



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

im. generała broni K. Świerczewskiego

KATEDRA RADIOELEKTRONIKI

DO UŻYTKU  
SŁUŻBOWEGO

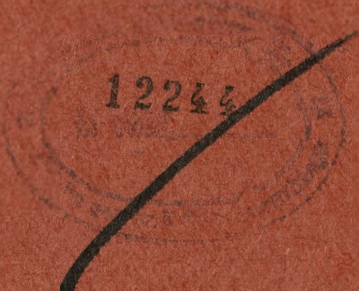
**POLINE**

Egz. Nr 1

ppłk mgr inż. Kazimierz PIĄTKOWSKI

WYBRANE ZAGADNIENIA Z ROZPOZNANIA  
RADIOELEKTRONICZNEGO

(Materiał uzupełniający do wykładów)



PP 5886

BIBLIOTEKA NAUKOWA ASG WY  
Archiwum historyczno-techniczne

Nr ewid. 35886

WARSZAWA

LISTOPAD

1968



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO  
im. generała broni K. Świerczewskiego

KATEDRA RADIOELEKTRONIKI

DO UŻYTKU  
SŁUŻBOWEGO

**POWNE**

Egz. Nr 1

ppłk mgr inż. Kazimierz PIĄTKOWSKI

WYBRANE ZAGADNIENIA Z ROZPOZNANIA  
RADIOELEKTRONICZNEGO

(Materiał uzupełniający do wykładów)

12244

BIBLIOTEKA NAUKOWA ASG WP

Archiwum Listów Złoty

Nr oświ.

35886

WARSZAWA

LISTOPAD

1968

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO  
im. gen. broni K. Świerczewskiego

KATEDRA RADIOELEKTRONIKI

"ZATWIERDZAM"  
SZEF KATEDRY PRZEDM. SPEC.

plk dr R. DWORAK

Dnia " " 1968 r.

DO UŻYTKU  
SZCZEGÓLNYCH

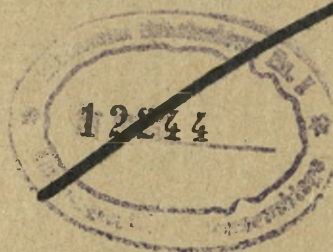
PODPISE  
Egz.nr... 1

*anekł. nr 12657*

ppłk mgr inż. Kazimierz PIĄTKOWSKI

Wybrane zagadnienie z rozpoznania  
radioelektronicznego

/Materiał uzupełniający do wykładów/



BIBLIOTEKA NAUKOWA ASG WP  
Archiwum Działu Zbiór Specjalnych

Nr ewid. *33886*

WARSZAWA

Wrzesień

1968 r.

SPIS TREŚCI

WSTĘP

- I Techniczne cechy demaskujące urządzenia radioelektroniczne.
  - 1. Techniczne cechy demaskujące środki radiolokacyjne, radionawigacyjne i radiotelesterowania.
  - 2. Techniczne cechy demaskujące radiowe i radioliniowe środki łączności.
- II Metody wykrywania pracujących RLS przeciwnika.
- III Analiza odebranych sygnałów.
- IV Zasięg wykrywania odbiornika rozpoznawczego.
- V Ogólna charakterystyka stacji rozpoznawczych do rozpoznania urządzeń radiolokacyjnych.
- VI Metody określenia dyslokacji i parametrów RLS przeciwnika.
  - 1. Wykrywanie pracującej RLS.
  - 2. Określenie namiaru wykrytej RLS.
  - 3. Określenie częstotliwości roboczej RLS.
  - 4. Określenie czasu trwania i kształtu impulsu.
  - 5. Określenie częstotliwości powtarzania impulsów.

BIBLIOGRAFIA:

- 1. Sprawocznik po osnowom radiolokacjonnoj techniki Wojennoje izdatielstwo Ministerstwa Obrony SSSR.
- 2. Urządzenia radiolokacyjne i ich eksploatacja mgr inż M. Szczurek.
- 3. Cechy demaskujące urządzenia radioelektroniczne MON.
- 4. Zasady przeciwdziałania radioelektronicznego MON.
- 5. Kurs radiolokacji i radionawigacyjnych śreństw. Krasnoznamienaja Wojenno - Wozdusznaja Akademia.

## W S T Ę P

Rozpoznanie radioelektroniczne jest podstawą prowadzenia wojny radioelektronicznej. Zdobywanie<sup>m</sup> danych o środkach i systemach radioelektronicznych nieprzyjaciela zajmują się wszystkie rodzaje rozpoznania. Jednakże zasadniczym rodzajem jest rozpoznanie radioelektroniczne prowadzone przez specjalne oddziały rozpoznawcze. Pod pojęciem rozpoznanie radioelektroniczne należy rozumieć zdobywanie danych o nieprzyjacielu za pomocą urządzeń rozpoznawczych przez poszukiwanie, namierzanie, wykrywanie i analizę promieniowania środków radioelektronicznych /łączności radiowej, radiolokacji, radionawigacji, radiotelesterowania, telewizji/.

Rozpoznanie radioelektroniczne zbiera niezbędne informacje o przeciwniku drogą odbioru i analizy promieniowania elektromagnetycznego różnych systemów radioelektronicznych przeciwnika. Odebrane sygnały zapisuje się i następnie analizuje. Na podstawie analizy sygnałów ustala się typy urządzeń, ich rozmieszczenie, przeznaczenie, parametry techniczne i sposoby użycia środków radioelektronicznych oraz określa się najczulsze ogniwa systemu radioelektronicznego nieprzyjaciela. Dane rozpoznania powinny umożliwić ustalenie systemu radioelektronicznego przeciwnika, stopnie ważności różnych elementów tego systemu oraz najodpowiedniejszego sposobu i czasu jego obezwładnienia.

Zasadniczą zaletą rozpoznania radioelektronicznego jest prowadzenie tego na dużą głębokość, niezależnie od pory roku, dnia i stanu pogody. Zapewnia ono ciągłość i skrytość rozpoznania, a także dużą szybkość zdobywania danych.

Zapewnienie koniecznej głębokości rozpoznania radioelektronicznego zależy od odpowiedniego doboru środków rozpoznania, rozmieszczenia tych środków na terenie i wysokości lotu samolotów rozpoznawczych.

Ciągłość rozpoznania radioelektronicznego w warunkach intensywnej pracy środków radioelektronicznych nieprzyjaciela zapewnia się przez wydzielenie dostatecznej ilości środków oraz prawidłowy i na czas przeprowadzony manewr, a także przez ciągłe dowodzenie oddziałami rozpoznawczymi.

Skrytość rozpoznania uzyskuje się przez pracę urządzeń rozpoznawczych bez promieniowania w eter, rozmieszczanie ich w dużej odległości od nieprzyjaciela, dokładne maskowanie stanowisk i pracy wykorzystywanych środków łączności. Manewr środkami rozpoznania radioelektronicznego polega na skierowaniu ich na nowe obiekty /źródła promieniowania elektromagnetycznego zgodnie ze zmieniającą się sytuacją/.

Skuteczność rozpoznania radioelektromagnetycznego osiąga się przez aktywne jego prowadzenie, ześrodkowanie wysiłku na zasadniczych kierunkach i obiektach, szybką i dokładną analizę zdobytych danych, przez ścisłe współdziałanie między oddziałami i pododdziałami rozpoznania radioelektronicznego. Dane o środkach radioelektronicznych przeciwnika zdobywa się przez przechwytywanie i analizę sygnałów oraz przez namierzenie tych środków.

Przy określaniu typu urządzeń radioelektronicznych i ich sposobu wykorzystania należy brać pod uwagę ich cechy demaskujące.

## I. TECHNICZNE CECHY DEMASKUJĄCE URZĄDZENIA RADIOELEKTRONICZNE

Cechy demaskujące, które umożliwiają wykrycie środków radioelektronicznych oraz ustalenie ich przynależności lub przeznaczenie nazywamy technicznymi cechami demaskującymi.

Techniczne cechy demaskujące można podzielić na grupowe i indywidualne.

Do grupowych cech demaskujących zaliczamy te, które określają przynależność do odpowiedniej grupy środków. Grupowe cechy demaskujące umożliwiają określenie przynależności wykrytych środków radioelektronicznych do określonej armii /państwa/, rodzaju wojsk i służb, związku operacyjnego taktycznego lub oddziału.

Indywidualnymi cechami demaskującymi nazywamy takie cechy, które umożliwiają określenie typu urządzenia, przynależności do określonego związku operacyjnego, taktycznego lub oddziału, względnie jego przeznaczenie.

## I 1 TECHNICZNE CECHY DEMASKUJĄCE ŚRODKI RADIOLOKACYJNE RADIONAWIGACYJNE I RADIOTELESTEROWANIA

Do zasadniczych, dla większości środków radioelektronicznych, cech wynikających z charakteru promieniowania energii elektromagnetycznej należą: częstotliwość nośna, /długość fali roboczej/ modulacja, czas trwania impulsu, częstotliwość powtarzania impulsów ~~czas~~ trwania serii impulsów, szybkość obracania lub wahania systemu antenowego, polaryzacja promieniowanie, kształt impulsu.

Częstotliwość nośna oraz zakres wykorzystywanych fal roboczych pozwalają wnioskować o przynależności stacji do danej armii /państwa/ o jej typie, przeznaczeniu, zasięgu i zdolności rozróżniania.

Jak wiadomo, stacje radiolokacyjne USA pracują w zakresie fal od 1-cm do 288 cm, Anglii od 1,25 cm do 167 cm, przy czym każdy typ stacji pracuje w stosunkowo wąskim podzakresie. Stosowany zakres fal może świadczyć o przynależeniu stacji radiolokacyjnych do określonej grupy stacji. Na przykład w podzakresie 3-3,5 cm pracują amerykańskie stacje radiolokacyjne pomiaru wysokości celów powietrznych, naprowadzania samolotów bombowych na cele naziemne oraz naprowadzania dział.

Przykładem indywidualnej cechy demaskującej może być podzakres 49,2 - 50,8 cm, na którym pracuje tylko amerykańska stacja wykrywania celów powietrznych AN/TPS-3. Systemy radionawigacyjne USA i Wielkiej Brytanii pracują w różnych podzakresach, dzięki czemu można określić przynależność państwową systemu. Na podstawie wykorzystywanego przez dany system radionawigacyjny zakresu fal można wnioskować o jego

przeznaczeniu taktycznym. Systemy radionawigacyjne bliskiego zasięgu pracują w zasadzie na falach ultrakrótkich, a dalekiego zasięgu na falach średnich i długich.

### MODULACJA

Pod pojęciem modulacja, w jego najszerszym znaczeniu rozumiemy zmiany charakteru promieniowania częstotliwości roboczej. Wykorzystywane urządzenia rozpoznawcze umożliwiają analizę jedynie prostych sposobów modulacji promieniowania ciągłego i impulsowego. Urządzeniami promieniującymi z falą ciągłą jest część systemów radionawigacyjnych. Ostatnio spotykamy się również ze stacjami radiolokacyjnymi pracującymi falą ciągłą. Do urządzeń pracujących impulsowo zaliczamy większość stacji radiolokacyjnych, znaczną część urządzeń do kierowania bronią raketową oraz niektóre systemy radionawigacyjne.

Czas trwania impulsu jest ściśle związany z przeznaczeniem urządzeń ponieważ określa zdolność rozróżniania i zasięg urządzeń radiolokacyjnych. Czas trwania impulsów współczesnych stacji radiolokacyjnych wynosi 1 do 30  $\mu$ sek.

