

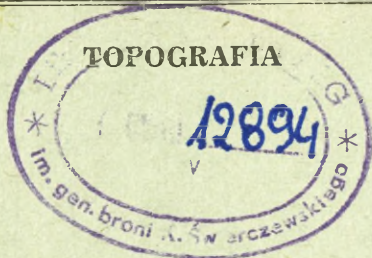


Grey Scale #13



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

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. Generała Broni Karola Świerczewskiego



14

ppłk mgr inż. Stanisław WÓJCIK

ZDJĘCIA LOTNICZE
ŹRÓDŁEM INFORMACJI O TERENIE
I NIEPRZYJACIELU

Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej
S/729



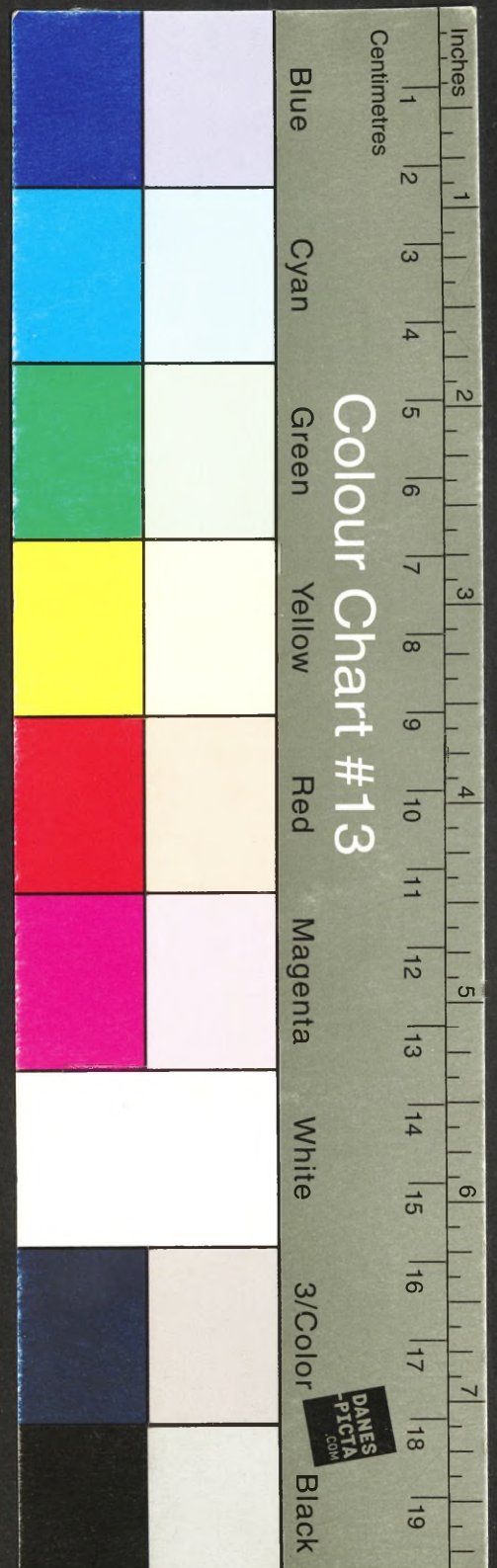
05-000767-002-0

12894

WARSZAWA

STYCZEŃ

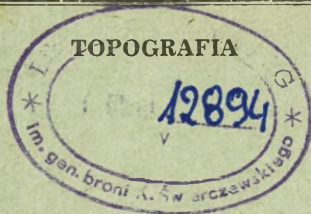
1972



Colour Chart #13



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. Generała Broni Karola Świerczewskiego



14

pplk mgr inż. Stanisław WÓJCIK

ZDJĘCIA LOTNICZE
ŹRÓDŁEM INFORMACJI O TERENIE
I NIEPRZYJACIELU

Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej

S/729



05-000767-002-0

12894

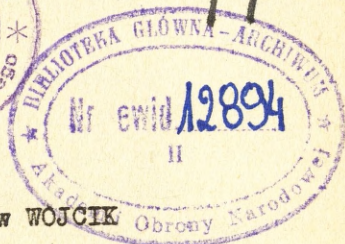
WARSZAWA

STYCZEŃ

1972

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im.gen.broni K.Świerczewskiego

TOPOGRAFIA



ppłk mgr inż. Stanisław WOJCIEK Obrony Narodowej

ZDJĘCIA LOTNICZE
ŹRÓDŁEM INFORMACJI O TERENIE I NIEPRZYJACIELU

51729

WARSZAWA

STYCZEŃ

1972 r.

10321

10321

SPIS TREŚCI

Str.

WSTĘP	5
I. PODSTAWOWE WIADOMOŚCI O ZDJĘCIACH LOTNICZYCH	7
1. Wiadomości ogólne o zdjęciach lotniczych	7
2. Klasyfikacja zdjęć lotniczych	14
3. Właściwości pomiarowe zdjęć lotniczych	17
4. Właściwości interpretacyjne zdjęć lotniczych	23
2 (5) Informacja topograficzna na zdjęciach lotniczych	29
3 (6) Informacja wojskowa na zdjęciach lotniczych	31
II. INTERPRETACJA PANCHROMATYCZNYCH ZDJĘĆ LOTNICZYCH	33
7. Metodyka fotointerpretacji	33
8. Przyrządy do odczytywania zdjęć lotniczych	36
9. Odczytywanie obiektów topograficznych	39
10. Odczytywanie obiektów taktycznych	47
III. OGÓLNE ZASADY WYKONANIA I FOTointerpretacji SPECJALNYCH RODZAJÓW ZDJĘĆ LOTNICZYCH	58
11. O zdolności odbijającej przedmiotów	58
12. Promieniowanie podczerwone	60
13. Fotografowanie w bliskiej podczerwieni	61

	<u>Str.</u>
14. Fotografia spektrostrefowa	64
15. Zasady fotografii wielospektralnej	66
16. Metody pośrednie fotografii w podczerwieni	68
17. Zdjęcia radarowe /radar fotografi- czny/	76
18. Zdjęcia w nadfiolecie	78
19. Zdjęcia kosmiczne	79
20. Kierunki rozwoju fotografii lotni- czej	81
Bibliografia	84

ZAŁĄCZNIKI:

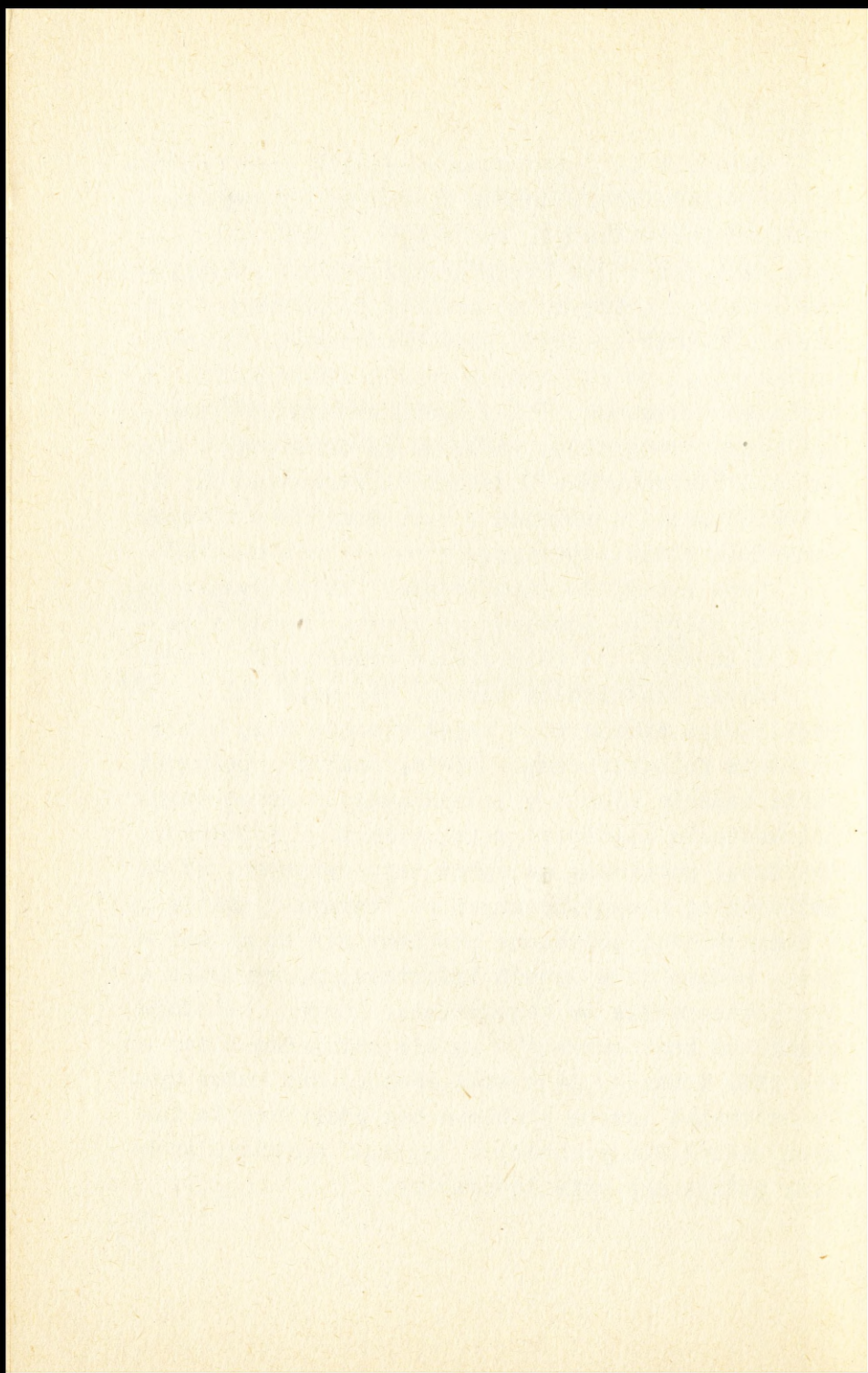
Załącz. 1 - Wzór zapotrzebowania na zdjęcia lotnicze.

Załącz. 2 - Wykaz oznaczeń użytych w tekście.

W S T Ę P

Ostatnie lata charakteryzują się rozwojem fotografii lotniczej. Oprócz typowo wojskowego rozpoznania powietrznego, które było i jest największym odbiorcą zdjęć lotniczych, fotografią lotniczą interesują się różne resorty gospodarki i nauki. Obecnie znacznie wzrósł zakres informacji otrzymywanej ze zdjęcia, a rozwój elektroniki i techniki raketowej wciąż otwiera nowe możliwości przed fotografią. Wiele uwagi poświęca się dzisiaj zastosowaniu urządzeń elektronicznych do fotografowania w różnych porach doby i w różnych warunkach atmosferycznych.

Nowe metody fotografowania, które wywierają istotny wpływ na problemy maskowania wojsk i techniki bojowej, na rozpoznanie przeciwnika oraz na badanie właściwości terenu, być może już w najbliższym czasie mogą zająć wiodącą rolę w rozpoznaniu fotograficznym. Dlatego autor postawił sobie zadanie ujęcia w jednym małym opracowaniu całokształtu zagadnień związanych z fotografią lotniczą, począwszy od spraw najprostszych, aż do najbardziej skomplikowanych na obecnym etapie. Z konieczności poruszone problemy nie są wyczerpane, podano je w sposób informacyjny, wyróżniając równocześnie te zagadnienia, które znajdują konkretne zastosowanie w kursie szkolenia oficerów ASG, wyrażono je w taki sposób, aby można było zrozumieć istotę problemu bez poszukiwania innych źródeł. Dla pragnących zgłębić niektóre problemy podaje się spis literatury.



I. PODSTAWOWE WIADOMOŚCI O ZDJĘCIACH LOTNICZYCH

1. Wiadomości ogólne o zdjęciach lotniczych

Zdjęciem lotniczym nazywamy obraz fotograficzny terenu wykonany z samolotu lub innego aparatu latającego wzniesionego nad terenem. Takie zdjęcie, podobnie jak mapa i inne dokumenty topograficzne, zawiera informacje o terenie i wszystkich obiektach, przedmiotach lub zjawiskach znajdujących się lub zachodzących w nim.

Zdjęcie lotnicze posiada szereg cennych właściwości, które wyróżniają go spośród innych rodzajów dokumentów topograficznych.

Do nich można zaliczyć:

- aktualność;
- szczegółowość;
- obiektywność.

Aktualność zdjęcia jest konsekwencją zastosowania metody fotograficznej, która umożliwia w krótkim czasie sfotografowanie terenu, fotochemiczną obróbkę zdjęcia, interpretację obrazu i doprowadzenie danych do wojsk. Czas takiego cyklu, w zależności od posiadanej techniki fotograficznej i organizacji działania, już dzisiaj może się wahać od minut do kilku godzin, tym samym zdjęcie lotnicze staje się najbardziej aktualnym dokumentem o terenie, w którym ujawniono wszelkie zmiany zachodzące w toku prowadzonych działań bojowych zarówno w treści topograficznej terenu, jak również zmiany rozmieszczenia wojsk i przegrupowania techniki bojowej.

Szczegółowość zdjęcia polega na zawarciu w treści obrazu fotograficznego wszystkich elementów, które w danym czasie /w momencie ekspozycji/ znajdowały się w terenie, a stopień szczegółowości określa tylko zdolność rozdzielcza systemu "kamera lotnicza - film" do odwzorowania najmniejszych przedmiotów i obiektów.

Obiektywność zdjęcia lotniczego jest bezsporna, gdyż zawiera ono wszystkie obiekty, które znajdowały się w terenie oraz przedstawia je w taki sposób, jak rzeczywiście wyglądały, podczas gdy mapa topograficzna jest generalizowana i posiada tylko taką treść, którą wybrał topograf, czy kartograf i uważał ze swojego punktu widzenia jako niezbędną.

Jakość i pojemność informacji zawartej na zdjęciu zależy od jego jakości pomiarowej i interpretacyjnej, dlatego w skrócie przypomina się podstawowe elementy charakteryzujące zdjęcia, które ułatwią świadome wykorzystanie jego treści.

Skala zdjęcia lotniczego. Skalą zdjęcia nazywa się stosunek odległości na zdjęciu $/d_z/$ do tej samej odległości w terenie $/D/$:

$$\frac{1}{m_z} = \frac{d_z}{D} \quad /1/$$

Ponieważ przyjęto wyrażać skalę w postaci ułamka z licznikiem równym jedności, więc praktycznie, przy obliczaniu skali zdjęcia, zawsze oblicza się mianownik $m_z = \frac{D}{d_z}$ /2/

Jeśli długość odcinka w terenie określa się z mapy w skali 1 : m, to wówczas wzór /2/ przyjmie postać:

$$m_z = \frac{d_m \cdot m}{d_z} \quad /3/$$

gdzie: d_m - jest długością odcinka pomierzonego na mapie.

Skalę zdjęcia lotniczego jeszcze można obliczyć ze stosunku wysokości lotu h_f do ogniskowej kamery lotniczej f /lotniczego aparatu fotograficznego - LAF/.

$$m_z = \frac{h_f}{f} \quad /4/$$

Przy obliczaniu skali zdjęcia ze wzoru /3/ należy wybierać możliwie najdłuższe odcinki. Pomiary i obliczenia wykonuje się co najmniej dwukrotnie, z dwóch odcinków przechodzących przez centralną część zdjęcia i przecinających się. Za właściwą skalę przyjmuje się średnią arytmetyczną z poszczególnych pomiarów.

Jeśli zdjęcie wykonano przy pionowym położeniu kamery lotniczej i jeśli równocześnie fotografowano teren równinny, to zdjęcie, podobnie jak mapa, będzie posiadało skalę jednolitą na całej powierzchni. Natomiast jeśli w momencie fotografowania kamera lotnicza była odchylna od linii pionu, względnie gdy w terenie występują dość znaczne przewyższenia /deniwelacje/, to skala zdjęcia lotniczego będzie w każdym punkcie inna. W zależności

od wielkości nachyleń kątowych i od wielkości przewyżeń w terenie zmiany skali mogą w sposób mniej lub bardziej istotny wpływać na dokładności pomiarów wykonywanych na zdjęciach.

