



Grey Scale #13



Part Code
ST1316



A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19



152

Egzemplarz roboczy - z poprawkami

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

ASG WP wewn. 3990/86

**JAWNE
POUFNE**

Egz. nr 1



Ppłk dypl. inż. Stanisław WIECZOREK

**ZAUTOMATYZOWANY PODSYSTEM
DOWODZENIA WOJSK RAKIETOWYCH
OPK „WEKTOR-2WE”**

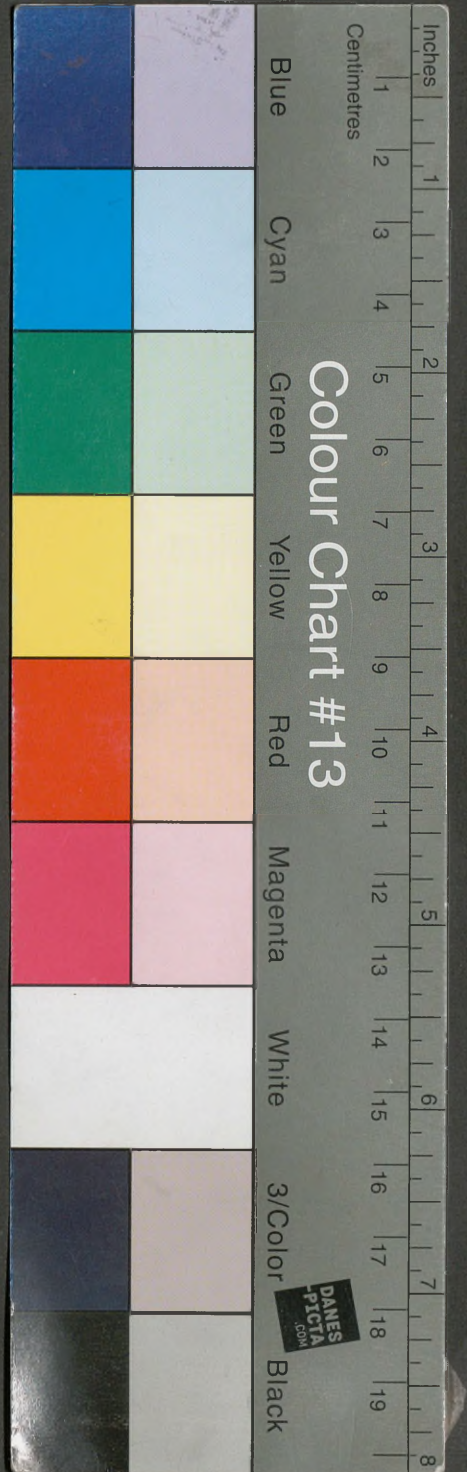
SKRYPT



55368

WARSZAWA

1986

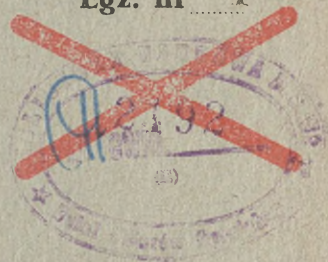


AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP**WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH**

ASG WP wewn. 3990/86

**JAWNE
POUFNE**

Egz. nr 1



Ppłk dypl. inż. Stanisław WIECZOREK

**ZAUTOMATYZOWANY PODSYSTEM
DOWODZENIA WOJSK RAKIETOWYCH
OPK „WEKTOR-2WE”**

SKRYPT



55368

Przeklasyfikowana z ~~... poufne ...~~ *... jawne ...*
podstawa przekl. Wykaz Aktualnych Wojskowych
Wydawnictw Wewnętrznych szt. gen. *1527/2001*
data i podpis *M1002 d. 01.06.2001 Anna K.*

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

JAWNE

ASG WP wewn. 3990/86

POUFNE

Egz. nr ...

1

ZATWIERDZAM
SZEFA KATEDRY
PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

/-/ płk prof.dr hab. Wacław SWIĄTNICKI



Płk dypl. inż. Stanisław WIECZOREK

ZAUTOMATYZOWANY PODSYSTEM DOWODZENIA WOJSK RAKIETOWYCH ORYGINALNA - ARCHIWUM
"WEKTOR-2WE"

Skrypt



WARSZAWA

1986 r.

Spis treści

	strona
Wstęp	4
1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ZESTAWU WEKTOR-2WE	4
1.1 Przeznaczenie i zadania	7
1.1.1. Zadania realizowane za pomocą aparatury PORI.....	7
1.1.2. Zadania realizowane za pomocą aparatury WEKTOR....	9
1.1.3. Zadania realizowane za pomocą aparatury sprzężenia i łączności 5F24	10
1.2. Dane taktyczno-techniczne podsystemu oraz możliwości bojowe	10
1.3. Ogólna budowa	13
1.3.1. Kabina łączności	14
1.3.2. Kabina zestawu obliczeniowego	16
1.3.3. Kabina dowodzenia	17
1.4. Powiązania funkcjonalne zestawu w zautomatyzowanym systemie dowodzenia wojsk OPK	19
2. FUNKCJONOWANIE APARATURY PORI	23
2.1. Ogólne zasady funkcjonowania aparatury PORI	23
2.2. Algorytmy opracowania informacji radiolokacyjnej w aparaturze PORI ,.....	23
2.3. Zobrazowanie informacji w aparaturze PORI	30
2.3.1. Informacja o stałych elementach ugrupowania bojowego	30
2.3.2. Informacje decyzyjne, sprawozdawcze i kontrolne.	30
2.3.3. Informacje o sytuacji powietrznej	33
3. FUNKCJONOWANIE APARATURY WEKTOR	35
3.1. Ogólne zasady	35
3.2. Funkcjonowanie obiektu WEKTOR w procesie dowodzenia wojskami raketowymi OPK	37
3.2.1. Algorytmy dowodzenia dywizjonami raketowymi OPK	37
3.2.2. Zobrazowanie informacji na wskaźnikach ARM SD BR OPK	42
3.3. Funkcjonowanie aparatury WEKTOR w procesie dowodzenia lotnictwem myśliwskim	45
3.3.1. Algorytmy naprowadzania lotnictwa myśliwskiego..	45
3.3.2. Zobrazowanie informacji na wskaźnikach ARM PN LM	52

Zakończenie	55
Wykaz skrótów używanych w tekście	56
Wykaz literatury	57

Wstęp

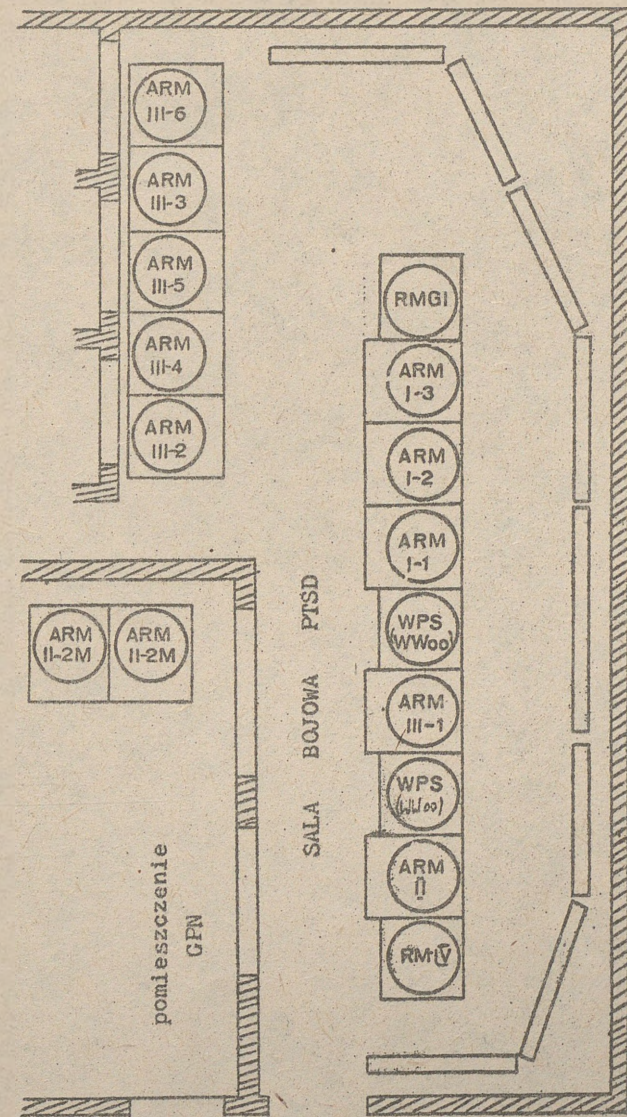
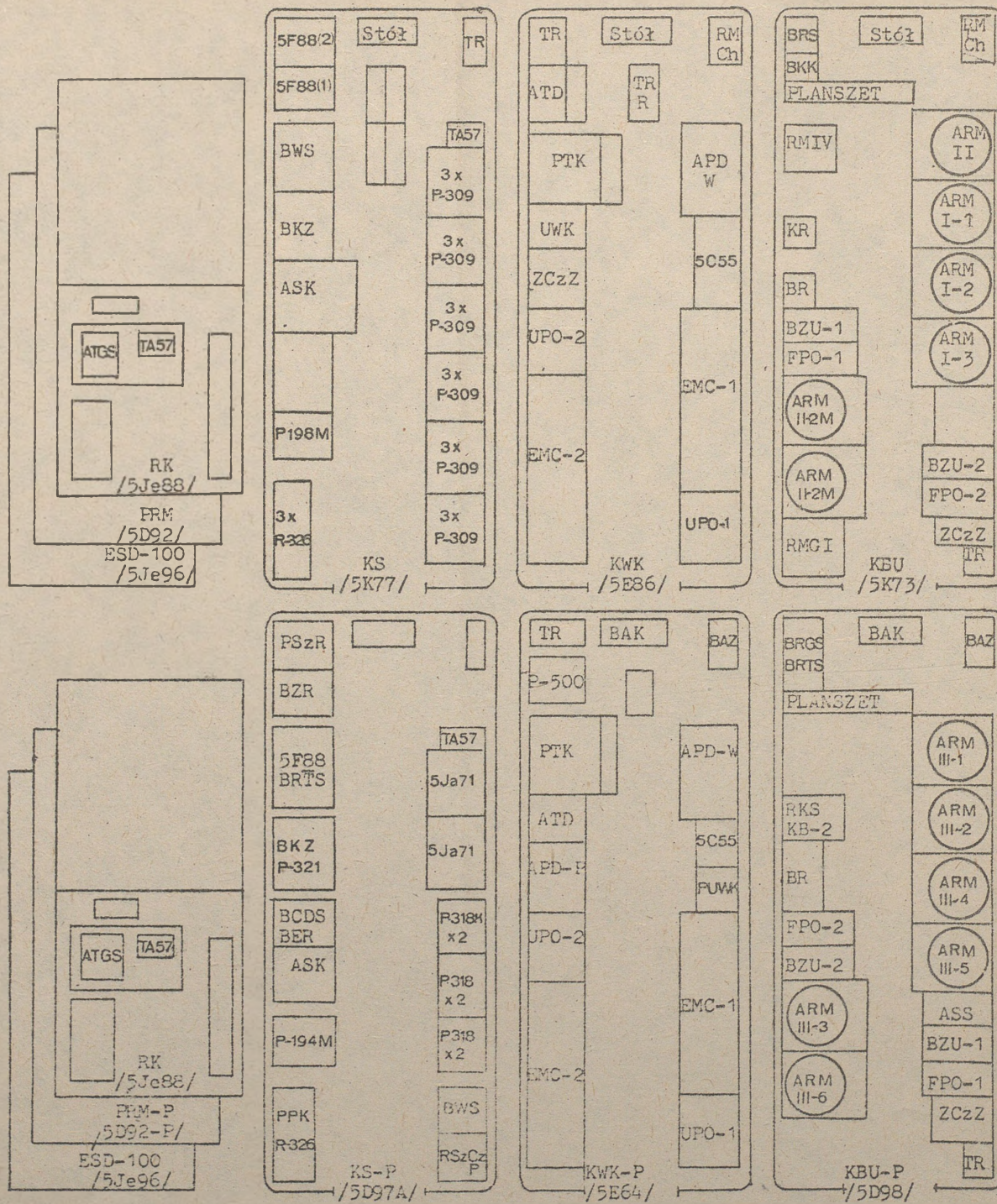
Dowodzenie wojskami raketowymi i lotnictwem myśliwskim w walce z nieprzyjacielem powietrznym stanowi jeden z najbardziej istotnych procesów realizowanych w systemie dowodzenia wojskami OPK. Automatyzacja tego procesu ma na celu zapewnienie wysokiej efektywności działań bojowych tych wojsk w warunkach skomplikowanej i szybko zmieniającej się sytuacji na współczesnym polu walki. Jednym z rozwiązań technicznych zautomatyzowanego podsystemu dowodzenia wojskami raketowymi we współdziałaniu z lotnictwem myśliwskim jest aparatura WEKTOR-2WE.

W skrypcie zawarto skondensowany materiał obejmujący charakterystykę oraz podstawowe zasady funkcjonowania tej aparatury w zakresie niezbędnym dla słuchaczy ASG WP. Struktura skryptu zakłada, że czytelnik posiadał znajomość zasad funkcjonowania zestawów raketowych wojsk OPK oraz systemu zbioru i opracowania informacji radiolokacyjnej w tych wojskach, opartego na aparaturze WOZDUCH-1M lub DUNAJEC.

1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ZESTAWU WEKTOR-2 WE

Zautomatyzowany podsystem dowodzenia wojsk OPK "WEKTOR-2WE" stanowi zestaw aparatury umożliwiający realizację poszczególnych procesów będących treścią działalności połączonego stanowiska dowodzenia wojsk OPK. W szczególności podsystem ten obejmuje funkcjonalnie procesy realizowane na SD związku taktycznego wojsk raketowych OPK /z zasady jest to SD BR OPK/, SD pułku lotnictwa myśliwskiego OPK, SD batalionu radiotechnicznego OPK oraz na punkcie naprowadzania lotnictwa myśliwskiego. Zakres automatyzacji poszczególnych zadań jest różny - największy w odniesieniu do SD BR OPK, zaś najmniejszy odnośnie do SD plm OPK. W tym ostatnim przypadku, zdecydowana większość zadań realizowana jest w sposób nieautomatyzowany, automatyzacja obejmuje tylko niektóre wybrane zagadnienia dotyczące współdziałania lotnictwa z wojskami raketowymi.

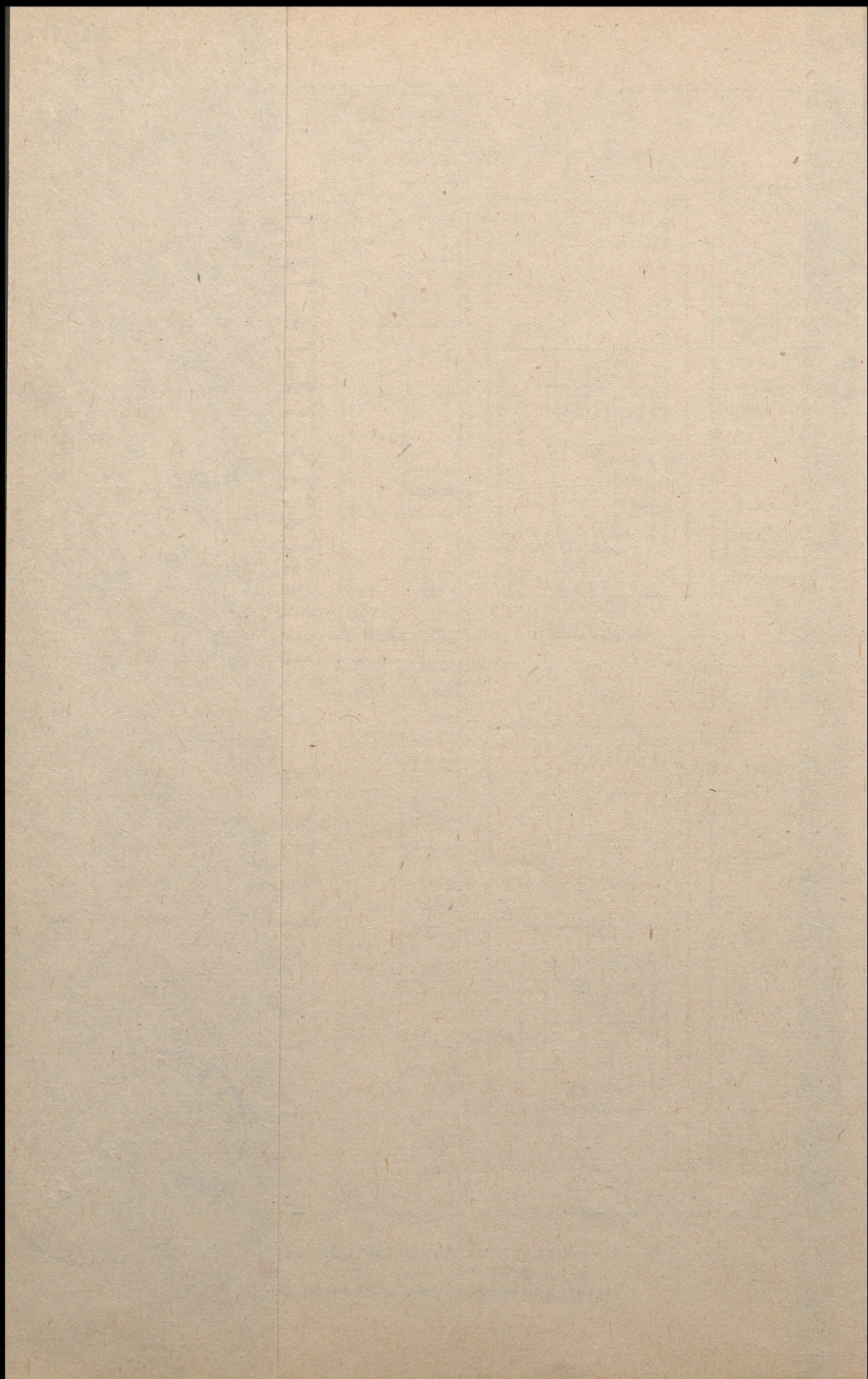
Z punktu widzenia konstrukcyjnego aparatura podsystemu składa się z dwóch grup: aparatury SD brt "PORI" oraz aparatury SD BR OPK i PN /nazwanej kryptonimem całego podsystemu, tj. "WEKTOR"/. Każda z tych grup mieści się w sześciu oddzielnych jednostkach transportowych /przyczepach i naczepach samochodowych/, z czego trzy zawierają zasadniczą aparaturę danej grupy. Oryginalne rozwiązanie przewiduje funkcjonowanie podsystemu jako zestawu mobilnego. W wojskach OPK PRL przyjęto, że



1. - dowódca BR OPK
2. - szef sztabu BR OPK
3. - oficer dowodzenia BR OPK
4. - z-ca dcy ds. techn.
5. - oficer rpzpoznania BR
6. - st.nawigator plm OPK /PN/
7. - dca plm OPK
8. - operator ręcznego wprow. danych
9. - nawigator
10. - dca brt OPK
11. - dca krlok
12. - st. oficer operac. brt
13. - dca PORI
14. - operatorzy
15. - ofic. operac. brt

Rys. 1. Rozmieszczenie aparatury zestawu WEKTOR-2WE
 a/ aparatura kabin zestawu
 b/ zautomatyzowane stanowiska pracy w pomieszczeniach PISD





zautomatyzowane miejsca pracy wymontowane z kabin znajdują się w sali bojowej PTSD. Rozmieszczenie aparatury w obu wariantach: mobilnym i stacjonarnym przedstawiono na rys. 1.

4.1. Przeznaczenie i zadania

Zautomatyzowany podsystem WEKTOR-2WE stanowi komplet aparatury przeznaczonej do realizacji zautomatyzowanego dowodzenia w związku taktycznym wojsk raketowych OPK we współdziałaniu z lotnictwem myśliwskim, na podstawie informacji o sytuacji powietrznej dostarczanej z obiektów podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego wojsk OPK.

W skład podsystemu wchodzi:

- a/ aparatura 5K78^{x/}, stanowiąca wspólne wyposażenie SD BR i PN LM;
- b/ aparatura 5D91 /PORI/, stanowiąca wyposażenie SD brt, a równocześnie aparaturę sprzężenia podsystemu systemem dowodzenia wojsk OPK;
- c/ aparatura sprzężenia i łączności 5F24, rozwijana w dywizjonach raketowych OPK;
- d/ grupa radiostacji zautomatyzowanej radiolinii LAZUR lub LAZUR-M /typ radiostacji R-824 ŁP, R-824 ŁPM, R-844, R-845/.

