



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



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP  
im. generała broni Karola Świerczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA  
KATEDRA WOJSK OPK

JAWNE

~~SECRET~~

~~SECRET~~

Egz. nr 1

Pplk mgr inż. Ryszard PARADOWSKI

PRZECIWLOTNICZE  
ZESTAWY RAKIETOWE  
TYPU S-75M I SA-75M  
skrypt



~~SECRET~~  
Kiewid

44 179

WARSZAWA

SIERPIEŃ

1975



Colour Chart #13



**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP**  
**im. generała broni Karola Świerczewskiego**

---

**ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA**  
**KATEDRA WOJSK OPK**

**JAWNE**

~~XXXXXXXXXX~~  
~~XXXXXXXXXX~~

~~XXXXXXXXXX~~

Egz. nr 1

**Pptk mgr inż. Ryszard PARADOWSKI**

**PRZECIWLOTNICZE**  
**ZESTAWY RAKIETOWE**  
**TYPU S-75M I SA-75M**  
**skrypt**



~~XXXXXXXXXX~~  
~~XXXXXXXXXX~~  
Egz. nr

**44179**

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP  
im. gen. broni K. Świerczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA  
KATEDRA WOJSK OPK

JAWNE

PODSZTAWA  
Ustawa z dnia 22 stycznia 1988 roku  
art. 86 ust. 2  
(Dz.U. RP Nr 11 poz. 95)  
.....  
podpis

"ZATWIERDZAM"  
SZEF KATEDRY OPK

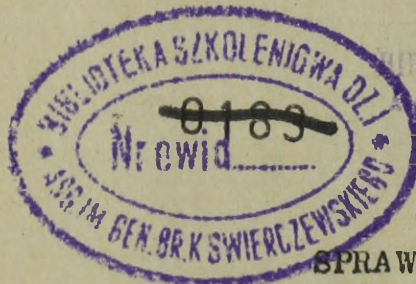
Egz.Nr... 1

płk doc. dr Jan UCHAŃSKI  
29.8.1975 r.

PRZEKLASYFIKOWANO  
Protokół Nr 12657

ppłk mgr inż. Ryszard PARADOWSKI

PRZECIWLOTNICZE ZESTAWY RAKIETOWE  
TYPU S-75M I SA-75M  
/ SKRYPT /



BIBLIOTEKA NAUKOWA ASG WP  
Biuro i Główny Zbiór Specjalnych

Nr ewid.

44179

SPRAWDZIŁ  
KIEROWNIK ZESPOŁU  
TAKTYKI WR I ART OPK

płk dr Tadeusz KROPIOWSKI

WARSZAWA

SIERPIEŃ

1975 r.

## SPIS TREŚCI

	<u>Str.</u>
WSTĘP .....	5
1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ZESTAWU S-75 M /SA-75 M/ .....	6
1.1. Przeznaczenie zestawu .....	6
1.2. Skład zestawu .....	6
1.3. Podstawowe dane taktyczno-techniczne ....	8
1.4. Zasada pracy zestawu .....	11
1.5. Właściwości ogniowe zestawu .....	16
2. PODSTAWOWE WIADOMOŚCI O STACJI NAPROWADZA- NIA RAKIET /SNR/ .....	17
2.1. Przeznaczenie i skład SNR .....	17
2.2. Rozmieszczenie aparatury w kabinach SNR..	18
2.3. Układ antenowy .....	22
2.4. Urządzenia nadawcze .....	27
2.5. Urządzenia odbiorcze .....	30
2.6. Układ określania współrzędnych /UOW/ ....	34
2.7. Układ wypracowania komend /UWK/ .....	40
2.8. Radionadajnik komend /RNK/ .....	42
2.9. Układ synchronizacji .....	47
2.10. Układ sterowania położeniem anten i wy- rzutni .....	48
2.11. Urządzenia wskaźnikowe .....	50
2.12. Automatyczny przyrząd startu /APS-75 M/ .	53
2.13. Układ selekcji celu ruchomego /SCR/ .....	57
2.14. Aparatura sterowania i kontroli SNR .....	59
2.15. Aparatura imitacyjna i treningowa SNR ...	60

## W S T Ę P

Niniejszy skrypt jest przeznaczony dla słuchaczy Akademii Sztabu Generalnego kursów: Obrony Powietrznej Kraju, Lotnictwa Operacyjnego i Zabezpieczenia Wojsk Lotniczych i OPK. Szczególne znaczenie będzie miał skrypt dla słuchaczy kursów zaocznych, bowiem nie wszyscy oni mają ułatwiony dostęp do literatury specjalistycznej z techniki raketowej OPK, niezbędnej do pracy samodzielnej.

W skrypcie są podane podstawowe zagadnienia dotyczące ogólnej charakterystyki, budowy i wykorzystania głównie przeciwlotniczego zestawu raketowego typu S-75 M "WOLCHOW", który pod względem składu sprzętu, ogólnej budowy i zasady działania jest bardzo podobny do przeciwlotniczego zestawu raketowego typu SA-75 M "DWINA". Te wspólne cechy pozwalają przedstawić jeden zestaw na tle drugiego. Dlatego też wiadomości odnoszące się do zestawu SA-75 M występują w skrypcie w postaci odnośników i porównań tabelarycznych, tj. w formie niezbędnej dla wykazania zasadniczych różnic w stosunku do zestawu S-75 M.

Celem głębszego studiowania problematyki zawartej w tym skrypcie odsyła się zainteresowanych do bardziej szczegółowych instrukcji, których wykaz znajduje się na ostatniej stronie.

Tabela nr 1

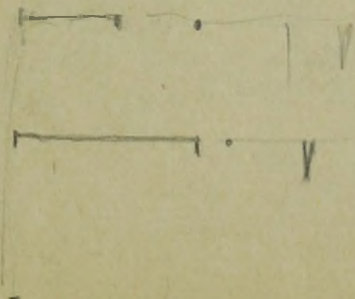
Lp.	Wyszczególnienie	S-75 M		SA-75 M	
		Typ	Ilość	Typ	Ilość
	<u>W baterii radiotechnicznej</u>				
1	Stacja naprowadzania rakiet /SNR/ obejmująca:	SNR-75W	1	SNR-75M	1
	- kabina dowódcza	UW	1	UA	1
	- kabina układów wyliczających	AW	1	AA	1
	- kabina nadawczo-odbiorcza	PW	1	PAA	1
2	Elektrownie polowe	ESD-100	3	ESD-75	3
3	Kabina rozdzielcza	RW	1	RMA	1
4	Przyczepa żCzZ i podręczny warsztat	PRM	1	PRM	1
5	Radiolokacyjna stacja wstępnego poszukiwania /RSWP/x/	P-12 M	1	P-12 M	1
	<u>W baterii startowej</u>				
6	Przeciwlotnicze rakiety kierowane /PRK/	W-755	12	W-750 W	12
	- jedna jednostka ognia	/W-755 SU/		/W-750WM/	
7	Wyrzutnie rakietowe	SM-90	6	SM-63	6
8	Samochody transportowo-załadowcze /STZ/	FR-11 B	6	PR-11 A	7

x/ W zasadzie RSWP nie wchodzi w skład zestawu rakietowego, jednak ściśle współpracuje z SNR jako etatowe źródło informacji o sytuacji powietrznej. Ze względu na oporność kabli łączących RSWP i SNR z naziemnym radiolokacyjnym urządzeniem zapytującym /NRUZ/, RSWP jest rozmieszczona od SNR w odległości 300 m.

1	2	3	4
11	Rozróżnialność SNR:		
	- w azymucie $\beta$	2°	3,5°
	- w odległości D, proporcjonalnie do zakresu pracy stacji	75 i 150 m	75 i 150 m
12	Czas przejścia zestawu z położenia marszowego w bojowe:		
	- na stanowisku z rozbudową inżynierską	3 h 15'	3 h
	- na stanowisku polowym	2 h 30'	2 h 15'
13	Czas przejścia zestawu z położenia bojowego w marszowe:		
	- na stanowisku z rozbudową inżynierską	2 h 30'	2 h 15'
	- na stanowisku polowym	1 h 45'	1 h 30'

UWAGI:

1. Odległość wykrywania obiektu powietrznego zależy m.in. od jego skutecznej powierzchni odbicia i mocy stacji radiolokacyjnej, w związku z czym odległość wykrycia samolotu myśliwskiego będzie mniejsza niż bombowego. Zestaw S-75 M może promieniować energię elektromagnetyczną dwoma sposobami: antenami szerokiej wiązki - wówczas odległość wykrycia samolotu bombowego /Il-28/ wynosi do 120 km oraz antenami wąskiej wiązki, przy których wykrycie tego typu samolotu jest możliwe na odległości do 150 km. Zestaw SA-75 M ma tylko anteny szerokiej wiązki.
2. Aktywne działanie radiozapalnika /RZ/ polega na tym, że wybuch ładunku bojowego rakiety następuje od /działającego/ radiozapalnika. Podane w tabeli nr 2 wysokości 300 /500/ m wykluczają jego zadziałanie /wybuch ładunku/ wskutek odbić energii elektromagnetycznej od ziemi lub wody. Dla rakiet W-755 SU wysokość ta wynosi 100 m. Strzelanie do celów leżących poniżej tych wysokości jest możliwe bez użycia RZ. Wówczas inicjowanie ładunku bojowego przeprowadza się za pomocą komendy K3 wysyłanej z SNR, t.zw. rodzaj "FRACA wg K3".



7. Czasy przejścia zestawu raketowego z położenia bojowego w marszowe i odwrotnie obejmują zwijanie /rozwijanie/ sprzętu, a także przeprowadzenie sprawdzeń autonomicznych i kontroli funkcjonowania SNR. Dla stanowisk z rozbudową inżynierską czasy te są dłuższe niż dla polowych. Wiąże się to z koniecznością układania kabli energetycznych w specjalnych kanałach. W zestawie S-75 M jest o dwie anteny więcej niż w SA-75 M, w związku z czym czas zwijania i rozwijania jest o 15 min. dłuższy.

4000 m/s 35  
15  
42

#### 1.4. Zasada pracy zestawu

Zasada pracy przeciwlotniczego zestawu raketowego typu S-75 M "WOŁCHOW" oparta jest na wykorzystaniu dowódczego /komendowego/ systemu kierowania raketami w procesie naprowadzania ich na cel<sup>x/</sup>. System dowódcy umożliwia zastosowanie następujących dwóch metod naprowadzania:

1. Połowicznego wyprzedzenia /PW/.
2. Trzech punktów /TP/.

Zasada pracy zestawu raketowego ilustruje rys. 1.

Z chwilą włączenia zasilania na zestaw w SNR rozpoczyna pracę synchronizator. Wytwarza on, z określoną częstotliwością, impulsy uruchamiające poszczególne urządzenia stacji. Jednym z tych impulsów zostają uruchomione urządzenia nadawcze generujące impulsy wielkiej częstotliwości /WCz/ i

x/ Zasada pracy przeciwlotniczego zestawu raketowego typu SA-75 M "DWINA" jest analogiczna.

dużej mocy /sondujące/, które za pomocą anten są wypromieniowane w przestrzeń o obszarze określonym charakterystyką antenową. Gdy w obszarze charakterystyki znajdzie się obiekt powietrzny /cel/ to część energii zostanie od niego odbita i odebrana przez te same anteny. Częstotliwość powtarzania i długość impulsów jest tak dobrana by impuls wcześniej wygenerowany przez stację mógł dotrzeć i powrócić z odległości ustalonej zakresem pracy stacji przed wygenerowaniem następnego.

Odbita energia /echo/ torem falowodowym zostaje doprowadzona do urządzeń odbiorczych, gdzie poddawana jest selekcji /wydzielenie własnych sygnałów/, wstępnemu wzmocnieniu i przekształceniu do pośredniej częstotliwości /PCz/. Następnie już w postaci PCz energia ta zostaje przesłana do kabiny UW /AW/ na główne wzmacniacze sygnałów celu, w których oprócz wzmocnienia zostają wydzielone sygnały wizyjne /detekcja/. Sygnały wizyjne są doprowadzane do układu określania współrzędnych celu oraz na wskaźniki, gdzie w postaci plamki świetlnej zostaje zobrazowany znacznik celu. W ten sposób zostaje zakończony etap poszukiwania celu i rozpoczyna się etap naprowadzania układu antenowego na cel. Oficer naprowadzania obserwując na wskaźniku znacznik celu, steruje za pomocą pokręteł napędami anten, wyrzutni i poziomym znacznikiem odległości i doprowadza do zgrania znacznika celu z punktem przecięcia się znacznika pionowego i poziomego. Znacznik pionowy obrazuje dwusieczną sektora obser-

Po wejściu celu w strefę startu oficer na - prowadzenia przeprowadza start rakiety, która w ciągu 3-4 s. leci w zadanym kierunku nie sterowana z ziemi. Synchronizator SNR wypracowuje sygnały zapytujące  $r_0$  RNK, które przez radionadajnik komend i antenę RNK są wysyłane do aparatury pokładowej rakiety. Na każdy sygnał zapytujący nadajnik rakiety wysyła do SNR sygnał odzewowy. Sygnały te odebrane przez anteny są doprowadzane do urządzeń odbiorczych, gdzie podlegają takiej samej obróbce jak sygnały od celu, a więc wstępne wzmocnienie, selekcja i przekształcenie do pośredniej częstotliwości. Następnie zostają przekazane do głównych wzmacniaczy sygnałów rakiety umieszczonych w kabine AW /AA/ i po detekcji są podane na wskaźniki i do układów określania współrzędnych /UOW/. Na podstawie sygnałów odbitych od celu w UOW są określone współrzędne celu  $\epsilon_c \beta_c \gamma_c$ , a na podstawie sygnałów odzewowych rakiety - współrzędne rakiety  $\epsilon_r \beta_r \gamma_r$ . Wielkości te są przekazywane do układu wypracowania komend /UWK/, gdzie proporcjonalnie do różnicy między odpowiednimi wartościami bieżących współrzędnych celu i rakiety ( $\Delta r, \Delta \epsilon, \Delta \beta$ ) są wypracowywane komendy sterowania rakieta K1 i K2. Komendy K1 i K2 są przesyłane w postaci napięcia stałego wolno zmieniającego się do radionadajnika komend /RNK/. W RNK są one zaszyfrowane/zamienione w trójki impulsów kodowych/i przez antenę RNK wypromieniowane w kierunku rakiety. W odpowiednim momencie /zależnie od metody naprowadzania/na pokład

strefy ognia, które wynosi  $0,6 \div 0,72$ ;

- ostrzeliwanie jednego celu powietrznego serią dwóch lub trzech rakiet, z minimalnymi odstępami pomiędzy startami co 6 s., wówczas prawdopodobieństwo zniszczenia celu wzrasta i wynosi  $0,84 \div 0,94$ ;
- niszczenie celów manewrujących, stosujących różnego rodzaju zakłócenia radioelektroniczne lub lecące pod przykryciem tych zakłóceń.

