



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ LOTNICTWA I OBRONY POWIETRZNEJ

Dr hab. Zbigniew GROSZEK

NAZIEMNE I POWIETRZNE SYSTEMY WALKI ELEKTRONICZNEJ W SIŁACH POWIETRZNYCH

(II.3.8.1.0)



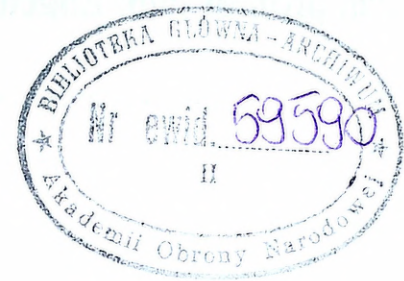
59590

WARSZAWA

2005



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ
WYDZIAŁ LOTNICTWA I OBRONY POWIETRZNEJ



dr hab. Zbigniew GROSZEK

NAZIEMNE I POWIETRZNE
SYSTEMY WALKI ELEKTRONICZNEJ
W SIŁACH POWIETRZNYCH

(II.3.8.1.0)

Recenzent opracowania naukowego:
Pan prof. dr hab. Eugeniusz ZABŁOCKI

SPIS TREŚCI

WSTĘP	3
1. ZAŁOŻENIA BADAWCZE	4
2. NAZIEMNE SYSTEMY WALKI ELEKTRONICZNEJ SIŁ POWIETRZNYCH	8
2.1. Systemy rozpoznania elektronicznego polskich sił powietrznych	8
2.2. Wybrane współczesne systemy rozpoznania elektronicznego sił powietrznych NATO	29
2.3. Systemy zakłócania elektronicznego polskich sił powietrznych	45
2.4. Wybrane współczesne systemy zakłócania elektronicznego sił powietrznych NATO	57
2.5. Kierunki rozwoju naziemnych systemów walki elektronicznej sił powietrznych	58
3. POWIETRZNE SYSTEMY WALKI ELEKTRONICZNEJ SIŁ POWIETRZNYCH	63
3.1. Systemy rozpoznania elektronicznego polskich sił powietrznych	63
3.2. Wybrane współczesne systemy rozpoznania elektronicznego sił powietrznych NATO	81
3.3. Systemy zakłócania elektronicznego polskich sił powietrznych	95
3.4. Wybrane współczesne systemy zakłócania elektronicznego sił powietrznych NATO	99
3.5. Kierunki rozwoju powietrznych systemów walki elektronicznej sił powietrznych	106
ZAKOŃCZENIE	111
WYKAZ LITERATURY	113

WSTĘP

Opracowanie jest wynikiem realizacji drugiego etapu badań problemu naukowo – badawczego, ujętego w planie zadaniowo-finansowym działalności naukowej AON na lata 2004-2006 pod numerem II.3.8.1.0.

Zgodnie z „planem” realizacji problemu i zadaniem naukowym, głównym (końcowym) celem badań jest:

- uporządkowanie i uaktualnienie wiedzy w zakresie walki elektronicznej w siłach powietrznych w aspekcie nowej doktryny WE NATO i dokumentów normatywnych Sił Zbrojnych RP;
- identyfikacja obecnych i przyszłych rozwiązań w zakresie walki elektronicznej w siłach powietrznych RP.

Badania i opracowanie ich wyników zostały podzielone na trzy etapy: 2004 r. – pierwszy etap, 2005 r. – drugi etap i 2006 r. – trzeci etap.

Dla całości prac i dla każdego z etapów opracowano szczegółowe założenia badawcze. W odniesieniu do obecnego etapu badań zostały one ujęte w rozdziale pierwszym niniejszego opracowania. W rozdziale tym scharakteryzowano także sposób ujęcia problemu i treści pozostałych rozdziałów opracowania.

1. ZAŁOŻENIA BADAWCZE

Walka Elektroniczna (WE) będąc specyficznym rodzajem działań militarnych i jednocześnie znaczącym elementem (komponentem) walki (wojny) informacyjnej, jest jednym z podstawowych i nieodłącznych elementów współczesnych konfliktów militarnych i pozamilitarnych. Siły walki elektronicznej mogą być wykorzystywane nie tylko do wspierania działań taktycznych, operacyjnych, czy strategicznych wojsk, ale także do wykonywania zadań w wymiarze globalnym, szczególnie w warunkach współczesnych zagrożeń (np. terroryzm międzynarodowy), gdzie potrzebna jest aktualna i wiarygodna informacja oraz natychmiastowa reakcja na zmieniającą się sytuację.

W polskich SZ główny ciężar walki elektronicznej spoczywa, jak do tej pory, na obszarze zadań związanych z rozpoznawaniem, a w sytuacjach kryzysowych, zakłócaniem systemów radioelektronicznych (systemów łączności radiowej i radioliniowej, radiolokacyjnych i radionawigacyjnych) w obszarach operacyjnego zainteresowania oraz w rejonach prowadzonych działań.

Założenia strategii obronnej RP oraz przebudowa Polskich Sił Zbrojnych, wynikające z przynależności do NATO, wymagają nowego spojrzenia na problemy związane z walką elektroniczną, tym bardziej, że jest to dziedzina, w której wymagane jest szeroko rozumiane współdziałanie. Brak jednolitości i jednoznaczności pojęciowej, nie mówiąc o wspólnocie celów i zadań szczegółowych, może w konsekwencji doprowadzić do sytuacji stwarzającej zagrożenie dla sił sojuszniczych działających w ramach jednolitej, połączonej operacji.

Jak wykazują ostatnio prowadzone operacje militarne, spektrum tej walki stale się poszerza. Ich wysiłek był skierowany już nie tylko na wykrywanie i zakłócanie środków łączności, ale także, a nawet głównie, na wykrywanie, zakłócanie lub neutralizację elektronicznych systemów rozpoznania i zakłócania strony przeciwnej. Bardzo dużą wagę przywiązuje się również do obrony własnych systemów elektronicznych. Jest to szczególnie istotne, gdy zadania wykonywane są w ograniczonym przedziale czasowym, kiedy to nawet minimalne zakłócenie zakładanego rytmu pracy może zaważyć na jakości wykonania zadania lub nawet uniemożliwić jego wykonanie.

Szczególnie ważną rolę w walce elektronicznej odgrywają w NATO siły powietrzne. Walka elektroniczna jest obecnie traktowana jako jedno z głównych zadań sił powietrznych w prowadzonych połączonych operacjach powietrznych i powietrzno-lądowych. Zaczyna ona zyskiwać autonomię w walce o panowanie w powietrzu, której zdobycie jest zasadniczym wymogiem umożliwiającym działanie innych rodzajów sił zbrojnych w ramach operacji połączonych.

Stąd też, największą uwagę przykładają się do rozwijania koncepcji i tworzenia struktur oraz konstruowania środków technicznych dla lotnictwa i wojsk obrony powietrznej, w tym systemów rozpoznania, kierowania uzbrojeniem, naprowadzania, a także walki elektronicznej.

Stworzenie odpowiednich podstaw teoretycznych, kompatybilnych z koncepcjami NATO, jest podstawą budowy nowoczesnego systemu walki elektronicznej, która wspierając operacje informacyjne, może odegrać decydującą rolę w przyszłym konflikcie zbrojnym. Dlatego tak ważne jest by problemy walki elektronicznej we wszystkich armiach NATO były jednakowo rozumiane.

Zatem, przedmiotem badań, rozłożonych na trzy etapy, są: podstawy teoretyczne oraz rozwiązania praktyczne w systemach walki elektronicznej sił powietrznych NATO oraz siłach powietrznych RP.

Kierując się współczesnymi i przyszłymi uwarunkowaniami funkcjonowania sił walki elektronicznej w siłach powietrznych NATO i RP oraz biorąc za punkt wyjścia aktualny stan wiedzy i rozwiązania praktyczne w tym względzie **za główny cel badań**, rozłożonych na trzy etapy, przyjęto *uporządkowanie i uaktualnienie wiedzy w zakresie walki elektronicznej w siłach powietrznych RP w aspekcie nowej doktryny WE NATO i dokumentów normatywnych Sił Zbrojnych RP oraz identyfikację obecnych i przyszłych rozwiązań w zakresie walki elektronicznej w siłach powietrznych RP*.

Ponieważ badania rozłożono na trzy etapy, celem pierwszego etapu badań była identyfikacja stanu wiedzy o walce elektronicznej w siłach powietrznych oraz wskazanie potrzeb w zakresie jej uporządkowania. W drugim etapie celem badań było dokonanie identyfikacji i oceny praktycznych rozwiązań w zakresie walki elektronicznej w siłach powietrznych NATO i RP oraz wskazanie przyszłych rozwiązań w tym względzie. Celem trzeciego etapu badań będzie opracowanie podstaw

teoretycznych oraz propozycji rozwiązań praktycznych w zakresie walki elektronicznej w siłach powietrznych RP na miarę współczesnych i przyszłych uwarunkowań.

W świetle obiektywnych i subiektywnych czynników mających wpływ na stan wiedzy i rozwiązania praktyczne w zakresie walki elektronicznej w siłach powietrznych NATO i RP **główne problemy badawcze** wynikające z celów badań (obejmujące wszystkie etapy badań) sformułowano w postaci następujących pytań:

- 1. Jaki jest aktualny stan wiedzy dotyczącej walki elektronicznej w siłach powietrznych oraz jakich zmian należy dokonać w teorii walki elektronicznej sił powietrznych RP ?*
- 2. Jakie istnieją aktualne rozwiązania praktyczne w zakresie walki elektronicznej w siłach powietrznych NATO oraz siłach powietrznych RP ?*
- 3. Jakie wymagania powinna spełniać walka elektroniczna w siłach powietrznych RP oraz jakich zmian należy dokonać w jej teorii i praktyce w aspekcie współczesnych i przyszłych uwarunkowań ?*

Rozwiązanie problemów badawczych pierwszego etapu badań znalazło swoje odzwierciedlenie w publikacji zatytułowanej „Walka elektroniczna w dokumentach normatywnych i literaturze przedmiotu” (4.40.1.0) wydanej przez AON w 2004 roku.

Natomiast, rozwiązanie problemów badawczych i osiągnięcie założonego celu drugiego etapu badań wiązało się z uzyskaniem odpowiedzi na następujące pytania szczegółowe:

1. Jakie naziemne systemy i środki walki elektronicznej znajdują się obecnie w wyposażeniu sił powietrznych wybranych państw NATO i Polski?
2. Jakie aktualnie powietrzne systemy i środki walki elektronicznej znajdują się w wyposażeniu sił powietrznych wybranych państw NATO i Polski?
3. Jakich są tendencje i kierunki rozwoju systemów walki elektronicznej sił powietrznych?

W poszukiwaniu rozwiązań powyższych problemów badawczych stosowano głównie krytyczną analizę literatury przedmiotu badań oraz ogólnoteoretyczne **metody i techniki badawcze**, takie jak: analiza, synteza, dedukcja, indukcja, abstrahowanie, porównanie itp. Ponadto, w marcu 2004 roku zorganizowano sympozjum

naukowe na temat „Rozpoznanie i walka elektroniczna w siłach powietrznych RP”, z udziałem przedstawicieli Generalnego Zarządu Rozpoznania Wojskowego Sztabu Generalnego, Zarządu Rozpoznanie i WRe Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej oraz pracowników naukowych AON – specjalistów w zakresie rozpoznania i walki elektronicznej, których wystąpienia i opinie zostały uwzględnione w treści rozdziałów merytorycznych niniejszego opracowania.

Uzyskane wyniki badań zostały przedstawione w formie niniejszego opracowania teoretycznego, którego pierwszą częścią są założenia badawcze (jak wyżej).

W rozdziale drugim szczegółowo przedstawiono wyposażenie jednostek radioelektronicznych polskich sił powietrznych w naziemne systemy rozpoznania i zakłócania radioelektronicznego oraz scharakteryzowano wybrane, współczesne, naziemne systemy i środki walki elektronicznej SP państw NATO. Wskazano również kierunki dalszego rozwoju tych systemów

Rozdział trzeci zawiera charakterystykę środków walki elektronicznej znajdujących się obecnie na pokładach samolotów polskich sił powietrznych, syntetyczny opis powietrznych systemów walki elektronicznej, będących współcześnie w wyposażeniu SP wybranych państw NATO, a także tendencje i kierunki rozwoju tych systemów.

W zakończeniu zamieszczono wnioski i uogólnienia wynikające z analizy i oceny przedmiotowych systemów walki elektronicznej i kierunków ich rozwoju.

2. NAZIEMNE SYSTEMY WALKI ELEKTRONICZNEJ SIŁ POWIETRZNYCH

Podstawą użycia sił zbrojnych na współczesnym polu walki jest uzyskanie nie tylko przewagi potencjału militarnego nad przeciwnikiem, ale przede wszystkim przewagi informacyjnej, by osiągnąć założone cele operacji. Najistotniejszą rolę w osiąganiu przewagi informacyjnej przypisuje się siłom powietrznym, w tym ich naziemnym i powietrznym systemom rozpoznania i walki elektronicznej.

W siłach powietrznych w skład naziemnych systemów walki elektronicznej wchodzi siły i środki rozpoznania i przeciwdziałania elektronicznego. Nieodłącznym komponentem walki elektronicznej są także przedsięwzięcia obrony elektronicznej, realizowane praktycznie w ramach maskowania działań sił powietrznych i z tego powodu nie są przedmiotem analiz i ocen w niniejszej pracy.

2.1. Systemy rozpoznania elektronicznego polskich sił powietrznych

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

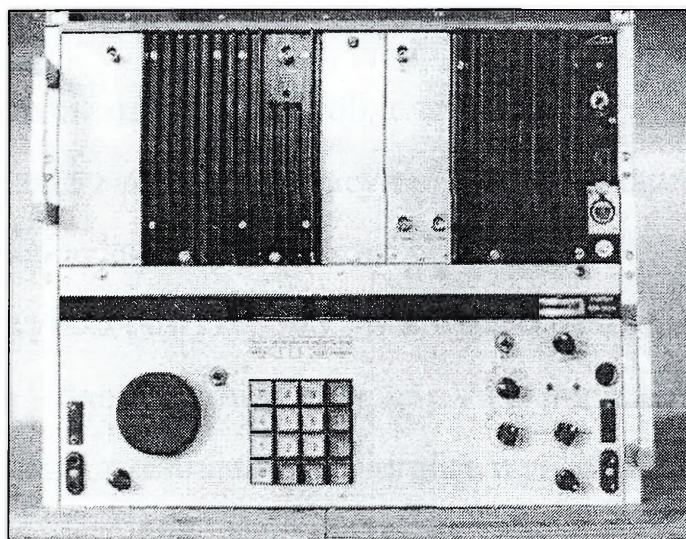
- odbiorniki radiowe (rozmieszczone w stacjonarnych centrach radiowych lub mobilnych aparatuwniach radioodbiorczych;
- namierniki radiowe;
- stacje rozpoznania systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych.

Odbiorniki radiowe

Odbiorniki radiowe pracują w zakresie fal krótkich i ultrakrótkich. Do podstawowych odbiorników radiowych zakresu KF, będących na wyposażeniu SP RP, należą:

- odbiorniki REV-251M oraz REV-251M/I;
- odbiornik R-399A - Katran;
- odbiornik EK-890;
- odbiornik LRC 2400
- odbiorniki IC-756ProIII i IC-7800
- Szerokopasmowy zestaw odbiorczy zakresu KF.

Odbiorniki REV-251M oraz REV-251M/I są przeznaczone do odbioru emisji radiowych w zakresie częstotliwości odpowiednio 1-30 MHz i 0,1-30 MHz o poziomie powyżej $1\mu\text{V}$. Odbiorniki te umożliwiają odbiór emisji telegraficznych amplitudowych i częstotliwościowych oraz telefonicznych jedno i dwuwstęgowych. Posiadają możliwość cyfrowego sterowania przestrajaniem w całym zakresie częstotliwości w czasie poniżej 100 ms.

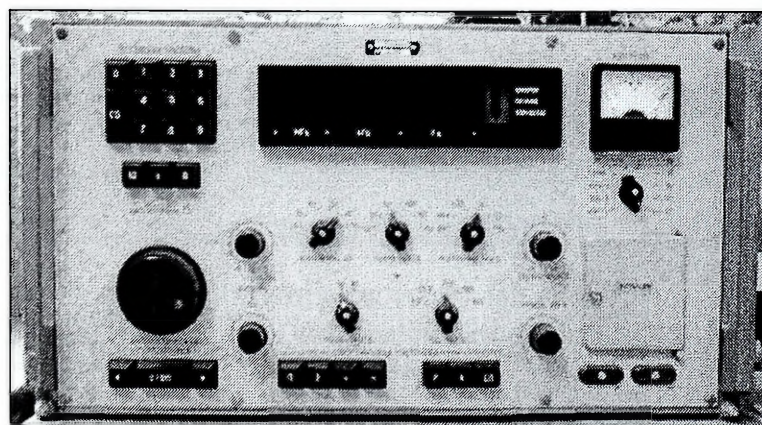


Odbiornik radiowy REV-251M

(źródło: Kompendium zasadniczego sprzętu walki radioelektronicznej SZ RP, Sztab Gen. WP, Warszawa 1998)

W odbiornikach serii REV-251M przewidziano strojenie odwodów na żadaną częstotliwość przy pomocy klawiatury numerycznej (ustawienie konkretnej częstotliwości) lub przy pomocy pokrętła (przestrajanie płynne). Odbiorniki te mogą być sterowane za pomocą układu sterowania umożliwiającego wybór odbieranej częstotliwości, rodzaju pracy i szerokości odbieranego pasma.

Odbiornik R-399A „Katran” jest przeznaczony do przechwyty i śledzenia sygnałów telegraficznych z manipulacją amplitudy oraz sygnałów telefonicznych jedno i dwuwstęgowych w zakresie częstotliwości 1-32 MHz.



Odbiornik radiowy R-399 „Katran”

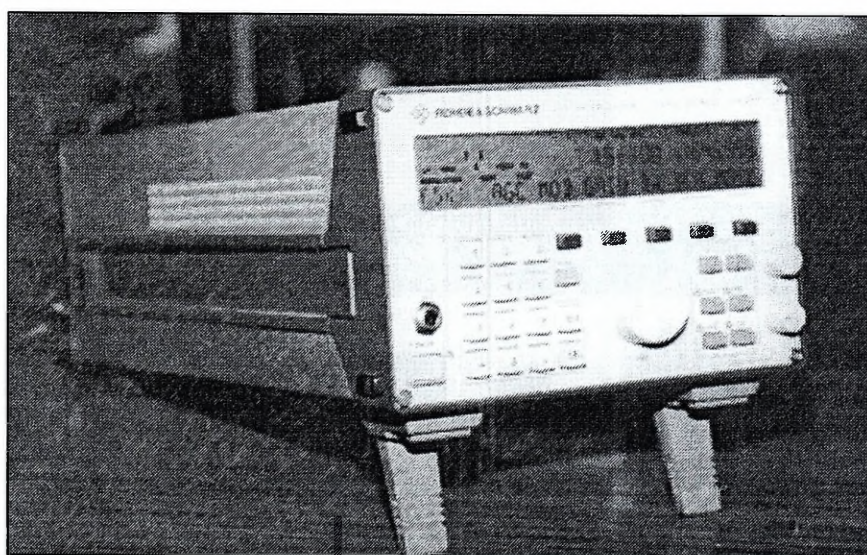
(źródło: Kompendium zasadniczego sprzętu walki radioelektronicznej SZ RP, Sztab Gen. WP, Warszawa 1998)

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;
- przeszukiwanie 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 1 Hz lub 10 Hz. Sterowanie odbiornikiem może być inicjowane przez EMC lub przez operatora.

Odbiornik EK-890 jest odbiornikiem krótkofalowym umożliwiającym odbiór sygnałów w zakresie częstotliwości 10 kHz – 30 MHz z możliwością przestrajania co 1 Hz. Sterowanie odbiornikiem może być realizowane lokalnie za pomocą klawiatury odbiornika lub zdalnie. Odbiornik posiada pamięć umożliwiającą zapamiętanie 999 częstotliwości.

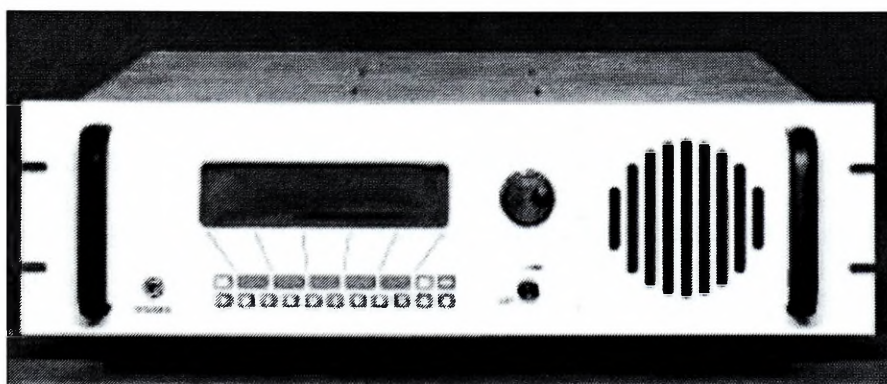


Odbiornik radiowy EK-890

(źródło: Kompendium zasadniczego sprzętu walki radioelektronicznej SZ RP, Sztab Gen. WP, Warszawa 1998)

Odbiornik radiowy LRC 2400 firmy CUBIC z cyfrową obróbką sygnału - charakteryzuje się następującymi parametrami technicznymi¹:

- Zakres częstotliwości: 10 kHz-30 MHz;
- Dokładność dostrojenia: 1 Hz;
- Stabilność wewnętrznej częstotliwości odniesienia: ± 1 ppm/°C;
- Odbierane emisje radiowe: LSB, USB, ISB, CW, AM, FM, PM, FSK;
- Programowanie: 250 kanałów zapisanych w pamięci;
- Skanowanie: do 250 kanałów;
- Prędkość przeszukiwania kanałów: do 100 kanałów na sekundę;
- Regulacja progu: -112 dBm – 0 dBm ;
- Impedancja wejściowa : 50 Ω ;
- Czulość przy SINAD 10 dB:
 - o AM – min. -105 dBm;
 - o FM – min. -98 dBm;
 - o CW – min. -122 dBm;
 - o SSB – min. -113 dBm;
- Częstotliwości pośrednie:
 - o I – 40.456 MHz;
 - o II – 456 kHz;
 - o III – 24 kHz;
- Szerokość pasma przepuszczania: 100 Hz – 16 kHz;
- Zasilanie 90-260 V AC, 47-440 Hz, 50 W;
- Wymiary: 48,2/13,3/53,67 cm;
- Waga: około 6 kg.



Odbiornik radiowy LRC 2400

(źródło: <http://www.cubic.com/cda1/pdf/lcr&smr-2400.pdf>)

¹ Dane taktyczno-techniczne systemów i sprzętu rozpoznania i walki radioelektronicznej, DWLOP, Warszawa 2003, s. 14

Odbiornik radiowy IC-756ProIII japońskiej firmy ICOM przeznaczony jest do odbioru całej gamy współczesnych (wykorzystywanych przez najnowsze nadajniki radiowe) emisji radiowych zakresu KF oraz dolnego pasma UKF.



Odbiornik radiowy IC-756ProIII

(źródło: <http://www.icom.co.jp/world/products/pdf/IC-756PRO3.pdf>)

Jego podstawowe dane taktyczno – techniczne to:

- zakres częstotliwości pracy: 0,03 – 60 MHz;
- odbierane emisje radiowe: USB, LSB, CW, RTTY, AM, FM;
- liczba kanałów pamięci: 101;
- dokładność nastawienia częstotliwości: +/- 1 Hz;
- czułość:
 - o dla emisji SSB, CW, RTTY – 0,16 μ V;
 - o dla emisji AM - 2 μ V;
 - o dla emisji FM - 5 μ V;
- możliwości:
 - o +30dBm IP3 (w paśmie 14 MHz) i duża odporność na zakłócenia intermodulacyjne drugiego rzędu;
 - o dwa przedwzmacniacze znacznie redukujące zakłócenia intermodulacyjne drugiego rzędu;
 - o analizator widma z funkcją minianalizatorów;
 - o dwa zegary: jeden zobrazowuje na ekranie LCD czas UTC, natomiast drugi czas LT;
 - o wygaszacz ekranu LCD - aby wydłużyć żywotność ekranu.
- wymiary: 340 mm szerokości, 111 mm wysokości, 285 mm głębokości;
- waga: 9,6 kg;

Odbiornik radiowy IC-7800 japońskiej firmy ICOM przeznaczony jest do odbioru emisji radiowych zakresu KF oraz dolnego pasma UKF.



Odbiornik radiowy IC-7800

(źródło: <http://www.icom.co.jp/world/products/amateur/index.htm>)

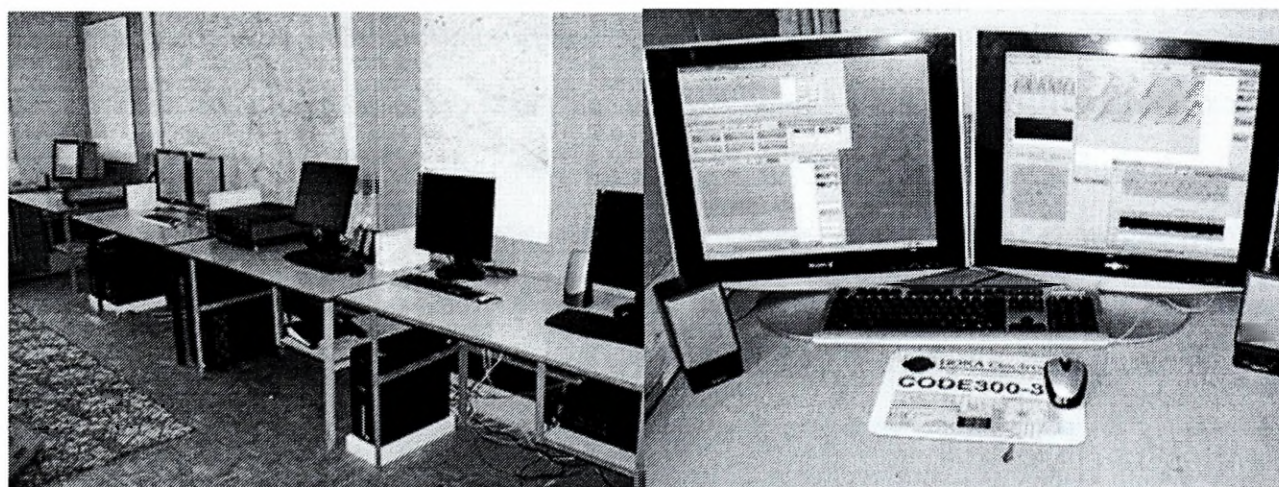
Odbiornik ten charakteryzuje się następującymi danymi taktyczno – technicznymi:

- zakres częstotliwości pracy: 0,03 – 60 MHz;
- odbierane emisje radiowe: USB, LSB, CW, RTTY, AM, FM, PSK31;
- liczba kanałów pamięci: 101;
- wejście antenowe: 4 x SO-239, 2 x BNC;
- stabilność częstotliwości: +/- 0,05 ppm;
- dokładność nastawienia częstotliwości: +/- 1 Hz;
- wymiary: 424 mm szerokości, 149 mm wysokości, 435 mm głębokości;
- waga: 25 kg;
- czułość:
 - o dla emisji SSB, CW, RTTY, PSK31; – 0,16 μ V;
 - o dla emisji AM - 2 μ V;
 - o dla emisji FM – 0,5 μ V;
- możliwości:
 - o część odbiorcza IC-7800 składa się z dwóch identycznych odbiorników, z ciągłym pokryciem częstotliwości od 30 kHz do 60 MHz, pracujących zupełnie niezależnie od siebie;
 - o IC-7800 ma rozbudowane możliwości pracy emisjami cyfrowymi, wliczając w to specjalnie dedykowane do tego celu moduły (wbudowane w wersji podstawowej urządzenia) oraz wyświetlacz do pracy emisjami RTTY i PSK, a także możliwość wybrania trzech różnych ustawień do pracy emisjami fonicznymi: SSB, AM oraz FM.;

- zastosowano 7-calowy wyświetlacz LCD, z pełną gamą kolorów, o rozdzielczości 800 x 400 pikseli. Treść komunikatów i informacji może być wyświetlana także na monitorze zewnętrznym. Oprócz informacji o aktualnych ustawieniach urządzenia, wyświetlacz wykorzystywany jest również jako ekran analizatora widma o dużej rozdzielczości. Ponadto wyświetla listy różnych rodzajów pamięci, wyświetla także treść przychodzących i wysyłanych informacji podczas pracy emisjami RTTY oraz PSK i zawiera w sobie wyświetlacze dwóch dużych mierników.
- rozbudowane przyłącza umożliwiające współpracę IC-7800 ze sprzętem komputerowym.

Szerokopasmowy zestaw odbiorczy zakresu KF przeznaczony jest do przechwyty i zaawansowanej technicznie obróbki sygnałów radiowych zakresu KF, w tym:

- poszukiwania nowych sygnałów radiowych;
- przechwyty znanych emisji radiowych;
- pomiaru techniczno – operacyjnych parametrów odbieranych sygnałów;
- rejestracji odbieranych sygnałów;
- monitorowania pasma częstotliwości;
- zobrazowania aktywności kanałów;
- prowadzenia baz danych sygnałów radiowych.



Część software'owa zestawu – dekodery i analizatory sygnałów

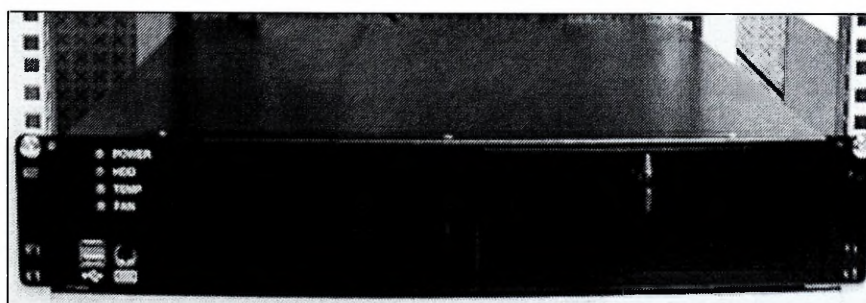
(foto: SAOT I OReI)

Zestaw ten składa się z następujących elementów:

- CODE 300-32 – software'owy dekodery sygnałów radiowych umożliwiające obróbkę sygnałów: A1A (do 75 Bd), ASK, QAM, FSK (2FSK, 4FSK do 600 Bd), MFSK, DFSK, PSK (2/4PSK A/B), BPSK, 2DPSK, 4DPSK, QPSK,

QQPSK, 8PSK, 8QQPSK - 9600 b/s, FEK (4, 6, 8, 13 i 36-tonowej) oraz TCM (Trellis Coded Modulation);

- ELITE – software'owy zestaw narzędzi do zaawansowanej technicznej analizy sygnałów pozwalający na prowadzenie analizy w czasie rzeczywistym, pomiar parametrów badanych sygnałów, demodulację sygnałów: CW, PSK31 - DPSK, RTTY (z automatycznym trybem detekcji dla sygnałów do 600 bps) PSK - QPSK, QQPSK i 8PSK, SITOR-A/B oraz zaawansowaną analizę bitową;
- SPECTRUM DOMINATOR – kompleksowe środowisko monitoringu radiowego ze wspomaganie komputerowym pozwalające na: monitoring sygnałów radiowych (MSCAN), rozpoznawanie nowych źródeł sygnałów radiowych (FSCAN), prowadzenie rozpoznania na wybranej częstotliwości (ZOOM/FFM), skanowanie i poszukiwanie, obsługę odbiorników w układzie klient-serwer, zobrazowanie przeglądania i skanowania, rejestrację danych wykorzystania kanałów (analizy ruchu radiowego), logowanie danych, włączając czas antenowy, liczbę trafień i siłę sygnałów, analizę widma, zaawansowane przeglądanie pasma, zapis danych z rozpoznania w pamięci i wielokrotny dostęp do nich (DIGISCAN), rejestrację danych o sygnale, przegląd zajętości kanałów, korelację zakłóceń;
- CENTURION – zbiór dekodery HF, VHF i UHF;
- QUADRUS – szerokopasmowy, cyfrowo-implementowany, wielokanałowy odbiornik monitorujący, który wraz z preselektorem częstotliwości może być używany jako wielopunktowy cyfrowy odbiornik z bezpośrednią konwersją analogowo – cyfrową w zakresie KF. Zakres częstotliwości może być rozszerzony poprzez użycie odbiornika UKF/VKF (np. COSMUS) z szerokopasmowym wyjściem.



Odbiornik szerokopasmowy QUADRUS

(foto: SAOT I ORel)

Dane taktyczno – techniczne odbiornika szerokopasmowego QUADRUS:

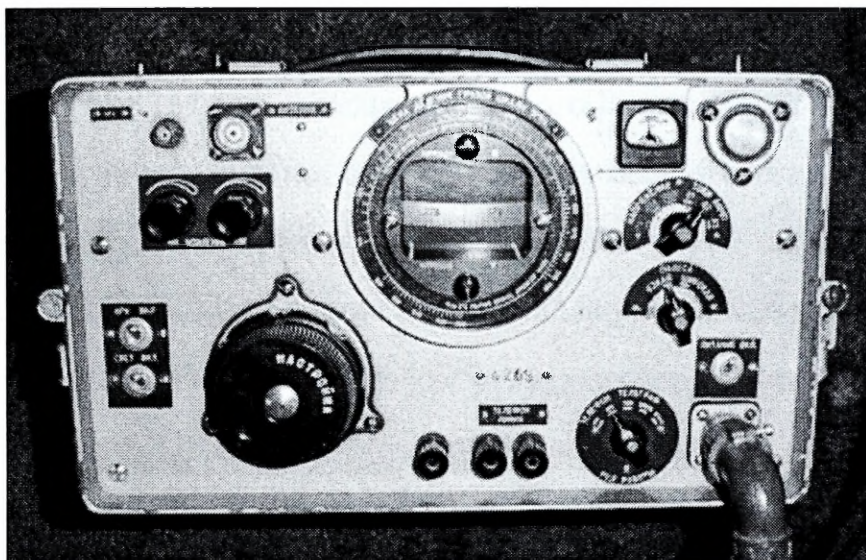
- częstotliwość:
 - o zakres częstotliwości wejść. 0,1- 200 MHz
 - o częstotliwość próbkowania 80 MHz
 - o dokładność strojenia 1 Hz NCO
 - o dokładność odniesienia wew. < + 50 części na 10 mln
 - o zmiana odniesienia wew. < + 0,5 części na 10 min/rok
 - o częstotliwość zewn. sygnałów 10 MHz, 0 dB nom. wejścia
- wejście IF:
 - o impedancja wejścia p. cz. 50 ohm normalnie
 - o wejście WFS 2,0:1 typowo
- czułość:
 - o poziom wejściowy cał. 0 dBm
 - o współcz. szumów 7 dB typowy dla całego pasma
- nieliniowość:
 - o zakres dynamiczny > 90 dB
 - o intermodulacje 2 IP TBA
 - o intermodulacje 3 IP TBA
- eliminacja zakłóceń:
 - o tłum. częst. niepożądanych TBA
 - o niepożądane sygn. wew. < - 90dBm equiv. Input

Podstawowymi odbiornikami radiowymi zakresu ultrakrótkofalowego będącymi na wyposażeniu SP RP są:

- odbiornik R-313M2;
- odbiornik UP-3MB;
- odbiornik VU-32M;
- odbiornik ESM-500
- odbiornik LRC-3400

Odbiornik R-313M2 przeznaczony jest do odbioru sygnałów fonicznych zmodulowanych amplitudowo i częstotliwościowo oraz sygnałów telegraficznych w zakresie częstotliwości 100-425 MHz. Czułość odbiornika wynosi 4,5 μ V. Odbior-

nik wykonany jest w technologii lampowej i nie jest przystosowany do zdalnego sterowania.



Odbiornik radiowy R-313M2

(źródło: http://www.armyradio.com/publish/Articles/William_Howard_Russian/Pictures/R-313.jpg)

Odbiornik panoramiczny UP-3MB jest przeznaczony do wykrywania i przechwytywania emisji radiowych urządzeń nadawczych w zakresie częstotliwości od 100 do 520 MHz. 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. Ponadto, przewidziano możliwość prowadzenia podsłuchu za pomocą słuchawek podczas automatycznego poszukiwania lub ręcznego nastrojenia odbiornika na wybraną częstotliwość.

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

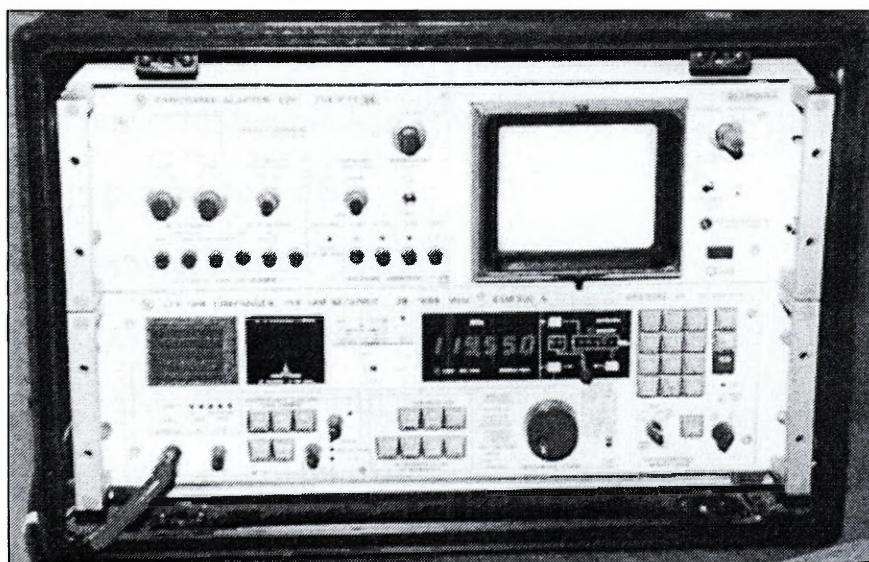
Cały zakres częstotliwości odbiornika jest podzielony na siedem podzakresów po 60 MHz każdy. Rodzaje pracy odbiornika są następujące:

- obserwacja jednego podzakresu 60 MHz z ciągłym poszukiwaniem i zobrazowaniem na sześciu podstawach czasu ekranu, z rozdziałem pasma po 10 MHz na każdą podstawę czasu;
- obserwacja jednego podzakresu 60 MHz bez poszukiwania, z odwzorowaniem na sześciu podstawach czasu i podziałem pasma na 10 MHz;
- obserwacja pasma częstotliwości 100-460 MHz (podzakresy I-VI) z ciągłym

- przeszukiwaniem każdego podzakresu 60 MHz na sześciu podstawach czasu;
- obserwacja jednego wybranego podzakresu 60 MHz z ciągłym zobrazowaniem na jednej podstawie czasu.

