



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

INSTYTUT BADAŃ STRATEGICZNO-OBRONNYCH

JAWNE

Egz. 1

PODSTAWA
Ustawa z dnia 22 stycznia 1949 roku
art. 86 ust. 2
(Dz.U. RP Nr 11 poz. 55)
.....
podpis

~~Do użytku służbowego~~

**DOKUMENTACJA
PROBLEMU NAUKOWEGO
pod kryptonimem „MAPA”**

**Zawartość:
OPRACOWANIE TEORETYCZNE TEMATU T-1**

SIBLIOTEKA NAUKOWA ABG WP
Archiwum Oddziału zbiorów specjalnych
Nr ewid.

4078

WARSZAWA

1987

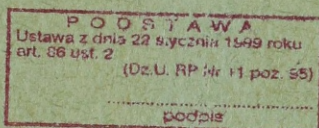


AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

INSTYTUT BADAŃ STRATEGICZNO-OBRONNYCH

JAWNE

Eq2. 1



~~Do użytku służbowego~~

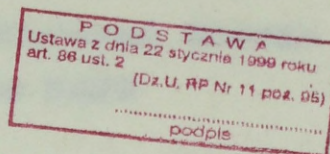
DOKUMENTACJA PROBLEMU NAUKOWEGO pod kryptonimem „MAPA”

Zawartość:
OPRACOWANIE TEORETYCZNE TEMATU T-1

BIBLIOTEKA NAUKOWA ASB WP
Archiwum Oddziału Zbiorów Specjalnych
Nr ewid.

4078

JAWNE



PROBLEM NAUKOWY "M A P A"

TEMAT I

**ZOBRAZOWANIA TOPOGRAFICZNE TERENU I TRENDY
ROZWOJOWE W TYM ZAKRESIE W SILACH ZBRONNYCH
NATO**

BIBLIOTEKA NAUKOWA ASB WY
Archiwum Działu Zbiorów Specjalnych

Nr ewid. _____

4078

Kierownik tematu: płk St. WÓJCIK

Z-ca Kierownika: ppłk J. SKRZYP

Wykonawcy: płk Z. Steć

mjr G. Wiśniewski

płk R. Sobierajski

ppłk W. Dubiński

SPIS TREŚCI

- I.1. Aktualny stan topograficznych zobrazowań terenu w siłach zbrojnych głównych państw NATO**
- I.1.1. Podstawy matematycznych map obcych**
Podstawy matematyczne i geodezyjne map Stanów Zjednoczonych, Republiki Federalnej Niemiec, Danii, Holandii, Belgii, Luksemburga, Wielkiej Brytanii, Irlandii, Włoch, Norwegii, Francji, Szwecji
- I.1.2. Treść map topograficznych**
Zakres treści. Sposób przedstawienia treści. Barwy używane do przedstawienia treści
- I.1.3. Rodzaje i treść map specjalnych**
Wojskowe mapy specjalne państw NATO ✓
- I.1.4. Zobrazowania fotograficzne terenu**
Rodzaje fotodokumentów wykorzystywanych przez dowódców i sztaby różnych szczebli
Sposoby i możliwości pozyskiwania informacji obrazowej o terenie za pomocą obiektów latających:
- ogólne zasady pozyskiwania informacji obrazowej o terenie;
- rodzaje aparatury fotograficznej i obrazowej;
- nosiciele aparatury fotograficznej i obrazowej.
Cele, metody i sposoby przetwarzania informacji obrazowej o terenie
Sposoby przesyłania /przekazywania/ przetworzonej informacji o terenie do użytkownika
- I.2. Przedstawienie prognoz rozwoju topograficznych zobrazowań terenu w głównych państwach NATO w latach 90-ych i po roku 2000:**
- B.2.1. Prognozy dotyczące pozyskiwania informacji o terenie**
- I.2.2. Prognozy dotyczące przetworzenia informacji o terenie**
- I.2.3. Prognozy dotyczące metod przesyłania i wykorzystania informacji o terenie**

Temat T-I programu badawczego "Mapa"

I. ZOBRAZOWANIA TOPOGRAFICZNE TERENU I TRENDY ROZWOJOWE
W TYM ZAKRESIE W SIŁACH ZBROJNYCH NATO

I.1. AKTUALNY STAN TOPOGRAFICZNEGO ZOBRAZOWANIA TERENU W
SIŁACH ZBROJNYCH GŁÓWNYCH PAŃSTW NATO

/ w tym w USA, RFN, państwach Beneluksu, Danii i Wielkiej
Brytanii /

I.1.1. PODSTAWY MATEMATYCZNE MAP OBCYCH

Do podstawy matematycznej mapy niżej zaliczyliśmy nastę-
pujące elementy matematyczne i geodezyjne:

- odwzorowania kartograficzne oraz rodzaje zniekształceń;
- osnowę geodezyjną, w tym datę wyjściową, układ współrzędnych
i poziom odniesienia;
- skale map i podziałki;
- system podziału na arkusze;
- nomenklaturę arkuszy map.

Część informacji obejmujących daty wyjściowe, elementy
elipsoid, poziomy odniesienia i odwzorowania kartograficzne
podano w zbiorczych tabelkach w części końcowej podrozdziału.