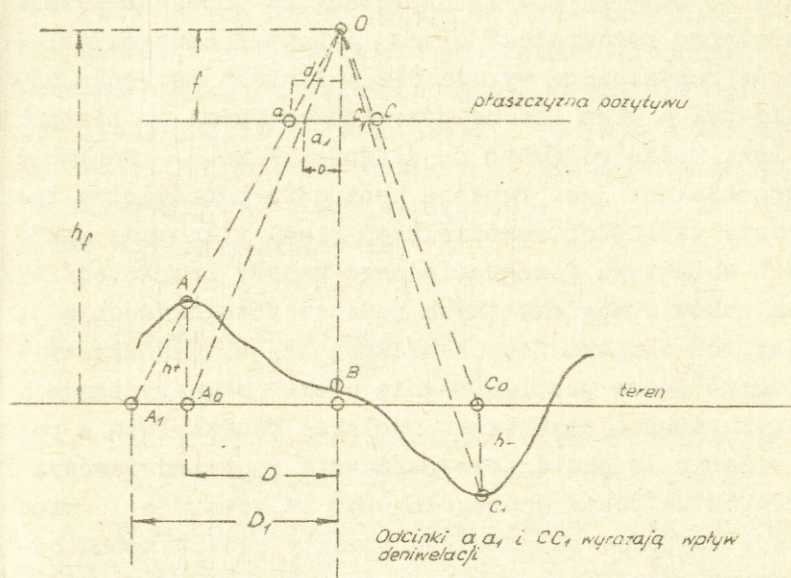
Wysokość fotografowania, pod którą przyjmuje się wysokość lotu nad terenem, wraz ze wzrostem powoduje zmniejszenie skali, natomiast wzrost ogniskowej kamery wpływa na zwiększenie skali. Odpowiednie manewrowanie tymi dwiema wielkościami umożliwia, w zależności od potrzeb, otrzymanie dużych skal nawet przy znacznych wysokościach lotu lub odwrotnie, małych skal przy niskich wysokościach. Oba powyższe warianty mają praktycznie duże znaczenie i stosuje się je szczególnie przy fotografowaniu dla celów rozpoznania wojskowego.

Wyżej podane zmiany skali uwarunkowane nachyleniami i deniwelacją również mają wpływ na pomiarowość zdjęcia lotniczego, szczególnie na pomiar odległości, pomiar współrzędnych i kątów.

Fotogrametria dzieli zniekształcenia zdjęcia na dwa rodzaje:

- zniekształcenia spowodowane nachyleniem zdjęcia;
 - zniekształcenia spowodowane deniwelacją terenu
- /rys. 1/.

Zniekształcenia te utrudniają posługiwanie się pojedynczym zdjęciem lotniczym, natomiast przy pomiarach dwubrazowych, a więc w tzw. stereofotogrametrii, są one niezbędne do otrzymania przestrzennego modelu terenu i stereofotogrametrycznego opracowania mapy, dlatego nie zalicza się ich do



Rys. 1

błędów obrazu fotograficznego. Natomiast błędami zdjęcia, utrudniającymi ich pomiarowe wykorzystanie, są: dystorsja obiektywu kamery lotniczej, skurcz materiału fotograficznego i błędy mechaniczne wnoszone przez aparaturę i występujące podczas fotografowania.

O ile wyżej podane czynniki w pewnym sensie charakteryzują jakość pomiarową zdjęcia lotniczego, to jego jakość interpretacyjną charakteryzuje zdolność rozdzielcza obrazu fotograficznego. Zdolność rozdzielczą wyraża się w liniach na jeden milimetr, a więc ile na przemian czarnych i białych linii można odczytać na długości 1 mm. Zdolność rozdzielcza jest funkcją kontrastu przedmiotów terenu, zdolności rozdzielczej błony filmowej, jakości obiektywu fotograficznego kamery lotniczej/LAF/, warunków atmosferycznych podczas fotografowania, jakości obróbki fotochemicznej zdjęć, wykorzystywanego pasma promieniowania elektromagnetycznego i wielu innych czynników. Zdolność rozdzielcza w połączeniu ze skalą fotografowania jest podstawowym kryterium oceny szczegółowości zdjęcia, a więc określa jakie najmniejsze obiekty będzie można odczytać ze zdjęcia, dlatego z punktu widzenia rozpoznania odgrywa najważniejszą rolę.

Jeśli znana jest skala zdjęcia lotniczego i zdolność rozdzielcza systemu "obiektyw-zdjęcie lotnicze", to na podstawie następującego wzoru można obliczyć jakie najmniejsze obiekty można odczytać z danego zdjęcia:

$$L = \frac{1}{2 R} m_t \quad /5/$$

gdzie: L - minimalna wielkość obiektu w terenie /w metrach/;

R - zdolność rozdzielcza zdjęcia lotniczego w liniach na milimetr;

m_t - skala zdjęcia w tysiącach jednostek.

Przykład: $R = 25$ linii/mm, $1 : m_z = 1 : 10\ 000$, to

$$L = \frac{1}{50} \times 10; \underline{L = 0,20 \text{ m}}$$

Często nie mając przyrządów optycznych, zdjęcie będzie się odczytywało okiem nieuzbrojonym. Wówczas nastąpi odczytanie tylko części informacji zawartych na zdjęciu. Dla obliczenia możliwości odczytania obiektów okiem nieuzbrojonym przyjęto następujące wzory empiryczne:

- dla obiektów liniowych

$$L_l = 0,05 \times m_t \quad /6/$$

- dla obiektów powierzchniowych

$$L_p = 0,07 \cdot m_t \quad /7/$$

gdzie: L_l i L_p są wielkościami obiektu liniowego i powierzchniowego w terenie /w metrach/.

Rozpatrując zdjęcie jako nośnik informacji można wydzielić kilka jego cech, takich jak:

- obrazowość - niezwykle oszczędny i komunikatywny sposób podania informacji, który umożliwia szybkie i kompleksowe przyjęcie całej informacji zawartej w treści zdjęcia;
- pojemność informacyjną, która związana jest zarówno z obrazowością jak i ze szczegółowością. Optyczne metody rejestracji zawierają tak olbrzymie ilości informacji, że często niemożliwe jest ujęcie tych informacji przy pomocy innych metod zapisu /np. magnetycznej/;
- trwałość informacji, a więc odporność na zakłócenia i zniekształcenia, gdyż zapis fotografii -

czny obrazu jest trwały, można go wielokrotnie oglądać, powielać i przechowywać. Wolny jest od zakłóceń radioelektronicznych, co również ma ważne znaczenie na polu walki. Wprawdzie materiały fotograficzne są czułe na promieniowanie radioaktywne, co utrudnia, lecz nie uniemożliwia wykonania fotografowania lotniczego w rejonach o dużym stopniu skażenia radioaktywnego, gdyż właściwe przechowywanie błon fotograficznych, odpowiedni wybór trasy przelotu i wysokości fotografowania, szybka obróbka fotochemiczna filmów oraz spadek stopnia radioaktywności z czasem osłabiają wpływ napromienienia i umożliwiają otrzymanie zdjęć o dobrych właściwościach interpretacyjnych.

2. Klasyfikacja zdjęć lotniczych

Istnieje wiele różnorodnych klasyfikacji zdjęć lotniczych. Z każdym dniem coraz więcej nowości pojawia się w tej dziedzinie, wchodzi urządzenia nowego typu, równocześnie komplikuje się klasyfikacja. W przedłożonym sposobie starano się ująć całościowo zagadnienia fotografii lotniczej na obecnym poziomie, dlatego sklasyfikowano zdjęcia według różnych kryteriów.

Klasyfikacja zdjęć ze względu na stosowaną aparaturę

a/ Pod względem formatu

- małoformatowe /mniejsze od 18x18 cm, np.
5,7x5,7, 11,5x11,5 cm/;

- średnio formatowe /18x18 cm, 23x23 cm, 30x30 cm;
- wielkoformatowe /24x46 cm, 50x50 cm/.

b/ Pod względem kąta rozwarcia obiektywu kamery lotniczej

- wąskokątne /o długich ogniskowych/ $2\beta < 50^\circ$;
- normalnokątna /o normalnej długości ogniskowych/ $50^\circ < 2\beta < 70^\circ$;
- szerokokątne /o krótkich ogniskowych/, $70^\circ < 2\beta < 110^\circ$;
- nadszerokokątne /o bardzo krótkich ogniskowych/, $2\beta > 110^\circ$.

c/ Ze względu na migawkę:

- wykonywane statycznie /tzw. zdjęcia kadrowe/;
- wykonywane dynamicznie /np. zdjęcia ciągłe, wykonywane migawką szczelinową/.

d/ Ze względu na sposób tworzenia się obrazu fotograficznego:

- fotografia bezpośrednia;
- fotografia pośrednia /np. gdy obraz jest przyjmowany przez czujniki urządzenia elektronoptycznego, przetwarzany elektronicznie i podawany na wskaźnik skąd się go przeffotografowuje/.

Klasyfikacja zdjęć ze względu na metodykę fotografowania

a/ Zależnie od metody:

- zdjęcia pojedyncze /punktowe/^{x/};

x/ Termin "punktowe" jest użyty w formularzu za potrzebowania na zdjęcia lotnicze.

- zdjęcia szeregowo;
 - zdjęcia zespołowe /płaszczyznowe/.
- b/ Zależnie od nachylenia osi optycznej kamery lotniczej /LAF/:
- pionowe /nachylenie nie przekraczające $\pm 3^\circ$ /;
 - skośne /nachylone/;
 - perspektywiczne /z fotografowaniem horyzontu/.

Klasyfikacja zdjęć ze względu na zakres czułości błon lotniczych:

- panchromatyczne;
- selektywne /spektrometryczne/;
- podczerwone;
- barwne /w barwach naturalnych/;
- spektrostrefowe /w barwach zniekształconych/.

Klasyfikacja zdjęć ze względu na pasma wykorzystywanego promieniowania elektromagnetycznego:

- ultrafioletowe, $\lambda < 0,29 \mu\text{m}$;
- w paśmie fal widzialnych, $\lambda = 0,4 + 0,7 \mu\text{m}$;
- w podczerwieni bliskiej, $\lambda = 0,7 + 1,5 \mu\text{m}$;
- wielospektralne /wielopasmowe/;
- w podczerwieni średniej, $\lambda = 1,5 + 10 \mu\text{m}$;
- w podczerwieni dalekiej, $\lambda = 10 + 1000 \mu\text{m}$;
- radiolokacyjne pasywne i aktywne /fale milimetryczne/;
- radar fotograficzny /fale centymetrowe i decymetrowe/.

Klasyfikacja zdjęć pod względem właściwości geometrycznych obrazu:

- zdjęcia konwencjonalne /w rzucie środkowym/;
 - zdjęcia niekonwencjonalne /w innych rzutach/.
- Istnieje jeszcze wiele innych cech, według których można dzielić zdjęcia lotnicze, jak np.:
- zdjęcia pomiarowe i rozpoznawcze;
 - zdjęcia dzienne i nocne;
 - zdjęcia wykonane w świetle naturalnym lub sztucznym;
 - zdjęcia ziemi, kosmiczne, planet itp.
- lecz nie wskazane jest dalsze rozdrabnianie tej klasyfikacji.

Bardziej dokładne omówienie poszczególnych rodzajów zdjęć lotniczych, wynikające z podanej klasyfikacji, znajduje się w trzeciej części niniejszego skryptu.

3. Właściwości pomiarowe zdjęć lotniczych

Na podstawie zdjęć lotniczych można wykonać pomiary odległości, kątów, powierzchni i wysokości. Najlepsze wyniki osiąga się na zdjęciach pionowych, natomiast inne rodzaje zdjęć /skośne, perspektywiczne, panoramowe/ wymagają zastosowania specjalnej aparatury pomiarowej.

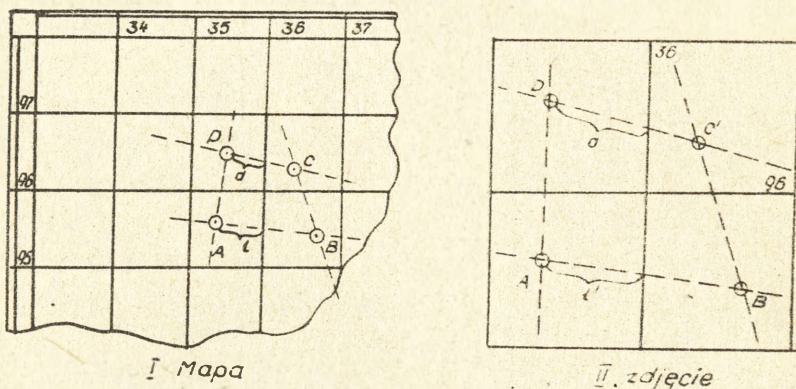
Jeśli znana jest skala pionowego zdjęcia lotniczego, to pomiary odległości wykonuje się tak samo jak na mapie. Dla ułatwienia pomiarów zaleca się sporządzenie podziałki liniowej w skali zdjęcia, wówczas uniknie się żmudnych przeliczeń ,

Mierzy się cyrklem odległość ab na mapie i odkłada się ją w punkcie B prostopadle do poprzedniego odcinka /na rys. 2 jest to odcinek BC/; punkty CA łączą się prostą i w równych odstępach wykreśla się odcinki równoległe do BC. Tak zbudowana podziałka w kierunku poziomym wyraża skalę zdjęcia, a w pionowym - skalę mapy. Jeśli teraz zmierzoną odległość na zdjęciu /np. AD/ chce się przenieść na mapę, wystarczy odłożyć ją na podziałce proporcjonalnej rozpoczynając od jej początku, tzn. od punktu A, następnie w punkcie D wykreślić prostopadłą, która w przecięciu z prostą AC wyznaczy odcinek w skali mapy /ED/. Na rys. 2 przedstawiono w jaki sposób należy posługiwać się podziałką proporcjonalną z cyrklem.

Dla ułatwienia przenoszenia służą cyrkle proporcjonalne, które umożliwiają bezpośrednią zamianę odległości na zdjęciu w odległości na mapie. Można również stosować różnego rodzaju siatki geometryczne /rys. 3/x/.

Pomiary kątów są możliwe jedynie na zdjęciach pionowych terenu równinnego. W innym przypadku pomierzone kąty będą obarczone błędami. Jest tylko jeden punkt na zdjęciu. tzw. punkt izocentryczny, który umożliwia dokładny pomiar kąta, niezależnie od nachylenia zdjęcia rzeźby terenu. Punkt ten wyznacza ślad dwusiecznej kąta nachylenia z płaszczyzną zdjęcia.

x/ Terenoznawstwo, Wyd. MON 1965 r., str. 280-283.



Rys. 3

Pomiary wysokości /głębokości/ przedmiotów terenowych można przeprowadzać metodą trygonometryczną względnie stereofotogrametryczną. Metodę trygonometryczną stosuje się, gdy znane są: skala, data wykonania zdjęcia lotniczego /miesiąc, dzień, godzina i minuta/ i położenie geograficzne obiektu /szerokość geograficzna/. Wówczas na zdjęciu mierzy się długość cienia rzuconego przez przedmiot i przy pomocy specjalnego nomogramu określa się współczynnik, przez który należy pomnożyć pomiarzoną długość, aby otrzymać wysokość przedmiotu.

Metodę stereofotogrametryczną stosuje się, gdy są dwa zdjęcia tworzące stereogram. Wówczas mierzy się tzw. paralaksy podłużne przedmiotu na obu zdjęciach i w sposób matematyczny lub analogowy ,

otrzymuje się wysokość przedmiotu. M. in. w skład kompletu stereoskopu lustrzanego SIS-2 wchodzi stereomikroskop, który służy do pomiaru wysokości, a nawet do wyrysowania warstwic na wycinku zdjęcia.

Pomiary powierzchni są analogiczne do pomiarów odległości. Praktycznie najczęściej mierzy się powierzchnię, która obejmuje jedno zdjęcie, względnie zespół zdjęć. Często wykonuje się zadania odwrotne - oblicza się ile zdjęć należy wykonać, aby pokryć określony obszar.

Jeśli oznaczyć przez l_x - podłużny wymiar zdjęcia, a przez l_y - jego wymiar poprzeczny, to powierzchnię P, jaka obejmuje zdjęcie, oblicza się ze wzoru:

$$P = l_x \cdot l_y \cdot m_z^2 \quad /8/$$

Przy zdjęciach szeregowych, celem utrzymania ciągłości obrazu fotograficznego, zdjęcia wzajemnie zachodzą na siebie na określony procent. Nazywa się to pokryciem podłużnym i oznacza się P_x . Wówczas odległość pomiędzy poszczególnymi zdjęciami w szeregu B_x zwana bazą podłużną, oblicza się następująco:

$$B_x = \frac{100 - P_x}{100} l_x \cdot m_z \quad /9/$$

a ilość zdjęć w danym szeregu, jeśli przez D_x oznaczymy jego długość, będzie się równała:

$$M = \frac{D_x}{B_x} \quad /10/$$

Pokrycie podłużne p_x może być różne. Jeśli zdjęcie wykonuje się tylko do celów rozpoznawczych i wykorzystana jest jako odbitki pojedyncze, to wystarczy pokrycie podłużne $p_x = 20\%$. Natomiast do obserwacji stereoskopowej i prac fotogrametrycznych przyjęto $p_x = 60\%$.