W ramach realizacji funkcji wynikających z zasadniczego przeznaczenia, wyróżnić można szereg zadań szczegółowych realizowanych z wykorzystaniem aparatury w sposób automatyczny lub zautomatyzowany.

1.1.1. Zadania realizowane za pomocą aparatury PORI

Zasadniczym zadaniem aparatury PORI jest zabezpieczenie dopływu informacji o sytuacji powietrznej do SD BR OPK, SD plm OPK oraz PN LM. Realizowane jest to poprzez wykonywanie następujących zadań cząstkowych:

- 1/ zbiór informacji o sytuacji powietrznej otrzymywanej ze zautomatyzowanych źródeł;
- 2/ opracowanie informacji o sytuacji powietrznej, a w tym:
 - sprowadzanie współrzędnych odebranej informacji do układu współrzędnych PORI;
 - automatyczna lub zautomatyzowana inicjacja tras obiektów powietrznych oraz ich śledzenie zgodnie z napływającą informacją;
 - identyfikacja tras, tzn. ustalanie jednolitej i jednoznacznej informacji na podstawie meldunków napływających o tym samym obiekcie z kilku źródeł;
 - ekstrapolacja współrzędnych położenia obiektów z uwzględnieniem opóźnienia wynikającego z odbioru, przetwarzania i przesyłania informacji;

x/ W dalszej części skryptu aparatura 5K78 nazwana będzie kryptonimem całego zestawu, tj. WEKTOR.

- obliczanie parametrów lotu obiektu oraz określenie momentu rozpoczęcia przez niego manewru kursem;
- określanie położenia, inicjacja trasy i śledzenie celów - nosicieli aktywnych zakłóceń radiolokacyjnych;
- 3/ zobrazowanie przyjętej oraz opracowanej informacji na wskaźnikach zautomatyzowanych stanowisk pracy /ARM/;
- 4/ przekazywanie zbiorczej informacji o sytuacji powietrznej do aparatury SD BR i PN LM /obiekt WEKTOR/, nadrzędnego SD /CYBER lub WS-11/, sąsiedniego PORI i podległych zautomatyzowanych RLP;
- 5/ ekstrapolacja /w ciągu 18 - 60 s/ trasy celu i przekazywanie danych ekstrapolowanych do obiektu WEKTOR w razie zagubienia i nie odnowienia informacji;
- 6/ dowodzenie podległymi pododdziałami radiotechnicznymi, a w tym:
 - wymiana informacji /komend, meldunków/ z pododdziałami z wykorzystaniem tabeli umownych sygnałów /tzw. sygnałów "2Z" wyświetlanych w postaci dwóch cyfr w odpowiednim punkcie wskaźnika/;
 - automatyczne wypracowywanie i przekazywanie do pododdziałów niektórych komend dotyczących wykrywania i śledzenia celów powietrznych;
- 7/ wymiana informacji sygnałami "2Z" z obiektem WEKTOR, nadrzędnym zautomatyzowanym SD oraz sąsiednim obiektem PORI;
- 8/ transmisja informacji przepływającej pomiędzy aparaturą obiektu WEKTOR /pracującą z prędkością modulacji 1200 bodów/ a zewnętrznymi obiektami zautomatyzowanego systemu dowodzenia wojsk OPK /pracującymi z prędkością 60 bodów/;
 - zadania bojowe dla BR i PN LM z SD KOPK;
 - meldunki o gotowości bojowej, rezultatach i charakterystyce działań bojowych do SD KOPK;
 - niektóre komendy tabeli "2Z" do RLP;
- 9/ odbiór trzech typów sygnałów alarmowych /nr 1, 2 lub 3/ nadawanych z aparatury obiektu WEKTOR oraz uruchomienie odpowiedniej sygnalizacji optycznej i akustycznej;
- 10/ rejestracja odbieranych i przekazywanych informacji w kanałach transmisji danych i dowodzenia oraz łączności wewnętrznej z możliwością odtworzenia wyżej wymienionych danych w dowolnej chwili;
- 11/ samokontrola torów nadawczo - odbiorczych oraz przetwarzania i zobrazowania;
- 12/ przeprowadzenie kontroli gotowości i systemowego zgrania podległych RLP;
- 13/ kontrola funkcjonowania aparatury z uwzględnieniem stanu technicznego i funkcjonalnego układów;

14/ symulacja sytuacji powietrznej dla kompleksowych treningów osób funkcyjnych zmiany bojowej i dyżurnej PORI i WEKTORA, a także prowadzenie treningów autonomicznych zespołu dowodzenia i operatorów PORI.

1.1.2. Zadania realizowane za pomocą aparatury WEKTOR

Zasadniczym zadaniem aparatury WEKTOR jest wypracowywanie optymalnej koncepcji zwalczania nalotu ŚNP przeciwnika poprzez podział poszczególnych celów pomiędzy dywizjony raketowe i lotnictwo myśliwskie (oraz zautomatyzowane kierowanie ogniem dywizjonów raketowych i naprowadzanie samolotów na cele powietrzne. Realizowane jest to poprzez wykonywanie następujących zadań składowych:

1/ przyjmowanie, opracowywanie i zobrazowanie informacji o sytuacji powietrznej, a w tym:

- automatyczna realizacja wymienionych procesów w odniesieniu do wtórnej informacji radiolokacyjnej napływającej z PORI;

- zautomatyzowana inicjacja tras celów na dalekich podejściach, o których informacja otrzymywana jest w sieci radiowej powiadamiania i ręcznie wprowadzana do EMC /tak zwane cele planszowe/;

2/ komputerowe wspomaganie dowódców BR i plm OPK, poprzez automatyczny odbiór i zobrazowanie zadań bojowych otrzymywanych z nadrzędnego SD oraz wykonywanie obliczeń dotyczących:

- przydziału celów do zwalczania przez poszczególne dywizjony raketowe;

- możliwości zwalczania celów przez lotnictwo myśliwskie /wstępne obliczenia nawigatorskie/;

3/ dowodzenie podległymi dywizjonami raketowymi i przydzielonymi do naprowadzania samolotami myśliwskimi poprzez:

- automatyczne stawianie dywizjom raketowym zadań zniszczenia konkretnych celów /z możliwością "ręcznej" korekty adresata/;

- automatyczne opracowywanie i przesyłanie na pokład myśliwców komend naprowadzania przyrządowego;

- przyjmowanie i zobrazowywanie meldunków o gotowości bojowej i działaniach bojowych podległych dywizjonów raketowych;

4/ zautomatyzowane opracowywanie i automatyczne przekazywanie do nadrzędnego SD meldunków o gotowości bojowej i działaniach bojowych dr oraz samolotów własnych;

5/ zautomatyzowane alarmowanie podległych dywizjonów raketowych oraz SD brt pracujących w warunkach dyżurowania, poprzez okólnikowe lub wybiórcze przekazywanie im sygnałów alarmowych trzech typów; /sygnały te mogą nadchodzić z nadrzędnego SD/;

6/ informowanie personelu SD o przepełnieniu algorytmu rozdziału celów /cele wskazywane przez EMC nie mogą być objęte działaniami wojsk raketowych/;

7/ automatyczna rejestracja odbieranych i przekazywanych informacji z możliwością ich odtworzenia w dowolnym czasie;

8/ samokontrola torów nadawczo-odbiorczych, przetwarzania i zobrazowania, w celu wykrywania niesprawności urządzeń;

9/ prowadzenie treningów zespołów dowodzenia z udziałem lub bez udziału aparatury i obsługi dywizjonów raketowych na podstawie symulowanej sytuacji powietrznej wprowadzonej na PORI lub na PN LM.

1.1.3. Zadania realizowane za pomocą aparatury sprzężenia i łączności 5F24

Aparatura kabiny 5F24 służy do sprzężenia dywizjonu raketowego ze zautomatyzowanym podsystemem dowodzenia WEKTOR-2WE. Zadanie to realizowane jest poprzez:

1/ przyjmowanie informacji nadawanej przez aparaturę WEKTOR oraz wyselekcjonowanie z niej dla danego dywizjonu raketowego całej zawartości danych wskazywania celów i komend bojowych;

2/ przeliczanie parametrów położenia i lotu celu z układu współrzędnych prostokątnych $/X, Y, Z,$ w tym V_x i $V_z/$ do układu współrzędnych sferycznych $/E, \xi, \beta D.,$ w tym V, H i $P/$ w stosunku do miejsca dyslokacji dywizjonu, z uwzględnieniem opóźnienia czasowego oraz krzywizny Ziemi;

3/ przekształcenie danych wskazywania celów z systemu binarnego na analogowe wartości napięć umożliwiające sterowanie elementami wykonawczymi anten;

4/ zobrazowanie danych wskazywania celów i komend bojowych na pulpicie dowódcy dywizjonu raketowego;

5/ przyjmowanie i deszyfracja sygnałów alarmowania nr 1, 2 lub 3 oraz uruchamianie odpowiedniej sygnalizacji optycznej i akustycznej /przy sygnale nr 1 uruchamiana jest syrena/;

6/ opracowywanie i przekazywanie w kanałach transmisji danych meldunków o gotowości bojowej i działaniach dywizjonu;

7/ kształtowanie symulowanej informacji: komend i wskazań celów podczas treningów obsługi bojowych SD dr bez udziału nadrzędnego SD.

1.2. Dane taktyczno-techniczne podsystemu oraz możliwości bojowe

1/ Pojemność zautomatyzowanego podsystemu dowodzenia WEKTOR-2WE:

- do czterestu dywizjonów raketowych typu S-75 WOŁCHOW lub S-125

NEWA lub S-200 WEGA w dowolnym ugrupowaniu;

- jeden pułk raketowy wyposażony w zestaw dowodzenia typu ASURK;
 - do dwóch podporządkowanych zautomatyzowanych PN LM wyposażonych w aparaturę przyrządowego naprowadzania typu WP-11 i podłączonych do zestawu za pośrednictwem obiektów WP-02M lub RPT;
 - do pięciu podległych lub podporządkowanych RLP z obiektami WP-01M, WP-02M, RPT-10, RPT-11, RPT-20 lub RPT-21;^x
 - jeden współdziałający batalion radiotechniczny wyposażony w aparaturę PORI;
 - jedno współdziałające SD wyposażone w obiekt WP-04M;
 - jedno nadrzędne SD wyposażone w aparaturę CYBER-WA lub WS-11
- /organ kierujący systemem nadrzędnego/;
- do sześciu grup myśliwców /lub pojedynczych samolotów/ naprowadzanych równocześnie z PN LM aparatury WEKTOR-2WE oraz do sześciu /2 razy po 3/ grup naprowadzanych z dwóch podporządkowanych PN LM;

2/ Przepustowość aparatury:

- do czterdziestu opracowywanych i zobrazowywanych obiektów powietrznych, w tym do sześciu celów-nosicieli aktywnych zakłóceń radiolokacyjnych i do sześciu własnych myśliwców przechwytyjących;
- do czternastu celów przydzielanych dywizjonom raketowym do zwalczania w pierwszej kolejności;
- do czternastu celów przydzielanych dywizjonom raketowym do zwalczania w drugiej kolejności /z przeniesieniem ognia/;
- do sześciu celów zwalczanych przez LM.

3/ Charakterystyka przestrzenna podsystemu:

a/ dopuszczalne odległości dyslokacji od aparatury WEKTOR-2WE obiektów współpracujących i sterowanych:

- do 250 km dla: PORI i PN oraz RLP od PORI;
- do 150 km dla: dr i ASURY;
- do 5 km dla R-824 ŁPM;

b/ dokładność dowiązania topograficznego aparatury:

- w odległości ± 25 m;
- w wielkościach kątowych $\pm 1'$;

c/ zakres opracowywania wtórnej informacji radiolokacyjnej:

- we współrzędnych płaskich aparatury WEKTOR: $\pm 200, 400, 800$ i 1600 km oraz PORI: $\pm 300, 600$ i 1200 km;

x/ Zastosowanie w systemie obiektów typu batalionowego /WP-02M, RPT-20, RPT-21/ pozwala na zwiększenie pojemności systemu, ponieważ każdy z ww obiektów może przeprowadzić zbiór i opracowanie informacji z trzech podległych sobie obiektów kompanijnych.

- w wysokości - WEKTOR: 100+40000 m oraz PORI: 250+40000 m;
- w prędkości - do 4000 km/godz.

4/ Operatywność systemu:

- minimalny czas od wykrycia celu pojedynczego do automatycznego postawienia zadania /wskazania celu dla dr/ wynosi 40+50s, w tym 30+40s na zdejmowanie pierwotnej informacji radiolokacyjnej, hierarchiczną jej transmisję z dyskretnością odnawiania danych 10 s i automatyczną inicjację trasy przez aparaturę PORI oraz 10 s na opracowanie danych przez EMC aparatury WEKTOR i przekazanie ich do dywizjonów;

- minimalny czas automatycznej /zautomatyzowanej/ inicjacji trasy celu przy zmasowanym nalocie wynosi 60+70 s /120 s/, a sześciu jednocześnie działających celów - nosicieli zakłóceń radioelektronicznych - 130 s;

- czas cyklu odnawiania zbioru informacji - 10 s;
- prędkość pracy EMC - 40000 operacji w ciągu sekundy.

5/ Dokładność rozwiązywania zadań:

- prawdopodobieństwo poprawnego wycelowania /wykrycie celu bez dodatkowego poszukiwania antenami SNR/ wynosi:

- dla S-75 i celu nie manewrującego 0,95;

- dla S-75 i celu manewrującego 0,90;

- dla S-125 i celu nie manewrującego 0,98;

- dla S-125 i celu manewrującego 0,93;

- prawdopodobieństwo przyrządowego naprowadzania 0,76;

- dokładność odpracowania przez aparaturę 5F24 sygnałów wskazywania celu;

- w odległości ± 50 m;

- w wielkościach kątowych $\pm 5^\circ$.

6/ Gotowość bojowa systemu:

- czas rozwijania /zwijania/ zestawu w wariancie ruchomym, przy funkcjonującym systemie łączności 1 godz. 40 min /2 godz. 40 min/;

- czas rozwijania /zwijania/ kabiny 5F24 w analogicznych warunkach 30 minut;

- czas osiągnięcia gotowości do pracy bojowej ze stanu dyżurnego:

- 1,5 min. dla obiektów WEKTOR i PORI w warunkach przyspieszonego włączania przy zasilaniu z sieci przemysłowej bez sprawdzania aparatury oraz 3 min. przy zasilaniu z własnych agregatów prądotwórczych;

- odpowiednio 6 /5/ min. oraz 8 /7/ min. przy normalnym włączeniu i przeprowadzeniu kontroli funkcjonowania aparatury;

- 3 minuty dla kabiny 5F24 - od momentu podania napięć zasilających.

7/ Niezawodność pracy aparatury /liczba godzin niezawodnej pracy na jedno uszkodzenie/:

- dla aparatury WEKTOR 50 godzin;
- dla aparatury PORI 55 godzin;
- dla kabiny 5F24 48 godzin.

*muszą się urządzać
o niezawodności 10000 godzin, ale*

/Uszkodzenia aparatury obliczeniowej obu obiektów nie powodują przerw w pracy zestawu, ponieważ w składzie obiektów znajdują się po dwa komplety aparatury obliczeniowej pracujące równocześnie - tzw. "gorąca rezerwa"/.

1.3. Ogólna budowa

Zestaw WEKTOR-2WE wykonywany jest jako ruchomy komplet aparatury rozmieszczonej w naczepach i przyczepach samochodowych. W skład poszczególnych obiektów wchodzi:

a/ aparatura WEKTOR /symbol 5K78/;

- kabina dowodzenia /KBU, symbol 5K73/;
- kabina zestawu obliczeniowego /KWK, symbol 5E86/;
- kabina łączności /KS, symbol 5K77/;
- kabina remontowa i części zamiennych /PRM, symbol 5D92/;
- kabina rozdzielni energetycznej /RK, symbol 5Je88/;
- elektrownia polowa o mocy 100 kW /ESD 100, symbol 5Je96/;

b/ aparatura PORI /symbol 5D91/;

- kabina dowodzenia /KBU-P, symbol 5D98/;
- kabina zestawu obliczeniowego /KWK-P, symbol 5E84/;
- kabina łączności /KS-P, symbol 5D97A/;
- kabina remontowa i części zamiennych /PRM-P, symbol 5D92P/;
- zespół zasilający, analogiczny jak w obiekcie WEKTOR;

c/ aparatura sprzężenia i łączności z dywizjonami /symbol 5F24/ - po jednej kabine w każdym dywizjone raketowym;

d/ aparatura zautomatyzowanej radiolinii LAZUR-M:

- cztery radiostacje typu R-824 LPM lub R-844 lub R-845.

Ponadto oryginalne rozwiązania organizacyjno-techniczne przewidują rozwijanie autonomicznego systemu łączności radioliniowej z wykorzystaniem stacji typu CYKLOIDA /symbol 5Ja63 i 5Ja62/.

Ogółem w składzie zestawu znajduje się osiem naczep typu 936/KBU, KBU-P, KWK, KWK-P, KS, KS-P, PRM, PRM-P/ przystosowanych do holowania przez ciągniki siodłowe URAL-377S oraz cztery przyczepy typu MAZ-5224, przystosowane do holowania przez samochody-ciągniki KRAZ-255B. Naczepy posiadają wymiary: 9900 x 2570 x 4090 mm przy ciężarze maksymalnym

ok. 13500 kg, przyczepy MAZ-5224 - 8830 x 3050 x 3200 mm - ciężar maksymalny 14000 kg. /Wszystkie wymiary kolejno: długość, szerokość, wysokość/.

Odpowiadające sobie kabiny obu obiektów zawierają podobną aparaturę lecz w różnym zestawieniu i układzie funkcjonalnym. Rozmieszczenie aparatury i stanowisk pracy osób funkcyjnych w kabinach i w pomieszczeniach PłSD przedstawia rys. 1.

1.3.1. Kabina łączności

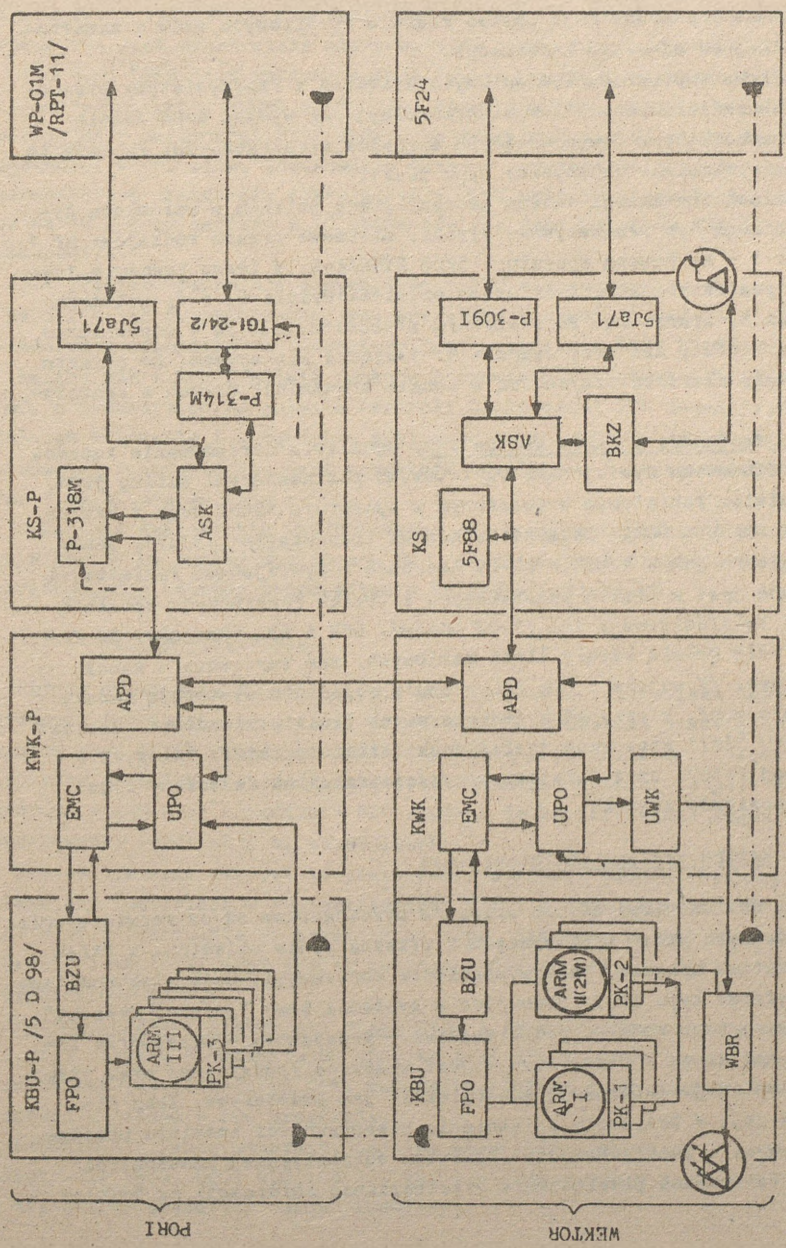
Występująca w obu obiektach kabina łączności stanowi ruchomy węzeł łączności przeznaczony do połączenia obiektu z zewnętrznymi abonentami przy wykorzystaniu posiadanych środków teletransmisyjnych i komutacyjnych. Przy rozmieszczeniu zestawu na stacjonarnym PłSD, kabina ta umożliwi współpracę z urządzeniami węzła łączności PłSD.