1. Podstawa geodezyjna i matematyczna map Stanów Zjednoczonych.

Osnowę geodezyjną map topograficznych Stanów Zjednoczonych
stanowi triangulacja 1 i 2 klasy zapełniona poligonometrią
3 klasy. Współrzędne geodezyjne punktów są obliczone w północ-
noamerykańskim układzie współrzędnych z 1927r. /North American
Datum 1927/ na elipsoidzie Clarka /1866r./. Punktem początkowym

jest Meads Ranch leżący w środku Stanów Zjednoczonych. Do układu północno-amerykańskiego przyłączono Alaskę /poprzez triangulację Kanady/, a w latach 1965-1966 - Wyspy Hawajskie /metodami geodezji satelitarnej/. Później jako elisoidę odniesienia przyjęto elipsoidę Hayforda 1910, a do obliczania położenia punktów - układ UTM.

Na bazie triangulacji utworzono układy współrzędnych płaskich dla map topograficznych. W USA nie ma jednolitego systemu współrzędnych. Każdy ze stanów posiada własny układ obliczany albo w odwzorowaniu walcowym poprzecznym Merkatora, albo w równokątnym stożkowym odwzorowaniu Lamberta, względnie równocześnie stosuje oba te odwzorowania. Odwzorowanie Merkatora stosuje 18 stanów, których terytoria są rozciągnięte z północy na południe, odwzorowanie Lamberta przyjęło 28 stanów o terytoriach wydłużonych ze wschodu na zachód, a dwa stany /New Jersey i Floryda/ stosują równocześnie oba odwzorowania.

Ze względów dokładnościowych wiele stanów podzielono na strefy. Tak na przykład stan Wyoming ma 4 strefy, Kalifornia-6 stref, Teksas 3 strefy itp. W sumie na obszarze Stanów Zjednoczonych istnieją 44 układy współrzędnych w odwzorowaniu Merkatora i 67 w odwzorowaniu Lamberta /w sumie 111 stref/.

Współrzędne prostokątne są liczone w stopach. Osie x układów współrzędnych są zgodne z równoleżnikami, a osie y z południkami. Początkiem układu w strefach jest punkt przecięcia się południka środkowego strefy z równoleżnikiem położonym na południu od granic strefy. Dlatego w 108 strefach przyjęto $Y_0 = 0$, tylko w dwóch strefach $Y_0 = 100\ 000$ stóp, a w jednej $Y_0 = 4\ 160\ 926,74$ stóp. W przypadku współrzędnych x , w 43 strefach układu Merkatora przyjęto $X_0 = 500\ 000$ stóp, w 62 strefach układu Lamberta

Xo = 2 000 000 stóp, a w 6 strefach - inne znaczenia.

W dwóch Stanach, na Alasce i Wyspach Hawajskich, zastosowano współrzędne odwzorowanie UTM w mierze metrycznej. Dla Alaski wydzielono 10 stref, a dla Hawajów - 5. Łącznie w Stanach Zjednoczonych jest więc 126 stref układów współrzędnych.

Wysokości bezwzględne punktów określa się od średniej wartości poziomu mórz i oceanów przyjętej w 1929r. dla Stanów Zjednoczonych i Kanady. Podaje się je w stopach.

Skale map topograficznych Stanów Zjednoczonych są dość zróżnicowane. Ogólnie można wydzielić dwa szeregi skalowe:

- dla map cywilnych: 1:24 000, 1:31 680, 1:62 500, 1:63 360, 1:125000, 1:126 720, 1:250 000, 1:253 440, 1:500 000 i 1:633 360.
- dla map wojskowych oraz map wydawanych na obce terytoria: 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:250 000 i 1:1 000 000.

Dla Alaski zamiast mapy 1:62 500 opracowuje się mapę w skali 1:63360.

Często te same obszary są pokryte dwiema skalami map, np. cywilną 1:62 500 i wojskową 1:50 000; oba szeregi skalowe opracowuje się na bazie tych samych materiałów podstawowych.

O braku jedności w odwzorowaniach świadczy wiele faktów. Np. na obszarze 49 stanów dla map 1:24 000 i map 1:62 000 przyjęto odwzorowanie wielostozkowe, a dla map Alaski w skalach 1:24 000 i 1:63 360 oraz dla mapy całego terytorium państwa w skali 1:250 000 - odwzorowanie równokątne poprzeczno - walcowe Merkatora. Oba odwzorowania najpierw obliczono na elipsoidzie Clarka, następne, nowsze wydania map opracowano na elipsoidzie Hayforda. Natomiast mapy wojskowe są opracowane w odwzorowaniu UTM na elipsoidzie Hayforda i mają naniesioną siatkę meldunkową UTM.

W Stanach Zjednoczonych A P stosuje się cztery rodzaje oznaczeń map topograficznych:

1/ nazwa osiedla lub innego najważniejszego obiektu geograficznego;

2/ indeks geograficzny zawierający współrzędne geograficzne

Charakterystyka niektórych map topograficznych Stanów Zjednoczonych.

Skala	Odwzorowanie	Wymiary	Wysokość warstwy w stopach
24 000 ^{x/}	wielostożkowe	7,5 x 7,5'	5,10,20,40
:62 500	wielostożkowe	15 x 15'	10,20,40,80
:63 360	poprzeczno walcowe	15' x 20' dla 15' x 36' Alaski	50,100
:100 000		30' x 30'	
:250 000 ^{x/}	poprzeczno walcowe	1° x 2° dla 1° x 3° Alaski	50,100,200

rogu arkusza mapy położonego najbliżej w stosunku do równika i południka zerowego oraz wymiary mapy:

3/ dla map wojskowych w skalach 1:100 000 i większych stosuje się oznaczenia numeryczne pasa i słupa /mapa 1:100 000/, oznaczenia cyframi rzymskimi /I,II,III,i IV dla mapy 1:50 000/i oznaczenia literowe /NW,NE,SW,SE dla map 1:25 000/;

x/ Na terytorium Alaski wydaje się również ortofotomapę, a na odwrocie map 1:250 000 wydania amerykańskiego drukuje się ortofotomapę w tej samej skali opracowaną na podstawie zdjęć satelitarnych.