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 100-500 MHz. Dokładność nastrojania odbiornika wynosi 1 kHz. Czułość odbiornika jest nie gorsza od $1,6 \mu\text{V}$. Odbiornik jest przystosowany do współpracy z odbiornikiem panoramicznym UP-3MB.

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 zautomatyzowanego systemu rozpoznania. Odbiornik posiada układ pamięci umożliwiający zapamiętanie 999 częstotliwości co zwiększa możliwości jego wykorzystania.

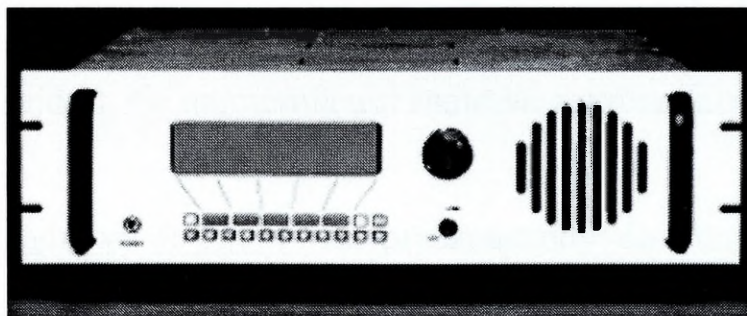


Odbiornik radiowy ESM-500

(źródło: Kompendium zasadniczego sprzętu walki radioelektronicznej SZ RP, Sztab Gen. WP, Warszawa 1998)

Odbiornik LCR 3400 firmy CUBIC jest urządzeniem wielofunkcyjnym pracującym w zakresie częstotliwości od 20 do 3200 MHz. Sterowanie odbiornikiem odbywa się poprzez 19 przyciskową klawiaturę oraz pokrętkę regulacyjną. LCR-3400 posiada panel fluorescencyjnego wyświetlacza, który udostępnia informacje dotyczące: numeru kanału, częstotliwości, wzmocnienia, zakresu częstotliwości,

trybu sterowania. Sterowanie odbiornikiem może odbywać się zarówno poprzez klawiaturę, jak również zdalnie poprzez szynę interfejsu RS-232 lub RS-422².



Odbiornik radiowy LRC 3400

(źródło: <http://www.cubic.com/cda1/pdf/LCR-3000series.pdf>)

Szczegółowe dane techniczne:

- Zakres częstotliwości: 20 MHz-3 GHz;
- Dokładność dostrojenia: 10 Hz;
- Stabilność wewnętrznej częstotliwości odniesienia: $\pm 0,1$ ppm/°C;
- Odbierane emisje radiowe: LSB, USB, SSB, CW, AM, FM, PM;
- Programowanie: 250 kanałów zapisanych w pamięci;
- Skanowanie: do 250 kanałów;
- Prędkość przeszukiwania kanałów: do 100 kanałów na sekundę;
- Regulacja progów: co 1 dB;
- Impedancja wejściowa : 50 Ω ;
- Czulość przy SINAD 10 dB:
 - o AM – min. -91 dBm;
 - o FM – min. -94 dBm;
 - o SSB – min. -111 dBm;
 - o PM – min. -102 dBm;
- Częstotliwości pośrednie:
 - o I – 1621,4 MHz;
 - o II – 21,4 MHz;
 - o III – 1,4 MHz;
- Zasilanie 90-260 V AC, 47-440 Hz, 86 W;
- Wymiary: 48,3/13,3/54,91 cm;
- Waga: około 7,2 kg.

² Dane taktyczno-techniczne systemów i sprzętu rozpoznania i walki radioelektronicznej, DWLOP, Warszawa 2003, s. 15.

Namierniki radiowe

Namierniki radiowe są przeznaczone do lokalizacji pracujących (emitujących energię elektromagnetyczną) radiostacji. Na wyposażeniu jednostek radioelektronicznych SZ RP znajdują się namiernikami radiowe zakresu fal krótkich i ultrakrótkich.

Namiernik radiowy R-359M jest przeznaczony do namierzania radiostacji pracujących w zakresie częstotliwości 1,5 - 25,5 MHz. Podstawowym elementem namiernika jest stojak namierzania R-259 K-2. Namiernik umożliwia synchronizowane, zautomatyzowane namierzanie źródeł emisji radiowych dzięki układom umożliwiającym zdalne sterowanie jego nastawami oraz transmisję danych z namierzania³.

Do określenia współrzędnych namierzonej radiostacji są potrzebne dwa namierniki. W praktyce w systemie namierzania KF pracuje 3-5 namierników, co zwiększa dokładność lokalizacji namierzanych źródeł rozpoznania. 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° - 2°, a dla anten ramowych 3° - 8°, dlatego w praktyce wykorzystuje się głównie anteny pionowe.



Namiernik radiowy R-359M

(źródło: Kompendium zasadniczego sprzętu walki radioelektronicznej SZ RP, Sztab Gen. WP, W-wa 1998)

³ Z. Mordarski, Środki rozpoznania i obezwładniania radioelektronicznego sił powietrznych, AON, Warszawa 1997, s.18.

Namiernik rozmieszczony jest na samochodzie 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”, który składa się z czterech ściśle powiązanych ze sobą elementów:

- stanowisk odbiorczych na Centrum Radiowym,
- stanowiska kierowania namierzaniem,
- stanowisk namiarowych na bazie stojaków namierzania REV-259 K-2,
- systemu transmisji danych.

Stanowiska odbiorcze przeznaczone są do odbioru emisji radiowych i przekazywania zadań do namierzania na stanowisko kierowania namierzaniem. W ich skład wchodzi odbiorniki radiowe oraz pulpity sterownicze operatora UWO-2p. Tak wyposażonych stanowisk może być do 60.

Stanowisko kierowania namierzaniem wyposażone jest w:

- komputer centralny (IBM), którego oprogramowanie zapewnia:
 - 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;
- komutator wejść, który zapewnia:
 - podłączenie do komputera centralnego 60 stanowisk odbiorczych,
 - zestawienie połączeń pomiędzy stanowiskami odbiorczymi a kompu-

terem na żądanie operatora stanowiska odbiorczego lub kierującego namierzaniem,

- anulację zestawionego łącza;
- monitor dyżurnego namierzania, który zapewnia zobrazowanie zgłoszenia stanowiska, z którego realizowane jest namierzanie;
- 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;
- drukarkę do rejestracji danych wynikowych.

Podsystem „NASTURCJA” przewiduje podłączenie do pięciu namierników (dziesięć stanowisk namiarowych). 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.

Zautomatyzowany podsystem „NASTURCJA” zapewnia wykonanie około 150 namiarów 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 jest przeznaczony do namierzania źródeł emisji radiowych ultrakrótkofalowych w zakresie 100-500 MHz. Namiernik ten może być sterowany ręcznie lub automatycznie. W skład jednego podsystemu namierzania wchodzi 2-3 namierniki⁴.

⁴ Z. Mordarski, Środki rozpoznania i obezwładniania radioelektronicznego sił powietrznych, AON, Warszawa 1997, s.21.



Namiernik radiowy UKF JU-70

(źródło: Kompendium zasadniczego sprzętu walki radioelektronicznej SZ RP, Sztab Gen. WP, Warszawa 1998)

Przy sterowaniu automatycznym każdy namiernik podsystemu otrzymuje komendy ze stanowisk odbiorczych 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.

Namiernik radiowy TC-5100 pracuje w zakresie częstotliwości: 20 – 1200 MHz. Może być zamontowany na samochodzie lub samolocie.



Namiernik radiowy TC-5100

(źródło: http://www.caravan-ny.com/direction_finder.htm)

Podstawowe dane techniczne:

- czułość: 2-25 μ V

- dyskretność wskaźnika: 1 stopień, a przy wersji z interfejsem zdalnego sterowania – 0,1 stopnia;
- błąd pomiaru (średni): nie większy niż 3 stopnie;
- rodzaje odbieranych emisji: LSB, USB, AM, FM;
- szerokość pasma podczas nasłuchu: 3/6/15/50 kHz;
- czas trwania namiaru: 80 ms;
- możliwości współpracy z systemami namierzania poprzez interfejs GPIB / RS 232;
- wyposażenie:
 - antena TC-5120 (20-1200 MHz);
 - procesor TC-5100 (20-1200 MHz);
 - odbiornik TC-351 (20-1200 MHz);
- zasilanie: 110/220 V, 47-450 Hz lub 28 DC;
- skład załogi: namiernik automatyczny.

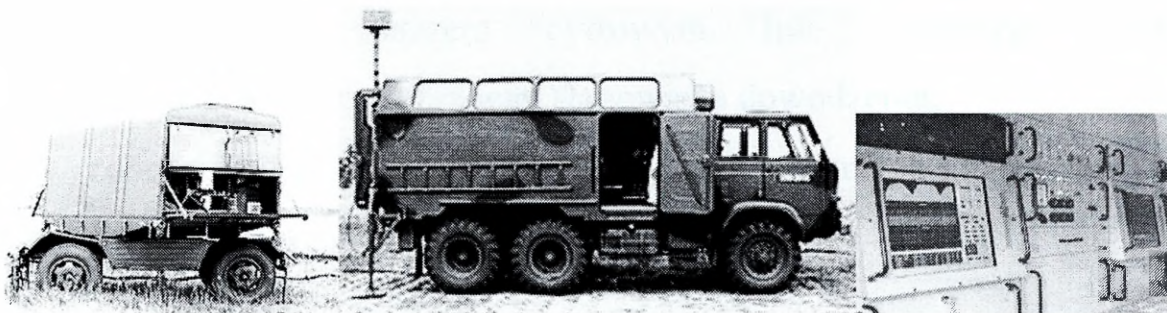
Stacje rozpoznania systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych

Rozpoznanie pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych w SP RP obecnie prowadzone jest z wykorzystaniem stacji POST-3MD i MSR-W. W najbliższych latach przewiduję się wprowadzenie do wyposażenia jednostek radioelektronicznych SP RP systemu rozpoznania GUNICA.

Stacja rozpoznania pokładowych systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych POST-3MD pracuje w zakresie 500-18000MHz. 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-3MD.



Stacja POST-3MD

(źródło: J. Czerniawski, Siły rozpoznania i walki elektronicznej w SP RP – stan obecny i planowane zmiany, ZRiWRE WLOP, Warszawa 2003, prezentacja PowerPoint na sympozjum w AON)

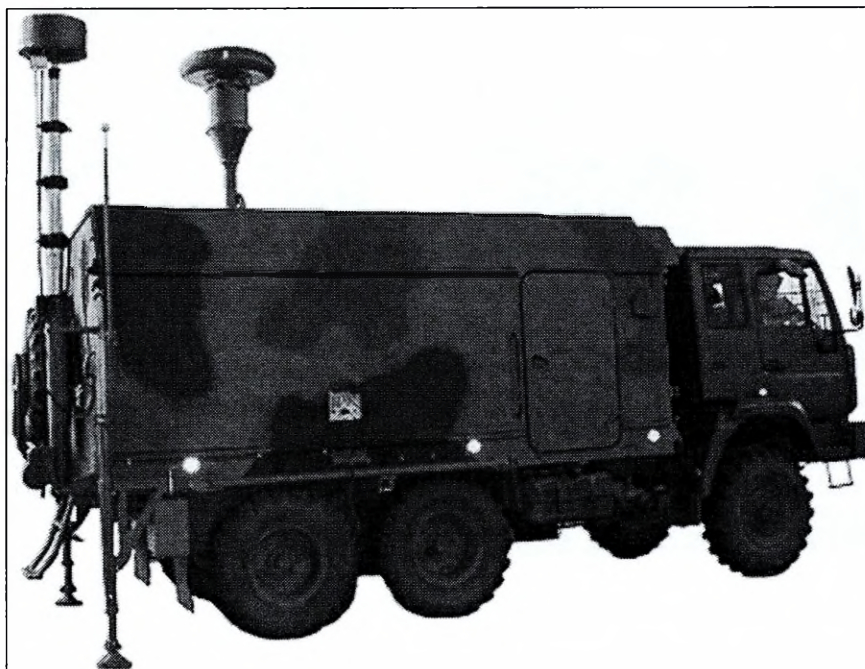
Dokładność określania azymutu wynosi $2 - 3^\circ$. Stacja zamontowana jest na samochodzie, a anteny na przyczepie. Przyczepę antenową rozwija się na podwyższonej płaszczyźnie (4×4 m) tak, aby kąt zakrycia na głównym kierunku rozpoznania nie przekraczał $15'$, a na pozostałych kierunkach 1° . Wóz z aparaturą 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. W stacji układ antenowy może obracać się dookoła ($0 - 360^\circ$) lub w sektorze, którego wartość wynosi $30 - 180^\circ$ na docelowym kierunku. Czas rozwijania i zwijania stacji wynosi jedną godz.

Stacja rozpoznania systemów radiolokacyjnych MSR-W przeznaczona jest do zautomatyzowanego rozpoznawania pokładowych (lotniczych) źródeł sygnałów radarowych generujących sygnały w zakresie częstotliwości od 0,7 do 18,0 GHz oraz umożliwia⁵:

- zautomatyzowane wykrywanie i rozpoznanie sygnałów radiolokacyjnych i źródeł ich emisji, pracujących w ww. paśmie;
- zautomatyzowane określanie kąta odbioru sygnału (namiaru na pracujące źródła emisji);
- śledzenie w częstotliwości i w kierunku wykrytych źródeł emisji.
- szczegółowe rozpoznanie nowo wykrytych emisji lub sygnałów;
- zobrazowanie i archiwizację wyników rozpoznania oraz danych pomiarowych;
- opracowanie i uaktualnianie zasobów baz danych;

⁵ Dane taktyczno-techniczne systemów i sprzętu rozpoznania i walki radioelektronicznej, DWLOP, Warszawa 2003, s. 12

- przekazywanie łączem cyfrowym lub fonicznym informacji z rozpoznania do wybranego stanowiska dowodzenia;
- zobrazowanie na tle mapy wykrytych, rozpoznanych i namierzonych źródeł emisji z możliwością ich selekcji.



Stacja MSR-W

(źródło: J. Czerniawski, Siły rozpoznania i walki elektronicznej w SP RP – stan obecny i planowane zmiany, ZRiWRE WLOP, Warszawa 2003, prezentacja PowerPoint na sympozjum w AON)

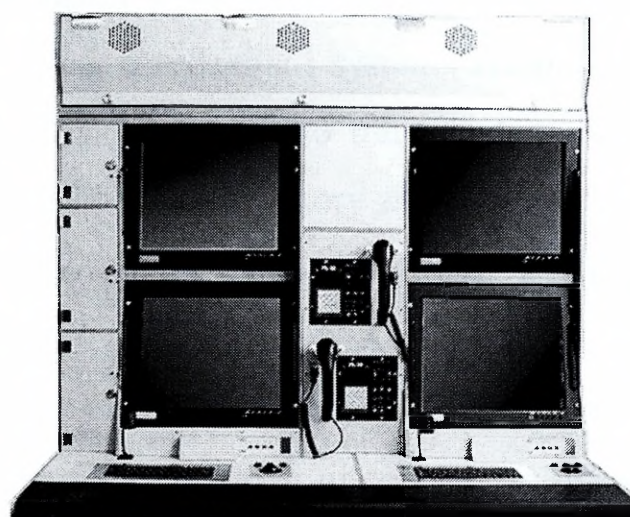
Rozwiązania techniczne stacji zapewniają:

- automatyczne przywiązanie stacji do terenu (z błędem nie większym od 100m);
- kierowanie jej pracą bojową ze stanowiska dowodzenia w sposób cyfrowy;
- dowiązywanie aktualnej informacji z rozpoznania do 16 obiektów powietrznych, gdy zestaw złożony jest ze stacji MSR-W oraz do 24 obiektów powietrznych, gdy zestaw złożony jest ze stacji GUNICA i 2-3 stacji MSR-W.

Zwinięcie (rozwinięcie) stacji na przygotowanym lub nieprzygotowanym stanowisku odbywa się w czasie nie dłuższym niż 20 minut, a awaryjne opuszczenie stanowiska (na odległość 100m) w czasie nie dłuższym niż 10 minut.

Stacja rozpoznania GUNICA przeznaczona jest do zautomatyzowanego rozpoznawania pokładowych stacji i systemów radiolokacyjnych SP oraz innych urządzeń generujących sygnały niekomunikacyjne. Stacja może pracować w sposób

zautomatyzowany, realizując zadania bojowe samodzielnie lub w zestawie tych stacji (praca systemowa)⁶.



Stacja GUNICA (widok stacji z podniesioną anteną oraz konsoli operatora)

(źródło: J. Czerniawski, Siły rozpoznania i walki elektronicznej w SP RP – stan obecny i planowane zmiany, ZRiWRE WLOP, Warszawa 2003, prezentacja PowerPoint na sympozjum w AON)

Stacja zapewnia:

- wykrywanie sygnałów generowanych przez: urządzenia i systemy radiolokacyjne SP oraz platformy naziemne/morskie, transpondery SIF/IFF, interogatory TACAN/RSBN, DME oraz źródła zakłóceń w zakresie częstotliwości od 0,5 do 18 GHz z możliwością rozszerzenia do 40 GHz;
- pomiar parametrów wykrytych sygnałów oraz przetwarzanie danych pomiarowych;
- identyfikację typu emisji, przechwyt informacji (SIF/IFF) oraz rozpoznawanie radarowych źródeł emisji;
- określanie namiarów na ZE;
- lokalizację ZE - w przypadku synchronicznej pracy systemowej zestawu stacji na podstawie namiarów ZE i/lub różnic odległości do ZE pomierzonych przez te stacje;
- archiwizację zgromadzonych danych rozpoznawczych oraz rejestrację zbiorów danych pomiarowych w celu analizy i rozpoznania sygnałów.

⁶ Dane taktyczno-techniczne systemów i sprzętu rozpoznania i walki radioelektronicznej, DWLOP, Warszawa 2003, s. 9

Rozwiązania techniczne stacji GUNICA zapewniają jej pracę na stacjonarnych lub manewrowych posterunkach i umożliwiają uzyskanie następujących parametrów taktycznych:

a) w zakresie wykrywania sygnałów:

- wykrywanie sygnałów generowanych w paśmie 0,5 ÷ 18 GHz z możliwością rozszerzenia do 40 GHz przez: urządzenia i systemy radiolokacyjne SP oraz platformy naziemne/morskie, a ponadto transpondery SIF/IFF, interogatory TACAN/RSBN, DME oraz generatory zakłóceń;
- wykrycia sygnałów od celów lecących na wysokości 100 m. z odległości nie mniejszej niż 55 km;
- wykrywanie ZE znajdujących się ponad horyzontem radiolokacyjnym, na wysokościach do 30 km, przy stożku martwym nie większym niż 45°, a zasięg wykrywania ZE o mocy w impulsie >10 kW, wynosi do 450 km w zależności od podzakresu.

b) w zakresie rozpoznawania sygnałów i ZE:

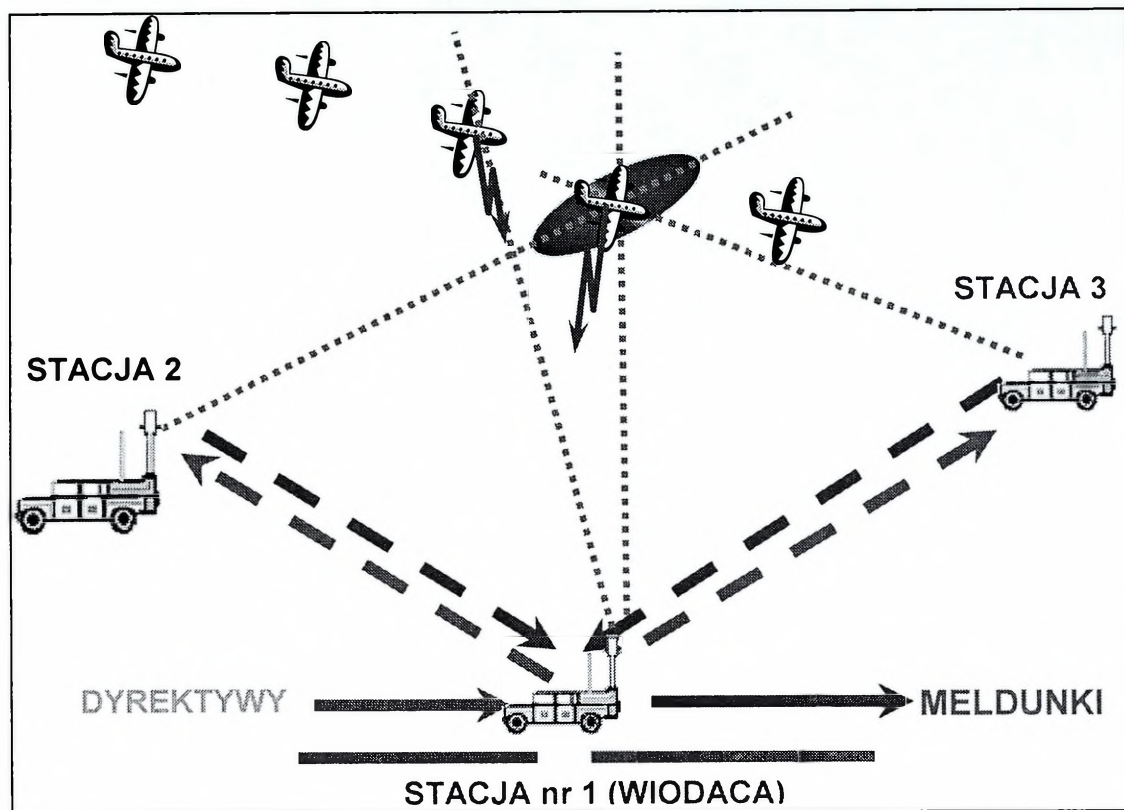
- rozpoznawanie wykrytych sygnałów radarów lotniczych, naziemnych i morskich oraz urządzeń radioelektronicznych SP;
- rozpoznawanie typów i rodzajów pracy ZE oraz określanie typów SP na podstawie struktury i parametrów odbieranych sygnałów (emisji);
- rozpoznawanie typu i określanie podstawowych parametrów wykrytych zakłóceń.

c) w zakresie śledzenia obiektów:

- rozwiązania techniczne stacji GUNICA oraz zasada współpracy z innymi stacjami tego typu umożliwiają jednoczesne śledzenie do 20 obiektów z kołowym błędem nie większym niż 5% odległości do śledzonego obiektu;
- stacja zapewnia jednoczesne rozpoznanie 32 obiektów powietrznych, o których informacja jest dostarczana z systemu radiolokacyjnego.

d) w zakresie gromadzenia danych o sygnałach radiolokacyjnych:

- rozwiązania techniczne stacji GUNICA zapewniają gromadzenie danych rozpoznawczych oraz rejestrację zbiorów danych pomiarowych w celu analizy i rozpoznania sygnałów (na życzenie operatora).



Idea funkcjonowania systemu stacji GUNICA

(źródło: J. Czerniawski, Siły rozpoznania i walki elektronicznej w SP RP – stan obecny i planowane zmiany, ZRiWRE WLOP, Warszawa 2003, prezentacja PowerPoint na sympozjum w AON)

W zakresie parametrów eksploatacyjnych rozwiązania techniczne stacji GUNICA zapewniają:

- pracę z sieci przemysłowej oraz z własnych agregatów;
- mobilność (umieszczona na nadwoziu kołowym);
- zwinięcie i rozwinięcie na stanowisku w czasie nie dłuższym od 10 minut, a czas awaryjnego opuszczenia stanowiska (na odległość 100m.) powinien być nie dłuższy od 5 minut;
- automatyczne przywiązanie do terenu z błędem nie większym od 100 m.

Rozwiązania techniczne stacji GUNICA zapewniają współpracę z systemem DUNAJ lub podsystemem kierowania zestawem stacji GUNICA (PKZS- GUNICA) stanowiącym obiekt systemu kierowania rozpoznaniem. Podczas pracy z systemem DUNAJ wymiana danych będzie realizowana z wykorzystaniem protokołu ASTERICS.

2.2. Wybrane współczesne systemy rozpoznania elektronicznego sił powietrznych NATO

Współcześnie w naziemnych systemach rozpoznania elektronicznego sił powietrznych NATO wyróżnia się głównie urządzenia rozpoznania radiowego (nasłu-

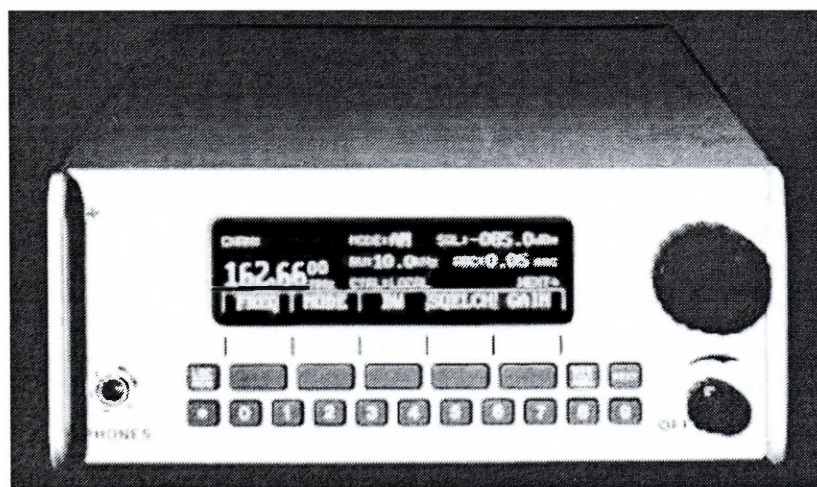
chu i namierzania radiowego) oraz urządzenia rozpoznania pokładowych (zamontowanych na pokładach załogowych i bezzałogowych obiektów powietrznych) systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych.

Większość współczesnych urządzeń rozpoznania radiowego sił powietrznych może prowadzić rozpoznanie relacji łączności radiowej w paśmie od 100 KHz do 1 GHz, to jest w zakresie fal HF, VHF i UHF. Najnowsze systemy tego rodzaju rozpoznania przodujących firm produkujących sprzęt elektroniczny, takich jak CUBIC, THALES czy ROHDE&SCHWARZ mają znacznie większe możliwości. Mogą prowadzić rozpoznanie w zakresie fal od 10 KHz do 3GHz. Mogą też rozpoznawać telefonię komórkową, w tym najnowszej generacji UMTS, łączność satelitarną oraz Internet⁷.

Firmy te specjalizują się w produkcji systemów rozpoznania radiowego. Ich odbiorniki i namierniki radiowe są w wyposażeniu jednostek rozpoznania wielu państw NATO, w tym i Polski.

Odbiorniki radiowe

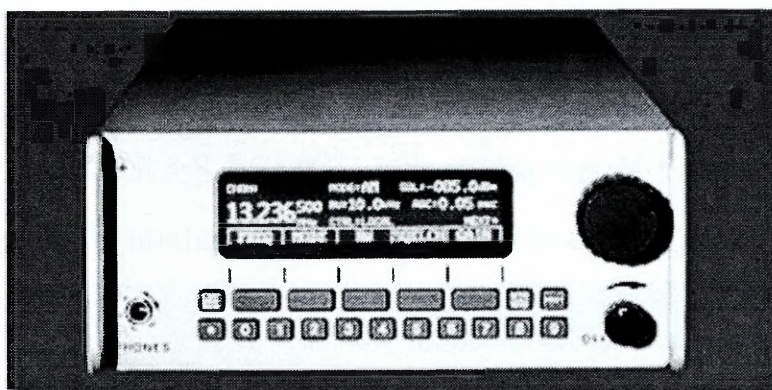
Szeroką gamę odbiorników radiowych różnych zakresów częstotliwości produkuje amerykańska firma CUBIC. Coraz częściej jeden odbiornik może pracować w bardzo szerokim zakresie częstotliwości HF, VHF i UHF. Przykładem takiego rozwiązania są odbiorniki typu CDR 3580, CDR 3280, CDR 3370A i CDR3374.



Odbiornik radiowy CDR 3580

(źródło: <http://www.cubic.com/cda1/pdf/cdr-3580.pdf>)

⁷ S. Zajas, Z. Groszek, J. Karpowicz, S. Szulc, Studium przyszłości sił powietrznych - cz.II, System rozpoznania i walki elektronicznej sił powietrznych 2025, AON, Warszawa 2004r, s. 29



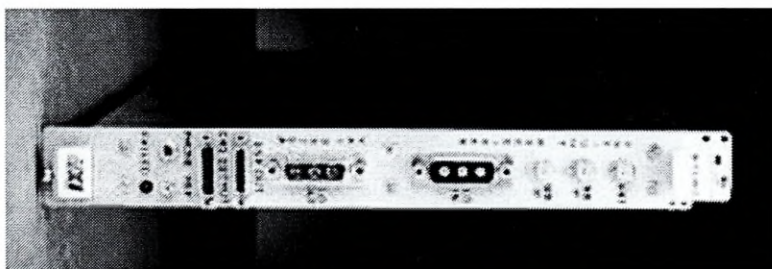
Odbiornik radiowy CDR 3280

(źródło: <http://www.cubic.com/cda1/pdf/CDR-3280.pdf>)



Odbiornik radiowy VXI 3259A

(źródło: <http://www.cubic.com/cda1/pdf/VXI-3259A.pdf>)



Odbiornik radiowy VXI 3570A

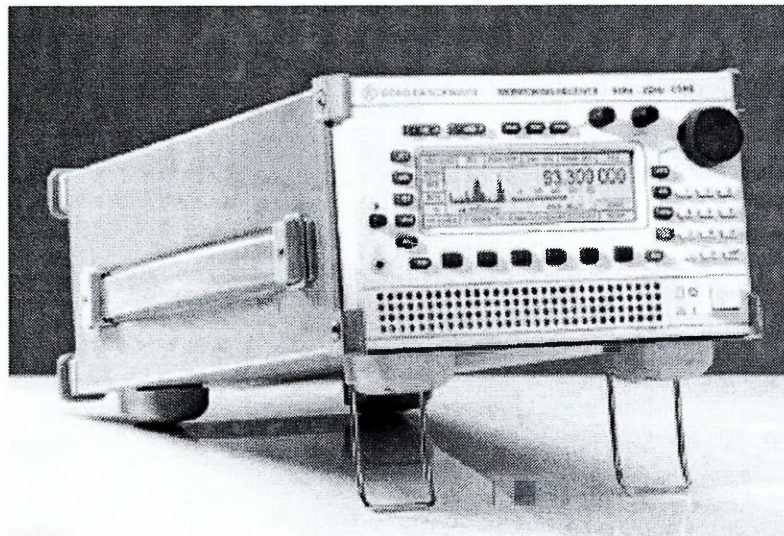
(źródło: <http://www.cubic.com/cda1/pdf/VXI-3570A.pdf>)

Podstawowe dane techniczne ww. odbiorników radiowych przedstawiają się następująco:

Typ odbiornika	Częstotliwość pracy	Odbierane emisje	Liczba kanałów w pamięci	Prędkość przeszukiwania kanałów	Dokładność dostrojenia
CDR 3580	20-1200 MHz	LSB, USB, CW, AM, FM	250	100/s	10 Hz
CDR 3280	0,01-30 MHz	ISB, LSB, USB, CW, AM, FM, FSK	250	do 100/s	1 Hz
VXI 3259A	0,01-30 MHz	ISB, LSB, USB, CW, AM, FM, FSK	250	do 100/s	1 Hz
VXI 3570A	20-3000 MHz	LSB, USB, CW, AM, FM, FSK	250	do 100/s	10 Hz

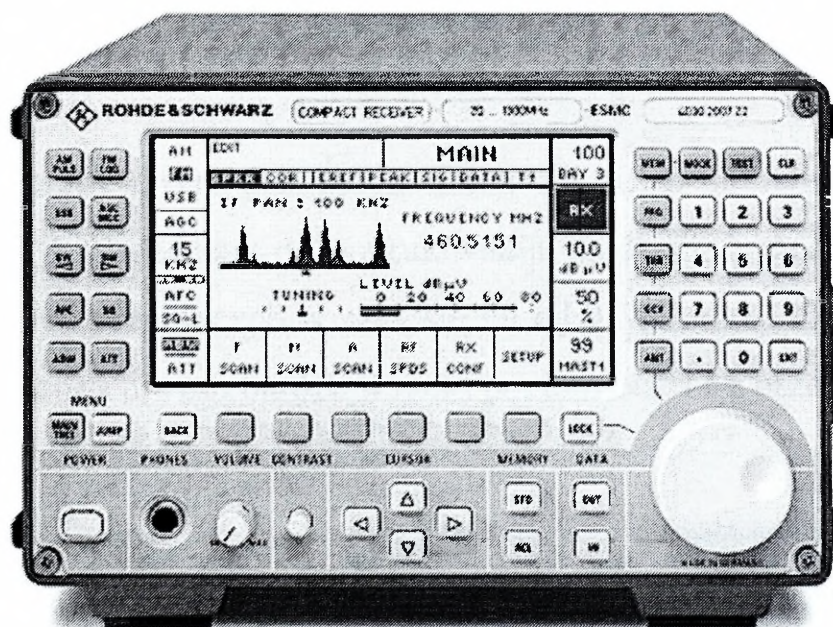
Źródło: opracowanie własne na podstawie informacji na stronie www.cubic.com

Podobne urządzenie najnowszej generacji, pracujące w zakresie częstotliwości od 9 KHz do 3 GHz, oferuje firma ROHDE&SCHWARZ. Są to odbiorniki monitorujące R&S ESMB i R&S ESMC, które mogą współpracować z komputerem i programem służącym do analizy rozpoznawanego widma częstotliwości.



Odbiornik radiowy R&S ESMB

(źródło: [http://www.rohde-schwarz.com/www/products_files.nsf/img/esmbimg.jpg/\\$file/esmbimg.jpg](http://www.rohde-schwarz.com/www/products_files.nsf/img/esmbimg.jpg/$file/esmbimg.jpg))

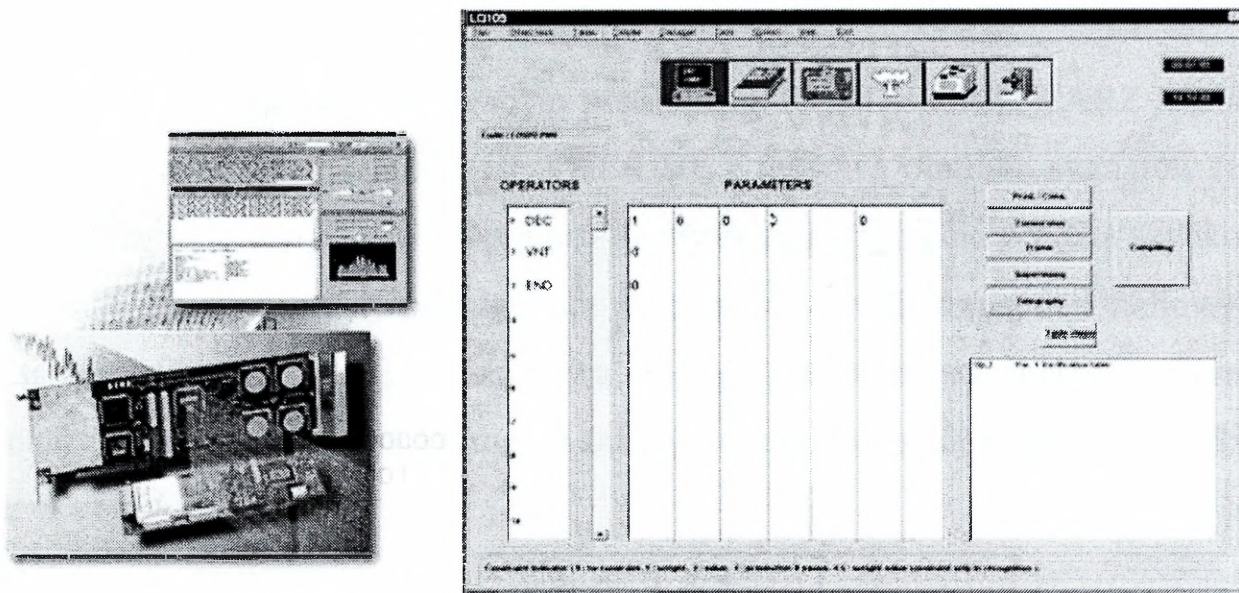


Odbiornik radiowy R&S ESMC

(źródło: [http://www.rohde-schwarz.com/www/products_files.nsf/img/119511img.jpg/\\$file/119511img.jpg](http://www.rohde-schwarz.com/www/products_files.nsf/img/119511img.jpg/$file/119511img.jpg))

Informacje przekazywane w sieciach radiowych dowodzenia lotnictwem są coraz częściej kodowane. Jedynie w relacjach ziemia-samolot-ziemia są one przekazywane otwartym tekstem.

Dlatego z urządzeniami odbiorczymi muszą być sprzężone dekodery. Jednym z proponowanych rozwiązań w tym zakresie jest dekodery sprzętowy TRC 641 wraz z dekodery programowy LG 105 firmy THALES.

