



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO  
im. generała broni Karola Świerczewskiego

38 74 118

DO UŻYTKU  
SŁUŻBOWEGO

**TAJNE**

Egz. Nr 1

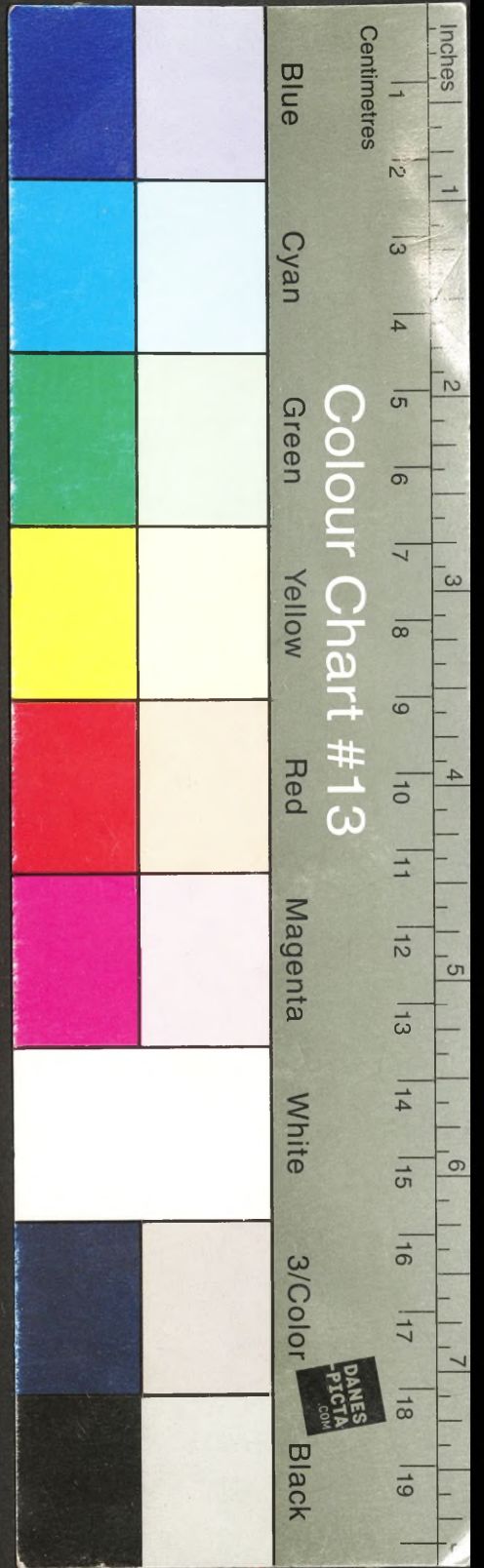
126

SPRAWOZDANIE  
STUDIA NAD ROZWOJEM ROZPOZNANIA  
I MASKOWANIA



ARCHIWUM  
BIBLIOTEKI SZKOLENIOWEJ  
AKADEMII SZTABU GENERALNEGO  
im. gen. broni K. Świerczewskiego

236602



38 74 118

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

DO UŻYTKU  
SŁUŻBOWEGO

**T A J N E**

Egz. Nr ..... 1

1-26

**SPRAWOZDANIE**  
**STUDIA NAD ROZWOJEM ROZPOZNANIA**  
**I MASKOWANIA**



**ARCHIWUM**  
**BIBLIOTEKI SZKOLENIOWEJ**  
**AKADEMII SZTABU GENERALNEGO**  
im. gen. broni K. Świerczewskiego

**236602**

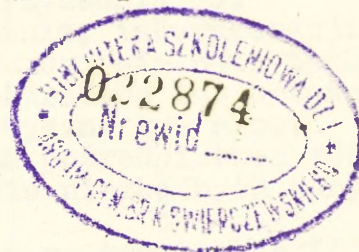
Smell. prot. ROST. /  
Sprawozdanie

Studia nad rozpoznaniem  
i maskowaniem

Zat.	bro. pisma	wch. Nr	DO DZIAŁU SLUŻBOWEGO
Nr	z dnia	8 Listopada	1973

## SPRAWOZDANIE

z realizacji prac w roku 1973



**Temat:** Studia nad opracowaniem nowych metod pozoracji, maskowania i rozpoznania w oparciu o projekty J.W.T.T.

**Kryptonim:** "Magnolia 2"

**Wykonawca:** Ośrodek Badawczy Sprzętu Inżynieryjnego  
**kierujący pracą:** ppłk mgr inż. Wacław Rynkiewicz

### 1. Przebieg realizacji pracy w roku 1973

Prace nad powyższym tematem realizowano w dwóch etapach. W etapie pierwszym zebrano literaturę i informacje dotyczące zagadnień wymienionych w temacie pracy. Zapoznano się ze stanem zaawansowania tego rodzaju prac prowadzonych przez O.B.S.Inż. oraz innych wykonawców na zlecenie Szefostwa Wojsk Inżynieryjnych MON oraz ze sprawozdaniami z konsultacji przeprowadzonych w ZSRR i innych krajach RWPG. Przeprowadzono konsultacje w SWInż. MON, WAT, Politechnice Gdańskiej, Polskich Zakładach Optycznych w Warszawie oraz Ośrodka Badawczo-Rozwojowym Przemysłu Barwników w Łodzi.

W etapie drugim opracowano propozycje prowadzenia prac w latach następnych, które podano w pkt. 3 niniejszego sprawozdania.

Z uwagi na to, że zakres omawianych zagadnień jest bardzo rozległy i nie został dotychczas przedstawiony w ujęciu całościowym, w ramach etapu opracowano skrócony "przegląd aktualnie stosowanych metod i środków maskowania i rozpoznania w zakresie optycznym, termalnym i radiolokacyjnym oraz ich tendencje rozwojowe" /Zał. 1/.

### 2. Aktualne i nowe zagadnienia w zakresie rozpoznania pozoracji i maskowania

We współczesnym rozpoznaniu wykorzystuje się znaczną część widma elektromagnetycznego obejmującą m.in. zakres optyczny, termiczny oraz radiowy /od ok. 200 nm do kilku metrów i więcej/ w przedziałach dobrej przepuszczalności atmosfery i możliwości współczesnej aparatury. Stąd używa się określenia dotyczące rozpoznania w ultrafiolecie, świetle widzialnym lub w podczerwieni bliższej /ujęte pod wspólną nazwą - zakres optyczny/, rozpoznanie w podczerwieni dalszej zwane też jako termiczne lub termalne oraz w zakresie krótszych fal radiowych - rozpoznanie radiolokacyjne. Współczesne maskowanie i pozoracja ma zabezpieczać przed tymi rodzajami rozpoznania.

BIBLIOTEKI SZKOLENIOWEJ  
KADRY SZTABU GENERALNEGO  
ul. gen. brzozińskiego 10

36602

Obecnie dąży się do zwiększenia użytecznego zakresu widma elektromagnetycznego oraz do lepszego wykorzystania go. Prace idą w kierunku automatyzacji uzyskiwania, interpretacji i przekazywania danych z rozpoznania. Wprowadza się nowe techniki rozpoznania takie jak technikę spektralno-strefową lub ostatnio wielospektralną, obejmującą cały zakres optyczny lub nawet nakładanie wzajemne obrazów uzyskiwanych za pośrednictwem różnych technik rozpoznania. Ma to na celu uzyskanie niezbędnych danych dla podejmowania decyzji.

Mało stosunkowo informacji pojawia się na temat obiektów pozornych. Wiadomo, że powinny mieć one w przybliżeniu takie same cechy i własności jak i obiekty rzeczywiste zarówno pod względem gabarytów jak i sposobów oddziaływania na środki rozpoznania. Szersze omówienie tych zagadnień przedstawiono w zał. 1.

Realizacja zadań w zakresie maskowania natrafia na istotne trudności m.in. podczas kontroli poligonowej opracowywanego sprzętu. Dostępne urządzenia rozpoznawcze radiolokacyjne i optyczne nie są najnowocześniejsze i na ogół od dawna nie modernizowane. Przyrządów termalnych nie ma żadnych. Również tego typu urządzeń na ogół nie posiadają instytutów badawczych oraz nie mają możliwości korzystania z takich urządzeń, co ma wpływ na podejmowanie tego typu prac.

W zakresie rozpoznania radiolokacyjnego są możliwości korzystania jedynie z przestarzałych celowników bombowych i niektórych typów stacji artyleryjskich, charakteryzujących się dużymi gabarytami i nienajkorzystniejszymi parametrami. Brak jest małych przenośnych urządzeń radiolokacyjnych oraz stacji o dużej rozróżnialności, eliminacji ech stałych i kilku rodzajach polaryzacji fali.

Z tego wynika, że Wojska Inżynieryjne powinny mieć na wyposażeniu własny radiolokator o małych gabarytach i nowoczesnych parametrach służący do rozpoznania i oceny jakości maskowania.

W zakresie rozpoznania optycznego sytuacja jest względnie korzystna w przypadku noktowizorów czynnych. Posiadane noktowizory, poza znacznym ciężarem, na ogół nie ustępują analogicznym urządzeniom zagranicznym.