Prawdopodobieństwo trafienia celu zakłócającego jest niższe i zależy od rodzaju i intensywności stosowanych zakłóceń:

- prowadzenie ognia do celu grupowego;
- zdolność do walki ze ŚNP w każdych warunkach atmosferycznych i różnych porach roku i doby;
- wykrywanie i śledzenie obiektów powietrznych o powierzchni skutecznej odbicia od  $\sigma = 0,5 \text{ m}^2$ ;
- zdolność rozróżniania celów powietrznych „swój - obcy”.

W razie potrzeby można doprowadzić sprzęt zestawu raketowego z położenia bojowego do marszowego i dokonać manewru z jednego stanowiska startowego /SS/ na drugie.

## 2. PODSTAWOWE WIADOMOŚCI O STACJI NAPROWADZANIA RAKIET /SNR/

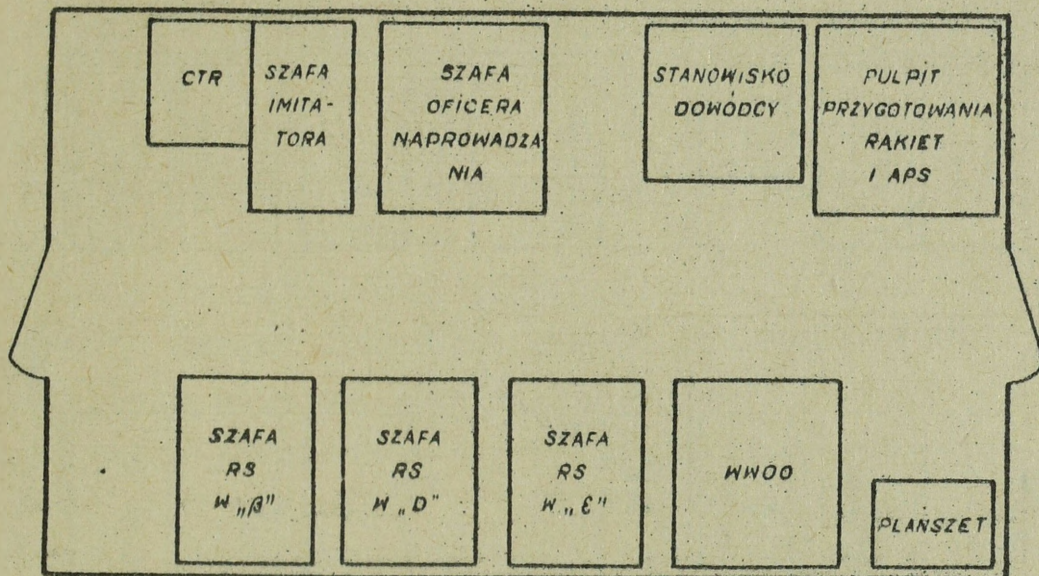
### 2.1. Przeznaczenie i skład SNR

Stacja naprowadzania rakiet przeznaczona jest do wykrywania celów powietrznych samodzielnie i przy współpracy z radiolokacyjną stacją wstępne-

nych na dachu kabiny. Zasadniczymi urządzeniami rozmieszczonymi w kabinie /rys. 2/ są: nadajniki; wysokoczęstotliwościowa część odbiorników; szafa sterowania i kontroli; elementy wykonawcze układu kierowania antenami, środki łączności i inne. Kabina PW może mieć dwa położenia:

- bojowe, kiedy anteny są zamontowane na dachu, a cała kabina jest ustawiona na łapach, wypoziomowana oraz połączona elektrycznie z pozostałymi kabinami SNR. Ciężar kabiny w tym położeniu wynosi około 15 ton;
- marszowe - anteny są zdjęte i ułożone na trzech specjalnie do tego przeznaczonych przyczepach, kabina jest ustawiona na kołach i przygotowana do marszu. Ciężar kabiny w położeniu marszowym wynosi około 12 ton.

Kabina kierowania UW - zwana też dowódczą jest centralnym węzłem SNR. Z niej odbywa się sterowanie i kontrola pracy wszystkich elementów zestawu. Kabina ta spełnia równocześnie funkcję stanowiska dowodzenia dywizjonu. W kabinie znajduje się pięć szaf, z których trzy to szafy ręcznego śledzenia /w kącie położenia, odległości i azymucie/, szafa naprowadzania oraz szafa aparatury, imitacyjnej i treningowej. W szafach tych i poza nimi rozmieszczona jest następująca aparatura /rys. 3/: układ napięć odniesienia - synchronizator; urządzenia wskaźnikowe; układ kierowania położeniem anten i wyrzutni; główne wzmacniacze pośredniej częstotliwości /PCz/ celu w  $\mathcal{E}$  i  $\beta$ , pul-



Rys. 3. Rozmieszczenie aparatury w kabinie UW /UA/

W kabinie z urządzeniami wyliczającymi AW /AA/ - w postaci szaf i bloków rozmieszczona jest następująca aparatura SNR /rys. 4/:

- układ określania współrzędnych /UOW/ celu i rakiet - 4 szafy;
- układ wypracowania komend /UWK/ - 3 szafy;
- radionadajnik komend /RNK/ - 4 szafy;
- układ selekcji celu ruchomego /SCR/ - 4 szafy<sup>x/</sup>.

Konstrukcyjnie każda szafa stanowi zespół bloków z aparaturą spełniającą konkretną funkcję. Np. szafa UOW celu, UWK rakiety lub blok określania współrzędnej w kącie azymutu itp.

x/ W zestawie SA-75 M układu SCR nie ma.

kiej wiązki, pracujące w oddzielnych płaszczyznach obserwacji  $\mathcal{E}$  i  $\beta$  ; dwie anteny paraboliczne  $\mathcal{E}$  i  $\beta$  wąskiej wiązki<sup>x/</sup> oraz antena paraboliczna radionadajnika komend /BNK/. Charakterystyki anten szerokiej wiązki mają kształt listkowy o wymiarach  $1^\circ \times 7^\circ$ <sup>xx/</sup>. Anteny wąskiej wiązki kształtują charakterystyki szpilkowe o wymiarze  $1,7^\circ$ . Charakterystyka anteny BNK ma kształt cygara o kącie rozwarcia /w zależności od stacji/  $10^\circ \div 14,5^\circ$ .

Anteny tubowe zbudowane są z takich elementów, jak: soczewka metalowo-powietrzna, dzięki której uzyskuje się płaską charakterystykę; tuba spełniająca rolę napromiennika; reflektor; ślimak zamieniający kołowy ruch napromiennika na ruch posuwisto-zwrotny wiązki oraz napromiennik pierwotny wzbudzający antenę. W skład anteny parabolicznej wchodzi reflektor i głowica szybkiego poszukiwania opromieniowująca reflektor. W płaszczyźnie azymutu /  $\beta$  / anteny obracają się wraz z kabiną dookreźnie, natomiast w płaszczyźnie pionowej /  $\mathcal{E}$  / tylko anteny w zakresie od  $0^\circ \div 90^\circ$  lub w sektorze  $8^\circ$ . Niezależnie od ruchu anten charakterystyki  $\mathcal{E}$  i  $\beta$  wahają się z częstotliwością około 15 Hz tworząc tzw. sektor szybkiego poszukiwania, którego wymiary dla szerokiej wiązki wynoszą  $20^\circ \times 20^\circ$ , a dla wąskiej wiązki  $7,5^\circ \times 7,5^\circ$  /patrz rys.5/. Takie rozwiązanie poszerza sektor obserwacji SNR przy wąs -

---

x/ W zestawie SA-75 M nie ma anten wąskiej wiązki, natomiast na antenie szerokiej wiązki w  $\beta$  jest zamontowane stanowisko dla dwóch operatorów optycznego kanału śledzenia celów.

xx/ W SA-75 M  $2 \times 10^\circ$ .

kich charakterystykach, ułatwia wstrzelenie rakie-  
ty w ten sektor oraz umożliwia dokładne określanie  
współrzędnych kątowych celu i rakiety. Charaktery-  
styka anteny RNK jest nieruchoma i jest skierowana  
na środek sektora szybkiego poszukiwania. W ante-  
nach szerokiej wiązki wahanie charakterystyk reali-  
zowane jest w następujący sposób: silnik elektrycz-  
ny obraca z prędkością 900 obr/min. napromiennik pier-  
wotny, który kieruje energię elektromagnetyczną na  
powierzchnię ślimaka. Ukształtowanie ślimaka powo-  
duje, że energia odbita od jego powierzchni w każ-  
dym momencie pada na inny punkt metalowego zwier-  
ciadła. Po odbiciu się od niego i przejściu przez  
soczewkę metalowo-powietrzną energia zostaje do-  
prowadzona do tuby wyjściowej, która opromieniowu-  
je reflektor. Na czas martwego ruchu wiązki, to  
znaczy kiedy pierwotny napromiennik znajduje się  
naprzeciw zamkniętego łuku czola ślimaka  $/80^{\circ}/$  na-  
dajnik jest "zatykany" i energia elektromagnetycz-  
na nie jest generowana. Po obwodzie  $280^{\circ}$  od czola  
ślimaka rozmieszczonych jest pięć dajników induk-  
cyjnych, wytwarzają one impulsy początku i końca  
wygaszania podstaw czasu na wskaźnikach; zatkanie  
nadajnika, środkowy dajnik powoduje wyświetlenie  
znacznika pionowego na wskaźnikach, który odpowia-  
da dwusiecznej sektora szybkiego poszukiwania.  
Realizacja procesu wahanía charakterystyk anten  
parabolicznych odbywa się w ten sposób, że energia  
elektromagnetyczna jest doprowadzana falowodem  
zasilającym do bloku 75 szt. napromienników tubo-

szybkiego poszukiwania. Jest to podstawowy rodzaj pracy.

#### 2.4. Urządzenia nadawcze

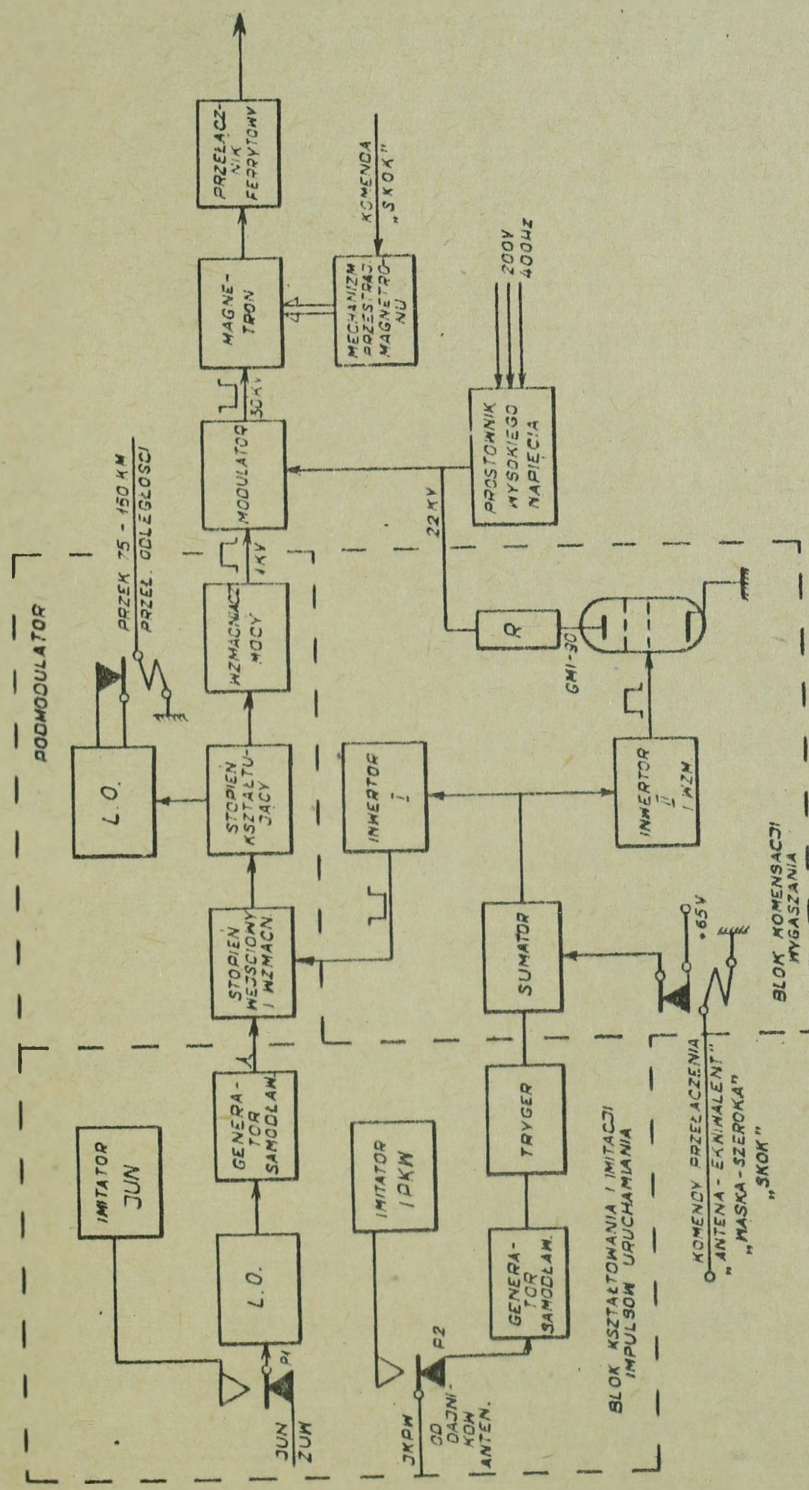
Nadajniki przeznaczone są do generowania impulsów wielkiej częstotliwości /WCz/ i dużej mocy. Ważniejsze dane techniczne nadajników przedstawiono w tabeli nr 3.