Różne czasy trwania impulsów stanowią grupową cechę demaskującą. Krótkie czasy trwania impulsu /0,1-0,8  $\mu$ sek są charakterystyczne dla urządzeń, od których wymaga się dokładnych pomiarów współrzędnych obiektów. Do tego rodzaju urządzeń należą stacje naprowadzania dział artylerii przeciwlotniczej i naziemnej, rakiet ziemia powietrze, systemy ślepego lądowania itp.

Czas trwania impulsów rzędu 1 - 2  $\mu$ sek posiadają stacje wykrywania celów powietrznych, szczególnie samolotów oraz stacje naprowadzania samolotów myśliwskich na cele powietrzne na odległość do 500 km.

Impulsy bardzo długie, rzędu 1 - 2 msek posiadają stacje radiolokacyjne wykrywania samolotów oraz pocisków i rakiet balistycznych na bardzo dużych odległościach.

Impulsowe systemy radiolokacyjne różnią się czasem trwania impulsów. Na przykład czas trwania impulsów w systemie "Schoran" wynosi  $0,5 \mu\text{sek}$  w systemie "Tacan"  $3,2 \mu\text{sek}$  "GEE"  $6 \mu\text{sek}$ , a "Loran"  $40 - 50 \mu\text{sek}$ .

Częstotliwość powtarzania pozwala wnioskować o przeznaczeniu, typie, zasięgu, a w niektórych przypadkach i charakterze działania obiektu, na którym zainstalowana jest stacja radiolokacyjna. Stacje radiolokacyjne USA w zależności od przeznaczenia i typu mają częstotliwość powtarzania  $200 \text{ Hz}$  do  $4000 \text{ Hz}$ . Należy jednak mieć na uwadze że obecnie na uzbrojenie armii USA zaczynają wchodzić stacje radiolokacyjne o ciągle zmieniającej się w szerokich granicach częstotliwości powtarzania impulsów. W takim przypadku cechą demaskującą jest prawo zmienności.

Czas trwania serii impulsów określa szerokość wiązki stacji w azymucie. Na podstawie szerokości wiązki można określić typ lub sądzić o przeznaczeniu stacji radiolokacyjnej.

Szybkość obracania lub wahania systemu antenowego pozwala wnioskować o typie, przeznaczeniu, a często i charakterze pracy stacji radiolokacyjnej. Na przykład w naziemnych stacjach radiolokacyjnych wykrywania celów powietrznych, które mają dość szerokie wiązki promieniowania w azymucie, systemy antenowe obracają się z prędkością i do  $15 \text{ obr/min}$  a w samolotowych - kilkadziesiąt  $\text{obr/min}$ . Ilość obrotów systemów antenowych stacjonarnych stacji radiolokacyjnych dalekiego wykrywania jest mniejsza niż stacji ruchomych.

Polaryzacja promieniowania umożliwia ustalenie typu i przeznaczenia stacji. Stacje radiolokacyjne USA i Wielkiej Brytanii promieniają energię o różnej polaryzacji poziomej, pionowej, eliptycznej, kołowej.

Kształt impulsu jest charakterystyczny dla każdego typu stacji, a nawet jest różny dla każdego egzemplarza danego typu. Umożliwia więc odróżnienie jednej stacji od drugiej.

Oprócz wyżej wymienionych zasadniczych cech demaskujących promieniowanie, istnieje jeszcze szereg cech drugorzędnych, do których zalicza się: charakterystyki kierunkowe anten w płaszczyźnie pionowej i poziomej, kształt impulsów itp. Tego rodzaju cechy mają charakter indywidualny.

## I 2 Techniczne cechy demaskujące radiowe i radioliniowe środki łączności

Zasadniczą cechą demaskującą środki łączności radiowej i radioliniowej jest zakres wykorzystywanych częstotliwości. W siłach zbrojnych USA zakres fal ultrakrótkich podzielony jest między rodzaje sił zbrojnych i rodzaje wojsk w następujący sposób;

piechota	38,0 - 54,9 MHz	170 fal robocz.
artyleria	27,0 - 38,9 "	120 "
wojska pancerne	20,0 - 27,8 "	80 "

Łączność współdziałania piechoty, artylerii, czołgów oraz łączność w pododdziałach niskiego szczebla wszystkich rodzajów 47,0 - 58,4 MHz - 115 fal roboczych;

- łączność współdziałania lotnictwa armii polowej z wojskami lądowymi 24,0 - 51,9 MHz.

Siły powietrzne USA mają wydzielone pasmo pracy w zakresie fal UKF od 225 - 400 MHz.

Zakres krótkofalowy 1,5 - 30 MHz wykorzystywany jest do zapewnienia łączności dowódców i sztabów pododdziałów, związków taktycznych i operacyjnych. Umożliwia on jednoczesną pracę telefoniczną i telegraficzną.

Stacje radioliniowe szczebla taktycznego i operacyjno-taktycznego armii amerykańskiej pracują w zakresie fal 50-600 MHz. Natomiast na szczeblu armii - grupa armii - teatr działań wojennych wykorzystywany jest zakres 1350-2400 MHz /odcinkami/.

Nie mniej ważne są pozostałe parametry techniczne promieniowania. Najbardziej charakterystyczne z nich to:

W łączności radiowej:

- stosowany kod telegraficzny /ilość znaków/;
- szybkość telegrafowania przy pracy dalekopisowej.

/W armii USA przyjęto szybkość telegrafowania 368 i 386 znaków na minutę, a w armii Wielkiej Brytanii - 404 znaki/.

Rodzaj modulacji:

- odstęp częstotliwości przy manipulacji telegraficznej;
- odstęp częstotliwości w kanałach i pomiędzy kanałami w wielokanałowych telegraficznych systemach łączności /w armii USA - 170 i 85 H<sub>z</sub>, w armii Wielkiej Brytanii - 120 H<sub>z</sub>/;
- praca na jednej bocznej lub z dwoma wstęgami bocznymi;
- długość okresów nadawania;
- sposób synchronizacji w wielokrotnych systemach łączności.

W łączności radiolinijowej:

- ilość kanałów;
- szerokość widma promieniowanych sygnałów;
- rodzaj pracy nadajników /praca impulsowa, ciągła/.

## II. METODY WYKRYWANIA PRACUJĄCYCH RLS PRZECIWNIKA

W celu zwiększenia odległości rozpoznawania urządzeń radiolokacyjnych oraz dla dokładnego ich umiejscowienia, w urządzeniach rozpoznawczych stosuje się anteny z wąską charakterystyką kierunkową. Ułatwia to również prowadzenie w kierunku poszukiwania.

Rozpoznanie częstotliwości roboczej RLS może odbywać się metodą bez poszukiwania, przy pomocy przestrajanego wielokanałowego odbiornika rozpoznawczego, lub drogą przestrajania w częstotliwości odbiornika w pewnym zakresie częstotliwości. W związku z tym rozróżniamy metody wykrywania z poszukiwaniem i bez poszukiwania.

Równoczesne poszukiwanie w częstotliwości i kierunku praktycznie nie ma zastosowania, ponieważ wzrasta możliwość przepuszczenia w odbiorze sygnałów.

Poszukiwaniem w kierunku nazywa się proces kolejnego przeglądania przestrzeni głównym listkiem charakterystyki anteny stacji rozpoznawczej, w celu wykrycia pracy RLS i określenia namiaru.

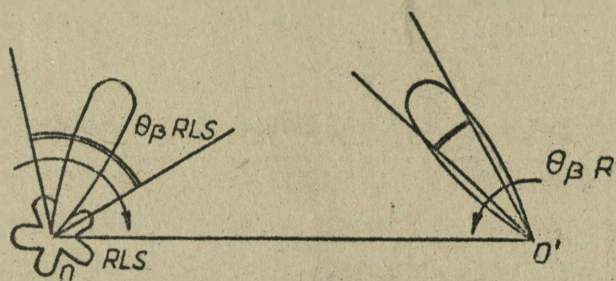
Poszukiwaniem w częstotliwości nazywamy proces kolejnego przestrajania urządzenia odbiorczego w granicach danego zakresu częstotliwości, dokonywany w celu wykrycia pracy RLS i określenia jej częstotliwości nośnej.

### Poszukiwanie w kierunku

Zazwyczaj w stacjach rozpoznawczych szerokość charakterystyki kierunkowej w płaszczyźnie pionowej dobiera się taką, aby nie można było dokonywać poszukiwania w kącie położenia i aby poszukiwanie było możliwe w płaszczyźnie azymutalnej.

Zażądamy, że wykrywanie pracującej RLS odbywa się sposobem dookreślonym /Rys. .1../. Szerokość sektorów  $\theta_{\beta RLS}$ ,  $\theta_{\beta R}$

określa się warunkami normalnego odbioru sygnałów. Sektor  $\theta_{\beta R}$  zwykle pokrywa się z szerokością głównego listka charakterystyki kierunkowej anteny stacji rozpoznawczej. Sektor  $\theta_{\beta RLS}$  może pokrywać się, lub być szerszy od głównego listka charakterystyki kierunkowej RLS kosztem odbioru przez listki boczne.



Rys. 1. Warunki spotkania obracających się charakterystyk kierunkowych.

Wykrycie sygnałów RLS możliwe jest tylko przy spotkaniu się na przeciw sektorów  $\theta_{RLS}$  i  $\theta_{\beta R}$

Przez spotkanie rozumiemy przypadek, gdy oba sektory przecinają linię  $O O'$  w przeciągu czasu, wystarczającego dla normalnego odbioru sygnałów.

Poszukiwanie w kierunku może być pewne lub z określonym prawdopodobieństwem. Podczas pewnego poszukiwania zapewnia się wiarygodne spotkanie obracających się sektorów w okresie niezbędnego odcinka czasu. Przy poszukiwaniu prawdopodobnym można tylko mówić o wielkości prawdopodobieństwa spotkania obracających się sektorów w określonym odcinku czasu.

Poszukiwanie pewne

Rozróżniamy dwa rodzaje poszukiwania pewnego w kierunku: powolny i szybki.

Podczas powolnego poszukiwania antena stacji rozpoznawczej obraca się wolniej, niż antena rozpoznawanej RLS i przemieszcza się na kąt  $\theta_{\beta RLS}$  za czas, większy lub równy czasowi jednego obrotu anteny RLS. Wówczas za jeden obrót anteny stacji rozpoznawczej następuje wiarygodne spotkanie sektorów  $\theta_{\beta RLS}$  i  $\theta_{\beta R}$ . Warunek ten można wyrazić w postaci wzoru:

$$T_R \leq \frac{2\pi}{\theta_{\beta R}} \cdot T_{RLS}$$

gdzie:  $T_R$  - okres obrotu anteny stacji rozpoznawczej;

$T_{RLS}$  - okres obrotu anteny rozpoznawanej RLS;

$\theta_{\beta R}$  - skuteczna szerokość charakterystyki kierunkowej anteny stacji rozpoznawczej.

W celu wykrycia pracy RLS należy spełnić także drugi warunek tj. czas spotkania  $t_s$  obracających się sektorów powinien być nie mniejszy od  $t_w$  niezbędnej wielkości określającej normalną pracę aparatury wskaźnikowej stacji rozpoznawczej.

$$t_s \geq t_w$$

Przy odbiorze sygnałów impulsowych oznacza to, że liczba impulsów, przechodzących od rozpoznawanej RLS, w czasie spotkania sektorów, powinna być nie mniejsza od niezbędnej dla normalnej pracy wskaźników.