W armii USA przechodzą obecnie próby eksploatacyjne, samolotowe urządzenia podczerwone, w których wykorzystuje się podczerwone falowody optyczne. Ze względu na niewspółmiernie wysoki koszt w stosunku do osiągniętych korzyści przypuszcza się, że nie prędko wejdą one na wyposażenie techniki naziemnej.

W zakresie wizualnym stosowane są lornetki oraz aparatura optyczna i fotograficzna.

Przyrządy optyczne stosowane aktualnie do rozpoznania inżynieryjnego również nie są najnowszych typu. Należałoby na miejsce obecnie stosowanych wprowadzić nową aparaturę o mniejszym ciężarze, umożliwiającą obserwację spektralno-strefową oraz w warunkach słabego oświetlenia /świt, zmierzach/. Peryskop obserwacji barwnej - PDO jest ciężki oraz nie przewiduje się wprowadzenia go na wyposażenie wojsk.

Aparatura fotograficzna poza przestarzałym polowym laboratorium fotograficznym /nie ma możliwości prawidłowej obróbki zdjęć podczerwonych i spektralno-strefowych/ nie jest dostosowana do potrzeb rozpoznania inżynierskiego. W zestawach rozpoznawczych zastosowano sprzęt fotograficzny używany w fotografii amatorskiej oraz zawodowej, niedostosowany do warunków polowych. W fotografii wojskowej zaszły duże zmiany polegające na wprowadzeniu "fotografii szybkiej", charakteryzującej się małym czasem ekspozycji zdjęć oraz możliwością prawie natychmiastowego czytania materiałów z przekazaniem danych drogą radiową do ośrodków dyspozycyjnych na znaczne odległości. Ponadto w innych krajach stosuje się złożoną aparaturę do zdjęć spektralno-strefowych lub filmy spektralno-strefowe, osiągając w obu przypadkach podobne efekty. Aparatury takiej u nas brak, a w dodatku są trudności ze zdobyciem pożądaných filmów. Już od dawna odmawiano sprzedaży specjalnych materiałów fotograficznych ze strefy dolarowej, natomiast materiały radzieckie dostarczane są bardzo nieregularnie i w ograniczonym asortymencie, co nie zaspokaja nawet potrzeb w pracach badawczych. Aparatury i materiałów na zakres ultrafioletu nie stosuje się u nas mimo, że takie urządzenia zostały wprowadzone w USA do rozpoznania wojskowego.

Pożądana jest zatem modernizacja istniejącego sprzętu fotograficznego przy uwzględnieniu najnowszych rozwiązań w tej dziedzinie oraz opracowanie lub zapewnienie ciągłych dostaw specjalnych materiałów fotograficznych.

Jest pilna konieczność posiadania urządzenia termalnego do prowadzenia pomiarów i rozpoznania termalnego. W takiej sytuacji, kiedy nie ma nowoczesnego sprzętu rozpoznawczego, który służyłby do kontroli poligonowej, praca nad nowymi środkami i metodami maskowania jest poważnie utrudniona i prowadzona jest w dużym stopniu "na wyczucie".

### 3. Propozycje odnośnie prowadzenia prac w latach następnych

W takich warunkach widzi się potrzebę prowadzenia prac nad nową lub ulepszoną aparaturą, nad nowymi opracowaniami oraz prac badawczych.

Aparatura rozpoznawcza i pomiarowa jaką powinny posiadać na wyposażeniu wojska inżynierskie:

Radiolokator o małych gabarytach i małym ciężarze przeznaczony do prowadzenia rozpoznania inżynierskiego oraz kontroli jakości maskowania. Pożądane dwa zasadnicze urządzenia:

- |                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| - zasięg działania                    | 50-10000 m |
| - dokładność określania współrzędnych | ± 20 m     |
| - ciężar                              | ok. 40 kg  |

Urządzenie termalne do rozpoznania i kontroli maskowania termalnego oraz zdalnego pomiaru temperatury obiektów o następujących danych

- |                    |                         |
|--------------------|-------------------------|
| - zakres działania | od ok. 1000 do 24000 nm |
| - czułość          | ok. 0,01°C              |

Dalmierz laserowy na podczerwień służący do pomiaru odległości oraz wykrywania nagrzanych obiektów oraz ludzi /lub dwa niezależne urządzenia o podobnym przeznaczeniu/.

Aparatura rozpoznawcza na zakres ultrafioletu

Przyrządy optyczne do rozpoznania inżynierskiego przystosowane do obserwacji spektralno-strefowej, zmierniczej i nocnej oraz wykonywania zdjęć panoramowych o zwiększonym formacie i regulowanym powiększeniu. Urządzenia takie zastąpiłyby stosowane dotychczas PIR, PBU i PDF.

Aparatura fotograficzna do wykonywania zdjęć wielospektralnych. W odróżnieniu od przyrządów optycznych, umożliwiających jedynie wykonywanie zdjęć na filmach spektralno-strefowych, byłaby to aparatura wieloobiektywna służąca do wykonywania zdjęć wielospektralnych. Do odczytywania takich zdjęć potrzebna byłaby aparatura densytryczno-spektrofotometryczna oraz chromatoskop tj. rzutnik umożliwiający nakładanie obrazów.

Wzmacniacz światła przeznaczony do prowadzenia obserwacji w warunkach nocnych bez potrzeby użycia źródła światła. Przyrządy takie są stosowane na równi z noktowizorami, głównie jako celowniki strzeleckie.

Kamera telewizyjna o dużej czułości do obserwacji dziennej i nocnej działająca w zakresie widzialnym i podczerwonym.

Polowe laboratorium fotograficzne przystosowane do obróbki zwykłych oraz specjalnych materiałów fotograficznych /widzialno, podczerwone, spektralno-strefowe, o różnych szerokościach filmu/ oraz do bezpośredniego odczytywania filmów.

Dla prowadzenia prac badawczych O.B.S.Inż. powinien posiadać dodatkowo następującą aparaturę:

Stacjonarne laboratorium maskowania i rozpoznania wyposażone w specjalną aparaturę badawczą:

- spektrofotometr Beckmana na zakres widzialny oraz podczerwień potrzebny do prac nad opracowaniem nowych materiałów maskujących oraz do wykonywania charakterystyk tła wyposażony w przystawkę reflektometryczną do badania odbicia światła przez powierzchnie materiałów. Najodpowiedniejszy model - spektrofotometr Beckman BK-2A lub nowszy typ;
- uniwersalny fotometr przeznaczony do kontroli charakterystyk spektralnych w zakresie widzialnym, np. FM-56;
- przyrząd do kontroli detaliczacji makiet /PKR/;
- przyrząd do pomiaru widzialności /M-56/;
- luksemierz przenośny /JU-16/ do wyznaczania transparentności siatek.

## Prace badawcze oraz nowe opracowania

W zakresie prac naukowo-badawczych i konstrukcyjnych istnieją następujące pilne tematy do rozwiązania:

Prace nad poprawieniem struktur powierzchniowych masiek.  
W zagadnieniu tym powinny być uwzględnione nowe metody badania tła terenu i stosowanych masiek, polegające na uwzględnieniu ich własności rozpraszających promieniowanie świetlne. Konieczne byłoby przystosowanie do takich prac istniejącej opratory.

Badania tła terenu w użytecznym przedziale promieniowania elektromagnetycznego /radiolokacyjne, termalne, ultrafioletowe/.  
W wyniku pracy powinno się uzyskać charakterystyki /odbicie i promienienia/ tła terenu i obiektów w w/w przedziałach widma dla potrzeb rozpoznania i maskowania w postaci map oraz katalogów.

Badania przepuszczalności atmosfery dla wyżej wymienionych zakresów promieniowania.

Opracowanie metod "fotografii szybkiej" dostosowanych do potrzeb rozpoznania i maskowania lądolokacyjnego oraz aparatury i materiałów fotograficznych.

Opracowanie techniki rozpoznania oraz maskowania w ultrafiolecie.

Opracowanie dywów maskujących w szerokim przedziale widma /światło widzialne i podczerwień/.

Wznowienie prac nad opracowaniem nowych materiałów radioabsorbencyjnych służących do maskowania radiolokacyjnego sprzętu wojakowego i obiektów.

Opracowanie radiolokacyjnych powłok odbijających na pokrycia makiet sprzętu i obiektów pozornych.

Opracowanie nowych konstrukcji składanych odbijaczy katowych np. z zastosowaniem tkanin metalizowanych i plywek pneumatycznych, charakteryzujących się małym ciężarem i łatwością ustawiania oraz transportu.

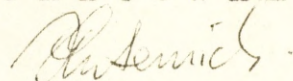
Studia nad zastosowaniem nowych materiałów konstrukcyjnych posiadających równocześnie własności maskujące w szerokim zakresie widma elektromagnetycznego.

Studia i prace badawcze nad pozorację i maskowaniem termalnym.

Opracowania przenośnych makiet sprzętu wojakowego.

Z uwagi na złożoność problemów związanych z maskowaniem w różnych zakresach widna elektromagnetycznego, oraz w związku z brakiem odpowiedniej aparatury, badania w wyżej wymienionym zakresie należy prowadzić w ścisłej kooperacji z pokrewnymi instytutami i wyższymi uczelniami.