Tabela nr 3

Lp.	Wyszczególnienie	S-75 M		SA-75 M	
		zakres /km/		zakres /km/	
		75	150	60	120
1	Czas trwania /długość/ impulsu	0,4 $\mu$ s	0,8 $\mu$ s	0,4 $\mu$ s	0,8 $\mu$ s
2	Częstotliwość powtarzania impulsów	1840 Hz	920 Hz	2500 Hz	1250 Hz
3	Moc nadajnika w impulsie	1 MW		600 KW	

W kabynie PW /FAA/ rozmieszczone są dwa identyczne i niezależne nadajniki - jeden dla płaszczyzny  $\mathcal{E}$ , drugi dla  $\beta$ . Różnica częstotliwości pracy obu nadajników wynosi 60 MHz, co zwiększa odporność stacji na zakłócenia i eliminuje wzajemny wpływ na ich pracę.

Każdy nadajnik składa się z takich zespołów, jak: podmodulator, modulator, generator /magnetron magnetyczny/, mechanizm przestrajania częstotliwości magnetronu, prostownik wysokiego napięcia, układ kompensacji i wygaszania oraz blok zasilania i wentylatory.



Rys. 6. Uproszczony schemat blokowy nadajnika

automatycznego podstrajania częstotliwości magne -  
tronu /APCzM/ oraz przełącznik nadawania - odbiór  
/N-O/.

Działanie odbiornika jest następujące /rys.7/.  
Impulsy WCz odbite od celu oraz impulsy odzewowe  
od rakiet są odbierane przez anteny i torem falo -  
wodowym poprzez przełącznik N-O są doprowadzane do  
urządzenia wejściowego. W urządzeniu wejściowym na  
preselektorach następuje odfiltrowanie sygnałów  
własnej stacji /inne obce sygnały nie są przepu -  
szczone/ i rozdzielenie częstotliwościowe impulsów  
od celu i od rakiet. Po wyjściu z preselektorów,  
sygnały celu i rakiety przesyłane są już odrębnymi  
kanałami do mieszaczy krystalicznych, do których  
są doprowadzane także sygnały z odpowiednich hete -  
rodyn zbudowanych na klistronach. W wyniku wymie -  
szania się impulsów WCz od celu i odzewowych od  
rakiet z odpowiednimi sygnałami od heterodyn, na  
wyjściu mieszaczy zostają wydzielone sygnały o czę -  
stotliwości pośredniej /PCz/. Następnie są one  
wzmacniane do odpowiedniego poziomu we wstępnych  
wzmacniaczach pośredniej częstotliwości /WWPCz/  
i kablami koncentrycznymi przesyłane na główne  
wzmacniacze celu do kabiny UW /UA/, a rakiety do  
kabiny AW /AA/. Głównych wzmacniaczy celu jest dwa  
- oddzielnie dla każdej płaszczyzny obserwacji, na -  
tomiaś głównych wzmacniaczy sygnałów rakiety jest  
trzy - oddzielnie dla każdego kanału kierowania.  
Každy wzmacniacz raketowy zbudowany jest z dwóch  
jednakowych układów, z których jeden przeznaczony

jest dla płaszczyzny azymutu a drugi dla płaszczyzny kąta położenia. W głównych wzmacniaczach po wzmocnieniu sygnałów PCz zostają wydzielone sygnały wizyjne /detekcja/, które są przekazywane do układów określania współrzędnych /UOW/ oraz na wskaźniki, gdzie zarówno cel, jak i rakietę zostają zobrazowane w postaci plamek świetlnych.

Bardzo istotnym zagadnieniem dokładnej pracy SNR jest utrzymywanie stałej częstotliwości, na jaką są nastrojone urządzenia odbiorcze, a konkretnie heterodyny. W kanale rakiety do tego celu przeznaczony jest układ stabilizacji częstotliwości klistronu /SCzK/. Praca układu SCzK jest oparta na zasadzie dostrajania częstotliwości heterodyny do częstotliwości rezonatora wzorcowego. W kanale celu tę rolę spełnia układ natychmiastowego autometrycznego podstrajania klistronu /NAPK/. Zadaniem tego układu jest utrzymywanie częstotliwości heterodyn klistronowych z dokładnością niezbędną przy pracy stacji w warunkach stosowania układu selekcji celu ruchomego /SCR/. Zasada pracy układu NAPK polega także na porównaniu częstotliwości klistronu z częstotliwością rezonatora wzorcowego, jednak dokładność stabilizacji w tym kanale jest większa niż w kanale rakiety. Stabilizacja częstotliwości heterodyn jako generatorów lokalnych to jedna strona zagadnienia. Chcąc otrzymać na wyjściu mieszaczy stałą częstotliwość pośrednią należy także stabilizować częstotliwość generowaną przez magnetron nadajnika. Zadanie to spełnia układ

oddzielne dla każdego kanału kierowania. Szafa celu zawiera aparaturę zmontowaną w następujących blokach: napięcie wzorcowych; współrzędnej odległości; współrzędnej kąta azymutu; współrzędnej kąta położenia; zasilacz oraz w bloku kontroli obejmującym imitator sygnałów wizyjnych i pulpit sterowania UOW wykorzystywany podczas sprawdzeń autonomicznych. Szafy rakietowe są identyczne i składają się z takich bloków, jak: główny wzmacniacz pośredniej częstotliwości kanału rakiety; współrzędnej odległości, współrzędnej kąta azymutu; współrzędnej kąta położenia; zasilacz oraz z bloków rozdzielających sygnały PCz do odpowiednich torów głównych wzmacniaczy PCz.

UOW celu może pracować w następujących trzech rodzajach pracy: naprowadzania, ręcznego śledzenia /RS/ i automatycznego śledzenia /AS/.

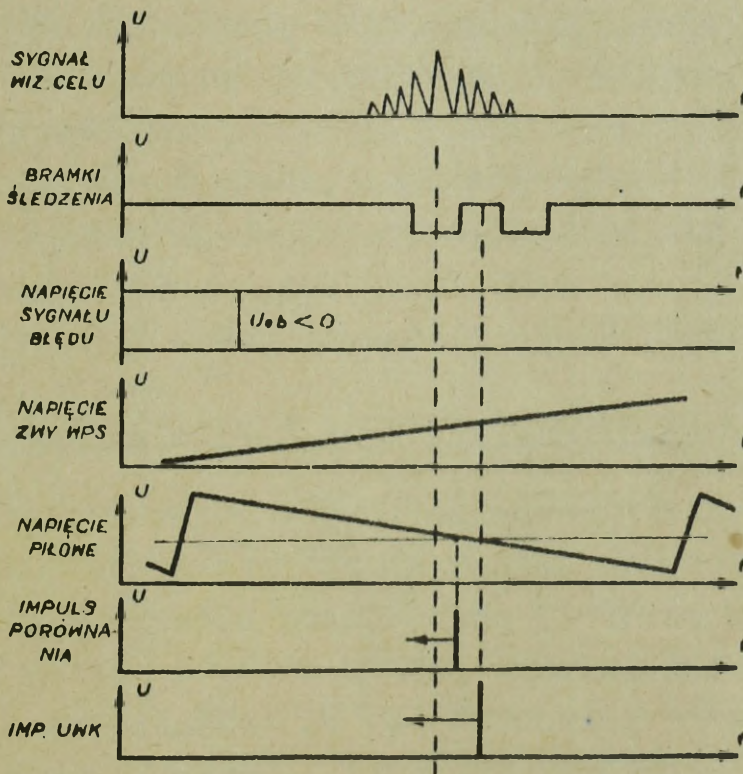
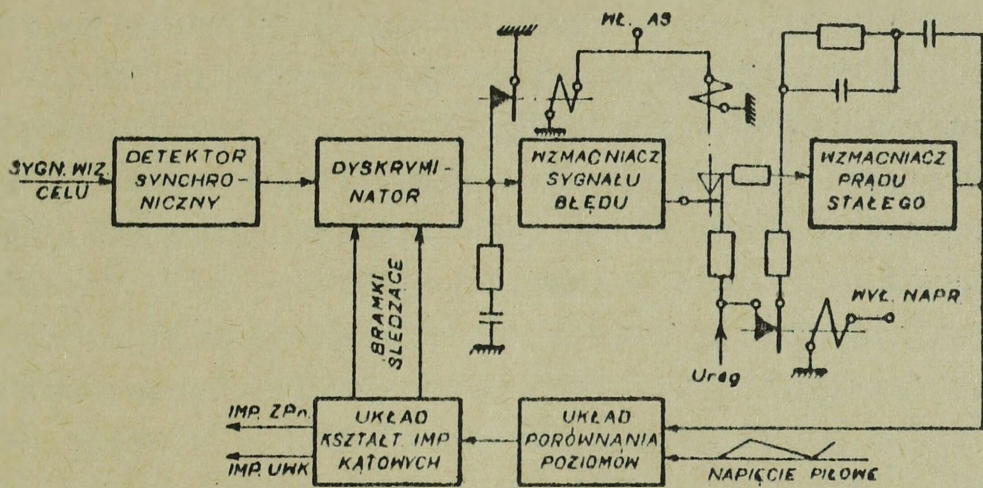
Zasada działania UOW w odległości przebiega następująco /rys. 8/: W rodzaju pracy AS do dyskryminatora są doprowadzane z głównego wzmacniacza sygnały wizyjne celu oraz z synchronizatora impulsy  $r'_{oc}$ , którymi jest uruchamiany układ opóźnienia zmiennego wytwarzającego bramkę /napięcie prostokątne/ o zmiennej długości. Tyłem tej bramki uruchamiany jest układ wytwarzający bramki śledzące, impuls znacznika poziomego /ZPz/ i impuls pomiarowy dla układu wypracowania komend /UWK/. Śledzenie układu odległości jest właściwe jeżeli pod środkiem sygnału celu znajduje się środek bramek śledzących, impuls ZPz i impuls pomiarowy UWK. Nie-

zgodność sygnału celu z bramkami śledzącymi wywołuje w dyskryminatorze sygnał błędu, który wzmacniony we wzmacniaczu sygnału błędu /WSB/ oddziałuje na wzmacniacz prądu stałego /WPS/. Na wyjściu WPS, w zależności od polaryzacji sygnału błędu, będzie napięcie rosnące lub malejące. Napięcie to działa na układ opóźnienia zmiennego powodując wydłużenie lub skrócenie bramki, a tym samym przemieszczenie bramek śledzących, impulsów ZPz i UWK na środek sygnału celu.

W rodzaju pracy RS układ jest otwarty i dyskryminator jest odłączony od WSB. Operatorzy RS obserwując ekrany wskaźników i manipulując pokrętkami doprowadzają napięcie RS bezpośrednio do WSB i poprzez WPS oddziałują na układ opóźnienia zmiennego. W ten sposób ulega zmianie długość bramki tego układu i zgranie bramek śledzących oraz impulsów ZPz i UWK ze środkiem znacznika celu.

Rodzaj pracy "naprowadzanie" służy do zgrubnego zgrania układu śledzącego z sygnałem celu. Oficer naprowadzania obserwując ekran wskaźnika i manipulując pokrętkiem odległości doprowadza napięcie naprowadzania bezpośrednio do układu opóźnienia zmiennego, wywołując procesy wcześniej opisane. Jakość naprowadzania wskazuje znacznik poziomy, który przemieszcza się po ekranie wskaźnika. Zgranie tego znacznika z sygnałem celu pozwala przejść do innego rodzaju pracy /RS lub AS/.