Kabina łączności obiektu PORI /KS-P/ umożliwi połączenie obiektu z abonentami zewnętrznymi, to jest pięcioma zautomatyzowanymi RLP, jednym nadrzędnym SD, jednym współdziałającym PORI oraz kabiną łączności obiektu WEKTOR.

Łączność z SD BRT oraz każdym podległym RLP zorganizowana jest w czterech kanałach telefonicznych: dwóch /podstawowym i rezerwowym/ przeznaczonych do transmisji danych /TKI/ i łączności służbowej /SS/ oraz dwóch /podstawowym i rezerwowym/ przeznaczonych dla łączności dowodzenia /OKS/. Wydzielenie kanałów TKI i SS z kanałów telefonicznych odbywa się w aparaturze zwielokrotniającej P-318M-4; której sześć kompletów zawiera kabina KS-P. Uproszczony schemat przebiegu wyżej wymienionych kanałów przedstawiono na rys. 2.

Łączność z obiektem WEKTOR /kabiną KS/ oraz ze współdziałającym SD brt wyposażonym w obiekt PORI realizowana jest w dwóch podstawowych i dwóch rezerwowych telefonicznych kanałach łączności, z których jeden wykorzystuje się do transmisji danych za pomocą aparatury 5C55 ARAGWA, drugi - do łączności dowodzenia. Łączność służbowa realizowana jest w oddzielnych kanałach telefonicznych - poprzez łącznicę P-194M.

Stosowana w wyżej wymienionych kanałach aparatura ARAGWA jest specjalnym urządzeniem transmisji danych pracującym z prędkością modulacji telegraficznej 1200 lub 600 bodów w kanale o szerokości pasma przepuszczania 0,3 - 3,4 kHz. Dzięki zastosowaniu specjalnego rodzaju transmisji z modulacją fazy, aparatura umożliwi przekazywanie informacji ze współczynnikiem wierności /stopą błędów/ $K_w = 10^{-6}$.



Rys. 2. Uproszczony schemat blokowy połączeń w zestawie WEKTOR-2WE

Przekazywane kodogramy mają postać sześciu 20-bitowych słów o zawartości zależnej od adresata informacji.

Prawidłowa współpraca wymienionych urządzeń z rzeczywistymi przewodowymi lub radioliniowymi torami transmisyjnymi wymaga dopasowania poziomów wchodzących i wychodzących sygnałów elektrycznych. Funkcję tę spełniają wzmacniaki akustyczne typu 5Ja71.

W kanałach transmisji danych podczas pracy obiektu w warunkach dyżurowania mogą być przekazywane sygnały alarmowe trzech rodzajów: nr 1, nr 2 i nr 3 - za pomocą aparatury 5F88 SYGNAŁ-2. W torze transmisyjnym mają one postać kombinacji czterech częstotliwości: f_1 i f_4 wytwarzanych przez tę aparaturę. Po odebraniu przekształcane są w odpowiednie sygnały optyczne, zaś przy sygnale nr 1 włącza się syrena. Do obiektu PORI sygnały alarmowe przychodzą w kanale transmisji danych z aparatury WEKTOR.

Kabina łączności obiektu WEKTOR /KS/ umożliwia utrzymywanie łączności z czternastoma dywizjonami raketowymi posiadającymi kabiny 5F24, jednym pułkiem raketowym wyposażonym w aparaturę ASURK oraz z kabiną łączności obiektu PORI. Zasadnicze środki transmisyjne /5Ja71, 5F88/ są analogiczne jak w kabinie KS-P. Łączność z dywizjonami raketowymi utrzymywana jest w trzech podstawowych i trzech rezerwowych kanałach łączności telefonicznej: TKI /1200 bodów/, OKS i SS. Przyjęto, że zasadniczą rolę pełnią kanały linii kablowych, zaś rezerwową - kanały radioliniowe. /W wojskach OPK PRL w obu przypadkach występują kanały linii kablowych/. W przypadku jednotorowych linii przewodowych zamiast wzmacniaków 5Ja71 stosowana jest jednokanałowa aparatura telegrafii akustycznej P-309I umożliwiająca przejście na układ dwutorowy oraz korekcję poziomów sygnału.

1.3.2. Kabina zestawu obliczeniowego

Zestawy obliczeniowe obydwu obiektów przeznaczone są do rozwiązywania sformalizowanych zadań wynikających z przeznaczenia obiektów. W skład każdego zestawu wchodzi, jako wyposażenie podstawowe, dwie elektroniczne maszyny cyfrowe typu 5E63, pracujące w systemie tzw. "gorącej rezerwy". Podczas pracy tego rodzaju jedna maszyna - podstawowa - przetwarza informacje, zaś druga - rezerwowa - jest włączona /podgrzana/ oraz przyjmuje i aktualizuje informację analogicznie jak podstawowa, lecz nie przetwarza jej. W przypadku zaistnienia niesprawności kompletu podstawowego, w wyniku funkcjonowania algorytmu automatycznej samokontroli następuje samoczynne przełączenie przetwarzania informacji na komplet

rezerwowo. W ten sposób zachodzi zamiana funkcji obu EMC, przy czym proces ten jest praktycznie niezauważalny przez funkcyjnych SD.

EMC typu 5E63 jest maszyną specjalizowaną, drugiej generacji, umożliwiającą wykonywanie 40000 operacji w ciągu sekundy. Maszyna posiada pamięć operacyjną o pojemności 8192 słów oraz ferrytową pamięć stałą danych o pojemności 40000 słów. Użytkownicy maszyny uzyskują do niej dostęp za pośrednictwem urządzenia sterującego - UPO, umożliwiającego obsłużenie raz na 10 sekund każdego z 30 abonentów /to jest pulpitów ARM i kanałów łączności/.

Dla potrzeb transmisji danych między EMC a abonentami zewnętrznymi, w kabinach KWK rozmieszczona jest aparatura transmisji danych - APD. Zasadniczym elementem tej aparatury jest urządzenie 5C55 ARAGWA.

Kabiny KWK i KWK-P pełnią funkcję sterowania aparaturą całego obiektu. Stąd, z wykorzystaniem pulpitu kontroli technicznej PTK dokonuje się zdalnego włączenia i wyłączenia aparatury oraz kontroli jej funkcjonowania. Tu również rozmieszczona jest aparatura treningowa i rejestracyjna ATD wraz z magnetofonem typu P-500.

W kabinie KWK obiektu WEKTOR mieści się ponadto urządzenie przekazywania komend na pokład myśliwca - UWK, umożliwiające przyłączenie EMC wypracowującej komendy naprowadzania do radiolinii LAZUR.

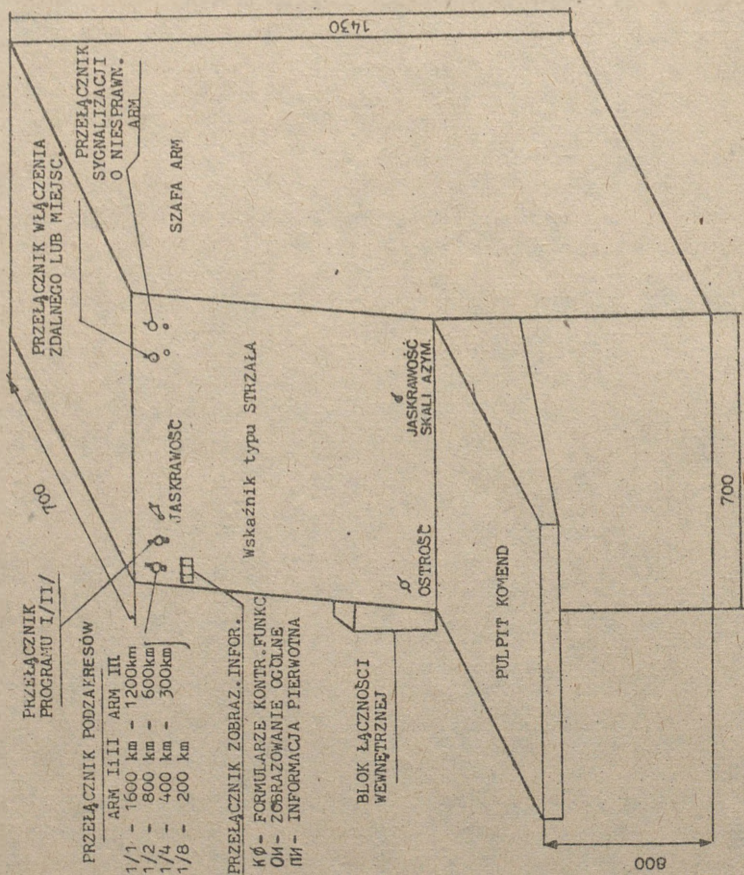
1.3.3. Kabina dowodzenia

Kabiny dowodzenia obu obiektów stanowią ruchome stanowiska dowodzenia odnośnych jednostek. Rozmieszczone są w nich stanowiska pracy osób funkcyjnych wraz z ich urządzeniami zobrazowania informacji oraz część aparatury związanej z elektronicznym przetwarzaniem danych, to jest pamięć buforowa - BZU oraz urządzenie FPO służące do kształtowania sygnałów zobrazowania informacji na wskaźnikach.

Zautomatyzowane stanowiska pracy /ARM/ stanowią element wynośny umożliwiający instalację w pomieszczeniach PISD. W skład każdego ARM wchodzi: blok zobrazowania ze wskaźnikiem typu STRZAŁA, pulpit komend, pulpit zakresów i kontroli oraz środki łączności telefonicznej. Ogólny widok ARM przedstawiono na rys. 3.

Zautomatyzowane stanowiska pracy typu I /ARM-I/ przeznaczone są dla oficerów zespołu dowodzenia BR OPK, to jest dla dowódcy, szefa sztabu oraz oficera dowodzenia BR OPK. Wskaźniki STRZAŁA tych stanowisk mogą pracować w jednym z dwu programów:

PROGRAM I - praca wskaźnika podczas obserwacji okrężnej w zakresach odległości: 1600, 800, 400 lub 200 km. Ten rodzaj pracy jest zasadniczy na stanowisku dowódcy brygady /ARM-I-1/;



Podstawowe dane:

1. Programy zobrażenia - I lub II;
2. Liczba abonentów łączności onera-
cyjnej /OKS=CCS/ - 20 dla ARM I i II
oraz 8 dla ARM III;
3. Liczba abonentów łączności telefo-
nicznej wewnętrznej - 8;
4. Średnica użytkowna ekranu - 370 mm;
5. Szerokość znaku 2-3 mm, wysokość
znaku 3-3,5 mm;
6. Czas zobrażenia jednego znaku
/wektora kursu/ - 50 μ s;
7. Napięcie zasilania: 220 V, 400 Hz
/+10, -20 Hz/, +27 V / \pm 3 V/,
-27 V / \pm 2 V/;
8. Moc pobierana 0,8 kVA;
9. Masa 250 kg;
10. Parametry impulsów wejściowych:
A \geq 5 V, t_1 2-8 μ s.

Rys. 3. Widok ogólny zautomatyzowanego stanowiska pracy

PROGRAM II - polegający na wyświetlaniu maszynowych zaleceń dotyczących przydziału celów do zwalczania przez poszczególne dywizjony. Zalecenia te przedstawione są w postaci odpowiedniej tabeli, w funkcji czasu dolotu celu o maksymalnej wartości 1200 lub 600 s. Praca wskaźnika według tego programu jest właściwa dla stanowisk szefa sztabu i oficera dowodzenia /ARM-I-2 oraz ARM-I-3/.

Pulpit komend PK-1 umożliwia funkcyjnym współpracę i komunikowanie się z EMC aparatury WEKTOR-2WE w toku pracy bojowej zestawu.

Zautomatyzowane stanowiska pracy typu II /ARM-II/ przeznaczone są dla nawigatorów PN LM, a w tym: dla starszego nawigatora PN /ARM-II/ oraz dla dwu nawigatorów naprowadzania przyrządowego /ARM-II-2M nr 1 i nr 2/. Ponadto dowódca plm OPK ze swego miejsca pracy ma umożliwiającą obserwację wskaźnika ARM-I

Wszelkie informacje związane z procesem naprowadzania zobrazowywane są na wskaźnikach pracujących jako WWO0 w zakresie odległości 400 lub 200 km.

Pulpit komend PK-2 umożliwia nawigatorom współpracę i komunikowanie się z EMC aparatury WEKTOR w zakresie realizacji zadań nawigatorskich.

Stanowisko pracy typu IV /RM-IV/ przeznaczone jest dla operatora ręcznego wprowadzania danych o sytuacji powietrznej i umożliwia wprowadzanie wyżej wymienionych danych do pamięci EMC na podstawie informacji uwidocznionej na planszecie sytuacji ogólnej /otrzymywanej w systemie niezautomatyzowanym - w sieci powiadamiania/.

Zautomatyzowane stanowiska pracy typu III /ARM-III/ wchodzące w skład aparatury PORI przeznaczone są dla osób funkcyjnych zespołu dowodzenia brt OPK. Wskaźniki tych stanowisk posiadają dwa rodzaje pracy:

PROGRAM I - zobrazowanie sytuacji powietrznej /praca jako WWO/;

PROGRAM II - zobrazowanie informacji o celach - źródłach zakłóceń radioelektronicznych.

W obydwu rodzajach pracy możliwe jest zobrazowanie informacji w jednym z następujących zakresów odległości: 1200, 600 i 300 km.

Pulpit komend i selekcji PK-3 umożliwia funkcyjnym SD brt współpracę i komunikowanie się z EMC aparatury PORI.

1.4. Powiązania funkcjonalne zestawu w zautomatyzowanym systemie dowodzenia wojsk OPK

Zestaw WEKTOR-2WE wykorzystywany jest na połączonych stanowiskach dowodzenia wojsk OPK, na których rozmieszczone jest SD związku taktycznego wojsk raketowych OPK. Zautomatyzowane stanowiska pracy obydwu obiektów

rozmieszcza się w pomieszczeniach PłSD /w sali bojowej i w pomieszczeniu GPN/, zaś pozostałą część aparatury - w kabinach - w schronach przyległych do PłSD.

Generalną ideę rozmieszczenia poszczególnych stanowisk ilustruje wariant przedstawiony na rys. 1. Rozwiązanie takie zapewnia poszczególnym dowódcom realizację dowodzenia i współdziałania zgodnie z posiadanymi kompetencjami, przy uwzględnieniu obserwacji sytuacji powietrznej na wskaźnikach ARM, na planszetach oraz na wskaźnikach obserwacji okrężnej.

Dowódcy BR i brt OPK realizują poszczególne funkcje procesu dowodzenia w sposób zautomatyzowany. W procesie dowodzenia lotnictwem myśliwskim automatyzacja ogranicza się do rozwiązywania zadań naprowadzania przyrządowego.

Powiązanie zestawu z zewnętrznymi elementami zautomatyzowanego systemu dowodzenia wojsk OPK zapewnione jest za pośrednictwem aparatury PORI. Z nadrzędnym SD KOPK wyposażonym w aparaturę CYBER-WA, zestaw połączony jest 6 + 7 kanałami transmisji danych, w których przekazywane są informacje:

- zadania bojowe dla BR OPK - w jednym kanale, za pomocą standardowych kodogramów systemu WOZDUCH-1M, nr 6, 10, 11 + 13, 17, 34;

- zadania bojowe dla PN LM - w jednym kanale, za pomocą kodogramów nr 5, 6, 10, 11, 12, 17, 30 + 35, 38;

- meldunki o sytuacji powietrznej z SD brt OPK oraz inne informacje przesyłane według tabeli "22", w 1 + 2 kanałach w zakresie 600 km, z wykorzystaniem kodogramów nr 5, 6, 10, 12;

- informacje powiadamiania o sytuacji powietrznej z SD BRT oraz informacje "22" - w 2 kanałach w zakresie 600 km, z wykorzystaniem kodogramów nr 5, 6, 10, 11 + 13, 17, 37;

- meldunki o gotowości bojowej i działaniach bojowych BR OPK i PN LM - w jednym kanale, z wykorzystaniem kodogramów nr 10, 15, 23, 26.

Ze współdziałającym brt OPK wyposażonym w aparaturę PORI może być wymieniana informacja o sytuacji powietrznej w promieniu 1200 km w dwóch jednokierunkowych kanałach transmisji danych pracujących z prędkością modulacji 1200 bodów.

Zbiór informacji o sytuacji powietrznej z podległych RLP zapewniony jest w jednym kanale transmisji danych od każdego z nich, przy czym od posterunków typu kompanijnego przyjmowana jest informacja o 5-6 obiektach powietrznych, zaś od posterunków typu batalionowego - o 31 obiektach w zakresie 300 lub 600 km, z dyskretnością aktualizacji współrzędnych 10s i wysokości 50-60s /dla celów manewrujących - wysokość co 20s/. Równoc-

częście do podległych RLP w jednym kanale transmisji danych przekazywana jest informacja powiadamiania o celach i własnych myśliwcach w promieniu 600 km oraz komendy kierowania pracą bojową retransmitowane z SD BR 1! PN LM lub wprowadzane z ARM aparatury PORI.

Dowodzenie dywizjonami raketowymi w systemie zautomatyzowanym realizowane jest sposobem scentralizowanym, na podstawie decyzji dowódcy brygady opartej na rekomendacjach wypracowanych przez EMC. W ramach tego procesu, w kanałach transmisji danych łączących SD brygady z podległymi dywizjonami raketowymi przekazywane są następujące rodzaje informacji:

a/ meldunki o gotowości bojowej dywizjonów raketowych zawierające: numer maszynowy dywizjonu, symbol gotowości bojowej, symbol przyjęcia sygnałów kontrolnych /"1" - nieprawidłowo, "2" - prawidłowo, "3" - brak odbioru/, ilość sprawnych kanałów strzelania /cyfry 1, 2 lub 3/, typ raket /cyfry 1-5/;

b/ meldunki o działaniach bojowych dywizjonów raketowych, zawierające: numer maszynowy dywizjonu, skład celu wg danych SNR, symbol rodzaju działań /"П" - poszukiwanie, "С" - śledzenie, "X" - cel zniszczony, "0" - zaprzestanie śledzenia celu/, umowny numer samolotu w składzie celu grupowego, liczba rakiet w serii, symbol startu rakiet;

c/ komendy scentralizowanego dowodzenia dywizjonami raketowymi, zawierające: numer maszynowy dywizjonu, liczbę, typ i sposób przygotowania rakiet, symbol zezwolenia lub zakazu startu rakiet, symbol zezwolenia na strzelanie w pościgu;

d/ dane wskazywania celów zawierające: dwucyfrowy /maszynowy/ numer celu, współrzędne prostokątne położenia celu względem SD BR OPK składowe wektora prędkości celu, parametr kursowy celu, wysokość i prędkość lotu celu, czas wejścia celu w strefę startu rakiet, umowny numer samolotu wskazanego w składzie celu grupowego.

Wszelkie inne informacje istotne dla procesu dowodzenia dywizjonami raketowymi mogą być przekazywane w obydwu kierunkach za pomocą kanałów łączności dowodzenia /OKS/.