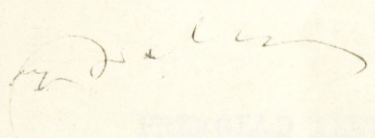
OPRACOWAŁ:



mgr inż. Józef PUŁTERNICKI

KIEROWNIK PRACOWNI MASKOWANIA

KIEROWNIK ZAKŁADU IV

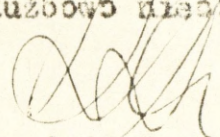


ppłk mgr inż. Wacław RYŃKIEWICZ

Ze sprawozdaniem zapoznali się:

ZASTĘPCA KOMENDANTA O.B.S.INŻ.  
D/S NAUKOWO-BADAWCZYCH  
/służbowo nieobecny/

KOMENDANT OŚRODKA BADAWCZEGO  
SPRZĘTU INŻYNIERYJNEGO



wz płk dr inż. Kazimierz DORENDA

płk mgr inż. Józef DYGDALA

Wykonano w 3-ach egz.

Egz. Nr 1 - a/a

Egz. Nr 2 i 3 - SWInż. MON

Wyk. inż. Pułternicki

Druk. MM

Nr ks.mess. 0976

Dnia 30.10.73 r.

T A J N E

Egz.Nr...

Z A Ł A C Z N I K 1

PRZEGLĄD AKTUALNIE STOSOWANYCH METOD I ŚRODKÓW  
MASKOWANIA I ROZPOZNANIA W ZAKRESIE OPTYCZNYM  
TERMALNYM I RADIOLOKACYJNYM ORAZ ICH TENDENCJE

ROZWOJOWE

SPIS TREŚCI

Str.

1. Rola i możliwości współczesnego rozpoznania
2. Zadania współczesnego maskowania
3. Rozpoznanie radiolokacyjne
4. Maskowanie przeciwradiolokacyjne
5. Rozpoznanie wielospektralne
6. Maskowanie wielospektralne
7. Rozpoznanie termalne
8. Maskowanie termalne
9. Środki techniczne do pozoracji zasadniczego sprzętu i uzbrojenia
10. Prace prowadzone w kraju
11. Warunki dalszej realizacji prac

Literatura tajna

Literatura jawna

## 1. Rola i możliwości współczesnego rozpoznania

Problemy dotyczące współczesnych środków oraz metod rozpoznania i maskowania, jak również ich aktualnych tendencji rozwojowych są bardzo rozległe, zatem trudno byłoby rozpatrzyć je szczegółowo w zakresie niniejszego tematu. Przegląd metod i środków rozpoznania wykonano głównie z punktu widzenia wymagań rozwoju środków maskujących, bowiem do prawidłowego maskowania niezbędna jest znajomość możliwości rozpoznania.

W współczesnych działaniach bojowych rozpoznanie odgrywa coraz większą rolę. Wynika to z nowoczesnej koncepcji wojny manewrowej, w której działania będą prowadzone na dużych obszarach i przy szybko zmieniających się sytuacjach, stąd istotnym czynnikiem stał się czas dostarczenia informacji rozpoznawczej.

Obok ogólnie znanych zadań rozpoznawczych głównym problemem jest ustalenie czasu i możliwości użycia środków masowego rażenia przez przeciwnika.

Aby zabezpieczyć własne wojsko oraz umożliwić dowódcy podjęcie skutecznej decyzji główny wysiłek organów rozpoznawczych powinien być skierowany na wykrycie broni jądrowej oraz urządzeń radiolokacyjnych przeciwnika.

Rozpoznanie jest prowadzone już w okresie pokojowym i polega na dokładnym poznaniu terenu zarówno po stronie potencjalnego przeciwnika, jak i terenu własnego wraz z tym wszystkim co się na nim znajduje.

Rozpoznanie prowadzone w okresie pokojowym ma m.in. za zadanie ustalić dyslokację ważnych obiektów strategicznych oraz uzyskać dane o terenie, które ujęte w odpowiedniej dokumentacji umożliwią dokładniejsze zaplanowanie operacji bojowych i ruchu wojsk bez potrzeby przeprowadzenia dodatkowego szczegółowego rozpoznania i czasochłonnych rekonesansów.

Należy zaznaczyć, że przy coraz doskonalszej i bardziej precyzyjnej technice, w współczesnych działaniach wykrycie celów nie jest trudne. Dotyczy to zwłaszcza celów niedostatecznie zamaskowanych lub w przypadku błędów maskowania popełnianych przez przeciwnika. Wyniki rozpoznania zależą od użytych do tego celu sił i środków oraz właściwej organizacji przedsięwzięć.

Organa rozpoznawcze prowadzą rozpoznanie zarówno tzw. tradycyjnymi sposobami jak i przy użyciu najnowszych metod z wykorzystaniem urządzeń technicznych, ułatwiających wykrycie sił i środków przeciwnika tak w dzień jak i w nocy, bez względu na warunki atmosferyczne.

Duży się przy tym do powszechnego stosowania naziemnych stacji opracowania danych, przekazywanych przez rozpoznanie naziemne i powietrzne za pośrednictwem środków łączności oraz do automatyzowania czynności rozpoznawczych. Wojska inżynierskie ze względu na specyfikę zadań prowadzą rozpoznanie we własnym zakresie. Jednakże przy realizacji maskowania muszą uwzględniać istnienie wszelkich metod i rodzajów współczesnego rozpoznania.

## 2. Zadania współczesnego maskowania

W wyniku wprowadzenia nowych technik rozpoznania, ograniczenia czasu przebywania wojsk w rejonach koncentracji oraz szerszych możliwości prowadzenia rozpoznania już w okresie pokojowym ze sztucznych satelitów, realizacja zadań z maskowania staje się coraz trudniejsza. Nadal stosuje się maskowanie bezpośrednie, polegające na ukryciu się i środków oraz na zmniejszeniu zasięgu wykrywania przy pomocy znanych środków takich jak farby, pokrycia maski, dymy maskujące itp., jednak środki te muszą spełniać nowe wymagania. Dotyczy to również nakiet sprzętu, które mają zastosowanie w pozoracji.

Wskutek zwiększenia przedziału fal elektromagnetycznych wykorzystywanych do rozpoznania oraz zwiększenia selektywności aparatury rozpoznawczej, środki maskujące muszą być dobierane zarówno na odpowiednio szeroki zakres widna tego promieniowania, jak również i na każdy niemal dowolnie wąski jego przedział /np. w zakresie optycznym/. Ideałem byłaby całkowita zgodność charakterystyk materiałów maskujących i tła. W praktyce dąży się do uzyskania coraz lepszego przybliżenia pod względem zgodności tych charakterystyk.

Środki bojowe stosowane na współczesnym polu walki zmuszają wojska do okopywania się, co zwiększa zakres prac maskowniczych w niekorzystnych warunkach terenowych.

Jak z powyższego wynika maskowanie charakteryzuje się dużą pracochłonnością. Owidoczna się to zwłaszcza przy pracach związanych z maskowaniem rejonów ześrodkowania /w położeniu wyjściowym/ a w szczególności przy urządzeniu i utrzymywaniu pozornych przepraw promowych i mostowych, rejonów ześrodkowania wojsk pancernych i raketowych, rejonów koncentracji środków przeprawowych jak również maskowania dróg, polowych lotnisk i lądowisk oraz pozycji wyjściowych do natarcia.

Główny wysiłek w pracach nad doskonaleniem maskowania skupia się dziś nad opracowaniem nowych materiałów maskujących, których charakterystyki absorpcji promieniowania byłyby w maksymalnym stopniu zbliżone do odpowiednich charakterystyk tła tak w całym użytecznym zakresie widna elektromagnetycznego jak i w poszczególnych jego odcinkach. Ponadto wykonuje się doskonalsze składane nakiety sprzętu, którymi zastępuje się dotychczas stosowane stacjonarne nakiety wykonywane ze środków podręcznych.

## 3. Rozpoznanie radiolokacyjne

Rozpoznanie radiolokacyjne stanowi jeden z zasadniczych systemów rozpoznania. Na terenie europejskim panują przez większą część roku niesprzyjające warunki obserwacji wzrokowej /pora nocna, warunki atmosferyczne: mgła, deszcz, śnieg, zła widoczność/. Warunki te na ogół nie wpływają ujemnie na rozpoznanie radiolokacyjne. Radiolokacja umożliwia prowadzenie rozpoznania zarówno na małe jak i na duże odległości.

hydrometeorology - zony du starné  
str 172 (97644)

Rozwój środków rozpoznania radiolokacyjnego zmierza głównie w kierunku:

- zwiększenia zasięgu wykrywania;
- zwiększenia <sup>kresu</sup> ~~zakresu~~ wykorzystywanych częstotliwości;
- zwiększenia rozróżnialności odległościowej oraz kątowej;
- miniaturyzacji urządzeń radiolokacyjnych;
- stosowania kilku rodzajów polaryzacji /eliptyczna, liniowa, kołowa lewo lub prawoskrętna/;
- doskonalenia sprzętu do wykrywania celów ruchomych na stałym tle;
- zwiększenia niezawodności działania oraz odporności na zakłócenia przypadkowe i celowe czynne oraz bierne;
- udoskonalenia aparatury do automatycznego zapisywania, opracowywania i przesyłania danych z rozpoznania;
- udoskonalenia urządzeń wskaźnikowych;
- opracowania aparatury do rozpoznania z małych stratosferycznych wysokości /rakiety, sztuczne satelity itp/;
- opracowania urządzeń rozpoznawczych wykorzystujących kontrastowość cieplną /radiolokacja pasywna/.

