

**10 stycznia 2014 r. służba prasowa Ministerstwa Obrony Republiki Białorusi poinformowała o włączeniu do systemu wczesnego ostrzegania sił zbrojnych państwa nowej, dwuwspółrzędnej ostrzegawczej stacji radiolokacyjnej własnej konstrukcji i produkcji – Wostok-D.**

**MIROSLAV GYÜRÖSI**

**CZĘŚĆ 1**

**P**ierwszy zestaw nowego radaru pracującego w paśmie metrowym trafił do 2288. samodzielnego batalionu radiotechnicznego 5. Ośrodka Naprowadzania Lotnictwa 49. Brygady Radiotechnicznej Sił Powietrznych i Wojsk Obrony Przeciwlotniczej Sił Zbrojnych Republiki Białorusi, który rozlokowany jest na terenie bazy lotniczej Maczuliszcz, kilka kilometrów na południe od Mińska. Droga do uzyskania zdolności do produkcji seryjnej nowych typów stacji radiolokacyjnych w Białorusi

gdy na mocy uchwały Rady Ministrów ZSRS, w Instytucie Naukowo-Badawczym Środków Automatyki (NIISA) w Mińsku utworzono oddział mający specjalizować się w rozpoznaniu radiolokacyjnym. W 1982 r. oddział przekształcono w Specjalne Biuro Techniczne (OTB, Osoboje tiechniczeskoe biuro). Kolejna reorganizacja, związana z rozwojem przedsiębiorstwa i jego kompetencji, miała miejsce w 1989 r., gdy powstało Specjalne Biuro Konstrukcyjne Kamerton (SKB Kamierton). KB Radar powstało w 2006 r., gdy w ramach dalszych przekształceń SKB Kamierton, wydzielono z jego struktury Przedsiębiorstwo Naukowo-Produkcyjne KB Radar (Naučno-proizvodstwiennoje unitarnoje priedprijatje Konstruktorskoje biuro Radar). Firma została zarejestrowana 9 marca 2006 r., a jej specjalnością są prace naukowo-badawcze i konstrukcyjne w dziedzinie radiolokacji i rozpoznania radiotechnicznego oraz walki radioelektronicznej, a także produkcja różnorodnych urządzeń radiolokacyjnych. W dniu 30 grudnia 2010 r. firmę przekształcono w spółkę akcyjną, a jej

modzielnego opracowywania i produkcji nowoczesnych urządzeń radiolokacyjnych i systemów radioelektronicznych. Elementem tego ambitnego programu był projekt rozwoju rodziny nowoczesnych wielofunkcyjnych stacji radiolokacyjnych o jak najprostszej konstrukcji, a tym samym niskich kosztach akwizycji i eksploatacji. Celem było zastąpienie stacji radiolokacyjnych sowieckiej konstrukcji i produkcji nadal znajdujących się w służbie w Siłach Zbrojnych Republiki Białorusi. Pierwszą stacją radiolokacyjną, której opracowania podjęli się specjaliści KB Radar był dwuwspółrzędny radar ostrzegawczy

# DWUWSPÓŁRZĘDNA OSTRZEGAWCZA STACJA RADIOLOKACYJNA WOSTOK-D

nie była bynajmniej prosta i przybliżając ją należy cofnąć się do czasów istnienia Związku Sowieckiego. Umiejętność samodzielnego opracowania i uruchomienia produkcji seryjnej nowoczesnych stacji radiolokacyjnych przez białoruski przemysł obronny to niezwykle istotny czynnik z punktu widzenia zdolności obronnych kraju, a zarazem ważny impuls gospodarczy. Białoruś, po Rosji i Ukrainie, stała się trzecim krajem byłego ZSRS, który opanował taką zdolność. Twórcą radaru jest spółka akcyjna KB Radar – od 17 października 2011 r. będąca spółką wiodącą holdingu Sistiemy radiolokacji. Historia KB Radar bierze swój początek od kwietnia 1974 r.,

nazwę zmieniono na OAO KB Radar (Otkrytoje akcioniernoje obszcziestwo KB Radar).