Przy zdjęciach zespołowych określony obszar pokrywa się równoległymi szeregami zdjęć lotniczych. Dla otrzymania ciągłości obrazu na całym obszarze poszczególne szeregi wzajemnie się pokrywają na określony procent. Nazywa się to pokryciem poprzecznym zdjęć lotniczych p_y , a odległość pomiędzy sąsiednimi szeregami jest bazą poprzeczną fotografowania B_y . Bazę B_y oblicza się ze wzoru:

$$B_y = \frac{100 - p_y}{100} l_y \cdot m_z \quad /11/$$

Aby dowiedzieć się ile szeregów potrzeba do pokrycia zdjęciami danego obszaru o szerokości D_y , stosuje się wzór:

$$N = \frac{D_y}{B_y} \quad /12/$$

W przypadku zastosowania wzorów /11/ i /12/ otrzymane liczby zaokrągla się w górę do najbliższej całości.

Pokrycie poprzeczne zazwyczaj równa się 20% lub 30%, jedynie w terenach górzystych może przyjmować większe wartości.

Mając obliczoną ilość zdjęć w szeregu M i ilość szeregów na danym obszarze N można obliczyć

ilość zdjęć niezbędnych do pokrycia danego obszaru.

$$K = M \cdot N$$

/13/

4. Właściwości interpretacyjne zdjęć lotniczych

Jak wynika z przedłożonej klasyfikacji, pojęcie zdjęcia lotniczego jest współcześnie bardzo szerokie i obejmuje cały wachlarz technik i technologii otrzymywania obrazu fotograficznego. Do znanego pojęcia "zdjęcie lotnicze" doszło cały szereg nowości, które zarówno pod względem treści jak i formy przedstawienia wyników, znacznie odbiegają od niego, lecz ze względu na obrazową metodę przyjmowania wrażeń przez człowieka w dalszym ciągu są zaliczane do zdjęć. Być może w najbliższym czasie pojęcia te będą wyodrębnione w nową całość, lecz wydaje się, że jeszcze można je zaliczyć do zdjęć względnie obrazów lotniczych, gdyż zawierają dane o terenie uzyskane z samolotu, które zawsze można przetworzyć w formę obrazu fotograficznego, takiego jak wyobrażamy sobie zdjęcia lotnicze.

Dla uproszczenia, najpierw będą opisane właściwości interpretacyjne najbardziej znanych i najpopularniejszych zdjęć lotniczych, mianowicie zdjęć wykonanych w paśmie fal widzialnych i przekazanych w fototonach zbliżonych do naturalnych, natomiast interpretacja zdjęć wykonanych innymi technikami i różnego rodzaju zdjęć specjalnych będzie opisana w trzeciej części niniejszego opracowania.

Pod pojęciem interpretacji przyjmuje się od -
szukiwanie obiektu na zdjęciu, odczytanie go i zin -
terpretowanie. Interpretacja jest dość trudnym i
złożonym procesem poznawczym, w którym oprócz tre-
ści zawartej w zdjęciach lotniczych istotną rolę
odgrywają zdolności i wiedza interpretatora. Można
ją przedstawić w postaci następującej funkcji:

$$I = \varphi / m_z, t_f, E_z, B_Q \dots I_f /$$

gdzie: t_f - czas /data/ fotografowania;

E_z - czułość spektralna zdjęcia;

B_Q - jakość obrazu fotograficznego;

I_f - kwalifikacje fotointerpretatora.

Praktycznie do odczytania obiektu wykorzystuje się tzw. cechy rozpoznawcze. Istota ich polega na tym, że każdy obiekt zostawia w otaczającym go środowisku ślady swojego istnienia, ślady życia i działalności. Cechy rozpoznawcze są jakby nosicielami tych śladów i w procesie odczytywania grają rolę dowodów. Wszystkie cechy rozpoznawcze przyjęto dzielić na dwie grupy: bezpośrednie i pośrednie. Podział ten jest wybitnie subiektywny, dlatego wszystkie cechy fizyczne, te które odzwierciedlają charakterystyki ilościowe, jakościowe i właściwości obiektów, a które odfotografowały się na zdjęciu zaliczamy do cech bezpośrednich, natomiast związki logiczne między obiektem i otoczeniem zaliczamy do cech pośrednich.

Istnieje wiele cech rozpoznawczych. Jedne z nich są ogólne, właściwe dla dużej grupy przedmio-

tow i zjawisk, inne zaś charakteryzują zaledwie kilka lub nawet jeden przedmiot czy zjawisko. Ciągły rozwój metod fotografii lotniczej i metod fotointerpretacji powoduje powstawanie wciąż nowych cech, które wyrażają się w określonych wzorach matematycznych lub wykresach krzywych. Mają one za stosowanie przy półautomatycznej lub automatycznej interpretacji zdjęcia lotniczego, jednak obecnie ograniczamy się tylko do cech widocznych i dostępnych dla każdego wnikliwego obserwatora.

Kształt obrazu. Jest podstawową cechą rozpoznawczą i przeważnie wiąże się z genezą powstania obiektu. Na zdjęciu pionowym kształt obrazu jest taki sam, jak na mapie; im bardziej nachylone będzie zdjęcie, tym bardziej naturalnie /perspektywicznie/ wyjdzie obraz. Na podstawie kształtu łatwo odróżnia się przedmioty naturalne od sztucznych, powstałych w wyniku działalności człowieka. Kształt umożliwia określenie ważności i znaczenie obiektu, pozwala także odczytać właściwości nie odфотографowane na zdjęciu /np. wg kształtu można odróżnić typ czołgów, dział, samolotów itp./.

Wymiary obrazu. Znając wymiary obrazu i skalę zdjęcia można otrzymać wymiary obiektu w terenie, które w połączeniu z kształtem są ważną cechą rozpoznawczą. Wymiary można również określać szacunkowo poprzez porównanie z sąsiednimi obiektami o znanych wymiarach. Wymiary liniowe mierzy się przy pomocy lup i liniałów precyzyjnych, wysokość mierzy się przy pomocy stereoskopu ze stereomikrometrem lub na bardziej dokładnych przyrządach fotogrametrycznych.

Ton obrazu /fototon/ - na fotografii czarno-białej tonem /fototonem/ nazywamy stopień zaczernienia obrazu obiektu. Ton zależy od zdolności przedmiotu do odbijania promieni słonecznych, stopnia oświetlenia, charakteru powierzchni przedmiotu, światłoczułości emulsji, metody fotografowania i warunków obróbki fotolaboratoryjnej. Różnorodność tonów obrazu poszczególnych przedmiotów pozwala rozpoznawać je na zdjęciach lotniczych, natomiast upodobnienie przedmiotu do tonu otoczenia utrudnia jego rozpoznanie. Przy ocenie obiektu na podstawie tonów należy mieć na uwadze, że te same obiekty mogą mieć różne tony w zależności od rodzaju błony fotograficznej, a więc w zależności od pasma widma wykorzystywanego do fotografowania. Również należy pamiętać, że w tym samym tonie mogą występować obiekty o różnym charakterze.

Zabarwienie obrazu - jeśli zdjęcie wykonano na błonie fotograficznej barwnej /w barwach naturalnych lub skażonych/, to zamiast fototonu występuje barwa. W przypadku użycia błony rejestrującej obraz w barwach naturalnych obiekty będą wyglądać podobnie jak w rzeczywistości. Przeważnie barwy na zdjęciu są nieco skażone, a powoduje to pewne niezbalansowanie barwne materiału negatywowego i pozytywowego, jak również grubość warstwy atmosferycznej, przez którą fotografowano. Duży wpływ na wierne odtworzenie barw wykazuje czas fotografowania, a więc pora dnia i pora roku.

Cienie na zdjęciu lotniczym można podzielić na cienie padające i cienie własne. Cień padający umożliwia odczytanie przedmiotu, jego kształt i wysokość /np. słupy linii elektrycznej i telefonicznej, kominy i inne/. Cień własny stwarza możliwości plastycznej obserwacji terenu bez stereoskopu. Zazwyczaj cień własny jest ciemniejszy od padającego. Cień odgrywa dużą rolę w tworzeniu struktury obrazu fotograficznego.

Struktura obrazu fotograficznego oddaje charakter powierzchni obiektu. Zależy od wielkości obiektu, ilości elementów składających się na obiekt, ich kształtu i wzajemnego rozmieszczenia. Np. drzewa liściaste na zdjęciach wielkoskalowych mają plamistą strukturę, zaś ten sam obraz drzew na zdjęciach w skalach małych ma strukturę ziarnistą.

Wzajemne położenie przedmiotów w terenie. Cecha ta opiera się na fakcie, że poszczególne przedmioty są ze sobą logicznie związane, tak, że na podstawie obecności jednych można wnioskować o istnieniu drugich. Np. drogi polne i ścieżki zbiegające się po obu stronach rzeki świadczą o istnieniu brodu w tym miejscu; lasy sosnowe przeważnie porastają na glebach piaszczystych, dlatego prawidłowe odczytanie drzewostanu może dać pewne wyobrażenie o właściwościach gruntu.

Ślady działalności - zarówno ślady działalności obiektu jak i ślady ludzkiej działalności wokół obiektu mogą dać wiele charakterystyk.

Np. zamaskowane stanowiska ogniowe artylerii i stanowiska startowe rakiet można wykryć na podstawie śladów dojazdu; podobnie trudno jest ukryć czołgi, gdyż koleiny je demaskują. Podczas strzelań artyleryjskich i odpalania rakiet następują zmiany w otoczeniu, które również wychodzą na zdjęciu i ułatwiają odczytanie obiektu.

Istnieje jeszcze szereg innych charakterystyk zaliczanych przez różnych autorów do cech rozpoznawczych, takie jak ilość obiektów na jednostkę powierzchni, dynamika zjawiska, właściwości zjawiska i inne.

W ostatnich latach, na skutek rozwoju techniki fotointerpretacyjnej i problematyki automatyzacji procesu odczytania zdjęcia rozwinęło się wiele cech formułujących obraz obiektu w sposób matematyczny.

W metodzie mikrofotometrycznej obraz obiektu jest analizowany pod kątem obecności określonych gęstości optycznych /fototonów/, rozpatrywany pod względem statystycznym występowania określonych zaczernień i ich wielkości /amplitud/. W takiej postaci może być oceniany przez maszynę matematyczną i na tej podstawie automatycznie klasyfikowany.

W metodzie korelacji optycznej wykorzystuje się właściwości spójnych źródeł światła /laserów/ i przy pomocy metody maskowania optycznego odczytuje się obraz interesującego nas obiektu. Istnieje już wiele typów urządzeń, które automatycznie

porównują zdjęcia lotnicze na podstawie ich cech statystycznych i automatycznie określają rodzaj i miejsce położenia obiektu. Prace nad automatyzacją odczytywania zdjęć lotniczych są na świecie daleko zaawansowane.

5. Informacja topograficzna na zdjęciach lotniczych

Zdjęcia lotnicze będąc przebogatym źródłem informacji o terenie również w praktyce powinno być jednym z podstawowych dokumentów topograficznych, służących do badania terenu, określenia jego właściwości i wpływu na tok przewidywanych działań bojowych. Należy tylko zawsze dobierać skalę zdjęcia /fotoszkieca, fotoplanu, fotomapy/ stosowną do przewidywanych zadań i szerokości wykorzystania. Technicznie można dzisiaj wykonywać zdjęcia w dużym przedziale skal: od bardzo wielkich /np. 1:500/, aż do bardzo małych /np. 1:5 000 000/, zaś w zależności od skali zdjęcia różna będzie treść przekazywanej informacji.

Główną zaletą zdjęć lotniczych jest wierne oddanie krajobrazu, lepsze niż to może dać mapa. Informacja o krajobrazie jest pełniejsza, bardziej obrazowo przemawia do odbiorcy, a przede wszystkim działa bardziej przekonująco ze względu na większą aktualność zdjęć w porównaniu do map.

Ze zdjęcia można łatwo odczytać wszelkie taktyczne właściwości terenu mające bezpośredni wpływ na działanie wojsk. Lepiej są widoczne maskujące

właściwości terenu, gdyż wydziela się nie tylko masywy leśne, lecz widać również inne charakterystyki lasów oraz wszelkie inne zadrzewienie, szczególnie przy drogach, nad rzekami, strumykami /parowami/ i w osiedlach. Ze zdjęć w dużej skali można również określić zwartość koron drzew, która ma bezpośredni wpływ na maskowanie. Warunki obserwacji najlepiej badać stereoskopowo, wówczas oprócz elementów ograniczających lub ułatwiających obserwację, występują charakterystyki wysokościowe, a więc rzeźba terenu i wysokości obiektów terenowych. Zdjęcie lotnicze i dokumenty pochodne /fotoszki, fotoplany/ mają duże bogactwo szczegółów, dlatego orientacja w terenie na podstawie zdjęć lotniczych jest o wiele łatwiejsza, niż przy pomocy mapy, gdyż na zdjęciu od - fotografują się wszystkie szczegóły, nie tylko te, które mają znaczenie topograficzne. Ochronne właściwości terenu najlepiej oceniać na podstawie zdjęć stereoskopowych, lecz na pojedynczych zdjęciach elementy te również można odczytać, gdyż wychodzą bardziej plastycznie niż to przedstawia mapa. Zdjęcia lotnicze szczegółowo przedstawiają szlaki komunikacyjne, stopień zagospodarowania terenu, rubieże wodne i warunki podejścia do nich, przejeźdźność i wiele innych elementów topograficznych bezpośrednio wpływających na walkę.

6. Informacja wojskowa na zdjęciach lotniczych

Zdjęcia lotnicze wkrótce po ich wynalezieniu znalazły zastosowanie w wojskach, gdyż dawały dodatkowe dane o przeciwniku, które w połączeniu z danymi innych rodzajów rozpoznania umożliwiały dowódcy podjęcie właściwej decyzji oraz kierowanie walką. Już w drugiej połowie XIX wieku notujemy wiele faktów zastosowania zdjęć lotniczych, jednak były to mimo wszystko przypadki fragmentaryczne, udowadniające znaczenie zdjęć, lecz możliwości szerokiego zastosowania pojawiły się dopiero z wynalezieniem samolotu. Dlatego pierwsza wojna światowa dała początek, a druga wojna światowa już na skalę masową wprowadziła zdjęcia lotnicze jako jeden z zasadniczych sposobów rozpoznania, uzyskania wiadomości o terenie i nieprzyjacielu. Świadczą o tym fakty, że np. Stany Zjednoczone w okresie II wojny światowej wykonały łącznie około 170 mln zdjęć, uzyskując z nich 80 % wiadomości o nieprzyjacielu, zaś Związek Radziecki wykonał w tym czasie fotografowanie lotnicze w różnych skalach na powierzchni ponad 10 mln km².

Współczesne środki fotografii lotniczej oraz techniczne możliwości odczytania i powielenia wyników rozpoznania pozwalają zaopatrzyć sztaby pododdziałów, oddziałów, związków taktycznych i operacyjnych, a także dowódców różnych szczebli, w stosunkowo krótkim czasie w najbardziej pełne dane o nieprzyjacielu i terenie w różnych rodzajach

walk. Najszersze zastosowanie ma fotografia lotnicza w operacji zaczepnej /w natarciu/, szczególnie w okresie przygotowania do przerwania obrony nieprzyjaciela z forsowaniem przeszkody wodnej. Zdjęcie lotnicze pozwala na otrzymanie obiektywnych danych o nieprzyjacielu i terenie w porównaniu z danymi, otrzymanymi z naziemnego czy lotniczego rozpoznania wzrokowego. Na zdjęciu można otrzymać obraz stosunkowo dużego obszaru terenu w zależności od potrzeby, od dziesiątków do setek kilometrów kwadratowych, co umożliwia ocenianie położenia obiektów przeciwnika rozmieszczonych na znacznej szerokości i głębokości.

Czas od momentu fotografowania do otrzymania gotowego zdjęcia jest już bardzo krótki /minuty - godziny/, dlatego zdjęcie przedstawia najaktualniejsze rozmieszczenie sił i środków nieprzyjacielskich. Powtórne fotografowanie terenu zajmowanego przez przeciwnika umożliwia śledzenie za wszelkimi zmianami, jakie zaszły w przegrupowaniu jego wojsk. Zdjęcie lotnicze ma jeszcze tę zaletę, że umożliwia w warunkach kameralnych przeglądanie terenu przeciwnika na znaczną głębokość, tym samym ułatwia sprecyzowanie decyzji dowódcy przed ostatecznym wydaniem rozkazu.