Na uwagę zasługują ponadto pewne rozwiązania zachodnich urządzeń radiolokacyjnych. W systemach OP coraz szerzej stosowane są tzw. trójwymiarowe stacje radiolokacyjne dokonujące pomiaru trzech współrzędnych celów latających /w tym również kąta elewacji/. Np. każdy z ośrodków francuskiego systemu Strida-2 /działającego w oparciu o trójwymiarowe stacje radiolokacyjne nowej generacji TH.D.1955 Palmier/ może opracować dane około 500 statków latających znajdujących się w zasięgu do 370 km. Możliwa jest praca urządzenia w trzech wariantach:

- z częstotliwością przypadkową sygnału sądującego;
- w szerokim paśmie częstotliwości;
- z eliminacją ech stałych.

W tego typu stacjach stosuje się też metody monodopplersowe do określania kąta elewacji.

Najnowsze amerykańskie radiolokatory samolotowe przystosowane są do prowadzenia obserwacji bocznej /system SIAR z wiązką ciągłą, który działa w oparciu o zjawisko Dopplera/ z małej wysokości i pracują najczęściej na dwóch kanałach. Na jednym z nich dokonywane jest zobrazowanie obiektów stałych a na drugim ruchomych. Zamiast reflektorowych parabolicznych anten umieszczonych w nosowej części samolotu stosowane są w nich wielofunkcyjne fazowe anteny "siatki" z elektronicznym sterowaniem parametrami. Taka nieruchoma antena umożliwia wykrycie i śledzenie kilku celów powietrznych, obserwację radiolokacyjną powierzchni terenu i spełnia inne funkcje.

System SIAR pozwala w przypadku niektórych typów stacji na uzyskanie rozróżnialności przedmiotów terenowych o długości ok. 6 m z odległości 160 km przy wysokości lotu ok. 21000 m. Ponadto system ten umożliwia dokładny pomiar prędkości radialnej oraz wykrywanie obiektów radiolokacyjnych na tle ech statycznych. Odebrane sygnały echa są rejestrowane na taśmie filmowej a następnie opracowywane w ośrodku analizy na ziemi.

W lotnictwie sił lądowych na szczebla związku taktycznego - stosowane są np. dwukanałowe radiolokatory obserwacji bocznej AN/APS-94. Dają zobrazowanie terenu zbliżone do zdjęć fotograficznych, które jest przekazywane samoczynnie drogą radiową do naziemnych stacji opracowywania danych. Rozpoznanie jest prowadzone z nad własnego terenu na odległość 10, 20, 30, 40, 50 i 60 km /w zależności od opóźnienia podstawy czasu/.

W skład jednego z urządzeń systemu SIAR wchodzi zespół do przygotowania danych o pozycji rozpoznawanego terenu oraz czujnik służący do odtwarzania zarysu obserwowanych przedmiotów terenowych. W skład czujnika wchodzi odbiornik na podczerwiec do rozpoznania z małych wysokości i urządzenie zapisujące.

W siłach lądowych NATO do podstawowych typów radiolokatorów nadzorowania pola walki, wykorzystywanych na szczeblach oddziałów i pododdziałów zalicza się stacje AN/PPS-4 i AN/TPS-33, których niektóre parametry załączone w poniższej tabeli.

Zasadnicze dane	AN/PPS-4	AN/TPS-33
Przeznaczenie - śledzenie celów ruchomych w odległości	80 - 3000 m	
Ciężar	ok. 100 kg	150 kg
Obsługa	2 żołnierzy	3 żołnierzy
Czas przygotowania do pracy /przez 1 czł./	ok. 10 minut	15 minut
Czas przygotowania do transportu	ok. 5 minut	10 minut

Na miejsce w/w typów wprowadzane są ostatnio radiolokatory AN/PPS-5 o ciężarze 40 kg. Zasięg działania 50-10000 m przy śledzeniu pojazdów w ruchu oraz do 6000 m - ludzi. Dokładność określenia współrzędnych -  $\pm 20$  m. Jest to oczywisty przykład miniaturyzacji stacji naziemnej o względnie dużym zasięgu. Niezależnie od w/w stacji istnieją małe radiolokatory rozpoznawcze przenoszone przez jednego żołnierza, które mają mniejszy zasięg.

Jak wynika z powyższych przykładów najwięcej uwagi poświęca się w rozpoznaniu radiolokacyjnym powietrznym środkom napadu oraz obiektom naziemnym, znajdującym się zwłaszcza w najbliższej odległości od własnych pododdziałów /możliwość ciągłego nadzorowania/ oraz na głębokości taktycznej i operacyjnej.

Zasługuje na uwagę fakt możliwości szybkiego wykorzystania danych z rozpoznania. Cały proces przekazania zebranych wiadomości od dokonania zdjęć do otrzymania diapozytywów i wyświetlenia ich w ośrodku trwa 14 sekund. Jest to możliwe dzięki wprowadzeniu urządzeń SIAR do zautomatyzowanego polowego systemu dowodzenia wojskami lądowymi USA obejmującego szczeble od kompanii piechoty wwyż. Podsystem rozpoznania tego systemu obejmuje obok urządzeń SIAR także telewizję, środki rozpoznania fotograficznego i inne.

#### 4. Maskowanie przeciwradiolokacyjne

Maskowanie przeciwradiolokacyjne było szeroko stosowane już w okresie minionej wojny. Ze środków technicznych używano do tego celu odbijające katowe lub metalizowane paski papieru zrzucone z samolotów. Takie środki przetrwały do dziś bez większych zmian. Jednakże cechą ujemną stosowania odbijaczy katowych do maskowania naziemnego jest znaczna pracochłonność i nie jest ono w każdym przypadku dostatecznie skuteczne. Może ono być stosowane w działaniach, które są poprzedzone okresem przygotowania.

Podobnie jak rozpoznaniu, maskowania przeciwradiolokacyjnemu poświęca się obecnie dużo uwagi. Świadczy o tym chociażby fakt dużego zainteresowania nim na Zachodzie, gdzie stanowi jedno z podstawowych zadań prac badawczych w zakresie radioelektroniki wojskowej. Opracowuje się tam metody i środki przeciwradiolokacyjnego zabezpieczenia aparatów latających, ułatwiające przenikanie samolotów i rakiet przez linie obrony przeciwlotniczej i przeciwrakietowej oraz środki do zabezpieczenia aparatów naziemnej i techniki bojowej oraz siły żywej.

Opracowano już szereg struktur działających w oparciu o różne zjawiska fizyczne jak zanikanie fali elektromagnetycznej w falowodzie, zastosowanie sprzężenia zwrotnego lub warstwy zjonizowanych cząstek albo anten o małych gabarytach ustawionych na powierzchni rakiety itp. struktury.

Miernikiem zainteresowania maskowaniem przeciwradiolokacyjnym jest chociażby ciągły wzrost nakładów asygnowanych na ten cel przez siły zbrojne USA. Wynosiły one w latach 1962, 64 i 70 odpowiednio 355 i 419 mil. dol. oraz 4,5 mld. dol. a więc gwałtownie wzrastały. Pomimo to stwierdzono, że utrzymanie pewnego i efektywnego środka ułatwiającego pokonanie przeciw-rakietowej obrony wciąż jeszcze pozostaje nierozwiązanym problemem.

Jednym ze skutecznych środków walki z radiolokacją okazało się zastosowanie materiałów radioabsorbujących napowiających zmniejszenie efektywnej powierzchni rozproszenia a w konsekwencji zasięgu wykrywania. Zasada pracy takich materiałów polega na tym, że pochłonięta energia jest przetwarzana w różne rodzaje elektromagnetycznych drgań w samym materiale radioabsorbującym. Przy współdziałaniu sygnałów radiolokacyjnych z takimi materiałami zachodzą procesy pochłaniania, rozproszenia oraz interferencji fal elektromagnetycznych. Stąd też materiały radioabsorbujące dzieli się według zasady działania na materiały typu interferencyjnego powodujące gaszenie fal elektromagnetycznych na skutek ich interferencji oraz na materiały, w których energia fal elektromagnetycznych zamienia się w energię cieplną w wyniku indukcowania rozproszonych skażonych prądów, strat dielektrycznych wysokoczęstotliwościowych oraz magnetycznych na histerezę.

Materiały interferencyjne przeznaczone dla pochłaniania fal krótkich mogą być dostatecznie cienkie. Dla określonej długości fali wielkość grubości takich materiałów a także wielkość  $\mu$  i  $\epsilon$  powinny mieć najwyżej bardzo małe odchyłki od zadanych wartości. Takie materiały dobrze pracują tylko przy prostopadłym padaniu fal.

Według zakresu działania materiały radioabsorbpcyjne dzieli się na wąskopasmowe i szerokopasmowe. Dla szerokopasmowych materiałów minimalną częstotliwość określa grubość materiału, która jest znacznie większa niż w wąskopasmowych.