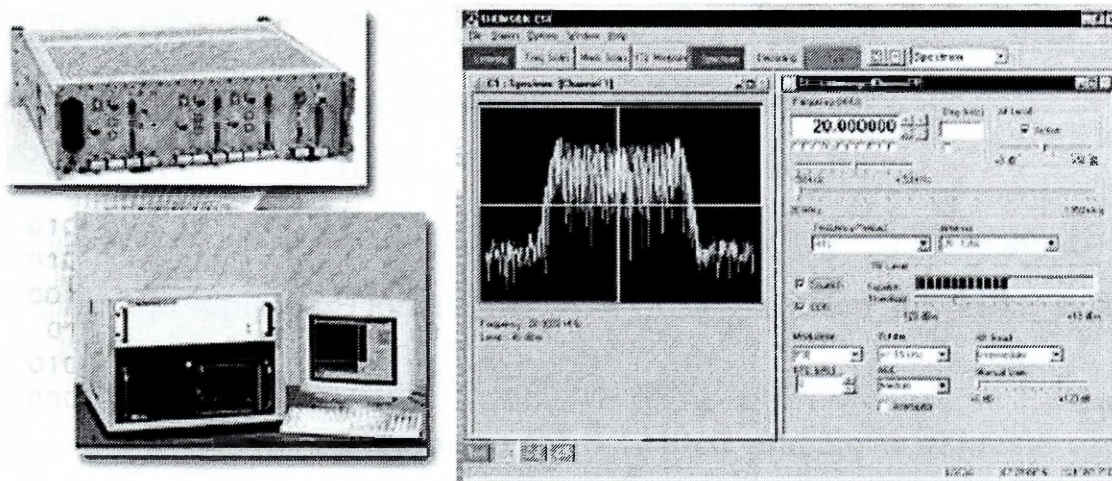


Dekoder sprzętowy TRC 641 oraz dekodek programowy LC 105

(źródło: http://www.thalesgroup.com/land-joint/portfolio/02_c4isr/04_ew/02_technical/01_trc641/02_04_02_01.htm)

Dekoder sprzętowy TRC 641 pracuje w zakresie częstotliwości od 300 Hz do 3 GHz. W czasie realnym analizuje i dokonuje pomiaru parametrów odbieranych sygnałów oraz rozpoznaje kod i dekoduje sygnały analogowe i cyfrowe. Współpracuje z programem LC 105, a uzyskane wyniki zobrazowywane są na ekranie monitora.

Do współpracy z tym dekodekrem firma THALES opracowała cyfrowy odbiornik radiowy, przeznaczony do poszukiwania, śledzenia i monitorowania pracy urządzeń radiowych pracujących w zakresie fal od 9 MHz do 3 GHz. Wyposażenie tego odbiornika zapewnia mu bardzo wysoki poziom ochrony przed zakłóceniami.

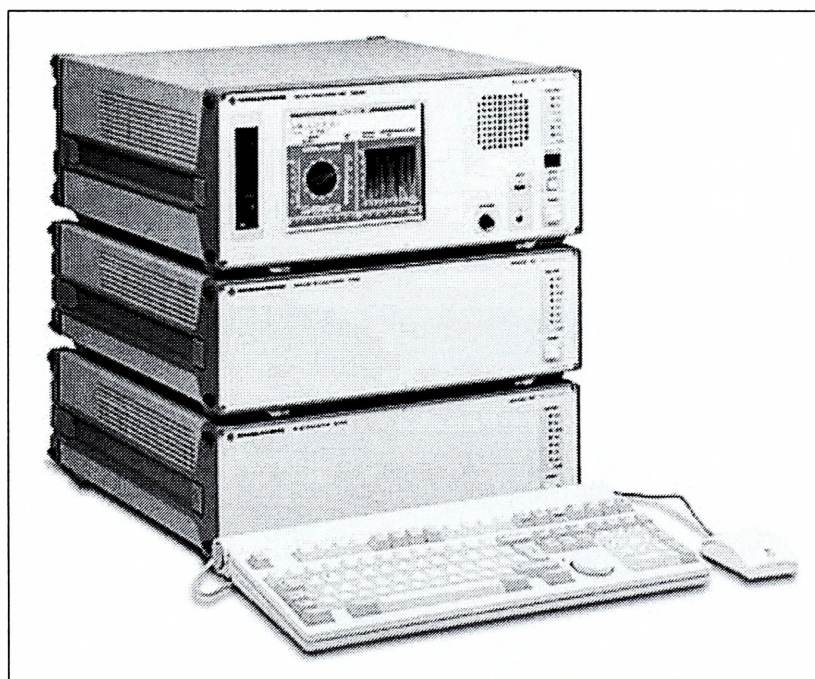


TRC 2000 H/V/UHF Digital Receiver

(źródło: <http://www.thalesgroup.com/land-joint/portfolio/pdf/2000net.pdf>)

Namierniki radiowe

Jednym z urządzeń oferowanym przez firmę ROHDE&SCHWARZ jest namiernik radiowy R&S DDF0xM HF/VHF/UHF z cyfrową obróbką sygnałów (filtrowania i demodulacji). Dzięki temu jest możliwa do osiągnięcia wysoka szybkość skanowania dla najbardziej popularnych systemów (metod) transmisji radiowych oraz transmisji wykorzystującej skokowa zmianę częstotliwości (FH). Namiernik ten ma możliwość określenia azymutu i odległości do namierzanej radiostacji (SSL – singel stadion lokator).



Namiernik R&S DDF 0xM

(źródło: [http://www.rohde-](http://www.rohde-schwarz.com/www/download_files.nsf/file/DDF0xA_en_web.pdf/$file/DDF0xA_en_web.pdf)

[schwarz.com/www/download_files.nsf/file/DDF0xA_en_web.pdf/\\$file/DDF0xA_en_web.pdf](http://www.rohde-schwarz.com/www/download_files.nsf/file/DDF0xA_en_web.pdf/$file/DDF0xA_en_web.pdf))

R&S DDF 0xM występuje w trzech wersjach

1. HF: R&S DDF01M (0.3Mhz-30Mhz)
2. VHF/UHF: R&S DDF05M (20Mhz-1300/3000Mhz)
3. HF/VHF/UHF: R&S DDF06M (0.3Mhz-1300/3000Mhz)

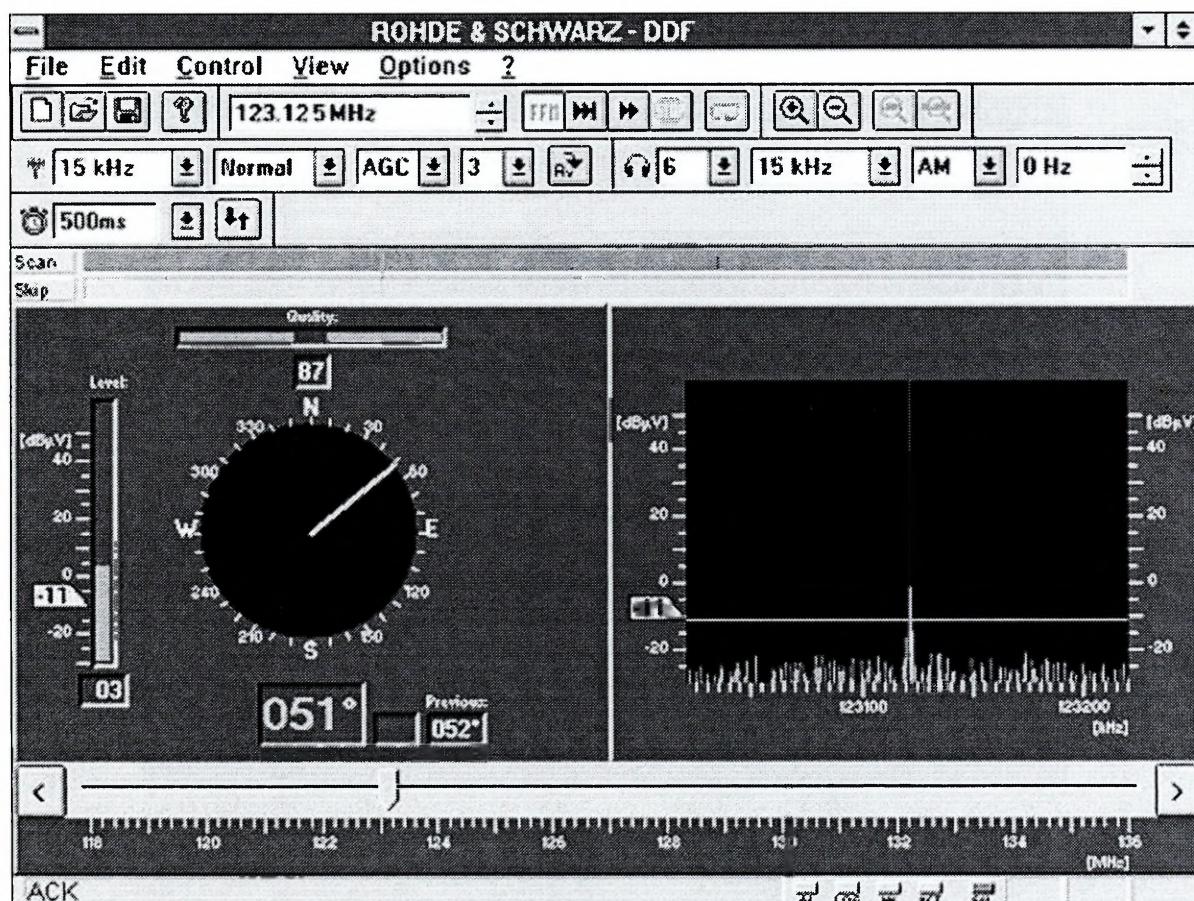
Każda wersja składa się z jednostki konwertera cyfrowego (HF lub VHF/UHF) oraz komputera. Dodatkowo są wymagane jeden lub kilka systemów antenowych⁸.

Jednostka konwertera cyfrowego R&S EH010 pracuje w zakresie częstotliwości od 0.1Mhz do 30Mhz, VHF/UHF konwerter R&S ET050 posiada zakres czę-

⁸ S. Zajas, Z. Groszek, J. Karpowicz, S. Szulc, Studium przyszłości sił powietrznych - cz.II, System rozpoznania i walki elektronicznej sił powietrznych 2025, AON, Warszawa 2004r, s. 30

stotliwości od 20MHz do 1300MHz. Kolejna wersja konwertera R&S ET070 (1.3GHz-3GHz) jest sprzęgnięta z konwerterem ET050 rozszerza zakres do 3GHz. Komputer R&S EBD 060 posiada dwa IF wejścia, które pozwalają na podłączenie dwóch konwerterów (RS EH010 i R&S ET050) jednocześnie.

W celu dokonania pomiaru sygnał napięcia z pola antenowego jest podawany do konwertera cyfrowego następnie wartość napięcia jest zmieniana w sygnał cyfrowy. Wyniki są szacowane (przeliczone) przez algorytm matematyczny i wyświetlane na ekranie monitora.



Widok ekranu przy rodzaju pracy „stała częstotliwość”

(źródło: <http://www.rohde->

[schwarz.com/www/download_files.nsf/file/DDF0xA_en_web.pdf/\\$file/DDF0xA_en_web.pdf](http://www.rohde-schwarz.com/www/download_files.nsf/file/DDF0xA_en_web.pdf/$file/DDF0xA_en_web.pdf))

Każdy namiernik cyfrowy jest wyposażony z w oprogramowanie (R&SDDFMMI), które tworzy interfejs użytkownika pod systemem Windows NT. Kształt interfejsu jest generowany w trybie okienek dla łatwego ustawienia parametrów za pomocą myszki lub pop-up menu. W programie są dostępne następujące funkcje:

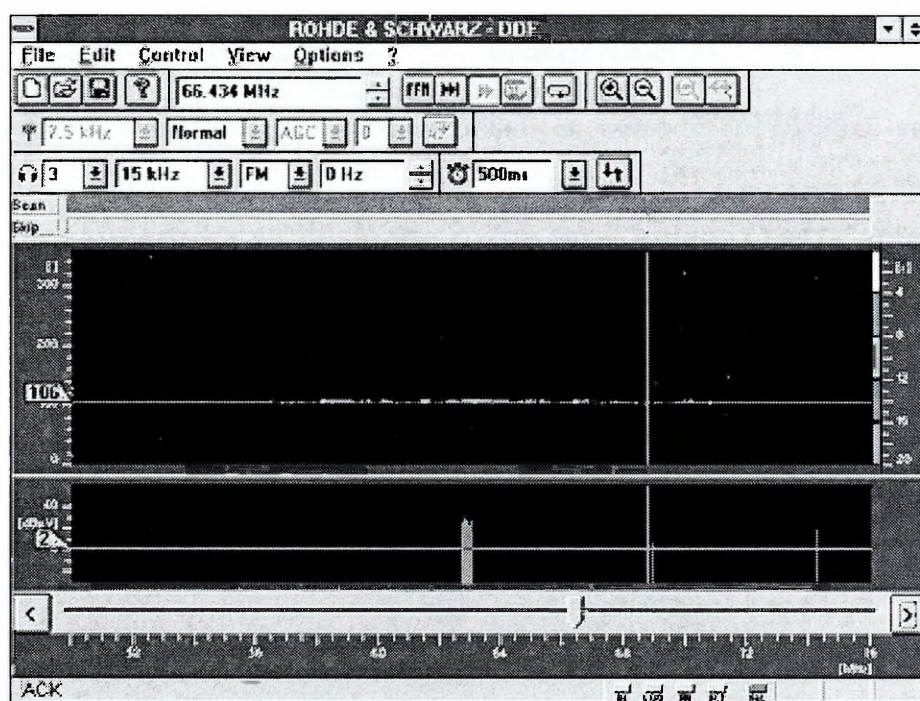
W rodzaju pracy „stała częstotliwość”:

- diagram kompasu (dodatkowo elipsa jeśli jest używana analiza Watson-Watt);

- kąt elewacji sygnału;
- poziom sygnału w funkcji częstotliwości w zakresie +/- 100 KHz (HF +/- 12.5 KHz);
- kierunek w funkcji czasu (histogram i wodospad).

W rodzaju pracy „skanowanie”

- amplituda i kierunek w funkcji częstotliwości;
- kierunki namiaru;
- częstotliwość w funkcji czasu (wodospad).



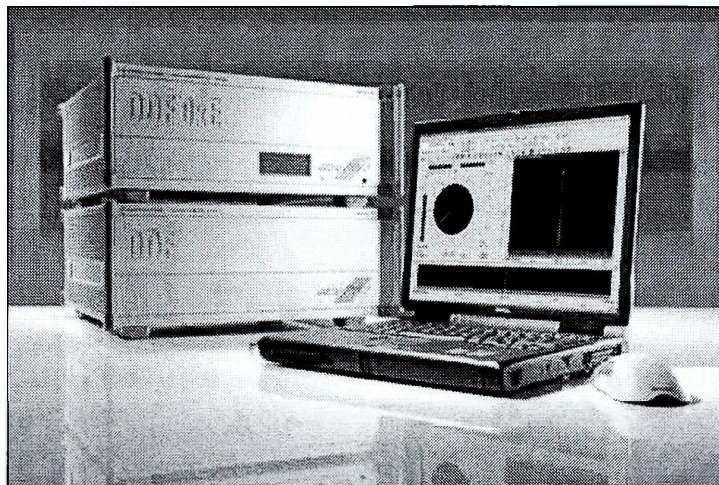
Widok ekranu przy rodzaju pracy “skanowanie”

(źródło: [http://www.rohde-schwarz.com/www/download_files.nsf/file/DDF0xA_en_web.pdf/\\$file/DDF0xA_en_web.pdf](http://www.rohde-schwarz.com/www/download_files.nsf/file/DDF0xA_en_web.pdf/$file/DDF0xA_en_web.pdf))

Urządzenie posiada dodatkowe funkcje ułatwiające określenie namiaru takie jak : powiększenie, funkcja powtarzania oraz nagrywania, ponadto bibliotekę ze zdefiniowanymi zakresami częstotliwości oraz opcje zdalnego sterowania namiernika, kierowania odbiornikiem namiernika, a także funkcję menadżera znajdowania pojedynczej stacji.

Komputer R&S EBD 060 jest opcjonalnie wyposażony w kolorowy wyświetlacz LCD z rozdzielczością 640x480 pixeli. Komputer i wyświetlacz są zbudowane w technice niskiej radiacji, co pozwala uniknąć promieniowania i zjawiska niekompatybilności elektromagnetycznej. Jest to szczególnie ważne dla systemów zbudowanych

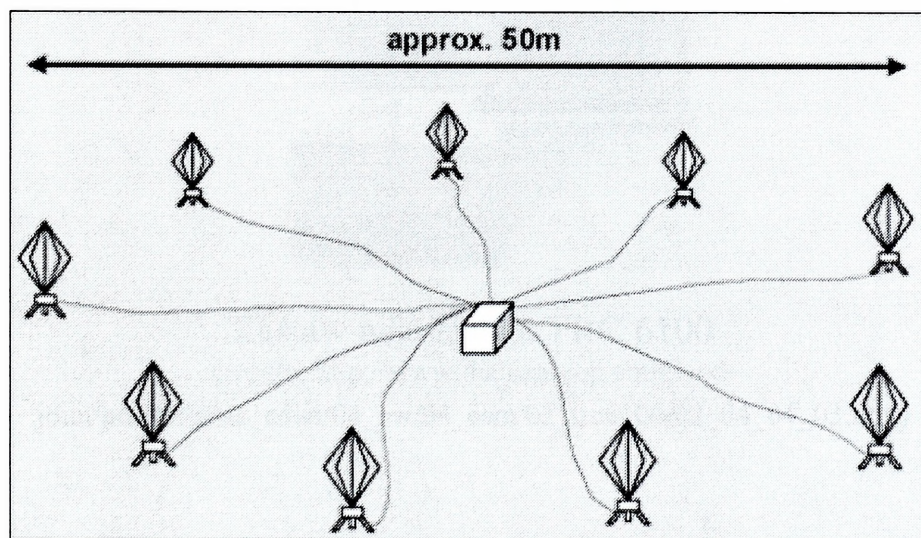
wanych na pojazdach oraz w bunkrach zwłaszcza, gdy pole antenowe znajduje się blisko wyposażenia radionamiernika.



Najnowsza wersja namiernika R&S DDF0xE

(źródło: [http://www.rohde-schwarz.com/www/download_files.nsf/file/DDF0xE_en_web.pdf/\\$file/DDF0xE_en_web.pdf](http://www.rohde-schwarz.com/www/download_files.nsf/file/DDF0xE_en_web.pdf/$file/DDF0xE_en_web.pdf))

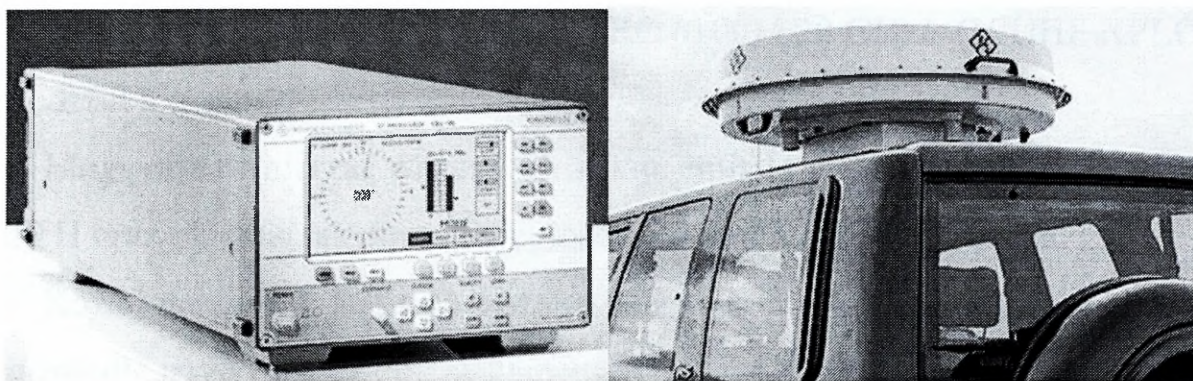
Dla radionamiernika są dostępne różne typy anten. Oferta anten składa się z anteny typu Adcock, skrzyżowana pętla oraz circular arrays (romb). Wszystkie systemy antenowe oferują funkcję kodowania aby informować system o algorytmie (korelacyjny albo Watson-Watt) w jaki namiernik powinien być ustawiony.



System antenowy

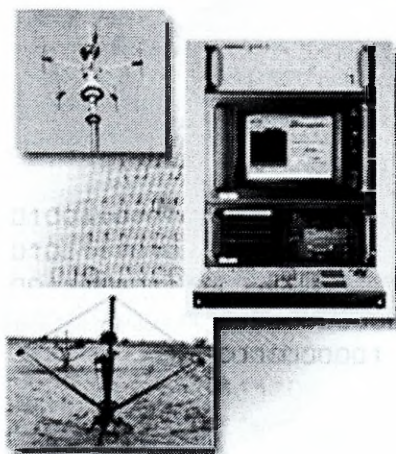
(źródło: [http://www.rohde-schwarz.com/www/download_files.nsf/file/DDF0xE_en_web.pdf/\\$file/DDF0xE_en_web.pdf](http://www.rohde-schwarz.com/www/download_files.nsf/file/DDF0xE_en_web.pdf/$file/DDF0xE_en_web.pdf))

Jednym z najnowszych rozwiązań firmy ROHDE&SCHWARZ jest namiernik radiowy R&S DDF 195, który może pracować w trzech zakresach częstotliwości w zależności od zastosowanego systemu anten. Są to zakresy: HF - 0.5 MHz do 30 MHz; VHF/UHF- 20 MHz do 1300 MHz i UHF 1.3 GHz do 3 GHz. Może on namierzać sygnały o minimalnym czasie trwania równym 10 ms.



Namiernik radiowy R&S DDR 195 z systemem antenowym ADD 119
 (źródło: [http://www.rohde-schwarz.com/www/download_files.nsf/file/DDF195_22_web.pdf/\\$file/DDF195_22_web.pdf](http://www.rohde-schwarz.com/www/download_files.nsf/file/DDF195_22_web.pdf/$file/DDF195_22_web.pdf))

Firma THALES oferuje namierniki o, bez mała, identycznych możliwościach. Są to namierniki TRC 6100 i HF XPLOERER występujące w dwóch wersjach KF i UKF. Namierniki te charakteryzują się następującymi parametrami:



Zestaw namiernika TRC 6100
 (źródło: http://www.thalesgroup.com/land-joint/portfolio/02_c4istr/04_ew/04_esm/03_trc6100/02_04_04_03.htm)

Wersja KF:

- zakresach częstotliwości - 0.5 - 30 MHz (TRC 6100) i 0.2 – 30 MHz (HF XPLOERER);
- szerokość pasma - 300Hz/20 KHz (TRC 6100) i 1 MHz (HF XPLOERER);
- prędkość skanowania - 40 MHz/s (TRC 6100) i 200 MHz/s (HF XPLOERER).

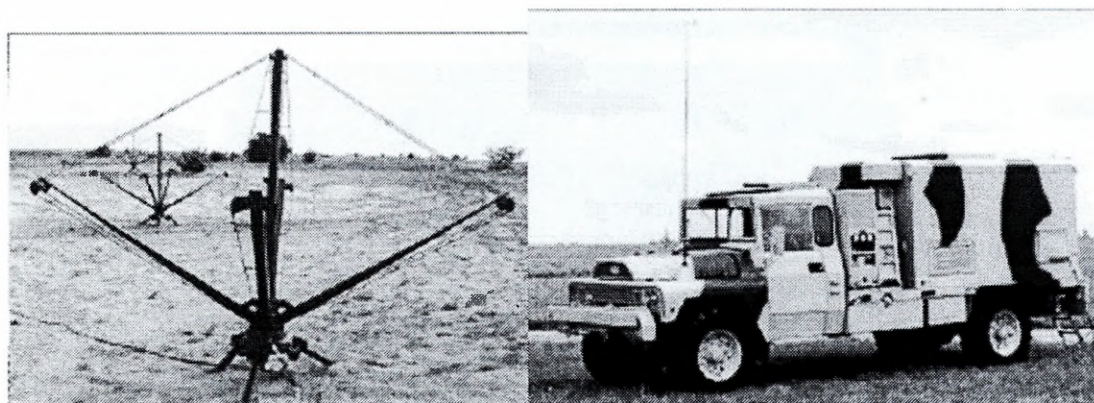
Wersja UKF:

- zakresach częstotliwości - 20 - 3000 MHz;
- szerokość pasma - 300 KHz (TRC 6100) i 20 MHz (V/UHF XPLOERER);

- prędkość skanowania - 2 GHz/s (TRC 6100) i 20 GHz/s (V/UHF XPLO-
RER).

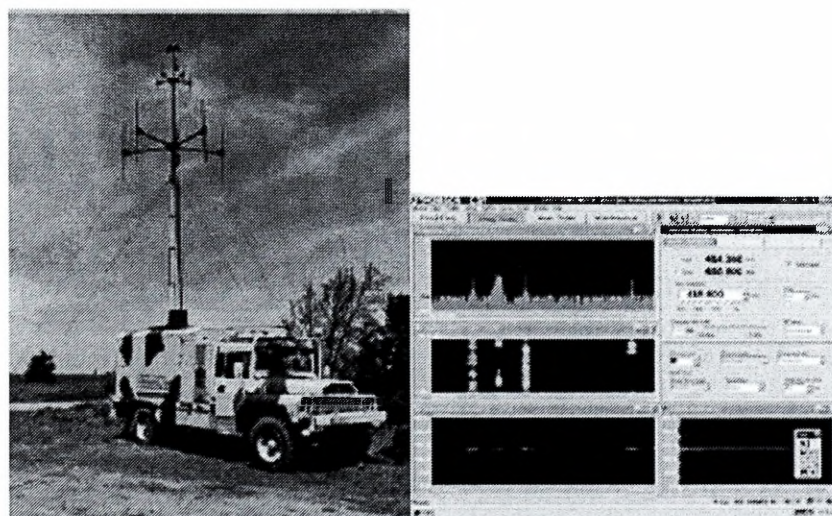
Mogą one namierzać wszystkie rodzaje emisji radiowych, włącznie z emisjami FH oraz określać azymut i odległość do namierzanego nadajnika.

Każdy namiernik jest wyposażony w oprogramowanie, które tworzy interfejs przyjazny dla użytkownika pod systemem Windows NT.



Namiernik HF XPLOER

(źródło: http://www.thalesgroup.com/land-joint/portfolio/pdf/xplorer_hf.pdf)

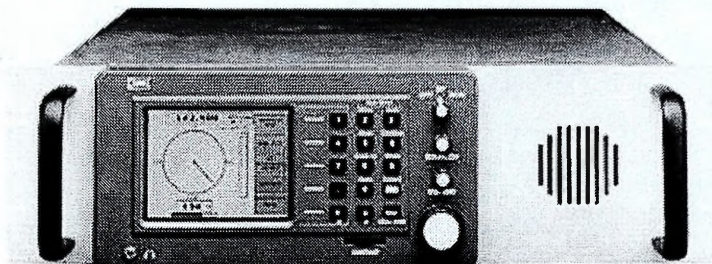


Namiernik radiowy V/UHF XPLOER

(źródło: http://www.thalesgroup.com/land-joint/portfolio/pdf/xplorer_vu.pdf)

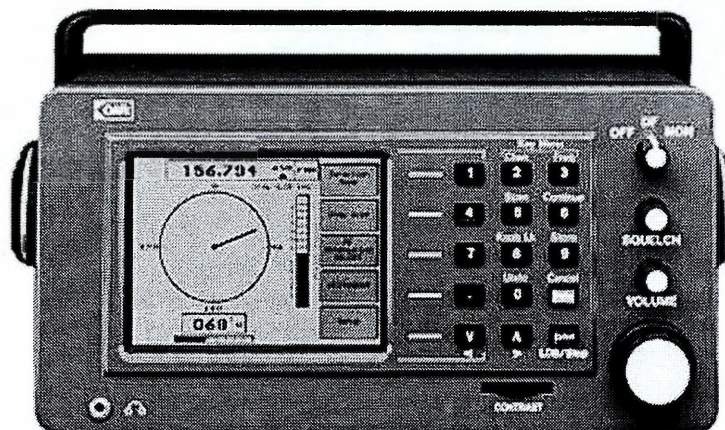
Również firma CUBIC ma w swojej ofercie namierniki radiowe najnowszej generacji - DF 4006 i DF 4400.

Namierniki DF 4006 i DF 4400 są małymi urządzeniami przenośnymi, które mogą być montowane w samochodzie typu van lub w samolocie. W zależności od podłączonego systemu antenowego mogą pracować w szerokim zakresie częstotliwości od 0,5 do 2036 MHz. Namierniki te może wykrywać i określać azymut na pracujące radiostacje wykorzystujące wąsko i szerokopasmowe emisje FM oraz emisje AM USB, LSB i CW.



Namiernik DF 4006

(źródło: <http://www.cubic.com/cda1/pdf/DF4006.pdf>)



Namiernik DF 4400

(źródło: <http://www.cubic.com/cda1/pdf/DF4400.pdf>)

Stacje rozpoznania systemów radiolokacyjnych i radionawigacyjnych

Firma Thales w ramach programu INCE (Interim Non-Comms ESM) zleconego przez MO W. Brytanii opracowała system rozpoznania emisji niekomunikacyjnych przeznaczony dla 14 pułku łączności. System ten jest montowany na wozach Pinzgauer 4x4, które mogą być przewożone samolotami C-130. Składa się z jednostki centralnej (stacji kontrolnej) i trzech stacji – sensorów. Może przechwytywać emisje urządzeń radiolokacyjnych i radionawigacyjnych pracujących w zakresie od 0,5 do 18 GHz.



System INCE

(źródło: <http://defence-data.com/dsei/pageds1004.htm>)

Urządzeniem o podobnym przeznaczeniu jest kanadyjski system przechwytywania i identyfikacji i lokalizacji emisji niekomunikacyjnych, TRILS, który pracuje w zakresie częstotliwości od 0,5 do 40 GHz. Anten odbiorcza tego systemu jest zawieszona na wysokości 13 metrów. Jest on w wyposażeniu pułku łączności w Kingston, Ontario. W 1998 roku system ten brał udział w ćwiczeniach NATO w Stephenville, gdzie został oceniony jako jeden z najlepszych tego rodzaju systemów w świecie.



System TRILS

(źródło:

http://www.army.forces.gc.ca/1f/English/2_0_55_1.asp?FlashEnabled=1&uSubSection=55&uSection=5)

Czeska firma RAMET C.H.M.a.s. produkuje już od lat, znane na całym świecie, pasywne systemy radiolokacyjne, takie jak TAMARA, czy BARAP. BORAP jest współczesnym pasywnym systemem rozpoznania przeznaczonym do wykrywania, identyfikacji, lokalizowania i śledzenia obiektów naziemnych, powietrznych i nawodnych emitujących energię elektromagnetyczną w zakresie częstotliwości od 0,8 do 18 GHz. System ten ma możliwość odbioru sygnałów emitowanych przez wszystkie współczesne radary, transpondery systemów identyfikacji, interogatory systemu radionawigacyjnego TACAN oraz innych systemów identyfikacyj-

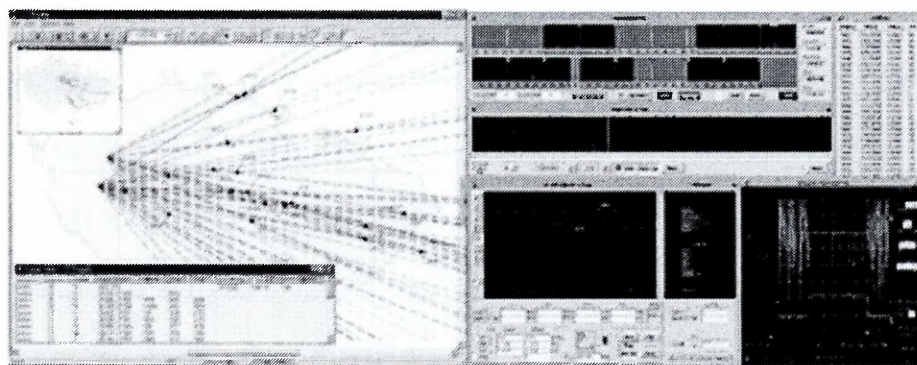
nych, zakłócających, nawigacyjnych i łączności, pracujących w ww. zakresie częstotliwości. Może śledzić jednocześnie 200 obiektów⁹.



Stacja systemu BORAP

(źródło: <http://www.era.cz/en/pss-borap.shtml>)

Pojedyncza stacja systemu wykrywa i śledzi obiekty w sektorze 120°. Antena stacji zawieszona jest na wysokości 12 metrów. Maksymalny zasięg wykrywania obiektów przez system to 400 – 500 km, który ograniczony jest głównie horyzontem radiowym. Czas reakcji systemu – 30 sekund. Charakteryzuje się dużą dokładnością lokalizacji wykrytych i śledzonych obiektów. Jest systemem wysoce manewrowym.



Wskaźniki systemu BORAP

(źródło: <http://www.era.cz/en/pss-borap.shtml>)

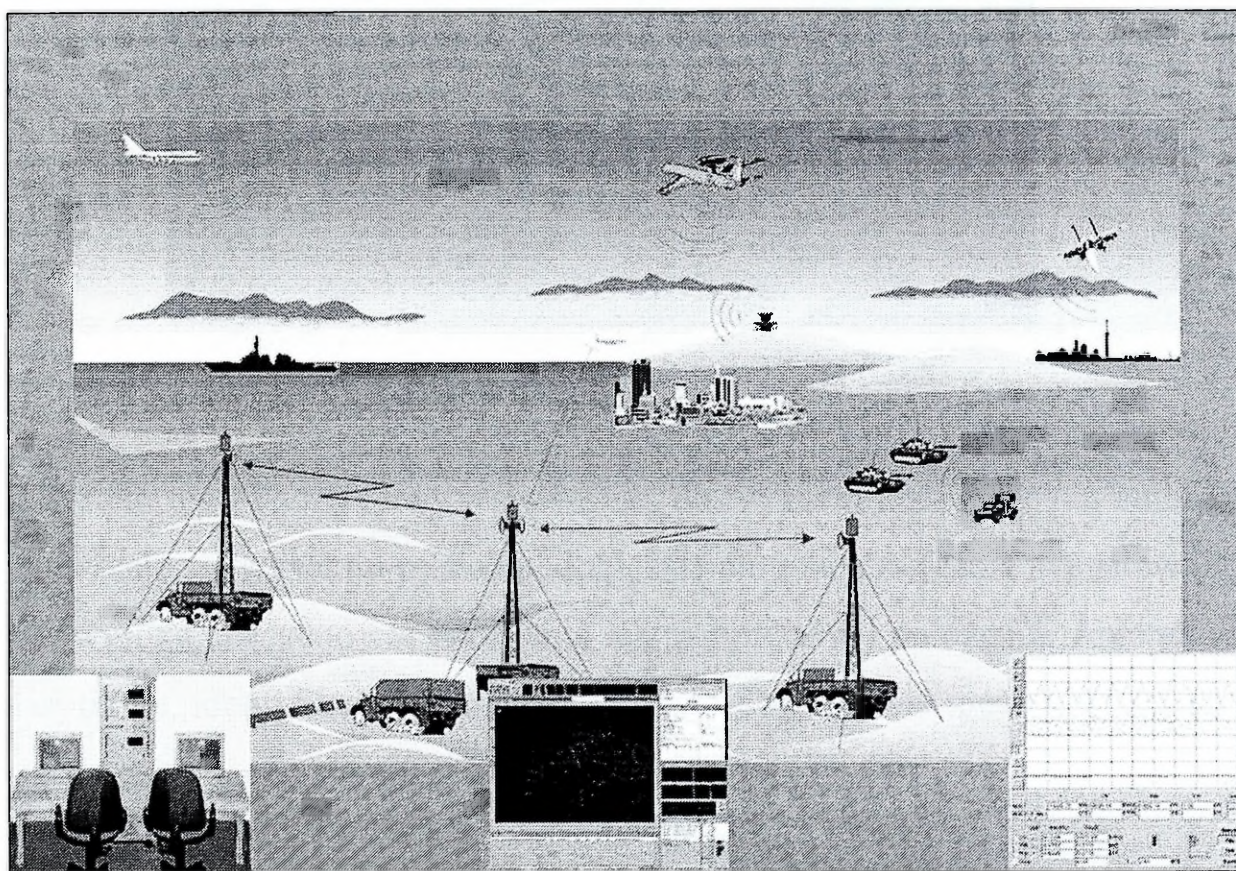
Na wskaźnikach systemu mogą być zobrazowane następujące informacje:

- identyfikatory obiektów lub tras;
- koordynaty x, y obiektów;

⁹ Strona internetowa czeskiej firmy RAMET C.H.M.a.s. produkującej systemy BORAP, <http://www.rametchm.cz/index.php?typ=RMA&showid=12&idzbozi=275469&fla=1>

- typ wykrytych radarów i ich rodzaj pracy;
- parametry sygnałów emitowanych przez radary;
- rodzaje pracy wykrytych systemów identyfikacyjnych i radionawigacyjnych oraz częstotliwość ich pracy.

Prawie identycznymi możliwościami i parametrami charakteryzuje się system VERA-E produkowany przez czeską firmę ERA.