**OKOLICZNOŚCI POWSTANIA**

Pierwsza część artykułu o wprowadzeniu do służby stacji radiolokacyjnej Wostok-D przybliży okoliczności jej opracowania i omawia pierwszy etap prac badawczo-rozwojowych, który zakończył się opracowaniem demonstratora technologii (pierwszego prototypu) – Wostok.

Jeszcze na początku XXI wieku rząd Republiki Białorusi i dowództwo jej sił zbrojnych podjęły decyzję o konieczności uzyskania zdolności do sa-

pracujący w paśmie fal metrowych. Wybór tego kierunku nie był bynajmniej przypadkowy. Przyczyniły się do tego relatywna prostota konstrukcji, a tym samym akceptowalny koszt, a także renesans radarów metrowych, które stały się niezwykle skutecznym środkiem wykrywania celów powietrznych na współczesnym polu walki, również takich o obniżonej wykrywalności („stealth”).

Pierwszym krokiem na drodze do uruchomienia seryjnej produkcji białoruskiej stacji radiolokacyjnej było powstanie jej demonstratora technologii, który nazwany został Wostok (wschód). Był on opracowywany od 2004 r., jeszcze siłami SKB

▼ Drugi prototyp stacji, oznaczony *Wostok-D*, podczas prób poligonowych.



Kamierton. Jednym z najpoważniejszych problemów było zapewnienie programowi finansowania. Rozwiązano go jednak dzięki zawarciu kontraktu badawczo-rozwojowego z potencjalnym kontrahentem – jednym z krajów Azji Południowo-Wschodniej, który partycypował w kosztach prac. Głównymi celami przyświecającymi twórcom demonstratora było sprawdzenie w praktyce nowej, innowacyjnej jednostki antenowej, a także innych rozwiązań zastosowanych w systemach i podsystemach urządzenia, jak również kontynuacja prac nad oprogramowaniem do przetwarzania informacji radiolokacyjnej.

Premierowa publiczna prezentacja nowej, mobilnej, półprzewodnikowej, cyfrowej stacji radiolokacyjnej białoruskiej konstrukcji

– na razie w postaci plakatów i prospektów – miała miejsce podczas wystawy uzbrojenia i wyposażenia wojsk lądowych IDELF'2006 w Moskwie. Tu stacja *Wostok* prezentowana była już „w barwach” KB Radar.

### NOWY RADAR PÓŁPRZEWODNIKOWY

Jak już wspomniano, stacja radiolokacyjna *Wostok* jest przenośnym urządzeniem, wykorzystującym półprzewodnikową bazę elementową i cyfrową obróbkę sygnału, pracującym w zakresie metrowym. Jest ona przeznaczona do wykrywania i śledzenia obiektów powietrznych oraz automatycznego przekazywania ujednoliconej informacji radiolokacyjnej do systemu obrony powietrznej. Stacja jest urządzeniem dwuwspółrzędnym: określa odległość, azymut i prędkość kątową celów. Urządzenie może pracować

autonomicznie lub w zestawie środków automatyzacji KSA (Kompleks sriedstw awtomatizacji).

Konstrukcja i wszystkie rozwiązania zastosowane w stacji oraz technologie niezbędne do uruchomienia jej produkcji powstały na Białorusi, a KB Radar dysponuje również prawami autorskimi do tego wyrobu, chociaż wymagania dla stacji zostały sformułowane przez kontrahenta, także cykl rozwoju pierwszego prototypu (demonstratora technologii) oraz prace nad nowymi technologiami i rozwiązaniami technicznymi zostały zrealizowane przy jego finansowym udziale. Prototyp w latach 2005 i 2006 przeszedł próby wojskowe na terytorium zamawiającego.