Zasadnicze wymagania stawiane materiałom radioabsorbpcyjnym są następujące:

- maksymalne tłumienie fal elektromagnetycznych;
- minimalne odbicie;
- szeroki przedział pochłanianych długości fal;
- dobre właściwości mechaniczne;
- minimalne gabaryty oraz ciężar;
- zdolność działania w szerokich przedziałach temperatury.

Ponadto pokrycia takie powinna cechować dobra przyczepność również w przypadku narażenia na krzywoliniowe powierzchni.

Nowe typy materiałów radioabsorbpcyjnych zawierają materiały metalowe i ceramiczne a także masy plastyczne. Istniejące pokrycia radioabsorbpcyjne pracują orientacyjnie w następujących przedziałach długości fali:

- $\lambda = 1-20$  cm - pokrycia absorbpcyjne typu rezonansowego na siatki maskujące służące do maskowania pozycji artyleryjskich;
- $\lambda = 3-7$  cm - pokrycia na pasy startowe i pokłady lotniskowców;
- $\lambda > 10$  cm - pokrycia na zbiorniki i pojemniki.

Najnowsze pokrycia radioabsorbpcyjne mogą mieć regulowane parametry elektryczne, stosowana jest w nich ochrona przed oblodzeniem w postaci przewodów ogrzewczych umieszczonych wewnątrz materiału oraz posiadają pokrycia uzupełniające, które funkcjonują jako absorbery lub odbijacze podczerwone lub służą jako pokrycia do celów maskowania przed wykryciem wizualnym.

Odstępuje się od idei bezpośredniego pokrycia współczesnych szybkich samolotów i raket warstwami radioabsorbpcyjnymi i dąży do stworzenia materiału będącego obłóżką aparatu latającego.

Materiały radioabsorbpcyjne mogą być dostarczane w postaci elastycznych i sztywnych materiałów piankowych, cienkich arkuszy, luźnej sypkiej masy i mieszanin żelazowych. Zastosowanie materiałów radioabsorbpcyjnych przynosi pożądane efekty jedynie w przypadku jednorodnych powierzchni. Obiekty rzeczywiste /np. samolot/ mają tzw. blyszczące punkty /chwył powietrza, dysza silnika odrzutowego/ i wymagają również zastosowania innych metod dla ochrony przed wykryciem w połączeniu z pokryciami radioabsorbpcyjnymi.

Opracowane w kraju materiały radioabsorpcyjne nie znalazły praktycznego zastosowania. Pierwsze opracowania miały postać jednorodnych mat, których grubość była współmierna z długością fali a więc stosunkowo duża np. w przypadku fali - 10 cm. Późniejsze prace poszły w kierunku opracowania cienkich pokryć, warstwowych głównie interferencyjnych, których wykonanie nastroczało jednakże poważne trudności. Według opinii autorów powyższych projektów opracowanie pokryć maskujących nastrocza szereg złożonych problemów z zakresu wielu dziedzin wiedzy i wymaga współpracy różnych specjalistów czego potwierdzeniem są opisy materiałów radioabsorpcyjnych przytoczone w literaturze fachowej. Okazało się np., że niektóre materiały krajowe nie nadają się do zastosowania w takich przypadkach, gdzie wymagana jest powtarzalność parametrów dla otrzymania jednorodnych warstw.

Współczesne szerokopasmowe materiały radioabsorpcyjne mają orientacyjnie grubość w zakresie od kilku milimetrów do kilku centymetrów, gęstość rzędu 0,05 g/cm<sup>3</sup> oraz ciężar 1 m<sup>2</sup> - 1-4 kg. Nakładane są one na maskowane powierzchnie przez natryskanie, wcieranie, malowanie lub nakładanie. Mogą też stanowić elementy konstrukcyjne, narzuty lub część składową materiałów pakunkowych. Zastosowanie ich niejednokrotnie wykracza poza ramy maskowania przeciwradiolokacyjnego jak np. w lotnictwie cywilnym do eliminacji niepożądanych odbić od urządzeń lotniskowych. Ponadto podobne materiały stosuje się na osłony antenowe bardzo szybkich samolotów i rakiet oraz w komorach bezdechowych.

##### 5. Rozpoznanie wielospektralne

Rozpoznanie wielospektralne obejmuje dziś głównie lotniczą fotografię wielospektralną, chociaż mniej złożone - metody spektrostrefowe mogą być stosowane w fotografii naziemnej. W rozpoznaniu naziemnym w działaniach wietnamskich znalazły zastosowanie ponadto lornetki z filtrami wybierającymi wąskie wycinki widna.

Fotografia wielospektralna jest dziś powszechnie stosowana w rozpoznaniu wojskowym, nauce i różnych dziedzinach życia. Jest to następstwem rozwoju metod fotograficznych i dużym zapotrzebowaniem na informację. Początkowo dążono do zarejestrowania na zdjęciu całego widna promieniowania widzialnego dla pełnego oddania fototonów lub barw. Z czasem pasmo fotografowania zostało rozszerzone na cały zakres optyczny, tj. ponadto na bliską podczerwień w fotografii bezpośredniej /obraz rejestrowany bezpośrednio na materiałach światłoczułych/ oraz na ultrafiolet i dalszą podczerwień w fotografii pośredniej /obraz przyjmowany przez czujnik - detektor - a następnie przetwarzany i rejestrowany na zdjęciu/. Następnie okazało się, że wydzielenie /lub wygaszenie/ pewnego odcinka lub nawet kilku odcinków widna umożliwia otrzymanie zdjęć o wysokich walorach interpretacyjnych. Wierność barw nie musi być przy tym zachowana, gdyż zależy na otrzymaniu maksymalnego kontrastu. Wiąże się to z charakterystyką spektralną obiektów, których współczynnik odbicia zmienia się wraz z długością fali padającego promieniowania co zaznacza się szczególnie w przypadku różnych rodzajów zieleni naturalnej a w mniejszym stopniu w przypadku gruntu, miedzi itp. Obiekty sztuczne nie mają tak różnorodnych charakterystyk jak zielen naturalna i łatwo można je zdemaskować o ile zastosuje się fotografię wielospektralną. Należy nadmienić, że fotografia

wielospektralna ujawnia różnice również tam, gdzie oko ludzkie lub fotografia barwna wykazuje istnienie jedynie obiektów jednorodnych. Zjawisko takie występuje przy dowolnym wykorzystaniu różnych zakresów widna tj. różnych filmów osobno, filmów wielowarstwowych lub fotografii wyciągowej o ile tylko właściwie zostaną dobrane dane pasma.

Film spektrostrefowy składa się z dwóch lub trzech warstw naniesionych na jedno podłoże, z których każda jest uczulona w innym pasmie widna. Barwy warstw na zdjęciu na ogół nie odpowiadają kolorom obiektu, lecz pozwalają na uzyskanie maksymalnego kontrastu. Zaletą fotografii spektrostrefowej jest możliwość korzystania ze zwykłych aparatów fotograficznych, natomiast proces obróbki jest podobny jak w fotografii barwnej. Wadą - konieczność dostosowania typu błony do krajobrazu i cech obiektu.

Fotografia wielospektralna znajduje w ostatnich latach coraz większe zastosowanie lecz wymaga nowych rozwiązań w konstrukcji aparatury fotograficznej nowych rodzajów filmów a także dodatkowo specjalnych rzutników fotograficznych. Ważną przyczyną wprowadzenia jej była strona ekonomiczna procesu fotograficznego /fotografia lotnicza - wysoki koszt lotu/ jak i niepowtarzalność niektórych lotów np. podczas badania skutków wybuchów termojądrowych lub w przestrzeni pozaziemskiej. Stosuje się tu tzw. fotografię "wyciągową" opartą na czarno-białych materiałach fotograficznych lub filmie barwnym z filtrami spektralnymi.

Według opinii specjalistów metody wielospektralnej fotografii barwnej są czulsze od wyciągów barwnych fotografii zwykłej. Bowiem fotointerpretacja oparta na fotografii zwykłej /wyciągowej/, na materiałach czarno-białych jest trudna, gdyż proces wywołania musi być niesłychanie dokładny i jest bardzo trudno kontrolowany.

Fotografia wielospektralna ze względu na dużą ilość możliwych kombinacji zdjęć tego samego rejonu daje dużą ilość informacji co przedłuża czas interpretacji w porównaniu z fotografią zwykłą. Dlatego ze wzrostem ilości wykorzystywanych pasm widna elektromagnetycznego wprowadza się urządzenia do automatycznej fotointerpretacji zdjęć o bardzo złożonej budowie.

Urządzenia fotografii wielospektralnej mogą być wieloobiektywowe lub wielokamerowe. Przy zastosowaniu ponadto różnych typów filmów oraz filtrów optycznych można otrzymać niejednokrotnie kilkanaście i więcej kombinacji zdjęć obrazów strefowych. Najczęściej spotyka się układy 4, 6 i 9 obiektywowe przy czym urządzenia 4-obiektywowe są najpopularniejsze. Również urządzenia 4-kamerowe są najczęściej używane.