Wadą powolnego poszukiwania jest długi czas poszukiwania, określony czasem jednego obrotu anteny stacji rozpoznawczej. Czas ten jest tym większy im mniejsza prędkość obrotów anteny rozpoznawanej RLS. Poszukiwanie powolne stosuje się przy rozpoznawaniu RLS z długim czasem pracy, a także przy wykrywaniu RLS z szybko obracającymi się antenami.

Przy szybkim poszukiwaniu antena stacji rozpoznawczej obraca się szybciej, niż antena rozpoznawanej RLS i dokonuje pełnego obrotu w czasie, nie przekraczającym czasu powrotu anteny rozpoznawanej RLS na wielkości sektora  $\Theta_{\beta RLS}$  tj.

$$T_R \leq \frac{\Theta_{\beta RLS}}{2\pi} \cdot T_{RLS}$$

W tych warunkach za jeden obrót anteny rozpoznawanej RLS nastąpi wiarygodne spotkanie obracających się sektorów  $\Theta_{\beta RLS}$  i  $\Theta_{AR}$

W celu wykrycia pracy RLS przy szybkim poszukiwaniu powinien być spełniony również drugi warunek  $t_s \geq t_w$ .

Zaletą szybkiego poszukiwania jest mały czas poszukiwania, określany czasem jednego obrotu anteny rozpoznawanej RLS.

Wadą szybkiego poszukiwania jest:

- konieczność stosowania dużych prędkości obrotów anteny stacji rozpoznawczej i w związku z tym trudności techniczne w ich realizacji;
- stosowanie szerokiej charakterystyki kierunkowej stacji rozpoznawczej, co obniża odległość rozpoznania.

Szybkie poszukiwanie stosuje się podczas rozpoznawania RLS z powolnie obracającymi się antenami:

#### Poszukiwanie prawdopodobne

W celu zmniejszenia czasu wykrywania w porównaniu z powolnym poszukiwaniem, a także zmniejszenia prędkości obrotów anteny stacji rozpoznawczej w porównaniu z szybkim poszukiwaniem, często stosuje się poszukiwanie ze średnią prędkością, inaczej poszukiwanie prawdopodobne.

Jeśli przy poszukiwaniu ze średnią prędkością antena stacji rozpoznawczej obraca się wolniej od anteny rozpoznawanej RLS to prawdopodobieństwo spotkania obracających się sektorów charakterystyki kierunkowej za czas jednego obrotu anteny stacji rozpoznawczej określa się wg wzoru:

$$P_1 = \frac{\theta_{BR} \cdot T_R}{2\pi \cdot T_{RLS}}$$

Prawdopodobieństwo wykrycia pracy rozpoznawczej RLS za  $n$  obrotów będzie:

$$P_n = 1 - (1 - P_1)^n$$

Jeśli podczas prawdopodobnego poszukiwania antena stacji rozpoznawczej obraca się szybciej, niż antena rozpoznawanej RLS, to prawdopodobieństwo spotkania obracających się sektorów charakterystyk za jeden obrót anteny rozpoznawanej RLS określa się wyrażeniem:

$$P_1 = \frac{\theta_{BRLS} \cdot T_{RLS}}{T_R}$$

#### Poszukiwanie w częstotliwości

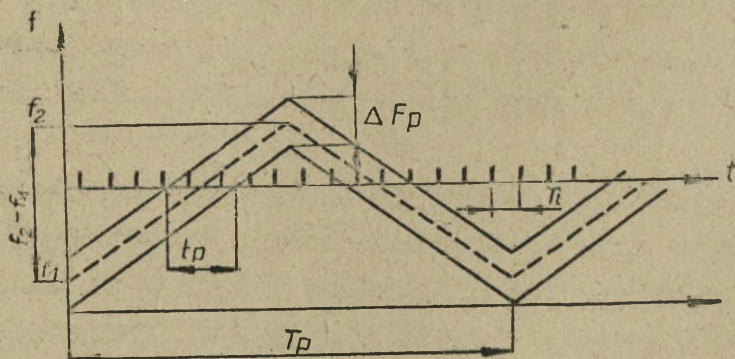
W stacjach dokładnego rozpoznania, stosowane są powszechnie przestrajane superheterodynowe odbiorniki. Zaletą ich jest duża czułość i selektywność.

Czułość odbiorników rozpoznawczych jest zwykle rzędu  $10^{-9}$  -  $10^{-11}$  W.

Pomyłką w określeniu częstotliwości przy pomocy superheterodynowego odbiornika zwykle wynosi połowę pasma przepuszczenia wzmacniaczy pośredniej częstotliwości.

## Powolne poszukiwanie w częstotliwości

Założmy, że wykrywanie sygnałów RLS pracującej impulsowo odbywa się na częstotliwości  $f_s$ , antena stacji rozpoznawczej skierowana jest na RLS. Poszukiwanie odbywa się tylko w częstotliwości. Przestrzajanie odbiornika rozpoznawczego odbywa się symetrycznie według /Rys. 2/ w zakresie przestrajanego w częstotliwości  $f_2 - f_1$ .



Rys. 2. Powolne poszukiwanie w częstotliwości.

Powolne poszukiwanie w częstotliwości charakteryzuje się tym, że odbiornik rozpoznawczy dwukrotnie przestraja się na cały zakres rozpoznania w czasie, mniejszym, lub równym czasowi opromieniowania  $t_{opr}$ . Prędkość przestrajanego  $\gamma_f$  powinna w tym przypadku odpowiadać warunkowi:

$$\gamma_f = \frac{2(f_2 - f_1)}{t_{opr}} = \frac{2\pi}{\theta_{\beta RLS} \cdot T_{RLS}} \cdot 2(f_2 - f_1)$$

gdzie:

- $\gamma_f$  - prędkość przestrajanego odbiornika;
- $f_2 - f_1$  - zakres przestrajanego odbiornika;
- $t_{opr}$  - promieniowania przez RLS;
- $\theta_{\beta RLS}$  - skuteczna szerokość charakterystyki kierunkowej anteny RLS w płaszczyźnie poziomej;
- $T_{RLS}$  - okres obrotów stacji radiolokacyjnej.

W tym czasie prędkość przestrajanego powinna być taka, aby za czas przestrajanego na szerokość pasma przypuszczanego odbiornik rozpoznawczy mógł odebrać nie mniej niż  $N_1$  impulsów, niezbędnych dla normalnej pracy urządzeń wskaźnikowych.

$$\gamma_f \leq \frac{\Delta F_p}{N_1 T_i}$$

gdzie:

$\gamma_f$  - prędkość przestrajania;

$\Delta F_p$  - szerokość pasma przepuszczania odbiornika rozpoznawczego;

$N_i$  - ilość impulsów odebranych przez odbiornik rozpoznawczy, niezbędnych dla normalnej pracy urządzeń wskaźnikowych.

$T_i$  - okres powtarzania impulsów.

Przy spełnianiu tych dwóch warunków za jeden okres przestrajania  $T_p$  nastąpi zapewne wykrycie RLS. Wadą powolnego poszukiwania jest konieczność stosowania małych zakresów przestrajania odbiornika rozpoznawczego.

#### Szybkie poszukiwanie w częstotliwości

Podczas przestrajania częstotliwości nośnej RLS od impulsu do impulsu wykrycie pracy RLS powinno nastąpić na podstawie odebranego jednego impulsu. W tym wypadku stosuje się szybkie poszukiwanie w częstotliwości.

Jeśli odbiornik rozpoznawczy jest przestrajany wg symetrycznej, piętowego prawa, to przy szybkim poszukiwaniu czas podwojonego przestrajania odbiornika za cały zakres rozpoznawania powinien być mniejszy od czasu trwania impulsu  $\tau_i$  rozpoznawanej RLS tj. prędkość przestrajania powinna odpowiadać warunkowi:

$$\gamma_f \geq \frac{2(f_2 - f_1)}{\tau_i}$$

gdzie:

$\gamma_f$  - prędkość przestrajania odbiornika rozpoznawczego;

$f_2 - f_1$  - zakres przestrajania;

$\tau_i$  - czas trwania impulsu rozpoznawanej RLS.

Spełniając ten warunek można liczyć się z wiarygodnym wykryciem pracy RLS za każdy impuls. Ponieważ prędkość przestrajania ograniczona jest czasem narastania drgań w odbiorniku, dlatego też dopuszczalna prędkość przestrajania określana jest pasmem przepuszczania odbiornika

$$\delta f \leq \Delta F_p^2$$

gdzie:

$\delta f$  - prędkość przestrajania odbiornika;

$\Delta F_p$  - pasmo przepuszczania odbiornika.

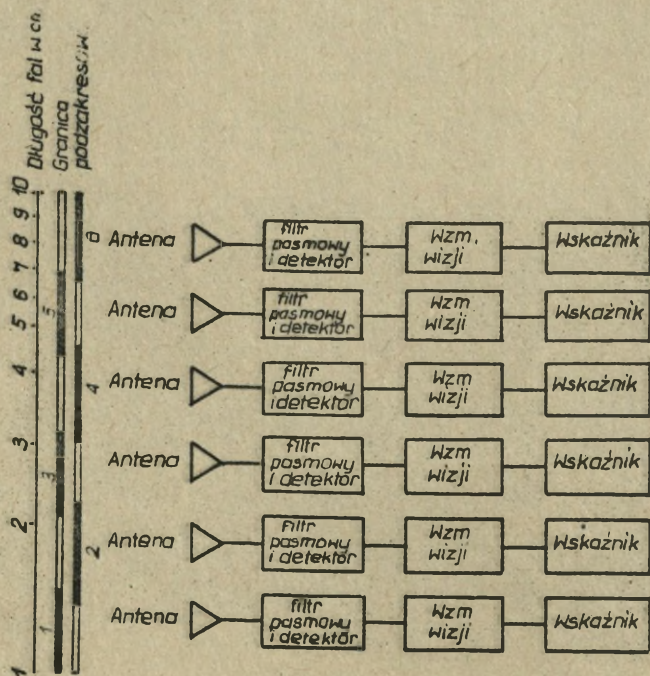
Wadą szybkiego przestrajania jest to, że dla prowadzenia poszukiwania w szerokim zakresie wymagane jest szerokie pasmo przepuszczania odbiornika, co wpływa na zmniejszenie czułości i na dokładność określenia częstotliwości.

Jeśli nie zostaną spełnione warunki szybkiego i powolnego poszukiwania w częstotliwości, wykrycie pracy RLS w określonym odcinku czasu będzie odbywać się z pewnym prawdopodobieństwem.

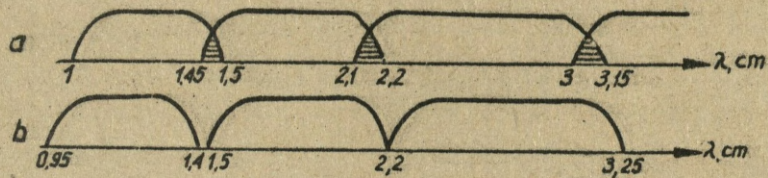
Metody prowadzenia rozpoznania częstotliwości roboczej bez poszukiwania

Wykrywanie częstotliwości roboczej RLS bez poszukiwania stosuje się wówczas jeśli zależy nam na krótkim czasie rozpoznania.

W stacjach zgrubnego rozpoznania stosowana jest metoda oparta na wykorzystaniu filtrów pasmowych. Każdy filtr posiada określone pasmo przepuszczania, dzięki czemu można zgrubnie określić częstotliwość odbieranych sygnałów. Błąd wynosi połowę pasma przepuszczania filtru. Dla zmniejszenia wzajemnego wpływu filtrów i zapewnienia oddzielnych wskazań sygnałów przechodzących przez różne filtry, dla każdego filtru pasmowego stosuje się oddzielną antenę i oddzielny tor wzmacnienia /rys. 3/



Rys. 3. Wielokanałowy odbiornik rozpoznawczy.