Przyrządowe naprowadzanie samolotów myśliwskich realizowane jest drogą przekazywania na ich pokład komend wypracowanych przez EMC obiektu WEKTOR. Komendy te transmitowane są za pośrednictwem radiolinii LAZUR lub LAZUR-M, w składzie: radiostacja R-824ŁPM /lub inna, odpowiednia/ oraz część samolotowa radiolinii - ARŁ-SM. Treść i sposób transmisji komend odpowiada systemowi przyjętemu dla aparatury przyrządowego naprowadzania typu WOZDUCH.

Przy wykorzystaniu dwóch radiostacji naziemnych, z aparatury WEKTOR-2WE możliwe jest naprowadzanie sześciu samolotów myśliwskich.

Kierowanie działalnością dwóch podporządkowanych zautomatyzowanych PN LM może być realizowane z zestawu na podstawie jednolitej informacji o sytuacji powietrznej. Zadania dla tych PN stawiane są telefonicznie.

Ogólny schemat powiązań funkcjonalnych aparatury zestawu WEKTOR-2WE przedstawiono na rys. 4.

2. FUNKCJONOWANIE APARATURY PORI

2.1. Ogólne zasady funkcjonowania aparatury PORI

Całokształt działalności SD brt OPK wyposażonego w aparaturę PORI wprowadzić można do realizacji procesów zbioru i opracowania informacji radiolokacyjnej celem przekazywania jej do SD BR OPK i PN LM, wyposażonych w aparaturę WEKTOR-2WE a także do SD BRT OPK i do współdziałającego /sąsiedniego/ PORI. Powyższe zadanie realizuje personel zmiany dowodzenia SD brt OPK przy wykorzystaniu aparatury automatyzacji obiektu PORI. W jego ramach wyróżnić można szereg wzajemnie powiązanych ze sobą zadań cząstkowych, wymienionych w p. 1.1.1. Zakres automatyzacji wykonywania każdego z nich jest różny, w każdym jednak przypadku rozwiązanie wypracowane przez EMC podporządkowane jest ostatecznej decyzji człowieka.

Funkcjonowanie PORI uzależnione jest od ciągłego dopływu informacji od obiektów zewnętrznych, tj. podległych posterunków radiolokacyjnych, nadrzędnego SD BRT wyposażonego w aparaturę automatyzacji dowodzenia, aparatury PORI sąsiedniego brt a także aparatury WEKTOR tej brygady raketowej, na rzecz której pracuje dany batalion.

Wszelkie informacje napływające do PORI poszczególnymi kanałami transmisji danych przechodzą przez aparaturę łączności kabiny KS-P a następnie zapisywane są w pamięci magnetycznej obu maszyn cyfrowych, w odpowiednich sektorach zależnych od rodzaju informacji.

EMC pobiera te informacje w zależności od realizowanego algorytmu, zaś po opracowaniu przekazuje je za pośrednictwem aparatury ARAGWA do obiektu WEKTOR. W powyższej wymianie informacji pośredniczy UPO - procesor komunikacyjny, sterujący konwersacją między EMC a zewnętrznymi jej użytkownikami oraz urządzeniami sterowania pracą PORI. Pełny cykl pracy UPO trwa 10s, z taką więc dyskretnością opracowana informacja może być przekazana użytkownikom.

2.2. Algorytmy opracowania informacji radiolokacyjnej w aparaturze PORI

Elektroniczna maszyna cyfrowa aparatury PORI wyposażona jest w szereg

algorytmów przeznaczonych do realizacji zadań różnego typu. Ich miejsce w ogólnym algorytmie funkcjonowania aparatury PORI przedstawiono na rys. 5. Wyróżnić można następujące cztery grupy algorytmów:

- algorytmy wymiany informacji z zewnętrznymi abonentami oraz wewnętrznymi urządzeniami sterowania pracą bojową i funkcjonowaniem aparatury /na rys. 5 oznaczono je literą A/;

- algorytmy opracowania informacji o sytuacji powietrznej oraz komend sterowania pracą bojową i funkcjonowaniem aparatury /grupa "B"/;

- algorytmy opracowania namiarów celów - źródeł zakłóceń aktywnych /grupa "C"/;

- algorytmy opracowania i kształtowania komend oraz meldunków /grupa "D"/.

Z punktu widzenia funkcjonowania obiektu, najbardziej istotne miejsce zajmują algorytmy związane z procesami opracowania informacji o sytuacji powietrznej. Procesy te obejmują: 1/ korektę współrzędnych celu z uwzględnieniem wysokości /realizowana w przypadku współpracy ze środkami automatyzacji typu niezmodernizowanego, np. WP-02U/; 2/ przeliczanie współrzędnych na układ z początkiem w miejscu stania PORI; 3/ automatyczną lub półautomatyczną inicjację /inaczej: "zawiązanie"/ trasy celu; 4/ śledzenie trasy celu; 5/ obliczanie parametrów ruchu celu; 6/ opracowywanie informacji o namiarach celów - źródeł aktywnych zakłóceń radioelektronicznych.

Korekta współrzędnych celu z uwzględnieniem wysokości realizowana jest według prostych zależności:

$$X = \sqrt{X_{RLS}^2 - H^2} \quad /1/$$

$$Y = \sqrt{Y_{RLS}^2 - H^2} \quad /2/$$

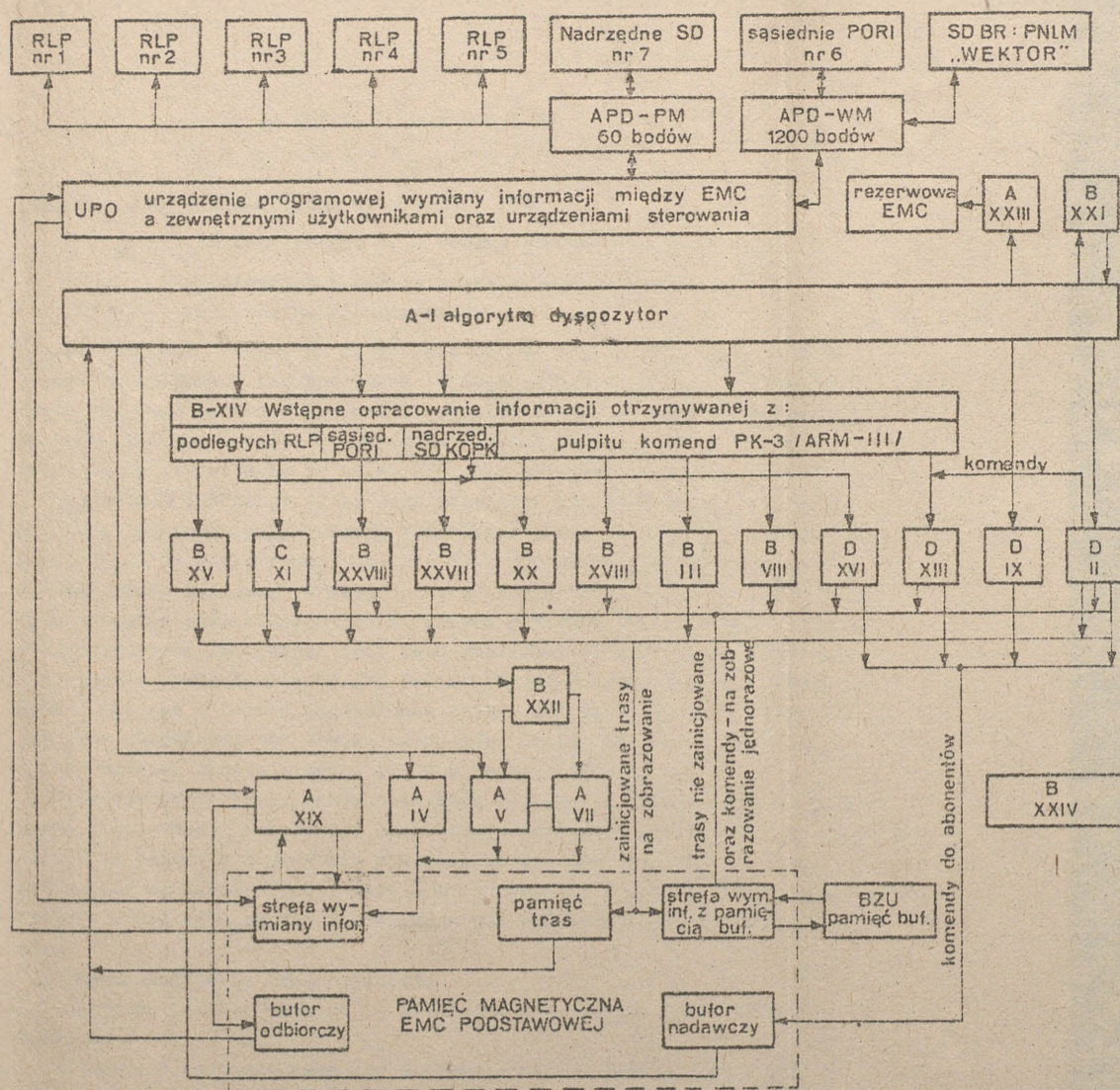
gdzie: X, Y - współrzędne rzeczywiste celu;

X_{RLS} , Y_{RLS} - współrzędne "pochyłe" określone na podstawie odległości do celu, mierzonej przez odległościomierz radiolokacyjny;

H - wysokość lotu celu.

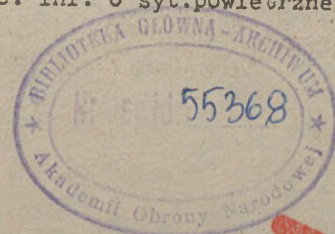
Ten etap obliczeń nie jest realizowany w przypadku informacji otrzymanych ze źródeł zmodernizowanych /np. WOZDUCH-1M lub DUNAJEC/.

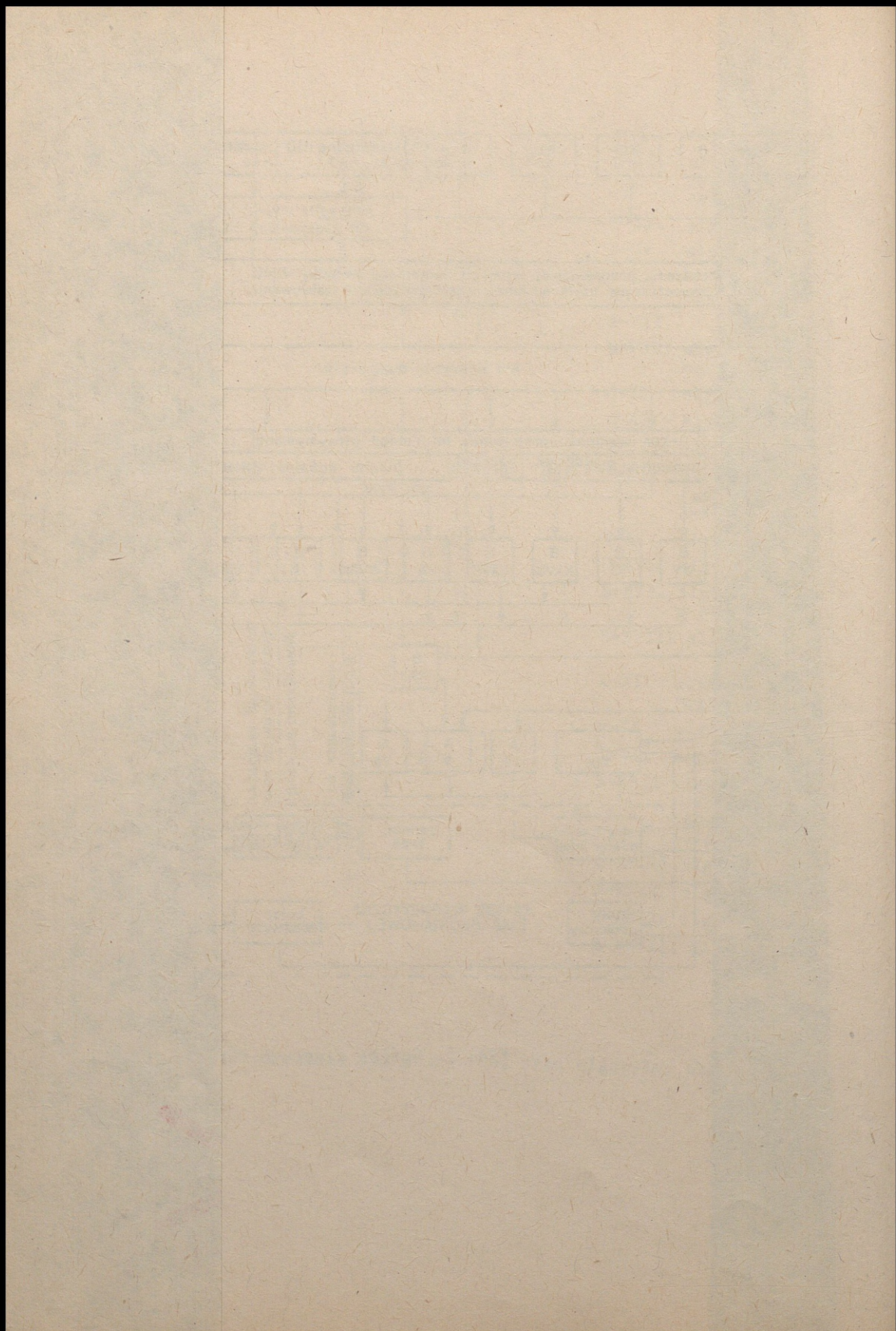
Przeliczanie współrzędnych na układ z początkiem w miejscu stania PORI polega na zastosowaniu ogólnie znanych wzorów na przesunięcie i obrót /wywołanych zbieżnością południków ziemskich/ układu współrzędnych:



- A-I algorytm dyspozytor;
- D-II algorytm zbioru i opracowania informacji z SD BR i PN LM /komendy kierowania pracą PORI oraz wskazania wykrycia celów planszetyowych i startu własnych myśliwców/;
- B-III algorytm kształtowania kontrolnych /wzorcowych/ tras;
- A-IV algorytm przekazywania zbioru informacji o sytuacji pow. do SD BR, PN LM oraz sąsiedniego PORI;
- A-V algorytm przekazywania zbioru inf. o syt. pow. do RLP;
- A-VII " " " " " " do SD BRt;
- B-VIII algorytm wywoływania i gaszenia formularzy charakterystyk celów /TChC/;
- D-IX algorytm odciążenia RLP od śledzenia obiektów /tras/;
- C-XI algorytm opracowania namiarów źródeł zakłóceń;
- D-XIII algorytm opracowania danych wprowadzonych z pulpitu PK-3;
- B-XIV algorytm wstępnego opracowania informacji radiolokacyjnej /steruje algorytmami A-XV, A-XI, A-XXVIII, A-XXVII, A-XVI, A-XX, A-XVIII, A-XIII, A-VIII, A-III i A-XXI;
- B-XV algorytm oprac. inf. o ogólnej sytuacji pow. z RLP;
- D-XVI algorytm opracowania komend z SD KOPK;
- B-XVII algorytm automatycznej inicjacji tras celów przekazywanych z obiektów niezmodernizowanych /WOZDUCH-1P/;
- B-XVIII algorytm "elektronowej lupy" /sektor 60 km powiększony 4, 8 lub 16-krotnie/;
- A-XIX algorytm automatycznej komutacji informacji transmitowanej między EMC a jej zewnętrznymi użytkownikami;
- B-XX algorytm zautomatyzowanej inicjacji tras oraz ich korekty;
- B-XXI algorytm kontroli funkcjonowania;
- B-XXII algorytm sterowania algorytmami A-V i A-VII; powoduje ich przyłączenie co 10s, oczyszczenie masywu pamięci przejściowej oraz wymazanie inf. o trasach obiektów niezaktualizowanych w ciągu 10s;
- A-XXIII algorytm wymiany inf. między podstawową a rezerwą EMC;
- A-XXIV algorytm realizacji treningów;
- A-XXVII algorytm oprac. inf. powiadamiania z nadrzędnego SD;
- B-XXVIII algorytm oprac. inf. o syt. powietrznej z sąsiedniego PORI.

Rys. 5 Ogólny algorytm funkcjonowania aparatury PCKI oraz algorytmy składowe





$$X_p = X_{zr} \cos \mathcal{L} + Y_{zr} \sin \mathcal{L} \pm a; \quad /3/$$

$$Y_p = Y_{zr} \cos \mathcal{L} - X_{zr} \sin \mathcal{L} \pm b; \quad /4/$$

gdzie: X_p, Y_p - współrzędne celu według PORI,

X_{zr}, Y_{zr} - współrzędne celu według abonenta zewnętrznego,

a, b - współrzędne abonenta zewnętrznego względem PORI,

\mathcal{L} - kąt zbieżności południków.

Automatyczna inicjacja trasy celu odbywa się na podstawie trzech kolejnych meldunków nadchodzących od tego samego źródła i spełniających dwa podstawowe warunki: zgodności sygnałów rozpoznawczych oraz zgodności numerów służbowych celu. W przypadku niespełnienia któregoś z nich, meldunki interpretowane są przez EMC jako dotyczące różnych celów.

Ten sposób inicjacji trasy jest przyjęty jako zasadniczy, zapewniający należyte opracowanie informacji radiolokacyjnej, zwłaszcza w skomplikowanej sytuacji powietrznej. Możliwe jest jednak wprowadzenie zakazu automatycznej inicjacji trasy, np. w odniesieniu do własnych lub planowych obiektów powietrznych lub w innych przypadkach. Stosowana wówczas półautomatyczna inicjacja trasy celu realizowana jest przez operatora ARM poprzez wprowadzanie do EMC dwóch kolejnych położenia celu otrzymanych u jednego i tego samego źródła, przy zachowaniu warunku zgodności sygnałów rozpoznawczych obydwu meldunków. Odstęp czasowy między tymi wprowadzeniami winien mieścić się w przedziale $\langle 5, 16s \rangle$.

Zainicjonowane trasy celów pozwalają realizować dalsze procesy opracowania informacji o sytuacji powietrznej prowadzone zgodnie z algorytmem śledzenia celów. W algorytmie tym realizowana jest selekcja informacji polegająca na identyfikacji danych otrzymywanych o celu z kilku różnych źródeł. W tym celu są one porównywane pod względem następujących warunków:

- zgodności cechy rozpoznawczej;
- zgodności współrzędnych, w granicach tzw. bramki identyfikacji, tj. kwadratu o boku 9 km.

Do procesu zautomatyzowanego śledzenia celu przyjmowane są dane ze źródła, które określone zostało jako "priorytetowe", tj. najbardziej wiarygodne. W opisanym algorytmie priorytet przysługuje źródłu, które jako pierwsze przekazało informację o celu wykorzystaną do inicjacji trasy. Priorytet ten może być zmieniony przez operatora, np. w celu racjonalnego podziału wysiłku podległych pododdziałów.

W ramach algorytmu śledzenia celu określany jest moment rozpoczęcia

przez ten cel manewru kursem. Etap ten polega na ciągłym porównywaniu następujących po sobie kursów celu. Algorytm uznaje, że cel nie manewruje, jeżeli dwie kolejne różnice kursów nie przekraczają $\pm 30^\circ$. Jeżeli pierwsza informacja o zmianie kursu celu zawiera się w przedziale $\langle \pm 30^\circ, \pm 60^\circ \rangle$ a druga informacja o zmianie kursu celu:

a/ potwierdziła ten przedział - to w algorytmie przyjmuje się, że cel manewruje;

b/ mieści się w przedziale $\langle \pm 60^\circ, \pm 120^\circ \rangle$ i znaki V_x i V_y nie zmieniły się - to również uznaje się, że cel manewruje;

c/ jest większa od $\pm 120^\circ$ - to algorytm rejestruje nowy cel.

Algorytm przewiduje rejestrację nowego celu również w przypadku, jeżeli pierwsza informacja o zmianie kursu obiektu przekracza wartość $\pm 60^\circ$.

Sledzenie wysokości lotu celu odbywa się na podstawie meldunków, które od podległych RLP winny napływać z dyskretnością 50-60s a w odniesieniu do celów manewrujących - 20s. Do tego celu wykorzystywane są meldunki zarówno ze źródeł priorytetowych jak i nie posiadających priorytetu. Aktualizacja informacji o wysokości odbywa się pod warunkiem, że rozpatrywana /nowa/ wysokość mieści się w bramce identyfikacji wysokości. Jeżeli wartość wysokości w dwóch kolejnych meldunkach znajduje się poza wymienioną bramką, to do trasy dowiązuje się ostatnią jej wartość. Jeżeli pododdziały nie określiły wysokości obiektu, to do trasy dowiązuje się wysokość fikcyjną /umowną/ równą $H_f = 14,8$ km.