Układ śledzący raketę w odległości ma dwa rodzaje pracy: wystawianie bramek wyczekujących



Rys. 9. Zasada działania UOW celu kąowego

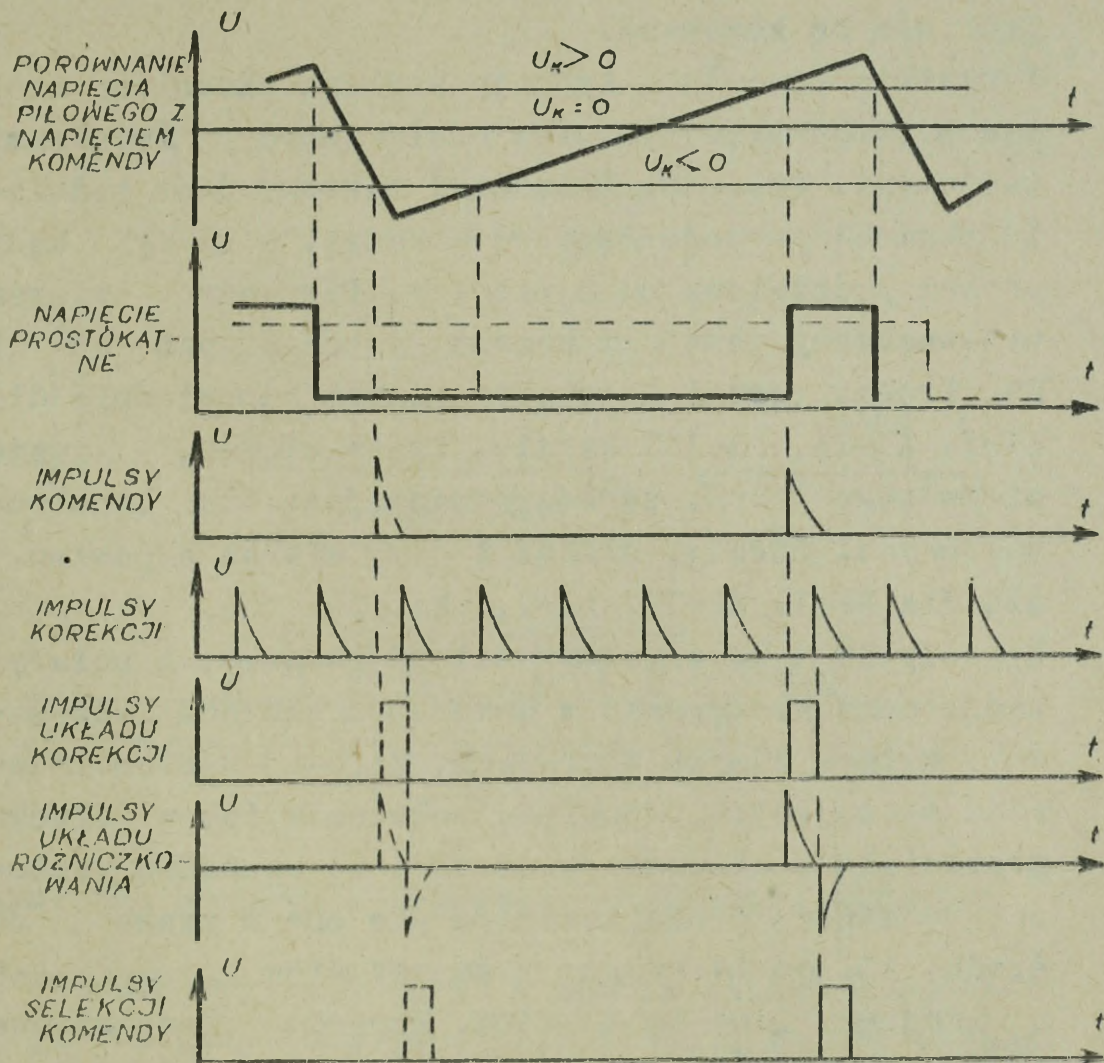
kierowania są kształtowane w sposób ciągły w postaci napięć stałych wolnozmiennających się, a komendy K3 i K4 wydawane są tylko jeden raz o określonym czasie trwania, stąd noszą nazwę jednorazowych. Czas wydania komend jednorazowych przez SNR zależy od włączonej metody naprowadzania rakiet PW lub TP. Przy metodzie TP komendy te są wydawane wcześniej niż przy PW. Danymi wejściowymi dla UWK są impulsy pomiarowe odległości  $r_c$  i  $r_r$  i kątowne  $\varepsilon_c$   $\varepsilon_r$  i  $\beta_c$   $\beta_r$  doprowadzane z UOW. Komenda K1 przeznaczona jest dla jednej pary sterów a K2 dla drugiej.

UWK składa się z poszczególnych bloków umieszczonych w trzech identycznych szafach. Dla każdego kanału kierowania przeznaczona jest aparatura jednej szafy. W skład każdej szafy wchodzi następujące bloki: kształtowania sygnału błędu, wyprzedzenia, kształtowania komend kierowania, mechanizmu czasowego, kształtowania komend jednorazowych oraz zasilacz.

Komendy sterowania mogą być wypracowywane dla dwóch metod naprowadzania rakiety na cel: dla metody "trzech punktów" /TP/, gdy stacja, rakietka i cel w każdej chwili leżą na jednej linii oraz metodę "połowicznego wyprzedzenia" /PW/, wówczas rakietka podąża do punktu spotkania z celem z takim wyprzedzeniem, przy którym nie wychodzi ona z sektora obserwacji. Każde odchylenie rakiety od toru kinematycznego /obliczeniowego/ jest sygnałem błędu dla UWK. Zadanie UWK polega na tym, by na pod-

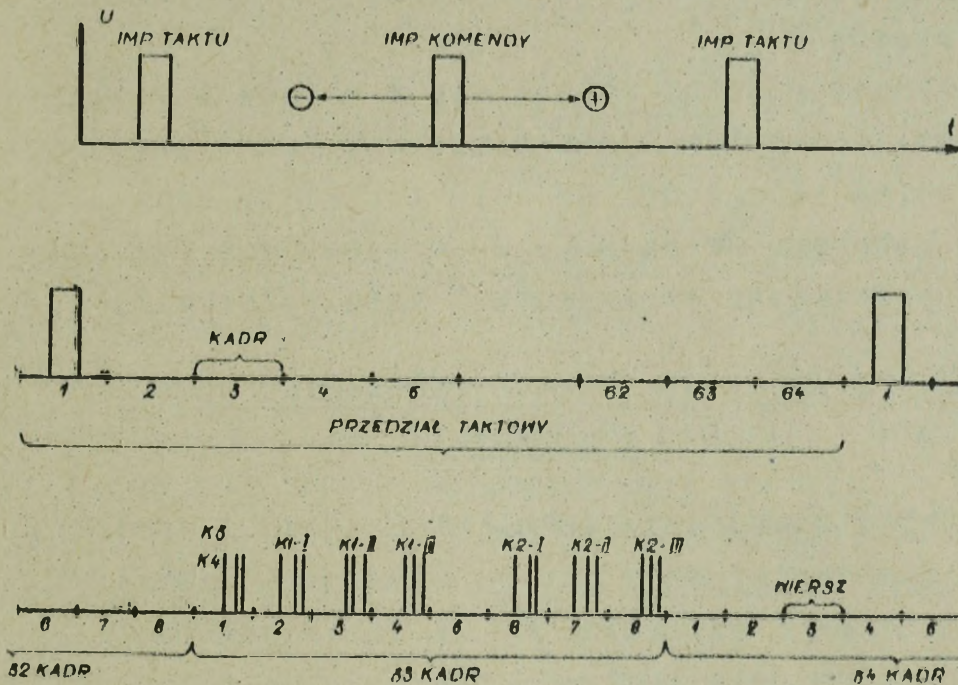
Radionadajnik komend rozmieszczony jest w czterech szafach i składa się z takiej aparatury, jak: przekształcania komend; szyfratora; synchronizacji; napięć wzorcowych i impulsów korekcyjnych; urządzenia nadawczego; układu zasilania i aparatury kontrolno-pomiarowej.

Zasada działania RNK jest następująca/rys.10/: Do układu przekształcania komend są doprowadzane z UWK napięcia komend sterujących i jednorazowych, a z układów napięć wzorcowych i korekcyjnych RNK piłowe napięcia wzorcowe i impulsy korekcyjne. Impulsy korekcyjne komend przeznaczone są do ustawienia impulsów komend w odpowiednim wierszu przedziału taktowego, wyklucza to możliwość nakładania się sygnałów w radiolinii. W układach przekształcania napięcie piłowe nakłada się na napięcie stałe komendy /patrz rys. 11/ w wyniku czego powstaje napięcie prostokątne, z którego po zróżniczkowaniu komendy z postaci napięcia stałego zostają zamienione w napięcia impulsowe. Komendy w takiej postaci dochodzą do układu kodowania, gdzie są doprowadzane także z układu napięć wzorcowych impulsy taktowe występujące z częstotliwością  $F_0 = 45\text{Hz}$ . Kodowaniu podlegają zarówno wszystkie komendy, jak i impulsy taktu. Kodowanie w RNK odbywa się metodą czasowo-impulsową, polega ono na tym, że z każdego impulsu komendy i taktu zostaje utworzona t.zw. trójka kodowa. Czasowe rozstawienie tych trzech impulsów w każdej trójce jest różne i stanowi kod zrozumiały tylko dla rakiety, dla której te sygnały są przeznaczone.



Rys. 11. Przekształcanie komend w napięcia impulsowe

Impulsy zapytujące  $r_0$  RNK są doprowadzane z synchronizatora kabiny UW do RNK, gdzie są normowane czasy ich trwania, a następnie przez nadajnik i antenę RNK są przesyłane na pokład rakiety w celu uruchomienia nadajnika odzewowego. Impulsy zapytu-



Rys. 12. Struktura przedziału taktowego RNK

- jednorazowa komenda K3 w każdym kanale w postaci paczki grup kodowych, czas trwania paczki wynosi 0,2 s;
- jednorazowa komenda K4 w każdym kanale w postaci paczki grup kodowych, czas trwania paczki wynosi od 0,5 + 2,1 s;
- pojedyncze impulsy zapytujące.

### 2.9. Układ synchronizacji

Synchronizator przeznaczony jest do wytwa -  
 rzania impulsów uruchamiających poszczególne ukła-

binie UW oraz selsyny odbiorniki znajdujące się na antenach i wyrzutniach. Ponadto w kabinie PW i na wyrzutniach znajdują się selsyny nadajniki przeznaczone do autonomicznego sterowania, tzw. bloki miejscowych nadajników. Selsyny wyposażone są w skale kątowe, na których można odczytać położenie anten i wyrzutni. Elementami wykonawczymi są silniki elektryczne sprzężone z reduktorami. Oficer naprowadzania ma do dyspozycji trzy pokręta /  $\epsilon, D, \beta$  / oraz rozmieszczone na pulpicie elementy komutacji umożliwiające wybór odpowiedniego rodzaju pracy /poszukiwanie, naprowadzanie, śledzenie/. Każdy z operatorów ręcznego śledzenia ma jedno pokrętło sterowania /RS- $\epsilon$  , RS-D i RS- $\beta$  /.

Sterowanie antenami i wyrzutniami jest jednoczesne i niezależne w obu płaszczyznach. Odbywa się ono za pomocą pokręteł  $\epsilon$  i  $\beta$  z pulpitu ofiera naprowadzania lub operatorów RS, z których każdy oddzielnie steruje układem w swojej płaszczyźnie. Pokrętła odległości /D/ są związane z potencjometrami, ich obrotem zmienia się wartość napięcia na potencjometrze. Napięcie to jest wykorzystywane w UC do sterowania bramkami śledzącymi i poziomym znacznikiem odległości.

Zasada działania układu jest następująca. Obracając pokrętelem w wymaganej współrzędnej katowej pomiędzy selsynami nadawczymi a odbiorczym powstaje sygnał błędu w postaci napięcia sinusoidalnego. Napięcie to podaje się do wzmacniacza prądu stałego w celu wzmocnienia. Dalsze jego wzmacnia -

strzeń w układzie współrzędnych: odległość - kąt położenia /D -  $\epsilon$  /, a na drugim w układzie odległość - azymut /D -  $\beta$  /. Wskaźnik, stosownie do zakresów pracy SNR, ma dwa zakresy podstawy czasu odległości 75 i 150 km<sup>x/</sup>. Zakres katowej podstawy czasu jest określony wymiarami sektora szybkiego poszukiwania i wynosi 20° przy rodzaju pracy "szeroka wiązka" lub 7,5° przy rodzaju pracy „wąska wiązka”<sup>xx/</sup>. Wszystkie wskaźniki mają telewizyjną podstawę czasu, są to dwa prostopadłe względem siebie napięcia piłowe, które podawane na cewki odchyłające powodują odchylenie strumienia elektronów z dołu do góry /podstawa czasu odległości/ oraz z prawa na lewo /podstawa czasu katowa/. Na ekranach wskaźnika naprowadzania wyświetlane są takie znaki, jak: znacznik pionowy /ZPn/, znacznik poziomy /ZPz/, znaczniki celów i rakiet, znaczniki skalowane 5 km /poziome linie występujące co 5 km/, impulsy bramek wyczekujących, a ponadto znaczniki doprowadzone od automatycznego przyrządu startu /APS/ - odległości wyprzedzonej /dw/, bliższej granicy strefy ognia /db/ oraz dalszej aktywnej /dda/ i dalszej pasywnej /ddp/<sup>xxx/</sup> strefy ognia. Wszystkie wyżej wymienione znaczniki powstają poprzez dodatkowe podświetlenie podstaw czasu odległości

---

x/ W zestawie SA-75 M te zakresy wynoszą 60 i 120 km.

xx/ W zestawie SA-75 M nie ma rodzaju pracy "wąska wiązka".