Stacja radiolokacyjna *Wostok* realizuje następujące zadania:

– wykrywanie celów powietrznych na dużych odległościach i określanie ich parametrów prze-

▼ Pierwszy prototyp (demonstrator) radaru *Wostok* podczas prób na terenie potencjalnego kontrahenta. Po prawej widoczny jest pojazd antenowy, po lewej samochód z kabiną mieszczącą agregat prądotwórczy i zautomatyzowane stanowiska operatorskie.



► Pierwszy prototyp radaru *Wostok* podczas prób. Na drugim planie widoczny pojazd antenowy radaru P-18, z którym *Wostok* był porównywany.



strzennych – odległości skośnej, azymutu i prędkości kątowej;

- okraślenie przynależności państwowej celów powietrznych we współpracy z naziemnym interrogatorem systemu „swój – obcy”;
- okraślanie azymutu źródeł zakłóceń szumowych.

Według producenta, stację cechuje bardzo wysoka odporność na zakłócenia naturalne i elektromagnetyczne.

Wysoką mobilność uzyskano dzięki rozmieszczeniu aparatury na terenowym samochodzie ciężarowym rodziny MAZ-631705, przy czym możliwe jest zaadaptowanie praktycznie dowolnego podwozia o podobnej nośności na bazie wymagań zamawiającego.

Proces analizy sytuacji radiolokacyjnej przebiega w pełni automatycznie, a w sektorach silnie zakłóconych możliwe jest automatyczne określanie koordynat celów przy udziale operatora.

W skład radaru wchodzi pojazd aparaturowo-antenowy, wynośne zautomatyzowane stanowisko operatorskie i agregat prądowładczy z generatorem dieslowskim. System antenowy i aparatura stacji zostały umieszczone na tym samym nośniku samochodowym. Wynośne zautomatyzowane stanowisko robocze (integrujące także pulpitem sterowania stacją) może być umieszczone w odległości do 500 m od samochodu z aparaturowo-antenowego. Radar *Wostok* dysponuje jeszcze dwoma stanowiskami operatorskimi, które w przypadku zaprezentowanego na fotografiach prototypu rozmieszczono w jednej połowie kontenera na podwoziu samochodu terenowego Kamaz 6x6, druga część kontenera mieści agregat prądowładczy. Jedno stanowisko zobrazowuje pierwotną sytu-

ację radiolokacyjną, a drugie ujednoliconą. W celu uzyskania odpowiedniej charakterystyki antenowej w płaszczyznach pionowej i poziomej zastosowano aktywny system antenowy na bazie tzw. elementów Charczenki. Elementy promieniujące to 28 specjalnie ukształtowanych dipoli rozmieszczonych na jednostce antenowej składającej się z pięciu części.

Radar został wyposażony w system topodowiązania, wbudowany system kontrolny i imitator sygnałów, wykorzystywany podczas strojenia i szkolenia.

Standardem dla takich stacji są bardzo szczegółowe wymagania dla stanowiska, by zapewniło właściwe warunki pracy radaru. Aby zapewnić optymalne charakterystyki wykrywania obiektów

powietrznych pozycja radaru musi odpowiadać następującym wymaganiom:

- płaski obszar o średnicy co najmniej 1000 m;
- dopuszcza się obecność pojedynczych nierówności terenu, których wysokość (głębokość) nie przekracza:

- a) 1 m w odległości do 100 m od zespołu antenowego;
- b) 2 m w odległości od 100 do 500 m;
- c) 3 m w odległości od 500 do 1000 m;

- kąty zakrycia pozycji nie mogą być większe niż 15°.

Radar musi być zatem oddalony o co najmniej 3 km od obszarów zwartej zabudowy oraz zamieszkania, konstrukcji żelazobetonowych, masywów leśnych i o minimum 2,5 km od linii łączności



▼ Pierwszy prototyp stacji radiolokacyjnej *Wostok* ze złożonym zespołem antenowym AS-14.

przewodowej i sieci energetycznej wysokiego napięcia.