Informacja opracowana w przedstawiony wyżej sposób jest zobrazowywana na wskaźnikach ARM w postaci formularza trasy, zaś cały pakiet danych przekazywany jest użytkownikom oraz cyklicznie co 10s aktualizowany w momencie odbioru współrzędnych płaskich obiektu. W przypadku braku nowej informacji w ciągu 18s, algorytm PORI generuje trasę ekstrapolowaną i przez następnych 60s przekazuje ją do użytkowników.

Dane o sytuacji powietrznej napływające do PORI ze źródeł niepriorytetowych po identyfikacji przekazywane są do pamięci i tam przechowywane jako rezerwe. Jeżeli źródło posiadające priorytet zaprzestało przekazywania informacji na czas przekraczający 30s, to priorytet przechodzi na kolejny RLP w sposób automatyczny i do opracowania przyjmowane są dane od niego. Formularz celu, o którym nastąpił zanik dopływu informacji wyświetlany jest jaskrawo, co "wymusza" interwencję operatora /np. dowiązanie - po analizie - informacji, która nie została dowiązana automatycznie/. Jeśli brak jest informacji o trasie przez czas przekraczający 60s, to algorytm uznaje, że trasa została przerwana.

Proces opracowania informacji o celu - źródle zakłóceń radioelektronicznych realizowany jest w sposób zautomatyzowany na podstawie meldunków

o nawiązaniu źródeł zakłóceń. Informacja taka, przesłana w postaci kodogramów typu 14^X/ zawierających cechę "peleng" obejmuje współrzędne X_p , Y_p , H_p umownego punktu położonego w odległości 200 km od RLP na linii namiaru. Do opracowania informacji o położeniu celu - źródła zakłóceń niezbędne są trzy /wyjątkowo - dwa/ równoczesne namiary przekazane z trzech RLP. Po przyjęciu takich meldunków EMC dokonuje ich przeliczenia względem układu współrzędnych PORI, a następnie przekazuje do zobrazowania w postaci linii azymutalnych z początkiem w miejscu znajdowania się RLP.

Inicjacji trasy celu - źródła zakłóceń dokonuje operator ARM przez wprowadzenie do EMC współrzędnych punktu przecięcia dwóch namiarów wybranych jako optymalne /trzeci namiar służy do kontroli prawidłowości wyboru/. Po ok. 10s od powyższej operacji następuje obliczenie współrzędnych położenia celu, składowych jego prędkości jak również "wygładzenie" powyższych wartości. Tak opracowane dane zapisywane są w pamięci oraz przekazywane użytkownikom.

Opracowywanie współrzędnych wg powyższego algorytmu nie jest realizowane, gdy kąt przecięcia namiarów nie mieści się w przedziale $\langle 20^\circ, 160^\circ \rangle$ a także, jeżeli przerwy w przekazywaniu namiarów z RLP przekraczają 20s lub gdy w odniesieniu do danego celu istnieje tylko jeden namiar. W powyższych przypadkach, przy uprzednio zainicjowanej trasie, użytkownikom przekazywane są dane ekstrapolowane, z zasady w czasie nieograniczonym, jednak sterowanym przez operatora poprzez korekty trasy lub zaprzestanie jej śledzenia.

Przekazywana z RLP umowna wysokość namiaru - H_p służy do obliczenia jej realnej wartości i dołączenia do pakietu danych śledzonej trasy.

Algorytmy, opracowania komend i meldunków przewidują realizację automatyzowaną niektórych zadań dowodzenia podległymi RLP. Dotyczy to m.in. "odciążania" tych RLP, które śledzą nadmierną ilość celów /10-12 celów na posterunek typu kompanijnego/. Rezultatem pracy algorytmu jest komenda "03" wysyłana do RLP w postaci kodogramu typu 10 nakazująca zaprzestanie przekazywania danych o określonym celu. Wybór celu, który należy zdjąć ze śledzenia dokonywany jest automatycznie z uwzględnieniem szeregu warunków, z których podstawowym jest śledzenie celu przez co najmniej jeden inny RLP.

Inną komendą wypracowywaną automatycznie w PORI jest komenda "04" nakazująca natychmiastowy pomiar wysokości określonego celu i wysyłana

x/ Instrukcja po organizacji bojowej raboty na PN IA sownieszczonnym s KP zrbzr osnaszczonnym ASU "WEKTOR-2WE", wyd. ZSRR s.7.

do priorytetowego RLP, jeśli podczas inicjacji trasy brak jest informacji o wysokości. Komenda "05" o znaczeniu "zwiększyć tempo pomiaru wysokości" jest wypracowywana w aparaturze WEKTOR, zaś PORI retransmituje ją do priorytetowego RLP.

2.3. Zobrazowanie informacji w aparaturze PORI

Wszelkie informacje istotne z punktu widzenia pracy personelu brt wyświetlane są na wskaźnikach typu STRZAŁA-W1 zautomatyzowanych stanowisk pracy PORI /ARM III/ w postaci odpowiednich symboli alfanumerycznych lub graficznych oraz grup tych symboli, tak zwanych formularzy. W zależności od treści, różnią się:

- a/ informację o stałych elementach ugrupowania bojowego;
- b/ informacje decyzyjne, sprawozdawcze i kontrolne;
- c/ informacje o sytuacji powietrznej.

Sposób zobrazowania wyżej wymienionych informacji na wskaźniku ARM III przedstawiono na rys. 6 i w tabeli 1.

2.3.1. Informacja o stałych elementach ugrupowania bojowego

W sposób elektroniczny na wskaźnikach zobrazowana jest dyslokacja siedmiu elementów ugrupowania bojowego, w postaci punktu i cyfr od 1 do 7, gdzie: 1 - 5 oznacza podległe RLP /z tym, że "1" oznacza posterunek miejscowy kompanii radiolokacji/, 6 - sąsiednie PORI, 7 - nadrzędne SD. Współrzędne położenia tych punktów są wprowadzone na stałe /"wszyte"/ w pamięci EMC. Informacje o innych elementach ugrupowania bojowego wraz z siatką OPK nanosi się dermatografem na szkło ochronnym. Niezależnie od tego, szkło ochronne posiada linie azymutalne co 36° .

2.3.2. Informacje decyzyjne, sprawozdawcze i kontrolne

Na wskaźnikach ARM III w procesie osiągnięcia WSGB oraz w toku pracy bojowej pojawia się szereg informacji wykorzystywanych do dowodzenia pododdziałami przyłączonymi do PORI.

Formularz gotowości pododdziałów do prac bojowej /tab. 1 poz. 1/ służy do kontroli przestrzennego zgrania systemu. Polega ona na porównaniu współrzędnych punktów kontrolnych, wpisanych na stałe do pamięci EMC ze współrzędnymi tych punktów określonymi przez RLP. Jeżeli różnice między tym współrzędnymi są mniejsze od dopuszczalnych, to stan zgrania systemu uważa się za zadowalający i w wyświetlanym przy RLP formularzu kontroli gotowości wyświetla się cyfra 3, w przeciwnym zaś wypadku cyfra 2.

Zestawienie formularzy wyświetlanych na ekranach ARM-III

Tabela 1.

Rodzaj inf.	sposób zobrazowania	objaśnienia	rodzaj inf.	sposób zobrazowania	objaśnienia	rodzaj inf.	sposób zobrazowania	objaśnienia	
1/ formularz gotow. pododdziałów do pracy	X 23	punkt - miejsce dyslokacji sprawdzanego RLP X - symbol kontroli funkcjonowania 2 - symbol programu pracy wskaźnika /2=progr. I, 3=progr. II/ 3 - ocena zgrania systemu	rodzaj inf. 6/ formularz wtórnej informacji radiolokacyjnej	a/ PP N _a b/ PP c/ N _a d/ PP N _a N N	- miejsce położenia celu oraz linia kursowa PP, N _a - oznaczenia jak w FWI N, N - nr maszynowy obiektu wg oznaczeń źródła informacji: 01-12 z obiektu WPO1 01-31 z obiektu WPO2 01-40 z sąsiedniego PORI 01-60 z nadrzędnego SD	rodzaj inf. 9/ formularz trasy źródła zakł.	∇ N N H	∇ - symbol celu - źródła zakłóceń N, N - nr celu wg PORI H - przedział wysokości /jak w formuł. FC/ N, N - bieżący nr obiektu nadawany w PORI H, H - wysokość lotu /km/ /01-40/ V, V, V - prędkość obiektu w dziesiątkach m/s S - skład celu /liczba samolotów/ N ₁ , N ₂ , N ₃ , N ₄ - czterocyfrowy nr celu w systemie WRT	
2/ formularz dowodzenia pododdziałami /"TUR"/	n _p n _p n _m n _d n ₁ n ₁ n ₁ n ₁ n ₂ n ₂ n ₂ n ₂ n ₃ n ₃ n ₃ n ₃ n ₄ n ₄ n ₄ n ₄ n ₅ n ₅ n ₅ n ₅ n ₆ n ₆ n ₆ n ₆ n ₇ n ₇ n ₇ n ₇	n _p , n _p - liczba celów śledzonych w PORI /01-40/ n _m - liczba wskazanych przez PN do wykrycia własnych myśl. n _d - liczba wskazanych do wykrycia celów planszety /1-3/ n, n - liczba obiektów śledzonych przez dany RLP i przekazanych do PORI N, N - liczba obiektów o których dany RLP przekazał meldunki w ciągu ostatnich 10s.	rodzaj inf. 7/ formularz celu w trzecim etapie obracania - po inicjacji trasy w PORI	a/ PP N N H N _p N _z N _z N _z b/ PP N N H c/ PP	PP - cecha rozpoznawcza /+ - cel, □ - własny myśliwiec, □ - obiekt planowy/ N, N - bieżący nr obiektu nadawany przez PORI /01-40/ H - przedział wysokości: "0" - H=0-0,5 km; "1" - H=0,5-1 km, "2" - H=1-1,5 km, "3" - H=1,5-2 km, "4" - H=2-5 km, "5" - H=5-10 km, "6" - H=10-15 km, "7" - H=15-20 km, "8" - H=20-30 km, "9" - H= 30 km.	rodzaj inf. 10/ pełny formularz obiektu /tablica charakterystyk - "TChC"/	NNHH VVVS N ₁ N ₂ N ₃ N ₄	punkt - miejsce prawdopodobnego położenia celu N ₄₀ , N ₄₀ - nr maszynowy celu planszet. /od 40 w dół/ □ - symbol celu planszet. A - symbol myśliwca KN - numer kanału naprowadzania /1-6/	
3/ formuł. komend z ARM WEKTOR	N ₁ N ₁ 0 1 N ₂ N ₂ 0 3 N ₃ N ₃ 0 9	N, N - numer maszynowy celu cyfry - komendy wg tabeli "22" przekazane z ARM-I	rodzaj inf. 8/ namiary od źródła inform.	a/ PP b/ N _a c/ PP N _a	Jasne - przy braku inf. od priorytetu źródła przez 30s. N _p - systemowy nr priorytetowego źródła inf. N _z - nr źródła inf. /kolejne RLP, które wykryły i śledzą dany obiekt/	rodzaj inf. 11/ formularz celu planszetowego	+N ₄₀ N ₄₀ H □	rodzaj inf. 12/ formularz startu myśl.	A KN
4/ komendy meld. charakt. /tab. "22"/ /jednoraz./	N _a Z ₁ Z ₂	N _a - numer źródła informacji /1-7/ Z ₁ , Z ₂ - cyfrowa komenda /meldunek, charakterystyka/	rodzaj inf. 13/ znacznik MTK			rodzaj inf. 14/ formularz zwrotnej kontr.	□		
5/ formuł. wtórnej inf. /"FWI"/	a/ •PP b/ •N _a c/ •PP N _a	punkt - współrzędne celu PP - cecha rozpoznawcza /+ - cel, □ - swój/ N _a - nr źródła informacji	rodzaj inf. 14/ formularz zwrotnej kontr.	n _{pel1} n _{pel2} n _{pel3}	punkt - miejsce dyslokacji źródła inf. n _{pel} - liczba namiarów określanych przez dane źródło				

Jeśli podczas powyższych sprawdzeń badany RLP nie przekazał współrzędnych punktu kontrolnego, to w miejscu jego dyslokacji wyświetli się cyfra 0.

Formularz dowodzenia pododdziałami /tab. 1 poz. 2/, tzw. "tablica TUR" składa się z ośmiu 4 - znakowych wierszy wyświetlanych w miejscu wskazanym przez operatora za pomocą markera.

Kolejne wiersze dotyczą: wiersz 1 - informacji o PORI, wiersz 2 - informacji o RLP nr 1, wiersz 3 - informacji o RLP nr 2, itd., wiersz 7 - informacji o sąsiednim PORI, wiersz 8 - informacji o nadrzędnym SD.

Formularz komend /tab. 1 poz. 3/ przekazywanych z ARM-I aparatury WEKTOR, dotyczących śledzenia celów, zobrazowywane są w postaci 4 - cyfrowych wierszy. Po przetworzeniu komendy te są automatycznie przekazywane do określonego RLP w postaci sygnałów umownej tabeli /"2Z"/.

Komendy, meldunki i charakterystyki przekazywane między RLP a PORI sygnałami tabeli "2Z" zobrazowywane są w postaci trzech cyfr, z których pierwsza oznacza nr abonenta /1-7/, zaś druga i trzecia oznacza treść informacji /tab. 1 poz. 4/

2.3.3. Informacje o sytuacji powietrznej

Formularze obiektów powietrznych mogą przyjmować różne postacie w zależności od etapu opracowania informacji.

Formularz wtórnej informacji radiolokacyjnej, tzw FWI, /tab. 1 poz. 5/, wyświetla się jednorazowo w momencie zdejmowania przez operatora RLP współrzędnych położenia obiektu i przesłania ich do PORI, wraz z cechą rozpoznania /PP/. W przedstawionym w tab. 1 poz. 5 przykładzie punkt oznacza położenie obiektu zaś PP - cecha rozpoznania może przyjmować postać "+" - cel "C" - własny myśliwiec. Przez wykonanie odpowiednich operacji na pulpicie PK-3, można nadawać formularzowi jedną z postaci: b lub c. Cyfra NZ oznacza wówczas systemowy numer źródła informacji /1-7/.

Formularz celu w drugim etapie opracowania /FCWI/ ukazuje się po inicjacji trasy, minimum po upływie 10 s od FWI i pod warunkiem, że operator RLP zdjął i przekazał do PORI współrzędne kolejnego położenia obiektu /drugiego namiaru/. Formularz FCWI oznacza, że nastąpiła automatyczna inicjacja trasy obiektu z określeniem składowych prędkości, jednak bez jej identyfikacji /tym samym informacja ta nie jest przekazywana do aparatury WEKTOR, sąsiednich PORI i nadrzędnego SD/ lub istnieje zakaz przekazywania jej odbiorcom.

Formularz ten, do momentu zdjęcia wymienionego zakazu lub pełnej ini-

cji trasy /etap trzeci/ wyświetla się z jaskrawą, pulsującą poświatą i może przybierać jedną z postaci przedstawionych w tab. 1 poz. 6. W punkcie położenia celu ukazuje się linia kursowa, określająca kierunek lotu obiektu, zaś cyfry NN oznaczają nr maszynowy obiektu według oznaczeń źródła informacji: 01-12 z obiektu WP-01M, 01-31 z obiektu WP-02M, 01-40 z sąsiedniego PORI i 01-60 z nadrzędnego SD. Pozostałe oznaczenia - jak w FWI.

Trzeci etap opracowania odebranej informacji radiolokacyjnej i zobrazowanie formularza zainicjowanej trasy /FC/ następuje minimum po upływie kolejnych 10s, pod warunkiem otrzymania trzeciego namiaru położenia obiektu. W meldunku tym winny być również przekazane pozostałe charakterystyki obiektu, a mianowicie: H - wysokość, K - skład i T - typ.

Podczas tego etapu następuje identyfikacja trasy, zapisanie jej w pamięci EMC oraz przekazanie zbioru danych użytkownikom i zobrazowanie formularza obiektu "FC" na wskaźnikach ARM-III w jednej z postaci przedstawionych w tab.1 poz.7, gdzie: PP - cecha rozpoznania obiektu przyjmujące postać: "+" - cel, "□" - własny myśliwiec, "□" - obiekt planowy; NN - bieżący nr obiektu według oznaczeń zestawu WEKTOR-2WE nadawany przez EMC PORI /01-40/: PH - przedział wysokości lotu obiektu; NZP - systemowy numer priorytetowego źródła informacji; NZ - systemowy nr źródła informacji /kolejne RLP, które wykryły i śledzą dany obiekt/.

Formularz FC wyświetla się normalną poświatą w postaci a lub b na wskaźnikach ARM-III pracujących w rodzaju pracy "DOWÓDCA", natomiast w postaci c - w rodzaju pracy "OPERATOR" /Postać b uzyskuje się po operacji wygaszenia drugiego wiersza/.

W czasie opracowywania namiarów źródeł zakłóceń radioelektronicznych, wskaźniki ARM-III pracują w rodzaju pracy I - "PELENG". Formularze namiarów mają postać linii prostych o długości 500 km, których początki znajdują się w miejscach dyslokacji RLP źródeł informacji. W miejscach tych wyświetlają się również cyfry oznaczające liczbę namiarów przekazywanych przez dany RLP. Do momentu inicjacji trasy źródła zakłóceń, formularz wyświetla się jaskrawą poświatą.

Po zrealizowaniu operacji zautomatyzowanej inicjacji trasy, jaskrawa poświata znika a w miejscu przecięcia się namiarów pojawia się formularz trasy źródła zakłóceń postaci przedstawionej w tab.1 poz.9, ponadto końce linii namiarów opisane zostają numerem maszynowym trasy.

Prócz ww. formularzy, poszczególni użytkownicy mogą wywołać pełny formularz obiektu /tablicę charakterystyk celu - TChC/ w postaci jak w tab.1 poz.10. Aparatura zestawu obliczeniowego PORI umożliwia jednoczesne wywołanie do sześciu różnych formularzy TChC.

Formularz celu planszowego dotyczy celu, który do aparatury wprowadzony został "ręcznie" na RM-IV aparatury WEKTOR. Do momentu wykrycia i wprowadzenia go sposobem zautomatyzowanym posiada on postać /wyświetlaną jaskrawym światłem/przedstawioną w tab.1 poz. 11.

Formularz startu myśliwca wyświetlany jest przy lotnisku startu myśliwca po wydaniu komendy na start przez obsługę GPN - do czasu wykrycia go przez środki radioelektroniczne. Postać tego formularza przedstawiono w tab.1 poz.12.

Symbol znacznika elektronowego /MTK/, sterowanego rączką manipulatora na pulpicie PK-3 posiada postać jak w tab.1 poz.13 wyświetlaną jaskrawą poświatą.

W momencie przekazywania do EMC komend z pulpitu PK-3, na wskaźniku ukazuje się symbol kontroli zwrotnej /FKZ/, który oznacza pokwitowanie przyjęcia komendy przez maszynę.

3. FUNKCJONOWANIE APARATURY WEKTOR

3.1. Ogólne zasady

Informacja o sytuacji powietrznej opracowana w aparaturze PORI kierowana jest do obiektu WEKTOR, gdzie po dodatkowym opracowaniu wykorzystywana jest jako podstawa do wszelkiego rodzaju obliczeń oraz wyświetlana na wskaźnikach SD BR OPK i PN LM. Obliczenia realizowane przez EMC mają na celu ustalenie optymalnego wariantu walki brygady raketowej i pułku lotnictwa myśliwskiego z nieprzyjacielem powietrznym. Dane wypracowane przez EMC traktowane są jako propozycje do decyzji dowódcy brygady, który może je przyjąć lub odrzucić, narzucając własną koncepcję. Odpowiada to przyjętej ogólnej zasadzie priorytetu decyzji człowieka nad propozycjami uzyskanymi w wyniku elektronicznego przetwarzania danych.