4/ mapy 1:250 000 mają nomenklaturę związaną z międzynarodową mapą świata 1:1 000 000 i jej podziałem na 12 arkuszy dwustupięćdziesiątek.

Amerykańskie mapy wojskowe obejmują swym zasięgiem cały świat. Poszczególne bloki arkuszy map mają dodatkowe oznaczenia literowo - liczbowe występujące po słowie "Serie" umieszczonym w prawym górnym rogu arkusza. Przyjęto następujące zasady oznaczenia:

Oznaczenie literowe:

V - część kontynentalna Stanów Zjednoczonych AP

M - Europa Zachodnia

N - Europa wschodnia / od południka 22^oE/

C - Arktyka

E - Ameryka Środkowa i Południowa

K - Bliski Wschód

L - Azja południowo - wschodnia

T - Nowa Gwinea

Oznaczenia cyfrowe:

a/ Pierwsza cyfra serii oznacza skalę:

1 - 1:5 000 000

2 - 1:2 000 000

3 - 1:1 000 000

4 - 1: 500 000

5 - 1: 250 000

6 - 1: 100 000

7 - 1: 50 000 /od 1:35 000 do 1:70 000/

8 - 1: 25 000 /większe od 1:35 000/

b/ Druga cyfra serii oznacza szczegółowy podział danego obszaru oznaczonego literą. Np. Stany Zjednoczone są podzielone na

9 regionów. W Europie Zachodniej zastosowano następujący podział: 1 - Dania i Norwegia, 2 - Wielka Brytania, 3 - Belgia i Holandia, 4 - RFN, 4 i 5 - Polska, 6 - Francja, 9 - Włochy.
c/ Trzecia cyfra serii oznacza numer danej mapy wśród innych map tej samej grupy skal i tego samego regionu.

Po grupie cyfr może dodatkowo występować duża litera oznaczająca mapy specjalne lub specjalne wydanie mapy topograficznej.

Ten system oznaczeń stosują również państwa bloku NATO na mapach wojskowych.

2. Podstawa geodezyjna i matematyczne map RFN

Mapy topograficzne RFN są sporządzane na podstawie triangulacji, którą rozpoczęto w końcu XIX wieku, a zakończono w 1944r. Punktem początkowym tej triangulacji jest wieża Helmerta w Poczdamie. Triangulację obliczono na elipsoidzie Bessela. Układ współrzędnych prostokątnych wyliczono w odwzorowaniu Gaussa w strefach trzystopniowych.

Podstawą wysokościową map jest niwelacja. Wysokości obliczono od poziomu morza w Amsterdamie /NN - Normal Nul/.

Mapy topograficzne wydaje się w skalach 1:5 000, 1:25 000, 1:50 000, 1: 100 000 i 1:200 000. Wykonuje się je w tym samym odwzorowaniu, w którym obliczono triangulację. Mapy 1:5 000 wydaje się w ramach prostokątnych /40x40cm/, pozostałe mapy w ramach geograficznych. Nomenklatura map jest lokalna, dostosowana tylko do map niemieckich.

Mapy wojskowe są opracowywane w odwzorowaniu uniwersalnym poprzeczno - walcowym Merkatora, na elipsoidzie Hayforda, mają fioletowy nadruk siatki UTM i nadruk wydania - "Deutschland" z podaniem skali. Szereg skalowy map wojskowych jest

Charakterystyka map cywilnych RFN

Skala	Odwzorowanie	Elipsoida	Wymiary	Odstęp w warstwie w m	Oznaczenie godła
25 000	Gauss-Kruger	Bessel	6x10'	10/20	pas i słup
50 000	Gauss-Kruger	Bessel	12x20'	10/20	L /pas i słup/
100 000	Gauss-Kruger	Bessel	24x40'	10/20/40	C /pas i słup/
250 000	Gauss-Kruger	Bessel	48x1°20'	25950	CC / pas i słup/

Charakterystyka map wojskowych Bundeswehry

Skala	Odwzorowanie	Elipsoida	Oznaczenie serii	Oznaczenie godła
25 000	UTM	Hayford	M 841	pas i słup
50 000	UTM	Hayford	M 745	L oraz pas i słup
100 000	UTM	Hayford	M 645 ^{x/}	C oraz pas i słup
250 000	UTM	Hayford	M 501	Pas i słup mapy 1:1000 000 + numer

x/ Oznaczenie M 642 ma mapa amerykańska wydana na obszar Europy Zachodniej.

następujący: 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000 i 1:250 000. Arkusze posiadają te same wymiary co mapy cywilne oraz takie same odstępy w warstwie. Nomenklatury map 1:50 000 oraz 1:100 000 oprócz podanego oznaczenia literowego składa się z pasa i słupa mapy 1:25 000 położonej w południowo-zachodnim narożniku arkusza.