Rys. 4. Strefy pokrywania na stykach sąsiednich podzakresów.

Urządzenie wielkiej częstotliwości /anteny, falowody, filtry, detektory/ oblicza się w ten sposób, aby graniczne częstotliwości sąsiednich podzakresów wzajemnie się pokrywały. /Rys. 4/.

### III. ANALIZA ODEBRANYCH SYGNAŁÓW

Odbiorniki rozpoznające aparaturę radiolokacyjną posiadają na wyjściu urządzenia wskaźnikowe i analizujące. W zależności od przeznaczenia odbiornika, urządzenia mogą być mniej lub więcej rozbudowane.

Wskaźniki sygnalizacyjne stosowane są w tych przypadkach, jeśli wystarczy stwierdzić sam fakt opromieniowania przez fale elektromagnetyczne i nie wymaga się określenia charakterystyk technicznych odbieranego sygnału. W urządzeniach prostych, gdzie wymaga się małych gabarytów, wagi i ekonomicznego zasilenia z reguły wykorzystuje się dźwiękowe i świetlne wskaźniki. Jako wskaźnik<sup>1</sup> mogą być użyte słuchawki, głośniki, neonowe lub żarowe lampy.

Aby otrzymać sygnał dźwiękowy lub świetlny od odebranego sygnału impulsowego, na wyjściu wzmacniacza ostatniego stopnia stosuje się układy do rozciągania impulsów. Rozciągnięcie impulsu konieczne jest z tego względu, ponieważ czas trwania odebranych impulsów nie przewyższa kilku  $\mu\text{sek.}$ , a słuchawka telefoniczna może reagować na impulsy rzędu 20-30  $\mu\text{sek.}$  Dla rozciągnięcia impulsów wykorzystuje się zwykle przekaźniki elektronowe i układy całkujące.

Jeśli aparatura rozpoznawcza powinna nie tylko wykryć pracę urządzeń radiolokacyjnych, ale i określić jej dane techniczne, na wyjściu odbiornika rozpoznawczego stawia się urządzenie analizujące. Za pomocą tego urządzenia można określić następujące dane techniczne RLS:

- częstotliwość nośną odbieranych sygnałów;
- polaryzację promieniowania;
- czas trwania, a niekiedy i kształt impulsu;
- częstotliwość powtarzania impulsu;
- charakter pracy anteny /praca okrężna, praca sektorowa, prędkość obrotów anteny lub jej powrotu/;
- czas trwania serii odbieranych impulsów i w następstwie tego, szerokość wiązki lub kształt charakterystyki kierunkowej RLS;
- intensywność odbieranych sygnałów;

Na podstawie określenia wymienionych danych można w dostatecznym stopniu wnioskować o przeznaczeniu taktycznym RLS i jej właściwościach.

Oprócz tego jeśli system antenowy aparatury rozpoznawczej, pozwala określić kierunek na rozpoznawaną RLS, to po dwóch-trzech namiarach z różnych punktów odbioru można określić jej położenie.

Znajomość częstotliwości nośnej RLS jest niezbędna przy organizacji przeciwdziałania radioelektronicznego. Dane dotyczące polaryzacji promieniowania ułatwiają określenie charakterystyki systemu antenowego, pozwalają bardziej prawidłowo i z mniejszymi stratami energii stosować odpowiedni rodzaj zakłóceń, ponieważ najbardziej skuteczne zakłócenie osiąga się przy tej samej polaryzacji sygnału zakłócającego i użytecznego.

Czas trwania impulsu odebranego sygnału jest nie mniej ważny niż częstotliwość nośna. Na podstawie czasu trwania impulsu można dokładnie określić zdolność rozróżnienia w odległości oraz długość strefy martwej RLS wg wzoru:

$$\Delta R = \frac{C \cdot \tau}{2}$$

gdzie:  $\Delta R$  - zdolność rozróżnienia w odległości w /Km/  
 $C$  - prędkość rozprzestrzeniania się energii elektromagnetycznej /300 000 km/sek/  
 $\tau$  - czas trwania impulsu w  $\mu$ sek.

Oprócz tego czas trwania impulsu charakteryzuje szerokość pasma przepuszczenia odbiornika co należy znać przy organizacji przeciwdziałania radioelektronicznego.

$$\Delta F_0 = \frac{1 - 1,3}{\tau}$$

gdzie:  $\Delta F_0$  - optymalna szerokość pasma przepuszczenia odbiornika w /Hz/

$\tau$  - czas trwania impulsu w  $\mu$ sek/.

Znając częstotliwość powtarzania impulsów, można określić maksymalną odległość wykrywania przez RLS posługując się wzorem:

$$R_{\text{maks}} = \frac{C}{2 F_p \cdot 1,2}$$

- gdzie:  $R_{maks}$  - maksymalna odległość wykrywania przez RLS w /km/  
 $C$  -  $3 \cdot 10^5$  km/sek prędkość rozprzestrzeniania się fal elektromagnetycznych  
 $F_p$  - częstotliwość powtarzania impulsów  
 $1,2$  - współczynnik uwzględniający bezwładność podzespołów RLS.

Przykład: Obliczyć maksymalny zasięg wykrywania RLS, której częstotliwość powtarzania wynosi 1 000 Hz.

$$R_{maks} = \frac{C}{2 F_p \cdot 1,2} = \frac{3 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^3 \cdot 1,2} = 125 \text{ km}$$

Na podstawie czasu trwania serii odbieranych impulsów można orientacyjnie określić szerokość wiązki charakterystyki kierunkowej RLS posługując się wzorem:

$$\theta_\beta = \frac{360 \cdot N_{RLS} \cdot T_{obs}}{60}$$

gdzie:  $\theta_\beta$  - szerokość wiązki charakterystyki kierunkowej w płaszczyźnie poziomej.

$N_{RLS}$  - ilość obrotów anteny RLS na minutę,

$T_{obs}$  - czas opromieniowania serią impulsów przez RLS /serii imp/sek/

Przykład: "Określić szerokość wiązki charakterystyki kierunkowej w płaszczyźnie poziomej / $\theta_\beta$ /

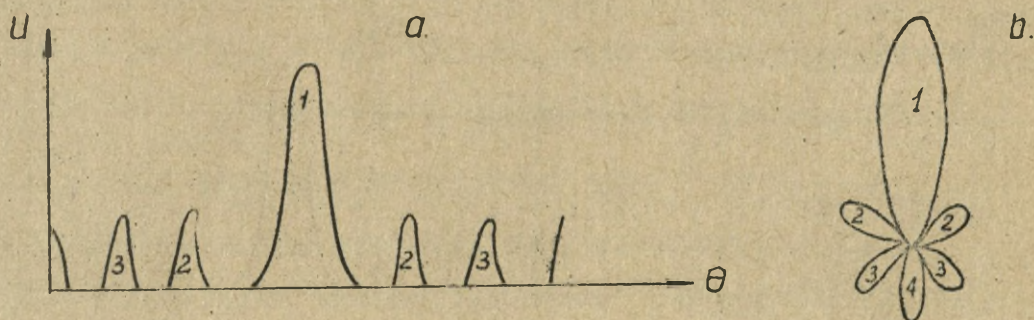
jeśli  $N_{RLS} = 12$  obr/min.  $T_{obs} = 0,04$  sek.

$$\theta_\beta = \frac{360 \cdot N_{RLS} \cdot T_{obs}}{60} = \frac{360 \cdot 12 \cdot 0,04}{60} = 2,9^\circ$$

Sposób ten pozwala określić szerokość charakterystyki kierunkowej tylko tych RLS, których system anteny <sup>ow</sup> pracuje dookreźnie. Przy stożkowym wybieraniu wiązki, stosowanym przy automatycznym prowadzeniu obiektu metodą ta nie może być wykorzystana.



W korzystnych warunkach odbioru sygnałów, na ekranie wskaźnika analizatora można otrzymać kształt charakterystyki kierunkowej RLS. Dla stworzenia korzystnych warunków antena urządzenia rozpoznawczego musi być unieruchomiona i skierowana w stronę wykrywanej RLS. Odbiornik winien być nastrojony dokładnie na częstotliwość roboczą RLS i posiadać dostateczną czułość, aby mógł odebrać sygnały promieniowania listka głównego jak i bocznych anteny. W takich warunkach amplituda sygnału na wyjściu odbiornika będzie zmieniać się z obrotem anteny RLS i te zmiany będą odpowiadać kształtowi charakterystyki kierunkowej RLS. Przy dobraniu odpowiedniej skali podstawy czasu, przy której podstawa czasu będzie równa czasowi obrotu anteny, na wskaźniku będzie widoczna seria impulsów, obwiednia których da kształt charakterystyki kierunkowej we współrzędnych prostokątnych /rys.5/



Rys. 5. Określenie kształtu charakterystyki kierunkowej RLS  
a/ charakterystyka kierunkowa we współrz. prostokątnych;  
b/ charakterystyka kierunkowa we współrz. biegunowych.

Otrzymanie dokładnej charakterystyki kierunkowej na wskaźniku jest trudne, ze względu na małą moc odbieraną od listków bocznych promieniowanych przez antenę. Zwykle można otrzymać sygnały tylko od promieniowania przez listek główny charakterystyki.

Na podstawie charakteru promieniowania /obserwacja okrężna, sektorowa, ilość opromieniowań/ można upewnić się co do typu RLS i sądzić o jej taktycznym wykorzystaniu.

#### IV. Zasięg wykrywania odbiornika rozpoznawczego

Zasięg wykrywania odbiornika rozpoznawczego zwykle jest większy od zasięgu wykrywania rozpoznawanej RLS. Tłumaczy się to tym, że do odbiornika RLS dociera o wiele słabsza energia niż do odbiornika urządzenia rozpoznawczego, który odbiera energię sygnału bezpośredniego wypromieniowaną przez RLS osłabioną tylko w wyniku rozprzestrzeniania się jej na drodze od stacji radiolokacyjnej do odbiornika urządzenia rozpoznawczego.

Zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnej można określić wzorem:

$$R_{RLS} = \sqrt[4]{\frac{P_{RLS} G_{RLS} A_{RLS} \zeta}{P_{o. min RLS} / 4\pi / r^2}}$$

gdzie  $P_{RLS}$  - moc w impulsie RLS /W/

$G_{RLS}$  - zysk kierunkowy anteny RLS

$A_{RLS}$  - skuteczna powierzchnia anteny RLS /m<sup>2</sup>/

$\zeta$  - skuteczna powierzchnia odbicia obiektu /m<sup>2</sup>/

$P_{o. min RLS}$  - czułość odbiornika urządzenia rozp./W/

$R_{RLS}$  - zasięg wykrywania RLS /w swobodnej przestrzeni /km/

Z wzoru wynika, że zasięg wykrywania RLS jest proporcjonalny do pierwiastka czwartego stopnia z wypromieniowanej mocy i zysku kierunkowego anteny RLS.

Od tych samych wartości zależy również zasięg wykrywania odbiornika urządzenia rozpoznawczego. Wielkość  $A_{RLS}$ ,  $\zeta$ , i  $P_{o. min RLS}$  związane są z odbiorem odbitego sygnału, i w odbiorniku urządzenia rozpoznawczego nie mają znaczenia.