Prócz informacji o sytuacji powietrznej do aparatury WEKTOR napływają informacje typu decyzyjnego przekazywane z nadrzędnego SD kanałami transmisji danych i odbierane za pośrednictwem PORI. Informacje te zawierają zadania bojowe stawiane przez dowódcę korpusu dowódcom: brygady raketowej i pułku lotnictwa myśliwskiego.

Decyzje dotyczące odpierania nalotu ŚNP nieprzyjaciela wypracowywane są z uwzględnieniem udziału w walce obydwu rodzajów wojsk i zapewnieniu racjonalnego wykorzystania ich możliwości. Z zasady lotnictwo, jako bardziej manewrowe, zwalcza cele powietrzne na dalekich podejściach, zaś wojska raketowe - w głębi, w granicach swej strefy ognia. W związku z tym aparatura rozróżnia cele przydzielone do zwalczania lotnictwa oraz cele przydzielone wojskom raketowym. Podział taki jest podejmowany

zgodnie z zadaniem bojowym dowódcy korpusu lub też na podstawie oceny sytuacji dokonywanej przez dowódców na F1SD, gdzie osobisty kontakt dowódców oraz bezpośrednie stawianie zadań starszemu nawigatorowi GPN zapewniają dogodne warunki organizacji współdziałania. Dla zapewnienia bezpieczeństwa własnych samolotów przyjęto zasadę realizowaną automatycznie, że cele przydzielone lotnictwu nie mogą być równocześnie przydzielone dywizjom raketowym, chociaż EMC rozpatruje potencjalne możliwości takiego przydziału.

Dodatkową informację o sytuacji powietrznej stanowią tzw. cele planzetytowe, czyli cele wprowadzane do pamięci EMC na podstawie informacji z sieci powiadamiania. Cele takie są rozpatrywane przez algorytm rozdziału celów, ale sam rozdział oraz wskazanie celów dywizjom raketowym nie są realizowane. Cele te mogą być wykorzystane do wstępnego naprowadzania myśliwców do czasu ich wykrycia przez środki radiotechniczne przyłączone do PORI.

Przyjęty przez starszego dowódcę na F1SD /dowódcę BR OPK/ wariant walki z nieprzyjacielem powietrznym realizowany jest przez podległe dywizjony raketowe i samoloty myśliwskie na podstawie odpowiednich komend przekazywanych z SD BR OPK i PN LM. W odniesieniu do dywizjonów komendy te stanowią tzw. wskazania celów, tj. sygnały zawierające dane dotyczące położenia i charakterystyki celu oraz informacje dodatkowe, takie jak: numer samolotu w składzie celu grupowego, liczbę rakiet itp. Komendy wskazywania celów mogą być wydawane w sposób zautomatyzowany lub automatycznie - po przekroczeniu przez cel określonej rubieży. Po otrzymaniu takiej komendy przez dywizjon raketowy, cel winien zostać wykryty przez SNR bez dodatkowego poszukiwania.

W odniesieniu do zagadnień dowodzenia lotnictwem myśliwskim aparatura WEKTOR realizuje trzy grupy zagadnień: wstępne obliczenia nawigacyjne, naprowadzanie samolotów na cele powietrzne oraz sprowadzanie ich w rejon lotniska lądowania.

Realizacja wstępnych obliczeń nawigacyjnych stanowi początkowy etap pracy punktu naprowadzania, mający na celu dostarczenie dowódcy plm OPK danych do decyzji, motywujących możliwości wykorzystania lotnictwa do zwalczania określonych celów powietrznych oraz sposoby działań. Powyższe dane, po akceptacji dowódcy stanowią podstawę do realizacji kolejnych zagadnień, tj. przyrządowego naprowadzania samolotów na cele i sprowadzanie ich w rejon lotniska po wykonaniu zadania.

3.2. Funkcjonowanie obiektu WEKTOR w procesie dowodzenia wojskami raketowymi OPK

3.2.1. Algorytmy dowodzenia dywizjonami raketowymi OPK

Ogólny algorytm dowodzenia dywizjonami raketowymi OPK przedstawiono schematycznie na rys. 7. Obejmuje on następujące podstawowe algorytmy składowe:

- algorytm opracowania informacji radiolokacyjnej;
- algorytm rozdziału celów;
- algorytm wskazywania celów;
- algorytm opracowania meldunków przychodzących z dywizjonów;
- algorytm zobrazowania danych.

Algorytm opracowania informacji radiolokacyjnej przeznaczony jest do wykonywania dodatkowych obliczeń związanych z przyjęciem informacji od PORI a także wynikających z dynamiki działań. Do najważniejszych operacji wykonywanych w tym algorytmie należą: eliminacja przypadkowych błędów informacji, uwzględnianie zmiany cechy rozpoznawczej obiektu /"przynależności"/ oraz formowanie informacji o celach w przypadku ich zagubienia przez środki radiolokacyjne.

Ochrona przed przypadkowymi błędami informacji realizowana jest drogą porównywania parametrów odebranych w kolejnym pakiecie danych z parametrami ekstrapolowymi. Nowe przyjęte współrzędne porównywane są z ekstrapolowanymi w bramce o rozmiarach 9 x 9 km lub 35 x 35 km wg wzoru:

$$\sqrt{|x_1 - x_e|^2 + |z_1 - z_e|^2} \leq \Delta_{x,z}; \quad /5/$$

gdzie: x_1, z_1 - współrzędne obiektu w i-tym pakiecie danych;

x_e, z_e - ekstrapolowane współrzędne obiektu;

$\Delta_{x,z}$ - rozmiary bramki: mała bramka stosowana jest, jeśli cel nie został przydzielony lotnictwu, zaś duża - w odniesieniu do celu przydzielonemu LM.

Jeżeli powyższa nierówność nie jest spełniona, to algorytm uznaje, że informacja nadeszła z błędem i do pamięci EMC zapisywane są współrzędne ekstrapolowane.

Błędy w przekazywaniu prędkości eliminowane są poprzez sprawdzenie nierówności 6 i 7:

$$\Delta v_x = |v_{xi-1} - v_{xi}| \leq 70 \text{ m/s}; \quad /6/$$

$$\Delta v_z = |v_{zi-1} - v_{zi}| \leq 70 \text{ m/s}; \quad /7/$$

gdzie: v_{xi}, v_{zi} - składowe wektora prędkości celu w i-tym pakiecie danych;

v_{xi-1}, v_{zi-1} - składowe wektora prędkości w poprzednim /i-1/ pakiecie danych.

Jeśli nie spełniona jest chociażby jedna z powyższych nierówności, to algorytm uznaje, że informacja została przyjęta z błędem i przyjmuje jako właściwe składowe V_{xi-1} i V_{zi-1} . Jeśli w następnym cyklu informacji powtórzy się sytuacja nie spełnienia nierówności 6 lub 7, to algorytm przyjmuje, że cel manewruje prędkością i do dalszych obliczeń wykorzystuje nowe składowe.

Analogicznie dokonywane jest sprawdzenie wysokości - wg wzoru 8:

$$\Delta H = |H_{1-1} - H_1| \leq 3.7 \text{ km.} \quad /8/$$

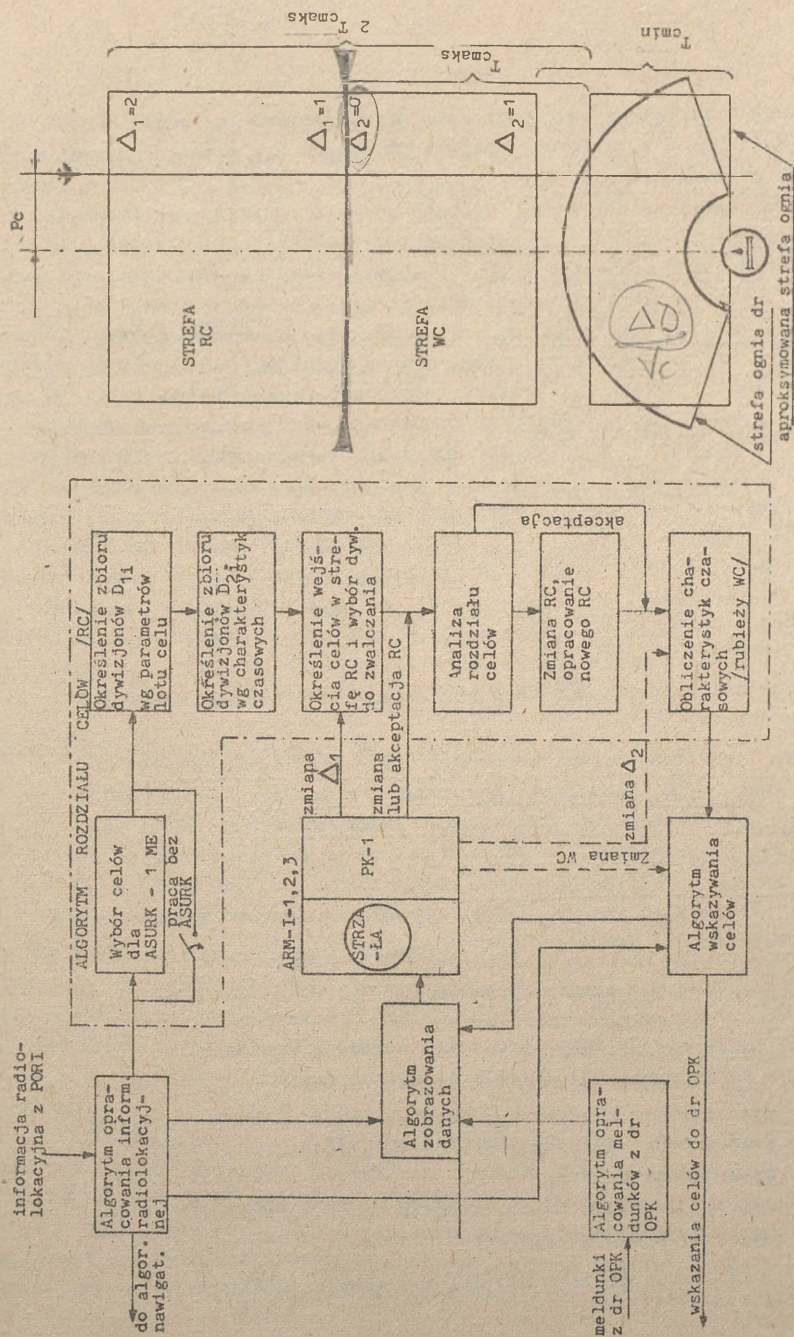
Zmiana cechy rozpoznawczej obiektu uwzględniana jest po 3-krotnym powtórzeniu nowej cechy w kolejnych meldunkach. Jeżeli w zbiorze danych o obiekcie pojawiła się przy tym cecha "swój", a uprzednio takiej cechy nie było, to algorytm sprawdza, czy dany obiekt /dotychczas traktowany jako cel/ został przydzielony dywizjonowi do ostrzelania. Jeżeli tak, to poprzez algorytm wskazywania celów wydawana jest do danego dywizjonu komenda "zmiana celu", co oznacza zdjęcie postawionego zadania.

Przy wystąpieniu w informacji cechy zaniku celu dokonywana jest analiza wcześniejszego przydzielenia tego celu dywizjonom. Jeżeli dywizjon śledzi ten cel poprzez SNR, to algorytm potwierdza poprzedni przydział wysyłając danemu dywizjonowi ponownie komendę wskazania celu. Jeśli natomiast z dywizjonu nadeszła informacja o poszukiwaniu wspomnianego celu /cel znikł również z obserwacji SNR/, to następuje zmiana wskazania celu a na 3D BR OPK cel zostaje zdjęty z automatycznego opracowania i zobrazowania. W przypadku, jeśli powyższa sytuacja dotyczy celu, na który naprowadzane są myśliwce, to po 20 s od ostatecznego meldunku następuje automatyczne przeniebrowanie go na numery 33 - 40 zaś do zobrazowania wykorzystywane są dane ekstrapolowane.

Algorytm rozdziału celów między dywizjony raketowe przeznaczony jest do wypracowywania koncepcji zwalczania określonego nalotu SNP siłami BR OPK /oraz - ewentualnie - podporządkowanego pr OPK/. W algorytmie tym wyróżnić można szereg zadań cząstkowych przedstawionych na rys. 7 i omówionych poniżej.

Wybór i przydzielenie celów do zwalczania podporządkowanemu pułkowi raketowemu wyposażonemu w zestaw ASURK-1ME dokonywane jest automatycznie, o ile własne dywizjony raketowe nie zapewnią odparcia zmasowanego nalotu SNP, zaś pułk posiada możliwości zwalczania tych celów. /W siłach zbrojnych PRL taki wariant ugrupowania bojowego nie występuje/.

W celu określenia zbioru dywizjonów mogących zwalczać określone cele, algorytm cyklicznie porównuje ich parametry lotu z aproksymowanymi strekami ognia PZR /"zaszytymi" w pamięci operacyjnej EMC/. Jeśli prędkość,



Rys. 7. Algorytm dowodzenia brygadą raketową OPK
 a/ schemat blokowy
 b/ schemat rozmieszczenia stref i rubieży

wysokość i kurs lotu i-tego celu pozwalają na zniszczenie go przez dany dywizjon, to dywizjon ten zaliczony zostaje do zbioru D_{11} o potencjalnych możliwościach zniszczenia celu C_i .

W następnym etapie ze zbioru D_{11} wybrane zostają dywizjony rekomendowane do zniszczenia danego celu wg charakterystyk czasowych /zbiór D_{21} /. W pierwszej kolejności analizowane są dywizjony oczekujące na zadanie /"wolne"/, dla których kryterium rekomendacji jest minimalny czas dolotu t_0 do bliższej granicy strefy ognia /przy strzelaniu na kursie zbliżeniowym/ lub granicy dalszej /przy strzelaniu "w pościgu"/. Jeśli liczebność tak określonego zbioru D_{21} jest zbyt mała aby zapewnić właściwy stopień oddziaływania na cel, algorytm rozpatruje możliwości rekomendacji dla dywizjonów "zajętych", tj. takich, które prowadzą strzelanie do innego celu lub którym algorytm poprzednio zarekomendował inny cel. W pierwszym przypadku dokonywana jest analiza możliwości kolejnego ostrzelania obydwu celów /przeniesienia ognia/. Jeśli nie ma takiej możliwości, to algorytm wyłącza ten dywizjon z analizy. W przypadku drugim /gdzie poprzedni cel znajduje się w strefie rozdziału celów/, analiza uwzględnia "ważność" celu, przy czym jako "ważny" uważany jest cel, do którego może strzelać tylko jeden typ PZR. Do zwalczania wybrany zostanie cel o wyższej ważności, zaś przy jednakowej wartości tego współczynnika kryterium stanowi mniejszy czas dolotu.

W ten sposób określony został zbiór D_{21} obejmujący dywizjony mogące strzelać do danego celu. Bazując na kryterium minimalnego czasu dolotu, ze zbioru tego wybiera się pięć dywizjonów, które proponuje się do zwalczania celu. Ten z dywizjonów, do którego cel ma najmniejszy czas dolotu, uważany jest za tzw. "propozycję optymalną".

W kolejnym etapie algorytm uwzględnia określenie momentu wejścia celów w strefę podziału celów, przez analizę zależności:

$$T_{RC} = \Delta_1 T_{cmaks} + \frac{\Delta D}{v_c} \geq t_{dol} ; \quad /9/$$

gdzie: T_{RC} - granica strefy rozdziału celów wyrażona w czasie;

T_{cmaks} - maksymalny cykl strzelania dywizjonu;

Δ_1 - współczynnik charakteryzujący głębokość strefy rozdziału celów, / Δ_1 przyjmuje wartość w przedziale od 2 do 1 z dyskretnością 0,1/;

$\frac{\Delta D}{v_c}$ - czas przebywania celu w strefie ognia /głębokość strefy ognia wyrażona w czasie/;

t_{dol} - czas dolotu do bliższej granicy strefy ognia.

Jeżeli nierówność /9/ jest spełniona, to uruchomiony zostaje algorytm zobrazowania i formularz danego celu pojawia się na wskaźniku rozdziału celów w kolumnach zalecanych dywizjonów /do pięciu/, w tym jeden dywizjon z zaleceniem optymalnym.

Opracowane i przedstawione w ten sposób propozycje mogą być zmienione przez dowódcę /w przypadku podjęcia przez niego innej koncepcji walki/ lub przez EMC /np. w przypadku przydzielenia danemu dywizjonowi innego, ważniejszego celu/. Ponieważ ponadto w kolejnych cyklach pracy EMC cała przedstawiona wyżej analiza podlega aktualizacji, propozycje mogą ulegać zmianie w zależności od manewru celu.

Analiza maszynowego rozdziału celów i ewentualna zmiana propozycji może być dokonana w czasie przebywania celu w granicach strefy rozdziału celów. Czas ten uzależniony jest od wartości współczynnika Δ_1 , którą mogą zmieniać funkcjonjści SD BR OPK wykonując określone operacje na pulpicie PK-1. EMC automatycznie przyjmuje największą wartość /równą 2/, która odpowiada największej głębokości strefy RC.

Ostatnim ogniwem algorytmu rozdziału celów jest obliczanie granicy strefy wskazywania celów /WC/ wykonywane drogą analizy nierówności /10/:

$$T_{WC} = \Delta_2 T_{cmin} + /1 - \Delta_2/ \cdot T_{cmax} + \frac{\Delta D}{\sqrt{c}} \geq t_{dol}; \quad /10/ \quad T_{WC} = T_{cmax} + \frac{\Delta D}{\sqrt{c}}$$

gdzie: T_{WC} - granica strefy wskazywania celów wyrażona w czasie;

Δ_2 - współczynnik charakteryzujący głębokość strefy WC.

Przyjmuje on wartość w przedziale od 0 do 1 z dyskretnością 0,1;

T_{min} - minimalny cykl strzelania dywizjonu;

- pozostałe oznaczenia jak we wzorze /9/.

Po spełnieniu powyższej nierówności zostaje automatycznie uruchomiony algorytm wskazywania celów, którego głównym zadaniem jest wydanie dywizjonowi raketowemu komendy wskazywania celu, zawierającej także współrzędne celu, jego parametry lotu i czas wejścia w strefę startu. Wskazanie celu nie może być już zmienione. /Może być jedynie wydany zakaz startu rakiet/.

Czas przebywania celu w granicach strefy WC przeznaczony jest na wycelowanie przez dywizjon, i odpalenie rakiet. Jest on zależny od prędkości celu oraz wartości współczynnika Δ_2 . EMC samoczynnie przyjmuje jego wartość jako równą 0, co zapewnia wskazanie celu dywizjonowi z takim wyliczeniem, by rakietą osiągnęła cel na dalszej granicy strefy ognia dywizjonu /przy strzelaniu na kursach zbliżeniowych/. Zmiana wartości

tego współczynnika stosowana jest przy zwalczaniu celów w głębi strefy ognia. Usytuowanie poszczególnych stref względem dywizjonu przedstawiono na rys. 7.

Algorytm opracowania meldunków z dywizjonów raketowych przeznaczony jest do przyjęcia meldunków i zobrazowania ich w postaci odpowiednich formularzy na wskaźnikach ARM-I i ARM-II.

3.2.2. Zobrazowanie informacji na wskaźnikach ARM SD BR OPK

Zasadnicze informacje zautomatyzowanego dowodzenia BR OPK wyświetlane są na wskaźnikach ARM-I, które mogą pracować w jednym z dwu programów, przy czym program I odpowiada pracy podczas obserwacji okrężnej /WOO/, zaś program II oznacza pracę jako wskaźnik rozdziału celów /WRC/. Zasadniczo ARM-I-1 pracuje w programie I, a ARM-I-2 i 3 - w programie II i tak też przystosowane są szkła ochronne wskaźników, zawierające odpowiednie elementy zobrazowania pomocniczego.

Podczas pracy wskaźnika w programie I /WOO/, w sposób elektroniczny kształtowane są informacje:

- a/ o stałych elementach ugrupowania bojowego;
- b/ o bieżącej sytuacji powietrznej.

Dyslokacja stałych elementów ugrupowania bojowego włączonych w zautomatyzowany system dowodzenia zobrazowana jest w postaci odpowiednich symboli:

- X - dywizjony raketowe /do czternastu/;
- T - lotniska /do pięciu/;
- O - aparatura WEKTOR;
- [] - aparatura PORI /SD brt OPK/;
- A - aparatura ASURK-1ME;
- ↑ - nadrzędne SD.