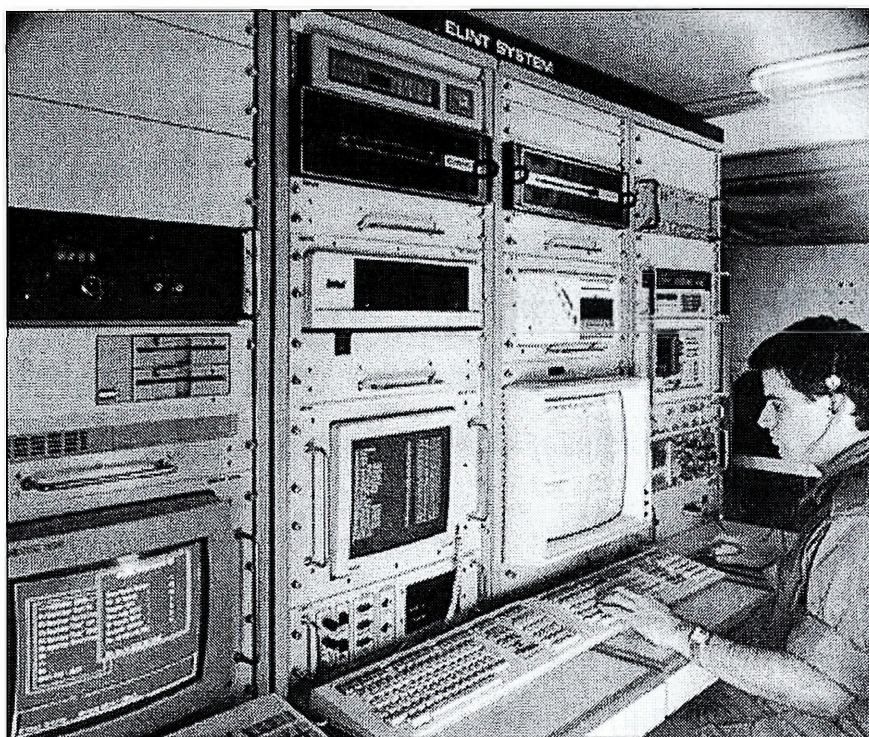


Idea funkcjonowania systemu VERA-E
(źródło: http://katalog.czech-aop.cz/katalog_e/firmy/era/)

W odróżnieniu od systemu BORAP ma on możliwość określania trzech współrzędnych wykrytych i śledzonych obiektów powietrznych, to jest położenia we współrzędnych x, y oraz wysokości¹⁰.

Innym współczesnym rozwiązaniem, jaki oferuje Izraelska firma ELTA, należąca do IAI Izrael Aircraft Industries, jest system EL/L-8388, który jest naziemnym systemem rozpoznania elektronicznego ELINT, przeznaczonym do wykrywania, śledzenia i określania położenia pracujących stacji radiolokacyjnych oraz szczegółowej analizy przechwyconych emisji tych stacji. Jest zaawansowanym technicznie systemem, który może nieprzerwanie nadzorować i monitorować pracę urządzeń radioelektronicznych w zakresie od 0,5 do 18 GHz.

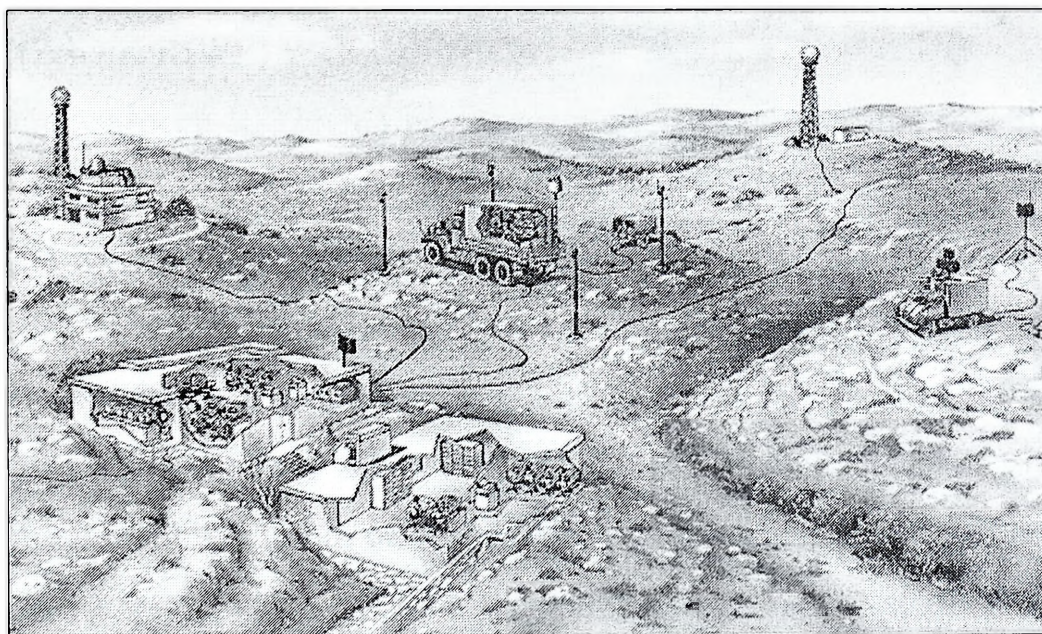
¹⁰ Strona internetowa czeskiej firmy ERA produkującej systemy VERA-E, <http://www.era.cz/en/pss-vera-e.shtml>



Stanowisko operatora systemu EL/L-8388

(źródło: http://www.iai.co.il/data/sip_storage/files/6/27576.pdf)

System ten przeznaczony jest również do tworzenia bazy danych emiterów. Charakteryzuje się wysokim prawdopodobieństwem przechwycenia sygnałów radarowych, wysoką dokładnością określania ich parametrów i położenia. Automatycznie klasyfikuje, identyfikuje i lokalizuje wykryte obiekty. Ma możliwość zdalnego sterowania sensorami z centrum dowodzenia (CPC)¹¹.



Rozmieszczenie elementów systemu EL/L-8388

(źródło: http://www.iai.co.il/data/sip_storage/files/6/27576.pdf)

¹¹ IAI Izrael Aircraft Industries, Elta systems ISR - Intelligence, Surveillance and Reconnaissance, <http://www.iai.co.il/Default.aspx?FolderID=26334&lang=en>

EL/L-8388 jest systemem mobilnym, wyposażonym w system antenowy zamieszczony na wysokich masztach, pozwalający na dokładne określenie położenia pracujących urządzeń elektronicznych. Błąd w określaniu kierunku na pracujące urządzenia radioelektroniczne, przy wykorzystaniu tych anten, wynosi zaledwie $0,5^{\circ}$. Podstawowym urządzeniem przechwytyjącym sygnały radarowe jest szeroko-pasmowy (4GHz), wielokanałowy odbiornik (16 kanałów po 250 MHz każdy). Czułość tego odbiornika jest lepsza od 70 dBm a selektywność 250 MHz, 50 MHz i 10 MHz.

2.3. Systemy zakłócania elektronicznego polskich sił powietrznych

W polskich siłach powietrznych zakłócanie radioelektroniczne realizowane jest przez pododdziały zakłóceń batalionów i ośrodka radioelektronicznego, które w swym wyposażeniu posiadają:

- stacje zakłóceń łączności radiowej zakresu fal krótkich;
- stacje zakłóceń łączności radiowej zakresu fal ultrakrótkich;
- stacje zakłóceń pokładowych (samolotowych) systemów radiolokacyjnych;
- zautomatyzowany system dowodzenia i kierowania rozpoznaniem i WE (ZSDiK RiWE) WOŁCZENICA.

Stacja zakłóceń R-325(M) przeznaczona jest do zakłócania relacji łączności radiowej krótkofalowej.

Stacja wytwarza zakłócenia szumowe, nieodzewowe w zakresie częstotliwości od 1,5 do 25,5 MHz. Moc zakłóceń wynosi 5 kW. Zasięg zakłóceń na fali przyziemnej wynosi około 70 km, a na fali odbitej od jonosfery około 1500 km. Stacja służy głównie do stosowania zakłóceń na falach przestrzennych, dlatego rozmieszcza się ją nie bliżej niż 150 km od zakłócanych radiostacji. System antenowy stacji, składający się z trzech anten pozwala prowadzić zakłócenia w sektorze 60° . Stacja zamontowana jest na trzech samochodach.

Czas przygotowania stacji do pracy bojowej wynosi 170 do 220 minut, a czas zwijania 90 -120 minut¹².

¹² Z. Mordarski, Środki rozpoznania i obezwładniania radioelektronicznego sił powietrznych, AON, Warszawa 1997, s.37.

Stacja zakłóceń R-834p przeznaczona jest do wytwarzania zakłóceń szumowych. Zakłóca pracę telefonicznych relacji radiowych w zakresie ultrakrótkofalowym. Może być również wykorzystywana do utrzymywania łączności z radiostacjami UKF¹³.

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

W stacji przewidziano trzy rodzaje pracy:

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



Stacja zakłóceń R-834p

(źródło: Kompendium zasadniczego sprzętu walki radioelektronicznej SZ RP, Sztab Gen. WP, Warszawa 1998)

W rodzaju pracy „zakłócanie” przewidziano cztery formy pracy:

- „Rozpoznanie I”, w którym odbywa się samoczynne poszukiwanie sygnałów. Po wykryciu pracującej radiostacji, poszukiwanie zostaje przerwane, odbiornik zatrzymuje się na przechwyczonej częstotliwości i dostroja się do niej na okres od 15 do 180 s. Gdy minie wyznaczony czas,

¹³ Tamże, s. 36.

następuje samoczynna likwidacja dostrojenia i wznawia się poszukiwanie nowego sygnału. Operator może przesłuchiwać przechwyconą korespondencję i zapisywać na magnetofon;

- „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;
- „Zakłócanie ciągle” jest analogiczną formą pracy jak „rozpoznanie II” z tą tylko różnicą, że nadajnik po nastrojeniu się na przechwyconą częstotliwość generuje zakłócenia ciągle;
- „Zakłócanie odzewowe” 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 emisji (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 SPO-8M przeznaczona jest do wytwarzania odzewowych, wielokrotnych zakłóceń impulsowych przeciwko samolotowym stacjom radiolokacyjnym służącym do wykrywania i rozpoznawania obiektów naziemnych¹⁴.

Stacja ta wytwarza automatycznie w odpowiedzi na każdy odebrany impuls paczkę impulsów (impulsy wielokrotne), które na wskaźnikach pokładowych stacji

¹⁴ Tamże, s.34.

radiolokacyjnych maskują teren za pozycją stacji w stosunku do położenia samolotu. Takie procedury, jak wykrywanie sygnałów pokładowych stacji radiolokacyjnych, 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 zakłóceń SPO-8M

(źródło: Kompendium zasadniczego sprzętu walki radioelektronicznej SZ RP, Sztab Gen. WP, Warszawa 1998)

Stacja 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° .

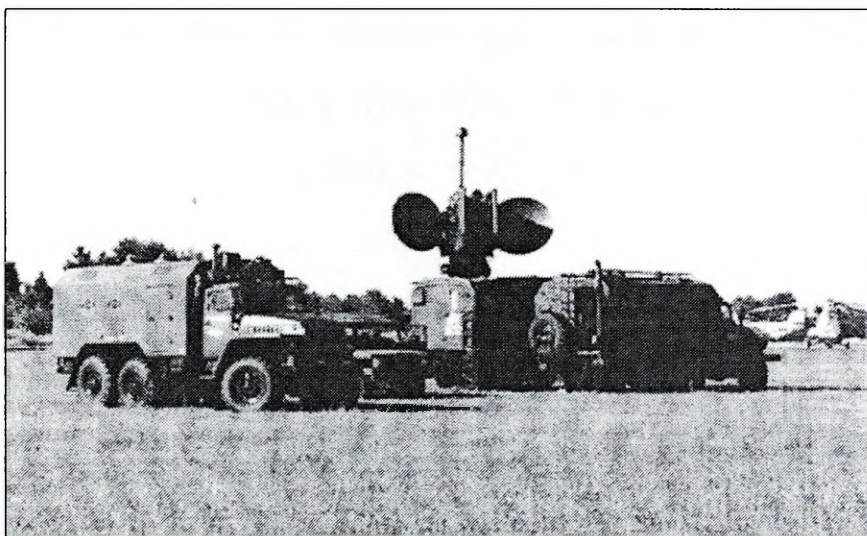
Stacja SPO-8M wytwarza zakłócenia maskująco-imitujące MIP-I na głębokość 60 i 120 km, zaś zakłócenia o podwójnej intensywności MIP-II na głębokość 60 km. Stacja wyposażona jest dodatkowo w układy umożliwiające określenie polaryzacji odebranych sygnałów oraz zmianę polaryzacji wypromieniowanego sygnału.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

Stacja SPO-8M powinna być rozwijana 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-30 jest przeznaczona do wytwarzania zakłóceń nieodzewowych (szumowych) przeciwko samolotowym stacjom radiolokacyjnym ob-

serwacji powierzchni ziemi. Stacja uniemożliwia lub w sposób istotny utrudnia załodze samolotu korzystanie z pokładowych urządzeń radioelektronicznych podczas rozpoznawania obiektów naziemnych wybranych do zniszczenia.

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)¹⁵.



Stacja zakłóceń SPN-30

(źródło: Kompendium zasadniczego sprzętu walki radioelektronicznej SZ RP, Sztab Gen. WP, Warszawa 1998)

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 pokładowych stacji radiolokacyjnych prowadzi się w dwóch rodzajach pracy, zależnych od ukształtowania charakterystyki anteny nadawczej:

- wąski promień - 1,6° x 1,6°;
- szeroki promień - 6,2° x 6,2°.

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

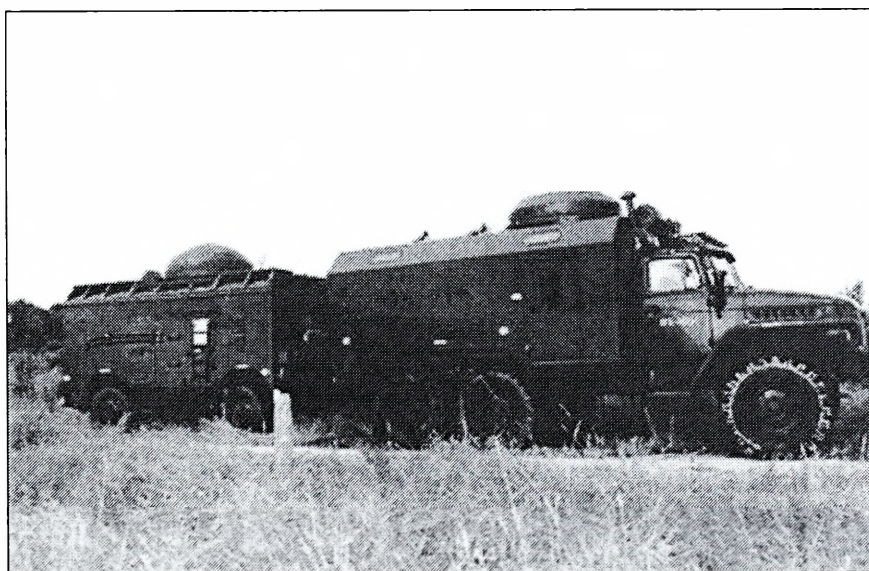
Stacja może być rozwijana przed lub za osłanianym obiektem w odległości nie większej od 25 km. Odległość między stacjami zakłóceń nie może być mniejsza od 8 km, a od pracującej naziemnej stacji radiolokacyjnej - 5 km.

¹⁵ Tamże, s. 32.

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

Stacja zakłóceń SPN-40 przeznaczona jest do wytwarzania zakłóceń odzewowych przeciwko pokładowym stacjom radiolokacyjnym pracującym impulsowo. Stacja uniemożliwia lub w znacznym stopniu utrudnia prowadzenie rozpoznania obiektów naziemnych przez przeciwnika.

Stacja może samodzielnie wykonywać zadania osłony radioelektronicznej pojedynczych obiektów. 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° ¹⁶.



Stacja zakłóceń SPN-40

(źródło: Kompendium zasadniczego sprzętu walki radioelektronicznej SZ RP, Sztab Gen. WP, Warszawa 1998)

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. W pracy stacji można stosować trzy typy zakłóceń:

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

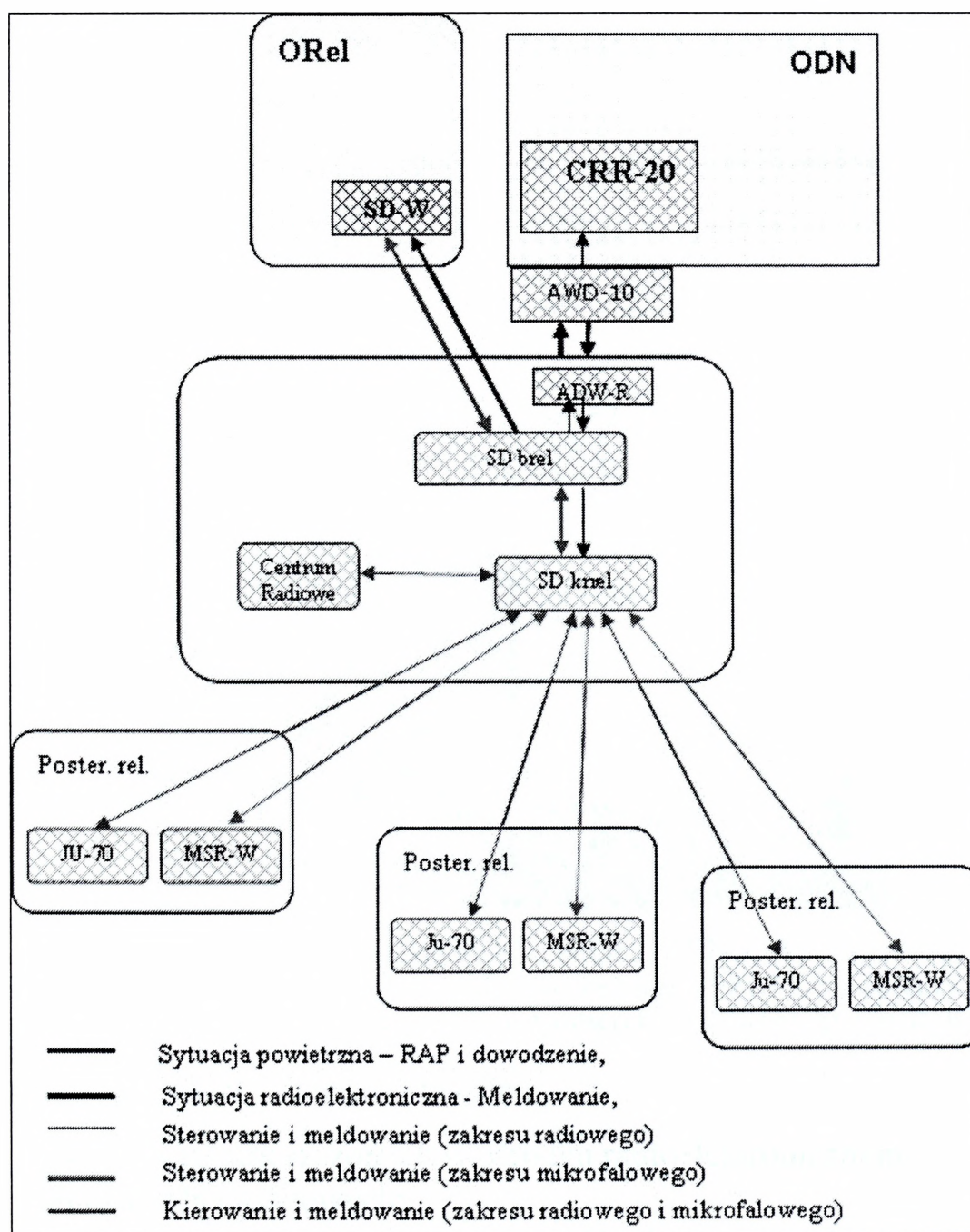
Ponadto, stacja jest wyposażona w system autonomicznego naprowadzania anten, który umożliwia:

¹⁶ Tamże, s. 35.

- 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 związania 20 - 30 minut. Stacja zamontowana jest na samochodzie z przyczepą.

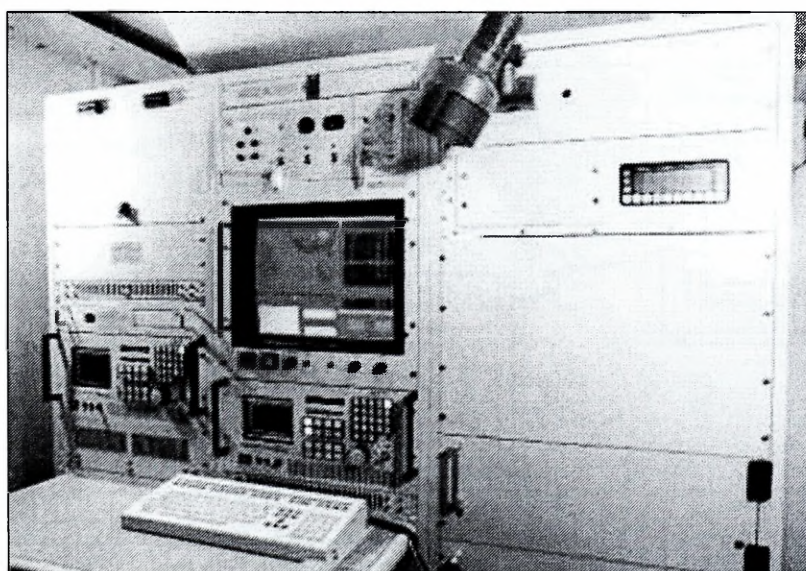
W jednostkach radioelektronicznych SP RP w najbliższym czasie zostanie wprowadzony zautomatyzowany system dowodzenia i kierowania rozpoznaniem i WE (ZSDiK RiWE) WOŁCZENICA. Jego pierwszy egzemplarz pilotażowy został rozmieszczony w jednym z batalionów radioelektronicznych i na SD 1 ORel.



Rozmieszczenie elementów pilotażowej instalacji systemu WOŁCZENICA
(źródło: prezentacja w ramach konwersatorium w 1 ORel)

System ten przeznaczony jest do:

- zapewnienia dowodzenia pododdziałami rozpoznania radioelektronicznego i zakłóceń radioelektronicznych od szczebla stacji do szczebla batalionu radioelektronicznego (kompanii zakłóceń);
- współpracy z ODN poprzez wykorzystanie systemu DUNAJ w zakresie dowodzenia pododdziałami rozpoznania radioelektronicznego i zakłóceń oraz odbioru informacji o sytuacji powietrznej, a także dostarczenia danych z rozpoznania radioelektronicznego do systemu DUNAJ w celu wytworzenia zintegrowanego RAP;
- zapewnienia kierowania środkami rozpoznania pracującymi w ramach Zintegrowanego Systemu Rozpoznania SZ RP;
- zabezpieczenia procesu szkolenia stanowisk dowodzenia i obsługi stacji rozpoznania i zakłóceń;
- tworzenia baz danych pracujących urządzeń radioelektronicznych własnych i obcych oraz ich systematycznego uzupełniania i modyfikowania;
- wsparcia procesów planowania użycia środków rozpoznania i zakłóceń, realizacji przedsięwzięć kompatybilności elektromagnetycznej¹⁷.



Prototyp ZSDiK RiWE WOŁCZENICA

(źródło: J. Czerniawski, Siły rozpoznania i walki elektronicznej w SP RP – stan obecny i planowane zmiany, ZRiWRE WLOP, Warszawa 2003, prezentacja PowerPoint na sympozjum w AON)

System WOŁCZENICA składać się będzie z:

- obiektów rozmieszczonych w ośrodku radioelektronicznym;
- obiektów batalionowych;
- obiektów kompanii rozpoznania i zakłóceń;

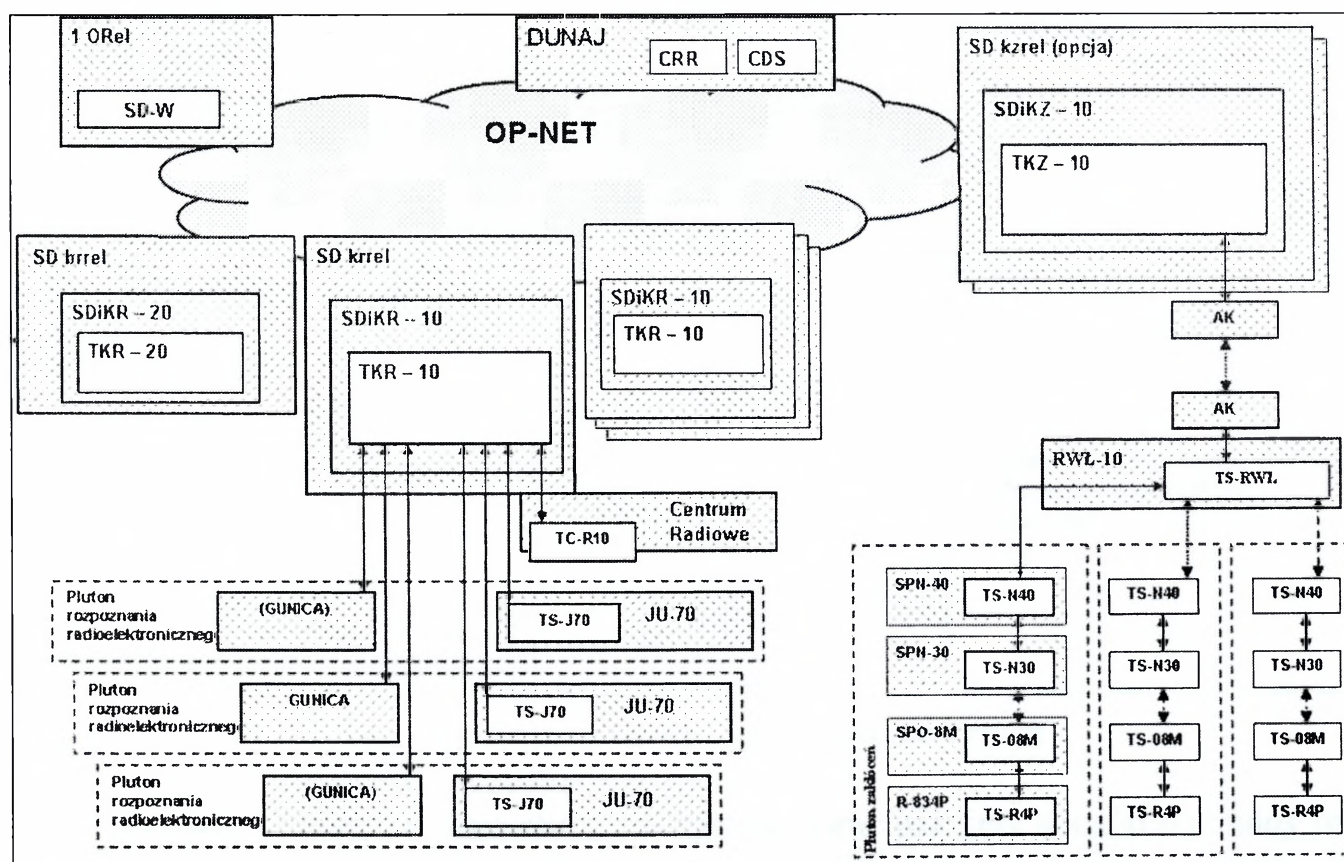
¹⁷ Z. Groszek, Walka elektroniczna w siłach powietrznych, AON, Warszawa 2003, s. 89

– terminali stacji rozpoznania i zakłóceń.

Funkcjonowanie systemu powinno zabezpieczyć:

- współpracę systemową obiektu batalionowego z 6 kompaniami rozpoznania radioelektronicznego;
- współpracę systemową obiektu kompanii rozpoznania z 4 plutonami rozpoznania (po 1 namierniku UKF i po 1 stacji rozpoznania systemów radiolokacyjnych w plutonie);
- współpracę systemową obiektu kompanii zakłóceń z 3 plutonami zakłóceń (3 stacje zakłóceń radiolokacyjnych, 1 stacja zakłóceń radiowych UKF w plutonie);
- jednoczesne wykrycie i śledzenie przez podsystem batalionowy do 20 radioelektronicznych celów powietrznych;
- sterowanie przez podsystem kompanii zakłóceń 9 stacjami zakłóceń radiolokacyjnych oraz 3 stacjami zakłóceń radiowych w celu prowadzenia zautomatyzowanego obezwładniania wskazanych radioelektronicznych celów powietrznych;
- pracę w warunkach stacjonarnych i mobilnych w zakresie rozpoznania radioelektronicznego oraz tylko w warunkach mobilnych w zakresie zakłóceń radioelektronicznych.

Ogólną strukturę organizacyjną i schemat połączeń funkcjonalnych systemu WOŁCZENICA przedstawiono poniżej.



Struktura funkcjonalna systemu WOŁCZENICA (wariant)

(źródło: prezentacja w ramach konwersatorium w 1 ORel)

System ten składa się z:

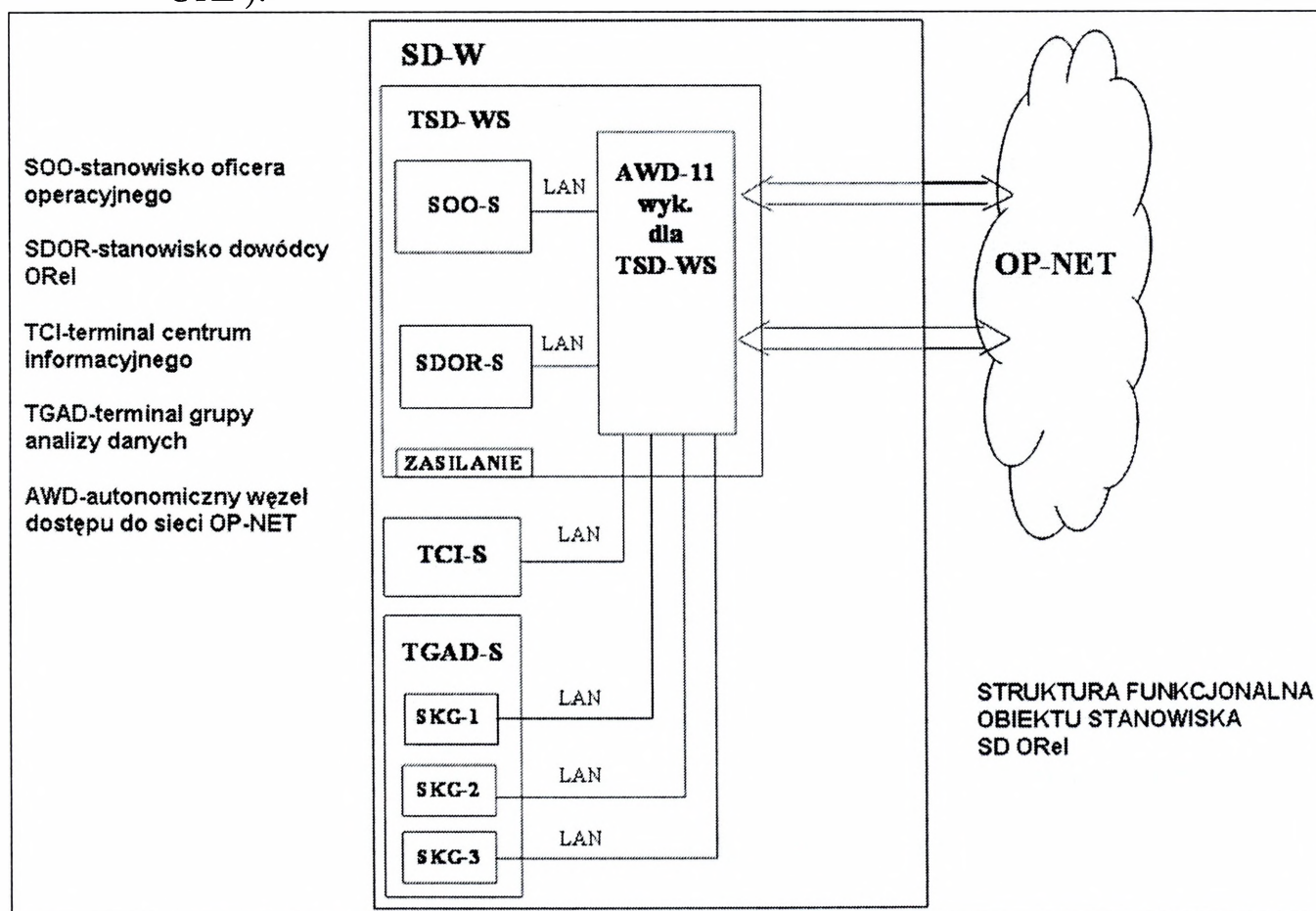
- podsystemu dowodzenia i kierowania rozpoznaniem radioelektronicznym;
- podsystemu dowodzenia i kierowania zakłócaniem radioelektronicznym.

Podsystem dowodzenia i kierowania rozpoznaniem radioelektronicznym obejmuje następujące elementy:

- Centrum Rozpoznania Radiolokacyjnego na ODN;
- SD, CI i GAD Orel;
- SD brel;
- SD krrel (wraz z Centrum Radiowym);
- plrrel (1 stacja rozpoznania systemów radiolokacyjnych, 1 namiernik UKF).

Podsystem dowodzenia i kierowania zakłócaniem radioelektronicznym obejmuje:

- Centrum Dowodzenia Sektorem na ODN;
- SD kzrel (wraz z stacją rozpoznania systemów radiolokacyjnych);
- plzrel (3 stacje zakłóceń radiolokacyjnych, 1 stacja zakłóceń radiowych UKF).



(źródło: prezentacja w ramach konwersatorium w 1 Orel)

Rozwiązania techniczne obiektów systemu oraz przyjęty sposób wymiany informacji pomiędzy obiektami systemu i otoczeniem powinny w czasie jego pracy umożliwić;

- a) w zakresie kierowania środkami rozpoznania radioelektronicznego:
- kierowanie pracą bojową środków rozpoznania radiowego i środków rozpoznania systemów radiolokacyjnych;
 - poszukiwanie sygnałów radiolokacyjnych i radiowych w określonym paśmie częstotliwości;
 - kontrolę aktywności źródeł emisji we wskazanym paśmie częstotliwości;
 - wyznaczanie podstawowych parametrów technicznych sygnałów radiolokacyjnych i radiowych;
 - sterowanie procesem pomiaru azymutu źródeł promieniowania;
 - realizację procedur lokalizacji źródeł elektronicznych (ZE);
 - przetwarzanie informacji pozyskanych z centrum radiowego i aparatowni radioodbiorczych;
 - śledzenie powietrznych celów promieniujących energię elektromagnetyczną przez środki rozpoznania radioelektronicznego oraz przekazywanie danych o tych ZE do systemu dowodzenia ODN w celu wytworzenia jednolitego obrazu sytuacji powietrznej RAP;
 - szczegółową analizę parametrów technicznych sygnałów w celu uzupełniania cech identyfikacji platform nośnych (typ statku powietrznego, przynależność państwowa, skład);
 - przedstawienie uogólnionej informacji w zakresie stopnia zagrożenia, prawdopodobnego kierunku głównego uderzenia, rodzaju wykonywanych zadań, itp.;
 - formułowanie, przesyłanie oraz odbiór informacji niezbędnej do poprawnej realizacji procesów powiadamiania, ostrzegania, logistycznego zabezpieczenia i współdziałania z systemami rozpoznawczymi i WRE działającymi w rejonie odpowiedzialności;
 - archiwizację wyników pracy bojowej;
 - szkolenie obsług.
- b) w zakresie kierowania środkami zakłóceń radioelektronicznych:
- kierowanie środkami zakłóceń radiowych i radiolokacyjnych;

- poszukiwanie oraz śledzenie pracy systemów i środków radiolokacyjnych i radiowych w określonym paśmie częstotliwości;
- wykrycie i śledzenie powietrznych celów radioelektronicznych przez środki WE oraz przekazywanie danych o tych ZE do jednolitego obrazu sytuacji powietrznej RAP;
- obezwładnianie radioelektroniczne pracujących systemów i środków radioelektronicznych stosowanych w dowodzeniu i kierowaniu środkami napadu powietrznego;
- redagowanie, przesyłanie i odbiór informacji niezbędnej do poprawnej realizacji procesu powiadamiania, ostrzegania, logistycznego zabezpieczenia i współdziałania z systemami innych RSZ działającymi na tym samym obszarze;
- archiwizację wyników pracy bojowej;
- szkolenie obsługi.

System WOŁCZENICA jest podporządkowany operacyjnie pod system dowodzenia OP DUNAJ, który zapewnia automatyzację procesów dowodzenia obroną powietrzną szczebla taktycznego (ODN), a jego podsystemy są powiązane funkcjonalnie z następującymi elementami systemu DUNAJ¹⁸:

- podsystem dowodzenia rozpoznaniem radioelektronicznym powiązany jest z Centrum Rozpoznania Radiolokacyjnego, które przeznaczone jest do zautomatyzowanego zbierania i uogólniania informacji ze źródeł rozpoznania funkcjonujących w sektorze OP oraz dystrybucji tej informacji do wszystkich elementów ugrupowania bojowego, dla których informacja ta jest niezbędna do prowadzenia działań;
- podsystem dowodzenia zakłócaniem radioelektronicznym powiązany jest z Centrum Dowodzenia Sektorem, które przeznaczone jest do dowodzenia aktywnymi środkami OP w tym walką radioelektroniczną.

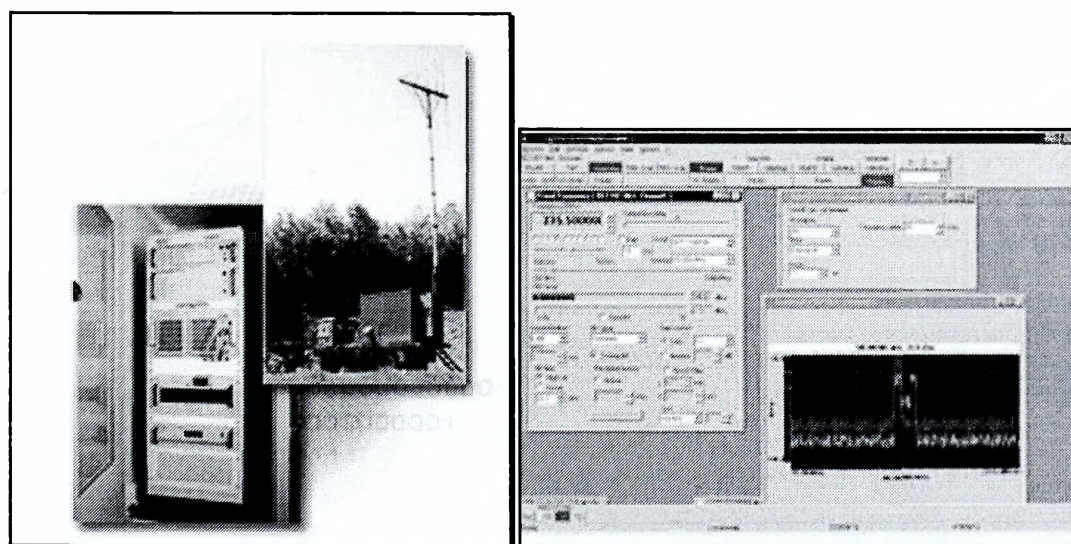
Ponadto w systemie WOŁCZENICA przewiduje się zabudowę terminala w ORel w celu przekazywania uogólnionej informacji rozpoznawczej z batalionów radioelektronicznych oraz pozaoperacyjnego dowodzenia tymi batalionami w momencie podporządkowania ich pod ORel (po likwidacji KOP).