Zasięg wykrywania odbiornika urządzenia rozpoznawczego związany jest z bezpośrednim odbiorem promieniowanej energii przez RLS i jest proporcjonalny do pierwiastka kwadratowego z mocy promieniowanej przez RLS, zysku kierunkowego anteny RLS, powierzchni skutecznej anteny urządzenia odbiorczego i zależy od czułości odbiornika rozpoznawczego.

Zasięg odbiorczego urządzenia może być wyrażony wzorem:

$$R_{\text{odb. rozp}} = \sqrt{\frac{P_{\text{RLS}} \cdot G_{\text{RLS}} \cdot A_{\text{odb. rozp}}}{P_{\text{omin. odb. rozp}} \cdot 4\pi}}$$

gdzie:  $P_{\text{RLS}}$  - Moc w impulsie RLS /W/

$G_{\text{RLS}}$  - Zysk kierunkowy anteny RLS

$A_{\text{odb. rozp.}}$  - Skuteczna powierzchnia anteny odbiornika rozpoznawczego /m<sup>2</sup>/

$P_{\text{omin. odb. rozp.}}$  - czułość odbiornika rozpoznawczego /W/

$R_{\text{odb. rozp.}}$  - zasięg wykrywania odbiornika rozp. /km/.

Praktycznie zasięg wykrywania przez odbiornik urządzenia rozpoznawczego jest mniejszy od wartości wyliczonej wg wzoru ponieważ nie uwzględnia on tłumienia energii elektromagnetycznej, która nie daje się wyrazić we wzorze w sposób jednoznaczny. Tłumienie energii elektromagnetycznej jest bardziej odczuwalne w zakresie fal milimetrowych i centymetrowych niż w zakresie dłuższych fal.

Oprócz tego zasadniczą przyczyną ograniczającą zasięg wykrywania odbiorników rozpoznawczych jest prostoliniowy charakter rozchodzenia się fal zakresu milimetrowego, centymetrowego i decymetrowego.

Fale tego zakresu w małym stopniu podlegają dyfrakcji. Jeśli odbiornik rozpoznawczy posiada dużą czułość, to może on przyjąć energię wypromieniowaną przez RLS na odległości optycznej widoczności między swoją anteną a anteną wykrywanej RLS.

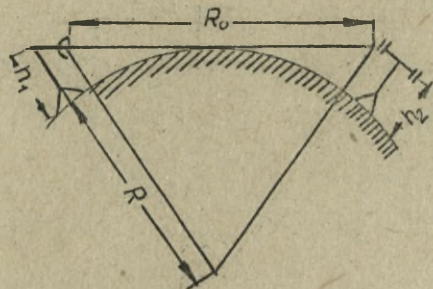
Odległość optycznej / $R_0$ / widoczności określa się jako odległość między punktami A-B znajdującymi się na wysokościach  $h_1$  i  $h_2$  nad ziemią i leżący na łączącej ich prostej stycznej do okręgu ziemi /Rys. 6/.

Określamy ją według wzoru:

$$R_0 = \sqrt{2R} \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}) = 113 \sqrt{h_1 + h_2}$$

- gdzie: -  $R$  = promień ziemi - /6370 km/  
-  $h_1$  = wysokość anteny RLS /km/  
-  $h_2$  = wysokość samolotu z urządzeniem rozpoznawczym /km/  
 $R_0$  - odległość wykrywania urządzenia rozpozn. /km/.

Przy prowadzeniu rozpoznania z powietrza naziemnych lub odwrotnie z ziemi pokładowych RLS wzór się upraszcza można go wyrazić:



Rys. 6. Zasięg optyczny.

W związku z niejednorodnością warstw powietrza pod względem elektrycznym w troposferze na zasięg urządzeń rozpoznawczych pracujących w zakresie fal centymetrowych i krótszych wpływają takie czynniki jak refrakcja, odbijanie i rozpraszanie. Wszystkie te czynniki zależne są od warunków meteorologicznych. Refrakcja powoduje wzrost zasięgu urządzeń rozpoznawczych poza horyzont optyczny. Przy szczególnie korzystnych warunkach atmosferycznych może nastąpić superrefrakcja czyli powstanie falowodu atmosferycznego co może spowodować znaczny wzrost zasięgu. Zwiększenie zasięgu, w wyniku występowania zjawiska superrefrakcji, nie można uważać za stałe, ze względu na niestabilność składu atmosfery.

Fale radiowe metrowego i decymetrowego zakresu mniej więcej do 30 cm nie podlegają znacznemu tłumieniu w atmosferze.

Przy przejściu w zakres fal centymetrowych należy liczyć się ze zjawiskiem tłumienia i rozpraszania się energii w atmosferze, w rezultacie czego zmniejsza się odległość wykrywania urządzeń radiolokacyjnych.

V. OGOLNA CHARAKTERYSTYKA STACJI ROZPOZNAWCZYCH  
DO ROZPOZNAWANIA URZADZEN RADIOLOKACYJNYCH

Prowadzenie rozpoznania urządzeń radiolokacyjnych oparte jest na zasadzie odbioru sygnałów promieniowanych przez RLS a odbieranych przez urządzenie rozpoznawcze. Przy pomocy urządzeń rozpoznawczych można wykrywać pracujące RLS, określać ich zasadnicze techniczne dane. Urządzenie rozpoznawcze znajdujące się na wyposażeniu IO i Wojsk OPK można klasyfikować ze względu na ich budowę i sposób ich wykorzystania.

Stacje rozpoznawcze ze względu na sposób ich wykorzystania można podzielić na samolotowe i naziemne.

Naziemne stacje rozpoznawcze przeznaczone są dla rozpoznania danych naziemnych stacji radiolokacyjnych, samolotowych radiolokacyjnych celowników bombowych, samolotowych radiolokacyjnych stacji wykrywania i przycelowywania oraz samolotowych urządzeń radionawigacyjnych.

Oprócz tego naziemne stacje prowadzą rozpoznanie pokładowych stacji kierowania środkami bezpilotowymi klasy "ziemia - ziemia" i "powietrze - ziemia".

Samolotowe stacje rozpoznawcze przeznaczone są w pierwszym rzędzie do rozpoznania naziemnych stacji radiolokacyjnych wykrywania i naprowadzania, stacji kierowania ogniem artylerii i naziemnych stacji kierowania bezpilotowych środków.

Zasadniczym elementem stacji rozpoznawczej jest odbiornik rozpoznawczy. W zależności od przeznaczenia stacji, zakresu wykonywanych zadań, dokładności określania danych odbiorniki rozpoznawcze dzielą się na cztery grupy:

- odbiorniki ostrzegawcze ;
- odbiorniki <sup>F</sup>zgubnego rozpoznania;
- odbiorniki dokładnego rozpoznania;
- odbiorniki naprowadzania nadajników zakłóceń.

Odbiorniki Ostrzegawcze służą do informowania załóg o opromieniowaniu ich samolotu przez RLS przeciwnika. Z reguły buduje się je w układzie prostego wzmocnienia z detektorem kryształowym i charakteryzują się niewielką czułością. Przy pomocy tego rodzaju odbiorników rozpoznawczych nie można dokładnie określić danych RLS przeciwnika. Jako wskaźnik odbiorniki te posiadają sygnalizację świetlną lub dźwiękową. Odbiorniki ostrzegawcze pracują w wąskim zakresie częstotliwości, wykrywając określone typy RLS, niekiedy zgrubsza określając częstotliwość i kierunek RLS. Na samolotach bombowych ustawia się je w celu uprzedzenia załogi o tym, że samolot został opromieniowany przez samolotową RLS wykrywania i przycelowywania myśliwca przechwytyjącego. Do takich stacji należy "Syrena" przeznaczona dla uprzedzenia podczas opromieniowania przez samolotową RLS pracującą w zakresie 3 cm. Antenę tubową odbiornika "Syrena-2" montuje się z możliwością odbioru sygnałów z tylnej półsfery w sektorze 70-80°. Podczas odbioru sygnałów z wyjścia odbiornika, sygnał dźwiękowy podaje się na pokładowe urządzenie rozmównicze. Na podstawie wysokości tonu sygnału /przy odpowiednim nawyku/ można w przybliżeniu określić odległość do myśliwca przechwytyjącego wykonującego atak. Odległość ostrzegania zależy od mocy w impulsie promieniującej RLS. Odległość ta zwykle nie przewyższa 10-20 km.

Odbiorniki zgrubnego rozpoznania przeznaczone są do wykrywania RLS w określonym zakresie częstotliwości. Przy ich pomocy prowadzi się rozpoznanie określając z małą dokładnością częstotliwość roboczą i kierunek na RLS. Zasadniczym zadaniem tego rodzaju odbiorników jest określenie ilości RLS, zakresów roboczych częstotliwości i przybliżonego rejonu ich dyslokacji. Zakres pracy odbiorników zgrubnego rozpoznania pokrywa robocze częstotliwości wszystkich najbardziej powszechnych typów RLS przeciwnika.

Odbiorniki zgrubnego rozpoznania zapewniają szybkie i niezawodne wykrycie RLS w dowolnym rodzaju ich pracy przy odbiorze 5-10 impulsów. W odniesieniu do naziemnych RLS czas określenia danych powinien ograniczać się odbiorem impulsów

w czasie jednego obrotu anteny.

Dla niezawodnego wykrycia RLS i szybkiego określenia danych stosuje się odbiorniki:

- szerokopasmowe bezpośredniego wzmocnienia z szybkim przestrajanem w częstotliwości;
- wielokanałowe szerokopasmowe, pozwalające natychmiast określić podzakres, w którym pracuje RLS, rodzaj pracy, a czasem i namiar.

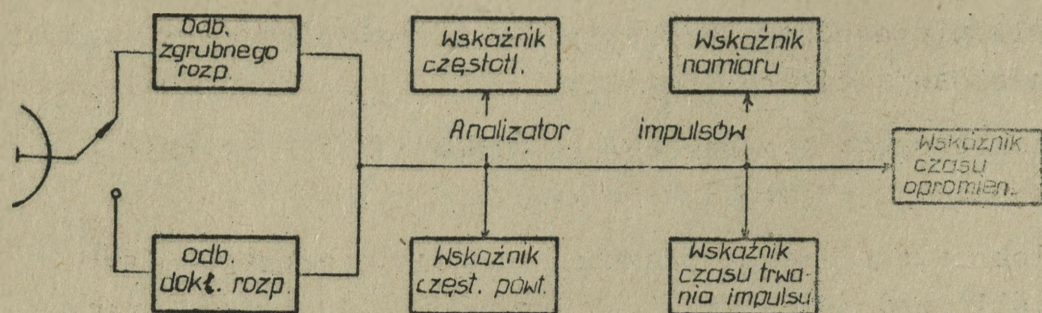
Do odbiorników pierwszego typu należy odbiornik stacji rozpoznawczej SRS-2, do drugiego typu stacji rozpoznawczej SRS-3. Odebrane sygnały przez odbiornik SRS-3 utrwalają się na błonie fotograficznej, a przez odbiornik SRS-2 obserwuje się na wskaźnikach lampowych.

Odbiorniki dokładnego rozpoznania przeznaczone są dla dokładnego określania podstawowych danych taktyczno-technicznych RLS. Określenie częstotliwości odbywa się drogą automatycznego przestrajanego odbiornika, posiadającego wąskie pasmo przepuszczania i wąski zakres przestrajanego w częstotliwości. Szerokość pasma automatycznego przestrajanego wynosi od 50-100 MHz, czas przestrajanego w paśmie wynosi 0,11-0,5 sek, pasmo przepuszczania odbiorników wynosi 0,5 - 2,5 MHz.