Najefektywniejsze jest ustawienie radaru na stanowiskach w pobliżu akwenów wodnych lub na płaskim terenie o nachyleniu nie większym niż 1°...3°. Tam gdzie nie jest możliwe zapewnienie takich warunków w promieniu 360° od anteny, dopuszczalny jest wybór takiej pozycji, gdzie te wymagania są spełnione w sektorach odpowiedzialności.

Charakterystykę roboczą stacji *Wostok* w płaszczyźnie pionowej charakteryzują takie parametry:

- maksymalna szerokość wiązki – 30°;
- minimalna szerokość wiązki – od 10' do 15';
- górna granica wysokości śledzenia celu powietrznego bez prawdopodobieństwa jego straty wynosi 45 km dla celu powietrznego o SPO = 1 m<sup>2</sup>.

Radar *Wostok*, w trybie pracy automatycznej, może podczas jednego obrotu anteny trwającego 10 sekund (prędkość obrotu 6 obr./min) opracować trasy co najmniej 120 celów. W ręcznym trybie pracy operator może podać koordynaty płaskie z dokładnością do 10 minut kątowych.

Dokładność określania koordynat pojedynczego celu wynosi: w odległości ±25 m, w azymucie ±1°, prędkości kątowej ±5 m/s. Rozdzielczość przestrzenna stacji w odległości wynosi 200 m, w azymucie (na średniej częstotliwości nośnej) 5,5°, zaś w prędkości kątowej 10,6 m/s.

Stacja radiolokacyjna *Wostok* dysponuje wbudowaną aparaturą ochrony przed aktywnymi, pasywnymi i niesynchronicznymi zakłóceniami impulsowymi.



▲ Zespół antenowy AS-14M drugiego prototypu radaru – *Wostok-D* (po lewej) i zbliżenie na zespoły dipoli jednostki antenowej AS-14M (po prawej).

i możliwość przełączenia radaru na jedną z 50 predefiniowanych częstotliwości nośnych (czas przełączeń 3 μs). Stacja może określić położenie źródła zakłóceń aktywnych (SPO=10 m<sup>2</sup>, D=100 km) przy gęstości spektralnej zakłóceń równej 1,3 W/MHz.

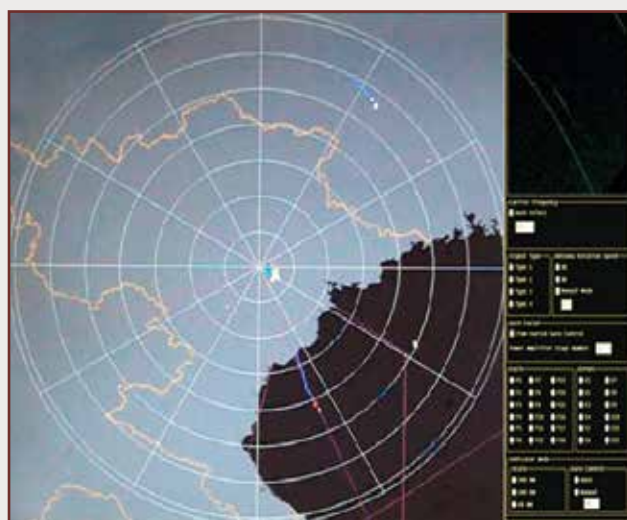
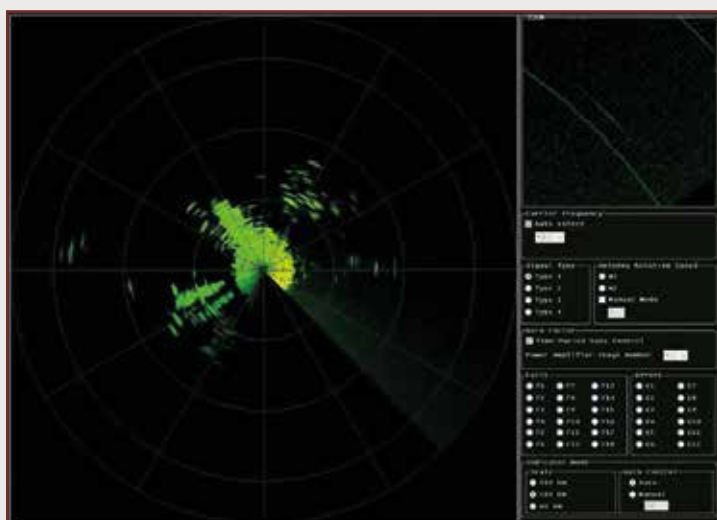
Ochrona przed zakłóceniami pasywnymi i niesynchronicznymi impulsowymi, realizowana jest na drodze optymalizacji procesu opracowania