Użyteczne pasmo w bezpośredniej fotografii wielospektralnej jest ograniczone graniczną czułością materiałów fotograficznych /380-1000 nm/, stąd do rozszerzenia zakresu używa się wielokanałowe urządzenia elektroniczne. Jeden z takich systemów zachodnich typu AN/AAS-5 /XS-2/ w połączeniu z czterema kamerami fotograficznymi obejmuje zakres charakterystyki spektralnej od 320 nm do 14000 nm /14μ /.

Choć z ilością zwiększenia liczby kanałów ilość informacji zwiększa się, jednak rośnie również czas interpretacji wyników. W związku z tym panują różne poglądy odnośnie celowości szerszego wykorzystania fotografii wielospektralnej do celów rozpoznania. Prawdopodobnie z czasem nastąpi wybór optymalnej liczby kanałów fotografii wielospektralnej, przy której znajdzie ona szerokie zastosowanie.

## 6. Maskowanie wielospektralne

Maskowanie przed rozpoznaniem wielospektralnym stanowi złożony problem. polega ono na takim dobraniu charakterystyki odbicia promieniowania elementów maskujących aby była ona zgodna z charakterystyką ich otoczenia. Skład widmowy promieniowania odbitego od obszarów zielonych zależy nie tylko od gatunku roślinności lecz również i od innych czynników, np. rodzaju oświetlenia, kąta padania promieniowania, kąta fotografowania, stanu fenologicznego roślinności, stanu listowia - w przypadku drzew oraz innych czynników. Z powyższego wynika, że również w przypadku jednorodnej roślinności charakterystyka odbicia nie będzie zawsze jednakowa. Stąd materiał maskujący pomimo dobrania właściwej charakterystyki odbicia może się różnić od otoczenia np. przy zmianie warunków oświetlenia.

Wraz z rozwojem nowych metod oraz wprowadzeniem nowego sprzętu rozpoznawczego należy dążyć w maskowaniu do uzyskania takich widmowych charakterystyk odbicia, które zapewnią w każdym dowolnie wąskim zakresie widma jednokowy i dostatecznie mały kontrast /równy progowemu/ między danym kolorem maskującym i odpowiadającym mu tłem. Ostatecznym celem jest zbliżenie się do tego ideału, co w realizacji uwidocznia się w postaci uzyskiwania kolejnych, coraz lepszych przybliżeń.

Jednocześnie rozpoznawanie podlega ciągłemu rozwojowi. Dysponuje ono oprócz nowych metod coraz doskonalszą aparaturą, zwłaszcza fotograficzną, w związku z czym w pracach nad maskowaniem należy uwzględnić:

- polepszenie jakości geometrycznej i interpretacyjnej zdjęć;
- automatyzację procesu fotografowania powietrznego;
- wprowadzenie obiektywów zogniskowanych dla całej widzialnej i bliskiej podczerwonej części widma słonecznego o zdolności rozdzielczej ponad 50 linii/mm, minimalnym spadku jasności od środka zdjęcia ku brzegom oraz wzroście siły światła obiektywu z zachowaniem pełnej zdolności rozdzielczej; w rezultacie zwiększona rozdzielczość zdjęć satelitarnych umożliwi wytrycie szczegółów o wymiarach liniowych 30 cm.

Kierunek dalszych prac z maskowania powinien polegać po pierwsze na nadaniu maskom odpowiednich struktur powierzchniowych. Wymaga to przyjęcia specjalnego, nie przeprowadzonego dotychczas sposobu badań tła terenu i stosowanych masek. Po drugie należy w dalszym ciągu poprawiać zdolność selektywnego pochłaniania promieniowania materiałów maskujących. Wymaga to stosowania laboratoryjnej aparatury spektrofotometrycznej działającej w całym zakresie użytecznego widma, aparatury mikrofotometryczno-densytometrycznej jaką stosuje się w odczytywaniu zdjęć oraz odpowiednich technik, jakie stosuje się w rozpoznaniu strofowo-widmowym i wielospektralnym, do kontroli laboratoryjnej i poligonowej zarówno materiałów maskujących jak też skuteczności samego maskowania.

*Wm*

## 7. Rozpoznanie termalne

Zmiana taktyki walki i ogólne dążenie do przedłużenia czasu działań poprzez wykorzystanie godzin nocnych spowodowało zwiększone zainteresowanie techniką podczerwieni. Rozwój wojskowej techniki podczerwonej był możliwy również z tego względu, że w minionym okresie dokonał się dalszy postęp elektroniki a w szczególności jej działu techniki podczerwonej. Radiolokacja osiągnęła wysoki stopień rozwoju oraz istnieje już szereg skutecznych metod jej zakłócania, stąd poszukuje się nowych metod rozpoznania. Takie możliwości daje właśnie podczerwień.

Każde ciało, którego temperatura jest wyższa od zera bezwzględnej wysyła fale podczerwone. Za podczerwień przyjęto uważać jednak promieniowanie w zakresie od 720 do 1000 000 nm. Fale dłuższe - milimetrowe - wysyłane przez nagrzane przedmioty /obejmujące około 1% energii/ wchodzi w zakres radiolokacji. Wykorzystuje się je w tzw. urządzeniach radiociepłych /radiolokacja pasywna/. Pasmo podczerwone podzielono umownie na podczerwień bliską /720 - 1500 nm/, pośrednią /1500 - 15 000 nm/ i daleką.

Tzw. rozpoznanie termiczne jest wyodrębnioną częścią rozpoznania w podczerwieni i praktycznie obejmuje podczerwień pośrednią /od ok. 1000 do 15000 nm/ chociaż może obejmować podczerwień dalszą.

Urządzenia podczerwone typu termomanometrów, kamer fotograficznych na podczerwień dalszą i inne działają w tzw. oknach, w których atmosfera ziemską dobrze przenosi promieniowanie podczerwone /3000 - 5000 nm oraz 8000-14000 nm/. Natomiast w pasmach 2500-2800 nm i 5500-7500 nm promieniowanie jest zatrzymywane przez atmosferę.

Specyfika rozpoznania termicznego zależy m.in. od własności źródeł. Głównym źródłem promieniowania podczerwonego jest słońce i sfera niebieska. Pod działaniem promieni słonecznych obiekty ziemskie nagrzewają się w różnym stopniu w zależności od własności fizycznych powierzchni, a następnie wypromieniowują nagromadzoną energię stając się źródłami /tzw. promieniowania tła/. Na tym tle znajdują się rozpoznawane obiekty, które wywołują zmiany w promieniowaniu temperaturowym otoczenia i dlatego mogą być wykryte. Wykrycie obiektów może nastąpić również, kiedy promieniowanie pada bezpośrednio na obiekty, lecz jest w różnym stopniu odbijane od różnych powierzchni. Wreszcie obiekty można wykryć kiedy są samodzielnymi źródłami promieniowania. Dotyczy to zwłaszcza nagranych w czasie pracy silników /temp. dochodzi do ok. 30-400°C/ oraz ludzi. Im temperatura ciała jest niższa tym wypromienione fale są dłuższe; np. przy 0°C maksimum promieniowania wynosi ok. 10500 nm. Jak z tego wynika promieniowanie ludzi oraz silników pojazdów mechanicznych zawiera się w przedziale okna atmosferycznego 8000-14000 nm.

Na ogół podkreśla się, że działanie urządzeń termalnych jest niezależne od pory roku, doby i pogody /zachmurzenie, mgła, zapylenie/, gdyż rozpraszanie i pochłanianie tego promieniowania jest niezbyt duże. Przy systematycznym śledzeniu można wykryć i rozpoznać intensywne źródła promieniowania termicznego jak obiekty przemysłowe, statki na morzu, nagrzane silniki pojazdów, nocne przemasze wojsk, start i tory rakiet itp. Można również wykryć trasy okrętów podwodnych, obiekty polsienne, lotniska, rejonny rozmieszczenia urządzeń wojskowych, ześrodkowanie uzbrojenia i sprzętu, odróżniać makiety od obiektów rzeczywistych, obiekty maskowane dymami itp.

Zasadniczy problem polega na trudności odróżnienia rozpoznawanych obiektów od na ogół zróżnicowanego temperaturowo, tła oraz od obiektów pozornych i innych źródeł podczerwieni. Wprawdzie czułość takich urządzeń jest duża, gdyż możliwe jest wykrycie różnicy temperatury  $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$ , jednak trudniej jest odróżnić obiekty o różnym stopniu nagrzania /różne natężenie promieniowania, różny przedział długości fali/.

Istnieje szereg urządzeń służących do rozpoznania termicznego i nadal powstają nowe unikalne aparaty służące do rozpoznania lotniczego, kosmicznego oraz naziemnego jak również do innych celów. Niektóre z nich współpracują z inną aparaturą, np. stanowią podzespół radiolokatorów do obserwacji bocznej. Ogólnym dążeniem w nowych rozwiązaniach aparatury podczerwonej jest dalsze zwiększenie czułości, rozróżnialności oraz zasięgu wykrywania.

Zaletą rozpoznania termicznego jest jego pasywne działanie, wadą konieczność chłodzenia detektorów pracujących w paśmie 8000-14000 nm oraz pewna zależność od warunków atmosferycznych i w związku z tym ograniczony zasięg. Niemniej zasięg ten jest większy niż dla promieni widzialnych i dla bliskiej podczerwieni.