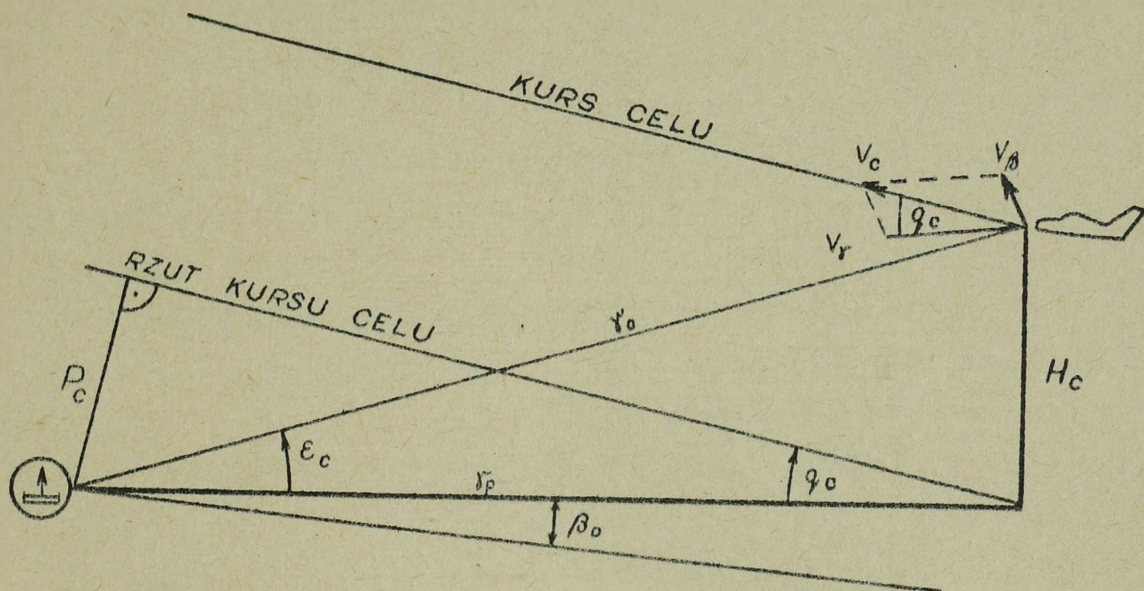
xxx/ W zestawie SA-75 M nie wyświetlają się znaczniki dalszej pasywnej strefy ognia.

stawy czasu jest taki jak na wskaźnikach naprowa -  
dzania. Na wskaźniku RS-D przy zakresie 75 km wy-  
stępuje jeden znacznik poziomy, a przy zakresie  
5 km dwa znaczniki, między którymi utrzymuje się  
cel podczas śledzenia. Zakres 5 km jest wycinkiem  
pięciokilometrowego odcinka w miejscu znajdowania  
się znacznika poziomego przeniesionego ze wskaźni-  
ka naprowadzania na cały ekran wskaźnika RS, pozwa-  
la to zwiększyć dokładność ręcznego śledzenia celu.  
Znacznik pionowy na wskaźnikach RS jest kształtowa-  
ny oddzielnym napięciem pilowym. Na czas wyświetla-  
nia tego znacznika podstawa czasu odległości jest  
wygaszana. Takie rozwiązanie powoduje, że znacznik  
ten jest dłuższy od podświetlanego ekranu, co daje  
możliwość śledzenia celu zakłócającego aktywnie na  
środek pasma zakłóceń.

## 2.12. Automatyczny przyrząd startu /APS/

Automatyczny przyrząd startu przeznaczony  
jest do wypracowania następujących danych do strze-  
lania: odległości rzeczywistej /pochyłej/do punktu  
spotkania rakiety z celem  $D_w$  /odległość wyprzedzo-  
na/; odległości rzeczywistej do dalszej aktywnej  
/dda/ i dalszej pasywnej /ddp/<sup>x</sup>/ strefy ognia; od-  
ległości rzeczywistej do bliższej granicy strefy  
ognia /db/; parametru celu /Pc/; wysokości lotu  
celu /Hc/ oraz prędkości celu /Vc/.

Wartości  $D_w$ , dda, ddp i db są wyświetlane na wskaź-  
niku naprowadzania w postaci poziomych linii, a  
x/ APS w zestawie SA-75 M nie wypracowuje dalszej  
pasywnej strefy ognia.



Rys. 14. Schemat obliczeniowy APS

Dla określenia odległości wyprzedzonej  $D_w$  w bloku I87W rozwiązywane jest następujące równanie:

$$D_w = \frac{r_c \cdot V_r}{\dot{r}_c + V_r'} ;$$

gdzie:

$r_c$  - odległość rzeczywista do celu;

$\dot{r}_c$  - prędkość zmiany odległości rzeczywistej do celu;

$V_r$  - średnia prędkość rakiety;  $V_r' = 0,96 V_r$ .

Blok I87W może pracować, stosownie do metod naprowadzania rakiety, w dwóch rodzajach: PW i TPI87.

Przy metodzie PW odległość do celu  $r_c$  jest wprowadzana z UOW celu, natomiast przy metodzie TPI87

### 2.13. Układ selekcji celu ruchomego /SCR/<sup>x/</sup>

Układ selekcji celu ruchomego jest przeznaczony do kompensacji zakłóceń pasywnych powstających na skutek odbić energii elektromagnetycznej od sztucznych odbijaczy dipolowych, chmur i przedmiotów terenowych.

Aparatura SCR rozmieszczona jest w 4 szafach w kabinie AW. SNR może pracować z włączonym układem SCR jak również, gdy nie ma zakłóceń pasywnych - bez niego. Przy włączonym układzie SCR odebrane sygnały odbite od celu są przekazywane do pozostałych układów stacji przez układ SCR.

Praca układu SCR oparta jest na zasadzie wykorzystania efektu Dopplera. Efekt Dopplera polega na tym, że sygnały odbite od przedmiotów ruchomych w stosunku do sygnałów odbitych od przedmiotów stałych mają większą fluktuację i częstotliwość, krótszy czas trwania i okres powtarzania oraz występuje przesunięcie fazowe sygnału. W układzie SCR wykorzystana jest właściwość zmiany przesunięcia fazowego sygnałów odbitych od celu ruchomego. Fazy tych sygnałów są porównywane z fazą napięcia wzorcowego generowanego przez heterodynę koherentną w czasie okresu powtarzania impulsów sondujących. Doprowadzane do układu SCR impulsy od celu i zakłócenia podlegają przekształceniu do pośredniej częstotliwości /PCz/ i wzmocnieniu. Wzmocnienie to ściśle zależy od przesunięcia fazowego, dlatego impulsy od celu ruchomego są bardziej wzmacniane niż x/ W zestawie SA-75 M nie ma układu SCR.

- Wówczas na zakresie 75 km -  $T_{p1} = 522 \mu s$   
i  $T_{p2} = 566 \mu s$  oraz na zakresie 150 km -  
-  $T_{p3} = 1044 \mu s$  i  $T_{p4} = 1132 \mu s$ .

#### 2.14. Aparatura sterowania i kontroli SNR

Aparatura sterowania i kontroli m.in. zabezpiecza wykonanie takich czynności, jak: centralne włączanie i wyłączanie zestawu raketowego; ustalenie rodzaju pracy PB /praca bojowa/ i KS /kontrola stacji/; kontrolę funkcjonowania całego zestawu lub poszczególnych jego zespołów; sterowanie antenami i wyrzutniami; wybór odpowiedniej metody naprowadzania rakiet PW lub TP; określenie danych do strzelania; kierowanie przygotowaniem wyrzutni i rakiet do strzelania; prowadzenie ognia; utrzymywanie łączności głośnikowej i telefonicznej pomiędzy kabinami i wyrzutniami oraz wiele innych czynności wchodzących w skład pracy bojowej dywizjonu ogniowego.

Podstawowa część tej aparatury jest rozmieszczona w szafie oficera naprowadzania w kabinie UW /UA/ oraz w szafie operatora przygotowania baterii startowej /pulpit OP/. Na płytach czołowych bloków i pulpitu znajduje się szereg przycisków, przełączników i lampek sygnalizacyjnych, za pomocą których oficer naprowadzania i operator OP sterują zestawem raketowym oraz kontrolują jego pracę.

zestawu podczas pracy bojowej, a także podczas prac profilaktycznych i napraw. W skład tych źródeł wchodzi: trzy stacje energetyczne /elektrownie polowe/ typu ESD-100<sup>x</sup>/ i rozdzielczo-przetwarzająca kabina RW /RMA/. Ponadto zestaw raketowy jest wyposażony w podstację transformatorową umożliwiającą zasilanie urządzeń z sieci przemysłowej. Jednak podczas pracy bojowej zasilanie powinno być z elektrowni polowych. Pełne zapotrzebowanie na energię elektryczną pokrywają dwie elektrownie - trzecia jest zapasowa.

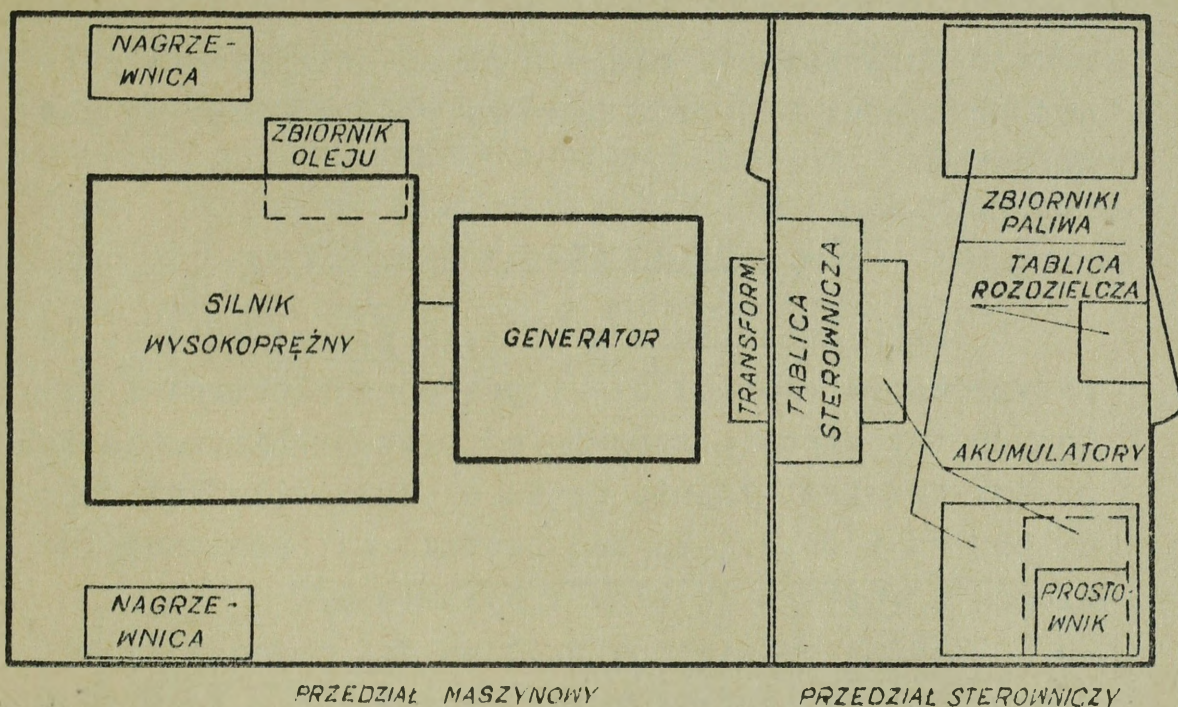
### 3.1. Stacja energetyczna ESD-100

Zasadnicze dane techniczne stacji energetycznych obrazuje tabela nr 4.

Stacja energetyczna przedstawia sobą kabinę ustawioną na podwoziu kołowym. Kabina podzielona jest na dwa przedziały: sterowniczy i maszynowy. Rozmieszczenie zasadniczego wyposażenia stacji pokazano na rys. 15. Podstawowym elementem stacji jest zespół prądotwórczy obejmujący prądnicę synchroniczną sprzęgniętą z silnikiem wysokoprężnym. Napięcie znamionowe prądnicy jest utrzymywane z dokładnością  $\pm 1\%$ . Silnik jest uruchamiany rozrusznikiem /sposób zasadniczy/ lub sprzężonym powie - trzem /sposób pomocniczy/.

---

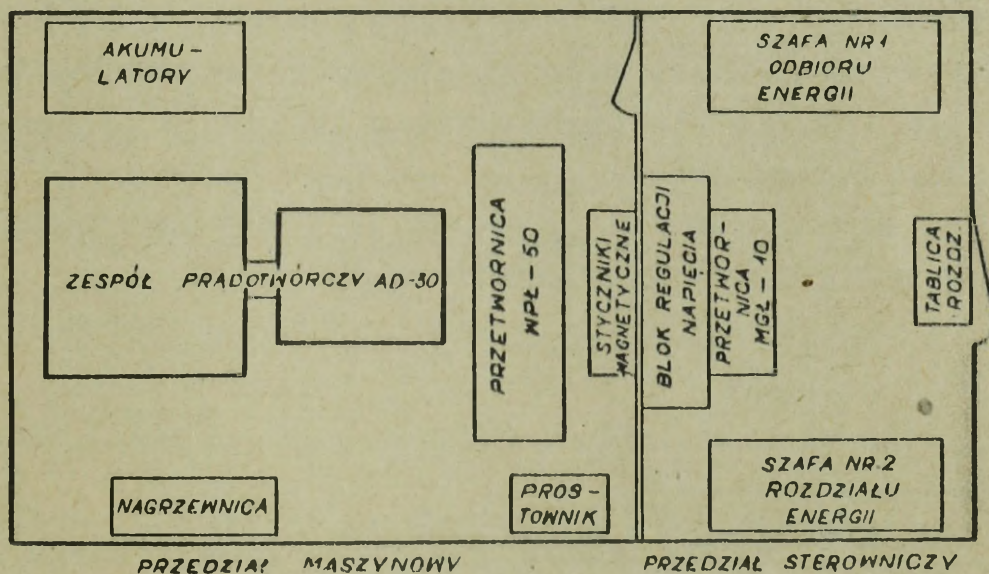
x/ W zestawie SA-75 M są stacje energetyczne o mniejszej mocy typu ESD-75.