Bieżąca informacja o sytuacji powietrznej ma postać formularzy celów /FC/ oraz własnych myśliwców /FWM/ wyświetlanych w miejscu ich położenia /patrz rys. 8 a/.

Przy automatycznym przekazywaniu celów z aparatury PORI formularz celu ma postać skróconą - czteroznakową. Pełny formularz celu /dwa wiersze/ wywołuje się na danym ARM przez wykonanie odpowiedniej operacji na PK-1.

Formularze własnych myśliwców /FWM/ wyświetlane na wskaźnikach ARM-I pracujących w programie I mają postać skróconą, przy czym różnią się dwie ich formy: formularz myśliwca przed przywiązaniem go do kanału naprowadzania posiada numer kolejny nadany przez EMC, zaś po wykonaniu tej operacji - numer ten zmienia się na numer kanału naprowadzania /1 - 6/.

N	N	T	S
H	H	V	d

Dd	Kst	N	N
G _{r1}	G _{r2}	N _{um}	n _s

a/ Formularz celu /FC/ oraz własnego myśliwca /FWM/

N,N - maszynowy nr obiektu;

T - znak wysokości i prędkości:

$H_c > 10 \text{ km}$ --- $V_c > 560 \text{ m/s}$
 $3 \text{ km} < H_c \leq 10 \text{ km}$ --- $300 \text{ m/s} < V_c \leq 560 \text{ m/s}$
 $H_c \leq 3 \text{ km}$ --- $V_c \leq 300 \text{ m/s}$

Ponadto w miejscu tym mogą wyświetlać się informacje:

H - cel nie rozpoznany,
 C - cel przydzielony sąsiadowi,
 A - cel przydzielony podporządkowanemu pułkowi wyposażonemu w ASURK,
 X - własny samolot - planowy,
 O - wykluczyć cel z analizy,
 1-6 - nr kanału naprowadzania,
 8 - grupowe oddziaływanie na cel /jednocześnie 2-3 myśliwca/
 miejsce puste - własny myśliwiec

S - skład liczbowy i ważność celu:

0 - skład nieznanym,
 1 - cel pojedynczy,
 2 - cel w składzie dwóch samolotów,
 3 - cel w składzie trzech i więcej s-tów,
 4 - cel zakłócający, skład nieznanym,
 5 - pojedynczy cel zakłócający,
 6 - cel w składzie dwóch s-tów zakłócających,
 7 - trzy i więcej s-tów zakłócających,
 8 - cel /samolot/ szczególnie ważny;
 miejsce puste - własny myśliwiec;

H_c, H - wysokość lotu celu w przedziale 01-40 km;

V - prędkość celu:

1-9 - w setkach m/s,
 A - prędkość w zakresie 1000-1100 m/s,
 T - prędkość ponad 1100 m/s;

d - liczba dywizjonów działających na cel /1-5/ lub druga cyfra prędkości własnego myśliwca, wyrażona w km/min.

b/ Formularz dywizjonowy /FD/

D_d - cecha działalności dywizjonu:

1 - kod kontrolny odbierany jest nieprawidłowo,
 2 - kod kontr. odbierany jest prawidł.,
 3 - WC nie mogą przyjąć,
 T - realizują poszukiwanie celu SNR
 C - realizują śledzenie celu SNR
 O - odstępują od działania na cel,
 X - zakończono cykl strzelania,
 H - brak transmisji danych;

K_{st} - zakodowana cecha gotowości bojowej dr i kierowania startami rakiet przez SD BR OPK:

0 - gotowość dywizjonu do działań boj.,
 1 - zezwalam na start rakiet,
 2 - zakazuję startu rakiet,
 4 - możliwość strzelania "w pościgu",
 n - dokonano startu rakiet;

N,N - maszynowy numer celu przydzielonego danemu dywizjonowi /zobrazowuje się wraz z przyciemnieniem FD po przesłaniu i przyjęciu WC/;

G_{r1}, G_{r2} - liczba gotowych do startu rakiet typu 1 lub 2:

1-6 - gotowych 1 do 6 rakiet,
 7 - tylko dla S-125 - oznacza gotowość 7 lub 8 rakiet;

N_{um} - umowny nr celu w grupie /cyfry 1-5/ określają zasadę wyboru celu z grupy/;

n_s - ilość samolotów w celu grupowym:
 1-5 gdy ich ilość wynosi 1 do 5,
 6 - gdy ich ilość wynosi 6 lub więcej.

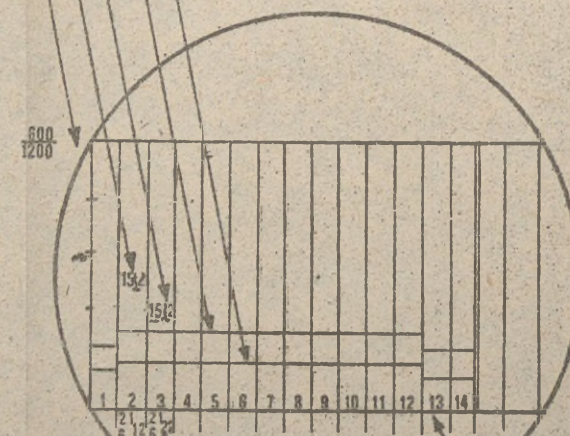
czas dolotu celów do dr

skrócony formularz celu /FC/ nr 15

FC nr 15 z optymalną propozycją dla 3 dr

dalsza rubież automat WC

bliższa rubież autom. WC



formularze dywiz.

maszynowy numer dywizjonu

c/ ekran wskaźnika WRC

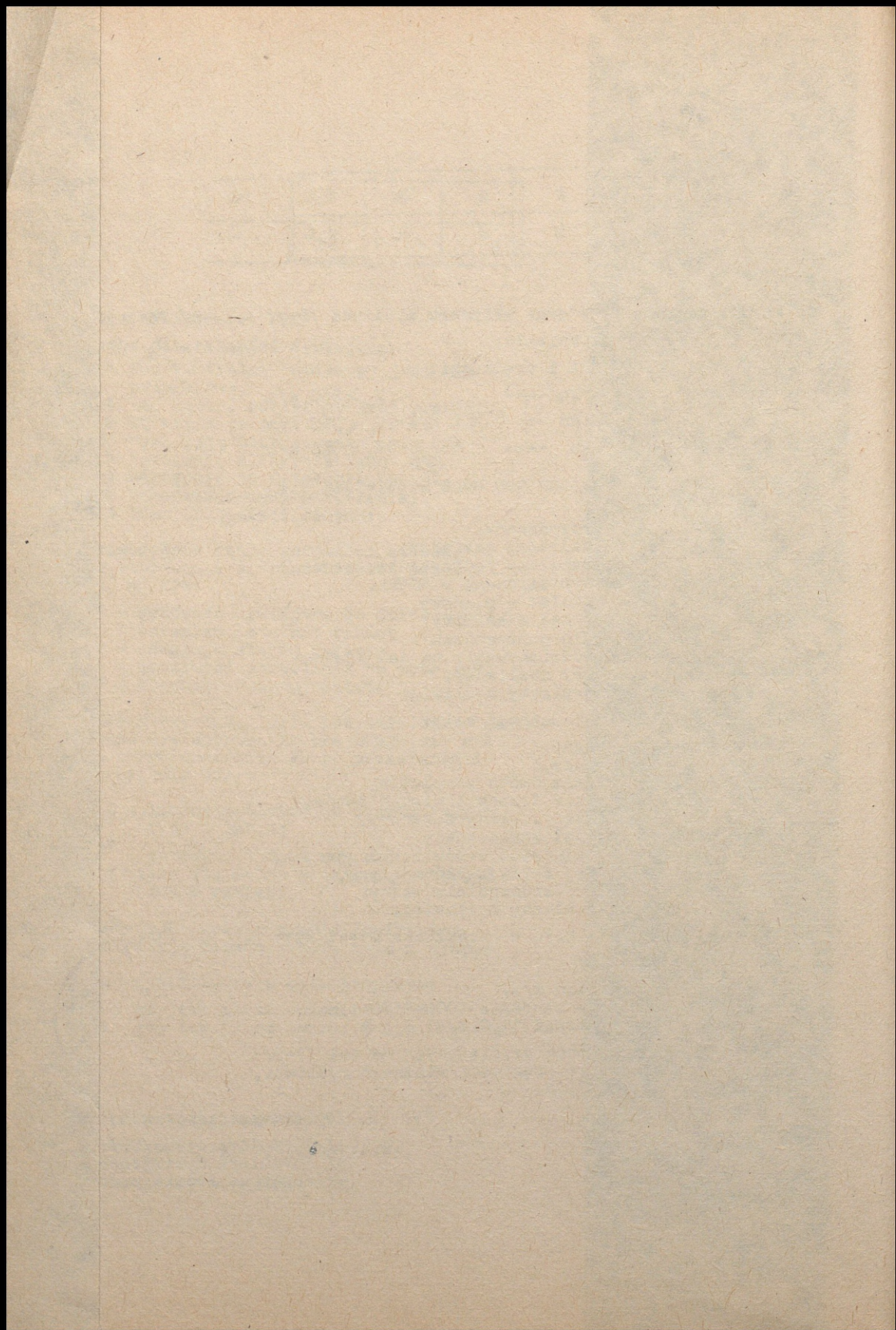
Rys. 8. Zobrazowanie informacji na wskaźnikach ARM-I

a/ formularz celu /FC/ oraz własnego myśliwca /FWM/;

b/ formularz dywizjonowy /FD/;

c/ ekran wskaźnika podczas pracy w reżimie WRC.





Praca wskaźnika ARM-I w programie II charakteryzuje się układem tabelarycznym, w którym rozmieszczonych jest czternaście kolumn odpowiadających kolejnym dywizjom raketowym, zaś oś pionowa obrazuje czas dolotu celu do dalszej granicy strefy ognia danego dywizjonu. Na poziomie zerowym w każdej kolumnie wyświetlane są formularze dywizjonowe /FD/ zawierające informacje o gotowości bojowej i działaniach bojowych poszczególnych dywizjonów. Formularz ten ma postać przedstawioną na rys. 8. W przypadku meldunku negatywnego o gotowości dywizjonu, jego formularz zanika na wszystkich wskaźnikach ARM-I.

Formularz celu posiada treść i formę analogiczną jak na wskaźnikach pracujących jako WOO z tym, że wyświetlane są one w kolumnach tych dywizjonów, którym algorytm rozdziału celów, proponuje te cele do zwalczania. "Optymalna rekomendacja" wypracowana przez EMC sygnalizowana jest podkreśleniem pierwszego znaku. Ponadto w przypadku celu grupowego, jeśli liczba dywizjonów wyznaczonych do zwalczania celu jest mniejsza od składu tego celu, formularz celu wyświetla się światłem pulsującym.

Po wywołaniu parametrów uzupełniających /drugiego wiersza formularza FC/ powyżej opisane podkreślenie zanika na wszystkich wskaźnikach, zaś na tym wskaźniku, z którego wywołano te parametry pojawia się pełny formularz danego celu.

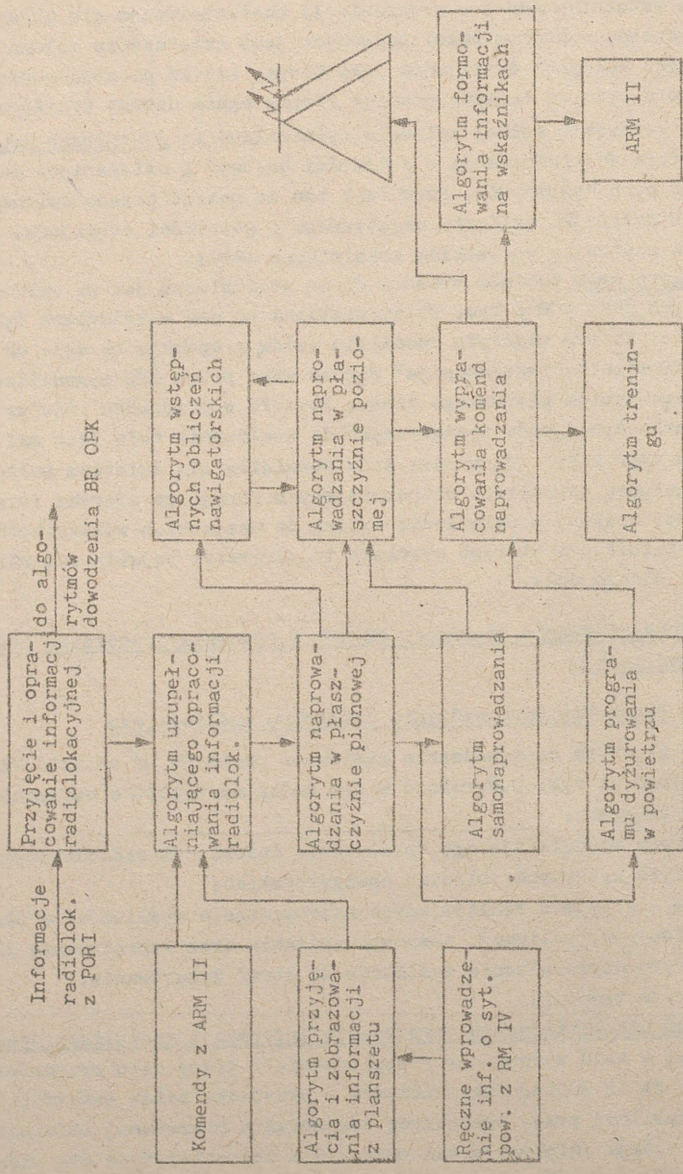
3.3. Funkcjonowanie aparatury WEKTOR w procesie dowodzenia lotnictwem myśliwskim

3.3.1. Algorytmy naprowadzania lotnictwa myśliwskiego

Ogólny algorytm naprowadzania myśliwców przez PN LM obiektu WEKTOR przedstawiono na rys. 9. Wyróżnić w nim można następujące najważniejsze algorytmy składowe:

- algorytm uzupełniającego opracowania informacji radiolokacyjnej;
- algorytm wstępnych obliczeń nawigatorskich;
- grupa algorytmów realizujących naprowadzanie myśliwców: w płaszczyźnie pionowej, poziomej, samonaprowadzania oraz wypracowania komend;
- algorytm doprowadzania myśliwców do stref dyżurowania;
- algorytm treningu.

Algorytm uzupełniającego opracowania informacji radiolokacyjnej stosowany jest w celu wyrównania /"wygładzenia"/ trasy celu przydzielonego lotnictwu. Ma to szczególne znaczenie w przypadku celów manewrujących oraz niestabilnej pracy operatorów zdejmowania pierwotnej informacji radiolokacyjnej. Informacja tak opracowana charakteryzuje się większą płynnością trasy celów, dogodniejszą dla realizacji naprowadzania,



Rys. 5. Schemat blokowy algorytmów naprowadzania LM

Wygładzanie tras polega na wykonaniu odpowiednich operacji matematycznych na współrzędnych x i z oraz składowych prędkości V_x i V_z w celu zmniejszenia ich gwałtownych zmian.

W procesie naprowadzania myśliwców wyróżniono dwie składowe: pionową i poziomą. Algorytm naprowadzania myśliwców w płaszczyźnie pionowej wykorzystuje standardowe profile lotu, zwane programami naboru wysokości /PNW/, określone doświadczalnie dla danego typu myśliwca i zapewniające osiągnięcie przezeń zadanych parametrów lotu. Zależnie od prędkości i wysokości lotu myśliwca w końcowym etapie naprowadzania, aparatura WEKTOR rozróżnia cztery grupy PNW dla określonych typów samolotu:

a/ dla samolotu MiG-21 wszystkich wersji:

- I grupa - $V_m = 1,9$ M; $H = 16$ km;
- II grupa - $V_m = 1,6$ M; $H = 16$ km;
- III grupa - $V_m = 1,2$ M; $H = 14,5$ km;
- IV grupa - $V_m = 0,8$ M; $H = 11$ km;

b/ dla samolotu MiG-23:

- I grupa - $V_m = 2,1$ M; $H = 15,5$ km;
- II grupa - $V_m = 1,6$ M; $H = 15$ km;
- III grupa - $V_m = 1,2$ M; $H = 13$ km;
- IV grupa - $V_m = 0,8$ M; $H = 10$ km.

W każdej grupie wyróżnia się dwa podprogramy: kombinowany, zapewniający osiągnięcie określonej wartości V_m i H z minimalnymi stratami paliwa oraz foraowny /z dopalaniem/, w którym nabór określonej wysokości i prędkości odbywa się w minimalnym czasie.

Każdy program składa się z kompozycji standardowych odcinków, charakterystycznych dla danego typu myśliwca. Każdy z tych odcinków posiada określone wartości:

- początkowej i końcowej prędkości i wysokości;
- długość i czas trwania odcinka;
- rozchód paliwa.

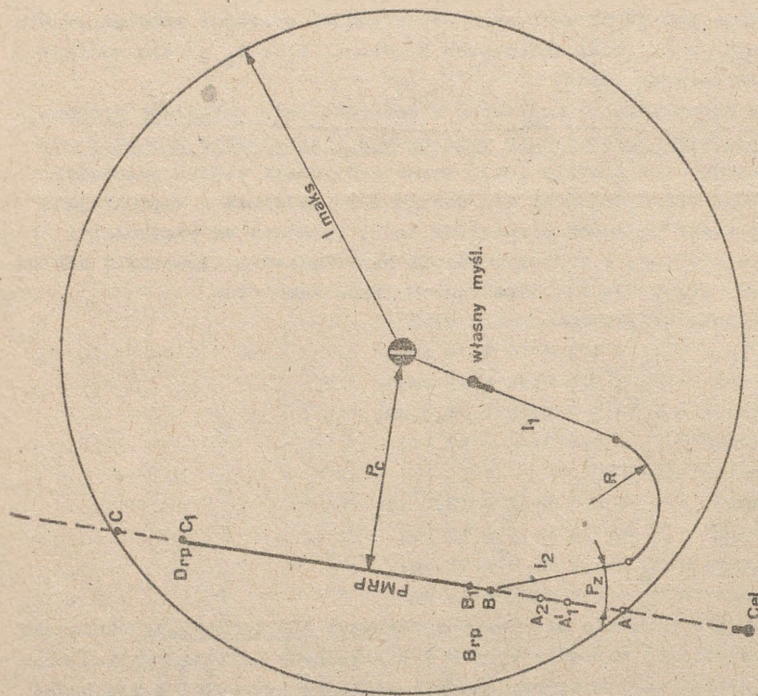
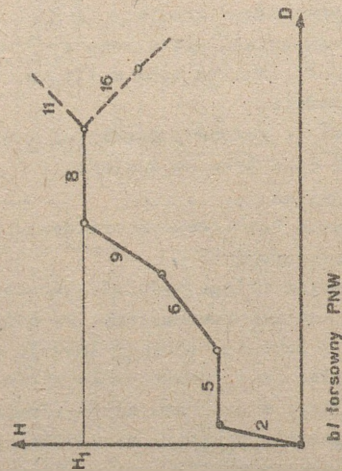
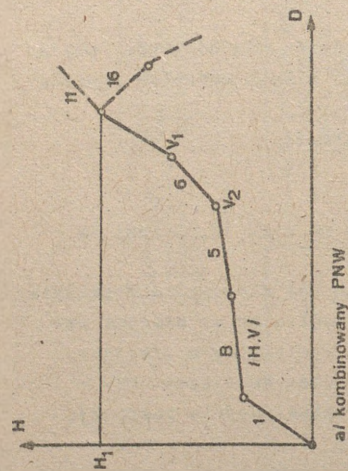
W podprogramie kombinowanym przedstawionym na rys. 10 odcinki te można opisać następująco:

"1" - myśliwiec osiąga wysokość ekonomiczną bez stosowania dopalania;

"B" - tzw. odcinek równoważący, na którym myśliwiec ze stałymi parametrami H i V pokonuje odcinek lotu do celu wynikający z przyjętej metody naprowadzania i równocześnie wyrównuje czas realizacji PNW z czasem wynikającym z programu naprowadzania w płaszczyźnie poziomej;

"5" - rozpędzenie myśliwca do prędkości V_2 ;

"6" - rozpędzenie myśliwca do prędkości V_1 z naborem wysokości;



Rys. 10 Elementy naprowadzania przyrządowego z wykorzystaniem aparatury WEKTOR
 a/, b/ przykłady programów naboru wysokości
 c/ przebieg określania przedziału możliwych rubieży przechwycenia /PMRP/

"9" - nabór wysokości do H_1 /zadanej dla I grupy PNW/;

"11" lub "16" - w zależności od sytuacji wykonanie "górkę" lub zniżanie na prędkość V_1 .