¹⁸ Tamże, s. 90.

ZSDiK WOLCZENICA bezpośrednio na szczeblu ODN współpracuje z zautomatyzowanym systemem dowodzenia OP DUNAJ. Końcowym i najważniejszym elementem tej współpracy jest włączenie danych z rozpoznania radioelektronicznego do obrazu sytuacji powietrznej tj. automatyczne kojarzenie informacji rozpoznawczej z danymi o celach z rozpoznania wojsk radiotechnicznych i wydanie tzw. zintegrowanego obrazu sytuacji powietrznej (RAP – Recognize Air Picture), który przekazywany jest do NATINADS.

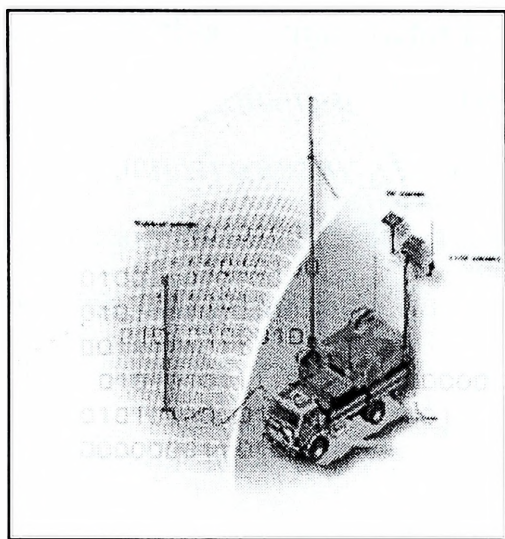
2.4. Wybrane współczesne systemy zakłócania elektronicznego sił powietrznych NATO

Jednym z proponowanych obecnie rozwiązań technicznych urządzeń zakłócania emisji elektromagnetycznych w szerokim zakresie częstotliwości jest rodzina stacji TRC 274 HF, VHF/UHF firmy THALES. Stacje te mogą pracować w zakresie częstotliwości od 1 MHz do 1 GHz (opcjonalnie do 3 GHz) z mocą sygnału zakłócającego do 1 KW. Mają możliwość zakłócania wszystkich emisji radiowych z emisjami ze skokową zmianą częstotliwości FH włącznie oraz łączności telefonii komórkowej. Stacje te mają możliwość blokowania zakłóceń na częstotliwościach wykorzystywanych przez wojska własne lub sojusznice. Są wysoce manewrowe.



Stacja zakłóceń elektronicznych TRC 274

(źródło: http://www.thalesgroup.com/land-joint/portfolio/02_c4isr/04_ew/05_ecm/01_trc274/02_04_05_01.htm oraz <http://www.thalesgroup.com/land-joint/portfolio/pdf/TRC274.pdf>)



Stacja Smart RHINO

http://www.thalesgroup.com/land-joint/portfolio/02_c4isr/04_ew/05_ecm/02_rhino/02_04_05_02.htm

Innym urządzeniem firmy THALES o podobnym przeznaczeniu jest stacja Smart RHINO, pracująca w zakresie fal krótkich HF od 1,5 do 30 MHz. Emituje ona zakłócenia o moce od 125 do 1000 W. Może mieć zaprogramowanych 1024 częstotliwości.

Również amerykańska firma CUBIC ma w swojej ofercie stację zakłóceń radiowych PR151VJ pracującą w paśmie VHF/UHF, która charakteryzuje się możliwością wykrywania emisji radiowych w czasie zbliżonym do rzeczywistego i zakłócania tych emisji w paśmie 30 MHz w zakresie częstotliwości od 20 do 3000 MHz. Stacja ta zapewnia również zobrazowanie emisji szerokopasmowych.

2.5. Kierunki rozwoju naziemnych systemów walki elektronicznej sił powietrznych

Rozpoznanie elektroniczne prowadzone na potrzeby dowodzenia na szczeblach operacyjnych w perspektywie najbliższych lat będzie w dalszym ciągu ukierunkowane na monitorowanie aktywności w spektrum elektromagnetycznym potencjalnych przeciwników. Zdobywanie informacji o ich zamiarach oraz zabezpieczenie skutecznego użycia sił wojskowych w przypadku eskalacji kryzysów w konflikt zbrojny. Cechą charakterystyczną rozpoznania elektronicznego prowadzonego dla zabezpieczenia działalności dowództw szczebla operacyjnego oraz decydentów politycznych będzie wysoka intensywność użycia środków rozpoznania elektronicznego w czasie pokoju i w sytuacjach kryzysowych. W świetle dotychczasowych założeń użycia systemów rozpoznania elektronicznego sił powietrznych, pozostają-

cych w dyspozycji dowódców szczebla operacyjnego i strategicznego można przewidywać, że również w przyszłości głównymi obiektami rozpoznania pozostaną: systemy łączności radiowej wykorzystywane w sieciach alarmowania i kierowania siłami zbrojnymi oraz systemy rozpoznania radiolokacyjnego obrony powietrznej państw w rejonach niestabilnych politycznie i militarnie bądź państw, które mają wrogie zamiary.

Głównym celem rozpoznania elektronicznego prowadzonego na potrzeby dowódców szczebla operacyjnego i strategicznego oraz decydentów politycznych będzie zapewnienie ciągłości monitorowania sytuacji i wykrywanie anomalii będących symptomami zmian w sytuacji polityczno-militarnej w obszarze zainteresowania. Będzie to pozwalało na skuteczne reagowanie w sytuacjach kryzysowych, między innymi poprzez weryfikowanie informacji pozyskiwanych z innych źródeł.

Współczesne, a należy zakładać, że także perspektywiczne środki napadu powietrznego oraz systemy dowodzenia siłami powietrznymi wykorzystują i prawdopodobnie będą nadal wykorzystywały coraz to szerszy wachlarz środków elektronicznych, o coraz większych możliwościach, by zabezpieczać i realizować swoje zadania. Środki łączności radiowej dowodzenia siłami powietrznymi, tak w powietrzu, jak i na ziemi, pokładowe środki rozpoznania i przeciwdziałania elektronicznego wykorzystują coraz szerszy zakres widma fal elektromagnetycznych oraz coraz nowsze rodzaje emisji. W zakresie emisji łączności radiowej takim wyzwaniem stojącym przed systemami rozpoznania elektronicznego są emisje szerokopasmowe ze skokową zmianą częstotliwości FH oraz emisje poniżej poziomu szumów.

We współczesnych systemach rozpoznania elektronicznego nie ma jeszcze urządzeń, które spełniłyby wszystkie ww. wymagania, choć wiele już w tym kierunku zrobiono.

Biorąc powyższe pod uwagę, należy sądzić, że dalszy rozwój środków rozpoznania elektronicznego powinien być ukierunkowany na:

- opanowanie całego zakresu częstotliwości wykorzystywanego widma elektromagnetycznego.
- zautomatyzowanie wszystkich procesów rozpoznania elektronicznego i archiwizacji informacji. Automatyzacja dotyczy stałego wyszukiwania emisji i rejestrowania ich parametrów, ciągłego pomiaru miejsca roz-

mieszczenia źródła promieniowania energii elektromagnetycznej oraz przechwytywania pracujących emisji. Automatyzacja prowadzi bowiem do skracania czasu uzyskiwania informacji o wszystkich pracujących środkach elektronicznych, ograniczając subiektywność człowieka w pomiarach.

- rozpoznawanie wszystkich rodzajów emisji stosowanych w urządzeniach elektronicznych. W przestrzeni elektromagnetycznej pojawia się coraz więcej nowych emisji trudno rozpoznawalnych.
- uzyskanie wysokiej dokładności mierzonych parametrów.
- zwiększenie przestrzeni rozpoznania, stosownie do potrzeb.
- zwiększenie dostępności do zdobytych informacji poprzez ich włączenie w ogólnodostępną sieć baz danych.

Wartość urządzeń rozpoznawczych będzie zależeć od możliwości przechwytywania wszystkich rodzajów emisji. Rozwój powinien zmierzać w kierunku urządzeń uniwersalnych, które mogą wszystko przechwytywać i wydzielać poszczególne emisje w zależności od ich charakteru.

Perspektywiczne, naziemne systemy rozpoznania optoelektronicznego to przede wszystkim urządzenia wykorzystujące promieniowanie laserów. Radar laserowy (lidar) pozwala rozszerzyć możliwości klasycznego radaru mikrofalowego. Łączy on w sobie zalety radaru konwencjonalnego i zobrazowania wizyjnego. Za pomocą radaru laserowego można uzyskać dokładniejsze pomiary odległości, prędkości i kierunku ruchu obiektu, a ponadto uzyskać jego obraz. Możliwość jednoczesnego otrzymania wymienionych powyżej parametrów jest bardzo istotną zaletą radaru laserowego, tym bardziej, że wyniki uzyskuje się w czasie rzeczywistym wykorzystując współczesne, szybkie techniki obróbki danych. Dla radarów laserowych przewiduje się te same, typowo wojskowe zastosowania co i dla radaru konwencjonalnego, a mianowicie: kontroli rejonu; zbierania danych o obiektach ze śledzeniem obiektów włącznie; nawigacji. Przyszłe prace nad radarami laserowymi prawdopodobnie będą obejmowały potrzeby dotyczące nowych i wyłaniających się zastosowań wojskowych przez rozwijanie nowych źródeł nadajników oraz nowe rozwiązania w celu zmniejszenia kosztów, rozmiarów i wagi stosowanych radarów laserowych

W naziemnych systemach zakłócania elektronicznego prace badawcze i wdrożeniowe zmierzają w kierunku rozszerzenia częstotliwościowego zakresu pracy środków zakłócania elektronicznego, szczególnie w górnym zakresie częstotliwości, a także budowy mobilnych, zrobotyzowanych środków walki elektronicznej wyposażonych w inteligentne zestawy rozpoznawczo-zakłócające. Zakłada się, że takie zestawy powinny być bezzałogowe¹⁹.

Konstrukcja tych urządzeń powinna być modułowa, co umożliwi ich montowanie na różnych środkach przenoszenia, szybszą naprawę oraz tworzenie zestawów zakłócających w zależności od aktualnych potrzeb;

Dużą uwagę w pracach badawczych przywiązuje się do zwiększenia możliwości naziemnych systemów walki elektronicznej w zakresie zakłócania szerokopasmowych emisji FH. Coraz więcej radiostacji, wykorzystywanych przez abonentów mobilnych, pracować będzie przy pomocy sygnałów szerokopasmowych FH, odznaczających się dużą odpornością na zakłócenia. Posiadanie skutecznych środków i opanowanie metod zakłócania tych sygnałów może mieć duży wpływ na obniżenie skuteczności działań prowadzonych przez przeciwnika.

Ponadto, prace badawcze i wdrożeniowe zmierzają w kierunku wprowadzenia do arsenału aktywnych środków zakłóceń elektronicznych broni elektromagnetycznej wykorzystującej impuls mikrofalowy HPM. Zakłada się, że w przyszłości może to być jedna z najskuteczniejszych broni w arsenale środków zakłócania elektronicznego.

By efektywnie wykorzystać możliwości nowo konstruowanych systemów i urządzeń walki elektronicznej niezbędne są zautomatyzowane systemy kierowania walką elektroniczną zapewniające sprawne kierowanie wszystkimi elementami ugrupowania bojowego, sterowanie systemami rozpoznania, namierzania i zakłócania oraz ściśle współdziałające z elementami rażenia ogniowego. W tym kierunku prowadzone są także intensywne prace badawcze. Wynikiem tych prac w naszych instytutach naukowo-badawczych jest projekt WOŁCZENICA.

Nie mniejszą uwagę przywiązuje się do rozwoju pasywnych środków zakłócania elektronicznego, zarówno maskujących jak i imitujących. Są to środki w mia-

¹⁹ S. Zajas, Z. Groszek, J. Karpowicz, S. Szulc, Studium przyszłości sił powietrznych - cz.II, System rozpoznania i walki elektronicznej sił powietrznych 2025, AON, Warszawa 2004r, s. 169

rę tanie, a odznaczają się dużą skutecznością działania, szczególnie w zakresie obniżania wiarygodności prowadzonego rozpoznania przez przeciwnika i mylenia jego środków napadu powietrznego.

Dla zapewnienia wymaganej skuteczności zakłócania elektronicznego istnieje potrzeba wprowadzenia na wyposażenie wojsk nowoczesnych środków o jedną generację lepszych lub przynajmniej dorównujących środkom elektronicznym wykorzystywanym przez potencjalnego przeciwnika w systemach łączności, radiolokacji, radionawigacji i sterowania środkami walki.

3. POWIETRZNE SYSTEMY WALKI ELEKTRONICZNEJ SIŁ POWIETRZNYCH

Na współczesnym polu walki siły powietrzne powinny być zdolne do wykrycia, lokalizacji, a w przypadku obiektów mobilnych także stałego śledzenia oraz oceny skutków uderzenia każdego obiektu przeciwnika o znaczeniu militarnym w ciągu kilkunastu minut. Siły powietrzne powinny zapewnić realizację tego cyklu we wskazanym czasie niezależnie od terenu, położenia geograficznego obiektu (rejonu) pory dnia i panujących warunków atmosferycznych.

Tak sformułowane wymagania wskazują na potrzebę posiadania sprawnego systemu obserwacji i rozpoznania powietrznego, składającego się z szerokiego spektrum środków (nosicieli i urządzeń rozpoznawczych) obserwacji i rozpoznania oraz systemów dystrybucji danych.

Zdobyte informacje rozpoznawcze są podstawą podejmowania decyzji w procesie dowodzenia siłami powietrznymi oraz są niezbędnym elementem prowadzenia zakłóceń elektronicznych ze stref w głębi własnego ugrupowania oraz w styczności z przeciwnikiem, a także działania grup uderzeniowych SEAD zabezpieczających obezwładnienie środków przeciwlotniczych w korytarzach przelotu sił COMAO. Są również nieodzownym elementem indywidualnej samoobrony samolotów.

Współcześnie, na systemy walki elektronicznej w siłach powietrznych składają się siły i środki rozpoznania elektronicznego (rozpoznania łączności radiowej, rozpoznania systemów radiolokacyjnych oraz rozpoznania optoelektronicznego) oraz siły i środki przeciwdziałania elektronicznego (zakłócania i pozorowania elektronicznego).

3.1. Systemy rozpoznania elektronicznego polskich sił powietrznych

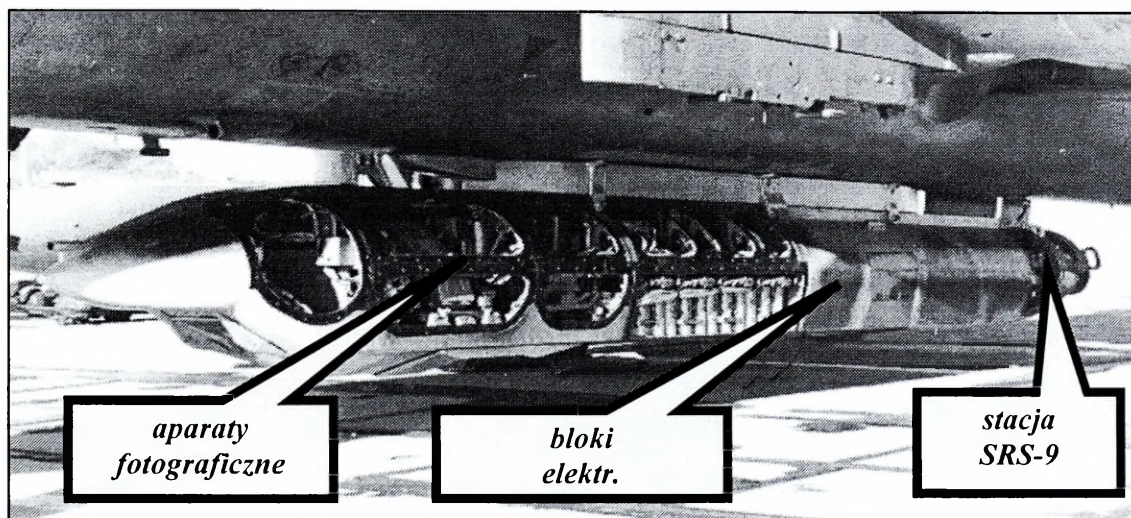
W Siłach Powietrznych RP rozpoznanie radioelektroniczne z powietrza obecnie może być realizowane tylko przez samoloty Su-22 M4 z 6. eskadry lotnictwa taktycznego. Są one wyposażone w zasobniki rozpoznania kompleksowego KKR, podwieszane pod kadłubem.



Samolot Su-22 M4 z zasobnikiem KKR

(źródło: S. Półkul, Prezentacja PowerPoint ze szkolenia w 6 elt – grudzień 2003r.)

Rozpoznanie radioelektroniczne prowadzone jest przez stację SRS-9, rozmieszczoną w tylnej części zasobnika KKR, która ma możliwość wykrycia i określenia typów pracujących stacji radiolokacyjnych i orientacyjnego miejsca ich rozmieszczenia.



Podstawowe elementy zasobnika KKR

(źródło: S. Półkul, Prezentacja PowerPoint ze szkolenia w 6 elt – grudzień 2003r.)

Zasięg rozpoznania stacji SRS-9 wynosi 100% zasięgu działania rozpoznawanej stacji radiolokacyjnej. Zakres częstotliwości stacji 1.73-31cm. Maksymalna głębokość pasa rozpoznania 350-400km. Stacja określa typy rozpoznawanych stacji radiolokacyjnych za pomocą analizy i porównania ich parametrów sygnału z wcześniej wprowadzonymi do pamięci układu analizy²⁰.

W celu określenia miejsca rozmieszczenia rozpoznawanych SRL stacja SRS-9 jest sprzężona z układami kursowymi samolotu. Wytwarza i rejestruje na błonie fotograficznej znaczniki uściślające miejsce rozmieszczenia rozpoznawanych SRL. Odczytanie zarejestrowanych danych na błonie fotograficznej jest możliwe dopiero

²⁰ Z. Groszek, Walka elektroniczna w siłach powietrznych, AON, Warszawa 2003, s. 28.

po jej wywołaniu w laboratorium fotograficznym, po wylądowaniu samolotu na lotnisku, Proces obróbki i analizy uzyskanych danych rozpoznawczych trwa kilkadziesiąt minut, co powoduje, że dane te są z reguły spóźnione, nieaktualne i mało przydatne.

Ponadto, w polskich siłach powietrznych samoloty Su-24 M4 oraz Mig-29 wyposażone są w stację rozpoznania radioelektronicznego SPO-15ŁE, wchodzącą w skład systemu obrony indywidualnej tych samolotów, służącą do ostrzegania o odpromieniowaniu samolotu przez naziemne stacje radiolokacyjne i stacje naprowadzania rakiet przeciwlotniczych oraz stacje radiolokacyjne samolotów myśliwskich.

Stacja odbiera sygnały radiolokacyjne w paśmie 4,45 - 10,345 GHz (2,9 - 6,74 cm). System antenowy stacji pozwala na odbiór sygnałów urządzeń radiolokacyjnych w sektorach: 360° w azymucie i $\pm 30^\circ$ w elewacji w stosunku do podłużnej osi samolotu²¹.

Na podstawie informacji wypracowanej przez stację pilot może określić:

- 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;
- kierunek znajdowania się środków radioelektronicznych OP przeciwnika w płaszczyźnie pionowej (znacznik GÓRA - DÓŁ);
- kierunek znajdowania się środka radioelektronicznego stanowiącego największe zagrożenie dla samolotu (znacznik NAMIAR GŁÓWNY);
- rodzaj pracy opromieniowującej stacji radiolokacyjnej (znacznik PRZECHWYCENIE);
- typ atakującego środka OP (znacznik TYP);
- środek OP stanowiący największe zagrożenie dla samolotu w danej sytuacji taktycznej (znacznik TYP GŁÓWNY);

²¹ Z. Mordarski, Środki rozpoznania i obezwładniania radioelektronicznego sił powietrznych, AON, Warszawa 1997, s.39.

- przybliżanie lub oddalanie się samolotu od stacji radiolokacyjnej wchodzącej w zestaw środka OP przeciwnika, który stanowi największe zagrożenie dla samolotu (znacznik skali mocy);
- 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 pracy współczesnych stacji radiolokacyjnych (1,2 - 18 GHz). Ponadto, określenie typu środka radioelektronicznego jest niejednoznaczne (na przykład SRL „Patriot” występuje pod trzema znacznikami: X, H, F), co stwarza niebezpieczeństwo obojętności urządzeń wojsk własnych. Stacja nie posiada również żadnego banku informacji o środkach radioelektronicznych przeciwnika. Nie jest w stanie określić, do której z walczących stron należy wykryty środek radioelektroniczny.

Stacja SPO-15ŁE nie współpracuje z żadnym urządzeniem pokładowym i jest dla pilota tylko źródłem informacji.,

Samolot kompleksowego rozpoznania M-28R

Wobec konieczności prowadzenia kompleksowego rozpoznania, w Siłach Powietrznych RP opracowano koncepcję przystosowania samolotu transportowego M-28 do celów rozpoznawczych (platformy kompleksowego rozpoznania M-28R). Koncepcja ta zmierza do zintegrowania w ramach jednego środka powietrznego: wielofunkcyjnego radaru, dającego zobrazowanie celów powietrznych, naziemnych i nawodnych; systemu rozpoznania środków łączności (COMINT); systemu rozpoznania środków radiolokacyjnych (ELINT) oraz systemów rozpoznania obrazowego (IMINT), w tym rozpoznania na podczerwień²².

²² Z. Groszek, Walka elektroniczna w siłach powietrznych, AON, Warszawa 2003, s. 98.



Samolot M-28R (wizja)

(źródło: J. Czerniawski, Siły rozpoznania i walki elektronicznej w SP RP – stan obecny i planowane zmiany, ZRiWRE WLOP, Warszawa 2003, prezentacja PowerPoint na sympozjum w AON)

Koncepcja zakłada zakup nowej wersji samolotu transportowego M-28 „SKY TRUCK PLUS” (wydłużony kadłub, zwiększony udźwig, chowane podwozie, dodatkowe zbiorniki oraz zwiększone parametry techniczno-operacyjne) i zamontowanie na nim aparatury rozpoznawczej. W procesie przystosowania samolotu transportowego M-28 do realizacji zadań rozpoznania powietrznego wykorzystane zostaną rozwiązania konstrukcyjne stosowane w Lotnictwie Marynarki Wojennej (An-28 BRYZA). Nowa wersja samolotu zapewni rozmieszczenie czterech stanowisk operatorskich:

- oficera taktycznego - dowódcę zespołu - odpowiedzialnego za stawianie zadań i wymianę informacji z naziemnymi punktami (stanowiskami) dowodzenia;
- operatora analizy rozpoznania celów powietrznych i naziemnych - obsługującego pokładową stację radiolokacyjną. W zakresie radiolokacji praca operatora polegałaby na: wykrywaniu, identyfikacji i lokalizacji według azymu-

tu i odległości wykrytych obiektów. Służyłoby to monitorowaniu sytuacji na podejściach do granic RP, a czasie pokoju byłoby możliwe nadzorowanie szkolenia lotniczego, w tym kierowania lotnictwem;

- operatora rozpoznania obrazowego, w tym na podczerwień - obsługującego aparaturę rozpoznania obrazowego i obserwacji w podczerwieni;
- operatora rozpoznania radioelektronicznego - realizującego pełny zakres zadań COMINT i ELINT.

Zmiany konstrukcyjne wprowadzone do nowej wersji samolotu (SKY TRUCK PLUS) pozwalają na zwiększenie czasu dyżurowania w powietrzu do około 6 godzin (wersja podstawowa tylko 3 godziny). Ponadto chowane podwozie ułatwi wariantowo zamontowanie: anteny stacji radiolokacyjnej; belki uzbrojenia do podwieszania zasobnika rozpoznawczego; zasobnika walki radioelektronicznej grupowej lub indywidualnej osłony.

Celem opracowania koncepcji przystosowania samolotu M-28 do realizacji zadań rozpoznawczych jest:

- poprawa (uzyskanie) możliwości prowadzenia rozpoznania we wszystkich dziedzinach rozpoznania wojskowego, w tym szczególnie w zakresie zadań lotnictwa rozpoznawczego, powietrznego rozpoznania radiolokacyjnego i radioelektronicznego;
- wycofanie przestarzałej i nieefektywnej aparatury rozpoznawczej zamontowanej na samolocie Su-22 oraz śmigłowcu W-3 S-1RR PROCJON-2 na nowoczesną aparaturę rozpoznawczą zamontowaną na samolocie M-28R;
- osiągnięcie oszczędności wynikających z wycofania z systemu rozpoznania przestarzałych i nieefektywnych samolotów Su-22 i śmigłowca W-3 S-1RR;
- zwiększenie zasięgu rozpoznania celów powietrznych oraz zapewnienie interoperacyjności z innymi systemami rozpoznania państw NATO;
- uzyskanie możliwości realizacji zadań rozpoznawczych w ramach Powietrznej Eskadry Sił Operacji Specjalnych oraz Sił Pokojowych NATO;
- uzyskanie zdolności do prowadzenia rozpoznania obrazowego dla potrzeb WLOP, a w razie potrzeb, także dla innych użytkowników (rodzajów sił zbrojnych, instytucji cywilnych oraz służb mundurowych itp.);
- pozyskanie możliwości samodzielnego opracowania zobrazowań do różnych

celów (wojskowych i pozawojskowych), w tym targetingu.

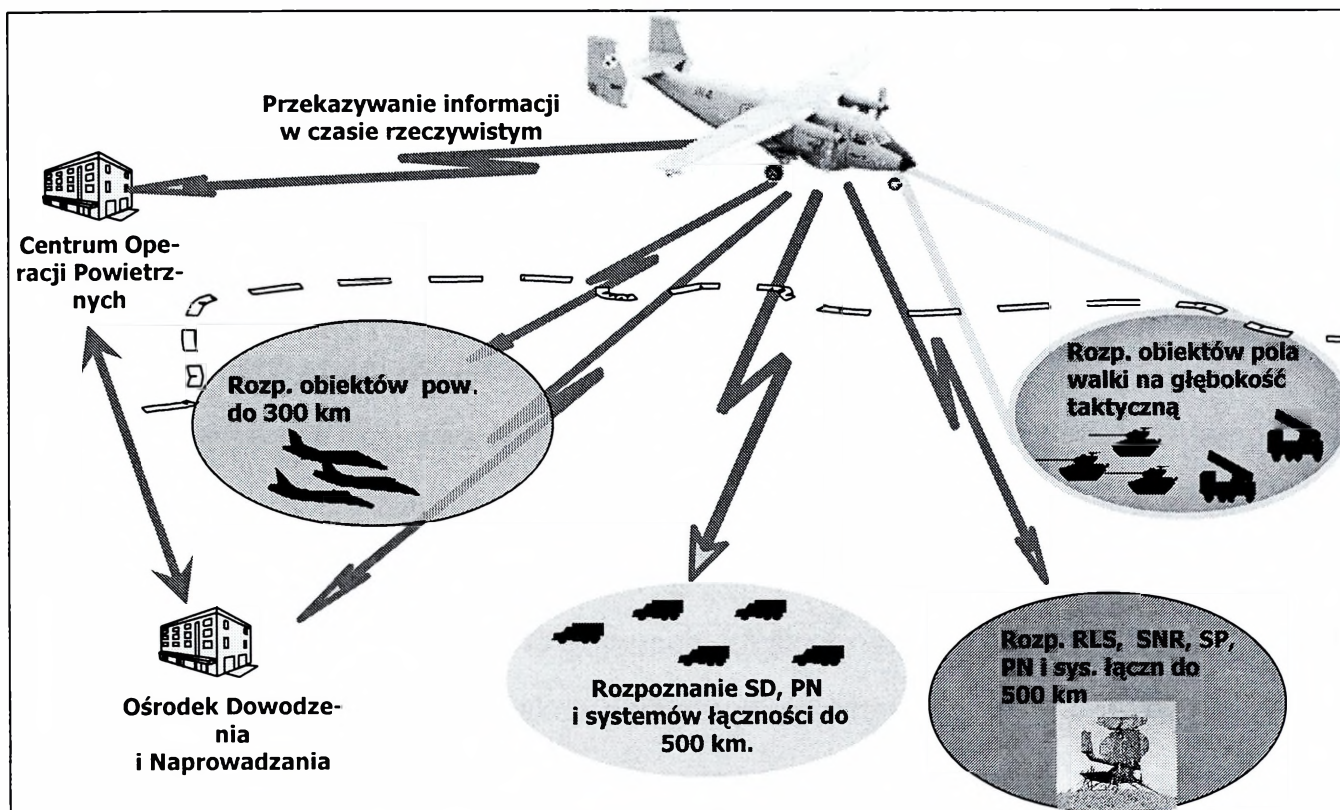
Rozpoznawczy samolot M-28R będzie przystosowany do realizacji zadań planowanych, na konkretne zapotrzebowanie użytkownika informacji, lub doraźnych na określony sygnał wynikający z rozwoju sytuacji operacyjnej. Może również wykonywać zadania o charakterze stałym, zgodnie z „Planami dyżurów”, zastępując dotychczas wykonywane loty według programów NARCYZ i PROCJON, dostarczając informacje o celach powietrznych i radioelektronicznych oraz obiektach naziemnych. Informacja o wykrytych obiektach może być przekazywana w czasie rzeczywistym do systemu DUNAJ i wykorzystana do tworzenia zintegrowanego RAP-u.

W czasie kryzysu i wojny samoloty M-28R będą mogły prowadzić całodobowe dyżury w powietrzu, monitorując sytuację powietrzną na zagrożonym kierunku. Wymagana zmianowość, dla utrzymania ciągłego 24-godzinnego dyżuru w powietrzu wynosi 3-4 samoloty.

Samolot M-28R będzie mógł być wykorzystywany również w działaniach pozaresortowych, wówczas decyzję o jego użyciu powinien podejmować Szef Sztabu Generalnego WP na wniosek zainteresowanego użytkownika.

Dowodzenie samolotami M-28R realizującymi misje rozpoznawcze powinno być realizowane w ogólnym systemie dowodzenia lotnictwem. W sytuacjach kryzysowych, ogólny nadzór nad realizacją misji sprawowałaby dyżurna służba operacyjna Centrum Operacji Powietrznych za pośrednictwem Ośrodków Dowodzenia i Naprowadzania oraz służb dyżurnych wojskowych portów lotniczych (bazy lotniczej lub eskadry). W razie potrzeb, dowodzenie samolotem realizującym misje mogłoby być przekazywane do doraźnie tworzonych grup (zespołów) dla wykonania konkretnego zadania.

Zmodernizowany samolot M-28R będzie mógł realizować zadania w zespole rozpoznawczym (M-28R i dwa bezzałogowe aparaty latające (BAL)), wykorzystując w tym celu centrum kierowania środkami bezpilotowymi. Z samolotu M-28R informacja o wstępnym wykryciu obiektu będzie przekazywana do centrum kierowania BAL, które wykorzystując możliwości skrytego działania BAL, spenetruje wskazany rejon (obiekt) zainteresowania, przekazując precyzyjne dane.



Możliwości rozpoznawcze samolotu M-28R (założenia)

(źródło: J. Czerniawski, Siły rozpoznania i walki elektronicznej w SP RP – stan obecny i planowane zmiany, ZRiWRE WLOP, Warszawa 2003, prezentacja PowerPoint na sympozjum w AON)

Samolot M-28, po przystosowaniu do wersji rozpoznawczej (M-28R), miałby możliwość realizacji wyjątkowo szerokiego spektrum zadań, tak w czasie pokoju, jak również w sytuacjach kryzysowych i w czasie wojny.

Do zasadniczych zadań możliwych do realizacji w czasie "P" należą:

1. Nadzorowanie przestrzeni powietrznej nad terytorium Polski i w obszarach przygranicznych;
2. Wspomaganie zadań realizowanych na korzyść systemu narodowego i NATO, w tym rozpoznanie radiolokacyjne, z możliwością okresowego obniżania dolnej granicy pola radiolokacyjnego w stosunkowo krótkim czasie, przekazywanie informacji o sytuacji powietrznej na SD i do załóg realizujących misje AIR POLICING;
3. Monitorowanie szkolenia lotniczego, nadzorowanie przebazowań i szkoleń poligonowych;
4. Koordynacja szkoleń poligonowych wojsk lądowych, monitorowanie sytuacji na poligonach przez zespoły bezpieczeństwa, a także zgrywanie pododdziałów różnych rodzajów wojsk w działaniach połączonych;
5. Prowadzenie rozpoznania radioelektronicznego Sił Powietrznych i OP w Obszarach Operacyjnego Zainteresowania w ramach Zintegrowanego Systemu

Rozpoznania SZ;

6. Fotografowanie obiektów dla potrzeb szkolenia lotniczego (targeting), służby kartograficzno-topograficznej, potrzeb NATO, w tym również tworzenie Katalogu Celów Treningowych AIRNORTH;
7. Kontrola maskowania własnych sił i środków rozwiniętych na poligonach i w rejonach stałej dyslokacji;
8. Wsparcie ratownictwa lotniczego (SAR), w czasie prowadzenia operacji poszukiwania i ratownictwa lotniczego, przeczesywanie obszarów trudnodostępnych;
9. Monitorowanie sytuacji w rejonach klęsk żywiołowych, a w razie potrzeb również koordynowanie akcji pomocy humanitarnej;
10. Wspomaganie działań grup antyterrorystycznych w czasie bezpośrednich akcji;
11. Monitorowanie strefy granicznej w zakresie ruchu statków powietrznych. Wspieranie działań Straży Granicznej, w tym realizacja zadań na sygnał nakazujący okresowe obniżenie pola radiolokacyjnego na wskazanym kierunku;
12. Wsparcie działań ekologicznych w zakresie rozpoznania i monitorowania skażeń (powstałych między innymi w wyniku awarii zakładów przemysłowych).

Do zasadniczych zadań możliwych do realizacji w czasie kryzysu lub wojny należą:

1. Rozpoznanie systemu OP przeciwnika, monitorowanie sytuacji powietrznej i radioelektronicznej oraz wybór optymalnych tras lotu dla lotnictwa uderzeniowego;
2. Nadzorowanie działań lotnictwa uderzeniowego działającego poza zasięgiem własnych naziemnych środków radiolokacyjnych (metodą "Stand - Off", w systemie narodowym), bez udziału środków powietrznego rozpoznania państw NATO;
3. Prowadzenie rozpoznania powietrznego i sytuacji naziemnej w głębi ugrupowania przeciwnika, w tym kontrola skutków uderzeń BDA (BATTLE DEMAGE ASSESSMENT) poszczególnych grup uderzeniowych - COMAO (przy zapewnieniu warunków osłony);

4. Prowadzenie rozpoznania radioelektronicznego w pełnym zakresie, w tym lokalizacja środków obrony przeciwlotniczej przeciwnika, stanowisk dowodzenia, punktów wykrywania i naprowadzania, węzłów łączności oraz przegrupowujących się wojsk operacyjnych;
5. Udział w akcjach poszukiwawcze - ratowniczych, również COMBAT SAR;
6. Prowadzenie rozpoznania w ograniczonym zakresie skażeń powstałych po użyciu broni chemicznej lub biologicznej;
7. Tworzenie radiolokacyjnej mapy terenu na potrzeby wojsk operacyjnych, w tym szczególnie do planowania przemarszów i zajmowania rejonów wyjściowych (ześrodkowania);
8. Przeciwdziałanie radioelektroniczne (opcjonalnie).

W skład systemu wchodzić będą²³:

1. Wielofunkcyjny radar dopplerowski, charakteryzujący się następującymi możliwościami:
 - wykrywanie i śledzenie celów powietrznych, w tym na tle ziemi;
 - wykrywanie i śledzenie celów nawodnych;
 - wykrywanie i śledzenie celów naziemnych;
 - obserwacja powierzchni ziemi - rodzaj pracy SAR;
 - możliwość wykrywania naziemnych ruchomych celów i zobrazowania ich na tle mapy terenu;
 - obserwacja sytuacji meteorologicznej;
 - zasięg dla celów powietrznych:
 - o 150 km dla celów o powierzchni skutecznej 0,5 m²;
 - o 300 km dla celów o powierzchni skutecznej 1 m²;
 - o 500 km dla celów o powierzchni skutecznej do 5 m²;
 - zasięg dla celów nawodnych-300 km;
 - zasięg dla celów naziemnych - 200 km;
 - zasięg w rodzaju „obserwacja ziemi” (SAR) - 150 km z rozdzielczością 0,5 - 1 m;
 - liczba jednocześnie śledzonych celów - nie mniejsza niż 500;
 - wykrywanie, zawiązywanie tras i śledzenie celów - bez udziału opera-

²³ Tamże, s. 102.

tora;

- dokładność pomiaru odległości - 150m;
- dokładność pomiaru azymutu - 0,3°;
- sektor obserwacji w azymucie - 150° w stosunku do osi poprzecznej samolotu;
- zintegrowany w całym zakresie wykrywania z systemem IFF;
- eliminacja zakłóceń biernych;
- duża odporność na prowadzenie zakłóceń aktywnych.