Rys. 15. Rozmieszczenie wyposażenia stacji energetycznej ESD-100

w reżimie przyspieszonym /forsownym/. W pierwszym przypadku zespół prądotwórczy może wydawać zasilanie po podgrzaniu cieczy chłodzącej i oleju w silniku do temperatury  $40^{\circ}\text{C}$  podczas jego pracy na biegu jałowym. W tym sposobie czas przejścia zestawu z gotowości bojowej nr 2 do nr 1 wraz z kontrolą funkcjonowania wynosi 11 min. Włączenie zespołu prądotwórczego w reżimie przyspieszonym jest możliwe po wcześniejszym podgrzaniu, za pomocą podgrzewaczy, cieczy chłodzącej i oleju do tej temperatury. Wówczas czas przejścia do gotowości nr 1 wynosi 4 min. Dlatego podczas dyżurów bojowych,

elektrycznej od stacji energetycznych i z sieci przemysłowej. Szafa nr 2 wyposażona jest m.in. w zespół przełączników i przyrządów pomiarowych pozwalających na oddzielne zasilanie poszczególnych kabin i wyrzutni. Kabina RW /RMA/ jest połączona kablami energetycznymi z elektrowniami polowymi i z podstacją transformatorową.



Rys. 16. Rozmieszczenie wyposażenia kabiny RW

Tabela nr 5

Ip.	Wyszczególnienie	W-755 ✓	W-750 W /WM/
1	Całkowita długość rakiety	10778 mm	10841 mm
2	Długość II stopnia	8172 mm	8139 mm
3	Rozpiętość skrzydeł	1691 mm	1675 mm
4	Rozpiętość stateczników	2566 mm	2566 mm
5	Całkowity ciężar startowy rakiety	2397 kG	2283 kG
6	Ciężar I stopnia	1011 kG	1030 kG
7	Ciężar paliwa do silnika marszowego	169,5 kG	143 kG
8	Ciężar paliwa pomocniczego /azotan izopropyl/	-	16,7 kG
9	Ciężar utleniacza	545 kG	455 kG
10	Ciężar ładunku bojowego	196 kG	190 kG
11	Ciężar paliwa prochowego w silniku startowym	607 kG	547 kG
12	Ciąg silnika startowego	35±58 ton	27±50 ton
13	Ciąg silnika marszowego	200 i 3500kG	3100 kG
14	Czas pracy silnika startowego	2,5 ± 4 s	3 ± 4,3 s
15	Czas pracy silnika marszowego		42±45 s

#### 4.2. Ogólna budowa rakiety W-755 /20 D/

Rakieta W-755 jest dwustopniowa. Pierwszy stopień stanowi startowy silnik raketowy pracujący na paliwo stałe /proch/, natomiast drugi stopień to część marszowa rakiety, która w sposób kierowany z SNR podąża do celu napędzana silnikiem raketowym na paliwo ciekłe. II stopień rakiety

wego dwie pary stero-lotek<sup>x/</sup>; skrzydła i destabilizatory.

Stabilizatory służą do utrzymania stateczności rakiety na odcinku pracy silnika startowego, - potem odpadają razem z nim. Stero-lotki spełniają jednocześnie dwie funkcje: raz pracują jako stery, a drugi jako lotki stabilizujące lot II stopnia rakiety wokół osi podłużnej. Destabilizatory zmniejszają stateczność rakiety a poprawiają jej sterowność, zastosowanie ich wynika z rozkładu sił aerodynamicznych. Opierzenie na rakiecie jest rozmieszczone symetrycznie według układu krzyżowego obróconego pod kątem  $45^{\circ}$  do normalnej. Taki układ popoważnie ułatwia wykonywanie manewrów rakieta w powietrzu i wygodne ułożenie jej na wyrzutni.

#### 4.3. Zespoły napędowe

W skład zespołów napędowych rakiety W-755 wchodzi dwa silniki raketowe: silnik startowy i marszowy.

Silnik startowy przeznaczony jest do nadania gwałtownego przyspieszenia w momencie zejścia rakiety z wyrzutni oraz rozpędzenia jej do dużej prędkości na początkowym odcinku lotu. Składa się on z takich elementów jak: korpus, dysza wylotowa, zapłonnik elektryczny, podsypka prochowa, paliwo stałe, ruszt i przepona. Korpus jest komorą spalania paliwa. W tylnej części zakończony jest dyszą,

<sup>x/</sup> W rakiecie W-750 W jedna para pracuje jako stery, a druga jako stero-lotki.

jego temperatury, w związku z tym, dla uzyskania możliwie jednakowego ciągu silnika w różnych temperaturach, zachodzi konieczność regulowania przekroju krytycznego dyszy. Przy niskich temperaturach czas pracy silnika jest dłuższy. Ruszt ustala położenie lasek prochowych w silniku oraz zabezpiecza przed zatknięciem dyszy kawałkami paliwa. Przepona umieszczona jest w dyszy, zamyka ona komorę spalania, dzięki czemu są lepsze warunki zapalenia prochu /wzrost ciśnienia/ oraz chroni paliwo przed wpływami atmosferycznymi.

Działanie silnika jest następujące. Od impulsu elektrycznego 26 V doprowadzonego z układu sterowania startem wybuchają zapłonniki elektryczne, od których płomień kanałami przedostaje się na podsypkę prochową zapalając ją. Płomień z podsypki ogarnia całą objętość komory spalania, tak że laski prochowe zapalają się na małej powierzchni. Ciśnienie w zamkniętej komorze szybko wzrasta co sprzyja lepszemu paleniu. Przy określonym ciśnieniu zostaje wypchnięta z dyszy przepona a gazy prochowe wypływając z wielką prędkością wytwarzają siłę ciągu, nadając ruch postępowy rakiecie.

Silnik marszowy jest przeznaczony do napędu II stopnia rakiety. Składa się on z takich zasadniczych elementów, jak: komora spalania z dyszą odrzutową, głowica wtryskowa, zespół pomp, wytwornica gazów, mechanizm programowy siły ciągu<sup>x/</sup> oraz inne elementy pomocnicze. Komora spalania stanowi

---

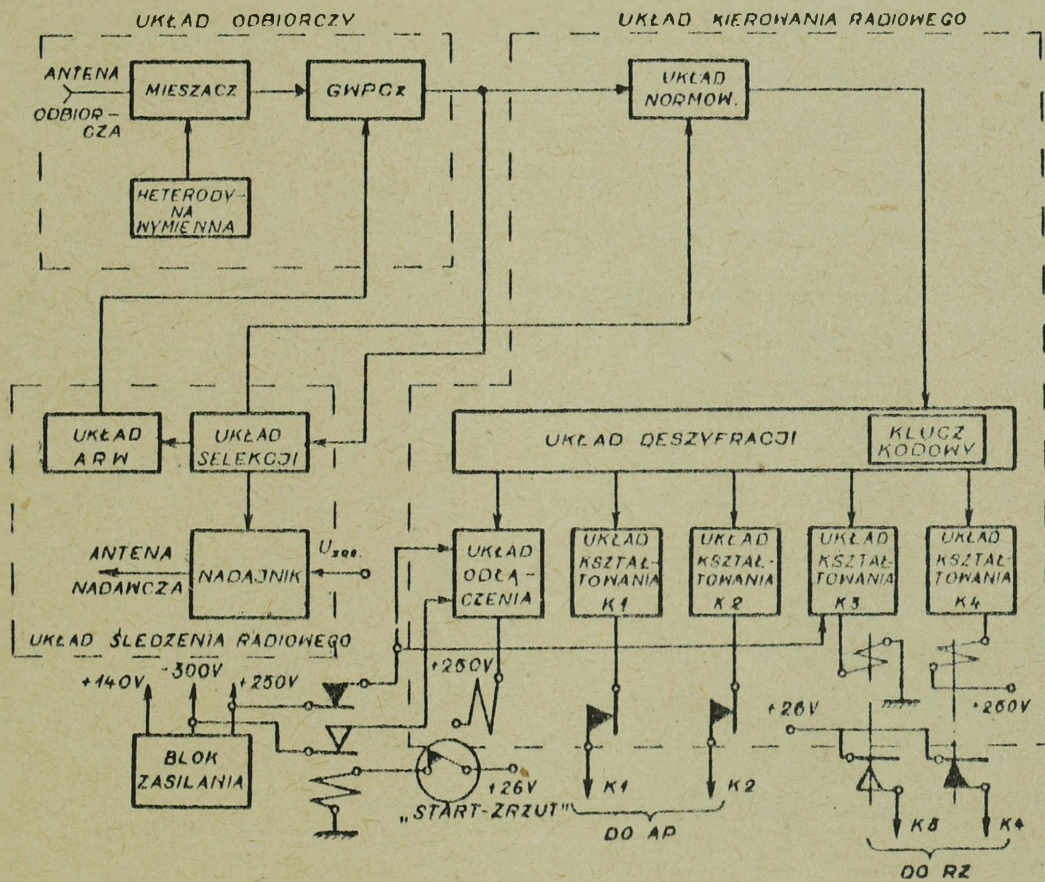
x/ W silniku rakiety W-750 W nie ma tego mechanizmu.

na ciąg o mocy 3500 kG, po czym łagodnie przecho-  
dzi na ciąg 2000 kG. Polega to na ograniczeniu do-  
pływu składników paliwa do silnika. Programowanie  
siły ciągu wprowadza ekonomię zużycia rakietowych  
materiałów napędowych w górnych warstwach atmosfery  
bez szkody dla prędkości rakiety co w konsekwen-  
cji prowadzi do zwiększenia zasięgu jej lotu. Przy  
starcie pod kątem mniejszym niż  $24^{\circ}$  mechanizm nie  
jest uruchamiany i silnik cały czas ma ciąg 3500kG.

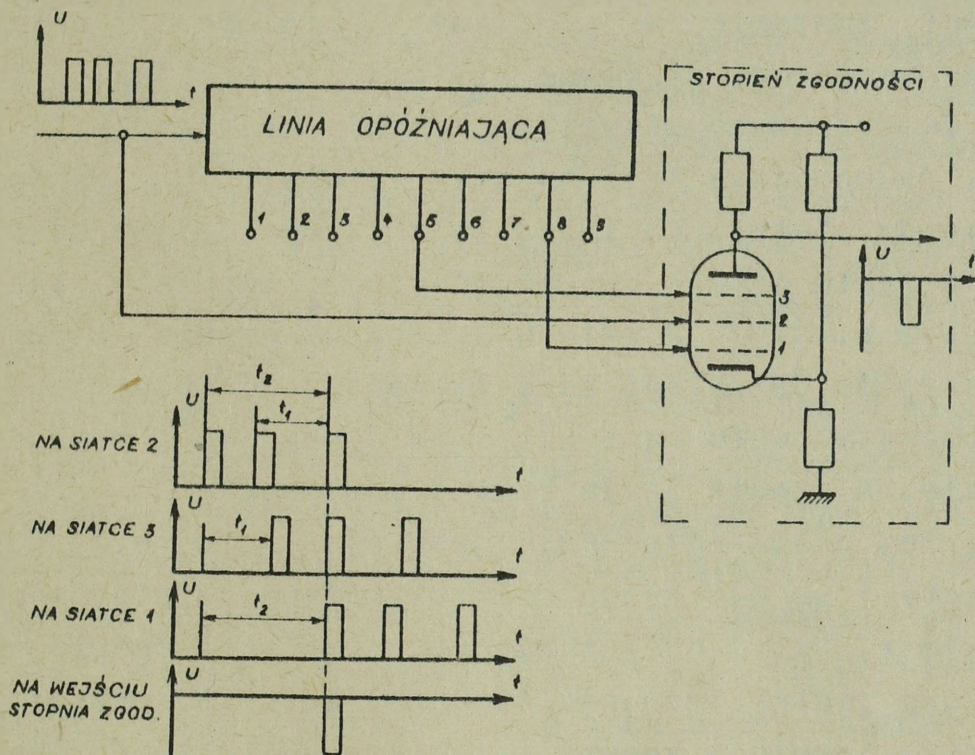
Działanie silnika marszowego przebiega na -  
stępująco. Gdy silnik startowy kończy pracę, a ra-  
kieta osiągnie określoną prędkość ciśnienie dyna -  
miczne doprowadzone z rurki spiętrzeniowej urucha-  
mia przekaźniki ciśnieniowe, a te z kolei wydają  
sygnał elektryczny do pirozaworu, który otwiera  
drogę gazom z silnika startowego. Gazy działają  
na pironoże przecinające przepony przy pompach i  
zbiornikach paliwowych oraz na turbinę napędzającą  
pompy. Sprężone powietrze wyciska ze zbiorników  
paliwo i utleniacz, które za pomocą pomp tłoczone  
są do komory spalania i wytwornicy gazów, gdzie po  
połączeniu się tych składników następuje samozapa-  
lenie. Wytwornica gazów przejmuje napęd pomp od  
gazów silnika startowego, a silnik marszowy rozpo-  
czyna pracę. W tym czasie zostaje odrzucony silnik  
startowy.

#### 4.4. Aparatura radiowego kierowania i śledzenia

Aparatura radiokierowania i śledzenia jest  
przeznaczona do odbioru wszystkich komend i sygna-



Rys. 17. Uproszczony schemat blokowy aparatury radiokierowania i śledzenia



Rys. 18. Zasada deszyfracji komend

równe odstępom czasowym impulsów w trójkach kodo - wych. Wyboru odczepów linii opóźniającej dla poszczególnych kanałów kierowania radiowego dokonuje się za pomocą specjalnego klucza kodowego /wkładki/. W celu zdeszyfrowania jednej trójki są wykonywane dwa odczepy, których wartość opóźnienia dobiera się w taki sposób, aby pierwszy i drugi impuls z trójki został opóźniony aż do momentu przyścia impulsu trzeciego, doprowadzonego bezpośrednio do układu zgodności, z pominięciem linii

- w przedziale nr 1<sup>x</sup>/ . Autopilot zbudowany jest z dwóch identycznych kanałów sterowania i stabilizacji oraz z jednego kanału stabilizacji /przechylenia/ rakiety względem osi podłużnej ox. Jeden kanał sterowania zawiera następujące elementy: dwustopniowy żyroskop tłumiący, nadajnik przyspieszeń liniowych, wzmacniacz prądu stałego z układem ograniczania napięcia komend, wzmacniacz toru sterowego.