W stacjach dokładnego rozpoznania z reguły stosowane są odbiorniki zgrubnego i dokładnego rozpoznania oraz wskaźniki z urządzeniami pomiarowymi. /Rys. 7/.

Jako wskaźnik wykorzystana jest lampa oscyloskopowa.

Określenie pozostałych danych: czas trwania impulsu, częstotliwość powtarzania impulsów, częstotliwość wiązki dokonuje się za pomocą specjalnych układów wchodzących w analizator impulsów, na wyjściu którego jako wskaźnik stosowane są lampy oscyloskopowe.



Rys. 7. Stacja dokładnego rozpoznania.

Odbiorniki naprowadzania nadajników zakłóceń wchodzi w ukończenie stacji zakłócających i przeznaczone są do nastawiania generatorów zakłóceń w częstotliwości i niekiedy do naprowadzania w azymucie nadajnika zakłóceń. Mogą być do tego celu stosowane odbiorniki zgrubnego jak i dokładnego rozpoznania.

W wypadku stosowania zakłóceń szumowych nie jest konieczny analizator impulsów.

Zasadniczym wymaganiem stawianym w odbiornikach naprowadzania jest określenie częstotliwości RLS przy włączonym nadajniku zakłóceń. Oprócz tego odbiornik naprowadzania śledzący za częstotliwością RLS powinien zapewnić automatyczne przestrajanie generatora nadajnika zakłóceń.

Obecnie konstruktorzy odbiorników naprowadzania zmierzają w dwu kierunkach. Pierwszy kierunek związany jest z budową odbiorników naprowadzania, sterujących pracą nadajników zakłóceń typu odzewowego. Drugi kierunek dotyczy opracowania odbiorników, które śledząc za częstotliwością RLS równocześnie automatycznie przestrajają w szerokim paśmie generatora zakłóceń. W tym celu na wyjściu odbiornika wydzielone napięcie, którego wielkość jest proporcjonalna do zmian częstotliwości RLS steruje pracą generatorów zakłóceń dostarczając je do częstotliwości pracy RLS.

Jeśli zmiana częstotliwości RLS odhyla się od impulsu do impulsu, to dla skutecznego wytworzenia zakłóceń w odbiorniku naprowadzenia powinien być zastosowany układ dla określenia kodu zmiany częstotliwości, który ustala się za pomocą układu pamięciowego i następnie wykorzystuje się do nastrojenia generatora zakłóceń.

## VI. METODY OKREŚLANIA DYSLOKACJI PARAMETRÓW RLS PRZECIWNIKA

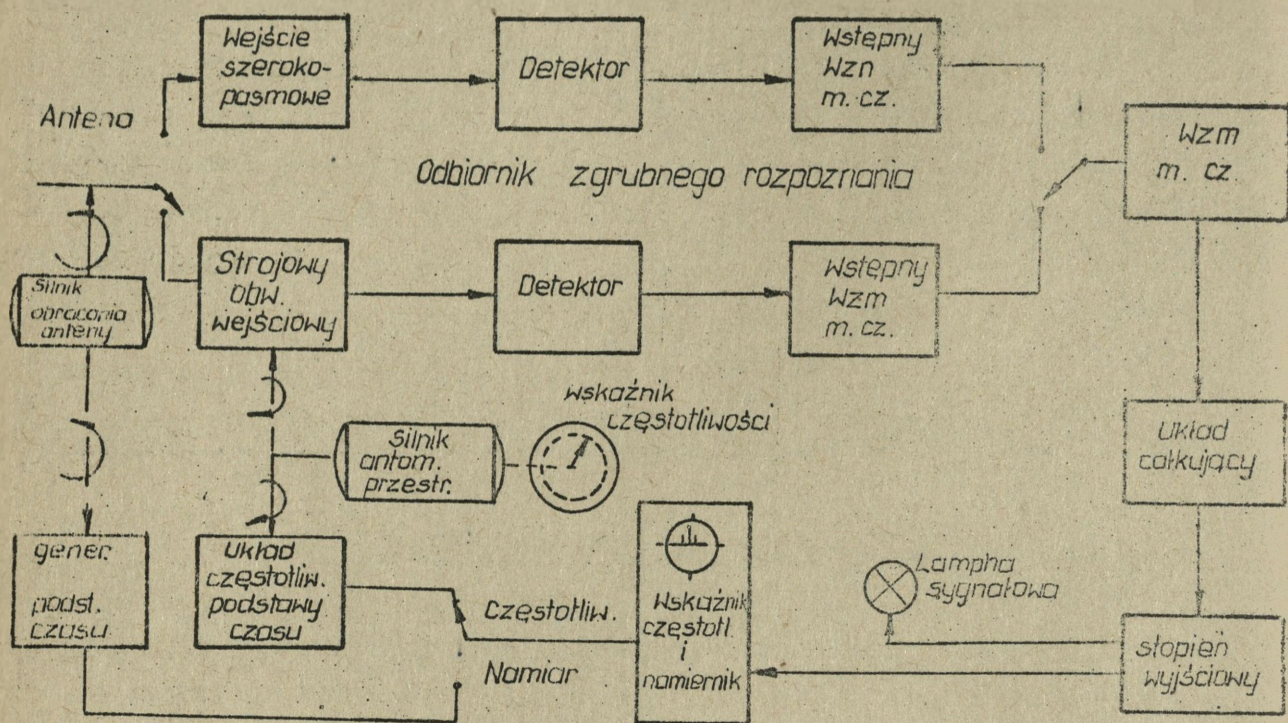
### 1. Wykrywanie pracującej RLS.

Wykrywanie pracującej RLS odbywa się drogą odbioru promieniowanej przez nią energii elektromagnetycznej. Odebrane sygnały energii elektromagnetycznej przez antenę odbiornika rozpoznawczego po odpowiednim przekształceniu podawane są na lampkę sygnalizacyjną lub na lampę oscyloskopową.

W stacjach zgrubnego rozpoznania podczas rodzaju pracy "poszukiwanie" antena kierunkowa obraca się bez przerwy w płaszczyźnie azymutalnej. Jeśli równocześnie odbiornik rozpoznania będzie przestrajany w częstotliwości to prawdopodobieństwo wykrycia RLS zmniejsza się, ponieważ podczas poszukiwania koniecznym jest aby w momencie kiedy antena będzie skierowana na RLS, odbiornik był nastrojony na częstotliwość roboczą stacji.

Takie przypadki pokrywania się będą rzadko występować. W celu zwiększenia prawdopodobieństwa wykrycia RLS na stacjach zgrubnego rozpoznania wykorzystuje się odbiorniki nie wymagające przestrajania w danym zakresie. Schemat blokowy takiego urządzenia pokazany jest na rys.8.

### Odbiornik wykrywania



Rys. 8. Schemat blokowy urządzenia zgrubnego rozpoznania.

Podczas rodzaju pracy "wykrywanie" do anteny podłącza się odbiornik wykrywania. Sygnały z wyjścia anteny kierunkowej podawane są na wejście odbiornika przestrajanego w szerokim paśmie częstotliwości, a następnie na detektor kryształkowy. Po detekcji i wzmacnieniu we wzmacniaczu małej częstotliwości sygnały podawane są na układ całkujący, gdzie zostają poszerzone w czasie trwania. Po dodatkowym wzmacnieniu na końcowym stopniu sygnał zostaje podany na lampkę sygnalizacyjną i na wskaźnik zbudowany na lampie oscyloskopowej.

Moment odbioru sygnałów wykrytej RLS operator nie-automatycznej stacji określa według zapalenia się lampki sygnalowej oraz według pojawienia się znacznika na ekranie wskaźnika na lampie oscyloskopowej z częstotliwością podstawową czasu.

W stacjach automatycznych sygnał świetlny wyświetla błonę fotograficzną. W zależności od zakresu częstotliwości wyświetlanie może być na różnych ścieżkach błony fotograficznej rozmieszczonej w pewnych odległościach jedna od drugiej.

## 2. Określenie namiaru wykrytej RLS.

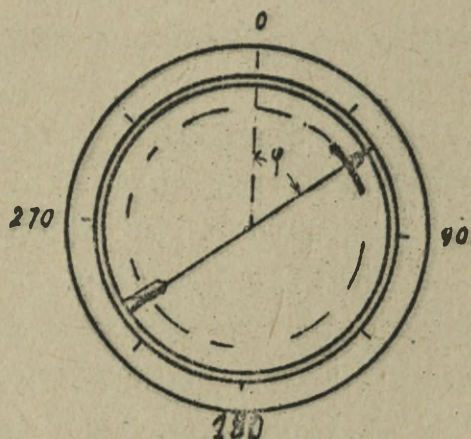
Kąt kursowy wykrytej RLS można określić dwoma sposobami:

- za pomocą obracającej się anteny kierunkowej i wskaźnika namiaru z kołową podstawą czasu;
- za pomocą kilku nieruchomych anten kierunkowych.

W pierwszym przypadku antena kierunkowa obraca się bez przerwy w płaszczyźnie poziomej. Oś anteny jest mechanicznie sprzężona z rotorem generatora napięcia sinusoidalnego, wykorzystywanego dla otrzymania kołowej podstawy czasu. Dzięki obracaniu się rotora synchronicznie z anteną okres napięcia sinusoidalnego zdejmowanego z generatora równy jest czasowi obrotu anteny o  $360^\circ$ .

Napięcie z wyjścia generatora podstawy czasu podaje się na układ przesuwnika fazowego o  $90^\circ$ .

Dwa napięcia sinusoidalne przesunięte względem siebie o  $90^\circ$  z wyjścia generatora kołowej podstawy czasu podaje się na pionowe i poziome płytki odchylające lampy oscyloskopowej wskaźnika namiaru. Na ekranie wskaźnika plamka świetlna, przemieszczając się po okręgu, będzie w każdym momencie czasu wskazywać kierunek anteny stacji rozpoznania. Odebrane sygnały od rozpoznawanej RLS ze stopnia wyjściowego odbiornika rozpoznania podawane są na elektrodę sterującą lampy. Sygnały te zwiększają jasność świecenia podstawy czasu w czasie odbioru sygnałów od rozpoznawanej RLS. W rezultacie na ekranie wskaźnika namiaru podczas obracania się anteny stacji rozpoznania pojawia się świecący łuk./Rys. 9/. Wielkość kątowa łuku w przybliżeniu równa jest szerokości charakterystyki kierunkowej anteny urządzenia namiaru. Kąt kursowy RLS odczytuje się na środku świecącego łuku na skali azymutalnej, naniesionej na filtr świetlny wskaźnika.



Rys. 9. Wskaźnik namiaru.

Pomiaru namiaru za pomocą obracających się anten kierunkowych dokonuje się w stacjach SRS-1 i SRS-2.

Szerokość charakterystyki kierunkowej anteny urządzenia namiaru decydująco wpływa na dokładność określania miejsca stania RLS. Dopuszczalny średni błąd geometryczny określenia miejsca stania RLS wynosi 3 km. Aby uzyskać taką dokładność, szerokość wiązki anteny urządzenia namiaru powinna być rzędu  $1-2^\circ$ . Budowa anten kierunkowych tego typu w urządzeniach samolotowych pracujących na falach metrowych i decymetrowych jest utrudniona. Oprócz tego prawdopodobieństwo wykrycia i namiaru posługując się antenami kierunkowymi o tak wąskiej wiązce zmniejsza prawdopodobieństwo wykrycia RLS.

Zasada namiaru z wykorzystaniem kilku nieruchomych anten, posiadających szerokie charakterystyki kierunkowe jest analogiczna jak w radionamiernikach. Założmy, że urządzenie namierzania stacji rozpoznawczej posiada cztery anteny, każda o szerokości promieniowania  $90^\circ$ .