2. Podsystem rozpoznania sygnałowego SIGINT.

Podsystem rozpoznania sygnałowego (SIGINT) składający się z urządzeń rozpoznania radiowego (COMINT) oraz rozpoznania radiolokacyjnego (ELINT).

Podstawowym zadaniem urządzeń rozpoznania systemów łączności radiowej COMINT będzie:

- wykrywanie i pomiar parametrów sygnałów systemów radiowych platform powietrznych, naziemnych i morskich w paśmie 0,02 – 3 GHz;
- określanie namiarów na źródło emisji (ZE) z dokładnością 1°-3°;
- lokalizacja ZE;
- rozpoznanie i identyfikacja ZE;
- archiwizacja danych rozpoznawczych oraz rejestracja danych pomiarowych w celu analizy i rozpoznawania sygnałów.

Podstawowym zadaniem urządzeń rozpoznania systemów łączności radiowej ELINT będzie:

- wykrywanie i pomiar parametrów sygnałów w paśmie od 0,5 do 18 GHz (opcjonalnie do 40 GHz):
 - o systemów radarowych platform powietrznych, naziemnych i morskich;
 - o transponderów SIF/IFF;
 - o interogatorów TACAN/RSBN, DME;
 - o źródeł zakłóceń;
- określanie namiarów na źródło emisji (ZE) z dokładnością 1°-3°;
- lokalizacja ZE;

- rozpoznanie i identyfikacja ZE;
- archiwizacja danych rozpoznawczych oraz rejestracja danych pomiarowych w celu analizy i rozpoznawania sygnałów.

3. Podsystem rozpoznania obrazowego (IMINT):

Podsystem rozpoznania obrazowego powinien stanowić część systemu rozpoznania samolotu M-28R i zapewnić wykrywanie, rozpoznawanie i śledzenie obiektów naziemnych (nawodnych) w każdych warunkach atmosferycznych o każdej porze dnia i nocy. Realizację tych zadań zapewni podsystem obserwacji optoelektronicznej FLIR (FOWARD LOOKING INFRARED SENSOR). Pozyskane obrazy winny być rejestrowane na taśmie magnetycznej lub pamięci masowej i transmitowane do naziemnego stanowiska interpretacyjnego. Podsystem powinien umożliwiać pozyskiwanie zobrazowań skośnych dalekiego zasięgu. Dzięki temu możliwe będzie prowadzenie rozpoznania spoza strefy oddziaływania środków OPL (Stand Off) na głębokość do 50 km.

W skład podsystemu FLIR wejdą:

- zintegrowana głowica optoelektroniczna składająca się z kamery termowizyjnej (skaner termalny) i kamery optoelektronicznej (cyfrowej) umieszczonej na stabilizowanej platformie umożliwiającej przemieszczanie głowicy (obiektywów kamer) w azymucie i elewacji;
- urządzenie laserowe do pomiaru odległości;
- blok elektroniki do integracji z radarem i systemem GPS;
- pulpit sterowania;
- monitor;
- urządzenie rejestrujące (magnetowid).

Podstawowe wymagania techniczne na podsystem rozpoznania obrazowego FLIR to:

- obserwacja w azymucie w ciągłym zakresie kątów 360°;
- obserwacja w kącie elewacji w zakresie kątów -120° 4- +30°;
- stabilizacja w trzech osiach;
- prędkość naprowadzania w azymucie i elewacji 60°/sek;
- możliwość automatycznego śledzenia wybranego obiektu;
- możliwość automatycznego naprowadzania kamery na wybrany (zaznaczo-

ny) obiekt na monitorze radaru;

- możliwość określenia współrzędnych;
- możliwość laserowego pomiaru odległości do obserwowanego obiektu.

Parametry kamery (skanera) termalnej:

- rozdzielczość temperaturowa: < 0.1 C;
- czułość spektralna: 3-518-14 mikro/m;
- pole widzenia: 180° ;
- rozdzielczość:
 - o dla szerokiego pola widzenia (WFOV) - 0,95 mrad;
 - o dla wąskiego pola widzenia (NFOV) -0,17 mrad;
- czas przełączania pola widzenia - < 1 sek.;
- układ chłodzenia - elektroniczny;
- czas chłodzenia - minimalny;
- metoda rejestracji obrazów: magnetyczna i cyfrowa;
- zasilanie prądem stałym: 28 V;
- wyjście video-RS-170 lub CCIR.

Parametry kamery optoelektronicznej.

- rodzaj detektora: linijka CCD;
- ilość elementów: 12228;
- wymiary piksela: 8x8 (im;
- czułość spektralna: 500 +- 950 nm (zakres widzialny rozszerzony do bliskiej podczerwieni);
- ogniskowa obiektywu: 450 mm;
- kąt widzenia obiektywu: 12 ;
- standard video CCIR-PAL.

4. Systemy łączności i transmisji danych

Systemy łączności i transmisji danych powinny zapewnić realizację następujących zadań:

- możliwość użycia samolotu M-28R do wspólnych działań w ramach NATO;
- możliwość współpracy z narodowym systemem dowodzenia DUNAJ;
- wymianę informacji rozpoznawczych pomiędzy współdziałającymi naziem-

nymi i powietrznymi systemami rozpoznawczymi;

- przekazywanie danych z rozpoznania obrazowego z pokładu samolotu w czasie rzeczywistym w standardzie określonym w STANAG-u 7085 (INTEROPERABLE DATA LINKS FOR IMAGING SYSTEMS);
- zapewnienie wymiany informacji rozpoznawczych pomiędzy grupami specjalnymi a załogą M-28R realizującymi zadania w ramach Powietrznej Eskadry Sił Operacji Specjalnych (PESOS);
- koordynację przedsięwzięć „COMBAT-SAR”.

W celu realizacji powyższych przedsięwzięć w skład systemu powinny wchodzić:

- radiostacje do przesyłania drogą radiową informacji w postaci kryptograficznej w paśmie HF (2-30 MHz) na odległość do 1000 km oraz w paśmie VHF i UKF (100-140 i 225-400 MHz) na odległość do 200 km;
- system łączności satelitarnej SATCOM zgodnym z wymaganiami NATO;
- urządzenia kodowania i dekodowania;
- urządzenia transmisji danych w standardzie LINK 16;
- urządzenia transmisji szerokopasmowych do transmisji danych z rozpoznania obrazowego.

Podczas realizacji zadań do działań w ramach Powietrznej Eskadry Sił Operacji Specjalnych (PESOS) oraz w ramach sił pokojowych NATO należy się liczyć z działaniami w strefie oddziaływania systemów OPL potencjalnego przeciwnika. W związku z powyższym samolot M-28R winien być wyposażony w system ochrony indywidualnej (SELF PROTECTION SYSTEM) oraz systemy identyfikacji swój-obcy IFF (IDENTIFICATION FRIEND OR FOE).

System ochrony indywidualnej samolotu M-28R powinien umożliwiać:

- wykrycie i lokalizację potencjalnych zagrożeń samolotu ze strony środków ogniowych przeciwnika w czasie wystarczającym do zastosowania środków i metod obrony własnej. Rozpoznanie zagrożeń winno obejmować:
 - o promieniowanie radiolokacyjne w paśmie 2-18 GHz (opcjonalnie do 40 GHz) związane z pracą radarów wykrywania obiektów powietrznych,
 - radarów śledzenia bądź podświetlania celów będących elementami

- zestawów ogniowych, nadajników samonaprowadzających się głowic pocisków raketowych klasy p-p i z-p;
- promieniowanie laserowe związane z pracą dalmierzy laserowych lub systemów wskazywania celów;
 - promieniowanie podczerwone (IR) związane z pracą silników pocisków raketowych klasy p-p i z-p;
- automatyczne podejmowanie decyzji o użyciu optymalnej do zagrożenia kombinacji środków przeciwdziałania;
- aktywne oddziaływanie przez pilota na pracę układu obrony własnej tj. możliwość wyboru sekwencji użycia środków przeciwdziałania;
- realizację następujących funkcji:
- zastosowanie środków przeciwdziałania biernego w postaci wystrzelianych pułapek termicznych (flar), radiolokacyjnych (dipole - chaff), pułapek elektrooptycznych (oślepiających);
 - aktywne zakłócanie radioelektroniczne o mocy i modulacji umożliwiających efektywne obezwładnianie urządzeń radarowych w paśmie E + J (2 - 18 GHz);
 - informowanie załogi o zapasie zużywanych środków zakłóceń biernych;
 - wprowadzanie danych identyfikacyjnych źródeł zagrożeń na etapie przygotowania do lotu.

Do realizacji zadań ostrzegania o opromieniowaniu sygnałami radarowymi wykorzystywany powinien być system ESM (ELECTRONIC SUPPORT MASURES), który w celu ograniczenia kosztów stanowić będzie element podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego ELINT.

W celu identyfikacji celów powietrznych wykrywanych przez pokładowy radar samolotu M-28R, radar ten winien być zintegrowany z interrogatorem tj. urządzeniem zapytującym swój-obcy (IFF). System IFF powinien spełniać następujące wymagania:

- możliwość identyfikacji wykrytych obiektów powietrznych w całym zakresie wykrywania radaru pokładowego;
- praca w formacie Mark XII z wykorzystaniem modów - SIF (SELECTIVE

IDENTIFICATION FACILITY) -1,2, 3/A, C oraz modu wojskowego 4;

- konstrukcja i rozwiązania techniczne powinny być wzorowane na wymaganiach STANAG-u 4193;
- rozdzielczość w odległości - 1 00 m;
- wbudowany system samokontroli systemu.

Ponadto, w celu zapewnienia identyfikacji, szczególnie w strefach działań bojowych istnieje konieczność wyposażenia samolotu M-28R w transponder tego samego systemu IFF.

Funkcje i zadania stanowiska oficera taktycznego - dowódcy zespołu²⁴.

Oficer taktyczny - dowódca zespołu dowodzić będzie całą misją ze stanowiska oficera taktycznego i pełnić będzie rolę nadrzędną nad pozostałymi stanowiskami na pokładzie samolotu. Oficer taktyczny powinien na swoim stanowisku mieć dostęp do wszystkich informacji wypracowanych przez poszczególne podsystemy rozpoznawcze samolotu M-28R w celu jej analizy, opracowania i zatwierdzenia do przekazania do nadrzędnych SD z wykorzystaniem standardów informatycznych systemu DUNAJ. Do podstawowych zadań stanowiska oficera taktycznego należeć będzie:

- analiza, zbieranie informacji, koordynowanie pracy innych stanowisk operatorskich, zobrazowanie sytuacji taktycznej w rejonie działania samolotu, zapewnienie prawidłowej wymiany informacji z innymi systemami dowodzenia;
- półautomatyczne i automatyczne śledzenie celów (do 500) poprzez wprowadzanie, przetwarzanie i zobrazowanie danych uzyskanych z innych stanowisk operatorskich o celach powietrznych i naziemnych (nawodnych);
- wskazywanie celów dla lotniczych grup uderzeniowych i rozpoznawczo - uderzeniowych;
- organizowanie automatycznej transmisji informacji o śledzonych celach do innych systemów dowodzenia;
- odbiór, przetwarzanie i zobrazowanie informacji o sytuacji powietrznej i naziemnej przekazywanej z obiektu nadrzędnego lub innych obiektów współ-

²⁴ Tamże, s. 107.

pracujących;

- odbiór, zobrazowanie komend i sygnałów dowodzenia;
- przekazywanie meldunków o sytuacji taktycznej w rejonie działań;
- utrzymywanie łączności i wymianę informacji z innymi obiektami systemu poprzez realizację transmisji danych bezpośrednio lub z wykorzystaniem obiektu pośredniczącego;
- wprowadzanie wcześniej opracowanych danych o planowanej misji do pokładowego systemu za pomocą przenośnych nośników informacji.

Funkcje stanowiska operatora rozpoznania celów powietrznych i naziemnych (nawodnych).

Do podstawowych zadań stanowiska operatora rozpoznania celów powietrznych i naziemnych (nawodnych) należeć będzie:

- wykrywanie obiektów powietrznych, naziemnych (nawodnych);
- automatyczna lub półautomatyczna numeracja wykrytych celów;
- sterowanie systemem IFF;
- opracowanie danych dla stanowiska taktycznego;
- współpraca z innymi stanowiskami operatorskimi i pokładowymi podsystemami rozpoznawczymi w celu zapewnienia prawidłowej wymiany informacji i wsparcia wykonywania zadań bojowo-rozpoznawczych;
- dwustronna wymiana danych o sytuacji taktycznej w strefie działań samolotu pomiędzy konsolą operatorską a serwerem baz danych;
- kojarzenie śledzonych celów powietrznych z danymi z innych podsystemów rozpoznawczych (szczególnie z rozpoznania radioelektronicznego);
- komunikacja foniczna i tekstowa z innymi konsolami.

Funkcje stanowiska operatora rozpoznania obrazowego.

Do podstawowych zadań stanowiska operatora rozpoznania obrazowego należeć będzie:

- rozpoznanie sytuacji powietrznej i naziemnej;
- sterowanie urządzeniami rozpoznania obrazowego;
- zobrazowanie sytuacji w strefie zasięgu urządzeń rozpoznania obrazowego;
- sterowanie urządzeniami transmisji danych w celu przekazywania informacji z rozpoznania obrazowego w czasie rzeczywistym.

- dwustronna wymiana danych o sytuacji taktycznej w strefie działań samolotu pomiędzy konsolą operatorską a serwerem baz danych;
- komunikacja foniczna i tekstowa z innymi konsolami.

Funkcje stanowiska operatora rozpoznania radioelektronicznego.

Do podstawowych zadań stanowiska operatora rozpoznania radioelektronicznego należeć będzie:

- prowadzenie rozpoznania radioelektronicznego w wyznaczonym rejonie;
- sterowanie urządzeniami rozpoznania ELINT i COMINT;
- zobrazowanie sytuacji radioelektronicznej w rejonie działania poprzez:
 - lokalizację wykrytych celów radioelektronicznych;
 - identyfikację wykrytych celów radioelektronicznych;
 - zobrazowanie na mapie wykrytych i zidentyfikowanych celów radioelektronicznych;
 - zobrazowanie prognozowanych możliwości wykrytych celów;
 - uzupełnianie charakterystyk celów wykrytych przez radar pokładowy;
 - pełną archiwizację odebranych sygnałów do przeprowadzenia analizy i tworzenia baz danych;
- komunikacja foniczna i tekstowa z innymi konsolami.
- współpraca z innymi stanowiskami operatorskimi i pokładowymi podsystemami rozpoznawczymi w celu zapewnienia prawidłowej wymiany informacji i wsparcia wykonywania zadań bojowo-rozpoznawczych.

Samolot M-28R, wyposażony do potrzeb rozpoznania powietrznego, posiadający przedstawione możliwości operacyjne byłby, obok planowanych do zakupu bezpilotowych środków rozpoznawczych, znaczącym wkładem Polski do tworzonego sojuszniczego NATO-wskiego programu AGS.

Posiadanie takiego samolotu ma również uzasadnienie operacyjne, służyłby on wspieraniu systemu OP w realizacji różnych zadań operacyjnych, w tym szczególnie monitoringu sytuacji powietrznej w otoczeniu RP, czyniąc ten system bardziej elastyczny.

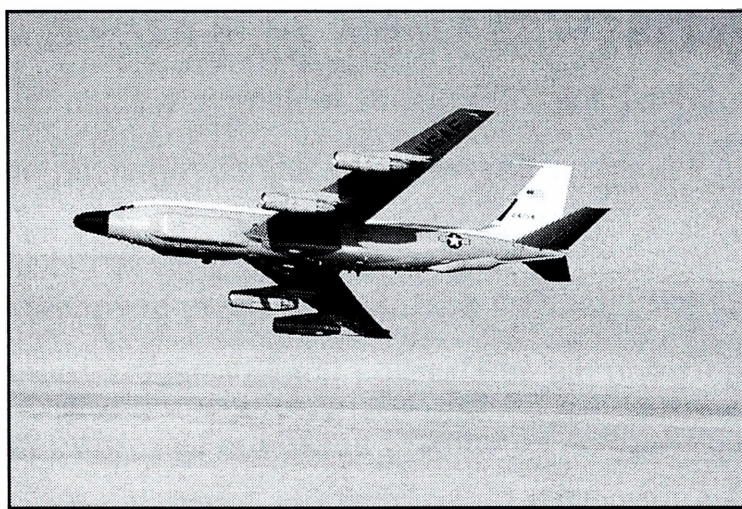
3.2. Wybrane współczesne systemy rozpoznania elektronicznego sił powietrznych NATO

Aktualnie w siłach powietrznych NATO podstawowym sposobem realizacji zadań w ramach rozpoznania i zabezpieczenia elektronicznego działań jest wykorzystanie samolotów rozpoznawczych, takich jak RC-135 *Rivet Joint* i EP-3E, w celu zbierania informacji rozpoznawczej na potrzeby sił prowadzących zakłócenie elektroniczne ze stref w głębi własnego ugrupowania oraz w styczności z przeciwnikiem, a także na potrzeby grup uderzeniowych SEAD zabezpieczających obywatelstwo środków przeciwlotniczych w korytarzach przelotu sił COMAO. Rozpoznanie elektroniczne na potrzeby samoobrony samolotów zapewniają głównie systemy rozpoznawczo-ostrzegawcze, będące najczęściej integralną częścią wyposażenia elektronicznego samolotów.

Samolot rozpoznawczy RC-135 Rivet Joint jest przeznaczony do rozpoznania elektronicznego źródeł emisji elektromagnetycznych pracujących w szerokim zakresie fal HF, VHF i UHF (radiowych i radiolokacyjnych)²⁵.

Do 2010 roku wszystkie samoloty RC-135 zostaną zmodernizowane do standardu Joint Airborne SIGINT Architecture – JASA, który zakłada modernizację systemu rozpoznania emisji elektromagnetycznych wysokiego pasma częstotliwości (High Band Subsystem – HBSS) i niskiego pasma częstotliwości (Low Band Subsystem – LBSS). Modernizacja ta ma zwiększyć możliwości wykrywania systemów nowej generacji, między innymi systemów łączności radiowej z pseudolosową zmianą częstotliwości oraz stacji radiolokacyjnych o niskiej mocy sygnału (tzw. radiolokatorów „szepczących”). Ponadto, poprawa dokładności pomiaru polaryzacji sygnału i kierunku na jego źródło ma zwiększyć precyzję określania położenia stacji radiolokacyjnych, węzłów łączności i pojedynczych nadajników radiowych. Będzie to możliwe dzięki modernizacji systemów antenowych, polegającej na zwiększaniu ilości anten o lepszym zysku antenowym dla określonych pasm częstotliwości oraz zwiększeniu odporności na zakłócenia szumowe.

²⁵ S. Zajas, Z. Groszek, J. Karpowicz, S. Szulc, Studium przyszłości sił powietrznych - cz.II, System rozpoznania i walki elektronicznej sił powietrznych 2025, AON, Warszawa 2004r, s. 100



RC-135 Rivet Joint

(źródło: http://www.fas.org/irp/program/collect/rivet_joint.htm)

RC-135 ma zostać wyposażony w szerokopasmowy system przesyłania danych (*Wideband Line – of – Sight Link*), co umożliwi współpracę z bezzałogowymi statkami powietrznymi i naziemnymi systemami rozpoznania elektronicznego oraz korzystanie z baz danych organów rozpoznania. Korelacja w czasie rzeczywistym danych pozyskiwanych przez różne środki rozpoznania ma zwiększyć dokładność określania położenia źródeł emisji elektromagnetycznych.

Ponadto, samoloty RC-135 zostały wyposażone w nowy system wymiany informacji taktycznej Tactical Common Data Link (TCDL) pozwalający na zbiór w czasie rzeczywistym informacji rozpoznawczych o emisjach elektromagnetycznych zdobywanych przez bezzałogowe statki powietrzne. System ma umożliwić uzyskiwanie przez RC-135 informacji o emisjach elektromagnetycznych poza horyzontem radiowym na obszarach zajętych przez przeciwnika. TCDL będzie przysyłać informacje z prędkością 200 Kb/s oraz zapewniać odbiór informacji transferu danych z prędkością 10,71 Mb/s, co zapewnia zautomatyzowaną wymianę informacji w czasie rzeczywistym..

Samolot EP-3E ARIES II, jest przeznaczony do kompleksowego rozpoznania radioelektronicznego. Jego wyposażenie elektroniczne składa się z trzech głównych grup zespołów.

Pierwszą grupę stanowi zespół urządzeń odbiorczych umożliwiających wykrywanie, identyfikację i określanie pozycji systemów radiolokacyjnych. W ich skład wchodzi stacje rozpoznania systemów radiolokacyjnych pracujące w zakresie fal decymetrowych i metrowych (AN/ALR-76) oraz centymetrowych i milimetro-

wych (AN/ALR-81, AN/ALR-81(V), AN/ALR-81(V)-2 i NAWC AN/ALR-82). AN/ALR-82 służy do analizy sygnałów stacji radiolokacyjnych systemów kierowania ogniem, zarówno naziemnych, jak i okrętowych systemów obrony przeciwlotniczej²⁶.

Drugą grupę stanowią urządzenia służące do analizy pracy systemów łączności radiowej (wykrywania, identyfikacji i określania ich położenia) w zakresie UKF. Przedstawicielem tej grupy jest odbiornik Magnavox AN/ARR-81.

Ostatnią grupę stanowi zespół odbiorników WJ8607 i namierników, pracujących w zakresie KF i średniofalowym, co pozwala na jednoczesne rozpoznawanie przeszło 20 środków łączności. W skład zespołu wchodzi odbiorniki krótkofalowe AN/URR-71 i AN/URR-78 oraz namiernik radiowy AN/ALD-9(V). Do systemów odbiorczych podłączony jest analizator sygnałów impulsowych AN/ULQ-16. Te ostatnie urządzenie umożliwia analizę sygnałów nowo wykrytych środków radiolokacyjnych - urządzeń testowanych i wprowadzanych dopiero do eksploatacji. Dzięki temu ARIES II łączy cechy samolotów SIGINT USAF: RC-135V/W (rozpoznanie znanych środków radiolokacyjnych, ich rozmieszczenia i charakterystyk pracy) i RC-135U (rozpoznanie i analiza nowych urządzeń, czy też poddawanych testom).

Jednym z ciekawszych elementów wyposażenia samolotu, stosowanym już na ARIES I, a teraz jedynie zmodernizowanym, jest Magnavox AN/ALQ-108. Jest to swego rodzaju urządzenie odpowiadające, pracujące w systemie identyfikacji „swój-obcy”, ale nie służące do identyfikacji samolotu (do tego celu EP-3E jest wyposażony w AN/APX-72). AN/ALQ-108 służy do naśladowania sygnałów odpowiedzi samolotów przeciwnika, co powoduje, że na nieprzyjacielskich stacjach radiolokacyjnych może on być identyfikowany jako "swój".

Poza wymienionym wyposażeniem EP-3E został wyposażony w stację radiolokacyjną AN/APS-134(V), pracującą w zakresie 9,5-10 GHz. Stacja ta dysponuje zasięgiem ponad 280 km i służy do wykrywania i śledzenia obiektów nawodnych.

Lockheed EP-3E, będący swego rodzaju „radioelektronicznym systemem analizy i ostrzegania pola walki”, operując w rejonie działań, na podstawie analizy pracy różnorodnych środków radioelektronicznych oraz na podstawie informacji otrzymanych z zewnątrz, może tworzyć obraz sytuacji taktycznej. Obraz ten jest

²⁶ Tamże, s.102.

następnie wykorzystywany do wykrywania zagrożeń i ostrzegania przed nimi, do wskazywania celów oraz analizy działań prowadzonych przez przeciwnika. Takimi możliwościami nie dysponuje żaden inny samolot na świecie.



Samolot EP-3E Orion

(źródło: http://www.fas.org/irp/program/collect/ep-3_aries.htm)

Aby zapewnić takie możliwości na pokładzie samolotu zainstalowano system „Story Teller” sprzęgający różne pokładowe urządzenia odbiorcze (a właściwie ich analizatory) z komputerem misji AN/AYK-14 (tworzącym jednolity obraz sytuacji na podstawie generowanych na pokładzie samolotu i otrzymanych z zewnątrz informacji), a także zespół wymiany informacji. Wykorzystanie tego systemu umożliwia pełną dystrybucję zintegrowanej informacji o taktycznej sytuacji radioelektronicznej do różnych stanowisk dowodzenia, na pokłady okrętów itp., gdzie jednolita sytuacja taktyczna jest wykorzystywana nie tylko do planowania i prowadzenia działań związanych z walką radioelektroniczną, ale także do planowania i prowadzenia wszelkich działań.

Kolejny system „Story Book” integruje odpowiednio przeanalizowaną informację oraz tworzy obraz pod innym kątem niż system „Story Teller”. Jest to informacja o pojawiających się dla sił własnych zagrożeniach (środkach ataku przeciwnika, środkach przeciwlotniczych operujących w pobliżu grup własnych samolotów itd.). System ten klasyfikuje te zagrożenia i wysyła ostrzeżenia do poszczególnych sił, które mogą zostać zaatakowane przez przeciwnika. System „Story Book” współpracuje z systemami nawigacyjnymi samolotu oraz z układem odniesienia czasu AN/ASQ-192. Umożliwia to precyzyjne określenie pozycji wykrytych środków radioelektronicznych w układzie geograficznym.

Bardzo specyficznym systemem jest „Story Classic”, którego zadaniem jest ocena sytuacji, na podstawie prowadzonej korespondencji radiowej, głównie w zakresie fal średnich i KF, przez co zapewnia wyciąganie wniosków, co do zamiarów i przyszłych działań przeciwnika. Informacja taka jest przydatna do planowania własnych działań²⁷.

Nowym amerykańskim rozwiązaniem jest projekt MC2A (*Multisensor Command and Control Aircraft*), stanowiący koncepcję samolotu-platformy, która ma zastąpić dotychczas funkcjonujące oddzielne, wyspecjalizowane samoloty rozpoznawcze (*ISR - Intelligence, Surveillance, Reconnaissance*) i zapewnić warunki zabezpieczenia w informacji dowództw operacji połączonych.

Ten nowy samolot, poprzez zintegrowanie dotychczas rozproszonych sensorów, ma posiadać zdolności realizowania zadań, które dotychczas wykonywały samoloty wczesnego wykrywania i naprowadzania *E-3A AWACS*, samoloty do obserwacji celów naziemnych i naprowadzania *E-8 Joint STARS* oraz samoloty rozpoznania elektronicznego *RC-135 Rivet Joint*.

MC2A ma realizować zadania nie tylko jako platforma rozpoznawcza, lecz także jako stanowisko dowodzenia i naprowadzania na teatrze działań. W programie *MC2A* tradycyjne samoloty wykonujące zadania rozpoznania (*ISR*) byłyby głównym elementem koncepcji sił uderzeniowych o zasięgu globalnym (*Global Strike Task Force Concept*) i realizowałyby różne zadania obrony powietrznej i obrony przed raketami balistycznymi²⁸.

Samolot *MC2A* będzie realizował zadania jako jeden z elementów powietrznych sił uderzeniowych USA, będzie koordynował działania samolotów uderzeniowych i myśliwskich, jak również samolotów bezzałogowych typu *Global Hawk* i *Predator*. Umożliwi to prowadzenie precyzyjnej obserwacji sytuacji naziemnej, z możliwością nakładania dynamicznie rozwijającej się sytuacji powietrznej i zagrożeń, a także ze wskazywaniem bardzo ważnych celów do niszczenia. Ścisłe powiązanie informacji napływających z rozpoznania powietrznego i naziemnego powinno pozwolić na prognozowanie rozwoju sytuacji w dalszych działaniach.

²⁷ Przytoczono za: M. Kruk, A. Banasiak. Wyposażenie elektroniczne samolotu Lockheed EP-3E ARIES II. Dostępne w: <http://www.wings.skyhost.pl/technika/ep3e.php>

²⁸ K. Załęski, D. Kołasiński. Światowe tendencje w rozpoznaniu - platforma rozpoznawcza MC2A. Przegląd WLOP, sierpień 2003.



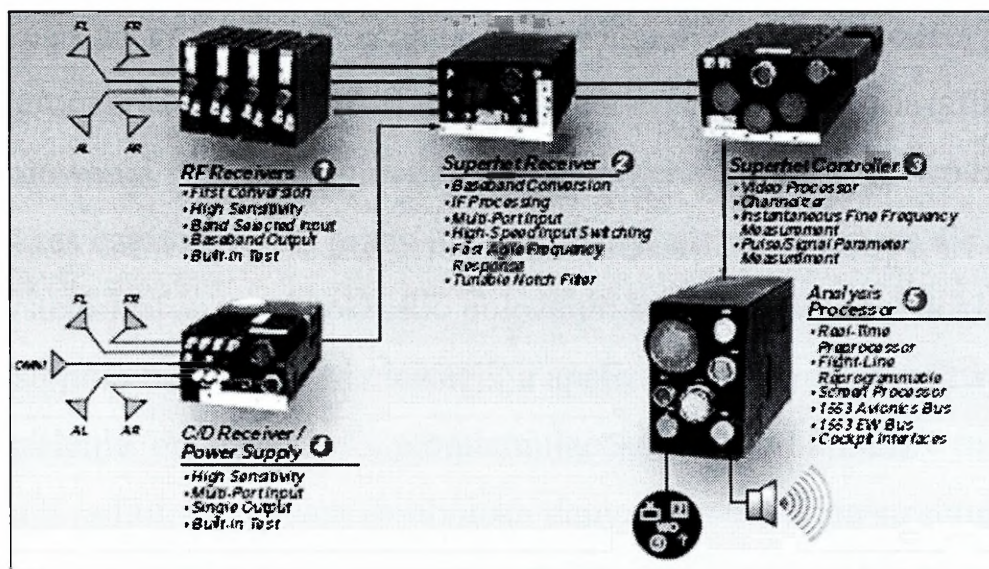
Platforma rozpoznawcza programu MC2A na samolocie Boeing 767

(źródło: <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/ac/e-767.htm>)

MC2A będzie miał możliwość zbioru i obróbki danych z własnych sensorów oraz korelacji ich z danymi uzyskiwanymi z innych środków, samolotów i satelitów. Uzyskaną w ten sposób sytuację zbiorczą (zobrazowanie) będzie przekazywać do dowódcy sił powietrznych (jako pomoc w planowaniu i prowadzeniu operacji), a także do samolotów uderzeniowych. Ma być zbudowany na bazie szeroko kadłubowego Boeinga 767.

Wśród systemów rozpoznawczo-ostrzegawczych, jakie współcześnie znajdują się w wyposażeniu samolotów państw NATO, należy wymienić amerykańskie systemy AN/ALR-56 i AN/ALR-69A(V) oraz francuski system „Spektra”.

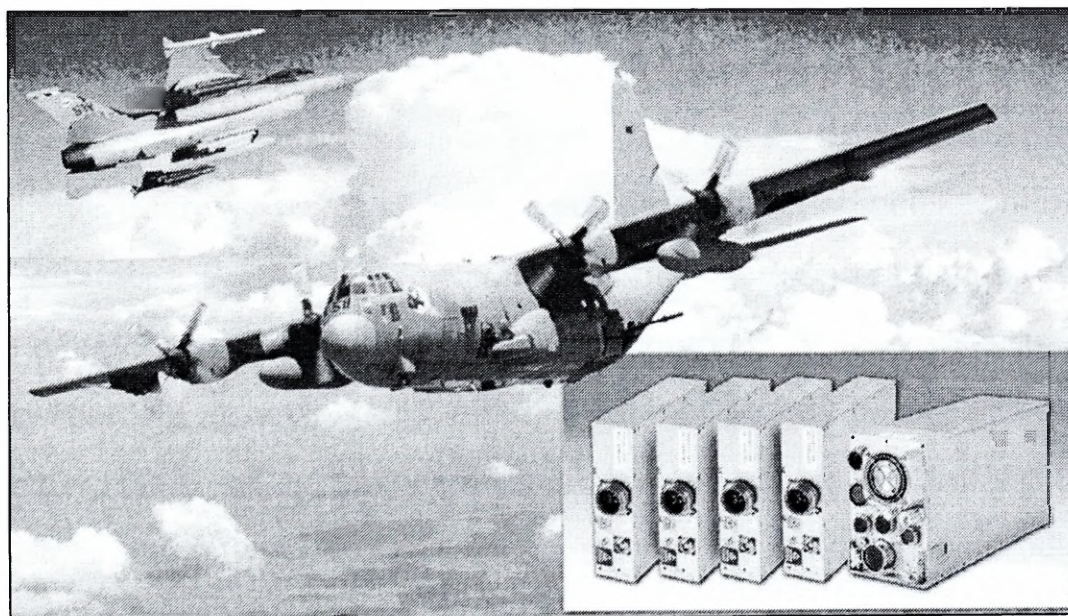
AN/ALR-56M jest systemem ostrzegania przed opromieniowaniem radarowym. Działa w szerokim zakresie częstotliwości, zapewniając pełny obraz zagrożeń w promieniu 360 stopni. Informacje o źródłach promieniowania są przekazywane załodze samolotu graficznie oraz dźwiękowo (każdy radar ma swoją ikonę oraz kod dźwiękowy). System ten jest na wyposażeniu samolotów F-16, B-1B, C-130J oraz samolotach i śmigłowcach brytyjskich w ramach programu RMPA.



System AN/ALR-56M

http://www.eis.na.baesystems.com/brochures/pdfs/twds_56m_001.pdf

AN/ALR-69A(V) jest systemem rozpoznawczo-ostrzegawczym nowszej generacji montowanym na samolotach C-130 i F-16. Składa się z czterech szesnastokanałowych odbiorników pracujących w paśmie C/J, podłączonych do czterech anten, z których każda odbiera sygnały z obszary $\frac{1}{4}$ części samolotu.



AN/ALR-69A(V)

(źródło: <http://www.raytheon.com/products/alr69/>)

System Spektra²⁹ samolotu Rafale to przypuszczalnie najbardziej zaawansowany technologicznie systemem samoobrony samolotu bojowego. *Spektra* jest w pełni zintegrowanym, całkowicie zautomatyzowanym systemem, a jego zaletą jest przede wszystkim zaawansowany, wielospektralny układ ostrzegania o zagrożeniach. Składa się on z części radiolokacyjnej, z czujnikami rozmieszczonymi u na-

²⁹ S. Zajac, Z. Groszek, J. Karpowicz, S. Szulc, Studium przyszłości sił powietrznych - cz.II, System rozpoznania i walki elektronicznej sił powietrznych 2025, AON, Warszawa 2004r, s. 167.

sady skrzydeł i na grzbiecie usterzenia pionowego. Część radiolokacyjna systemu jest w stanie odebrać, przeanalizować, określić kierunek i typ (sklasyfikować) źródła promieniowania radiolokacyjnego, na powierzchni (ziemi lub wodzie) i w powietrzu. Zakres częstotliwości pracy nie jest znany, ale przypuszcza się że jest to 2-40 GHz. System jest w stanie określić położenie katowe obiektu z dokładnością do zaledwie 1 stopnia w azymucie i elewacji, a analiza mocy sygnału pozwala na przybliżone określenie odległości do promieniującego środka. Analiza rodzaju pracy znanych stacji radiolokacyjnych (biblioteka danych systemu ma strukturę otwartą – z możliwością jej uzupełniania o nowo wykryte systemy przeciwnika) pozwala na ocenę stopnia zagrożenia. Dodatkowo rejestrator wszystkich czujników systemu *Spectra* pozwala na późniejszą analizę położenia środków radioelektronicznych przeciwnika, czyli w pewnym sensie – prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego przez dowolny samolot *Rafale*³⁰.

W systemie *Spectra* pracuje termiczny odbiornik wykrywający odpalenie pocisków przeciwlotniczych różnych typów i śledzących ich lot³¹. Elementem systemu *Spectra* jest też wykrywacz opromieniowania laserowego samolotu (nazywa się DAL - *Détection et Alerte Laser*), jako że współczesne myśliwce coraz częściej stosują dalmierze laserowe w swych pasywnych detektorach optoelektronicznych (nie wyłączając samego *Rafale*). Oba wspomniane urządzenia pozwalają na precyzyjne śledzenie odpalonego do samolotu pocisku, a komputer *Spectry* wskazuje pilotowi optymalny moment do wykonania uniku, w momencie gdy pocisk przeciwlotniczy nie jest już w stanie zareagować na niespodziewaną zmianę położenia celu. Dodatkowo *Spectra* automatycznie steruje pracą pasywnych i aktywnych środków przeciwdziałania elektronicznego.