kaskadowe umieszczono w aktywnym systemie antenowym. Minimalna moc wzmacniacza w impulsie wynosi 14 kW, a czas trwania impulsu – 127 μs.

Częstotliwość powtarzania impulsów wynosi:

- 400 Hz – dla zakresu obserwacji 400 km,
- 800 Hz – dla zakresu obserwacji 200 km.

Mobilność stacji radiolokacyjnej jest określana poprzez jej zdolność do przemieszczenia się na



▲ Dwa formaty zobrazowania informacji radiolokacyjnej, zarejestrowane podczas prób pierwszego prototypu radaru *Wostok*. Po lewej widoczna jest sytuacja pierwotna, po prawej ujednolicona.

Zwiększenie odporności na zakłócenia elektroniczne realizowane jest przez użycie odbiornika o dużej dynamice, cyfrowego układu obróbki sygnałów, obejmującego: autokompensator aktywnych zakłóceń szumowych, filtr kompresyjny, system selekcji celów ruchomych, koherentny integrator, mapę zakłóceń i automatyczny system detekcji zakłóceń.

Ochronę przed zakłóceniami aktywnymi zapewnia trzykanałowy autokompensator zakłóceń

sygnałów z wykorzystaniem koherentnego integratora.

Stacja dysponuje dwoma zakresami zobrazowania informacji radiolokacyjnej – 200 i 400 km.

Nadajnik został skonstruowany na bazie generatora z niezależnym wzmacniaczem mocy i formuje sygnał sondujący podobny do szumowego na jednej z 50 częstotliwości nośnych w paśmie 150-200 MHz. Tranzystorowe wyjściowe wzmacniacze

nową pozycję, warunki transportu, czas rozwinięcia i przygotowania do pracy bojowej.

Przejęcie stacji radiolokacyjnej *Wostok* z położenia marszowego do bojowego może być realizowane w trybie półautomatycznym, za pomocą głównego lub wynośnego pulpitu sterowania, przez trzysobową zmianę bojową:

- w pierwszym etapie obsługa włącza agregat prądowłczy, pompę systemu hydraulicznego

➤ Drugi prototyp – *Wostok-D* – podczas zimowych prób na terytorium Białorusi. Opis tej stacji znajdzie się w drugiej części artykułu.