Zdjęcie lotnicze można również wykorzystać jako podkład do wykonania różnego rodzaju bojowych dokumentów graficznych. Podsumowując można stwierdzić, że właściwości zdjęć lotniczych umożliwiają oficerom i sztabom wykorzystanie ich do

rozwiązywania różnego rodzaju zadań takich, jak:

- otrzymanie danych o nieprzyjacielu na całej głębokości;
- systematyczną obserwację zmian zachodzących w rejonie działań nieprzyjaciela;
- określenie współrzędnych celów i przygotowanie danych dla rakiet i dla strzelań artyleryjskich;
- sprawdzenie jakości maskowania wojsk własnych ;
- kontrolę wyników bombardowania i skuteczności ognia artyleryjskiego;
- sporządzenie graficznych dokumentów bojowych.

Jak widać z powyższego, zakres informacji wojskowej na zdjęciu lotniczym może być wielki, a sposób wykorzystania jej przez wojska - bardzo szeroki.

Aby można było szeroko i we właściwy sposób wykorzystywać zdjęcia lotnicze przy zabezpieczeniu działań bojowych wojsk, każdy oficer powinien umieć je odczytywać i posługiwać się nimi równie dobrze jak mapą topograficzną.

II. INTERPRETACJA PANCHROMATYCZNYCH ZDJĘĆ LOTNICZYCH

7. Metodyka fotointerpretacji

Proces poznania powierzchni ziemi rozpoczyna się od spostrzeżeń wzrokowych, które są jedynym kanałem doprowadzającym do świadomości obserwatora pierwsze informacje. Spostrzeżenia wzrokowe mają właściwość prawdziwego odzwierciedlenia ilo-

ściowych i jakościowych charakterystyk obiektów i zjawisk znajdujących się w terenie /rozemieszczenie przestrzenne, kształt, barwa, stan ruch/, również zawierają one pewne elementy syntezy i tworzą w świadomości obserwatora wystarczająco pełne obrazy.

Następną, bardziej doskonałą formą odzwierciedlenia w świadomości fotointerpretatora badanych kategorii pokrycia powierzchni Ziemi są "przedstawienia". Powstają one na bazie spostrzeżeń wzrokowych, lecz mają większy stopień uogólnienia, głębiej odzwierciedlają cechy przedmiotów. Osiąga się to poprzez porównanie z obrazem zachowanym w pamięci, względnie na podstawie analogii ze zdobytym doświadczeniem i posiadanym zapasem wiadomości. Przedstawienie jest jednak tylko formą przejścia od poznania przy pomocy zmysłów do myślenia logicznego, dlatego przedstawienie odzwierciedla tylko to, co leży na powierzchni, a więc zewnętrzną stronę obiektów i zjawisk, gdyż tylko działalność myślowa obserwatora, to znaczy formowanie pojęć i sądów oraz stawianie wniosków, jakby ukoronowuje proces poznania, doprowadza do wykrycia wewnętrznych prawidłowych związków i zależności oraz pozwala wnikać w ich istotę.

Zdjęcie lotnicze odtwarza wygląd fragmentu powierzchni Ziemi, dlatego proces obserwacji zdjęcia można utożsamić z bezpośrednimi spostrzeżeniami wzrokowymi, dokonanymi przy pomocy systemu: kamera lotnicza - błona fotograficzna - obserwator,

a więc w tym przypadku, oprócz spostrzeżeń, będą zachodziły również dalsze etapy procesu poznania.

Proces fotointerpretacji pod względem metodycznym możemy podzielić na trzy następujące etapy:

- 1/ ogólny przegląd zdjęcia lotniczego w celu określenia stopnia jego przydatności i sposobu wykorzystania do danego typu odczytywania;
- 2/ wydzielenie na zdjęciu lotniczym wycinków obrazu, zawierających jednorodne obiekty różnych klas;
- 3/ szczegółowa analiza obrazu na wydzielonych wycinkach w celu otrzymania maksymalnej informacji o obiekcie.

W zależności od zadań, jakie stawia się przed procesem fotointerpretacji, poszczególne etapy przybierają różną wagę. Przy fotointerpretacji topograficznej, mającej na celu określenie typów obiektów topograficznych i ich szczególnych charakterystyk z późniejszym naniesieniem na mapę, największe znaczenie będzie miał drugi i trzeci etap, przy tym wymagany stopień szczegółowości i pojemności całkowitej informacji o obiekcie będą uzależnione od skali mapy i możliwości graficznego naniesienia obiektu, jakie daje przyjęty klucz umownych znaków topograficznych.

Przy fotointerpretacji wojskowej ważne będą wszystkie z przedstawionych etapów, lecz w zależności od potrzeb i szerokości rozpoznania, waga poszczególnych etapów będzie się zmieniała.

8. Przyrządy do odczytywania zdjęć lotniczych

Zdjęcie lotnicze przedstawia fragment powierzchni Ziemi w określonej skali. Celem otrzymania pełniejszej charakterystyki terenu zawartego na zdjęciu, przy odczytaniu stosuje się różnorodne przyrządy i aparaturę pomocniczą. Głównymi zadaniami przyrządów fotointerpretacyjnych są:

- 1/ powiększenie obrazu fotograficznego przedmiotu celem łatwiejszego ujawnienia jego cech fizycznych;
- 2/ pomiar obrazów przedmiotów i wykonanie różnych prac.

Obecnie przy fotointerpretacji stosuje się przyrządy począwszy od bardzo prostych, takich jak lupa czy stereoskop, aż do niezwykle skomplikowanych elektronowych maszyn matematycznych.

Lupa - najprostszy przyrząd optyczny, umożliwia kilkukrotne powiększenie obrazu zdjęcia. Praktycznie stosuje się zestawy lup skła - dające się z lup o powiększeniu 2^x , 4^x i 10^x ^{1/}. Lupa wykorzystuje się łącznie z cyrkiem i podziałką, lub z cyrkiem proporcjonalnym.

Lupa Brinnela - charakteryzuje się powiększeniem 10^x i posiadaniem metalowej podziałki umożliwiającej pomiar z dokładnością 0,02 mm /szacunkowo/.

1/ W ten sposób oznacza się krotność powiększenia układu optycznego.

Stereoskop - jest przyrządem umożliwiającym otrzymanie przestrzennego modelu terenu na podstawie dwóch zdjęć tworzących stereogram. Stereoskopy zwykle służą tylko do przestrzennej obserwacji zdjęć. Stereoskopy topograficzne - służą do obserwacji przestrzennej i wykonania pomiarów na zdjęciach, w tym również do pomiarów wysokości /głębokości/ przy pomocy urządzenia nazywanego stereomikrometrem. Stereoskopy topograficzne mają system zwierciadeł, pryzmatów i soczewek umożliwiające wielokrotne powiększenie obserwowanego modelu.

Stereomikroskop - jest połączeniem stereoskopu z mikroskopem, a więc umożliwia obserwację przestrzenną i bardzo duże /kilkudziesięciokrotne/ powiększenie obrazu.

Przetwornik optyczny /prosty/ - jest przyrządem umożliwiającym odczytanie i interpretację przedmiotów ze zdjęcia lotniczego metodą porównania /z mapą lub z innym zdjęciem tego samego terenu/.

Rzutnik - służy do odczytania zdjęcia poprzez powiększenie go i zrzutowanie /dla pozytywu lub negatywu/ na ekranie.

Rzutnik stereoskopowy - służy do powiększenia zdjęcia lotniczego, zrzutowania go

na ekran z możliwością stereoskopo-
wej obserwacji z ekranu zrzutowanego
obrazu terenu.

Interpretoskop - jest przyrządem fotogrametrycz-
nym umożliwiającym wielokrotne po-
większenie obrazu fotograficznego na
pozytywie lub negatywie, stereoskopo-
wą obserwację terenu oraz umożliwia
wykonanie pomiarów na zdjęciach. In-
terpretoskop firmy Zeis-Jena posia-
da następujące dane techniczne: po-
większenie zmieniane w sposób ciągly
w przedziale 2^x-15^x ; możliwość obser-
wacji negatywów; diapozytywów lub od-
bitek o formacie 30x30 cm; możliwość
równoczesnej obserwacji terenu przez
dwóch fotointerpretatorów; observa-
cję przy różnicy skal pomiędzy lewym
i prawym zdjęciem do 1:15.

Ekranowy czytnik obrazów - jest urządzeniem elek-
tronooptycznym umożliwiającym wielo-
krotne powiększenie zdjęcia lub frag-
mentu zdjęcia metodą przetwarzania
elektronowego i poddawania obrazu na
ekran lampy obrazowej /kineskopu / .
Przeważnie czytniki te pozwalają na
wzajemne nakładanie na siebie dwóch
lub kilku obrazów, porównanie ich
oraz wykonanie pomiarów z automaty-
cznym zapisem współrzędnych.

Mikrofotometr - jest urządzeniem analizującym gęstość optyczną obrazu fotografii - cznego, wykreślającym profil tej gęstości, który służy następnie do odczytania charakterystyk obiektów na podstawie porównania ze wzorcem lub do określenia danych statystycznych o obrazie.

Perceptron - urządzenie elektronowe do automatycznego odczytywania obiektów na podstawie biologicznego modelowania układu nerwowego człowieka. Z bardziej znanych urządzeń tego typu - to perceptrony Mark-1 i Mark-2 oraz system MADALINE. Wykorzystywane do analizy danych postępujących ze sztucznych satelitów Ziemi.

9. Odczytywanie obiektów topograficznych

Odczytywanie topograficzne jest jednym z elementów procesu sporządzenia lub uaktualnienia mapy. Odczytywanie topograficzne można przeprowadzić bezpośrednio w terenie, wówczas porównuje się teren ze zdjęciem lotniczym i na zdjęciu wykreśla się elementy sytuacyjne normalnymi znakami topograficznymi, względnie odczytuje się zdjęcia w warunkach kameralnych, wykorzystując do tego celu przyrządy fotogrametryczne i uprzednio podane cechy demaskujące obiektów. W wojskach w okresie

przygotowania do działań i w toku prowadzenia działań, zwłaszcza ten drugi sposób znajduje za - stosowanie. Najpierw na zdjęciach odczytuje się nowe elementy terenu, następnie wnosi się je na mapę. Niżej podaje się w skrócie cechy szczególne najważniejszych przedmiotów i obiektów o charakterze topograficznym, ułatwiające odczytanie ich na zdjęciu.

9.1. Osiedla. Obraz osiedli na zdjęciach jest podobny jak na mapach topograficznych w odpowiadającej skali. Osiedla zwykle wyróżniają się na tle otoczenia, dlatego można dość łatwo odczytać typ osiedla, ilość i rodzaj zabudowań, charakter ulic i przejazdów, uprzemysłowienie, wielkość i charakter zniszczeń itp.

Osiedla typu wiejskiego rozpoznaje się przede wszystkim według struktury obrazu fotograficznego, wielkości osiedla, kształtu i wymiarów budynków oraz umiejscowienia w terenie. Charakter osiedla zależy w dużej mierze od rzeźby terenu. Wsie położone w terenie równinnym mają proste ulice i regularnie rozmieszczone zagrody, natomiast w terenie pagórkowatym ulice biegną zgodnie z rzeźbą terenu. Zagrody leżą przy ulicach i drogach. Budynki mieszkalne są położone w pierwszej linii, zaś zabudowania gospodarskie na drugim planie. Przeznaczenie budynków określa się według kształtu, cienia, rozmiarów i rozmieszczenia w osiedlu. Szkoły, domy kultury i szpitale odróżniają się wielkością i dziedzińcami. Kościoły charakteryzują

się kształtem, wielkością, obecnością wież, omentarzy, często sylwetkę kościoła charakteryzuje cień padający. Cegielnie - są rozmieszczone w pobliżu miejsc wydobywania surowca, wyróżniają się długimi suszarniami. Działki przyzagrodowe, sady i ogrody wychodzą jako szeregi równoległych pasów o różnej szerokości i fototonie. Pola uprawne mają kształt prostokątów, ton ich zależy od rodzaju uprawy. Wielkość pól świadczy o charakterze gospodarki /drobnotowarowa lub wielkoprzestrzenna/. Łąki określa się według kształtu, tonu i rozmieszczenia. Przeważnie leżą w dolinach nad rzekami i jeziorami, na skraju lasów. Zabudowania gospodarcze PGR, osrodki maszynowo-traktorowe i dawne folwarki wyróżniają się wielkością i wzajemnym rozmieszczeniem budowli, często otaczają je parki, a w ogrodach obserwuje się szklarnie i inspekty. Osiedla typu miejskiego, a więc miasta, miasteczka, osiedla robotnicze, osiedla lotniskowe i inne charakteryzują się prawidłowym rozplanowaniem kwartałów: mieszkalnych, obecnością dużych zakładów produkcyjnych, budynków i urządzeń użyteczności publicznej, wielopiętrową zabudową, systemem komunikacji kolejowej i miejskiej.

Zakłady przemysłowe rozpoznaje się wg ich obrazu zewnętrznego, rozmieszczenia i systemu ochrony. Zakłady przemysłowe wyróżniają się dużymi budynkami, wysokimi kominami, magazynami i składami surowców lub gotowych wyrobów, składami paliwa, drogami dojazdowymi itp. Zakłady o znaczeniu wojsko-

wym są otoczone parkanem, ochraniaane posterunkami w wieżyczkach, a w czasie wojny posiadają obronę przeciwlotniczą. Każdy zakład produkcyjny posiada swoje specyficzne cechy, na podstawie których można sądzić o jego przeznaczeniu. Np.:

- zakłady metalurgiczne charakteryzują się wielokimi piecami, piecami martenowskimi, piecami koksowniczymi, generatorami gazu, składami węgla, koksu i rudy;
- zakłady chemiczne i rafinerie mają zbiorniki surowców i gotowych produktów, zewnętrzne urządzenia technologiczne, stacje pomp, chłodnice;
- elektrownie i elektrociepłownie mają kotłownie, hale maszyn, urządzenia rozdzielcze, składy paliwa. Hydroelektrownie są rozmieszczone nad rzekami, demaskuje je tama i budynek elektrowni.

9.2. Drożnia. Na podstawie zdjęć można odczytać typ drogi, jej szerokość, obecność nasypów i wykopów przydrożnych, krzywiznę zakrętów, stan drogi i wiele innych charakterystyk.

Koleje żelazne rozpoznaje się po szarym tonie, prostoliniowości, łagodnych zakrętach, braku skrzyżowań oraz po urządzeniach kolejowych. Na zdjęciach w skali 1:10 000 i większej można odczytać ilość torów, słupy trakcji elektrycznej, można odróżnić kolej wąskotorową od normalnotorowej, odczytać tabor kolejowy znajdujący się na torach i inne.

Autostrady charakteryzują się długimi prostoliniowymi odcinkami, dużą szerokością, przeważnie

dwoma pasami jezdni oraz brakiem skrzyżowań /wiadukty, łagodne wjazdy i zjazdy, estakady/.

Drogi o nawierzchni twardej wychodzą jako jasne pasma o jednakowej szerokości z ciemnymi liniami rowów po bokach. Są dość proste, nie mają krętych spadów i podjazdów, często biegną w wykopach lub na nasypach.

Drogi gruntowe /wiejskie i polne/ odfotografowuje się jako jasne linie biegnące zgodnie z ukształtowaniem terenu. Drogi wiejskie przeważnie łączą osiedla i mają nawierzchnię utwardzoną, drogi polne prowadzą z osiedla do działek użytków rolnych. Drogi leśne mają podobne cechy jak drogi gruntowe. W lasach przebieg drogi demaskuje się poprzez rozwarcie koron drzew.

Ścieżki również odfotografowują się jako cienkie jasne linie. Mogą one łączyć osiedla, albo prowadzą do obiektów o osobnionych, jak pojedyncze budynki gospodarcze położone w polu, studnie oddalone itp. Jedynie w rejonach podgórskich i górskich mają one większe znaczenie komunikacyjne.

Mosty odfotografowują się jako jasne lub szare równe paski, łączące oba brzegi rzeki, kanału lub strumienia. Na zdjęciu wielkoskalowym można określić konstrukcję mostu na podstawie cienia padającego.

Brody rozpoznaje się po drogach i ścieżkach zbiegających się przy rzece lub strumieniu. Czasem wieloznaczna wyróżniająca się na ciemnym tle rzeki może posłużyć do odczytania brodu.

9.3. Hydrografia

Głównymi cechami rozpoznawczymi elementów hydrograficznych są kształt obiektu i fototon.

Rzeki i strumienie wychodzą na zdjęciu jako wijące się wstęgi lub linie. Charakter brzegu i kształt rzeki określa, czy jest ona uregulowana. Kanały wyróżniają się prostym kształtem i celowością rozmieszczenia w terenie. Kanały odwadniające łączą się i tworzą regularną siatkę. Jeśli zdjęcie wykonano w okresie wiosennym, to wychodzi na nich ukryta pod ziemią sieć drenażowa.