Systemy rozpoznania optoelektronicznego

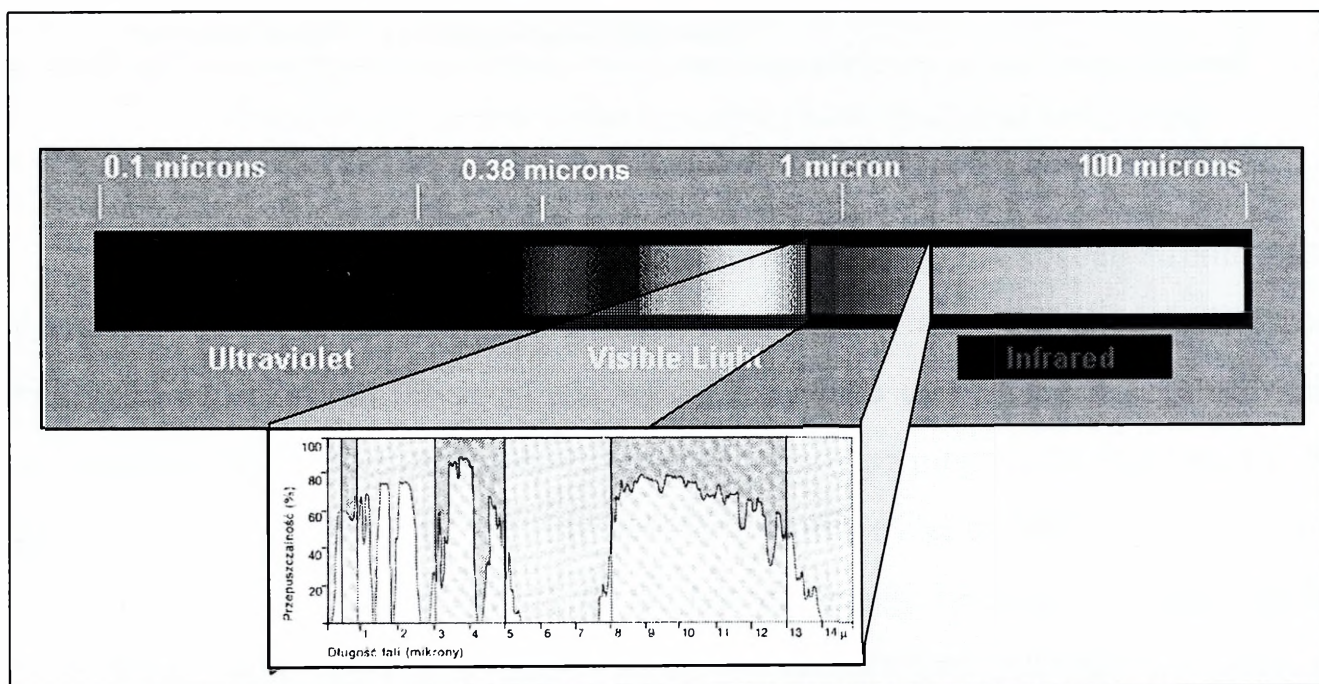
Rozpoznanie optoelektroniczne łączy w sobie od dawna istniejące rozpoznanie optyczne ze stosunkowo nową dziedziną, jaką jest elektronika. Jego podstawą są fizyczne procesy warunkujące przetwarzanie sygnałów elektrycznych na optyczne i

³⁰ Część elektromagnetyczna systemu nosi nazwę DBEM (*Détection et Brouillage Electromagnétique*)

³¹ Został on opracowany przez firmę MATRA i nosi nazwę DIR (*Détection Infrarouge*).

sygnałów optycznych na elektryczne oraz procesy wytwarzania, przesyłania, przetwarzania i magazynowania informacji niesionych przez światło³².

W systemach rozpoznania optoelektronicznego wykorzystywana jest ograniczona część pasma optycznego obejmującego: cały zakres fal ultrafioletowych (długości fali 0,1- 0,38 μm), widzialnych (długość fali 0,38- 0,76 μm) i ze względu na tłumienie fal podczerwonych w atmosferze, jedynie część pasma podczerwonego w trzech zakresach tego pasma o długości fal od 0,76 do 1 μm , od 3-5 μm i 8-13 μm . Zakresy długości fal elektromagnetycznych umożliwiające prowadzenie rozpoznania optoelektronicznego przedstawia rysunek zamieszczony niżej.

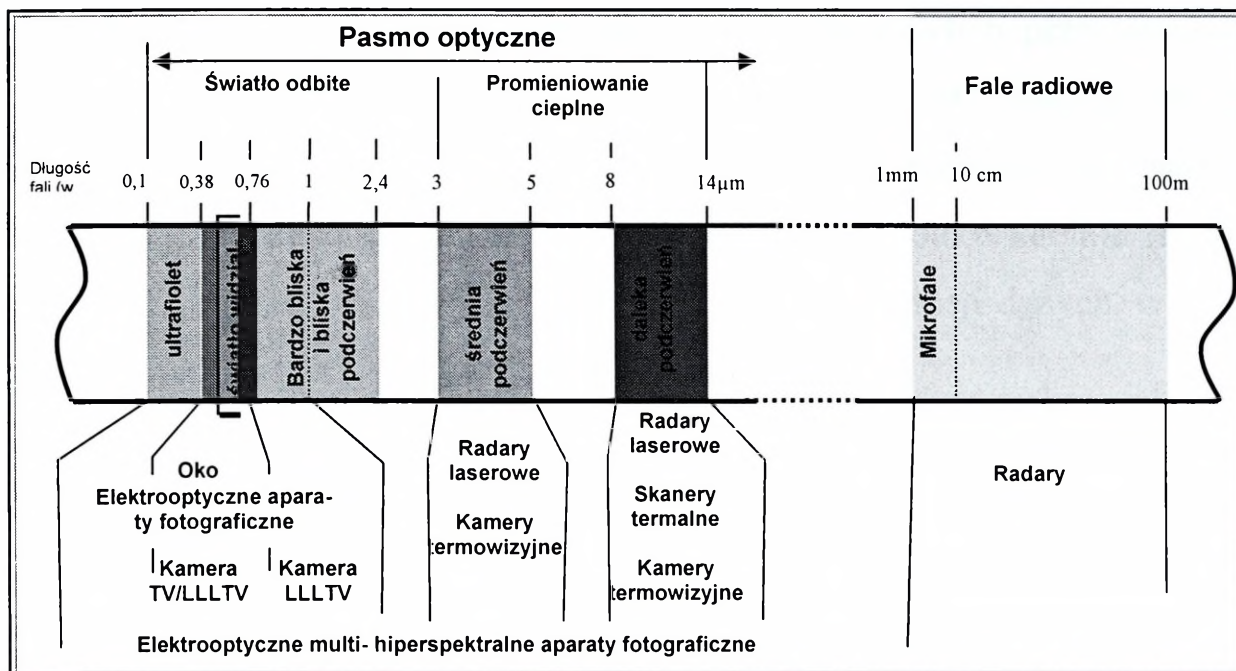


Zakresy długości fal elektromagnetycznych umożliwiające prowadzenie rozpoznania optoelektronicznego

Dzięki możliwości uzyskania znacznie większej rozdzielczości obrazów niż w paśmie radiowym do prowadzenia rozpoznania w poszczególnych zakresach pasma optycznego są wykorzystywane w siłach powietrznych całe rodziny urządzeń optoelektronicznych³³. Urządzenia rozpoznawcze charakterystyczne dla poszczególnych zakresów pasma optycznego przedstawia poniższy rysunek.

³² Por. K. Booth, S. Hill, Optoelektronika, Wydawnictwo Komunikacji i łączności, Warszawa 2001, s. 9.

³³ Cechą charakterystyczną każdego urządzenia optoelektronicznego jest posiadanie oprócz źródła światła i detektora co najmniej jednego podstawowego elementu optycznego. Takim elementem może być soczewka do ogniskowania światła, proste zwierciadło do kierowania go z jednego miejsca do drugiego lub polaryzator do jego polaryzacji. Por. K. Booth, S. Hill, Optoelektronika, Wydawnictwo Komunikacji i łączności, op. cit s. 41.



Elektrooptyczne urządzenia rozpoznawcze charakterystyczne dla poszczególnych zakresów pasma optycznego

Ze względu na charakter pracy i właściwości urządzeń optoelektronicznych w systemach rozpoznania optoelektronicznego sił powietrznych obecnie i w perspektywie najbliższych lat są i będą wykorzystywane urządzenia do prowadzenia rozpoznania fotograficznego, telewizyjnego, termowizyjnego oraz laserowego. Są to już dzisiaj, a w przyszłości będą to kolejne generacje elektrooptycznych aparatów fotograficznych, kamer telewizyjnych światła dziennego niskiego poziomu oświetlenia (Low Light Level Television - LLLTV), kamery termowizyjne oraz skanery termalne, a także laserowe urządzenia rozpoznawcze³⁴.

Utrwalającą się od szeregu lat tendencją w rozpoznaniu powietrznym jest zastępowanie klasycznych, lotniczych aparatów fotograficznych opartych na technologii mokrego filmu aparatami opartymi na technologii cyfrowej. W aparatach elektrooptycznych zamiast błony fotograficznej stosowane już są zestawy elementów światłoczułych (detektorów) zastosowanych w formie jeden z dwóch typów matryc: CCD (Charge Coupled Device) lub CMOS, która prawdopodobnie w niedalekiej przyszłości stanie się standardowym rozwiązaniem w elektrooptycznych aparatach fotograficznych.

Zastosowanie techniki cyfrowej w tworzeniu obrazów daje możliwość wielokrotnego powiększania obiektów w procesie interpretacji wyników rozpoznania,

³⁴ S. Zajas, Z. Groszek, J. Karpowicz, S. Szulc, Studium przyszłości sił powietrznych - cz.II, System rozpoznania i walki elektronicznej sił powietrznych 2025, AON, Warszawa 2004r, s. 111-113

dokładnego określenia ich współrzędnych geograficznych poprzez porównanie z mapami cyfrowymi oraz dowiązanie celu do innych charakterystycznych obiektów znajdujących się w danym rejonie. Ponadto, wyniki rozpoznania zarejestrowane na nośnikach optycznych, mogą być przeglądane w czasie lotu w kabinie załogi lub też przesyłane poprzez radiowe i satelitarne systemy transmisji danych, w czasie rzeczywistym do naziemnych stacji obróbki danych.

Kamery TV światła dziennego montowane na platformach rozpoznawczych umożliwiają wizualizację i rejestrację obrazu obserwowanego rejonu lub obiektu w warunkach dziennych. Do obserwacji obiektów przy bardzo słabym oświetleniu, o poziomie znacznie poniżej czułości ludzkiego oka stosowane są natomiast kamery telewizyjne niskiego poziomu oświetlenia wykorzystujące dodatkowe wzmacniacze światła połączone z detektorami matrycy cyfrowej. Do tworzenia obrazów na zasadzie wykorzystania promieniowania podczerwonego wykorzystywane są urządzenia termowizyjne stanowiące już dziś coraz bardziej atrakcyjniejszą alternatywę dla kamer telewizyjnych niskiego poziomu oświetlenia. W przeciwieństwie do oka ludzkiego, aparatów cyfrowych, kamer telewizyjnych światła dziennego i niskiego poziomu oświetlenia nie wymagają one nawet minimalnego oświetlenia i mogą pracować w warunkach absolutnej ciemności. Zaletą urządzeń termowizyjnych jest z pewnością również mała skuteczność maskowania obiektów za pomocą klasycznych technik. Ponadto, urządzenia te mają większe zasięgi skutecznej obserwacji w trudnych warunkach atmosferycznych w stosunku do kamer niskiego poziomu oświetlenia.

Kamery termowizyjne umożliwią wytworzenie dwuwymiarowego obrazu termalnego niezależnie od tego czy urządzenie lub obserwowane obiekty znajdują się w ruchu czy też w spoczynku. W nieodległej perspektywie czasowej należy liczyć się z szerokim wykorzystaniem do prowadzenia rozpoznania kamer termalnych trzeciej generacji, których cechą charakterystyczną będzie, podobnie jak w przypadku elektrooptycznych aparatów fotograficznych, wykorzystywanie cyfrowych detektorów matrycowych CCD. Pozwoli to na znaczne uproszczenie ich konstrukcji i umożliwi budowę kamer termowizyjnych o wymiarach porównywalnych z typowymi kamerami video bądź znacznie mniejszymi. Ponadto, dzięki ta-

kiemu rozwiązaniu osiągnięta zostanie lepsza czułość tych urządzeń, jakość obrazu oraz znacznie zwiększony zasięg wykrywania³⁵.

Potencjalne możliwości w zakresie miniaturyzacji kamer termowizyjnych zwiększać mogą zakres ich wykorzystania do systemów rozpoznania optoelektronicznego bezzałogowych samolotów rozpoznawczych niskiej i średniej długotrwałości lotu. Nie można też wykluczać ich stosowania na miniaturowych BSR.

Kolejnym urządzeniem rozpoznania optoelektronicznego jest skaner termalny, który w odróżnieniu od kamer termowizyjnych ma możliwość wytworzenia dwuwymiarowego termalnego obrazu pożądanego obiektu jedynie wówczas, gdy samo urządzenie lub obserwowane obiekty znajdują się w ruchu. Skaner termalny jest swoistym radiometrem badającym w sposób ciągły pasy terenu poniżej lotu statku powietrznego, na którym jest umieszczony. Taki pas składa się z przylegających do siebie linii skanowania, wciąż na nowo wybieranych poprzecznie do linii lotu. Cecha charakterystyczna skanerów jest ich szeroki kat widzenia, który obecnie wynosi zazwyczaj około 120° .

Ze względu na tłumiące właściwości atmosfery skanery wykorzystywane do prowadzenia rozpoznania pracują zarówno w zakresie średniej jak i dalekiej podczerwieni. Można założyć jednak, że ze względu na korzystne właściwości propagacji fal najczęściej będzie to pasmo dalekiej podczerwieni w zakresie długości fal od 8-14 μm .

Ze względu na sposób działania wyróżnia się dwa rodzaje skanerów: optyczno-mechaniczne i skanery elektrooptyczne. Skanery optyczno-mechaniczne, ze względu na ograniczone możliwości rozpoznawcze oraz ograniczoną czułość, są zastępowane przez skanery elektrooptyczne, wyposażone w detektory matrycowe CCD o ilości fotoelementów wystarczających do uzyskania obrazu o zadawalającej jakości bez konieczności stosowania układu przeszukiwania, charakterystycznego dla urządzeń optyczno-mechanicznych.

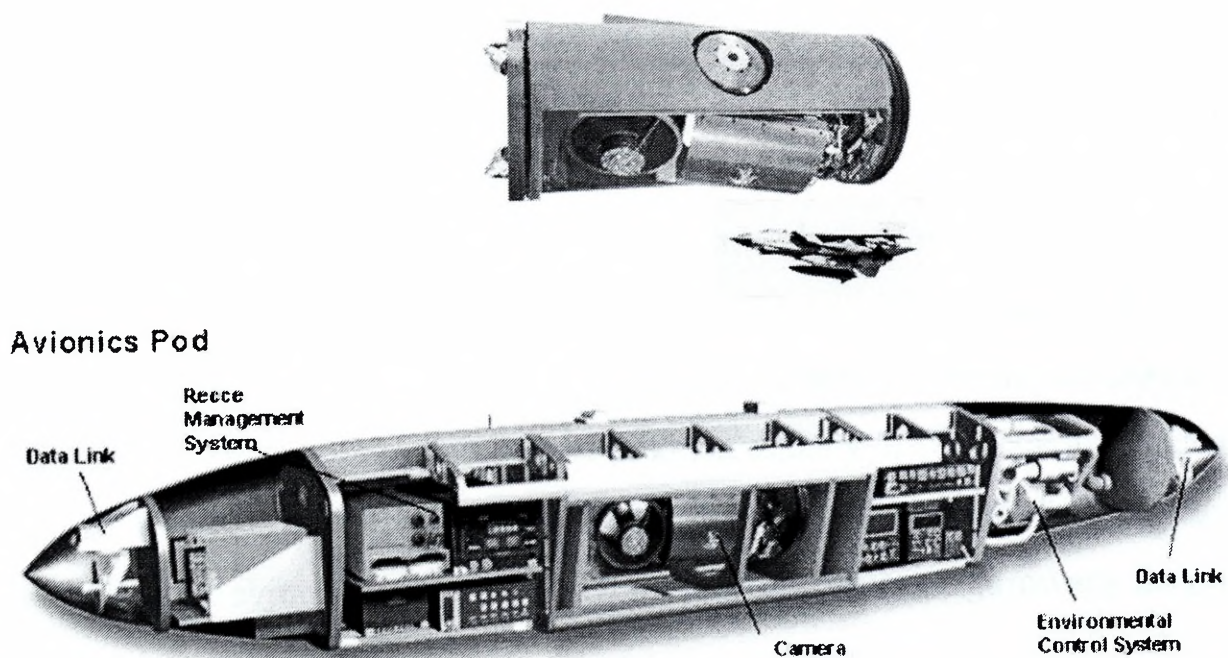
Rysującą się tendencją w zakresie rozpoznania optoelektronicznego jest wykorzystywanie urządzeń laserowych. Jedną z najbardziej obiecujących pod tym względem technologii są LIDARY (*Light Detection And Ranging*) stanowiące lase-

³⁵W. Marud, R. Morchal, Wykorzystanie termowizji w działaniach bojowych lotnictwa, AON Warszawa 2001, s. 30.

rowe odpowiedniki stacji radiolokacyjnych, w których fala radiowa zastąpiona zostanie promieniami laserowymi o zmiennej częstotliwości pracy. Jako zalety tych urządzeń w stosunku do stacji radiolokacyjnych wymienia się mniejsze rozmiary i mniejszą masę, większą odporność na zakłócenia. Wadą tych urządzeń mogą być natomiast znacznie mniejsze zasięgi wykrycia celu niż za pomocą stacji radiolokacyjnych oraz silna zależność tych zasięgów od warunków atmosferycznych. Użycie urządzeń lidarowych może w niedalekiej przyszłości pozwolić na tworzenie trójwymiarowych map terenu, która w połączeniu z wynikami rozpoznania obrazowego uzyskanymi np. z urządzeń optycznych i termowizyjnych umożliwi dokładne rozpoznanie terenu i określenie znajdujących się tam sił i środków. Możliwe stanie się także wykrycie środków walki skonstruowanych w oparciu o technikę obniżonej wykrywalności takich jak samoloty, śmigłowce, pojazdy gąsienicowe oraz kołowe.

Każde z prezentowanych wyżej urządzeń rozpoznania optoelektronicznego wyróżnia się spośród innych swoistymi zaletami, ale posiada też pewne wady. Dlatego z reguły są one wykorzystywane kompleksowo w jednym samolocie lub zasobniku rozpoznawczym.

Przykładem takiego rozwiązania jest zasobnik DB-110/RAPTOR podwieszany pod samoloty Tornado SP RFN, który posiada kamerę telewizyjną światła szczałkowego z wykorzystaniem techniki CCD do prowadzenia rozpoznania w zakresie pasma widzialnego oraz kamerę termowizyjną pracującą w paśmie 3-5 μ m.



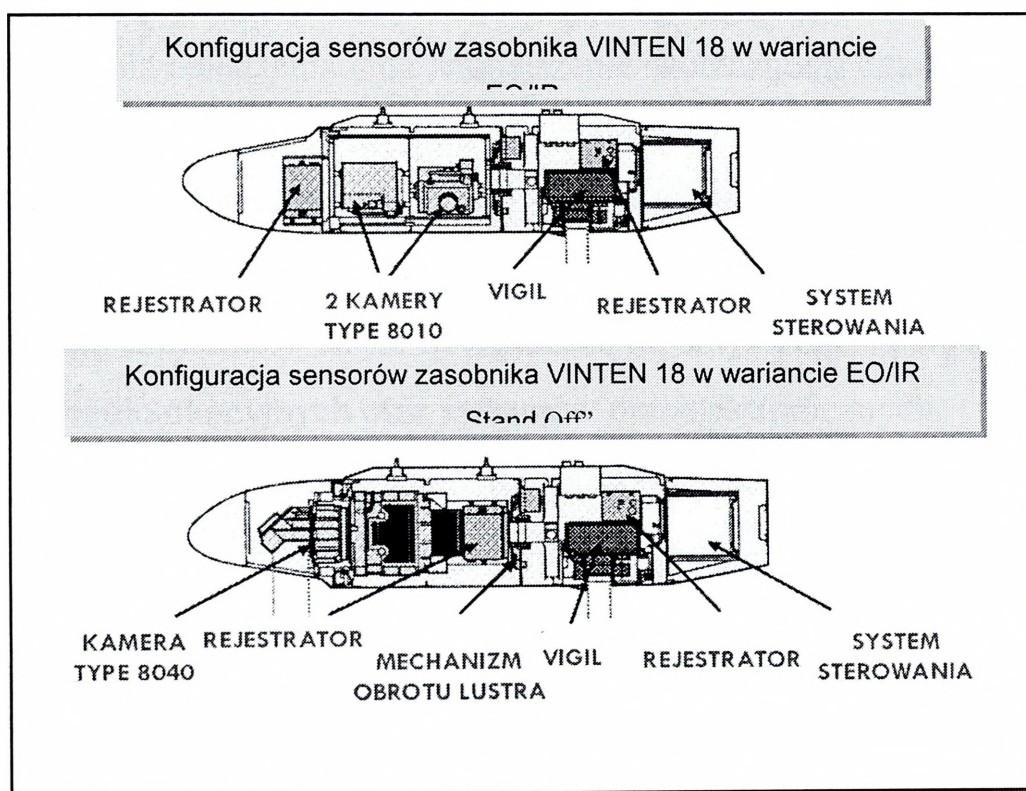
Zasobnik DB-110/RAPTOR

(źródło: <http://www.oss.goodrich.com/DB110RAPTOR.shtml>)

Obie kamery wykorzystują te same tory optyczne - stabilizowany teleskop dalekiego zasięgu i panoramiczny układ do prowadzenia rozpoznania z małych i bardzo małych wysokości

Zasobnik ten przewidziany jest również do wprowadzenia na wyposażenie polskich sił powietrznych w perspektywie czasowej 3-4 lat.

W nowszych rozwiązaniach przewiduje się umieszczanie w zasobnikach rozpoznawczych elektrooptycznych aparatów fotograficznych wspólnie z jednym ze skanerów, najczęściej termalnym, ale czasami również z laserowym. W takiej konfiguracji możliwe będzie zbieranie w podczas jednej misji rozpoznawczej danych w dwóch zakresach: światła widzialnego oraz dalekiej podczerwieni 8-14 μ .



Zasobnik rozpoznawczy typu Vicon 18 w dwóch wariantach konfiguracyjnych

Ponadto, zakłada się możliwość wariantowania wyposażenia rozpoznawczego takich zasobników, wykorzystując przy tym ich modułową konstrukcję, która umożliwi zastąpienie części wyposażenia innym, odpowiednim do warunków lotu, charakteru obiektu czy też charakteru i zakresu żądanych informacji. Przykładem takiego rozwiązania może być najnowszy zasobnik typu Vinten 18. W zależności od sytuacji operacyjno taktycznej i potrzeb może być on konfigurowany do prowa-

dzenia rozpoznania z dużych wysokości i odległości typu Stand off lub z małych i średnich wysokości³⁶.

3.3. Systemy zakłócania elektronicznego polskich sił powietrznych

Lotnictwo taktyczne w czasie wykonywania zadań bojowych zapewnia sobie osłonę radioelektroniczną poprzez wykorzystanie specjalnych samolotów walki elektronicznej, rozmieszczonych w strefach nad własnym terytorium lub znajdujących się w ugrupowaniu bojowym lotnictwa, a także poprzez stosowanie indywidualnych środków walki elektronicznej zamieszczonych najczęściej w podwieszanych pod samolotami zasobnikach. Celem tej osłony jest uniemożliwienie przeciwnikowi ich wykrywania i śledzenia oraz zmniejszenie skuteczności działania jego systemów OP.

Lotnictwo taktyczne Sił Powietrznych RP dysponuje obecnie jedynie indywidualnymi środkami zakłócania radioelektronicznego. Są to urządzenia będące na wyposażeniu samolotów Su-22 M4, służące do aktywnego i pasywnego zakłócania systemów radiolokacyjnych oraz systemów optoelektronicznych.

W skład środków zakłócania radioelektronicznego samolotu Su-22M4 wchodzi:

- stacja zakłóceń radiolokacyjnych - SPS-141MWG-E;
- urządzenie KDS-23 z nabojami przeciwradiolokacyjnymi PPR-50 lub przeciwrakietowymi termicznymi imitatorami celu PPI-50-1;
- urządzenie ASO-2W z nabojami przeciwradiolokacyjnymi PPR-26 lub przeciwrakietowymi termicznymi imitatorami celu PPI-26-1;
- pociski z dipolami przeciwradiolokacyjnymi S-5P-1, PRŁ-NR-30 i PRŁ-AM-GSz-23 wyrzucane z uzbrojenia artyleryjskiego samolotu.

Stacja zakłóceń aktywnych SPS-141MWG-E przeznaczona jest do zakłócania urządzeń radiolokacyjnych służących do kierowania uzbrojeniem systemów OP przeciwnika, takich jak: stacje radiolokacyjne, stacje śledzenia (podświetlania) celu ze składu przeciwlotniczej artylerii raketowej lub lufowej, pokładowe stacje radio-

³⁶ S. Zajac, Z. Groszek, J. Karpowicz, S. Szulc, Studium przyszłości sił powietrznych - cz.II, System rozpoznania i walki elektronicznej sił powietrznych 2025, AON, Warszawa 2004r, s. 119

lokacyjne lotnictwa myśliwskiego, czy odbiorniki pocisku raketowego raketowych zestawów przeciwlotniczych.

Stacja SPS-141MWG-E pracuje w zakresie częstotliwości od 8,33 do 10,345 GHz (2,9 - 3,6 cm). Warunkiem emisji zakłóceń jest śledzenie samolotu przez zakłócaną stację radiolokacyjną. Stacje radiolokacyjne opromieniowujące samolot okresowo nie powodują wypracowania sygnału zakłócającego, ponieważ stacja pracuje na zasadzie retranslatora - odbiera sygnały stacji radiolokacyjnych opromieniowujące samolot, które następnie moduluje zakłóceniami, wzmacnia i wypromieniowuje w przednią lub tylną półsferę³⁷.

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

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

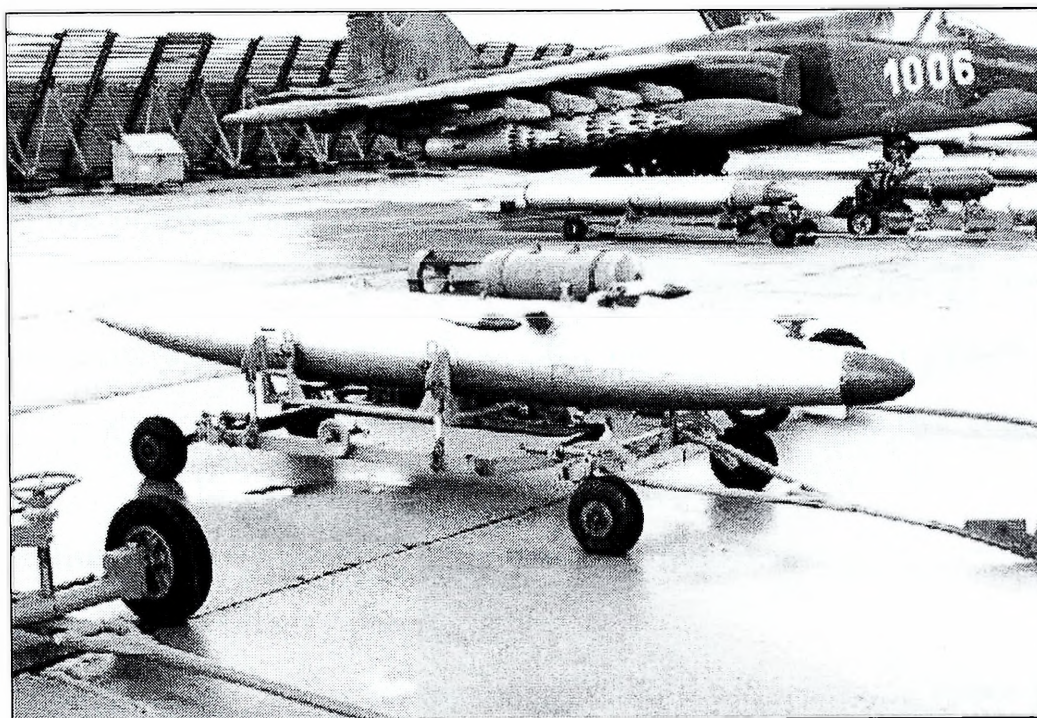
Zestaw zakłóceń „B” służy do zakłócania środków radioelektronicznych pracujących na fali ciągłej. Stacja zakłóca kanał śledzenia w prędkości i we współrzędnych kątowych.

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 przecelowania 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.

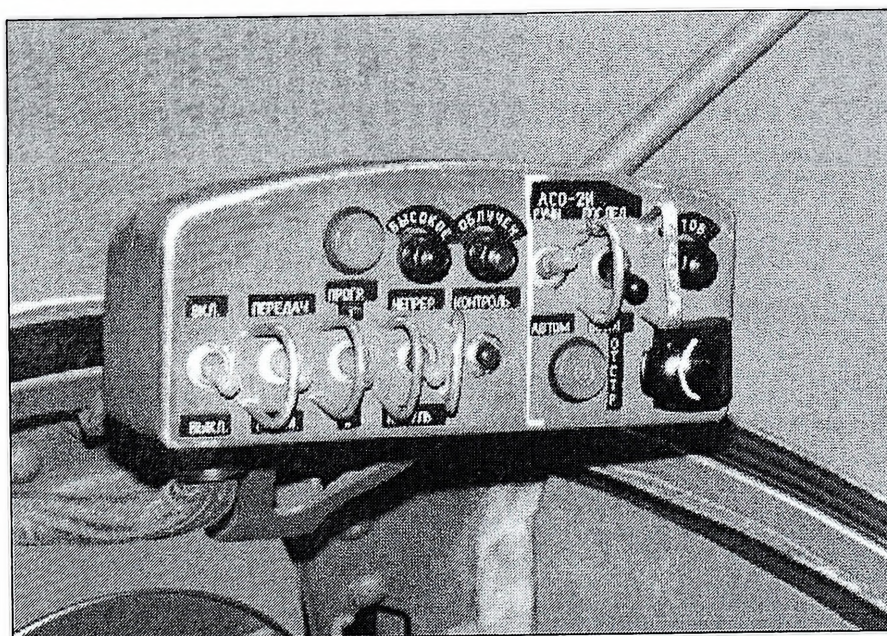
³⁷ Z. Mordarski, Środki rozpoznania i obezwładniania radioelektronicznego sił powietrznych, AON, Warszawa 1997, s.43.



Stacja SPS-141MWG-E

(źródło: <http://www.ciromodels.com/SPS-141en.htm>)

Wadą stacji SPS-141MWG-E jest ograniczony zakres częstotliwości pracy. Stacja zapewnia zakłócenia tylko w paśmie 3 cm. Do wad stacji należy zaliczyć również to, że urządzenia sterujące znajdują się nie tylko w kabinie pilota, ale również w zasobniku, co ogranicza strukturę 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.



Panel sterowania stacji SPS-141MWG-E

(źródło: <http://www.ciromodels.com/SPS-141en.htm>)

Stacja SPS-141MWG-E nie współpracuje ze stacją ostrzegania i jest ręcznie sterowana przez pilota. Stacja SPS-141MWG-E jest rozmieszczona w zasobniku, który może być podwieszany pod skrzydłem samolotu.

Urządzenie zakłóceń pasywnych KDS-23 przeznaczone jest do wystrzeliwania naboji przeciwradiolokacyjnych PPR-50 i naboji termicznych PPI-50-1. Składa się z aparatury sterowania i dwóch kaset, z których każda może być załadowywana sześcioma nabojami PPI lub PPR w dowolnym stosunku. Z urządzenia KDS mogą być wystrzeliwane salwami po 2, 3 lub 6 naboji lub serią z odstępami czasowymi 0,05, 0,1, 0,5 sekundy między parami naboji.

Urządzenie ASO-2W przeznaczone jest do wystrzeliwania naboji przeciwradiolokacyjnych PPR-26 i naboji termicznych PPI-26-1. Składa się z aparatury sterowania i ośmiu zdejmowanych kaset, z których każdą można załadować 32 nabojami. Naboje można odpalać seriami salw po cztery naboje, z przerwą dwóch lub sześciu sekund³⁸.

Naboje wykorzystywane w urządzeniach KDS-23 i ASO-2W różnią się kalibrem, co powoduje różnicę w uzyskanym efekcie. Aktualnie wykorzystuje się dziewięć typów naboji przeciwradiolokacyjnych pokrywających zakres częstotliwości 2,125 - 13,63 GHz (2,2 - 14,1 cm). Urządzenia KDS-23 i ASO-2W są na stałe wbudowane w płatowiec samolotu.

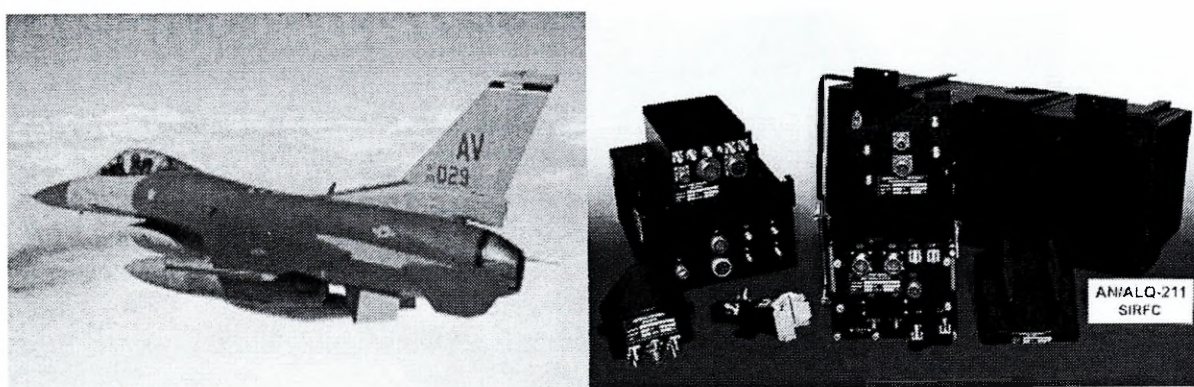
Naboje PPR i PPI zapewniają skuteczne mylenie stacji radiolokacyjnych i środków naprowadzanych na podczerwień.

W samolocie Su-22 M4 do wystrzeliwania pocisków z dipolami przeciwradiolokacyjnymi wykorzystywane jest uzbrojenie artyleryjskie. 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. Efekty uzyskane przez pociski zależą 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.

³⁸ Tamże, s. 45.

Pociski S-5P-1 i PRŁ-NR-30 zawierają dipole zakłócające stacje radiolokacyjne pracujące w zakresie 3, 6 i 10 cm, a PRŁ-AM-GSz-23 tylko w zakresie 3 cm. Wykorzystuje się je przede wszystkim wtedy, gdy ilość środków WRE zabieranych w urządzeniach autonomicznych ASO-2W i KDS-23 jest niewystarczająca.

Samoloty F-16C/D Blok-52, które mają wejść na uzbrojenie Sił Powietrznych RP do 2008 roku będą prawdopodobnie wyposażone w stację aktywnych zakłóceń elektronicznych AN/ALQ-211, która może zakłócać stacje radiolokacyjne pracujące w paśmie od E do J.



Stacja AN/ALQ-211

(źródło: <http://www.defence.gov.au/dmo/esd/air5406/air5406.cfm>)

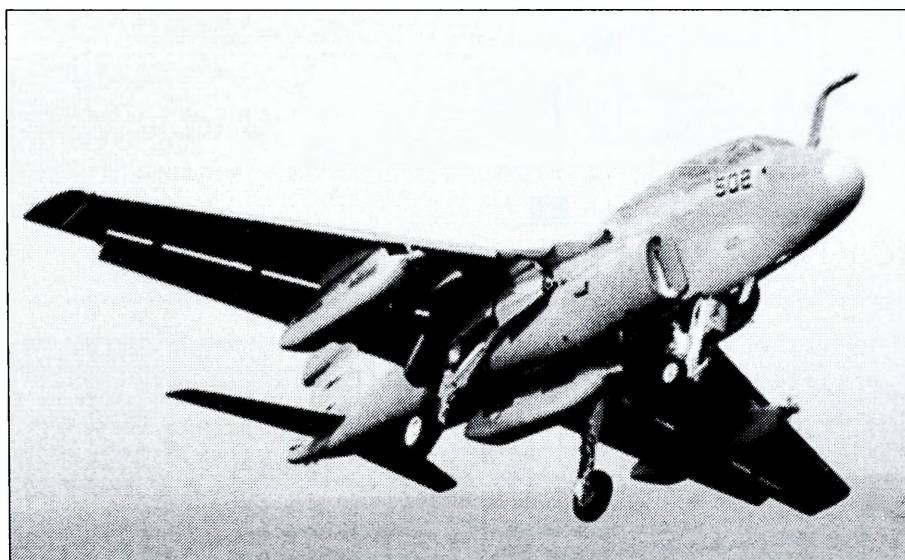
Stacja AN/ALQ-211 będzie miała możliwość zakłócania stacji radiolokacyjnych, jakie będą w wyposażeniu systemów OP do 2025 roku. Stacja ta będzie mogła koordynować użycie stacji zakłóceń pasywnych AN/ALE-47 (wyrzutni pocisków przeciwradiolokacyjnych i termicznych). Bardziej szczegółowe dane stacji AN/ALE-47 zamieszczone są w podrozdziale 3.4.

3.4. Wybrane współczesne systemy zakłócania elektronicznego sił powietrznych NATO

W siłach powietrznych państw NATO podstawowymi środkami zakłócania elektronicznego są wyspecjalizowane samoloty walki elektronicznej (np. EC-130E/H i EA-6B) wyposażone w urządzenia zakłócające i mylące, pracujące w bardzo szerokim paśmie częstotliwości fal elektromagnetycznych oraz urządzenia zakłócania elektronicznego (aktywne i pasywne) wchodzące w skład systemów indywidualnej obrony samolotów bojowych i transportowych.

Samoloty walki elektronicznej

EA-6B Prowler jest samolotem walki radioelektronicznej bazującym głównie na lotniskowcach. Jego podstawowym urządzeniem zakłócającym jest system AN/ALQ-99 obsługiwany przez dwóch członków załogi, którzy pełnią funkcje operatorów tego systemu.