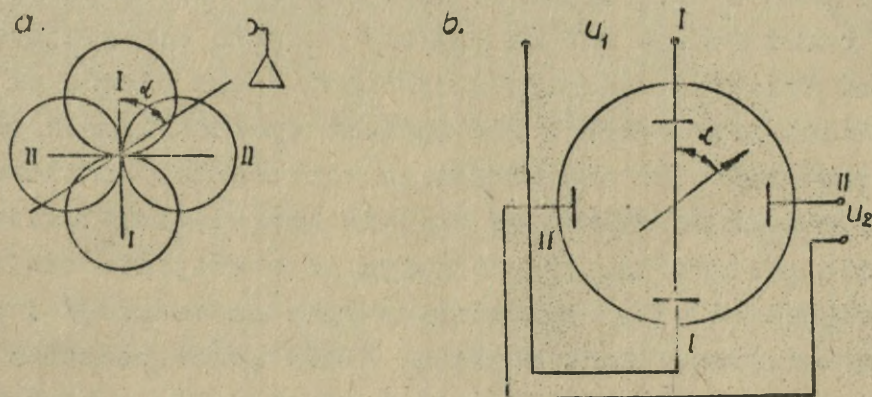
Anteny swoimi maksymami kierunkowości rozmieszczone są w azymucie co  $90^\circ$ , co pozwala dokonać namiaru we wszystkich kierunkach. Każda antena połączona jest z oddzielnym torem odbiorczym obejmującym detektor i wzmacniacz wizji. Z wyjścia wzmacniaczy wizji sygnały podane są na płytki odchyłające lampy oscyloskopowej.

Tory odbiorcze, których anteny skierowane są do przodu i tyłu wzdłuż osi samolotu podłączone są do pionowych płytek odchylających lampy, a tory odbiorcze, których anteny skierowane są w kierunkach poprzecznych do osi samolotu podłączone są do poziomych płytek odchylających lampy.

Amplituda impulsów z wyjścia różnych wzmacniaczy wizji zależy będzie od wielkości zysku kierunkowego każdej anteny w kierunku na namierzoną RLS.

Odchylenie elektryczne plamki świetlnej w pionie i poziomie będzie jednoznacznie związane z kierunkiem na RLS rys. 10.

Ponieważ kanały odbiorcze pracują w szerokim zakresie częstotliwości i nie wymagają strojenia, to namier<sup>u</sup> dokonuje się przy odbiorze 5-10 impulsów. Urządzenie zapisujące automatycznie rejestruje otrzymany namiar.



Rys. 10. Określenie namiaru RLS

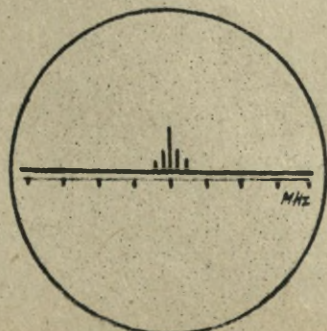
- a/ charakterystyka kierunkowa układu antenowego;
- b/ wskaźnik namiaru.

### 3. OKREŚLENIE CZĘSTOTLIWOŚCI ROBOCZEJ RLS

Częstotliwość roboczą przy pomocy urządzeń rozpoznawczych z anteną bezkierunkową określa się zaraz po wykryciu RLS, a przy zastosowaniu anteny kierunkowej po określeniu namiaru i naprowadzeniu anteny na RLS.

Omówimy metodę pomiaru częstotliwości w odbiorniku z automatycznym przestrajaniem /Rys. 8/.

Sygnaly z anteny podawane są na wejścia odbiornika zgrubnego rozpoznania, a następnie po detekcji i wzmacnieniu we wzmacniaczu niskiej częstotliwości podają się na pionowe płytki odchylające wskaźnika pomiaru częstotliwości. Częstotliwość obwodu wejściowego zmienia się płynnie w czasie, dzięki obrotowi kondensatora zmiennego przez silnik automatycznego przestrajania. Napięcie częstotliwościowej podstawy czasu podczas obracania się silnika dobiera się tak, aby okres podstawy czasu był równy czasowi przestrajania obwodu wejściowego w granicach całego podzakresu, a wielkość napięcia wzrastała ze zwiększeniem się częstotliwości odbieranej przez odbiornik. Do uruchomienia częstotliwościowej podstawy czasu wykorzystany jest potencjometr kołowy, którego część ruchoma sprzężona jest z osią silnika. Napięcie częstotliwościowej podstawy czasu podaje się na poziome płytki odchylające lampy. Pod działaniem napięcia podstawy czasu plamka na ekranie wskaźnika przemieszcza się poziomo synchronicznie ze zmianą częstotliwości przestrajania odbiornika. Chwilowe położenie plamki świetlnej na ekranie określa częstotliwość nastrojenia odbiornika. Przy szybkim przestrajaniu odbiornika /przy obrotach silnika dziesiątków razy na sekundę/ i długiej poświacie otrzymamy linię poziomą. Każdy punkt podstawy czasu odpowiada określonej częstotliwości nastrojenia odbiornika, co daje możliwość wyskalowania podstawy czasu w jednostkach pomiaru częstotliwości. /Rys. 11/.



Rys. 11. Wskaznik z częstotliwościową podstawą czasu.

W momencie nastrojenia odbiornika na częstotliwość rozpoznawanej RLS odebrane sygnały podawane są na pionowe płytki odchylające lampy, dając "wyskok" impulsu w tym miejscu częstotliwościowej podstawy czasu, która odpowiada częstotliwości odebranego sygnału. Wzrokowa obserwacja bardzo krótkich sygnałów RLS /rzędu 0,5-2  $\mu$ sek/ na wskaźniku częstotliwości przedstawiałaby zrozumiałą trudność. Dla polepszenia obserwacji z wyjścia wzmacniacza małej częstotliwości sygnał impulsowy, podawany jest najpierw na układ całkujący, w których czas trwania powiększony jest 7 - 10 razy.

Sygnał na ekranie wskaźnika częstotliwości składa się nie z jednego a kilka znaczników. Wynika to z tego, że odbiór impulsów dokonuje się nie tylko w momencie dokładnego nastrojenia obwodu na częstotliwość RLS, ale także w czasie przestrajania obwodu na wielkość jego pasma przepuszczenia. Odpowiednio więc i amplitudy "znacznika" będą różne. Odczyt częstotliwości dokonuje się wg skali znajdującej się pod znacznikiem z maksymalną amplitudą.

Opisana metoda pozwala obserwować na ekranie wskaźnika sygnały odbierane od RLS, która pracuje w zakresie częstotliwości odbiornika zgrubnego rozpoznania. Zasadniczą wadą tego odbiornika jest to, że przy krótkotrwałym opromienieniu anteny stacji rozpoznawczej niewielką ilością impulsów, istnieje możliwość nie odebrania ich, ponieważ obwód wejściowy w momencie opromieniania anteny może być nie nastrojony na częstotliwość rozpoznawanej RLS.

Dla pewnego określenia częstotliwości rozpoznawanej RLS, czas przestrajania całego podzakresu odbiornika powinien być mniejszy od czasu opromieniania anteny. Szybkie przestrajanie może być zrealizowane drogą przestrajania elektrycznego, na przykład przez zmianę napięcia na reflektorze klistrona wykorzystywanego jako wzmacniacz wielkiej częstotliwości.

Szybkość przestrajania ograniczona jest minimalną ilością impulsów odbieranych przez odbiornik a wymaganą dla otrzymania wskazań na jego wyjściu.

Z zasady istnieje możliwość prowadzenia rozpoznania na podstawie

odebranych 2 - 3 impulsów, jednak budowa tego rodzaju odbiorników napotyka na szereg trudności natury technicznej. Praktycznie, w celu zapewnienia normalnej pracy odbiornika i umożliwienia przeprowadzenia analizy danych technicznych RLS, należy odebrać minimum 5 - 10 impulsów.

Dla tego przypadku szybkość przestrajania będzie wynosić:

$$V_p = \frac{\Delta F \cdot F_p}{10} \text{ [MHz/sek]}$$

gdzie:

$V_p$  = szybkość przestrajania odbiornika

$\Delta F$  = pasmo przepuszczenia odbiornika rozpoznawczego  
[MHz]

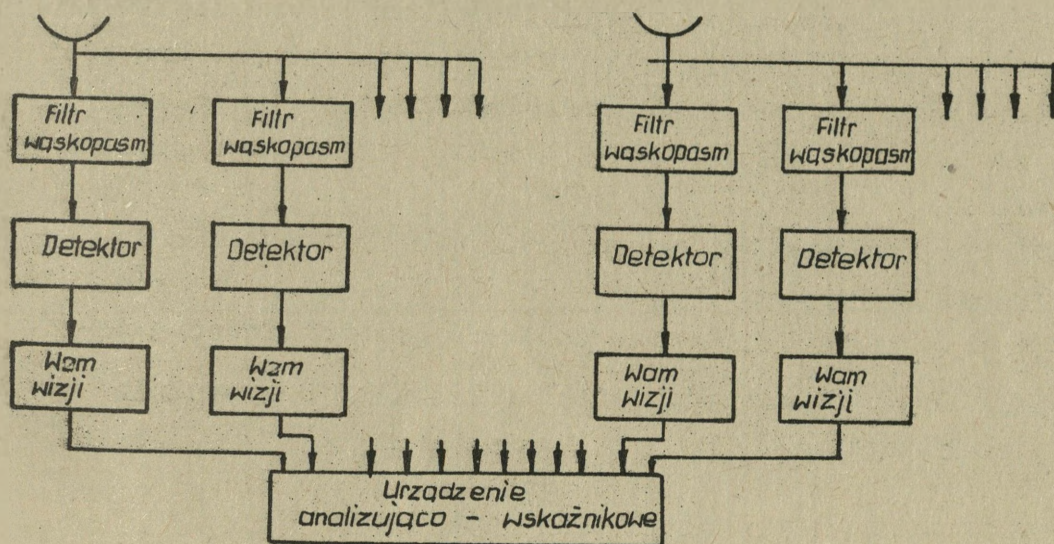
$F_p$  - częstotliwość powtarzania impulsów rozpoznawczej RLS [imp/sek]

Wymagania dotyczące niezawodności i ilości odbieranych impulsów są nawzajem sprzeczne.

Nie można osiągnąć prędkości przestrajania takiej, aby czas przestrajania w całym zakresie był mniejszy od czasu opromieniowania, bowiem za okres opromieniowania naziemne RLS promieniują 10 - 20 impulsów.

W celu niezawodnego prowadzenia rozpoznania przy odbiorze 5 - 10 impulsów zostały wykonane wielokanałowe odbiorniki szerokopasmowe pozwalające natychmiast wykryć pracę wszystkich RLS, pracujących na częstotliwościach zakresu odbiornika rozpoznawczego i zautomatyzować rejestrację otrzymanych danych.

Wielokanałowe stacje rozpoznawcze posiadają dużą ilość odbiorników, z których każdy obejmuje filtr wielkiej częstotliwości z pasmem przepuszczania 20-25 MHz, detektor i wzmacniacz wizji. /Rys. 12/.



Rys. 12. Wielokanałowe stacje rozpoznawcze.