Fototon rzeki może być różny, począwszy od jasnego do bardzo ciemnego. Zależy od głębokości rzeki, czystości wody i charakteru dna. Rzeki głębokie i jeziora o dnie ilastym wychodzą ciemniej od rzek płytkich, mielizn i o dnie piaszczystym.

Fototon pomaga w ustaleniu głębokości rzeki przy pomocy mikrofotometrycznej metody odczytania zdjęcia i wykorzystaniu zależności gęstości optycznej obrazu rzeki od głębokości. Przy dużej przezroczystości wody głębokość rzeki można określić metodami stereofotogrametrycznymi.

Kierunek prądu można określić przy pomocy cech pośrednich, a m.in.:

- ostrzejszy koniec wyspy jest skierowany zgodnie z prądem;
- strumienie i potoki wpadają do rzeki pod kątem ostrym do kierunku prądu;
- wysepki i mielizny są skierowane stroną wypukłą pod prąd;

- izbice ustawia się powyżej mostu;
- położenie łodzi uwiązanych przy brzegu również wskazuje kierunek prądu.

Jeziora charakteryzują się zamkniętą linią brzegową i jednakowym tonem powierzchni wody. Stawy hodowlane wyróżniają się regularnością kształtów i groblami. Czasem nawet głębokie wody mogą się odfotografować jako jasne plamy, gdy lustro wody znajdzie się w strefie odbłasku.

Mielizny piaszczyste i kamieniste wychodzą w postaci jasnych plam, lub wachlarzowato jako układ jasnych rzędów mielizn poprzedzielanych ciemniejszymi pasmami wody.

Błota na zdjęciu mają szary ton, czasem porasta je las niskopienny i krzaki. Stopień zaczernienia błot charakteryzuje ich przejezdność. Zdjęcia lotnicze panchromatyczne nie wystarczają dla dokładnej charakterystyki błot.

9.4. Szata roślinna. Masywy leśne, zagajniki, krzaki, zarośla i pojedyncze drzewa zarówno na zdjęciach wykonanych w lecie, jak i w zimie występują w postaci ciemnych plam i figur. Ton obrazu jest nierówny, zależy od oświetlenia koron, w związku z tym przy zróżnicowanej rzeźbie terenu ten sam las może wyjść w różnych tonach. Lasy liściaste charakteryzuje owalny kształt koron drzew, miękkie cienie plamiste, lub ziarnista struktura obrazu oraz kształt cienia padającego, obserwowany przy skraju lasu. Las iglasty przede wszystkim jest ciemniejszy od liściastego i ma

cienie bardziej ostre. Zastosowanie metody mikrofotometrycznej do odczytania lasów umożliwia wydzielenie rodzaju zadrzewienia, gatunku i wieku drzewostanu. Przesieki w lesie przedstawione są w kształcie sieci równoległych prostych linii, zazwyczaj przecinających się pod kątem prostym.

Krzaki i zarośla wyróżniają się drobniejszym ziarnem obrazu i przeważnie jaśniejszym tonem. Wyrąb na tle lasu odfotografuje się w jaśniejszym tonie. Pojedyncze drzewa również są ciemnymi plamkami i identyfikuje się na podstawie cienia padającego.

Wysokość drzew można określić przy pomocy pomiaru stereofotogrametrycznego oraz na podstawie pomiaru długości cienia i daty fotografowania. Wykorzystując pośrednie cechy rozpoznawcze i szczególnie znajomość zagadnień leśnictwa można dość dokładnie odczytać wiele dodatkowych charakterystyk, jak grubość pni, wartość użytkową lasu itp.

9.5. Rzeźba terenu. Na podstawie zdjęć lotniczych można odczytać rodzaj formy terenu, określić przewyższenie, stromość zboczy, pomierzyć kąty nachylenia, wysokości punktów i wyrysować warstwi-
ce.

Na podstawie pojedynczego zdjęcia określa się ogólny charakter rzeźby terenu przy pomocy takich cech, jak: kształt, cień i struktura obrazu, a także wzajemne rozmieszczenie elementów rzeźby terenu, a przede wszystkim zależność ukształtowania pionowego od hydrografii, od rozmieszczenia

pól, położenia łąk i nieużytków itp. Wypłuczyska wychodzą na zdjęciu jako ciemno-szare paski; urwiska charakteryzuje ostra krawędź; osypiska piaszczyste lub żwirowe są jasne; skały - w jasno-szarych tonach; wykopy, kopce, nasypy - czytelność ich zależy od wymiarów i wysokości słońca nad horyzontem w momencie fotografowania.

Najpełniejsze odczytanie rzeźby osiąga się przy obserwacji stereoskopowej.

Wykorzystując cechy pośrednie można określić właściwości gruntu. Np. lasy liściaste rosną przeważnie na glebach wilgotnych, a świerki - na glebach bielicowych; stan dróg gruntowych również świadczy o rodzaju gleby, gdyż na gruncie twardym obserwuje się bardzo głębokie koleiny, w terenie piaszczystym w pobliżu dróg przeważnie nie ma roślinności, a w miejscach wilgotnych drogi są rozjeżdżone, istnieją objazdy.

10. Odczytywanie obiektów taktycznych

Pełne i prawidłowe odczytanie obiektów wojskowych zależy od znajomości tych obiektów, znajomości ich cech demaskujących i danych pomocniczych. Jeśli odczytujący zna dokładnie obiekty, uzbrojenie i zasady organizacji działań bojowych nieprzyjaciela, to może on odczytać nie tylko pojedyncze obiekty, lecz również cały system obrony, względnie nawet wykorzystując związki logiczne może czasem odgadnąć jego zamiar. Dlatego przy odczytywaniu wojskowym zaleca się przechodzenie od ogólnego przeglądu do szczegółów, a więc

najpierw należy zapoznać się z ogólną strukturą obiektu, a następnie przejść do odczytania poszczególnych elementów. Np. przy odczytywaniu pasa obrony najpierw należy zapoznać się z jej ogólną rozbudową, a następnie przejść do odczytywania poszczególnych fragmentów, w związku z tym odczytywacz powinien znać nie tylko pojedyncze obiekty wojskowe, ale i wyposażenie całego pasa obrony .

Przy odczytywaniu obiektów wojskowych należy uwzględniać maskowanie i wpływ charakteru terenu na fotograficzny obraz przedmiotów. Odczytanie wykonuje się na podstawie zdjęć lotniczych, a więc odbitek, negatywów, diapozytywów, fotoszkieł i fotoplanów. Odczytane obiekty bezpośrednio zaznacza się na zdjęciach lub nanosi się je na kalkę nałożoną na zdjęcia, względnie przenosi się je ze zdjęcia na mapę.

10.1. Odczytywanie elementów obrony

Zapory przeciwpiechotne - należą do nich pola minowe i różne typy zapór z drutu.

Przeciwpiechotne miny i pola minowe można odczytać ze zdjęć w skalach większych od 1:5000 . Rozpoznaje się je wg miejsca w systemie obrony , sposobu rozstawienia min na polu, fototonu miejsca ustawienia i śladów stawiaczy min.

Zapory z drutu, jak zasieki z drutu kolcza - stego, płoty, spirale, rozrzucone zwoje drutu , kozły hiszpańskie i inne, wychodzą na zdjęciu jako linie o ciemno-szarym tonie. Szczególnie łatwo odczytuje się je na zdjęciach wykonanych w okresie zimowym.

Przeszkody przeciwczołgowe takie jak: pola minowe, fugasy, rowy przeciwczołgowe i skarpy, zawały leśne, ubite wały śnieżne, przeręble, słupy przeciwczołgowe, barykady itp. odczytuje się również tylko na podstawie zdjęć wielkoskalowych /nie mniejszych od 1:8000/. Podstawowymi cechami demaskującymi je są: rozmieszczenie przeszkody w systemie obrony, sposób ustawienia przeszkody, ton obrazu, miejscowe warunki terenowe.

Rowy ciągłe, transeje i rowy łączące wychodzą na zdjęciu w postaci ciemnych linii krętych lub łamanych z jasnymi pasami po obu stronach. Wykrywa się je na zdjęciach w skali 1:10 000, często również na zdjęciach w mniejszych skalach.

Okopy dla strzelców i karabinów maszynowych odczytuje się w systemie rowów ciągłych, przed rowami lub pomiędzy nimi. Karabiny maszynowe na stanowiskach można odczytać ze zdjęć w skali 1:4000 i większej.

Pozycje ogniowe moździerzy wykrywa się na podstawie wyglądu zewnętrznego poszczególnych stanowisk i okopów /kształt, wymiar i fototon/, rozmieszczenia pozycji w ogólnym systemie pasa obrony oraz znajomości organizacji i uzbrojenia pododdziałów przeciwnika. Bardzo trudno odczytuje się moździerze, wiarygodność odczytania ich stanowisk ze zdjęć w skali 1:8000 - 1:10000 jest niewiele większa od 40%.

10.2. Stanowiska ogniowe artylerii

W procesie odczytywania trzeba uwzględniać właściwości każdego rodzaju artylerii, jednak istnieją również cechy wspólne dla wszystkich rodzajów jak: kształt i wymiary okopów, okopy dział i ziemianki dla obsługi, drogi dojazdowe do stanowisk, sposób rozmieszczenia stanowisk w ogólnym systemie obrony oraz charakter terenu w otoczeniu stanowisk. Na zdjęciach w skali 1:6000-1:10 000 od-fotografowuje się kształt dział; jeśli stanowisko nie jest maskowane wówczas można nawet określić kaliber dział.

Stanowiska ogniowe artylerii panc - zazwyczaj znajdują się naprzeciwko miejsc, które stanowią dobre podejście dla czołgów, obok dróg prowadzących z frontu, w pobliżu przecięć tych dróg z drogami biegnącymi wzdłuż przedniego skraju systemu obronnego, na skrajach lasu, koło załamania rowów przeciwczołgowych, na skrajach osiedli, na skrzyżowaniach ulic itp. Lekkie działa są rozmieszczone zazwyczaj na przednim skraju obrony lub bezpośrednio za nim i przystosowane do prowadzenia ognia bocznego. Ciężkie działa panc z reguły rozmieszcza się skrycie w głębi obrony, z zadaniem porażenia czołgów przed podejściem ich do przedniego skraju.

Stanowiska ogniowe artylerii polowej są rozmieszczone wzdłuż frontu i na głębokość. Wyposażenie stanowiska ogniowego zależy od typu i kalibru dział, charakteru terenu i od długotrwałości pozostawania na stanowisku.

W okresie zimowym artyleria bardzo często zajmuje stanowiska w pobliżu dróg, obok lub wewnątrz osiedli. W terenie lesisto-bagnistym wybiera się na skrajach lasów, przesiekach leśnych, w pobliżu dróg, obok punktów zamieszkałych lub wewnątrz nich. W terenie górzystym stanowiska wybiera się za pagórkami, stożkami wulkanicznymi itp. W osiedlach stanowiska wybiera się na placach, w parkach i na skwerkach, na stadionach, w ruinach budynków, w cieniu rzucanym przez drzewa i budowle. Stanowiska ogniowe artylerii przeciwlotniczej zazwyczaj są rozmieszczone w pobliżu obiektów, których bronią. Charakteryzują się okrągłą lub prostokątną formą okopu i wysokimi przedpiersiami; często stanowiska są rozmieszczone w postaci wiełoboku pośrodku ze stanowiskiem dowodzenia.

Artyleria samobieżna - jej podstawowe cechy demaskujące, to kształt, wymiary i rozmieszczenie dział.

Artyleria atomowa odróżnia się kalibrem dział, długością lufy oraz odległością rozmieszczenia jej od przedniego skraju.

Rakiety na stanowiskach demaskuje kształt, cień i wymiar rakiety oraz obecność urządzeń pomocniczych.

Ze względu na cechy demaskujące można wyróżnić ruchome i stacjonarne stanowiska startowe rakiet. Stanowiska ruchome demaskują następujące cechy:

- duża ilość pojazdów mechanicznych na stosunkowo małej powierzchni;

- charakterystyczne kształty pocisków na wyrzutniach w położeniu poziomym lub pionowym;
- sposób rozmieszczenia elementów ugrupowania bojowego;
- charakterystyczna sieć dróg manewru w rejonie stanowiska;
- charakterystyczne cechy sprzętu pomocniczego zabezpieczającego oddziały raketowe /dźwigi, nacze-
py itp./;
- silna osłona plot ugrupowania bojowego rakiet.

Stanowiska rakiet dalekiego zasięgu są łatwiejsze do wykrycia ze względu na duże wymiary wyrzutni i pocisków.

Stanowiska startowe rakiet stacjonarnych mogą być naziemne lub podziemne. Stanowiska naziemne można łatwo wykryć, jeśli nie są starannie maskowane. Cechy rozpoznawcze mają podobne jak rakiety ruchome. Dodatkowym elementem jest sieć dróg dojazdowych, które bardzo trudno zamaskować. Stanowiska podziemne są trudne do wykrycia, gdyż na powierzchni znajduje się tylko sprzęt transportowy oraz anteny urządzeń radiolokacyjnych i radiowych. Wykrycie tych stanowisk zwykłymi środkami jest możliwe jedynie w czasie startu rakiety. Typ rakiety można określić na podstawie kształtu pocisku, kształtu wyrzutni oraz sprzętu pomocniczego. Rakiety o długości 3-7 m umieszczone na ruchomych wyrzutniach będą raketami o przeznaczeniu taktycznym. Rakiety o długości 11-18 m umieszczone na małych platformach będą raketami o przeznaczeniu operacyjno

-taktycznym. Rakiety o długości 17-24 m umieszczone na platformach o silnej konstrukcji metalowej i otoczone dużą ilością sprzętu technicznego, jak dźwigi, cysterny, elektrownie, środki transportu, urządzenia kontrolne będą pociskami balistycznymi średniego zasięgu /do 2000 km/. Wieże o wysokości 30 m i więcej, znajdujące się w pobliżu dobrych dróg lub linii kolejowej mogą być stanowiskami startowymi rakiet dalekiego zasięgu.

10.3. Odczytywanie wojsk w marszu i w ugrupowaniu bojowym

Maskowanie wojsk w marszu i w ugrupowaniu bojowym jest utrudnione, dlatego wojska te łatwiej się odczytuje. Ze zdjęć wielkoskalowych odczytuje się rodzaj wojsk, liczebność, kierunek marszu i typ sprzętu bojowego.

Piechotę w marszu i na odkrytych samochodach można odczytać ze zdjęć w skali 1:5 000 i większej. O wielkości pododdziału sędzi się na podstawie znajomości organizacji wojsk i pojemności samochodów lub transporterów. Trudniej odczytuje się pododdziały piechoty na postoju w lesie lub osiedlu.

Kolumny artylerii i moździerzy odczytuje się ze zdjęć w skalach mniejszych od 1:5 000, lecz określenie kalibru jest możliwe tylko ze zdjęć w skalach dużych.

Czołgi - wychodzą na zdjęciu w postaci jasnoszarych prostokątów z czterema wystęпами. Prostokąt, zazwyczaj o długości dwa razy większej od szerokości, przedstawia czołg, zaś występy-są gasienicami.

Przy odpowiednio dużej skali zdjęć lotniczych widoczny jest zarys wieży i działa. Ważnymi cechami rozpoznawczymi są ślady gąsienic pozostawione przez czołg przy jeździe poza drogami oraz cienie rzucane przez czołgi. Czołgi w ugrupowaniu marszowym z reguły posuwają się w czołówce kolumny, działa samobieżne w środku kolumny. W ugrupowaniu bojowym czołgi tworzą pierwszy rzut, a działa samobieżne - drugi.

Środki transportowe - odczytuje się na podstawie kształtu, cieni i wymiarów.

Samochody osobowe posiadają kształt klina. Odkryte samochody ciężarowe wychodzą jako szare prostokąty ze zwężoną częścią przednią, zaś kryte samochody ciężarowe są jasnymi plamami również ze zwężoną częścią przednią i o nieco większym cieniu. Transportery opancerzone przypominają wyglądem zewnętrznym samochód, są jednak nieco węższe i dłuższe od niego. Ciągniki artyleryjskie charakteryzują się krótkimi skrzyniami i długimi silnikami.

Oprócz wymienionych cech rozpoznawczych fotointerpretator powinien znać porządek wykonywania marszu oraz zasady rozmieszczenia wozów bojowych i transportowych w szyku marszowym i bojowym przeciwnika.

10.4. Odczytywanie przepraw

Przy odczytywaniu przepraw i środków przeprawowych zadanie polega na określeniu miejsca, przeznaczenia i sposobu przeprawy oraz ilości środków przeprawowych i ich nośności.

Przeprawy desantowe - wykorzystuje się na szerokim froncie, posiadają skryte podejścia, znajdują się na odcinku o umiarkowanej prędkości nurtu /do 1,5 m/sek/ o stosunkowo pochyłym brzegu, bez przeszkód wodnych i z twardym gruntem na brzegach. Podstawową cechą demaskującą jest obecność środków przeprawowych w rejonie planowanej przeprawy.