Należy zaznaczyć, że odcinki 5, 6, 9, 11 lub 16 osiągane są dzięki dopalaniu, którego włączenie odbywa się automatycznie na 20 s przed zakończeniem odcinka równoważącego.

Dla podprogramu forsowego wszystkie odcinki - łącznie ze startem i odcinkiem równoważącym osiągane są z dopalaniem, przeważnie w rzadkich warstwach atmosfery lub w stratosferze, co obniża manewrowe właściwości myśliwca. Jeżeli sytuacja nie zmusza, zaleca się w naprowadzaniu stosować podprogram kombinowany.

Szczegółowy opis poszczególnych odcinków PNW, typowych dla samolotów typu MiG-21 i MiG-23 zawiera literatura / [2] zał 15/.

Algorytm naprowadzania myśliwców w płaszczyźnie poziomej określa parametry komend zautomatyzowanego /przryzadkowego naprowadzania. Aparatura umożliwia naprowadzanie trzema metodami: manewru, przechwycenia i pościgu, przy czym wszelkie analizy i kalkulacje przeprowadzane są dla metody manewru, zaś pozostałe metody stosowane są po wykonaniu przez nawigatora określonych operacji z pulpitu PK-2.

Metoda **m a n e w e r u** polega na doprowadzeniu własnego myśliwca do rubieży przechwycenia z tylnej półsfery pod określonym kątem kursowym ataku $/P_z/$. Trasa lotu myśliwca składa się z trzech części:

- l_1 - odcinek prostoliniowy do punktu określającego początek manewru /zakrętu/;
- odcinek łuku o promieniu R ;
- l_2 - odcinek prostoliniowy zbliżenia się do celu i ataku.

Wadą tej metody jest duża wrażliwość na manewr kursem celu, co zmienia cały profil lotu myśliwca. Zaletą natomiast jest dogodne położenie myśliwca w stosunku do celu w końcowej fazie naprowadzania.

Metoda **p r z e c h w y c e n i a** polega na naprowadzaniu myśliwca bezpośrednio do rubieży przechwycenia. Jej zaletą jest doprowadzenie myśliwca do tej rubieży w najkrótszym czasie, natomiast wadą - niedogodne położenie myśliwca w stosunku do celu w momencie ataku. Metoda ta jest również wrażliwa na manewr kursem celu.

Metoda **p o ś c i g u** polega na ciągłym utrzymywaniu w procesie naprowadzania wektora kursu lotu myśliwca w kierunku na cel. Zaletą tej metody jest niewrażliwość na manewry celu, natomiast wadą - duże przeciążenie myśliwca, zwłaszcza przy większych prędkościach lotu.

Specyficznym rodzajem pracy aparatury naprowadzania jest "u s t a - l o n a r u b i e ż", odmiana metody manewru wykorzystywana przy działaniu na cele manewrujące kursem a także podczas niestabilnej pracy operatorów RLP śledzących cele. Rodzaj ten włącza się automatycznie przy określonych względnych wartościach prędkości lub kątów kursowych celu i myśliwca, lub też uruchamiany jest przez nawigatora za pomocą pulpitu PK-2. W tym przypadku EMC zapamiętuje ostatnie wartości następujących parametrów: współrzędnych położenia celu $/x_c, z_c/$; współrzędnych rubieży przechwycenia $/x_r, z_r/$; kąta ataku $/P_2/$; prostej ataku $/l_2/$; promienia zakrętu $/R/$. Następnie EMC wypracowuje kurs prostej ataku wg stycznej do łuku ostatniej wartości promienia zakrętu R , tzn. ostatniej zapamiętanej trasy manewru myśliwca. Formularz rubieży przechwycenia po wprowadzeniu tego rodzaju pracy zaczyna pulsować.

Po wejściu myśliwca w strefę możliwych ataków, nawigator wprowadza metodę naprowadzania "pościg" lub "przechwycenie".

Doprowadzanie myśliwca do lotniska lądowania odbywa się metodą "przechwycenie".

Algorytm wstępnych obliczeń nawigatorskich realizowany jest w dwóch etapach, tak zwanych zadaniach: nr 1 i nr 2, których uruchomienie inicjowane jest przez wykonanie odpowiednich operacji na pulpicie PK-2. W zadaniu nr 1 EMC określa przedział możliwych rubieży przechwycenia celu przy zadanym lotnisku startu i typie myśliwca. Dodatkowe informacje niezbędne do obliczeń uzyskiwane są z innych algorytmów - to jest program naboru wysokości oraz dane $/R, l_2$ i $P_2/$ z algorytmu samonaprowadzania. Powyższe dane służą do porównania parametru lotu celu $/P_c/$ w stosunku do lotniska startu z maksymalnym promieniem działania $/L_{maks}/$ myśliwca obliczonym z wzoru /11/:

$$L_{maks} = l_{PNW} + l_B + l_{SN} \quad /11/$$

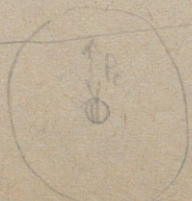
gdzie: l_{PNW} - odcinek niezbędny na realizację programu naboru wysokości;

l_B - odcinek równoważący;

l_{SN} - odcinek samonaprowadzania.

Jeżeli $P_c > l_{maks}$, to naprowadzanie jest niemożliwe ze względu na niewystarczającą ilość paliwa do wykonania tego zadania. W przeciwnym razie określona zostaje bliższa granica przedziału możliwych rubieży przechwycenia /punkt A na rys. 10 b/.

Punkt ten określany jest drogą kolejnych przybliżeń, analizując rozchód paliwa z uwzględnieniem powrotu na lotnisko lądowania. Jeżeli nie przekracza on 80 % stanu paliwa na pokładzie myśliwca, to punkt A zo-



staże uznany jako szukana bliższa granica. Jeżeli zaś jest większy, to algorytm dokonuje kolejnych obliczeń dla punktów $A_1 - A_{10}$ przesuniętych w kierunku lotu celu o odcinki ΔS .

Z chwilą pozytywnego wyniku próby następuje zbilansowanie czasów lotu celu i myśliwca do obliczonej rubieży t_c i t_m przy czym:

$$t_c = \frac{S}{v_c} ; \quad /12/$$

$$t_m = t_{PNW} + t_B + t_{SN} ; \quad /13/$$

gdzie: S - droga celu do rubieży przechwycenia;

v_c - prędkość lotu celu;

t_{PNW} - czas realizacji przez myśliwiec programu naboru wysokości;

t_B - czas pokonywania odcinka równoważącego;

t_{SN} - czas pokonywania etapu samonaprowadzania.

Jeżeli $t_c > t_m$, to następuje korekcja programu lotu myśliwca, aby wymienione czasy były sobie równe. W przypadku niespełnienia bilansu czasu następuje dalsze przesuwanie uprzednio określonej rubieży A w kierunku lotu celu do punktu B , w którym osiągnięty zostanie bilans czasu. Ostatecznie, metodą kolejnych prób określona zostaje bliższa granica przedziału możliwych rubieży przechwycenia, zbilansowana pod względem zużycia paliwa i możliwości czasowych. Algorytm wykonuje całą tę operację dwukrotnie: dla kombinowanego PNW i dla forsownego, otrzymując dwie takie granice. Do dalszych analiz przyjęta zostaje ta, która leży bliżej celu.

Analogiczną metodą algorytm określa dalszą granicę przedziału, rozpoczynając analizę od punktu C , w kierunku przeciwnym do lotu celu. W tym przypadku nie przeprowadza się bilansu czasu, tak więc punkt spełniający warunek bilansu paliwa uznany zostaje jako dalsza granica przedziału możliwych rubieży przechwycenia.

W następnej kolejności algorytm opracowania informacji i sterowania zobrażowaniem powoduje wyświetlanie wyliczonego przedziału na wskaźnikach ARM-II w postaci dwóch cyfr przyjętego numeru kanału naprowadzania rozmieszczonych na przedłużeniu linii kursu lotu celu. Obserwacja tego przedziału umożliwia dowódcy p/m OPK podjęcie decyzji o wykorzystaniu lotnictwa do zwalczania nalotu SNP.

Zadanie nr 2 pozwala określić czas, jaki pozostał do startu myśliwca, oraz jego kurs lotu z punktu wyjściowego naprowadzania /PWN/. Powyższe

wartości określane są w odniesieniu do rubieży przechwycenia przyjętej przez nawigatora /na podstawie obliczeń wykonywanych w zadaniu 1/. Jeśli nawigator w zadaniu 2 nie wprowadzi takiej rubieży, to EMC wybiera z przedziału możliwych rubieży taką, która zapewnia przechwycenie najdalej od lotniska.

W ramach zadania 2 algorytm przekazuje do aparatury PORI współrzędne startującego myśliwca celem ułatwienia jego wykrycia przez środki radiotechniczne.

3.3.2. Zobrazowanie informacji na wskaźnikach ARM FN LM

Wskaźniki zautomatyzowanych stanowisk pracy typu II oraz II-2M przystosowane są do pracy w reżimie obserwacji okrężnej. Wśród informacji zobrazowywanych na ich ekranach wyróżnić można następujące grupy:

- a/ informacje o stałych elementach ugrupowania bojowego;
- b/ informacje o bieżącej sytuacji powietrznej;
- c/ informacje z zakresu naprowadzania LM;
- d/ informacje pomocnicze.

Informacje o stałych elementach ugrupowania bojowego kształtowane w sposób elektroniczny, są to symbole oznaczające dyslokację czteremastu dywizjonów raketowych /litera X/ oraz pięciu lotnisk /litera T/. Ponadto na szkle ochronnym wskaźników nanosi się w sposób mechaniczny /dermatografem lub inaczej/ pozostałe informacje, jak np.:

- ponumerowane strefy krótkotrwałego wyczekiwania lub dyżurowania LM;
- osie korytarzy lotniczych;
- obwódnie stref ognia dr OPK z zaznaczeniem stref /pasów/ współdziałania WR z LM;
- granice państwa i wód terytorialnych, ważniejsze miasta oraz węzły komunikacyjne, porty, rzeki itp.;
- zakodowana siatka OPK.

Odwzorowanie sytuacji powietrznej polega na wyświetlaniu aktualnego położenia celów i własnych myśliwców w postaci odpowiednich formularzy FC i FWM posiadających postać analogiczną jak w przypadku ARM-I pracujących jako WOO /rys. 8 a/, z tym, że maszynowy numer myśliwca /N, N/ po dowiązaniu go do określonego kanału naprowadzania zamienia się na numer tego kanału /cyfry z zakresu 1-6/. Obydwa rodzaje formularzy z zasady mają postać skróconą - jednowierszową /FC - cztery znaki, FWM - dwa lub jeden znak/. Charakterystyki uzupełniające /drugi wiersz/ wywołuje się przez wykonanie odpowiednich operacji na pulpicie PK-2.

Informacje związane z naprowadzaniem samolotów oraz zadania bojowe

NrKN	PNW	K	t
------	-----	---	---

- NrKN - numer kanału naprowadzania /1-6/;
 PNW - numer odcinka realizowanego programu naboru wysokości /1-9/
 lub oznaczenie odcinka równoważącego /-/;
 K - oznaczenie: dopalanie / / lub rozpędzanie /C/;
 Ł - czas w minutach do zakończenia odcinka PNW lub procesu naprowadzania.

H	NrC	NrC	PNW	T	Nat	Nr lot	Ns
t _{st}	t _{st}	Q	Q	-	IND	IND	IND

- H - oznaczenie procesu naprowadzania /litera "O" na tej pozycji
 oznacza zmianę zadania/;
 NrC - nr celu /dwucyfrowy/;
 PNW - numer programu naboru wysokości;
 T - typ myśliwca;
 Nat - kierunek ataku;
 Nr lot. - numer lotniska startu;
 Ns - liczba myśliwców;
 t_{st} - czas startu;
 Q - kurs lotu z lotniska /w dziesiątkach stopni/;
 IND - indeks pilota.

Rys. 11. Formularze wyświetlane na wskaźnikach ARM-II
 a/ formularz rubieży przechwycenia
 b/ tabela zadań bojowych

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

Oznaczenia tablicy naprowadzania

- 1 - rodzaj realizowanego zadania lub przyczyna niemożności realizacji przechwycenia;
- 2 - określenie FNW;
- 3,4 - czas realizacji /w minutach/:
 - do uruchomienia silnika /w ZN nr 1/;
 - do startu myśliwca /w ZN nr 2/;
- 5,6,7 - kurs lotu myśliwca /w stopniach/;
- 8,9,10 - prędkość lotu myśliwca /w dziesiątkach km/godz./;
- 11,12 - ilość paliwa /w setkach kg/ na pokładzie myśliwca;
- 13,14 - wysokość jaką powinien mieć myśliwiec na końcowym odcinku naprowadzania;
- 15,16 - odległość do rubieży przechwycenia /przy ZN nr 2/, do celu lub do lotniska lądowania. /Jeżeli odległość przekracza 100 km, to wyświetla się symbol "1-"/.

Oznaczenia tablicy parametrów:

- 1 i 15 - znak "-";
- 2 - umowny symbol typu myśliwca;
- 3 - metoda naprowadzania;
- 4 - oznaczenie typu transmisji danych /LAZUR lub LAZUR-M/;
- 5,6 - maksymalny kąt przechwycenia /w dziesiątkach stopni/;
- 7,8 - żądany kąt przechwycenia /w dziesiątkach stopni/;
- 9,10 - długość prostoliniowego odcinka ataku /w km/;
- 11,12 - promień zakrętu /w km/;
- 13,14 - długość odcinka lotu poziomego /równoważącego/ - w dziesiątkach km;
- 16 - numer lotniska lądowania.

Rys. 11 c/ Formularz tabeli naprowadzania

z nadrzędnego SD mają następujące postacie:

- formularz rubieży przechwycenia,
- trasa myśliwca do rubieży przechwycenia,
- tabela zadań bojowych,
- tabela naprowadzania,
- tabela parametrów.

Formularz rubieży przechwycenia wyświetlany jest po starcie myśliwca na przechwycenie, lecz przed wprowadzeniem go do kanału naprowadzania. Przykład tego formularza przedstawia rys. 11 a.

Trasa myśliwca do obliczonej rubieży przechwycenia zobrazowywana jest w postaci pięciu jednakowych cyfr odpowiadających numerowi kanału naprowadzania. Pierwsza z nich znajduje się w miejscu położenia myśliwca, druga - w punkcie początku zakrętu, trzecia - po środku odcinka zakrętu, czwarta - w punkcie wyjścia z zakrętu i piąta, w miejscu położenia rubieży przechwycenia. Algorytm umożliwia jednocześnie wyświetlenie tylko dwóch takich tras.

Tabela zadań bojowych wyświetla się w przypadku otrzymania przez PN LM takiego zadania z nadrzędnego, zautomatyzowanego SD. Tabela ta ma sześć wierszy po osiem znaków w każdym, przy czym każdego kolejnego celu dotyrują dwa kolejne wiersze wiersze dotyrują ten sam ~~samego celu~~ - z oznaczeniem poszczególnych miejsc - jak na rys. 11 b.

Tabela naprowadzania wyświetlana jest w dolnej części ekranu w postaci czterech grup czteroznakowych /dla zadania nawigatorskiego nr 1 - trzech grup/, w oddzielnych wierszach dla każdego kanału naprowadzania. Informacje zawarte w tablicy uzależnione są od typu rozwiązywanego zadania. Przykład tabeli naprowadzania przedstawiono na rys. 11 c.

Tabela parametrów wyświetlana jest na żądanie /określona operacja na pulpicie PK-2/ w celu sprecyzowania parametrów naprowadzania. Ukazuje się ona w wierszu odpowiedniego kanału naprowadzania.

Prócz wymienionych wyżej zasadniczych rodzajów informacji, ekran wskaźnika zawiera informacje dodatkowe, jak na przykład: promienie szyć mutalne co 15° oraz osiem kręgów odległości - wygrawerowane przez producenta.

Zakończenie

W skrypcie zawarto w skróconej formie niezbędny zasób wiedzy, umożliwiającej słuchaczom ASG WP przyswojenie wiadomości o aparaturze zestawu WEKTOR-2WE. Kolejnym krokiem w poznawaniu tej aparatury, niezbędnym dla opanowania umiejętności wykorzystania jej w działaniach bojowych jest kontakt ze sprzętem i ćwiczenie określonych czynności manualnych w zakresie zależnym od pełnionej funkcji.

Wykaz skrótów używanych w tekście

ARM	- zautomatyzowane stanowisko pracy /z ros./;
BR OPK	- brygada raketowa obrony powietrznej kraju;
BRt	- brygada radiotechniczna;
brt OPK	- batalion radiotechniczny OPK;
dr OPK	- dywizjon raketowy OPK;
EMC	- elektroniczna maszyna cyfrowa;
FC	- formularz celu;
FCWI	- formularz celu w drugim etapie opracowania informacji radiolokacyjnej;
FD	- formularz dywizjonowy;
FKZ	- symbol kontroli zwrotnej;
FWI	- formularz wtórnej informacji;
FWM	- formularz własnego myśliwca przechwytyjącego;
GPN	- główny punkt naprowadzania;
KBU, KBU-P	- kabiny dowodzenia /WEKTOR, PORI/;
KOPK	- korpus obrony powietrznej kraju;
KS, KS-P	- kabiny łączności /WEKTOR, PORI/;
KWK, KWK-P	- kabiny zestawu obliczeniowego /WEKTOR, PORI/;
MTK	- znacznik teleołówka;
OKS	- łączność dowodzenia;
plm OPK	- pułk lotnictwa myśliwskiego OPK;
FMRP	- przedział możliwych rubieży przechwycenia;
PISD	- połączone stanowisko dowodzenia;
PN LM	- punkt naprowadzania lotnictwa myśliwskiego;
PNW	- program naboru wysokości;
PRM, PRM-P	- kabina ruchomego warsztatu /WEKTOR, PORI/;
RC	- rozdział celów;
RK	- kabina rozdzielni energetycznej;
RLP	- posterunek radiolokacyjny;
RPT	- radiolokacyjny podsystem taktyczny;
SD	- stanowisko dowodzenia;
SNR	- stacja naprowadzania rakiet;
SS	- łączność służbowa;
TKI	- łączność transmisji danych;
WC	- wskazywanie celów;
WOO	- wskaźnik obserwacji okrężnej;
WPS	- wskaźnik panoramiczno-syntetyczny;
WRC	- wskaźnik rozdziału celów.

Wykaz literatury:

1. "Informator sprzętu radiolokacji i automatyzacji", cz. I; wyd. DW OPK, Warszawa - 1984, sygn. OPK 945/83;
2. "Instrukcja po organizacji bojowej raboty na FN IA sownieszczennym s KP zrbr osnaszczonnym ASU "WEKTOR-2WE", wyd. ZSRR;
3. "Instrukcja wojsk raketowych - kierowanie pracą bojową brygady raketowej /pułku/ z SD wyposażonego w zestaw "WEKTOR-2WE", wyd. DW OPK, Warszawa - 1981, sygn. OPK 842/80;
4. K. PIĄTKOWSKI "Zautomatyzowane systemy dowodzenia wojsk OPK", wyd. ASG WP, Warszawa - 1979, sygn. ASG 3461/79;
5. "Rukowodstwo radiotiechniczskim wojskam protiwozdusznoj obrony strany - bojewaja rabota na obiekcie 5D91", wyd. ZSRR;
6. S. WIECZOREK "Srodki automatyzacji dowodzenia wojsk obrony powietrznej kraju - charakterystyka taktyczno-techniczna aparatury WOZDUCH-1M", skrypt ASG WP, Warszawa - 1985, sygn. ASG WP wewn. 3916/85;
7. "Wykorzystanie bojowe zautomatyzowanych systemów dowodzenia w związku operacyjno-taktycznym wojsk OPK", wyd. DW OPK, Warszawa - 1983, sygn. OPK 897/82.

Wydrukowano w 20 egz.

Egz. nr 1-20 Bibl.Nauk.DZS

Wyk. ppik Wieczorek

Druk. A.Wl.

Druk. ASG WP nr Pf 148/Pf 787/WW

Ker. R.C, I.P.

№ 2192 84
Maja