W związku z ogólnym dążeniem do przedłużenia czasu działań na okres nocy więcej uwagi poświęca się opracowaniu podczerwonych urządzeń biernych mających zastosowanie w rozpoznaniu. W związku z tym nadal obserwuje się znaczne zainteresowanie badaniami elektroluminescencji, optyki włókien /falowodami podczerwonymi/, telewizji podczerwonej i konwerterami z zakresu światła widzialnego wiążąc z nimi nadzieję ulepszenia obecnych przyrządów czynnych i otrzymania doskonalszych wzorów użytkowych urządzeń biernych. W pracach nad noktowizją bierną dąży się ponadto do wykorzystania szerszego zakresu widma podczerwonego oraz do zmniejszenia bezwładności detektorów w celu przyspieszenia procesu uzyskania informacji. Istnieją ostatnio tendencje do wykorzystania tego typu urządzeń do obserwacji prowadzonej ze sztucznych satelitów. Zastosowanie urządzeń laserowych /aktywnych/ umożliwia osiągnięcie odpowiedniej zdolności rozdzielczej.

### 8. Maskowanie termalne

W związku ze zwiększeniem się nasycenia wojsk urządzeniami podczerwonymi zachodzi konieczność szerszego stosowania maskowania. Wiąże się to z dalszym rozwojem technologii materiałów maskujących na podczerwień i ciągłego udoskonalania metod stosowania ich i to zarówno przed podczerwonymi urządzeniami rozpoznawczymi, jak też przed urządzeniami wykrywającymi lub stosowanymi do sterowania i naprowadzania rakiet oraz nawigacji.

Maskowanie przed rozpoznaniem termalnym jest specyficznym zagadnieniem. Cała powierzchnia ziemską wraz ze znajdującymi się na niej obiektami wysyła promieniowanie podczerwone /fale termiczne/, gdyż posiada określoną temperaturę. Przyjmując, że po określonym czasie temperatura powierzchni obiektu zawierającego źródło ciepła podniesie się, to obiektu takiego nie można zamaskować żadnym tradycyjnym pokryciem malarskim a skuteczność innych pokryć jest w znacznym stopniu ograniczona. Stąd wynika również, że nie można zamaskować za pomocą sanych pokryć działalności źródłowych obiektów podziemnych. Ten fakt natomiast, że obiekty źródłowe wysyłają fale cieplne o zbliżonej długości jak cała powierzchnia ziemi ukłatwia maskowanie termalne.

Ogólnie uważa się, że maskowanie w podczerwieni dalszej może być skuteczne, ale muszą być kompleksowo wykorzystane wszystkie możliwości i przeznaczone do tego celu środki oraz powinna istnieć szeroka koordynacja przedsięwzięć maskowania przed wszystkimi metodami detekcji z przedsięwzięciami operacyjno-taktycznymi łącznie. Doskonalona jest ochrona przed środkami napadu kierowanymi podczerwienią oraz przed środkami rozpoznania w podczerwieni dalszej i to zarówno w zakresie maskowania jak i pozoracji. Stwarza to w efekcie konieczność dalszego rozwoju technologii materiałów maskujących na podczerwień jak i ciągłego udoskonalania metod stosowania ich.

W rozwoju metod i materiałów maskujących w podczerwieni zaznacza się dalszy postęp. Rozszerza się zakres działania istniejących środków maskujących dostosowując ich własności do zakresu działania nowych technik rozpoznania równocześnie w całym zakresie optycznym tj. w ultrafiolecie, paśmie widzialnym i w podczerwieni. Podnosi się własności materiałów maskujących w zakresie większej wytrzymałości pokryć i spojów na czynniki atmosferyczne i mechaniczne, a tym samym i ich trwałość. Rozszerza się stosowanie maskowania na inne rodzaje sprzętu i obiektów z obiektami latającymi łącznie, a które do tej pory były maskowane w sposób niedostateczny. Poszukuje się nowych materiałów naturalnych i syntetycznych, pigmentów, barwników oraz wypełniaczy, które spełnią wymagania w zakresie maskowania. Powyższe materiały powinny posiadać także dodatkowe własności techniczne jak: niepalność, odporność na działanie czynników atmosferycznych oraz powinny mieć dużą wytrzymałość mechaniczną, małą nasiąkliwość itp. własności.

9. Środki techniczne do pozoracji zasadniczego sprzętu i uzbrojenia

We właściwej literaturze niewiele mówi się na temat stosowania składanych i przewoźnych makiet sprzętu. Wiadomo tylko, że są one stosowane w armiach niektórych państw. Instrukcje podają dane makiet ze środków podręcznych lub ogólne zasady maskowania operacyjnego. Jest to stanowczo za mało dla określenia nowych metod pozoracji, dlatego przy omawianiu tego zagadnienia oparto się w znacznym stopniu o dotychczasowe prace prowadzone w tym zakresie w OBSInż., dane z konsultacji, głównie w ZSRR i CSRS i JWTT.

Do niedawna panował pogląd, że do pozoracji /dot. środków technicznych/ najlepiej jest stosować zużyty sprzęt wojskowy /co najmniej 30%, oraz makiety ze środków podręcznych.

Zużyty sprzęt ma wysokie walory pozoracyjne, ale niedostateczna ilość środków transportu, grup ewakuacji i naprawy /oraz inne względy/ wyklucza możliwość dostarczenia go do rejonów pozornych. Czasy wykonywania makiet ze środków podręcznych wahają się od ok. 10 rh /roboczo-godzin/ dla działu p.panc. do 140 rh i więcej dla czołgu. Makiet takich na ogół nie można przesuwac w terenie, w wielu rejonach występuje brak środków podręcznych oraz sił i środków do ich wykonania w czasie podyktowanym względami taktycznymi. Przy współczesnej technice rozpoznania można stosunkowo łatwo zidentyfikować takie makiety jako obiekty sztuczne.

Powyższe względy przemawiają za jaknajszerszym stosowaniem przewoźnych makiet składanych, których właściwości określają dokładnie JWTT, natomiast konstrukcję wsporczą i materiały na poszycie należy opracować.

#### 10. Prace prowadzone w kraju

W kraju prowadzono również szereg prac nad zagadnieniami omawianymi w niniejszym sprawozdaniu. Część z nich przerwano z uwagi na brak zadawalających wyników praktycznych /prace nad materiałami radioabsorbencyjnymi do maskowania przeciwradiolokacyjnego/, inne prace zaniechano po wprowadzeniu specjalizacji w ramach RWPG. Z tego względu przerwano prace nad rozpoznaniem i maskowaniem termalnym.

Należy nadmienić, że w/w prace były prowadzone przez zespoły specjalistów na Politechnice Wrocławskiej, w Oddziale Wrocławskiego Przemysłowego Instytutu Telekomunikacji /zlikwidowany/, WAT oraz innych instytucjach.

Po zapoznaniu się z istniejącymi materiałami oraz na podstawie danych z konsultacji przeprowadzonych w związku z wcześniej realizowanymi tematami nasuwa się wniosek, że powyższe opracowania zawierały szereg istotnych danych odnośnie realizacji maskowania, jednak na ogół nie wykraczały z zakresu studiów, chociaż nie tylko. Opracowane wówczas odbijające katowe weszły na wyposażenie wojsk. W porównaniu z wydatkami asygnowanymi np. w USA na opracowanie materiałów radioabsorbencyjnych nakłady krajowe były znikome. Podobne uwagi odnoszą się do liczby specjalistów i ilości zaangażowanych instytucji.

Prace nad maskowaniem optycznym były prowadzone ciągle. Początkowo zajmowano się maskowaniem wizualnym oraz w zakresie bliskiej podczerwieni a ostatnio również w zakresie wielospektralnym. Jakkolwiek prace w tych dziedzinach trwają nadal, jednak dalszy postęp jest uzależniony od wprowadzenia nowoczesniejszych metod badania i kontroli nowoczesnych materiałów maskujących oraz od zastosowania nowoczesnej aparatury badawczej jak również zagwarantowania dostaw szerszego asortymentu materiałów fotograficznych uczulonych w różnych zakresach widma, co jest niezbędne również z uwagi na udoskonalenie metod rozpoznania.

## 11. Warunki dalszej realizacji prac

Aby zabezpieczyć dalszy postęp prac w zakresie maskowania i rozpoznania, niezależnie od prac zleczanych instytutom Ośrodek jako koordynator takich prac z ramienia SWInż. MON oraz instytucja znająca potrzeby i nowe kierunki rozwoju oraz prowadząca badania poligonowe, powinien posiadać własne laboratorium wyposażone przynajmniej w najniezbędniejszą przyrządy /z takimi przyrządami zapoznali się uczestnicy kursów i konsultacji w ZSRR; są one przystosowane do prowadzenia prac badawczo-rozwojowych w zakresie rozpoznania oraz maskowania/. Są to:

- przyrząd do pomiaru widzialności /M-56 prod. ZSRR/
- przyrząd do kontroli detali makiet /PKR prod. ZSRR/
- luksomi rz przenośny /Ju-16 prod. ZSRR/
- kamera termalna
- spektrofotometr przystosowany do badania różnego rodzaju próbek materiałów maskujących
- aparatura densytometryczno-mikrofotometryczna oraz chromatopiskop /rzutnik o specjalnej konstrukcji/
- inna aparatura do badań laboratoryjnych i poligonowych.