Wyżej wymienione elementy są rozmieszczone w bloku sterowym. Poza blokiem znajdują się - wcześniej wymienione - mechanizm sterowania sterami oraz nadajnik ciśnienia dynamicznego. Kanał /trzeci/ przechylenia składa się z: trzystopniowego żyroskopu swobodnego, wzmacniacza toru sterowego, mechanizmu sterowania sterami oraz nadajnika ciśnienia dynamicznego. Uproszczony schemat blokowy autopilota przedstawiono na rys. 19.

Działanie autopilota należy rozpatrywać w aspekcie sterowania rakieta oraz jej stabilizacji podczas lotu. Stacja naprowadzania kieruje rakieta jako punktem materialnym i nie ma wpływu na orientowanie kadłuba rakiety. Prawidłowe położenie kadłuba rakiety w czasie jej lotu zabezpieczają ukła-

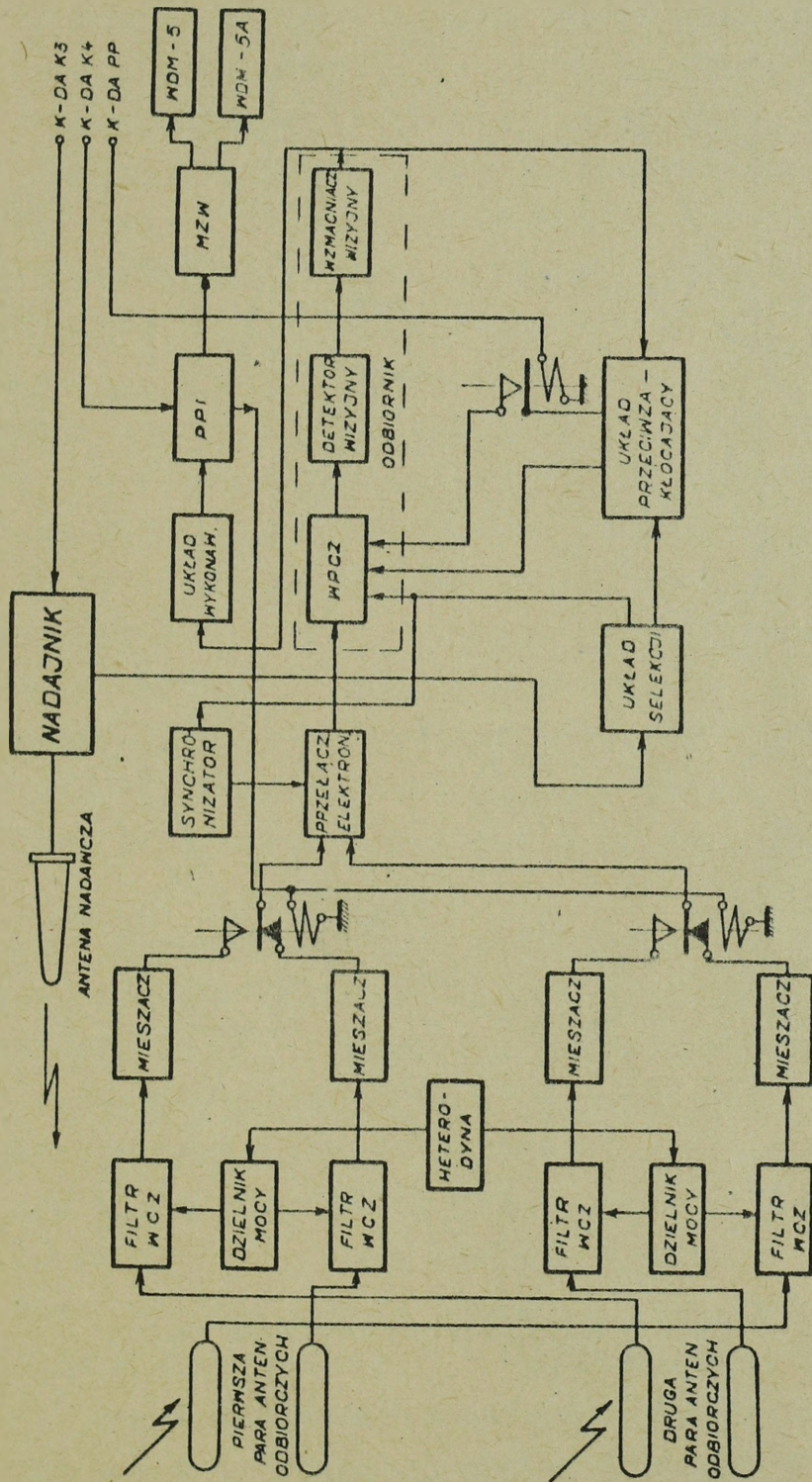
x/ W skład autopilota rakiety W-750 wchodzi tylko jeden odbiornik ciśnienia dynamicznego, pracujący w kanale przechylenia. Ponadto jedna para stateczników rakiety W-750 jest wyposażona w lotki stabilizujące rakieta wokół osi podłużnej na początkowym odcinku lotu /czego nie ma rakieta W-755/. Lotki te są sterowane oddzielnym /czwartym/ mechanizmem sterowym umieszczonym w stateczniku.

czas naprowadzania rakiety na tor obliczeniowy. Komendy K1 /K2/ są doprowadzone do wzmacniacza prądu stałego, który sumuje i wzmacnia sygnały komend i sygnały z nadajników przyspieszeń liniowych, a także ogranicza maksymalne wartości komend. Ograniczanie komend ma na celu stworzenie zapasu kąta wychylenia sterów na stabilizację rakiety. Sygnały ze wzmacniacza prądu stałego zostają przekazane do wzmacniacza toru sterowego. We wzmacniaczu tym odbywa się sumowanie i wzmacnianie wyżej wymienionych sygnałów z napięciami doprowadzonymi z żyroskopów tłumiących. Polaryzacja napięcia komendy jest określana na detektorze fazoczułym fazą sygnału wejściowego. Napięcia spolaryzowane ze wzmacniacza toru sterowego są doprowadzane do elementu wykonawczego - mechanizmu sterowego sterolotek /rys. 20/. Mechanizm ten zbudowany jest z przekaźnika strumieniowego, cylindra powietrznego i potencjometru. Przekaznik strumieniowy składa się z dyszy powietrznej umieszczonej w polu magnetycznym dwóch elektromagnesów. W zależności od polaryzacji sygnału sterującego, dysza powietrzna kieruje strumień powietrza do jednej lub drugiej części cylindra, który za pomocą układu dźwigni wychyla sterolotki. Pomiędzy mechanizmem sterowym a wzmacniaczem toru sterowego jest ustanowione ujemne sprzężenie zwrotne powodujące zmniejszanie sygnału sterującego w miarę odpracowywania zadanej wielkości. Napięcie ujemnego sprzężenia zwrotnego jest sumą dwóch napięć tj. napięcia z potencjometru mechani-

#### 4.6. Zapalnik radiowy

Radiozapalnik /RZ/ jest przeznaczony do bezkontaktowego zainicjowania wybuchu ładunku bojowego /LB/ rakiety w tym momencie, kiedy jest zapewnione maksymalne rażenie celu odłamkami.

Radiozapalnik składa się z takich zasadniczych elementów, jak: nadajnik z anteną nadawczą, odbiornik, dwie pary anten odbiorczych, układ wykonawczy, układ przeciwzakłócający, przełącznik punktów inicjowania oraz mechanizm zabezpieczający wykonawczy /MZW/. Nadajnik jest przeznaczony do generowania impulsów sondujących i wypromieniowania ich przez antenę nadawczą w przestrzeń. Antena nadawcza ma charakterystykę w kształcie wydrażonego stożka /rys. 22/. Kąt nachylenia charakterystyki, w stosunku do osi rakiety, wynosi  $71,5^{\circ}$ , a jej szerokość jest  $20^{\circ}$ . Anteny odbiorcze są przeznaczone do odbioru energii elektromagnetycznej odbitej od celu. Cztery anteny odbiorcze pracują parami w zależności od podłączenia ich do odbiornika. Mają one charakterystyki o takim kształcie jak antena nadawcza, lecz dane wymiarowe są nieco inne i wynoszą: kąt nachylenia pierwszej pary wynosi  $69^{\circ}$  a drugiej -  $74^{\circ}$ , szerokość charakterystyk jest w granicach  $7 \pm 8^{\circ}$ . Odbiornik jest przeznaczony do selekcji, wzmacniania oraz przekształcania do pośredniej częstotliwości impulsów WCz odbitych od celu. Układ wykonawczy służy do gromadzenia energii doprowadzonej z odbiornika, oraz do przekazania impulsu do MZW. Składa się on m.in. z lampy tyra -



Rys. 21. Uproszczony schemat blokowy radiozapalnika

obwody elektryczne powodujące wybuch spłonek i uruchomienie mechanizmu zegarowego samolikwidacji. Zostaje zdjęty pierwszy stopień zabezpieczenia RZ. Po rozpoczęciu pracy silnika marszowego, ciśnienie utleniacza uruchamia przekaźnik ciśnieniowy, który swymi stykami doprowadza do MZW napięcie 26 V, gdzie następuje przygotowanie obwodów elektrycznych pomiędzy układem wykonawczym RZ i ładunkiem bojowym. W ten sposób zostaje zdjęty drugi stopień zabezpieczenia RZ. Trzeci stopień zabezpieczenia zostaje zdjęty w 10 s. lotu rakiety, kiedy to za pomocą ciśnienia powietrza, doprowadzonego z odbiornika ciśnienia dynamicznego, zostają odbezpieczone pobudzacze ŁB. Przy odległości pomiędzy celem a rakieta 2400 m przy metodzie PW lub 9000 m przy metodzie TP z SNR jest wydawana jednorazowa komenda K4, której przeznaczenie podano wcześniej. W odległości około 400 m przed celem przy metodzie PW lub 11 s. po starcie rakiety przy metodzie TP, w celu uruchomienia RZ zostaje wydana z SNR jednorazowa komenda K3. Jest to równoznaczne ze zdjęciem ostatniego, czwartego, stopnia zabezpieczenia RZ. Nadajnik generuje impulsy sondujące i przez antenę wypromieniowuje je w przestrzeń. Gdy cel znajdzie się w obszarze promieniowania, to impulsy wypromieniowane ulegną odbiciu i przez anteny odbiorcze zostaną doprowadzone do odbiornika, gdzie podlegają one wzmocnieniu i odpowiedniemu przekształceniu. Kolejnymi impulsami z odbiornika jest stopniowo ładowany kondensator inicjujący układu

Ładunek bojowy składa się z następujących elementów: skorupa, materiał wybuchowy, pobudzacze i pokrywy /przednia i tylna/ z wręgami do zamocowania ładunku w rakiecie. Skorupa jest wykonana ze stali w kształcie cylindrycznym. Na skorupę jest nawinięta taśma metalowa o wymiarach 6x12 mm<sup>x/</sup>, co zwiększa liczbę odłamków. W celu uzyskania z góry założonej liczby odłamków /fragmentacja wymuszona/ zarówno skorupa, jak i taśma mają od wewnątrz wykonane nacięcia rowkowe. Wnętrze skorupy jest wypełnione materiałem wybuchowym. Całość zamknięta jest pokrywami, w których w środkowej części wykonane są gniazda dla pobudzaczy: przedni WDM-5 i tylny WDM-5 A.<sup>xx/</sup> Przez całą długość ŁB w materiale wybuchowym wykonany jest kanał, przez który są przeprowadzone przewody elektryczne i powietrzne do tylnego pobudzacza. Podczas wybuchu odłamki rozlatując się tworzą dookreślony obszar rażenia. Obszar ten ma kształt stożkowy o kącie rozwarcia ok. 20°, w tym obszarze znajduje się podstawowa masa odłamków. W zależności od tego, z którego końca odbywa się detonacja ŁB obszar rażenia pochyla się o 5-6° do przodu lub do tyłu. Taki sposób regulacji kąta

---

x/ ŁB rakiety W-750 W nie ma tej taśmy, ma ją natomiast ŁB rakiety W-750 WM lecz o wym. 5x5 mm.

xx/ ŁB rakiety W-750 W jest wyposażony w jeden pobudzacze umieszczony w centralnym kanale ŁB i zajmujący całą jego długość. Detonacja pobudzacza odbywa się jednocześnie z obu końców. ŁB rakiety W-750 WM ma podobny pobudzacze, z tym że detonacja zachodzi od środka.

niu impulsu elektrycznego z RZ do pobudzacza kolejno wybuchają: elektrodetonatory, łączniki prochu, detonator i od niego ładunek bojowy.

#### 4.8. Aparatura powietrzna

Aparatura powietrzna rakiety jest przeznaczona do przechowywania zapasu suchego sprężonego powietrza, które po odpowiedniej redukcji do ciśnienia roboczego jest wykorzystywane do: 50 atm. - regulatora siły ciągu silnika marszowego oraz do chowania osłony odbiornika ciśnienia dynamicznego<sup>x/</sup>; 10 atm. - zasilania mechanizmów sterowych autopiłota i wyciskania z ampulek elektrolitu w baterii pokładowej; 5,5 atm. - wytłaczania utleniacza ze zbiornika; 3,5 atm. - wytłaczania paliwa ze zbiornika.

W skład aparatury powietrznej wchodzi: zbiornik kulisty, pirozawór zamykający zbiornik, reduktory, przewody i inne elementy. Pojemność zbiornika powietrza wynosi 23,2 l. Zbiornik można napełnić, w zależności od temperatury otoczenia, do ciśnienia od 260 ± 350 atm. Po zmniejszeniu się ciśnienia w zbiorniku do 70 atm. zostaje odcięty dopływ powietrza do zbiorników paliwa i utleniacza. pozostały zapas jest wykorzystywany wyłącznie do sterowania rakiety.