Mapa wojskowa 1:250 000 ma wymiary $1^{\circ} \times 2^{\circ}$, a jej nomenklatura składa się z godła międzynarodowego mapy milionówki, na której leży dany arkusz, oraz z numeru kolejnego /arkusz mapy 1:1000 000 składa się z 12 arkuszy mapy 1:250 000/. Poda się nazwę największej miejscowości /np. MM-32-11 Stuttgart/. Jest to mapa wydania amerykańskiego "Western Europe" przeznaczona również dla innych państw członkowskich paktu NATO, oznaczona jako "Serie M 501".

Od 1958r. wydaje się mapę 1:500 000 o tytule "Europe", nawiązującą do wojskowej mapy z okresu ostatniej wojny, a od 1961r. mapę 1:1000 000 również nawiązującą do mapy świata z okresu ostatniej wojny i przedwojennej mapy cywilnej w tej samej skali.

3. Podstawa geodezyjna i matematyczna map Danii

Mapy topograficzne Danii sporządza się na podstawie triangulacji, którą wykonano w latach 1817 - 1870 i obliczono w tzw. "Układzie Sztabu Generalnego" na elipsoidzie duńskiej z punktem początkowym w Nikolai /na wschód od Kopenhagi/.

W latach 1926 - 1933 rozwinięto nową triangulację I klasy, a na jej bazie, w latach następnych, triangulację 2 i 3 klasy. Obliczono ją w tzw. "Układzie Instytutu Geodezyjnego"

/"Układ 1934"/ na elipsoidzie Hayforda z punktem początkowym Agri Bavnehøj /na zachód od Kopenhagi/. Współrzędne prostokątne obliczono w odwzorowaniu równokątnym Buchwalda w dwóch strefach - Jutlandzkiej i Zealandzkiej, a współrzędnym początkowym stref przydano wartości $X_0 = + 200\text{km}$, $Y_0 = + 200\text{km}$.

Za poziom odniesienia wysokości przyjęto średni poziom morza

u wybrzeży duńskich,

Współczesne mapy duńskie wydaje się w skalach : 1:25 000 1:50 000, 1:100 000 i 1:200 000. W użyciu znajdują się również stare mapy w skalach 1:20 000 i 1:40 000. Mapy stare są opracowane w odwzorowaniu stożkowym równokątnym z głównym równoleżnikiem 56°N i głównym południkiem 2° 12'. Mapy nowe opracowuje się w odwzorowaniu poprzeczno - walcowym Merkator na elipsoidzie Hayforda.

Arkusze map starych i nowych wydaje się w ramach prostokątnych. Nomenklatura map jest lokalna, dostosowana do terytorium Danii. Nomenklatura map nowych opiera się na mapie 1:100 000 i składa się z numeru słupa /dwie cyfry/ i numeru pasa /dwie następne cyfry/. Mapa 1:50 000 ma jeszcze cyfrę rzymską oznaczającą ćwiartkę na której leży, a mapa 1:25 000, ponadto oznaczenia literowe ćwiartki /SV, NV, SQ, NQ/.

Mapy wojskowe są opracowywane według podobnych zasad jak mapy cywilne. Mają ponadto wdrukowaną siatkę UTM w kolorze fioletowym oraz opis pozaramkowy w trzech językach: duńskim angielskim i niemieckim.

Na terenie Danii wydaje się również mapy w skalach mniejszych, jak: 1:150 000 mapa drożni, /1:200 000/ mapa przeglądowa, 1:300 000 /dawniej 1:320 000/, 1:500 000, 1:750 000 i 1:1 000 000.

Charakterystyka map duńskich

Skala mapy	Obszar terenu pokryty 1 arkuszem mapy /w milach duńskich/x/	Wymiary arkusza, cm	Odstęp warstwicy w m
1	2	3	4
1:25 000	1 x 1,25	37,7 x 47,1	2 lub 2,5
1:50 000	2 x 2,5	37,7 x 47,1	2,5

1	2	3	4
25 000	1,5 x 1,875	45,2 x 56,5	2,5
50 000	3 x 3,75	45,2x 56,5	5
100 000	6 x 7,5	45,2x 56,5	5

x/ Jedna mila duńska wynosi 7532m

4. Podstawa geodezyjna i matematyczna map Holandii

Stara triangulację Holandii założono w pierwszej połowie XIX wieku i obliczono na elipsoidzie holenderskiej z punktem początkowym Amsterdam - Westertoren /wieża kościoła/. Nową triangulację rozwinięto w latach 1885 - 1928 na elipsoidzie Bessela i obliczono od punktu początkowego Amersfoort. Współrzędne prostokątne obliczono w odwzorowaniu równokątnym azymutalnym /stereograficznym/, a punktowi początkowemu przypisano współrzędne $X_0 = 155\text{km}$, $Y_0 = 463\text{km}$. Wysokości bezwzględne liczone od średniego poziomu Morz Północnego w Amsterdamie.

Mapy topograficzne sporządza się w skalach: 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000. Opracowuje się je w odwzorowaniu stereograficznym na elipsoidzie Bessela. Wydaje się w ramach prostokątnych 50x40cm, a granicami arkuszy są linie siatki kilometrowej.

Nomenklatura map jest dostępna tylko do obszaru Holandii. Mapy 1:100 000 są ponumerowane kolejno poczynając od arkusza północno-zachodniego. Niezależnie ponumerowane mapy są w skali 1:50 000, lecz każdy arkusz składa się z dwóch oddzielnych połówek: "West" i "Oest". Mapy 1:25 000 mają nomenklaturę

mapy 1:50 000 i literę oznaczającą położenie na arkuszu pięćdziesiątki /od A doH/.

