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 się odbywać 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 zakłócanej stacji. W urządzenia 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 raketowymi z układami naprowadzania pracującymi w podczerwieni. W wyposażeniu statków powietrznych znajdują się dwa rodzaje tych środków - zakłócające i mylące.

Tabela 7

CHARAKTERYSTYKA TYPOWYCH URZĄDZEŃ ZAKŁÓCEŃ AKTYWNYCH

Typ urządzenia	Zakres częstotliwości (GHz)	Moc zakłóceń w impulsie	Liczba nadajników	Nosiciel
		szumowych (W)		
AN/ALQ-100	1,12 - 8,2	$\frac{1000}{50}$	4	A-6,A-7,A-10,F-14,F-18
AN-ALQ-199	2 - 10	$\frac{500}{150}$	5	F-4,F-15,F-16,RF-4,F-111
AN-ALQ-131	2,5 - 18	$\frac{1000}{400}$	8	F-4,F-15,F-16,A-10,F-111, Jaguar
AN/ALQ-135	1 - 18	$\frac{2000}{400}$	3	F-15
AN/ALQ-137	2 - 20	$\frac{1000}{100}$	10	F-111, FB-111
AN/ALQ-165	0,7 - 18	$\frac{2000}{200}$	3	F-14, F/A-18
SPS-141 MWG-E	8,3 - 10,3	$\frac{15}{10}$	1	Su-22M4
Gardenia	7,1 - 10,3		1	MiG-29 (nasze samoloty nie mają)
SPS-161	7,5 - 10		1	Su-24
SPS-162	5 - 7,5		1	Su-24
Sorbca	7,1 - 10,3		1	Su-27

Środki zakłócające oslepiają impulsami promieniowania podczerwonego, o dużym natężeniu, układy naprowadzania pocisków raketowych, 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 podczerwonego (np. AN/ALQ-144 na śmigłowcach AH-64A Apache, OH-58, AH-1S, UH-60A; Ł-166W1AE na śmigłowcu Mi-24). 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.

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

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-nosiela. W skład tej aparatury wchodzi 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 półsfery, układ naprowadzania identyfikowałby ją, dostrajał się do jej częstotliwości i następowałoby odpalenie pocisku. 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). Wymagany zasięg odpalania pocisków przeciwradiolokacyjnych wynosi 10 - 100 km.

Rozpatrując wyposażenie statków powietrznych w środki WRE, określono wymagania minimalne. 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 (rys.9).

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.

Środki walki radioelektronicznej muszą być systematycznie rozwijane, wraz z wprowadzeniem do uzbrojenia nowych środków wykrywania i kierowania środkami rażenia.