Posiadanie powyższej aparatury umożliwi wykonywanie badań w zakresie optycznym i dalszej podczerwieni. Niezależnie od posiadania w/w przyrządów należałoby zagwarantować stały dostęp do radiolokatorów naziemnych /np. artyleryjskich/ i samolotowych ewentualnie innej aparatury radiolokacyjnej. Pozwoliłoby to na podwyższenie kwalifikacji i umożliwiło bezpośrednią kontrolę poligonową.

Pracami podstawowymi powinny zajmować się wyspecjalizowane instytuty i zespoły specjalistów, przy czym dla zagwarantowania pozytywnych wyników i ciągłego śledzenia postępu niezbędna jest ciągłość kontynuowania tego typu prac.

Bez spełnienia powyższych warunków nie da się wyrównać znacznego opóźnienia w wielu dziedzinach maskowania i rozpoznania, jakie niewątpliwie istnieje w stosunku do przodujących armii.

O P R A C O W A Ł :

Wydrukowano w 1 egz.

Egz. Nr 1 - B.T.

Przekazał do druku mjr MROCZEK

tel. 645

Nr ks.gł. 01099/WW

*Puternicki*  
mgr inż. Józef PUTERNICKI

LITERATURA TAJNA

1. Gąsowski W., Grodzicki S. "Maskowanie przed rozpoznaniem strefowo-widmowym", sprawozdanie z prac wyk. na zlec. SWInż. MON. Praca tajna wykonana przez IPO Łódź, luty 1971.
2. Głowacz T. Sprawozdanie z konsultacji w ZSRR na temat: "Maski z tworzyw sztucznych - maskowanie w zakresie strefowo-spektralnym". Praca tajna wykonana w SWInż. MON 24.07.1970 r.
3. Krepski J. i współautorzy: "Wybór optymalnych parametrów odbijaczy do maskowania przeciwradiolokacyjnego - sprawozdanie z realizacji I-go etapu pracy "Maska". Praca tajna wykonana na zlecenie SWInż. MON. WAT, W-wa - Bemowo, 1961.
4. Maskowanie przeciwradiolokacyjne. Wyd. tj. MON, Szt. Gen. 346/64, W-wa, 1965.
5. Olech S. "Powłoki pochłaniające do maskowania radiolokacyjnego". Etap I - referat. Praca tajna wyk. na zlec. SWInż. MON. WAT, W-wa - Bemowo, 1962.
6. Organizacja i prowadzenie lotniczego rozpoznania radioelektronicznego. Wyd. tj. MON, Lot. 414/61, Warszawa, 1961.
7. Persak T. i współautorzy: "Sprawozdanie z realizacji I etapu pracy naukowo-badawczej "Czereśnia". Praca tajna wyk. na zlecenie SWInż. MON, WAT, Warszawa - Bemowo, 1963.

LITERATURA JAWNA

1. Anteny przyszłości samolotowych stacji radiolokacyjnych.  
WPZ Nr 3, s. 80, 1971.
2. Cade C.: "Obserwacyjne urządzenia podczerwone do celów rozpoznania powietrznego. WPZ Nr 5 s. 160, 1962.
3. Corrieri P. "Maskowanie w podczerwieni". WPZ Nr 4, s. 69, 1963.
4. Czekatowski A.: "Wzajemna zależność maskowania i rozpoznania"  
MW Nr 8, s. 42, 1967.
5. D.A. Kierunki rozwoju sił i środków zwalczania okrętów podwodnych w siłach morskich Stanów Zjednoczonych  
WPZ Nr 4, s. 54, 1967.
6. Działanie lotnictwa w warunkach przeciwdziałania środkami OP WPZ Nr 2 s. 69, 1972.
7. Fizyceskije osnovy i techniceskije sredstwa aerometodow.  
AN. SSSR, Izd. Nauka, Leningrad 1967.
8. Fürster K.: "Maskowanie wojsk i obiektów przed rozpoznaniem w podczerwieni". WPZ Nr 6 s. 163, 1966.
9. Gall L.: "Techniczne środki ułatwiające prowadzenie nocnych działań piechoty". WPZ Nr 1, s. 163, 1959.
10. Gospodinow G.W.: "Deszifrowanie aerospinokof. Izd. Mosk. Uniw. 1961.
11. Hulewicz Z.: "Dymy maskujące w obserwacji noktowizyjnej".  
Biul. WAT Nr 10 s. 84, 1960.
12. Jamieson J.A. i współautorzy: "Fizika i technika infrakrasno-wo izłuczenija". SOW, Radio, Moskwa, 1965.
13. Iwanow J.A., B.W. Tjapkin: "Infrakrasnaja technika w wojennom diele". SOW. Radio, Moskwa, 1963.
14. Juffet J.: "Możliwości i środki prowadzenia działań w nocy".  
WPZ Nr 6, s. 132, 1971.
15. K.C.: "Ocena możliwości zautomatyzowanych systemów dowodzenia sił lądowych Stanów Zjednoczonych" WPZ Nr 1, s. 121, 1971.
16. K.E.: "Tendencje rozwojowe amerykańskich pułków lotniczych do zwalczania celów naziemnych", WPZ Nr 1, s. 163, 1967.
17. Kęsik A.: "Barwna fotografia systemem cibachromeprint i jej znaczenie dla interpretacji zdjęć lotniczych" - referat. Katedra Kartogr. UMCS - Lublin.
18. Konarski S., A. Pilipowski: "Zdobyczo techniki telewizyjnej"  
WkiŁ, Warszawa, 1965.

19. Larson, Zelenka, Johansen: "Radiolokacyjny system holograficzny na ultrawielkiej częstotliwości". Zarubieżnaja radioelektronika Nr 3, s. 11-23, 1973.
20. Natals H.G.: "Nadzorowanie i przeciwdziałanie radiolokacyjne". WPZ Nr 2, s. 102, 1972.
21. Metody podczerwonej nitkowej optyki. Zarubieżnaja radioelektronika Nr 9, 1964.
22. Nowak J.: "Problemy teorii i techniki budowy stacji radiolokacyjnych zachodnich systemów OP". WPL Nr 1, s. 57, 1972.
23. Nowe materiały radioabsorpcyjne. Zarubieżnaja radioelektronika Nr 4, 1965, Nr 6, 1969 i nr 7, 1972.
24. Nowe materiały radioprzeźroczyste. Zarubieżnaja radioelektronika, Nr 9, 1966, Nr 2, 1971 i Nr 9, 1973.
25. Nowe przyrządy na podczerwień i ich zastosowanie. Zarubieżnaja radioelektronika Nr 9, s. 105-120, 1973.
26. Nürnberg A.: "Infrarot Photographie" VEB. Wilhelm Knapp Verlag, Halle 1957.
27. Organizacja i prowadzenie rozpoznania w siłach lądowych Francji. WPZ, Nr 2 s. 27, 1972.
28. Piechowiec E.: "III Ogólnopolska Konferencja Fotointerpretacji". WPL 1, 1968.
29. Pokładowe urządzenia podczerwone myśliwców przechwytyjących. WPZ Nr 4, s. 163, 1962.
30. Powietrzne fotografowanie w promieniach nadfioletowych. WPZ Nr 5, s. 176, 1963.
31. Problematyka rozpoznania taktycznego w siłach zbrojnych NARO. WPZ Nr 2, s. 46, 1972.
32. Rakietka z laminatu. WPL Nr 3, s. 69, 1972.
33. Rozwicie aerofotosjunki i fotogrametrii. 50 let sowietsoj geodezji i kartografii. Izd. "Nedra", Moskwa, 1967
34. Rozwój satelitów rozpoznawczych w USA. WPL Nr 4, s. 77, 1972.
35. Sanecki J.: "Analiza możliwości wyróżnienia obiektów z tła naturalnego za pomocą techniki wielospektralnej" Rozpr. dokt. WAT, Warszawa, 1972.
36. Sposoby wykorzystania pocisków kierowanych powietrze-ziemia w działaniach bojowych. WPZ Nr 6, s. 70, 1972.
37. Swift, Thompson.: "Przyrządy noktowizyjne". Zarubieżnaja radioelektronika. Nr 7, s. 35-44, 1973.
38. Urządzenie rozpoznawcze AN/AAS-24. WPL Nr 5, s. 72, 1971.
39. Wójcik S.: "Przegląd aktualnych metod fotografii lotniczej", WPL Nr 2, 1970.
40. Wójcik S.: "Samoloty fotogrametryczne" WPL Nr 1 s. 37, 1971.

41. Wójcik S. "Fotografia wielospektralna" WPL Nr 11, s. 20, 1971.
42. Wójcik S. "Zdjęcia lotnicze w podczerwieni a maskowanie", MW Nr 7, s. 33, 1971.
43. Wójcik S. "Pomiarowe kamery lotnicze" WPL Nr 8, s. 44, 1972
44. Wójcik S. "Panoramyczne kamery lotnicze" WPL Nr 11, s. 24, 1972.
45. Zajcev J.A., Muchina L.A.: "Primenienije cwiethoj i spektralnoj aerofotosiombki w geologiczeskich cielach. Izd. Mosk. Uniw. 1966.