Mapy wojskowe są opracowywane według podobnych zasad jak mapy cywilne, mają ponadto siatkę kilometrową UTM w kolorze fioletowym oraz opis pozaramkowy wydrukowany w trzech językach: holenderskim, angielskim i niemieckim.

Charakterystyka map holenderskich

Skala mapy	Wymiary	Liczba arkuszy na pokrycie kraju	Odstęp warstw w m	Oznaczenia serii wojskowej
1:25 000	6'45" x 8'50"	371	2,5	M 833
1:50 000	13'30" x 17'40"	112	5	M 733
1:100 000	2,7' x 32'50"	34	10	M 633
1:250 000	1° x 2°	6	20	M 501

Mapa 1:250 000 jest wykonana zgodnie ze standardami przyjętymi w NATO.

W Holandii wydaje się ponadto mapy rzek w skali 1:2000 i 1:5000, mapę wybrzeża morskiego w skali 1:2000 oraz mapy samochodowe i szkolne w skalach od 1:200 000 do 1:600 000.

5. Podstawa geodezyjna i matematyczna map Belgii

Pierwszą triangulację Belgii wykonano w latach 1852-1880 i obliczono na elipsoidzie Delambre'a 1806r. z punktem początkowym

w Brukseli /wieża kościoła św. Józefa/. Długości liczone od południka obserwatorium brukselskiego. Następnie /1922-1926/ triangulację przeliczono na elipsoidę Hayforda. Mapy opracowywano w odwzorowaniu równopowierzniowym pseudostożkowym Bonne'a.

Współczesną triangulację Belgii wykonano w latach 1925 - 1960, obliczono według elementów elipsoidy Hayforda 1910 dla punktu początkowego Lommel /na zachód od Brukseli/. Układ współrzędnych prostokątnych obliczono w odwzorowaniu równokątnym stożkowym Lamberta z równoleżnikami wiernymi $49^{\circ}50'$ i $51^{\circ}10'N$. Początkiem układu jest wierzchołek stożka leżący na południku brukselskim, któremu przypisano wartości $X_0 = 150000m$ i $Y_0 = 5\ 400\ 000m$.

Podstawą wysokościową map topograficznych jest wykonana po II wojnie światowej tzw. "Druga niwelacja generalna" z poziomem odniesienia w Ostendzie /niższym w stosunku do Amsterdamu o 2,32m/.

W latach 1860-1874 opracowano mapy topograficzne w skalach 1:20 000, 1:40 000 i 1:100 000. Następnie z mapy 1:20 000 opracowano mapę 1:10 000, a na podstawie mapy 1:40 000 wydano mapę 1:50 000. Były to mapy wykonane w odwzorowaniu stożkowym Bonne'a na elipsoidzie Delambre'a.

Obecnie szereg skalowy map topograficznych Belgii przedstawia się następująco: 1:5 000, 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000 i 1:200 000. Podstawowe dane o tych mapach zawarto w tabeli.

Charakterystyka map belgijskich

Skala mapy	Odwzorowanie	Elipsoida	Odstęp warstwic	Wymiary cm	Oznaczenia serii
5 000	Lambert	Hayford	1/2		
10 000	Lambert	Hayford	1/2,5/5	100x84	
25 000	Lambert	Hayford	1/2,5/5	40x64	M 834
50 000	Lambert	Hayford	2,5/5	40x64	M 736
50 000 Type R	Bonne	Delambre	5	40x64	M 735
100 000 Type R	Bonne	Delambre	5/10/20	40x64	M 632
200 000	Bonne	Delambre	10	40x64	M 532

Nomenklatura map belgijskich w skali 1:200 000 składa się z litery D i kolejnego numeru mapy. Nomenklatura mapy 1:100 000 ma literę C oraz kolejny numer mapy /1 do 24/. Nomenklatura mapy 1:50 000 zawiera kolejny numer mapy /od 1 do 72/, a mapy 1:25 000 - dodatkowo część arkusza pięćdziesiątki, na której dany arkusz leży /arkusz 1:50 000 dzieli się na cztery arkusze mapy 1:25 000 oznaczone podwójnymi cyframi: 1-2, 3-4, 5-6, 7-8/.

Ze względu na potrzeby wojsk, głównie sił NATO, w latach 50-tych przystąpiono do wykonania tzw. wydania przyspieszonego - typu R /Rap-ide/. Na mapach tych naniesiono siatkę UTM. Mapy te opracowano na podstawie starych map 1:20 000 i 1:40 000

z wykorzystaniem zdjęć lotniczych wykonanych w roku 1952, lecz z zastosowaniem nowych znaków umownych. Opis pozaramkowy wykonuje się w trzech językach: flamandzkim, francuskim i angielskim.

Na obszar Belgii wykonano mapy również w skali 1:250 000 / format 59 x 125cm, 2 arkusze/ oraz w skali 1:300 000 /format 89 x 106cm, 1 arkusz/.

6. Podstawa geodezyjna i matematyczna map Luksemburga

Osnową geodezyjną map topograficznych Luksemburga jest triangulacja i niwelacja, których rozwinięcie zakończono w 1952r.

Mapy wykonuje się w skalach 1: 10 000, 1:20 000, 1:25 000, i 1:50 000, w odwzorowaniu Gaussa na elipsoidzie Hayforda. Wysokości bezwzględne są liczone od poziomu morza w Amsterdamie.