---

x/ W rakiecie W-750 W /WM/ zamiast chowania osłony wysuwa się do przodu odbiornik ciśnienia dynamicznego. W tej rakiecie nie ma regulatora siły ciągu.

#### 4.10. Działanie rakiety podczas startu i lotu

Przed startem, raketę ustawioną na wyrzutni włącza się na "przygotowanie". Polega to na doprowadzeniu do niej odpowiednich napięć zasilających poszczególne urządzenia, rozkręceniu żyroskopów autopilota itp. Po dwóch minutach raketa osiąga gotowość do startu. Czas przebywania rakiety na przygotowaniu wynosi 25 min., po czym przechodzi ona automatycznie na 20 min. odpoczynek. Za pomocą specjalnego układu sygnalizacji operator kontroluje sprawność obwodów elektrycznych: RZ, MZW, pobudzaczy ŁB, pironabojów i żyroskopu swobodnego AP. Po naciśnięciu przycisku "start" z naziemnego źródła jest doprowadzany prąd do pirozaworu rozruchowego, po zadziałaniu którego zostaje otwarty zbiornik z powietrzem. Po odpowiedniej redukcji ciśnienie powietrza powoduje: schowanie do wewnątrz osłony odbiornika ciśnienia dynamicznego / rurki Pitota / i przygotowanie akumulatora do pracy oraz dopływ pod zawory przeponowe zbiorników paliwa i utleniacza i tam zatrzymuje się. Z chwilą rozpoczęcia pracy akumulatora i przetwornicy następuje odłączenie zasilania naziemnego i przejście na zasilanie pokładowe, po czym zostaje odblokowany żyroskop swobodny w AP. Poprzez styki odblokowania napięcie 26 V dopływa do pironabojów silnika startowego, który rozpoczyna pracę i raketa gwałtownie schodzi z wyrzutni. Gazy prochowe z silnika startowego dochodzą do zamkniętego pirozaworu gazowego i za -  
trzymują się na nim. Część gazów dochodzi bezpoś -

działanie RZ jest do odległości 60 m od celu. Przy większej odległości RZ nie zadziała, w tym przypadku rozerwanie rakiety nastąpi od mechanizmu samolikwidacji po około 80 s. lotu. W czasie strzelania do celów nisko lecących przed samolikwidacją rakietą przez 7 s. otrzymuje komendy o wartości maksymalnej do góry i tam zostaje rozerwana.

#### 4.11. Przeciwlotnicza rakietą kierowana W-755 SU

Rakietą W-755 SU w stosunku do rakiety W-755 różni się następującymi cechami: przyspieszonym cyklem przygotowania do startu; zwiększoną możliwością strzelania do celów nisko lecących oraz zwiększeniem skuteczności strzelania przy niewielkich prędkościach względnym zbliżania rakiety i celu. Przyspieszony cykl przygotowania rakiety do startu uzyskano przez zmodernizowanie aparatury pokładowej i wyposażenia elektrycznego rakiety oraz automatycznych urządzeń startowych wyrzutni. W wyniku tego czas przygotowania rakiety do startu został skrócony z 2 min. do 20 s. Problem skrócenia czasu przygotowania technicznie rozwiązano w ten sposób, że do żyroskopów i do obwodów żarzenia lamp wzmacniaczy kanału sterowego autopilota doprowadzono zwiększone napięcia /50 V i 9 V zamiast 36 V i 6,3V/.

Zwiększenie możliwości ostrzelania celów nisko lecących uzyskano przez zamontowanie uniwersalnego urządzenia selekcyjnego /USU/, pracującego łącznie z radiozapalnikiem rakiety. Urządzenie to powoduje skrócenie zasięgu działania RZ i tym samym

dza do podłoża specjalnymi ostrogami. Doprowadze - nie wyrzutni do położenia marszowego polega głów - nie na dołączeniu podwozia, podniesieniu odrzutni - ka gazów, zamocowaniu części wahliwej i przykry - ciu pokrowcem. Płaszczyzna pod wyrzutnię powinna być wyrównana z dokładnością  $1,5^{\circ}$ .

Zasadnicze charakterystyki taktyczno-techni - czne przedstawiono w tabeli nr 7.

Tabela nr 7

Lp.	Wyszczególnienie	SM-90	SM-63
1	Ciężar wyrzutni w położeniu marszowym /kg/	14200	12300
2	Ciężar - " - " - bojowym /kg/	11100	8400
3	Kąt skrętu przedniego podwozia	$\pm 40^{\circ}$	$\pm 40^{\circ}$
4	Długość wyrzutni /mm/	10200	10000
5	Wysokość w położeniu marszowym /mm/	3800	3750
6	Szerokość - " - " - /mm/	2675	2640
7	Minimalny promień skrętu z ciągnikiem /mm/	8300	8300
8	Kąt ustawienia belki wyrzutni do ładowania rakiety /kąt ładowania wyrzutni/	$1^{\circ}30'$	$1^{\circ}30'$
9	Kąt odchylenia /łamania/ belki podczas startu rakiety	$3^{\circ}25'$	$3^{\circ}25'$
10	Graniczne kąty wychylenia w płaszczyźnie pionowej	$0^{\circ} \pm 75^{\circ}$	$1^{\circ} \pm 75^{\circ}$
11	Kąty obrotu wyrzutni w płaszczyźnie poziomej	bez ograniczeń	
12	Prędkość naprowadzenia w płaszczyźnie pionowej	$2,3^{\circ}/s$	$3^{\circ}/s$
13	Prędkość naprowadzenia w płaszczyźnie poziomej	$7^{\circ}/s$	$9,5^{\circ}/s$

nie wyrzutni. Funkcjonalnie dzielą się one na: elementy wykonawcze napędu wyrzutni /silniki elektryczne sprzężone z reduktorami/; elektryczne napędy nadążne /łącza selsynowe, wzmacniacze, sprzężenia zwrotne/ i elementy układu sterowania startem /patrz p. 5.2./. Korpus dzieli się na dwie skrzynie: w lewej umieszczone są urządzenia służące do napędu wyrzutni w płaszczyźnie poziomej, a w prawej - w płaszczyźnie pionowej. Odrzutnik gazów chroni podłoże przed strumieniem gazów silnika startowego. Jest wykonany z blachy stalowej w postaci grzebienia rozdzielającego gazy. Zamocowany jest zawiasowo i podczas startu rakiety, pod naporem gazów opiera się on piętą o ziemię. W położeniu marszowym odrzutnik jest podnoszony do góry i utrzymywany na ściągaczach.

Dwa odciążacze sprężynowe są przeznaczone do kompensowania ciężaru rakiety ustawionej na części wahliwej, tym samym odciążają one pracę napędów.

Wyrzutnia ma dwa rodzaje napędu: ręczny i elektryczny. Po włączeniu napędu ręcznego napęd elektryczny jest wyłączony. Działanie napędów elektrycznych w obu płaszczyznach jest jednakowe.

Uproszczony schemat blokowy napędu nadążnego wyrzutni w jednej płaszczyźnie przedstawiono na rysunku 23.

Wyrzutnia może być uruchamiana i zdalnie sterowana z kabiny UW lub od nadajników miejscowych na wyrzutni. Po włączeniu w kabinie UW komendy "przygotowanie" na wyrzutni jest uruchomiona prze-

elektrycznego silnika wykonawczego, który sprzężony z reduktorem obraca część obrotową /lub część wahliwą/ wyrzutni. Pomędzy selsynami odbiorczymi i reduktorami jest ustanowione sztywne sprzężenie zwrotne, dzięki czemu w miarę odpracowywania przez wyrzutnię zadanego kąta, różnica kątowa pomiędzy selsynami nadawczymi i odbiorczymi jest stopniowo niwelowana. Po odpracowaniu całej zadanej wielkości sygnał błędu będzie równy zero i wyrzutnia zatrzyma się. Działanie napędów od miejscowych nadajników jest analogiczne z tym, że w miejsce nadajników kabiny zostają podłączone nadajniki miejscowe.

## 5.2. Układ sterowania startem /USS/

Układ sterowania startem jest przeznaczony do automatycznego i zdalnego sterowania cyklem przygotowania do startu oraz startem rakiet. USS zapewnia: jednoczesne przygotowanie do startu 1,3 lub 6 rakiet; niezależny start 3 rakiet z odstępem czasowym minimum co 6 s. /w każdym kanale po jednej rakiecie/; automatyczne przerwanie obwodów startu w przypadku niesprawności rakiety; automatyczne zdjęcie rakiety z przygotowania po 25 min.; kontrolę sprawności środków pirotechnicznych rakiety przed startem oraz ogrzewanie baterii pokładowych rakiet będących na wyrzutniach i STZ przy temperaturze poniżej  $-25^{\circ}\text{C}$ .

Najważniejszymi elementami USS w kabynie UW są: blok sygnalizacji i pulpit operatora przygotowania

Przed włączeniem przygotowania operator sprawdza przełącznikiem sprawność obwodów elektrycznych pionaboi i radiozapalnika, gdy obwody te są sprawne to zaświeci się żarówka "PP i RZ sprawne". Włączenie rakiety na przygotowanie odbywa się przyciskiem "przygotowanie" a zdjęcie jej z przygotowania przyciskiem "zmiana". Na trzy minuty przed zakończeniem okresu przygotowania zapala się lampka "Uwaga 22 min.", lampka "synchronizacja" sygnalizuje uzgodnione położenie anten i wyrzutni. W przypadku gdy wyrzutnia jest skierowana na kabinę PW to automatycznie zostaje do niej przerwane zasilanie i start rakiety nie nastąpi, co jest sygnalizowane lampką "strefa zakazu".

### 5.3. Samochód transportowo-załadowczy

Samochód transportowo-załadowczy /STZ/ jest przeznaczony do transportu rakiety i jednej dozy utleniacza ze stanowiska technicznego na stanowisko startowe, napełnienia rakiety utleniaczem oraz do załadowania /rozładowania/ rakiety na wyrzutnię.

Zasadnicze charakterystyki taktyczno-techniczne STZ przedstawiono w tabeli nr 8.

STZ składa się z ciągnika siodłowego typu ZIL-157 i naczepy PR-11 B<sup>x</sup>/ . Elementami zasadniczymi naczepy są: układ jezdny, belka obrotowa,

x/ W zestawie SA-75 M są naczepy typu PR-11A, które są bardzo podobne do PR-11 B i różnią się nieznacznie charakterystykami taktyczno-technicznymi /patrz tabela nr 8/.

niacz jest przetłaczany do zbiornika rakiety /lub wytłaczany z niego/ za pomocą sprężonego powietrza o ciśnieniu roboczym 2,8 atm. Na małych odległościach można przewozić rakiety napełniane utleniaczem na stanowisku technicznym, wówczas nie wykorzystuje się układu napełniania STZ.

W celu przeładowania rakiety na wyrzutnię STZ wjeżdża na specjalne mostki i ustawia się pod kątem  $90^{\circ}$  do wyrzutni. Po odmocowaniu ściązaczy i odblokowaniu belki raketę wraz z belką obraca się ręcznie o kąt  $90^{\circ}$  na przedłużeniu wysięgnika wyrzutni. Obracając korbą reduktora w początkowym momencie następuje połączenie belki STZ z wysięgnikiem wyrzutni za pomocą specjalnego nurnika. Dalejsze pokręcanie korbą powoduje napęd wózka i przesuwanie rakiety z STZ na wyrzutnię. Czas przeładowania rakiety nie przekracza 1,5 min.

#### 5.4. Pojazd PS - 6 R

Pojazd samochodowy PS-6 R jest przeznaczony do przewozu do sześciu rakiet typu 11 D i 20 D / w dwóch warstwach po 3 sztuki/. Rakiety można przewozić bez opakowania, przy czym oba stopnie są połączone, natomiast komplety skrzydeł i stateczników są odłączone i przewożone w czterech typowych opakowaniach i skrzyniach naczepy. Pojazd może być wykorzystywany w charakterze ruchomego magazynu, umożliwiającą przechowywanie rakiet w warunkach pomieszczeń stałych i polowych. Po zdemontowaniu oprzyrządowania naczepa może być wykorzystana do

lin ze ściągaczami, które umożliwiają odpowiednie rozmieszczenie i zamocowanie ładunku. W skład tego oprzyrządowania zalicza się także pokrowiec naczepy i pałaki z olinowaniem podtrzymujące pokrowiec. Bardziej dokładny opis pojazdu PS-6 R czytelnik znajdzie w wydawnictwie OPK pt. "Opis techniczny i eksploatacja pojazdu PS-6 R", nr bibl. ASG-014462.

x x x

Przeciwlotniczy zestaw rakietowy S-75 M "WOLCHOW" został skonstruowany na początku lat sześćdziesiątych jako udoskonalona wersja zestawu SA-75M. Pomimo, że od czasu jego powstania upłynęło wiele lat i w tej dziedzinie znalazły zastosowanie nowe osiągnięcia techniczne, to w dalszym ciągu zestaw ten stanowi groźną broń przeciw ŚNP. Aby przeciwstawić się nowym, mającym wyższe parametry ŚNP, przeciwlotnicze zestawy rakietowe w ostatnich latach poddano poważnej modernizacji, w wyniku czego ich właściwości ogniowe uległy znacznej poprawie. Proces ten trwa nadal i z biegiem czasu ich parametry mogą być nieco inne niż w tym skrypcie.

OPRACOWAŁ:

ppłk Ryszard PARADOWSKI

Wyk. w 50 egz.

Egz. nr 1-50-bibl.gł.OZS

Wyk. ppłk Paradowski

Druk JD, dn. 24.10.75 r.

nr ks. 0648/01811/WW.

Kor. H.S.