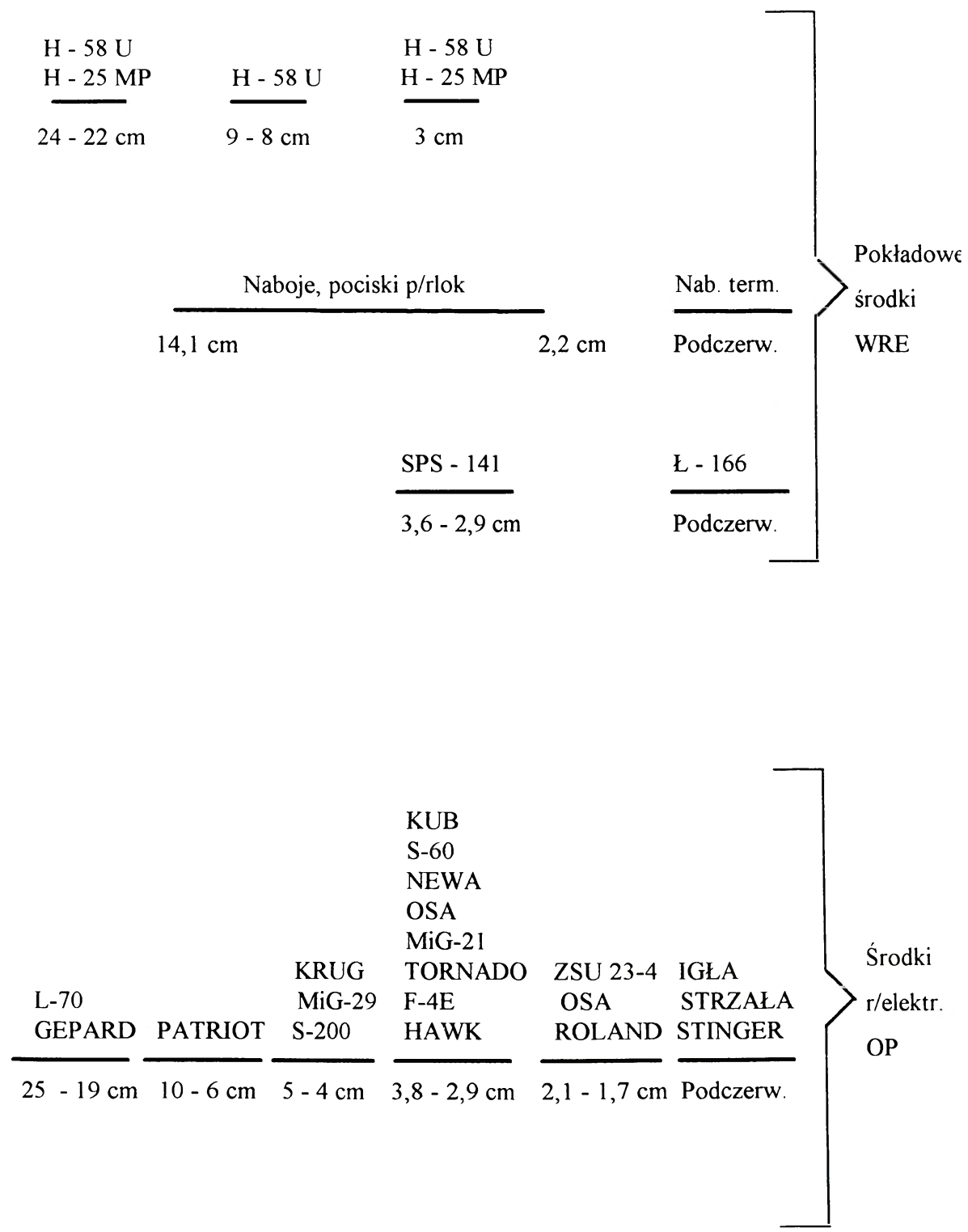
Uruchamianie pokładowych środków walki radioelektronicznej powinno być zautomatyzowane, nie absorbujące pilota. Pilot może jednak kontrolować ten proces i w miarę potrzeby - ingerować.

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.

3.3.5. Wymagania stawiane samolotom 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. Charakterystyczną cechą wojny nad Zatoką Perską, było niespotykane wcześniej natężenie walki radioelektronicznej.



Rys.9. Porównanie zakresów częstotliwości pokładowych środków WRE z częstotliwościami pracy środków radioelektronicznych OP

Specjalne samoloty WRE wykonywały lot w składzie grup uderzeniowych i prowadziły zakłócenia ze stref.

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.

W ostatnich latach w państwach zachodnich wzrasta zainteresowanie wykorzystaniem, dla celów WRE, samolotów bezpilotowych. Bezpilotowe 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 sa-

moloty 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.

ZAKOŃCZENIE

W podręczniku dokonano przeglądu środków rozpoznania i obezwładniania radioelektronicznego będących na wyposażeniu SP. Przedstawiona charakterystyka i możliwości wykorzystania poszczególnych środków nie wyczerpuje całości problemu, gdyż na wyposażenie SP będą wprowadzone nowe urządzenia. Dotyczy to przede wszystkim pokładowych środków rozpoznania i obezwładniania radioelektronicznego. Tutaj zmiany potrzebne są już dziś. Siły Powietrzne praktycznie nie posiadają powietrznego rozpoznania radioelektronicznego, a pokładowe środki zakłóceń nie spełniają wymagań współczesnego pola walki. Dlatego opisy poszczególnych środków pokładowych zostały uzupełnione wymaganiami, jakie te środki powinny spełniać.

Środki rozpoznania i obezwładniania radioelektronicznego 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 państw sąsiednich.

BIBLIOGRAFIA

1. Mordarski Z.: *Ochrona radioelektroniczna dzialań bojowych lotnictwa Rzeczypospolitej Polskiej*. AON, 1994.
2. Mordarski Z.: *Walka radioelektroniczna w dzialaniach bojowych oddzialów lotniczych*. AON, 1994.
3. Mordarski Z.: *Zautomatyzowane urzadzenia rozpoznania radioelektronicznego WLOP*. AON, 1991.
4. *Regulamin dzialań taktycznych Sił Powietrznych*. DWLOP, 1996.
5. *Samolot Su-22. Metodyka uzytkowania srodków walki radioelektronicznej*. D1988.
6. *Vademecum walki radioelektronicznej*. WLOP, 1995.
7. Wanat J.: *Srodki rozpoznania radioelektronicznego Wojsk OPK i WLF*. ASG, 6.
8. Wanat J.: *Srodki walki radioelektronicznej Wojsk OPK i WLF*. ASG, 1987.