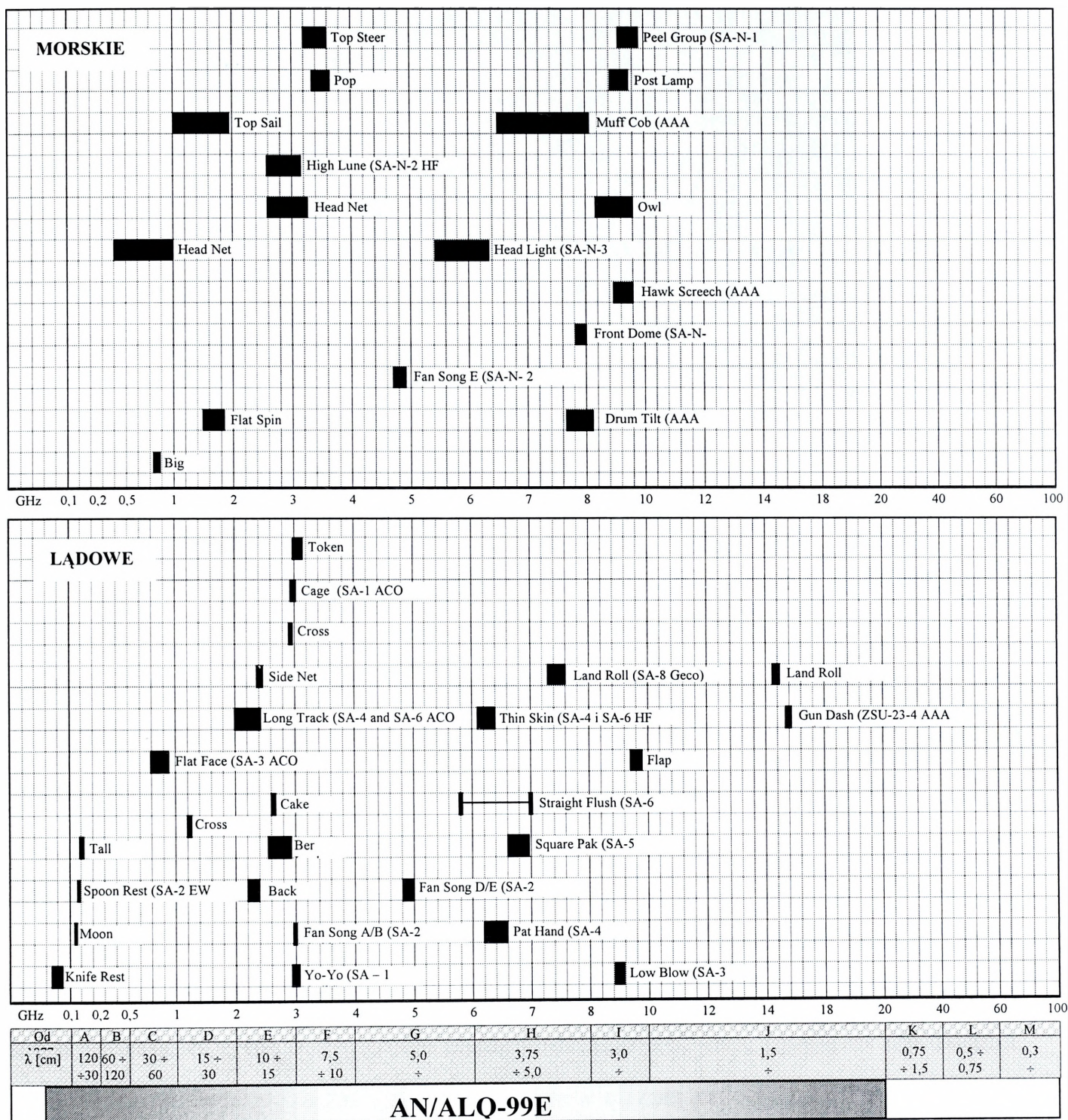
EA-6B Prowler

(źródło: http://www.fas.org/irp/program/collect/ea-6b_prowler.htm)

Operatorzy są odpowiedzialni za wykrycie celów, przydzielanie, nastrajanie i monitorowanie urządzeń zakłócających. Ponadto, jeden z operatorów zajmuje się komunikacją, nawigacją, zakłócaniem i wystrzeliwaniem pasków folii w ramach indywidualnej obrony samolotu.

System zakłóceń radioelektronicznych AN/ALQ-99F zamontowany jest w pięciu samodzielnych zasobnikach wyposażonych we własne zasilanie, w których łącznie znajduje się 10 urządzeń zakłócających pracujących w paśmie od 0,1 do 20 GHz. Każdy z zasobników pokrywa jeden z siedmiu zakresów częstotliwości. Odbiorniki ESM zamontowane są na stałe w zasobnikach na szczycie statecznika pionowego. Napływające sygnały są obrabiane przez komputer AN/AYK-12, a następnie zakłócają przez załogę bądź automatycznie przez system wspomaganie AN/TSQ-142.

Samolot ma możliwość podwieszania rakiet przeciwradiolokacyjnych AGM-88A HARM i / lub zasobników zakłócających AN/ALQ-99 TJS na czterech węzłach podskrzydłowych (na sześciu w wersji ADVCAP).



Zakres pracy AN/ALQ-99E³⁹

Samolot rozpoznania i walki elektronicznej EC - 130E Commando Solo przeznaczony jest do emitowania sygnałów zakłócająco-mylących na cywilnych pasmach radiowych AM, FM, HF i telewizyjnych, oraz na częstotliwościach wojskowych, a także emitowania audycji propagandowych, wzywających do poddania się lub obniżających morale żołnierzy i cywilów.

Samolot posiada również możliwości skanowania aktywności elektronicznej (transmisji) przeciwnika, skutecznego ich zakłócania i manipulowania nimi. W limitowanym zakresie może też spełniać zadania wywiadowcze.

³⁹ Zajas, Z. Groszek, J. Karpowicz, S. Szulc, Studium przyszłości sił powietrznych - cz.II, System rozpoznania i walki elektronicznej sił powietrznych 2025, AON, Warszawa 2004r, s. 161



Samolot walki elektronicznej EC-130E/H

(źródło: <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/ac/ec-130-00000002.jpg>)

EC - 130E *Commando Solo* ma zasięg około 2800 mil morskich bez tankowania. Standardową misją jest przelot z maksymalną prędkością, po zadanej trasie, na maksymalnej wysokości umożliwiającej odbieranie lub nadawanie transmisji. Udoskonaleniem *Commando Solo* jest EC - 130E *Rivet Rider*, który posiada większe możliwości samoobrony i może nadawać programy propagandowe (również TV w kolorze) na większym zasięgu, co jest możliwe m.in. dzięki wiszącej antenie holowanej.

Samolot EC - 130H *Compass Call* służy także do zakłócania wszelkiego rodzaju transmisji przeciwnika, a nawet uszkodzania nadajników, w celu przygotowania pola walki pod mające wkrótce nastąpić działania bojowe i podczas ich trwania. Samolot może latać poza zasięgiem obrony powietrznej przeciwnika i z bezpiecznej odległości lokalizować i zakłócać emisję radiową ośrodków dowodzenia przeciwnika w ważnych okresach operacji. Wyposażenie elektroniczne samolotów *Compass Call* określa się kodową nazwą *Rivet Fire*. Samolot może wspomagać własne rozpoznanie dzięki danym z samolotów systemu AWACS, EC - 130E ABCCC, RC - 135, satelitów lub samolotów szpiegowskich.

Samoloty EC - 130E/H są poddawane kolejnym modyfikacjom zaplanowanym na wiele lat i określanym jako Block 20, 25 i 30. Modyfikacje te obejmują usprawnienie urządzeń zakłócających, urządzeń do tankowania w powietrzu, systemów nawigacyjnych i komunikacyjnych.

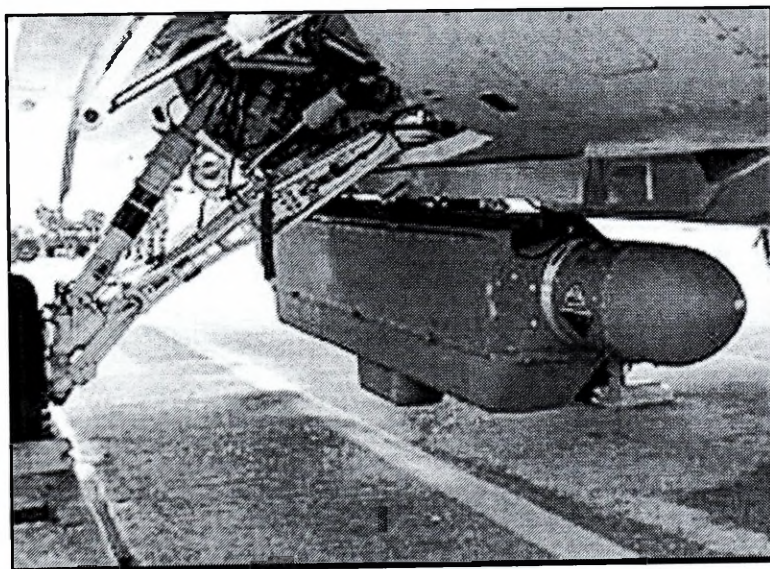
Załogę samolotu stanowią cztery osoby. Podczas misji na pokładzie pracuje łącznie 13 osób, z czego 9 zajmuje się obsługą wyposażenia elektronicznego.

Systemy zakłóceń elektronicznych samolotów lotnictwa taktycznego

Systemy obrony samolotów lotnictwa taktycznego posiadają strukturę wielomodułową. Podstawowymi elementami każdego systemu są odbiorniki różnego rodzaju emisji pochodzących z urządzeń sterujących pociskami raketowymi kierowanymi radiolokacyjnie, laserowo lub w podczerwieni oraz urządzenia zakłócania elektronicznego – aktywne i pasywne. Nowoczesne urządzenia odbiorcze potrafią określić rodzaj emisji, porównać ją z bazą danych rozpoznawczych i ustalić dokładnie rodzaj pocisku, kierunek ataku, a nawet wskazać optymalny sposób przeciwdziałania (reakcji). Przeciwdziałanie może być zainicjowane i uruchomione automatycznie lub za akceptacją załogi poprzez użycie aktywnych i pasywnych urządzeń zakłócania elektronicznego, które zostaną scharakteryzowane niżej.

System zakłócania Northrop Grumman AN/ALQ-131 przenoszony jest przez samoloty F-16, F-111, A-10, F-4, F-15, F-5 oraz C-130. Ten zasobnik może skutecznie zakłócać jednocześnie trzy źródła opromieniowania (zarówno radary typu Continuous Wave, jak i Pulse Doppler) na pięciu różnych pasmach. Zaleca się, by stosować go podczas każdej misji bojowej. System może pracować w trybie ręcznym lub częściowo automatycznym⁴⁰.

Długość zasobnika: 2.83 m. Masa zasobnika: 260 - 324 kg



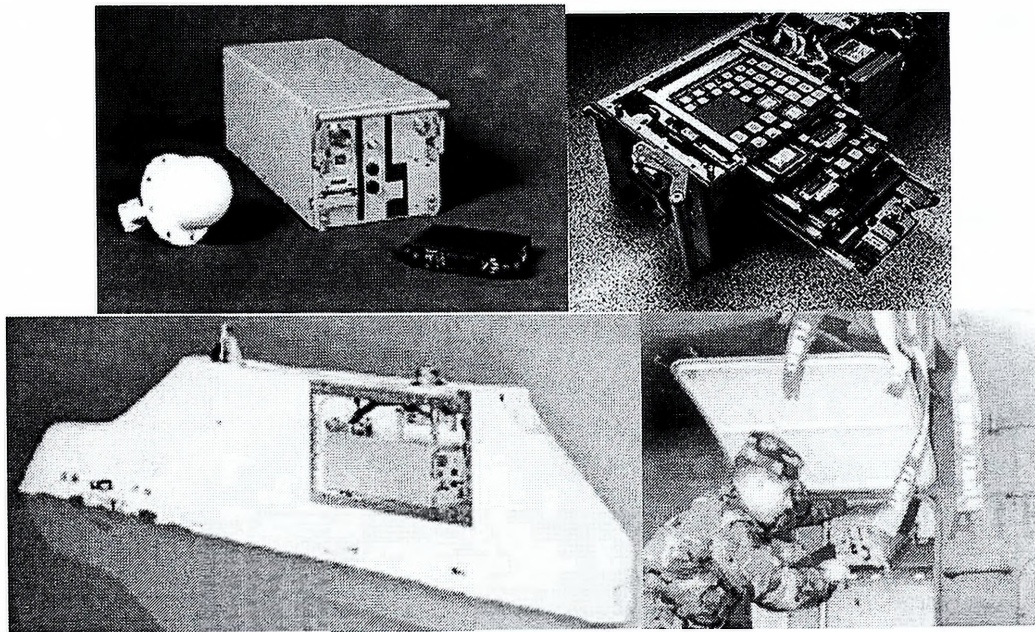
Zasobnik AN/ALQ-131

(źródło: <http://www.dsd.es.northropgrumman.com/rf/ANALQ131.html>)

Podobne przeznaczenie i możliwości ma system AN/ALQ-162(V). Może on zakłócać stacje radiolokacyjne pracujące na fali ciągłej (Continuous Wave) oraz impulsowo (Pulse Doppler). Jest urządzeniem gabarytowo małym, waży zaledwie 18

⁴⁰ Tamże, s. 164.

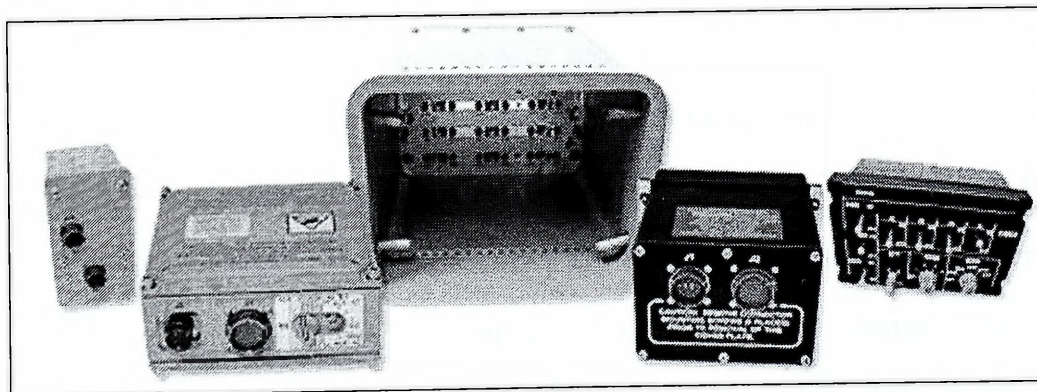
kg. Może być zamontowany wewnątrz samolotu lub w zasobniku. Może współpracować z innymi urządzeniami walki elektronicznej takimi jak odbiorniki ostrzegawcze o opromieniowaniu samolotu wiązką radarową, czy nadajniki zakłóceń impulsowych. Modułowa budowa systemu pozwala na szybką zmianę jego konfiguracji. Zaletą wbudowanego systemu jest fakt, że nie zajmuje on węzłów podwieszeń i dzięki temu samolot może przenosić dodatkowe zbiorniki paliwa⁴¹.



Stacja AN/ALQ-162

(źródło: <http://www.dsd.es.northropgrumman.com/DSD-Brochures/rf/ALQ162.pdf>)

Urządzenie AN/ALE-47 to integralny wyrzutnik pułapek termicznych i dipoli przeciwradiolokacyjnych. Jest systemem zautomatyzowanym. Załoga samolotu nie musi odwracać uwagi od walki, gdyż środki zakłócające zostaną automatycznie odpalone w najdogodniejszym momencie. Istnieje również możliwość ręcznego odpalania środków zakłócających przez załogę samolotu. W każdym zasobniku mieści się 15 pułapek cieplnych lub 30 dipoli zakłócających prace stacji radiolokacyjnych. F-16C/D-50 ma wbudowane 4 takie zasobniki. Ich masa wynosi: 280 kg. Wymiary (mm): 570x550x1960.

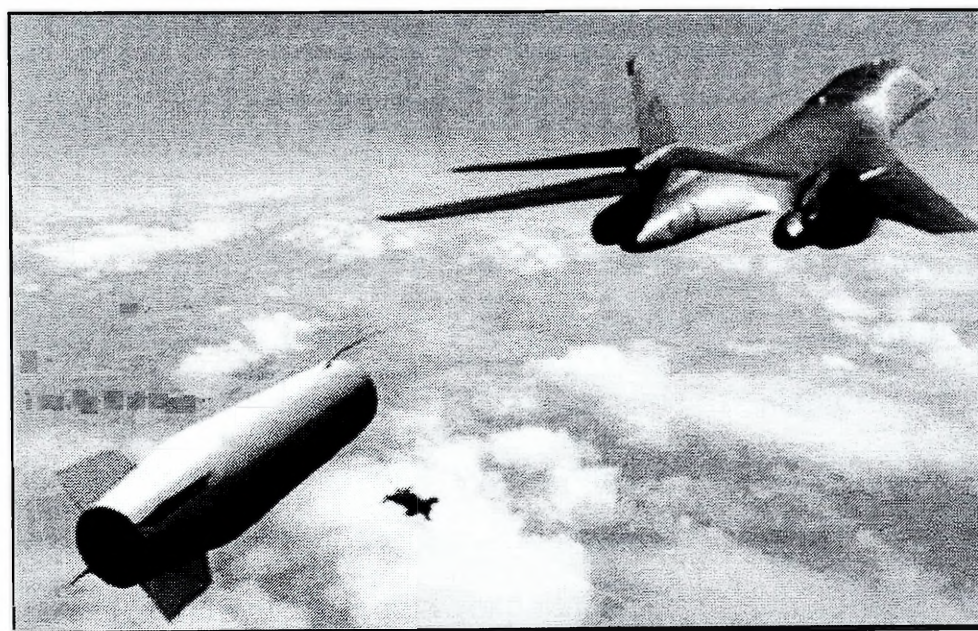


Urządzenie zakłócająco-mylące AN/ALE-47

(źródło: <http://www.symetrics.com/products/anale47.htm>)

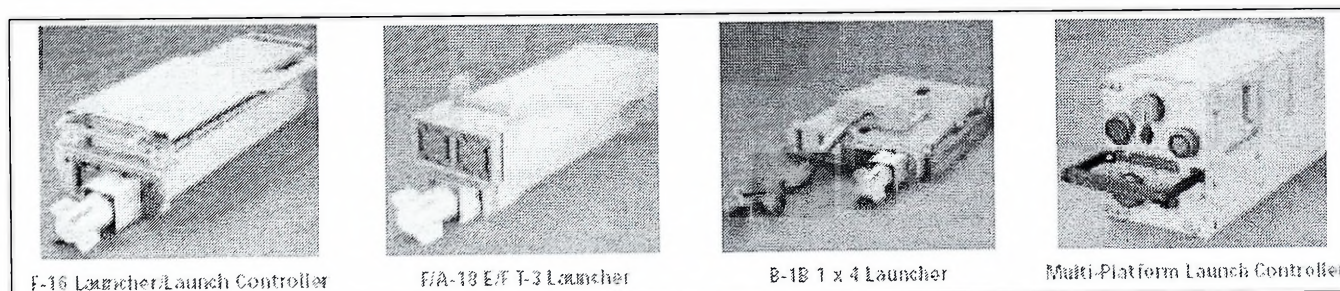
⁴¹ Przytoczono na podstawie: <http://www.dsd.es.northropgrumman.com/DSD-Brochures/rf/ALQ162.pdf>

AN/ALE-50 AAED (*Advanced Airborne Expendable Decoy*) jest holowanym wabikiem używanym na samolotach F-16C/D, F-18E/F i B-1B. Jego użycie znacznie zwiększa szansę przetrwania samolotu nad polem walki. Może on być sterowany ręcznie lub automatycznie (integracja z systemem AN/ALE-47 lub AN/ALQ-211(v)4). Przed lądowaniem wabik zostaje odrzucony przez odcięcie kabla łączącego z nosicielem.



B-1B holujący AN/ALE-50

(źródło: <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/ac/equip/an-ale-50.htm>)



F-16 Launcher/Launch Controller

F/A-18 E/F T-3 Launcher

B-1B 1 x 4 Launcher

Multi-Platform Launch Controller

Wyrzutnie wabika AN/ALE-50 dla różnych typów samolotów

(źródło:

http://www.raytheon.com/products/stellent/groups/public/documents/legacy_site/cms01_030160.pdf)

Obecnie, najbardziej zaawansowany technologicznie system samoobrony samolotu bojowego jest system *Spektra* samolotu Rafale. *Spektra* jest w pełni zintegrowanym, całkowicie zautomatyzowanym systemem, a jego zaletą jest przede wszystkim zaawansowany, wielospektralny układ ostrzegania o zagrożeniach. System ten ostrzega załogę samolotu o zbliżaniu się rakiet sterowanych radiolokacyjnie, laserowo lub termicznie. System *Spektra* automatycznie steruje pracą czterech wyrzutników flar/dipoli, umieszczonych na grzbiecie kadłuba oraz pracą zasobnika zakłóceń aktywnych. Do zintegrowania całości systemu służy komputer. Kombina-

cja optymalnego manewru oraz automatycznego użycia pasywnych i aktywnych środków przeciwdziałania daje *Rafale* niespotykane możliwości przetrwania na polu walki.

3.5 Kierunki rozwoju powietrznych systemów walki elektronicznej sił powietrznych

W perspektywie najbliższych lat wykorzystanie powietrznych systemów rozpoznania elektronicznego SP na potrzeby dowództw szczebla strategicznego i operacyjnego będzie prawdopodobnie prowadzone przede wszystkim przez wysoce wyspecjalizowane samoloty rozpoznania elektronicznego zabudowane na dużych samolotach transportowych lub pasażerskich. Dzięki temu zapewniony będzie duży ładunek użyteczny i powierzchnia do rozmieszczenia urządzeń rozpoznawczych na pokładzie samolotów oraz optymalne charakterystyki przestrzenno - czasowe prowadzonego rozpoznania. Przenoszone przez wyspecjalizowane samoloty rozpoznania elektronicznego techniczne środki rozpoznania będą umożliwiały realizację zadań bez konieczności wykonywania lotu w przestrzeni powietrznej kontrolowanej przez przeciwnika lub potencjalnie wrogiego państwa. Systemy rozpoznawcze wyspecjalizowanych samolotów rozpoznania elektronicznego cechować się będą zdolnością realizacji rozpoznania w szerokim spektrum częstotliwości radiowych i radiolokacyjnych, dużą dokładnością określania położenia źródeł promieniowania elektromagnetycznego oraz wysoka odpornością na zakłócenia.

Wyraźnie zarysowuje się też trend włączania wyspecjalizowanych samolotów rozpoznania elektronicznego w globalna sieć rozpoznania i dowodzenia. Dąży się do implementacji wspólnych standardów technicznych, proceduralnych i doktrynalnych zapewniających współdziałanie w czasie niemal rzeczywistym z sensorami bazowania lądowego, powietrznego i kosmicznego. Docelowo ma być możliwe wykorzystywanie przez samoloty rozpoznania elektronicznego klasy RC-135 *Rivet Joint* czy MC2A pierwotnej informacji z sensorów umieszczonych na innych statkach powietrznych (załogowych i bezzałogowych), platformach morskich i lądowych. Standardem będzie prawdopodobnie obróbka na pokładzie samolotów rozpoznania elektronicznego danych rozpoznawczych, co pozwolić będzie na dostarczanie odbiorcom przetworzonej syntetycznej informacji uwzględniającej dane z

banków informacji na pokładach samolotów rozpoznawczych. Dzięki szerokopasmowym łączom danych pracującym w sieci łączności taktycznej (UKF) przetworzone dane rozpoznawcze będą w coraz szerszym zakresie przesyłane w czasie niemal rzeczywistym do wyspecjalizowanych sił obezwładniania systemu OP przeciwnika oraz walki elektronicznej w celu ich użycia i wstępnego określenia obszarów działania. Wykorzystanie szerokopasmowych łącz transmisji danych pracujących w systemie łączności satelitarnej będzie docelowo zabezpieczać korzystanie w czasie niemal rzeczywistym z baz danych dowództw i wyspecjalizowanych agencji rozpoznania.

W długofalowych planach rozwoju systemów rozpoznania elektronicznego szczebla operacyjnego przewiduje się łączenie na pokładzie jednego statku powietrznego funkcji rozpoznania, dowodzenia i aktywnego przeciwdziałania elektronicznego. Aby uniknąć wzajemnych interferencji systemów rozpoznania i zakłóceń elektronicznych przewiduje się stosowanie rozwiązań multistatycznych. Analiza danych odbywać się będzie na pokładzie samolotu rozpoznania elektronicznego, natomiast odbiór sygnałów poprzez sieć informacyjną z odbiorników rozmieszczonych na innych statkach powietrznych. Korelacja w czasie niemal rzeczywistym danych z kilku rozmieszczonych w znacznej odległości od siebie i w zróżnicowanym położeniu w stosunku do rozpoznawanych źródeł emisji elektromagnetycznej platform, zapewniać ma dużo bardziej precyzyjne określanie położenia rozpoznawanych obiektów.

Rozpoznanie elektroniczne na potrzeby zabezpieczenia działań wyspecjalizowanych sił obezwładniania systemu OP oraz walki elektronicznej, ukierunkowane będzie na wykrywanie, określanie położenia i zabezpieczanie rażenia ogniowego bądź elektronicznego systemów przeciwlotniczych przeciwnika, w tym zestawów raketowych i artyleryjskich z naprowadzaniem radiolokacyjnym, jak również zabezpieczających je systemów dowodzenia i rozpoznania radiolokacyjnego. Głównym celem rozpoznania elektronicznego będzie pozyskanie informacji umożliwiającej zwalczanie systemów przeciwlotniczych przeciwnika stanowiących najpoważniejsze zagrożenie dla własnego lotnictwa prowadzącego działania ofensywne. Spektrum rozpoznawanych częstotliwości radiowych i radiolokacyjnych będzie ściśle powiązane z częstotliwościami wykorzystywanymi przez system obrony po-

wietrznej przeciwnika. Dokładność uzyskiwanej informacji z rozpoznania elektronicznego musi zapewnić skuteczne użycie przenoszonych przez samoloty SEAD i walki elektronicznej środków rażenia. Zasięg rozpoznania wymagany dla tej grupy środków oraz dokładność rozpoznania będzie wymagać użycia wyspecjalizowanych samolotów zoptymalizowanych do jednoczesnej realizacji zadań rozpoznawczych i ogniowych, przystosowanych do prowadzenia działań również w głębi ugrupowania bojowego przeciwnika.

Najmniej wyrafinowane systemy rozpoznania elektronicznego będą wykorzystywane w siłach powietrznych w pokładowych systemach samoobrony elektronicznej statków powietrznych. Informacje pozyskiwane przez nie będą w sposób zautomatyzowany wykorzystywane do zainicjowania przeciwdziałania lub samoobrony poprzez: użycie pułapek termicznych lub radiolokacyjnych, stosowania zakłóceń aktywnych bądź wykonania lub rekomendowania manewrów przeciwrakietowych albo przeciwartyleryjskich. Zakres częstotliwości pracy systemów rozpoznania elektronicznego będących integralną częścią systemów samoobrony elektronicznej samolotów ograniczał się będzie do częstotliwości wykorzystywanych przez podstawowe, najgroźniejsze systemy przeciwlotnicze przeciwnika. Celem rozpoznania będzie wykrycie zagrożenia poprzez porównanie emisji elektromagnetycznej z biblioteką zagrożeń oraz ustalenie kierunku zagrożenia i zainicjowanie użycia systemów samoobrony elektronicznej. Systemy rozpoznania elektronicznego tej klasy nie będą w stanie dostarczyć informacji rozpoznawczej o jakości umożliwiającej zwalczanie wykrytych zagrożeń.

Podobnie jak w stosunku do wyspecjalizowanych samolotów rozpoznania elektronicznego są widoczne trendy rozwojowe systemów rozpoznania elektronicznego wyspecjalizowanych sił SEAD i WE. Głównym celem użycia systemów rozpoznania elektronicznego pozostanie prawdopodobnie zdobywanie informacji zabezpieczających użycie kierowanych przeciwradiolokacyjnych pocisków rakietowych oraz zakłócanie pracy środków wykrywania i kierowania ogniem. Przewiduje się również włączenie sił SEAD i walki elektronicznej we wspólną sieć z samolotami rozpoznania elektronicznego takimi jak RC-135, czy TR-1 (U-2), bezzałogowymi samolotami rozpoznawczymi powietrznymi elementami systemów dowodzenia (AWACS, FAC, ABCCC) oraz systemami radiolokacyjnego rozpoznania pola

walki i naprowadzania (JSTARS), co ma pozwalać na skuteczniejszą niż dotychczas realizację zadań.

Rozpoznanie optoelektroniczne pozostanie w przewidywalnej perspektywie czasowej najistotniejszym sposobem zdobywania informacji o terenie oraz siłach i środkach potencjalnego lub rzeczywistego przeciwnika. Dzięki właściwościom wykorzystywanych w rozpoznaniu optoelektronicznym fal elektromagnetycznych możliwe będzie uzyskiwanie obrazów o wysokiej rozdzielczość szerokiego spektrum obiektów niezbędnej do wykrywania, lokalizowania, a przede wszystkim ich automatycznej identyfikacji.

Standardem w zakresie optoelektronicznego wyposażenia rozpoznawczego stanie się w perspektywie najbliższych lat wykorzystywanie techniki cyfrowej w procesie zbierania danych rozpoznawczych.

Najbardziej perspektywiczną techniką rozpoznawczą w zakresie rozpoznania optoelektronicznego będą: elektrooptyczne aparaty fotograficzne i kamery telewizyjne pracujące w zakresie światła widzialnego i bliskiej podczerwieni, kamery i skanery termalne pracujące w zakresie średniej i dalekiej podczerwieni oraz urządzenia laserowe. Wyposażenie optoelektroniczne perspektywicznych załogowych i bezzałogowych samolotów rozpoznawczych umożliwić będzie najczęściej uzyskanie obrazu danego obiektu zarówno w jednym (np. ultrafiolet, światło widzialne) jak i w dwóch (np. światło widzialne/podczerwień) różnych pasmach spektrum elektromagnetycznego. Technika laserowa umożliwi natomiast tworzenia trójwymiarowych obrazów pola walki oraz znajdujących się tam środków walki. Dzięki temu możliwe będzie zoptymalizowanie procesu analizy obszaru działań bojowych oraz obiektów uderzeń a w konsekwencji zoptymalizowanie sposobu wykonania misji uderzeniowej⁴².

W przyszłości można spodziewać się również integracji omawianych urządzeń w jedno wielowidmowe urządzenie rozpoznawcze, które przez swoją wysoką rozdzielczość, czułość oraz rozszerzony zakres widma znacznie zwiększy możliwości rozpoznawcze. W tym kontekście przełomem w zakresie rozpoznania optoelektronicznego w SP będzie z pewnością wprowadzenie na wyposażenie sił po-

⁴² S. Zajas, Z. Groszek, J. Karpowicz, S. Szulc, Studium przyszłości sił powietrznych - cz.II, System rozpoznania i walki elektronicznej sił powietrznych 2025, AON, Warszawa 2004r, s. 122-126.

wietrznych urządzeń rozpoznawczych umożliwiającą uzyskanie multispektralnego zobrazowania pożądanego rejonu lub obiektu. Taki sposób uzyskiwania obrazu pozwoli zwiększyć w zasadniczy sposób wiarygodność informacji rozpoznawczej, zmniejszyć możliwości maskowania, znacznie utrudnić dezinformację ze strony przeciwnika oraz w jeszcze większym stopniu uniezależnić prowadzenie rozpoznania od warunków atmosferycznych i pory doby.

W dziedzinie walki elektronicznej największy postęp nastąpił w rozwoju pokładowych systemów obrony samolotów bojowych i pomocniczych. Było to spowodowane koniecznością zabezpieczenia głównie samolotów transportowych wykonujących zadania przewozowe nad obszarami operacji reagowania kryzysowego, w warunkach podwyższonego zagrożenia atakiem raketowym lub artyleryjskim.

W powietrznych systemach obrony indywidualnej prace badawcze i wdrożeniowe dotyczą rozwijania technologii identyfikacji zagrożeń w pełnym zakresie emisji elektromagnetycznej, podczerwieni oraz promieniowania laserowego. Kierunki rozwoju systemów przeciwdziałania elektronicznego obejmują szerokopasmowe systemy analizy i przeciwdziałania poprzez emisje różnego rodzaju zakłóceń, mylenie stacji radiolokacyjnych i uniemożliwianie trafienia kierowanym lub samonaprowadzającym się pociskiem raketowym poprzez wystrzeliwanie lub uwalnianie efektywnych pułapek i wabików oraz manewrowanie.

W dziedzinie wyspecjalizowanych samolotów rozpoznawczych i walki elektronicznej nie są ujawniane nowe technologie i można postawić tezę, iż od kilku lat występuje poszukiwanie nowych rozwiązań lub koncepcji systemowych. Jedną z nich jest idea łączenia na jednej platformie kilku, dotychczas usytuowanych oddzielnie podsystemów. Inne założenia przewidują szerokie użycie do walki elektronicznej samolotów bezzałogowych, które posiadałyby sensory ELINT oraz nadajniki zakłóceń albo raketowe pociski samonaprowadzające się na źródła emisji elektromagnetycznej lub emisje innego rodzaju⁴³.

⁴³ Tamże, s. 171.

ZAKOŃCZENIE

Siły powietrze, realizując swoje zadania na współczesnym polu walki, wykorzystują coraz szersze spektrum widma elektromagnetycznego w realizacji procesów dowodzenia, rozpoznania i walki elektronicznej. Nowe systemy walki elektronicznej muszą sprostać nowym wyzwaniom i być zdolne do rozpoznania i przeciwdziałania w całym zakresie częstotliwości, a jednocześnie ukrywać swoją działalność przed przeciwnikiem.

Te przesłanki stanowiły podstawę przeprowadzenia badań naukowych w celu ustalenia stanu faktycznego i tendencji rozwojowych naziemnych i powietrznych systemów walki elektronicznej sił powietrznych oraz określenie na tej podstawie kierunków ich dalszego rozwoju.

Rezultaty przeprowadzonych badań, zawarte w niniejszym opracowaniu, są rozwiązaniem problemów badawczych wskazanych w rozdziale metodologicznym. Dowiodły one, że systemy walki elektronicznej w siłach powietrznych systematycznie są modernizowane i rozwijane. Trwa ciągle udoskonalanie stosowanych urządzeń i systemów oraz wprowadzenie nowych rozwiązań technologicznych. Ta prawidłowość dotyczy przede wszystkim sił powietrznych najbogatszych państw NATO. Tylko potęgi militarne (i ekonomiczne) będą w stanie budować i wdrażać w siłach powietrznych nowe systemy rozpoznania i walki elektronicznej, jako całe kompleksy. Inne państwa będą partycypować w określonym i ograniczonym zakresie w ich budowie.

Badania dowiodły również, że rozwój systemów rozpoznania i walki elektronicznej jest nierozdzielnie związany z rozwojem technologicznym i coraz szerszym zastosowaniem wyrafinowanych rozwiązań w dziedzinie informatyki oraz innych urządzeń elektronicznych o ciągle zwiększających się możliwościach.

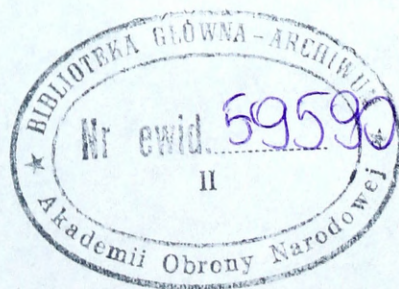
Badania porównawcze, obejmujące współczesne rozwiązania w zakresie walki elektronicznej w polskich siłach powietrznych i siłach powietrznych wybranych państw NATO wskazują na znaczne dysproporcje jakościowe ocenianych systemów i urządzeń. W Siłach Powietrznych RP znaczna część środków walki elektronicznej (głównie powietrznych systemów rozpoznania, zakłócania i samoobrony oraz naziemnych systemów zakłócania radioelektronicznego) pochodzi z lat 70. i

80. poprzedniego wieku. Ich rozwiązania techniczne nie przystają do współczesnych wymagań. Ich możliwości są bardzo ograniczone, a tym samym przydatność niewielka. Wymagają natychmiastowej modernizacji i wymiany.

WYKAZ LITERATURY

1. Airforce-technology.com, The website for the defence industries – air force, <http://www.airforce-technology.com>
2. Allied joint electronic warfare doctrine - AJP-3.6, STANAG 6018 (wyd. 1), 2001
3. Bharat Rakshak Monitor - Volume 5(1) July-August 2002, www.bharat-rakshak.com/MONITOR/ISSUE5-1/manoj.html
4. Electronic Warfare, US Air Force Doctrine Document 2-5.1, 30 July 1999
5. Electronic warfare in air operations - ATP-44 (C), STANAG 3874 (wyd. 5), 2000
6. Federation of American Scientists, <http://www.fas.org/main/home.jsp>
7. Groszek Z., Ośrodek radioelektroniczny sił powietrznych, AON, Warszawa 2002
8. Groszek Z., Walka elektroniczna w siłach powietrznych, AON, Warszawa 2003
9. Intelligence Programs and Systems, Global Security.org, <http://www.globalsecurity.org/intell/systems/>
10. Intelligence, surveillance and reconnaissance operations, US Air Force Doctrine Document 2-5.2, 21 April 1999
11. Janczak J., Kierunki rozwoju rozpoznania i zakłócania elektronicznego, AON, Warszawa 2001
12. Joint air and space operations doctrine - AJP-3.3 (ATP 3(C)), STANAG 3700 (wyd. 6), 2000
13. Mordarski Z., Środki rozpoznania i obezwładniania radioelektronicznego sił powietrznych, AON, Warszawa 1997
14. NATO electronic warfare policy – MC-64/9, NAWAC, 2002 r.
15. Polak Z., Rypulak A., Awionika, przyrządy i systemy pokładowe, cz.II, WSOSP, Dęblin 2000
16. Regulamin walki radioelektronicznej wojsk lądowych. Tymczasowa instrukcja, DWLąd., Warszawa 2002
17. Rozpoznanie wojskowe, Sztab Gen. WP, Warszawa 2000
18. Vademecum walki radioelektronicznej, DWLOP, Poznań 1995

19. Walka elektroniczna, Sztab Gen. WP, Warszawa 2003
20. Zajas S., Karpowicz J., Groszek Z., Szulc S., Studium przyszłości sił powietrznych - cz.II, System rozpoznania i walki elektronicznej sił powietrznych 2025, AON, Warszawa 2004



S/6439
11,40