Arkusze map mają ramki ograniczone równoleżnikami i południkami. Ich wymiary są następujące: map 1:20 000 i 1:25 000 - $10^{\circ} \times 10^{\circ}$; mapa 1:50 000 ma wymiary $20^{\circ} \times 40^{\circ}$.

Wysokość warstwiczna dla map 1:20 000 i 1:25 000 wynosi 5m, a dla map 1:50 000 - 10m.

Mapy mają nadruk luksemburskiej siatki Gaussa oraz siatki UTM. Mapy wydaje francuski Institute Geographique Nationale. Legenda mapy jest w języku francuskim i angielskim.

7. Podstawa geodezyjna i matematyczna map wysp brytyjskich

Mapy Wielkiej Brytanii

Pierwszą triangulację na obszarze Wielkiej Brytanii założono w latach 1798 - 1860, obliczono na elementach elipsoidy Airy'ego od punktu początkowego Greenwich. Współrzędne prosto-

kątne punktów geodezyjnych liczono na odwzorowaniu Cassiniego, w 42 strefach. W latach 1931 - 35 przeliczono je na odwzorowanie poprzeczno - walcowe Merkatora.

Nową triangulację rozwinięto w latach 1935 -1952, a współrzędne prostokątne obliczono w odwzorowaniu Merkatora na elipsoidzie Airy'ego, w jednej strefie, z południkiem osiowym 2° W. Początkiem układu jest punkt przecięcia południka osiowego z równoleżnikiem 49° N. Punktowi temu przypisano wartość $X_0 = 100\ 000\text{m}$, $Y_0 = 400\ 000\text{m}$. Siatkę współrzędnych prostokątnych w tym układzie nazwano "Narodową siatką prostokątną".

Mapy opracowane w starym XIX - wiecznym układzie były w użyciu jeszcze na początku lat osiemdziesiątych, prawdopodobnie część z nich pozostała do dzisiaj / różnice współrzędnych punktów starej i nowej triangulacji nie przekraczają 3m/.

Wysokości bezwzględne punktów liczono od średniego poziomu Morza Irlandzkiego w Liverpoolu, a od 1929r. przyjęto średni poziom morza Kanału la Manche w Newlyn /różnica w stosunku do Liverpoolu wynosi 0,2m/. W związku z przejściem Wielkiej Brytanii na układ metryczny miar wysokości punktów niwelacyjnych są podawane /w wykazach/ w metrach i stopach.

Obecnie w Wielkiej Brytanii są wydawane mapy w następujących skalach: 1:1 250, 1:2 500, 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:250 000 i w skalach mniejszych. W dalszym ciągu wykorzystuje się mapy w starych tradycyjnych skalach angielskich, jak: 1:10560 /sześciocalowa/, 1:63 360 /calowa/ oznaczona również M 722, 1:226 720 /półcalowa/ i 1:253 440 /ćwiercalowa/.

Charakterystyka niektórych map Wielkiej Brytanii

Skala	Wymiary arkusze cm	Wysokość warstwowa w stopach /m/	Oznaczenia serii	Siatka meldunkowa
1 250	40x40	bez warstw		
2 500	80x40	bez warstw		
10.000	50x50	/5 lub 10m/		
10560		50/100/250		
25 000	80x40	$\frac{25}{5 \text{ lub } 10m/}$	M 821	UTM
50 000	80x80	$\frac{50}{15m/}$	M 726	UTM
63 360	70x63	$\frac{50}{15m/}$		kilometro- wa
126 720	52x68	skala barw		kilometro- wa
250 000		200	M 521	
253 440		i skala barw	M 5213 M 523	kilometro- wa

Ponadto wydaje się na obszar Wielkiej Brytanii następujące mapy małoskalowe:

- mapę lotniczą /RAF/ 1:500 000 o oznaczeniu M 404 z naniesioną siatką GEOREF;
- mapę 1:625 000 /dwa arkusze pokrywają Wielką Brytanię/;
- mapę 1:1 000 000, z siatką UTM; oznaczenie wojskowe mapy 1301.

Podział arkuszy jest prostokątny wzdłuż linii siatki współrzędnych. Mapy w skalach 1:63 360 i mniejszych mają swój podział niezależny.

Mapy topograficzne wieloskalowe są podzielone w ramach kwadratów stukilometrowych. Godłem takiej mapy są współrzędne południowo - zachodniego narożnika.

Mapy Irlandii Północnej

Pierwszą triangulację założono w Irlandii Północnej w XIX wieku. W latach 50-tych naszego wieku rozwinięto nową sieć triangulacji, a układ współrzędnych prostokątnych obliczono na elipsoidzie Airy'ego, w odwzorowaniu poprzeczno-walcowym Merkatora, w jednej strefie z osiowym południkiem 8° . Punktem początkowym układu współrzędnych jest przecięcie się południka osiowego z równoleżnikiem $53^{\circ} 30' N$; punktowi temu przypisano wartości $X_0 = 250\ 000m$ i $Y_0 = 200\ 000m$. Siatka współrzędnych jest jednolita dla całej wyspy Irlandii.

Wysokości bezwzględne liczone najpierw od poziomu morza w Dublinie, zaś w 1957r. przyjęto średni poziom morza w Belfaście.

Szereg skalowy obejmuje następujące mapy: 1:1250, 1:2500, 1:10 000 i 1:25 000. Ponadto w użyciu znajdują się stare mapy w skalach 1:10 560, 1:63 360 oraz 1:126 720.