## Porównanie podstawowych charakterystyk taktyczno-technicznych stacji radiolokacyjnych P-18 i *Wostok*

Parametr	Stacja radiolokacyjna	
	P-18	<i>Wostok</i>
Określone parametry celu	odległość azymut	odległość azymut prędkość kątowna
Ilość częstotliwości nośnych	4	50
Czas przełączenia częstotliwości nośnej	3–5 s	3 μs
Odległość wykrycia celu powietrznego z prawdopodobieństwem 0,9 przy jednym fałszywym alarmie w czasie cyklu przeszukiwania, w warunkach zastosowania aktywnych zakłóceń szumowych (ekwiwalent gęstości spektralnej aktywnych zakłóceń szumowych z uwzględnieniem współczynnika wzmocnienia anteny 500 W/MHz, odległość źródła zakłóceń 500 km) na wysokości 10 000 m:		
– bombowiec strategiczny B-52	43 km	255 km
– samolot myśliwski F-16	23 km	133 km
– samolot uderzeniowy F-117A	12 km	72 km
Liczba tłumionych zakłóconych sektorów	–	3
Współczynnik tłumienia aktywnych zakłóceń szumowych przy odstępie sygnał/szum 25...40 dB	0	23...35 dB
Współczynnik tłumienia odbić od obiektów naziemnych	min. 20 dB	min. 30...40 dB
Współczynnik tłumienia odbić od obłoków dipoli	20 dB	25...30 dB
Stefa działania układów ochrony przed zakłóceniami pasywnymi	0...255 km	0...360 km
Współczynnik tłumienia niesynchronicznych zakłóceń impulsowych	10 dB	15...18 dB
Równoczesne tłumienie niesynchronicznych zakłóceń i odbić od obiektów naziemnych:		
– odbicia od obiektów naziemnych	10 dB	25...30 dB
– zakłócenia niesynchroniczne	10 dB	15...18 dB
Odległość wykrycia pracy stacji za pomocą środków rozpoznania radiolokacyjnego przeciwnika	min. 1000 km	maks. 203 km
Automatyczna obróbka sytuacji radiolokacyjnej i wyliczanie tras celów	nie	tak
Automatyczne śledzenie źródeł zakłóceń radioelektronicznych	nie	tak
Liczba opracowanych tras celów w czasie 10-sekundowego cyklu obserwacji okrojonej	do 10 (opracowanie informacji wizualnej)	min. 120 (opracowanie automatyczne)

stacji, a potem aktywizuje rozkładanie podpór, które zapewniają dokładne wypoziomowanie pojazdu antenowo-agregatowego (odniesieniem jest wskaźnik położenia stacji w poziomie i w pionie);

- w drugim etapie, za pomocą silnika elektrycznego, rozkłada się płaszczyzna antenowa – najpierw część centralną, potem boczne;
- w trzecim etapie, za pomocą podnośnika hydraulicznego, maszt antenowy jest podnoszony do położenia pionowego.

W razie konieczności możliwe jest dodatkowe podniesienie teleskopowej części masy antenowego. Czas przejścia stacji z położenia marszowego do pracy bojowej nie przekracza 14 minut. Zespół antenowy zapewnia niezakłóconą pracę przy prędkości wiatru do 40 m/s.

Zestaw stacji można transportować na samochodach, ale także koleją, na pokładzie jednostek pływających, a także drogą lotniczą.

Czas włączenia aparatury stacji *Wostok* (do osiągnięcia nominalnych parametrów pracy) wynosi 5 minut, wcześniejsze włączenie obwodów zasilania skracają go do 1 minuty.

Stację radiolokacyjną *Wostok* cechuje, wg deklaracji producenta, wysoka niezawodność – uzyskano wskaźnik awaryjności 1 usterka na 500 h pracy. ■

Fotografie w artykule: KB Radar, Miroslav Gyürösi.

W drugiej części artykułu zostanie opisana seryjna stacja radiolokacyjna *Wostok-D*, znajdują się w niej także informacje o innych pracach KB Radar, m.in. o trójwspółrzędnym radarze *Wostok-3D*, wysokościomierzu radiolokacyjnym *Wostok-W* i trójwspółrzędnym radarze ostrzegawczym pracującym w paśmie centymetrowym *Wostok-3S*.



**ELEKTRONIKA**  
POLSKI HOLDING OBRONNY

## Bezpieczne niebo bezpiecznej Polski.

To nasz priorytet. Jesteśmy liderem budowy narodowego systemu obrony przeciwrakietowej i przeciwlotniczej „Tarcza Polski”. To on zapewni nam wszystkim bezpieczną przyszłość. Nasi żołnierze muszą mieć najlepszy sprzęt, a inżynierowie muszą wykorzystywać swoją wiedzę. Polska musi być bezpieczna.