Przeprawy promowe - odczytuje się na podstawie dróg dojazdowych do miejsca przeprawy, pochylni zjazdowych, obecności przystani po obu stronach rzeki oraz wg obrazu promów /jasne kwadraty lub prostokąty/.

Przeprawy mostowe - wychodzą jako jasne paski jezdnii mostu z wystającymi po obu stronach ciemniejszymi pontonami. Na podstawie zdjęć w skali 1:5000 można ustalić nośność mostu, typ parku mostowo - pontonowego oraz można zmierzyć odległości pomiędzy pontonami.

10.5. Odczytywanie lotnisk

Lotniska rozmieszcza się w rejonach posiadających znaczne obszary równinne. W rejonie górystym lotniska buduje się w dolinach rzek. Przy odczytywaniu lotnisk należy określić typ lotniska, ilość i typ samolotów, system obrony plot i naziemnej, rodzaj zabudowań znajdujących się na lotnisku, charakter maskowania lotniska i samolotów.

Lotniska stałe - charakteryzują się pasami startowymi z drogami kołowania i przylegającymi do nich stoiskami samolotów, hangarami, warsztatami remontowymi, budynkami mieszkalnymi i służbowymi dla

obsługi i personelu, składami paliwa, amunicji i materiałów lotniczo-technicznych, środkami obrony naziemnej i przeciwlotniczej, drogami dojazdowymi, urządzeniami radiolokacyjnymi, środkami łączności i transportu.

Lotniska pólwe - różnią się od stałych brakiem budowli typu stacjonarnego, a w niektórych przypadkach mogą nie posiadać pasów startowych i dróg manipulacyjnych.

Wodowisko - składa się z akwenu do startu, wodowania i manewrowania samolotów na wodzie oraz z terenu brzegowego, na którym są rozmieszczone urządzenia i budowle dla obsługi wodnopłatowców. Wodowiska zazwyczaj się rozmieszcza w pobliżu baz marynarki wojennej lub portów. Rozpoznaje się je po hangarach z betonowymi płacykami, zjazdach i obecności samolotów na lądzie i na wodzie. Dla zabezpieczenia przed falami, akweny wodowisk zabezpiecza się molami i falochronami.

Samoloty. Odczytanie ich zależy od wymiarów samolotu i skali fotografowania, a więc od wielkości obrazu. Samoloty rozpoznaje się według kształtu skrzydła, kształtu kadłuba, kształtu usterzenia ogonowego, tonu obrazu i cienia rzuconego przez samolot.

10.6. Odczytywanie obiektów morskich

Odczytywanie obiektów morskich polega na rozpoznaniu i określeniu przeznaczenia i charakteru bez marynarki wojennej, rozbudowy obrony wybrzeża, obrony przeciwlotniczej, środków ochrony rejonów wodnych, portów, stoczni i widowisk.

Bazy marynarki wojennej odczytuje się bez trudności, jednak szczegółowe odczytanie wszystkich elementów bazy wymaga dużo czasu i dobrego specjalistycznego przygotowania fotointerpretatora.

Środki ochrony rejonu wodnego, takie jak zagrody sieciowe i banowe rozpoznaje się wg ich miejsca ustawienia w bazie oraz po kształcie, wychodzą one w postaci ciągłych szarych pasków lub linii punktowych z niewielkimi wygięciami. Miny wykrywa się tylko w sprzyjających warunkach.

Baterie artylerii nadbrzeżnej rozpoznaje się po obecności określonej ilości stanowisk dla dział lub wież działowych, po schronach na tyłach baterii i drogach dojazdowych. Działalność baterii rozpoznaje się także po ścieżkach od schronów do dział i po stożkach wylotowych.

Okręty wojenne rozpoznaje się wg następujących cech:

- wymiaru okrętu /długość, szerokość, wysokość/ ;
- kształtu kadłuba i nadbudówek;
- kształtu górnego pokładu;
- ilości i wzajemnego rozmieszczenia uzbrojenia , nadbudówek, kominów, szalup i innych urządzeń na górnym pokładzie;
- wzajemnego rozmieszczenia okrętów w ugrupowaniu;
- innych szczegółów okrętu.

III. OGÓLNE ZASADY WYKONANIA I FOTOINTERPRETACJI SPECJALNYCH RODZAJÓW ZDJĘĆ LOTNICZYCH

11. O zdolności odbijającej przedmiotów

Całe otaczające nas środowisko częścią promieniowania słonecznego pochłania i część odbija. Zależnie od tego jakie pasma promieniowania są odbite, a jakie pochłonięte przez przedmiot, zależy barwa danego przedmiotu. Mierzac przy pomocy specjalnych przyrządów /spektrometrów/ skład promieniowania odbitego, można zauważyć, że każdy przedmiot odbija promieniowanie tylko we właściwy sobie sposób, tzn. wiązka promieni odbitych posiada określony skład spektralny. Nawet dla dwóch bardzo podobnych do siebie przedmiotów, można znaleźć takie pasmo, w którym przedmioty te będą się wyraźnie różniły, natomiast oko ludzkie, jak również fotografia panchromatyczna lub barwna, przekaże je jako obiekty jednorodne.

Rozpatrzmy dla przykładu szatę roślinną, a więc obszary zadrzewione, masywy leśne i w ogóle żywą zieleń, która odgrywa istotną rolę przy maskowaniu i ochronie wojsk. Z badań wynika, że skład spektralny promieniowania odbitego od obszarów leśnych, będzie zależał nie tylko od gatunku drzew, lecz wpływ będzie miało również wiele innych czynników, jakimi są:

- stan fenologiczny roślinności;
- kąt padania promieni słonecznych /zależność od pory dnia i nachylenia stoku/;

- rodzaj oświetlenia /bezpośrednie, rozproszone lub w cieniu/;
- stan listowia /w zależności od pory roku i warunków klimatycznych/;
- wiek drzewostanu /las stary lub młody/;
- kąt nachylenia osi optycznej obiektywu kamery lotniczej;
- stan zieleni /zielen świeża, zwiędła, usychająca/;
- miejsce, z którego pochodzą gałęzie /np. gałęzie z wierzchołka lub z dolnej części korony drzewa/.

A więc prawidłowe maskowanie oraz odczytanie obiektów znajdujących się w lesie wymaga uwzględnienia wszystkich wiadomości o danym środowisku i pełne powodzenie maskowania lub odczytania będzie możliwe jedynie wówczas, gdy będziemy mieli selektywne fotograficzne charakterystyki danego obiektu w całym paśmie widma słonecznego, wówczas mając możliwości fotografowania w różnych pasmach widma, zawsze można będzie wyszukać takie pasmo, w którym interesujący nas obiekt najbardziej wyróżni się na tle otoczenia. Właśnie to jest przyczyną powstania nowych metod fotografowania powietrznego, które zaczynają odgrywać bardzo ważną rolę, zarówno przy różnego rodzaju badaniach naukowych, szczególnie w zakresie geografii, geologii, hydrologii i innych, jak również dla potrzeb wojskowego rozpoznania lotniczego. Większość metod bazuje na wykorzystaniu promieni podczerwonych, dlatego w skrócie przypomina się podstawowe wiadomości o nich.

12. Promieniowanie podczerwone

Promieniowanie widzialne jest zawarte w granicach fal długości od 0,30 do 0,72 μm . Fale dłuższe, począwszy od 0,72, aż do 1000 mikrometrów /1 mm/, należą do podczerwieni. Umownie podczerwień podzielono na trzy podzakresy: bliską /fale od 0,72 do 1,5 μm /, średnią /fale od 1,5 do 10 μm / i daleką /fale w granicach - 10-1000 μm /.

Podstawowym źródłem promieniowania jest słońce. Wprawdzie maksimum jego promieniowania zawarte jest w części widzialnej widma w granicach fal o długości około 0,5 μm , ale wypromieniowuje również znaczne ilości energii w podczerwieni, przede wszystkim bliskiej, aż do fal o długości około 3 μm .

Drugim źródłem promieniowania jest otoczenie. Wszystkie znajdujące się na ziemi ciała o temperaturze wyższej od -273°C wysyłają własne promienie cieplne oraz promieniowanie odbite. Zakłada się, że otoczenie ziemskie jest źródłem promieniowania o temperaturze 283°K .

Promieniowanie obiektów naziemnych zależy od własnej ich temperatury oraz pory doby i warunków atmosferycznych. Temperatura decyduje o długości promieniowanych fal /prawo Wiena/ i o rozróżnialności obiektów /prawo Plancka/. Od pory doby zależy skład i ilość promieniowania odbitego, zaś w zależności od warunków pogodowych atmosfera, która działa na podczerwień jak filtr grzbieniowaty, w różny sposób pochłania część promieni emitowanych

przez ciało. Przeważająca część obiektów naziemnych emituje promienie z podczerwonej części widma. Możliwości interpretacyjne w tej części widma są tak duże, że można odróżnić takie charakterystyczne cechy obiektów, jakich przy stosowaniu innych metod /np. fotografii panchromatycznej/ nie da się odczytać.

13. Fotografowanie w bliskiej podczerwieni

Metody utrzymywania zdjęć w podczerwieni możemy ogólnie podzielić na dwie podstawowe grupy: bezpośrednie i pośrednie.

W metodach bezpośrednich promieniowanie podczerwone działa bezpośrednio na fotograficzne materiały negatywowe, uczulone w zakresie od 0,72 do 1,5 μm . Podstawowym źródłem światła jest podczerwona część promieniowania słonecznego lub sztuczne źródła światła - promienniki podczerwieni.

Fotografowanie w świetle naturalnym polega na wykorzystaniu normalnych kamer lotniczych/LAF/, stosowanych w fotografii panchromatycznej, zogniskowanych dla określonego pasma podczerwieni i na zastosowaniu filtra optycznego, odcinającego część widzialną promieniowania oraz na użyciu materiału negatywowego /błony fotograficznej/ uczulonego na podczerwień. Otrzymane w ten sposób zdjęcia lotnicze mają te same właściwości geometryczne co normalne zdjęcia panchromatyczne, różnią się jedynie sposobem przekazywania fototonów. Do głównych zalet zdjęć w podczerwieni bliskiej zalicza się:

- zwiększenie przezroczystości atmosfery, co umożliwia fotografowanie obiektów z dużej wysokości i dużej odległości przy słabej widoczności, lekkim zamgleniu lub zadymieniu;
- możliwość odróżniania obiektów, które na zdjęciu panchromatycznym wychodzą w jednakowych tonach, a w podczerwieni mają różną zdolność odbijania lub przepuszczania promieniowania dzięki czemu łatwiej można odczytać różne typy roślinności zielonej, wody i obiekty nawody oraz cienie i obiekty w miejscach zaciemnionych.

Roślinność zielona wychodzi w jasnych tonach, przeważnie zbliżonych do fototonu śniegu. Dotyczy to szczególnie trawy i drzew liściastych, natomiast lasy iglaste są ciemniejsze. Ta zdolność odróżniania różnych typów zieleni wymaga maskowania obiektów w lasach maskami i farbami o takim samym odbiciu spektralnym jak otaczające tło, gdyż w przeciwnym wypadku będą się one wyróżniały na fotografii podczerwonej. Również obiekty zamaskowane warstwą zerwanej lub ściętej zielonej roślinności można rozpoznać, ponieważ zmienia się współczynnik odbicia promieniowania, co jest wywołane zmniejszeniem się zawartości wody, chlorofilu i innych pigmentów zmieniających się w procesie wędnięcia roślinności /chlorofil jest bardzo czuły na podczerwień, nawet małe zmiany jego zawartości w liściach powodują duże zmiany w odbiciu podczerwieni/.

Obszary wodne mają na zdjęciach postać ciemnych lub czarnych plam. Nawet płycizny i mielizny, dość czytelne na zdjęciu panchromatycznym, mają fototon bardzo ciemny. Zdjęcia w podczerwieni umożliwiają odczytanie zarośniętych brzegów rzek, jezior i wysp, obiektów wykrytych nad wodami i w szuwarach, określenie wszelkich terenów podmokłych, występowanie wód gruntowych itp. Duża wrażliwość promieni podczerwonych na zróżnicowanie wilgoci ułatwia odczytanie obiektów wojskowych, które swą obecnością lub działaniem spowodowały naruszenie stanu wilgotności otoczenia /np. poprzez prace ziemne i inżynierskie, prowadzenie ognia artyleryjskiego, odpalania rakiet itp./. Obiekty podziemne można wykrywać przy pomocy różnic występujących w stanie roślinności i wilgotności nad obiektem i w jego otoczeniu. Różnice spowodowane obecnością obiektu podziemnego występują szczególnie wyraźnie na zdjęciu podczerwonym wykonanym we wczesnej fazie fenologicznej. Jest to jedna z metod wykorzystywanych w archeologii przy odszukiwaniu starych miast, grodzisk, wałów obronnych.

Cienie w podczerwieni odgrywają podwójną rolę. Czysta atmosfera nie rozprasza promieni podczerwonych, dlatego też zdjęcia wykonywane w takich warunkach charakteryzują się gęstymi cieniami. Są one wyraźne do tego stopnia, że stanowią często główną cechę umożliwiającą odczytanie charakterystyki obiektu. Jeśli natomiast trzeba się pozbyć cieni, aby odczytać szczegóły zakrywane przez nie, zdjęcia

wykonuje się w warunkach zamglenia, które rozpraszają podczerwień. Należy również zaznaczyć, że wiele obiektów na fotografii w podczerwieni wychodzi podobnie lub nawet gorzej niż na zdjęciach pan - chromatycznych. W sumie jednak zdjęcia w podczerwieni mają wiele zalet i są szeroko stosowane do wykrywania obiektów wojskowych, szczególnie stanowisk piechoty, SO artylerii, rejonów ześrodkowania broni pancernej, lotnisk polowych SD, węzłów komunikacyjnych - obiektów przemysłowych i innych, zaś fotografowanie wojsk własnych w tej części widma jest skutecznym środkiem oceny postępu robót inżynierskich, stanu maskowania itp.

W świetle sztucznym fotografuje się nocą, podobnymi kamerami lotniczymi, używając filtrów i błon przystosowanych do składu spektralnego źródła światła. Do oświetlenia terenu wykorzystuje się silne źródła promieniowania podczerwonego. Mogą to być fotobomby, spójne źródła światła podczerwonego lub podczerwone reflektory błyskowe, wysyłające w krótkim odstępie czasu /tysięczne części sekundy/ bardzo silny strumień promieniowania podczerwonego równoważny w świetle widzialnym kilku milionom świec. Ponadto podczerwone źródło światła działające w ułamku sekundy nie demaskuje samolotu fotografującego teren. Właściwości zdjęć wykonanych w nocy są podobne jak w świetle naturalnym.

14. Fotografia spektrostrefowa

Pierwsza z metod, która wykorzystuje różnice w zdolności odbijającej obiektów w różnych pasmach

widma słonecznego, i która do dzisiaj znajduje szerokie praktyczne zastosowanie - to fotografia spektrostrefowa /strefowo-widmowa/. Polega ona na równoczesnym zastosowaniu dwóch lub trzech warstw światłoczułych, w których każda jest uczulona w innym paśmie widma. Warstwy te są naniesione na jednym podłożu, więc dla odróżnienia, w procesie wywoływania każda z nich zabarwia się na inny kolor i w ten sposób otrzymuje się fotografią barwną, lecz o naruszonej prawidłowości barw. Porównując czytelność zdjęć: panchromatycznego, infrachromatycznego, barwnego i spektrostrefowego bez trudu można zauważyć najlepszą czytelność tego ostatniego, gdyż jest ono jakby syntezą najlepszych cech trzech pierwszych rodzajów. Fotografia spektrostrefowa znajduje największe zastosowanie w Związku Radzieckim, gdzie obecnie produkuje się kilka rodzajów błon spektrostrefowych negatywowych /SN/, a mianowicie:

- błony typu SN-2 uczulone na czerwone i podczerwone pasmo promieniowania;
- błony typu SN-23 uczulone w zakresie czerwieni, zieleni i podczerwieni;
- błony SN-3 uczulone na pasmo niebieskie i czerwone;
- błony SN-4 uczulone na zieleni i czerwień;
- błony SN-5 uczulone w zakresie zieleni i podczerwieni.

Ostatnio również kraje zachodnie interesują się tą metodą fotografowania, w wyniku czego wyprodu-

kowały kilka rodzajów błon spektrostrefowych nazywanych tam również infrabarwnymi, kamuflażowymi, pseudokolorowymi, demaskującymi itp. /między innymi mają błonę typu Ektrachrom Infrared /EIR/ w USA, posiadającą trzy warstwy światło - czułe, uczulone w przedziale 500-1000 nm.