Nowe mapy są opracowane w odwzorowaniu poprzeczno-walcowym Merkatora obliczonym na elementach elipsoidy Airy'ego. Stare mapy są w odwzorowaniu Cassiniego, a mapy w skalach 1:10 560 i 1:63 360 - w odwzorowaniu Bonne'a. Cechy zewnętrzne, treść i opis pozaramkowy map północnoirlandzkich są podobne jak na mapach brytyjskich.

Mapy Wysp Normadzkich

Wyspa Jersey posiada mapy w skalach: 1:2 500, 1:5 000

1:10 000 i 1:25 000, które pokrywają cały obszar wyspy. Są wykonane w odwzorowaniu poprzeczno-walcowym Merkatora obliczonym na elementach elipsoidy Hayforda. Treść map opracowywano na podstawie zdjęć lotniczych wykonanych w 1965r. Rzeźba terenu jest przedstawiona warstwami rysowanymi co 25 stóp /1:2 500 i 1:25 000/ oraz co 10 stóp /1:5 000/. Na mapie w skali 1:25 000, ponadto zastosowano skalę hipsometryczną co 100 stóp. Na mapę wdrukowano siatkę meldunkową UTM.

Wyspa Guernsey posiada mapy w skalach 1:2 500 i 1:10 560 sporządzone w latach 1899-1900 i unowocześnione na podstawie zdjęć lotniczych wykonanych w latach 1962-1963. Brak jest wiadomości o podstawie matematycznej tych map. Warstwice są prowadzone co 10 stóp.

Na podstawie wymienionych map wykonano mapę w skali 1:21120 /jeden arkusz/ w odwzorowaniu poprzeczno-walcowym Merkatora obliczonym na elementach elipsoidy Hayforda. Warstwice są prowadzone co 25 stóp.

8. Podstawa geodezyjna i matematyczna map Irlandii

Osnową geodezyjną map irlandzkich są punkty triangulacji i niwelacji geometrycznej. Pierwszą triangulację wykonano w XIX wieku. W 1960r. rozpoczęto nową triangulację; również starą niwelację zamieniono w tym czasie nowymi pomiarami, a za punkt początkowy pomiaru wysokości przyjęto średni poziom morza w Malin-Hed położonym w północno-zachodniej części wyspy. Obecnie są w użyciu mapy wykonane na bazie zarówno starej jak i nowej triangulacji.

Podstawa matematyczna map jest dość zróżnicowana, Mapy 1:1 000 i 1:250 000 są wykonane w odwzorowaniu poprzeczno-walco-

wym Merkatora na elipsoidzie Airy'ego w strefie irlandzkiej. Mapy 1:2 500 i 1:10 560 są wykonane w odwzorowaniu Cassiniego obliczonym na elementach elipsoidy Clarka, dla obszaru poszczególnych hrabstw. Mapy w skalach 1:63 360 i 1:126 720 opracowano w odwzorowaniu Bonne'a obliczonym na elementach elipsoidy Airy'ego.

Mapę w skali 1:1 000 wydaje się tylko na obszar miast, a w skali 1:2 500 na obszar użytków rolnych. Obie nie mają warstwicy, tylko sieć punktów wysokościowych. Mapa 1:10 560 ma warstwice co 50 lub 100 stóp do wysokości 1000 stóp n.p.m., a następne co 250 stóp.

Mapy w skalach 1:63 360 i 1:126 720 wykonano w ubiegłym wieku i pokrywają cały kraj, podobnie jak nowa mapa w skali 1:250 000.

9. Osnowa geodezyjna i matematyczna map Włoch

Podstawą sytuacyjną map włoskich jest triangulacja, którą w 1941r. wyrównano w "Układzie rzymskim". Punktem początkowym był Monte Mario, elipsoida-Hayforda. Współrzędne prostokątne obliczono w odwzorowaniu Gaussa - Boaga, w dwóch strefach zachodzących na siebie. Szerokość każdej strefy wynosi $6^{\circ} 27' 08,40''$, a pas pokrycia wzajemnego jest zawarty pomiędzy południkami 12° a $12^{\circ} 27' 08,40''$.

Osnową geodezyjną dla map 1:50 000 i 1:250 000 są punkty przeliczone na układ europejski 1951r. w odwzorowaniu UTM.

Punkty wysokościowe są mierzone od poziomemu Morza Śródziemnego w Genui.

Szereg skalowy map włoskich jest następujący: 1:10 000,

1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000 i 1:250 000.

Od początku lat 70-tych mapę 1:10 000 wykonuje się na bazie ortofotoplanu.

Na mapach w skalach 1:50 000 i 1:250 000 jest nadrukowana siatka UTM, a opis pozaramkowy jest wykonany w dwóch językach: włoskim i angielskim.

Charakterystyka map topograficznych Włoch

Skala	Odwzorowanie	Wymiary arkusza	Wysokość warstwowa m	Oznaczenia map wojskowych
10 000	Gaussa-Boage	2'30" x 3'45"	10	
25 000	Gaussa-Boage	5'00" x 7'30"	5,10,20,25	M 891
50 000	UTM	12' x 20'	25	M 792
100 000	Gaussa-Boage	20' x 30'	50	M 691
200 000	Gaussa-Boage	40' x 1°30'	100	M 594
250 000	UTM	1° x 2°	100	M 501

Włochy wydają ponadto następujące mapy małoskalowe: mapę dróg 1:300 000, mapy pogładowe i lotnicze 1:500 000, mapę fizyczno - polityczną oraz międzynarodową mapę świata 1:1 000000

10. Osnowa geodezyjna i matematyczna map Norwegii

Pierwszą triangulację w Norwegii rozpoczęto rozwijać w końcu XVIII wieku /1779-1882/ , a nową w latach 1882-1908.