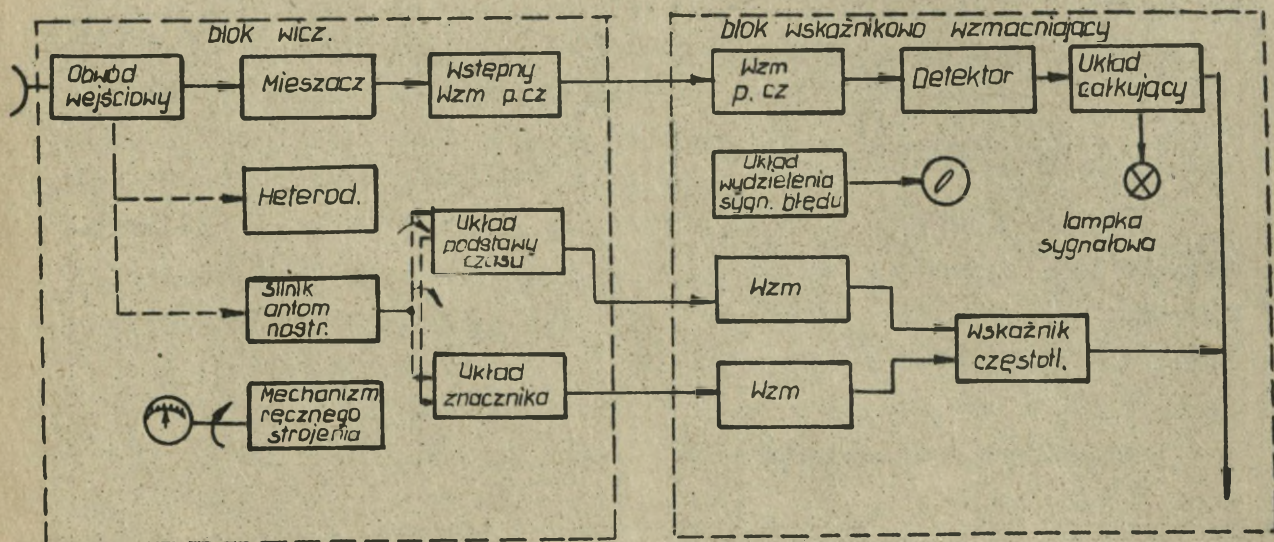
System antenowy stanowi kilka anten z szerokimi charakterystykami kierunkowymi, które umożliwiają dokonanie namiaru. Niekiedy urządzenia rejestracyjne wyposażone są w lampki sygnałowe, których światło podczas odbioru sygnałów projektuje się na błonie fotograficznej jak np. w stacji SRS-3.

Dokładność określenia częstotliwości wielokanałowej stacji rozpoznawczej zależy od pasma przepuszczania filtrów wielkiej częstotliwości i mieści się w granicach 20-25 MHz. Dokładność pomiaru częstotliwości w stacjach z automatycznym przestrajanem określa: pasmo przepuszczania odbiornika, wielkość zakresu automatycznego przestrajanania i skalą częstotliwościowej podstawy czasu wskaźnika. Wielkość działek skali częstotliwościowej podstawy czasu wzrasta ze skracaniem długości fal, co prowadzi do pogorszenia dokładności pomiaru często-

tliwości. Przy promieniu lampy 50 mm, w paśmie przepuszczania odbiornika zgrubnego rozpoznania 20 - 50 MHz i współczynnika pokrycia podzakresu 2 - 3 razy, dokładność odczytu częstotliwości jest rzędu 5% mierzonej wielkości. Celem zwiększenia dokładności pomiaru częstotliwości należy zmniejszyć pasmo przepuszczania odbiornika 5-8 razy oraz zakres automatycznego przestrajania częstotliwości.

Dlatego też odbiorniki rozpoznawcze buduje się w układzie superheterodyny z pasmem przepuszczania 0,5 - 2,5 MHz. Zakres automatycznego przestrajania częstotliwości zmniejsza się 10-12 razy w porównaniu z odbiornikiem zgrubnego rozpoznania. Prowadzi to do zmniejszenia wielkości działek skali częstotliwościowej podstawy czasu i odpowiednio do zwiększenia dokładności pomiaru częstotliwości.

Jeśli przyjąć pasmo przepuszczania odbiornika 2 MHz i zakres automatycznego przestrajania do 100 MHz, to na wskaźniku z ekranem o promieniu 50 mm można zmierzyć częstotliwość z dokładnością 1 MHz. Schemat odbiornika dokładnego rozpoznania pokazany jest na rys. 13.



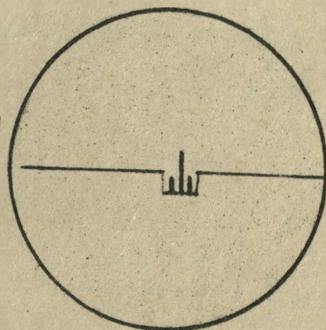
Rys.13. Schemat odbiornika dokładnego rozpoznania.

Odbiornik składa się z bloku wielkiej częstotliwości i bloku odbiorczo-wskaźnikowego. W bloku wielkiej częstotliwości znajduje się odbiornik superheterodynowy z automatycznym przestrajaniem i układ kształtowania częstotliwościowej podstawy czasu. Przestrajanie automatyczne odbiornika dokonuje się nie w całym podzakresie, a tylko na pewnym odcinku /mniej więcej 1/10 części podzakresu/ co pozwala zwiększyć dokładność pomiaru częstotliwości. Przemieszczenie odcinka automatycznego przestrajania w podzakresie dokonuje się gałką ręcznego strojenia odbiornika.

Metoda pomiaru częstotliwości w odbiornikach dokładnego rozpoznania jest taka sama, jak i w zgrubnym pomiarze z wykorzystaniem automatycznego przestrajania i elektronowego wskaźnika częstotliwości.

W odróżnieniu do zgrubnego pomiaru częstotliwości w odbiorniku dokładnego rozpoznania odczyt<sup>u</sup> dokonuje się wg skali strojenia bloku wielkiej częstotliwości z zastosowaniem sygnału znacznika /wizjera/ obserwowanego na wskaźniku.

Wskaźnik częstotliwości przestrajania odbiornika jest mechanicznie związany z układem kształtowania napięcia sygnału znacznika /wizjera/. Układ ten wytwarza impuls prostokątny, który podawany jest na pionowe płytki odchylające lampy i daje na środku częstotliwościowej podstawy czasu prostokątny "wyskok"-znacznik/wizjer/ /rys. 14/.



Rys. 14. Obraz wizjera na wskaźniku.

Podczas strojenia odbiornika przemieszcza się uciniek automatycznego przestrajania, a znacznik /wizjer/ na częstotliwościowej podstawie czasu nie zmienia swego położenia. Środek znacznika /wizjera/ na częstotliwościowej podstawie czasu odpowiada częstotliwości nastrojenia odbiornika. Operator pokręcając gałką strojenia odbiornika stara się pokryć środek plamki sygnału RLS ze środkiem znacznika /wizjera/. Odczyt<sup>u</sup> częstotliwości nośnej dokonuje się na podstawie skali częstotliwości strojenia odbiornika. Błąd określania częstotliwości tym sposobem wynosi nie więcej niż + 1% wielkości mierzonej.

#### 4. Określenie czasu trwania i kształtu impulsu

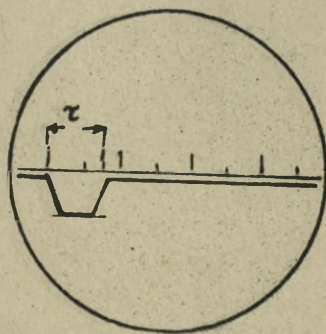
Pomiar czasu trwania impulsu i określenie jego kształtu przeprowadza się przy pomocy analizatora impulsów. W analizatorze impulsów zastosowane są lampy oscyloskopowe.

Wskaźnik do pomiaru czasu trwania impulsu i określenia jego kształtu zbudowany jest na lampie oscyloskopowej z wyczekującą poziomą podstawą czasu.

Piłowe napięcie wyczekującej podstawy czasu podawane jest na poziome płytki odchylające lampy oscyloskopowej. Układ wyczekującej podstawy czasu uruchamiany jest przez impulsy rozpoznawanej RLS.

Dzięki wykorzystywaniu wyczekującej podstawy czasu zabezpiecza się synchronizację częstotliwości podstawy czasu z częstotliwością następowania impulsów od RLS.

Tym samym zapewnia się niezawodność obserwowania impulsu na ekranie wskaźnika lampy /rys. 15/.



Rys. 15. Wskaźnik określający czas trwania impulsu.

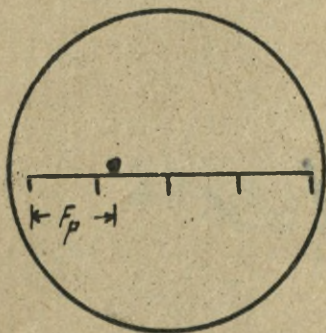
Pomiaru czasu trwania impulsu dokonuje operator po dokładnym określeniu częstotliwości. Po skierowaniu anteny RLS i po nastrojeniu odbiornika naprowadzania na jej częstotliwość, operator dobiera wzmocnienie odbiornika naprowadzania takie, aby odebrany impuls swoim wierzchołkiem sięgał poziomej linii naniesionej na filtrze świetlnym wskaźnika analizatora impulsów. W ten sposób osiąga się maksymalną dokładność pomiaru.

Czas trwania impulsu /w działkach/ odczytuje się na skali podstawy czasu. Przeliczenie z działek na mikrosekundy dokonuje się według tablic. Dokładność pomiaru zależy od długości impulsu i wynosi około 10-15% mierzonej wielkości. Liniowa wyczekująca podstawa czasu daje możliwości sądzić o kształcie impulsów, ich kodzie, ilości. Według wielkości wzmocnienia odbiornika, amplitudy odebranego sygnału i odległości od wykrywanej RLS, można określić moc w impulsia.

#### 5. Określenie częstotliwości powtarzania impulsów

Częstotliwość powtarzania impulsów określa się przy pomocy licznika impulsów. Przyjęte impulsy z wyjścia odbiornika rozpoznania podawane są na licznik impulsów, w którym zastosowany jest układ całkujący. Na układ z wyjścia ogranicznika podaje się impulsy ze stałą amplitudą. W przypadku tym wielkość napięcia na kondensatorze gromadzącym będzie proporcjonalna do częstotliwości powtarzania impulsów.

Napięcie to podane na poziome płytki odchylające, odchyła plamkę elektronową na wielkość określającą częstotliwość powtarzania impulsów  $F_p$  /rys. 16/.



Rys. 16. Wskaźnik określenia częstotliwości powtarzania impulsów.

Dokładność określania częstotliwości powtarzania impulsów podczas odczytu według skali wskaźnika elektronowego wynosi nie więcej niż + 10% mierzonej wielkości.

Poruszone w skrypcie zagadnienia nie obejmują w całości problemów dotyczących rozpoznania radioelektronicznego. Każde z nich mogłoby stanowić osobny problem rozważań. Zasygnalizowanie ich pozwoli jednak słuchaczom poszerzyć wiadomości z wykładów i dokładniej zrozumieć istotę i znaczenie prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego, które jest podstawowym elementem podczas organizacji przeciwdziałania radioelektronicznego w prowadzonej wojnie radioelektronicznej.

OPRACOWAŁ :

ppłk mgr inż. Kazimierz PIĄTKOWSKI

Wydrukowano w 30 egz.

Egz. nr 1-30 B.T.

Wyk. ppłk K. Piątkowski

Druk. Cz.B.dn. 14.09.68r.

Nr ks. PF-2333/WW/2202

Kor. H.S.



BIBLIOTEKA NAUKOWA ASG WP  
Archiwum Biuletynu Zwiastw i Rozwiastw  
Nr ewid. ~~9~~ 39886