W Związku Radzieckim także pojawił się nowy rodzaj błony spektrostrefowej - SN-6. Typ błony spektrostrefowej wybiera się zależnie od zadania, typu krajobrazu i rodzaju obiektów jakie ma się sfotografować, dlatego znając charakterystyki widmowe światła odbitego od różnych przedmiotów w każdym przypadku wybiera się taki rodzaj błony spektrostrefowej, aby interesujące nas obiekty odfotografowały się na niej w sposób najlepszy.

15. Zasady fotografii wielospektralnej

Fotografia wielospektralna polega na równoczesnym fotografowaniu tego samego wycinka terenu poprzez kilka a nawet kilkanaście obiektywów lub kamer lotniczych, przy czym każde zdjęcie otrzymuje się w innym paśmie widma. Metodę wielospektralnego fotografowania można przyjąć w pewnym sensie za kontynuację fotografii spektrostrefowej, jako jej bardziej uniwersalny przypadek. Jeśli fotografia spektrostrefowa ma z góry ustalone pasma widma uzależnione od typu zastosowanej błony lotniczej i po naświetleniu już nie da się ich zmienić, to w przypadku fotografowania wielospektralnego, nawet podczas fotointerpretacji można wybrać

i połączyć ze sobą takie pasma widna, w których interesujące nas obiekty mają największy kontrast i wyróżniają się na tle otoczenia. Poszczególne zdjęcia wykonuje się przez różne filtry na błonie czarno-białej panchromatycznej lub uczulonej na podczerwień. Stosuje się selektywne filtry żela - tynowe lub interferencyjne. Filtry żelatynowe mają dość szerokie pasmo przepuszczania promieni, wykorzystuje się je przy fotografowaniu w kilku /3-4/ pasmach, natomiast filtry interferencyjne charakteryzują się wąskim pasmem przepuszczania, dlatego mają zastosowanie przy podziale widna na bardzo wąskie odcinki. W filtrach tych wykorzystuje się zjawisko interferencji w ten sposób, że promienie o określonej długości są wzmacniane, zaś pozostałe z tego samego powodu wzajemnie się wygaszają.

W skład kompletu aparatury wielospektralnej wchodzi również urządzenie do odczytywania. Przeważnie jest to rzutnik, który posiada taką samą ilość obiektywów i takie same filtry, jak aparat fotografujący. Naświetlone filmy po obróbce fotograf laboratoryjnej /diapozytywowej/ zakłada się do rzutnika i wyświetla na ekranie. Stosując różne filtry i różne połączenia obrazów, można uzyskać wiele kombinacji spektralnych. Np. kamera fotografująca w czterech pasmach widna umożliwi otrzymanie aż 15 kombinacji obrazów strefowych. Oznacza to, że przy jednym fotografowaniu można uzyskać takie same wyniki, jakie są osiągalne przy

użyciu 15 różnych typów błon spektrostrefowych . Ponadto obrazy w poszczególnych pasmach można wzmacniać lub osłabiać, także także stosować różne zabarwienie poszczególnych obrazów strefowych.

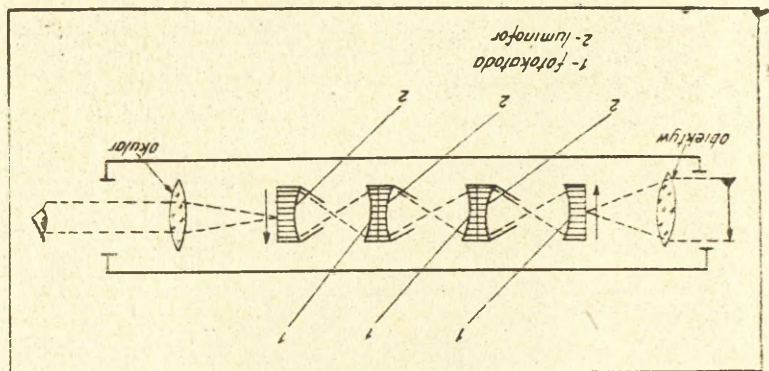
16. Metody pośrednie fotografii w podczerwieni

W metodach pośrednich urządzenie na podczerwień przy pomocy detektora najpierw przyjmuje obraz, przetwarza go w obraz widzialny, a następnie fotografuje na zwykłym materiale negatywowym. Jeśli metody bezpośrednie, ze względu na trudności uczulenia i opracowania materiałów fotograficznych na fale dłuższe, są użyteczne tylko w przedziale do $1,2-1,5\mu\text{m}$ to metody pośrednie umożliwiają fotografowanie w całym zakresie podczerwieni, aż do mikrofala radiowych włącznie. Obecnie w metodach pośrednich wykorzystuje się co najmniej kilkadziesiąt typów urządzeń różniących się głównie konstrukcją detektora i rodzajem wykorzystywanego czułego elementu /detektora podczerwieni/. Podzielimy metody pośrednie w zależności od długości fal promieniowania, na jakie są uczulone detektory, a mianowicie:

- fotografowanie w podczerwieni bliskiej / część widzialna promieniowania i podczerwieni do $1,5\mu\text{m}$ /;
- fotografowanie w podczerwieni średniej / od 1μ do $15\mu\text{m}$ /;
- fotografowanie w podczerwieni dalekiej /aż do fal milimetrowych/.

16.1 Fotografowanie w podczerwieni bliskiej wykorzystuje naturalne i sztuczne źródła światła widzialnego i podczerwonego.

W odróżnieniu od fotografii bezpośredniej, światło odbite od przedmiotów obserwowanych w warunkach nocnych podlega przetworzeniu we wzmacniaczu elektronowo-optycznym /rys. 4/.

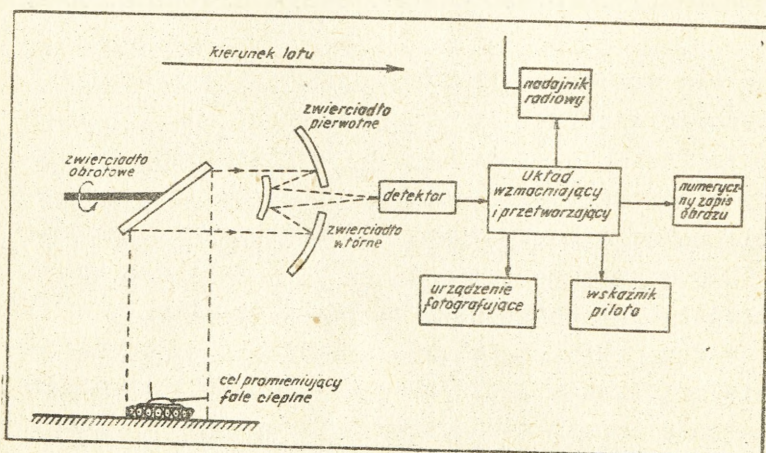


Rys. 4

Obraz ten wzmocniony około 40000 razy można już obserwować wzrokowo lub zarejestrować na filmie. Urządzenia takie pracują przy świetle księżyca lub sfery niebieskiej. Dotychczas skonstruowane urządzenia można wykorzystywać do obserwacji z wysokości 1200 m przy oświetleniu 0,001 luksa. Ich charakterystyczną cechą jest skrytość działania.

W fotografii lotniczej częściej wykorzystuje się urządzenia pracujące na zasadzie optycznego wybierania obrazu w kierunku poprzecznym do lotu.

Lustro płaskie obraca się /rys. 5/ wzdłuż osi poprzecznej do kierunku lotu, wybiera liniowo obraz terenu i rzutuje go /poprzez system soczewek lub lusterek/ na detektor podczerwieni. Otrzymane sygnały podczerwone detektor zamienia na impulsy elektryczne, wzmacnia je i przekazuje do urządzenia obrazowego, gdzie otrzymany obraz można fotografować na filmie lub równocześnie przesłać go drogą telemetryczną do naziemnego ośrodka fotointerpretacyjnego. Jeden ze wskaźników obrazowych urządzenia znajduje się w kabinie pilota, który może bezpośrednio wzrokowo obserwować teren. Stosuje się także numeryczny zapis zdjęcia na taśmie magnetycznej, szczególnie wówczas, gdy przewidyuje się późniejszą automatyczną fotointerpretację obrazu. Dzięki opisanemu systemowi już dzisiaj można fotografować teren nawet z wysokości 6000 m.



Rys. 5

16.2. Fotografowanie w średniej podczerwieni, nazywane często infraciepłym lub termografią , ogranicza się w zasadzie do wykorzystania promieniowania własnego obiektów w pasmach 3-5 μm i 8-14 μm . Aparatura fotografująca w tej części widma jest podobna do aparatury dla bliskiej podczerwieni z urządzeniem wybierającym obraz liniowo, jedynie w detektorze są inne czułe elementy /np. antymonki indu lub związki kadmu/.

O ile w podczerwieni bliskiej przeważają detektory termiczne, których praktyczny zakres działania kończy się na falach do 1,5 μm , to w średniej dominują fotodetektory. Niektóre można wykorzystywać nawet do fal milimetrowych. Pewnym niedostatkiem detektorów fotoprzewodzących w pasmie 8-14 μm , jest konieczność ich chłodzenia do temperatury 50-35°K /tzn. -223° do 238°C/. Aparatura chłodząca powiększa bardzo wymiary całego urządzenia.

W podczerwieni średniej obraz tworzy się na zasadzie czułości cieplnej. Jak już powiedziano , każde ciało wysyła energię promienistą. Na pewne zakresy fal przypadają największe ilości promieniowania. Z fizyki wiadomo, że występuje ścisły związek pomiędzy długością fal, w których ciało wypromieniowuje maksimum energii, a temperaturą danego ciała /prawo Wiena/. Im temperatura ciała jest wyższa tym wypromieniowane fale są krótsze . Na przykład dla ciał o temperaturze 0°C maksimum wynosi w zakresie 10,5 μm , ciał o temperaturze

2500-3000°C, w granicach $1 \mu\text{m}$, słońca / około 4700°C/ - $0,5 \mu\text{m}$.

Detektory urządzeń podczerwonych przyjmują promieniowanie, wzmacniają je i przekształcają w zależności od długości fali oraz otrzymanej dawki, a następnie przekazują na urządzenie obrazowe, gdzie się je fotografuje. Punkty o temperaturze wyższej wychodzą na fotografii w tonach jaśniejszych niż punkty o temperaturze niższej. W ten sposób otrzymuje się jakby fotografię cieplną. Stosowane obecnie urządzenia są zdolne do wykrywania i fotografowania obiektów o różnicach temperatur rzędu setnych części stopnia.

W rozpoznaniu powietrznym, w zależności od potrzeb, używa się różnych typów urządzeń podczerwonych. Urządzenia samolotowe służą do rozpoznania taktycznego i operacyjnego. Są również urządzenia instalowane na sztucznych satelitach, służące do rozpoznania strategicznego. Zaletą wszystkich urządzeń pracujących w podczerwieni średniej jest ich znaczne uniezależnienie od pory roku, doby i pogody /zachmurzenie, mgła, zapylenie/, gdyż rozpraszanie i pochłanianie promieniowania w tej części widma /3-5 i 8-14 μm / jest minimalne. Warunki te wpływają jednak na zmianę stanu cieplnego obiektów, dlatego powtórne fotografowanie w odmiennych warunkach zewnętrznych często pozwala uzyskać dodatkowe informacje.

Na podstawie ukazujących się periodycznie informacji na temat wykorzystania podczerwieni w roz-

poznaniu wojskowym oraz w badaniach naukowych można wyciągnąć wnioski dotyczące zasad maskowania. Obiekty przemysłowe, statki na morzu, nocne przemarsze wojsk itd. są silnymi, łatwo wykrywalnymi źródłami promieniowania cieplnego. Przy systematycznym śledzeniu można nawet określić stopień działalności obiektu /na przykład poziom produkcji, trasę przepływu lub przemarszu itp./. Wzrost temperatury wody w rzekach, spowodowany ściekami z zakładów nukleonicznych, może świadczyć o produkcji broni jądrowej; promieniowanie pióropusza gazowego demaskuje start i tor wystrzelonych rakiet; wzrost temperatury wody morskiej oraz jej zawirowania i zaburzenia w czasie rejsu atomowego okrętu podwodnego pozwalają go wykryć nawet po wielu godzinach od czasu przepływu; podziemne obiekty przemysłowe i wojskowe zmieniają charakter promieniowania cieplnego w rejonie rozmieszczenia i w ten sposób wyróżniają się z otoczenia. Lotniska, trasy przelotów samolotów odrzutowych, rejony rozmieszczenia urządzeń wojskowych, ześrodkowanie uzbrojenia i sprzętu, zamaskowane zgrupowania wojsk, odróżnienie makiet i obiektów pozorowanych od rzeczywistych, rozpoznanie obiektów maskowanych dymami i wiele, wiele innych zjawisk, gdzie w grę wchodzi różnica temperatur oraz działalność cieplna, można wykrywać za pomocą fotografowania w podczerwieni bliskiej i średniej. A przecież każdy żołnierz, jego wyposażenie i sprzęt bojowy są obiektami wywołującymi zmiany w promieniowaniu cieplnym oto -

czenia, zaś wykrycie tych zmian na fotografii cieplnej, przy czułości aparatury rzędu $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$, zależy jedynie od wysokości, z której fotografuje się teren oraz od typu urządzenia podczerwonego.

Mimo to sprawa nie jest tak oczywista, jak mogłoby wynikać z tych rozważań. Oprócz celów interesujących rozpoznanie wojskowe są obiekty stanowiące tło, które czasem mogą promieniować ciepło w tym samym zakresie fal. W takich wypadkach znacznie utrudnia się odróżnianie celów. Można również zakłócać odbiorniki promieniowania, niszczyć je, stosować maskowanie cieplne, stwarzać źródła promieniowania pozorującego różne obiekty wojskowe, ich działalność itp. Należy jednak stwierdzić, że maskowanie staje się coraz trudniejsze, gdyż obecnie w metodach pośrednich fotografii w podczerwieni znajduje zastosowanie również wielospektralne fotografowanie terenu. Porównując zdjęcia wykonywane w różnych zakresach widma widzialnego i niewidzialnego, można wtedy odczytać obiekty zamaskowane dla promieni w jednym paśmie, na zdjęciach wykonywanych w innym zakresie widma. Natomiast wadą tego systemu na obecnym etapie jego rozwoju jest nadmiar i różnorodność otrzymywanych informacji, utrudniających szybkie odczytywanie, porównywanie i przeanalizowanie wyników.

16.3. Fotografowanie w dalekiej podczerwieni polega na wykorzystaniu detektorów cieplnych do odbioru promieniowania /np. bolometrów, termoelementów i in./. Sposób otrzymania obrazu w zasadzie

nie różni się od opisanego przy fotografowaniu w średniej podczerwieni.

16.4. Ostatnio rozwinęła się nowa metoda fotografowania na falach milimetrych, zwana radiociepłą lub radiolokacją pasywną. Wykorzystuje się w niej zjawisko równoczesnego promieniowania ciał w różnych pasmach widma. Okazuje się, że przy promieniowaniu podczerwonym ciał część energii /około 1 %/ przypada na pasmo fal radiowych. Promieniowanie to w paśmie fal milimetrych jest wykrywalne za pomocą bardzo czułych odbiorników. Ze względu na brak własnego promieniowania takie urządzenie nazwano radiolokatorem pasywnym. Wykrywanie w tej metodzie polega na określeniu tzw. radiojaskrawej temperatury celu, która w paśmie fal milimetrych różni się od temperatury właściwej, gdyż promieniowanie przyjmowane przez urządzenie fotografujące składa się z promieniowania własnego i odbitego od obiektu. Ta właściwość umożliwia odróżnianie obiektów o jednakowej temperaturze na zdjęciu radiociepłym.

Sposób przetworzenia otrzymanych sygnałów w obraz jest dość trudny, gdyż sygnały są słabe i graniczą z poziomem własnych szumów cieplnych odbiornika.

Zainteresowanie urządzeniami radiocieplnymi jest spowodowane wieloma względami. Fale milimetryczne mają większą zdolność rozdzielczą od średniej podczerwieni, mogą przenikać przez pokrycie maskujące, umożliwiając pracę w skomplikowanych warunkach.

kach meteorologicznych, zapewniając urządzeniom radiociepłnym całkowitą skrytość działania.

Radiolokatory pasywne - oprócz fotografii lotniczej - są stosowane do wielu zadań wojskowych. Promieniowanie ciepłe umożliwia między innymi samonaprowadzanie rakiet, wykrywanie celów powietrznych na dużych odległościach, a ponadto bardzo rozszerza możliwości rozpoznania i nawigacji oraz różnych badań specjalnych.

17. Zdjęcia radarowe /radar fotograficzny/

Do fotografii radarowej wykorzystuje się samolotowe stacje radiolokacyjne różnych typów. Urządzenia te pracują na falach od kilku milimetrów do metrów. Fale ultrakrótkie mogą przenikać przez chmury i mgłę prawie bez zmiany kierunku, również nie są rozpraszane ani pochłaniane przez atmosferę.

Impuls fal wysłanych dobiega do powierzchni ziemi, odbija się od niej i powraca do urządzenia odbiorczego stacji. Na wyjściu odbiornika pojawia się napięcie elektryczne, które podawane jest na wskaźnik obrazowy stacji, na którym powstaje obraz powierzchni ziemi. Obraz taki otrzymuje się niezależnie od pogody i pory doby, następnie fotografuje się go lub rejestruje na taśmie magnetycznej. Na podstawie fotografii radarowej można odczytać wiele obiektów terenowych i wojskowych, sporządzać mapy metodami fotogrametrycznymi lub analitycznymi. Obraz radarowy zależy od zdolności odbijającej przedmiotów, kąta padania promienia, od długości i częstotliwości fal, kształtu impulsu, charakteru

polaryzacji i innych. Odbicie może być zwierciane -
dane lub rozproszone, względnie fale mogą być cał-
kowicie pochłonięte przez przedmiot, w związku z
tym na ekranie występują różnice w kontraście. Gład-
kie powierzchnie wody na ekranie radarowym przed-
stawione są jako ciemne plamy, jeśli zaś woda znaj-
duje się bezpośrednio pod samolotem lub w jego
pobliżu, wówczas obraz jest jaśniejszy. Płycizny,
plaże, wyspy rejestrują się jako jasne plamy. Ma-
sywy lasy i obszary roślinności wychodzą w tonach
jasno szarych, zaś miasta, duże ośrodki przemysłowe
i budowle żelbetonowe na ekranie odfotografowuje
się w postaci jasnych plam. Zwiększając odpo-
wiednio długość fali i moc promieniowania można
otrzymać obraz terenu znajdującego się pod pokrywą
śniegu, pokrytego bujną roślinnością, a nawet o-
trzymywać dane o budowie wierzchniej warstwy kory
ziemi.

Zdjęcia radarowe mają szerokie zastosowanie. Przede
wszystkim wykorzystuje się je w wojskowym zwiadzie
lotniczym do rozpoznania o charakterze strategicz-
nym, a nawet do obserwacji pola walki i kartowania
topograficznego. Wprawdzie wykonano już topografi-
czne mapy przeglądowe w skalach 1:200 000-1:250 000,
ale czyni się wiele starań, ażeby zdjęcia radarowe
wykorzystać także do sporządzania map w skalach
dużych. Największą przeszkodę stanowi mała zdol-
ność rozdzielcza obrazu radarowego, a także skom-
plikowane odwzorowanie kartograficzne, zależne od
typu stacji, sposobu fotografowania i rzeźby terenu.

Różnice pomiędzy zdjęciem radarowym i fotografią lotniczą polegają na odmiennych zasadach konstrukcji obrazu. W radiolokacji obraz tworzy się przez pomiar odległości, a w fotografii lotniczej oparty jest na pomiarze kątów. Dlatego całkiem różny charakter mają przesunięcia spowodowane rzeźbą terenu. Obecnie są już znane przyrządy fotogrametryczne przeznaczone do opracowania fotografii radarowej. Stacje radiolokacyjne, które mają zastosowanie przy fotografowaniu lotniczym, można podzielić na dwa zasadnicze typy:

- panoramiczne;
- z bocznym wybieraniem obrazu.

Każda z nich ma swoje zalety i niedostatki, jednak oba typy wykorzystuje się przy fotografowaniu dla celów topograficznych.

18. Zdjęcia w nadfiolecie

Wykonuje się je w paśmie od 1 do 400 μm , obejmują więc promienie rentgenowskie i część przyległych promieni świetlnych. Jak wiadomo, atmosfera ziemską, właśnie tę część widma silnie rozpraszają i pochłaniają, co znacznie utrudnia fotografowanie lotnicze. Dlatego zdjęcia ultrafioletowe wykorzystuje się w bardzo wąskim zakresie. Wiadomo na przykład, że niektóre złoża bogactw naturalnych, a także obszary pokryte roślinnością, pod wpływem promieniowania ultrafioletowego wykazują właściwości fluoryzujące. Granice tych obszarów można więc zarejestrować na ekranie urządzenia elektronowo - optycznego wyposażonego w czujniki promieniowa -

nia ultrafioletowego, a następnie sfotografować .
W ten sposób, dzięki świeceniu węgłowodoru, odnajduje się tereny roponośne i zasobne w gaz ziemny .

Zdjęcia ultrafioletowe stosowano także do kontrolnych badań zasiewów i na ich podstawie udało się wydzielić rejony roślinności dotkniętej chorobą.

19. Zdjęcia kosmiczne

Fotografowanie z Kosmosu, tzn. spoza granic atmosfery ziemskiej, wykonuje się za pomocą raket, statków kosmicznych i sztucznych satelitów Ziemi z wysokości od 80 do 36000 km. Zdjęcia przeznaczone do fotointerpretacji lub dla fotogrametrii wykonuje się najczęściej z wysokości od 150 do 400km. Fotografowanie jest przeważnie zadaniem dodatkowym obok innego rodzaju badań kosmicznych. Wiadomo, że fotografowanie wchodziło lub wchodzi w skład następujących programów: Tiros /telewizyjno-infraczerwony/, Nimbus /meteorologiczny/, Discoverer i Samos /rozpoznawcze/ i wiele innych.

Zdjęcia takie obejmują duże obszary, przeważnie od 10 tys. do 1 mln. km² i więcej, co pozwala na uchwycenie kontynentalnych, a nawet globalnych charakterystyk krajobrazowych i geologicznych. Na podstawie zdjęć kosmicznych wykonano kartowanie obszarów trudno dostępnych w skali 1:500 000 , a także mapy geologiczne w tej samej skali, odczytywano rodzaje lasów, badano budowę geologiczną pasm górskich, studiowano charakterystyki przyrodnicze pustyń położonych w różnych szerokościach geogra -

ficznych, zmiany sezonowe krajobrazu, prądy morskie, przemieszczanie się pól lodowych, frontów powietrza i in.

Zdjęcia kosmiczne znalazły duże zastosowanie w rozpoznaniu wojskowym i gospodarczym. Do fotografowania wykorzystuje się przeważnie kamery o szerokości taśmy filmowej 16, 35 i 70 mm, wykonuje się zdjęcia pionowe i perspektywiczne w skalach 1:50 000-1:2000 000. Jakość zdjęć jest taka sama, jak z normalnego fotografowania lotniczego, gdyż tylko troposfera wywiera zasadniczy wpływ na przeniesienie kontrastu. Zdjęcia kosmiczne wykonuje się także różnymi metodami elektronowymi, ale jak dotychczas najlepsze wyniki daje fotografowanie w podczerwieni średniej.

Duże znaczenie ma sposób przekazania informacji na Ziemię. Obecnie wykorzystuje się następujące metody: radiowo-telewizyjną, zrzucanie materiałów w pojemniku albo sprowadzanie statku z powrotem na Ziemię. Jeżeli stosuje się sposób telewizyjny, to przeważnie najpierw fotografuje się na błonie filmowej i wykonuje obróbkę fotochemiczną, następnie przekazuje się obraz na Ziemię, gdzie fotografuje się go z ekranu lub zapisuje na taśmie magnetycznej. Sposób telewizyjny wnosi dodatkowe zniekształcenie geometryczne i powoduje pewną utratę kontrastu. Stosuje się również przesyłanie obrazu w czasie rzeczywistym. Przy zrzucaniu pojemników zazwyczaj są one przechwytywane w powietrzu przez samoloty, zabierane z Ziemi po miękkim wylądowaniu, lub wylawiane z morza.

Oprócz fotografowania i opracowywania fotogrametrycznego zdjęć kosmicznych powierzchni Ziemi wykonuje się także zdjęcia innych ciał niebieskich, przede wszystkim Księżycy, Marsa i Wenus. Począwszy od 1959 r., gdy radziecka stacja automatyczna po raz pierwszy sfotografowała niewidzialną część powierzchni Księżycy, wykonano już wiele tysięcy zdjęć Srebrnego Globu i opracowano wiele jego map w różnych skalach. Podobnie metodami fotogrametrycznymi opracowano mapy części planet Marsa i Wenus. Obecnie są prowadzone prace nad polepszeniem jakości aparatury fotograficznej, polepszeniem rozdzielczości filmu lotniczego i nad budowaniem aparatów fotograficznych o ogniskowych rzędu dziesiątków, a nawet ponad 100 metrów. Prowadzi się również badania nad sposobami szybkiego automatycznego odczytania obrazu fotograficznego otrzymywanego ze sztucznych satelitów.

20. Kierunki rozwoju fotografii lotniczej

Obecny stan techniki pozwala sądzić, że w najbliższych latach nastąpi dalszy rozwój fotografii lotniczej i że skoncentruje się on na następujących kierunkach:

- dalsze wykorzystanie fotografowania z Kosmosu do szczegółowego badania powierzchni Ziemi i innych planet, a w związku z tym rozwój metod fotografii elektronowej;
- opracowanie nowych metod fotografowania, m. in. holografii i zastosowania jej w fotointerpretacji i fotogrametrii;

- rozszerzenie kompleksowego zastosowania zdjęć lotniczych nie tylko do określania charakterystyk metrycznych i jakościowych, lecz także do badania zmian zachodzących w czasie i przestrzeni.

Pewne wyjaśnienie należy się holografii. Holografia jest nowym rodzajem fotografii, który umożliwia odtwarzanie rzeczywistego efektu stereoskopowego. Obraz taki ma głębię ostrości i daje możliwość jakby zaglądania za przedmiot. Ma więc wszelkie cechy obrazu rzeczywistego i można go obserwować za pomocą przyrządów optycznych. Zasada otrzymania hologramu polega na wykorzystaniu falowych właściwości światła, przede wszystkim zjawisk dyfrakcji i interferencji. Jeśli na płytkę fotograficzną skierować pod różnymi kątami dwie wiązki promieni z monochromatycznego spójnego źródła, to na skutek interferencji fale świetlne w pewnych miejscach będą się nakładać, w innych będą się osłabiać lub wygaszać. Obraz fotograficzny zarejestruje wówczas stosunek faz dwóch potoków świetlnych padających na płytkę. Taki obraz nazwano hologramem. Jeśli po obróbce fotograficznej interferencyjny obraz fal położyc w to samo miejsce i skierować na niego /tzn. na hologram/ tylko jedną z wiązek światła, to dyfrakcja doprowadzi do pojawienia się drugiego promienia. Nastąpi więc odtworzenie fal spójnych promieni światła, które uprzednio padały na płytę fotograficzną.

Podobnie można odtworzyć czoła fal spójnych sfotografowanych na płycie w wyniku odbicia się fal od przedmiotów znajdujących się w przestrzeni. W tym wypadku na płytę fotograficzną skierowuje się dwa rodzaje promieni - promienie ze spójnego źródła światła i promienie odbite od przedmiotu. Jeśli na drodze monochromatycznego promienia postawić otrzymany hologram, to nastąpi odtworzenie obrazu przedmiotu. Dyfrakcja promieni na hologramie wytworzy potok fal świetlnych analogiczny do tego, jaki padł na płytę od przedmiotów, a jeśli na osi tego potoku znajdzie się obserwator, to zobaczy on przestrzenny naturalny obraz.

Rozwój holografii jest związany z rozwojem techniki laserowej, chociaż można otrzymać hologramy także przy innych źródłach światła /np. lampa rtęciowa i płytka półprzezroczysta dzieląca promień na dwie części/. Opracowano już zasady teoretyczne wykorzystania holografii w fotogrametrii.

Przewiduje się, że holografia może bardzo zaważyć w dalszym rozwoju fotointerpretacji i fotogrametrii, zwłaszcza w zakresie automatyzacji tych procesów.

ADIUNKT
ZAKŁADU GEOGR. WOJ.

SPRAWDZIŁ
KIER. ZAKŁ. GEOGR. WOJ.

ppłk mgr inż. S. WÓJCIK

ppłk dypl. mgr Z. MIĘKUS

BIBLIOGRAFIA:

1. Bildmessung und Luftbildwesen, poszczególne zeszyty z lat 1968-71.
2. A. Ciołkosz, A. Kęsik, Promieniowanie podczerwone w badaniach środowiska geograficznego, Przegląd Geograficzny, nr 4/1970.r.
3. H. Latoś, Fotografia na polu walki, wyd. MON, 1967 r.
4. Manual of Photogrametry, część I i II, wyd. Amerykańskie Towarzystwo Fotogrametryczne, 1966 r.
5. P.S. Pasza i inni, Ispolzowanie aerosnimkow w wojskach, Moskwa 1957 r.
6. E. Piechowicz. Kierunki rozwoju fotografii w rozpoznaniu powietrznym, wyd. ASG.
7. E. Piechowicz, Opracowanie zdjęć lotniczych w sztabach ogólnowojskowych, wyd. ASG, 1962 r.
8. Photogrammetric Engineering, miesięcznik Amerykańskiego Towarzystwa Fotogrametrycznego, lata 1968-71.r.
9. Terenoznawstwo, wyd. MON 1965 r.
10. O. Wołczek, Zwiad kosmiczny, MON 1967 r.
11. S. Wójcik, Zdjęcia lotnicze w podczerwieni a maskowanie, Myśl Wojskowa, nr 7/1971 r.
12. S. Wójcik, Przegląd aktualnych metod fotografii lotniczej, Wojskowy Przegląd Lotniczy nr 2/1970.r.
13. S. Wójcik, Wielospektralne metody rozpoznania powietrznego, Wojskowy Przegląd Lotniczy, nr 11/1971.r.

14. S. Wójcik, Wykorzystanie laserów przy pracach fotogrametrycznych - stan aktualny i perspektywy rozwoju, Przegląd Geodezyjny nr 4/1971r.
15. Wykorzystanie zdjęć lotniczych w wojskach , wyd. MON, 1963 r.

BLANKIET ZAPOTRZEBOWANIA DYWIZJI
NA TRANSPORT POWIETRZNY I ZDJĘCIA LOTNICZE

	Kryptonim
Szef sztabuZapotrzebowanie na transport powietrzny i zdję- cia lotnicze nr SD godz. dnia mies. kryptonim mapy Rok wydania	
Część zapotrzebowania dotycząca transportu	
Proszę o dostarczenie następu - jących zdjęć lotniczych..... Pionowych w skali ilość egz. rejon Pionowych punktowych w skali... ilość egz. rejony Skośnych w skali ilość egz. rejony Zdjęcia i fotoszkie proszę do- starczyć do SD w rejon.. do godz.....dnia..... mies.	

SZEF WYDZIAŁU
ROZPOZNANIA

.....

SZEF SZTABU

.....

.....
/kryptonim/

WYKAZ OZNACZEŃ UŻYTYCH W TEKŚCIE

- B_Q - jakość obrazu fotograficznego
 B_x - baza podłużna fotografowania
 B_y - baza poprzeczna fotografowania
 d_z - odległość pomierzona na zdjęciu
 d_m - odległość pomierzona na mapie
 D - odległość w terenie
 D_x - długość rejonu fotografowania
 D_y - szerokość rejonu fotografowania
 E_z - czułość spektralna zdjęcia
 f - ogniskowa kamery lotniczej
 h_f - wysokość fotografowania
 I - funkcja interpretacji
 I_f - kwalifikacje fotointerpretatora
 K - ilość zdjęć lotniczych pokrywających określoną powierzchnię
 l_x - długość zdjęcia
 l_y - szerokość zdjęcia
 L - wielkość obiektu w terenie
 L_l - wielkość obiektu liniowego
 L_p - wielkość obiektu powierzchniowego
 m - mianownik skali mapy
 m_t - mianownik skali zdjęcia w tysiącach jednostek
 m_z - mianownik skali pionowego zdjęcia lotniczego
 M - ilość zdjęć lotniczych w szeregu

- N - ilość szeregów zdjęć lotniczych na fotografowanej powierzchni
- P_x - pokrycie podłużne zdjęć lotniczych w procentach
- P_y - pokrycie poprzeczne zdjęć lotniczych w procentach
- P - powierzchnia
- R - zdolność rozdzielcza obrazu fotograficznego w liniach/mm.
- t_f - czas fotografowania /miesiąc, dzień, godzina, minuta/.

Wykonano w 220 egz.

Egz. nr 1-220-bibl.jawna
 Wyk. ppłk St. WÓJCIK
 Druk JD, dn. 6.12.72 r.
 nr ks. 1842/3257/WW.
 Kor. WH

Druk ASG-OXV-5247 Zam. 22.02.72 dn. 2.03.72 r.
 druk ukończ. 24.03.72 r.