Obie triangulacje mają pewne znaczenie do dnia dzisiejszego, gdyż jeszcze wykorzystuje się mapy opracowane na ich podstawie.

Współczesną triangulację rozpoczęto zakładać w 1906r., a zakończono w 1960r. przy współudziale Stanów Zjednoczonych. Sieć ta ma powiązanie z sieciami geodezyjnymi Szwecji i Danii, a za pomocą trylateracji - z sieciami geodezyjnymi Wielkiej Brytanii, Islandii i Stanów Zjednoczonych A P.

Podstawa wysokościowa map norweskich, na skutek ruchów tektonicznych na Półwyspie Skandynawskim, jest dość zróżnicowana. Na południu kraju przyjęto średni poziom morza w Oslo, obecnie w Mandal, a na północy - w Narwiku. W niektórych rejonach kraju wykorzystuje się lokalne poziomy odniesienia.

Współrzędne prostokątne starej triangulacji obliczono w układzie Soldnera lecz tylko dla południowej części kraju. Nową triangulację obliczono na elementach elipsoidy Bessela w odwzorowaniu Gaussa - Krügera w strefach 3 - stopniowych, a dla map wojskowych /wydawanych przez służbę topograficzną USA/ zastosowano odwzorowanie UTM i elipsoidę Hayforda.

Charakterystyka map topograficznych Norwegii

Skala mapy	Odwzorowanie	Elipsoida	Wymiary	Wysokość warstwowa m	Inne dane
5 000	Merkator	Bessel		5	
10 000	Merkator	Bessel		5	
50 000	Merkator	Bessel	od 15° x 15° do 36° x 15°	10,20	UTM M 711
100 000	Cassaini	Bessel	34 x 45,5cm 20 x 10	30	
50 000	Merkator	Hayford	18 x 20 1 x 4	100	UTM M 515

Od roku 1914 w Norwegii wydaje się również "mapę okolic" w skali 1:25 000 jako pokrycie rozproszonych po kraju miast i ważnych rejonów wojskowych. Warstwicę są na niej wykreślone co 5, 10 lub 30m.

Godka map norweskich powstają w wyniku podziału lokalnego na pasy i skupy. Mapy wydawane przez amerykańską służbę topograficzną mają godko oznaczone według systemu amerykańskiego /wojskowego/.

Mapy wysp Spitsbergen

Pierwszą triangulację na Spitsbergenie założyła ekspedycja rosyjsko - szwedzka w latach 1898-1902. Od 1906r. prace geodezyjne na Spitsbergenie prowadzą Norwegowie; do roku 1927 wykonywali je w sposób ekspedycyjny, a następnie zajęła się nimi specjalna organizacja /Norweski Instytut Polarny/. W latach 1968-1972 sieć triangulacyjną Spitsbergenu dowiązano do sieci europejskiej metodami triangulacji satelitarnej /przy pomocy SSZ "Pageos"/.

Pierwszą mapę Spitsbergenu wykonali Rosjanie w latach 1899-1901. Była to mapa w skali 1:84 000 z warstwicami rysowanymi co 10 sążni, w 1920r. w Związku Radzieckim na podstawie powyższej mapy opracowano i wydano mapę 1:200 000 z warstwicami również co 10 sążni.

W 1936r. Norwegowie wykonali zdjęcia lotnicze Spitsbergenu na podstawie których opracowali mapę w skali 1: 50 000 z odstępem warstwic co 50m. Mapa ta posłużyła do wydania przez nich mapy 1:100 000.

Wymienione mapy głównie obejmują południową i zachodnią część archipelagu Spitsbergen, natomiast mapą w największej skali która obejmuje wszystkie wyspy jest mapa 1:500 000 z warstwicami

co 100m.

Niektóre fragmenty mapy Spitsbergenu wykonywały również inne ekspedycje. Np. w latach 1957 - 1959 polska ekspedycja wykonała mapę środkowej części wyspy w skali 1:5 000 /C. Lipert/, a w latach 1962 -1965 Spitsbergen odwiedziła ekspedycja URD, która opracowała mapę wybrzeża zachodniego w skalach 1:25 000 i 1:50 000.

Inne norweskie wyspy arktyczne mają następujące mapy topograficzne:

- Wyspa Niedzwiedzia - ma pokrycie mapami w skalach 1:10 000 / 6 arkuszy/ i 1: 25 000 / 1 arkusz/;
- Wyspa Jan Mayen ma rozwiniętą triangulację, na podstawie której opracowano / z perspektywicznych zdjęć lotniczych/ najpierw mapę 1:100 000, a następnie mapy 1:50 000 i 1:20 000.

11. Podstawa geodezyjna i matematyczna map Francji

Pierwsze pomiary triangulacyjne Francji były wykonane w XVIII i XIX wieku i wykorzystano je do opracowania map "geometrycznych" Cassiniego /skala 1:86 400/ oraz map Sztabu Głównego / 1:80 000/. Współrzędne punktów najpierw obliczono na elipsoidzie Delambre'a, a następnie na elementach elipsoidy Plessisa. W końcu ubiegłego wieku rozpoczęto prace nad nową triangulacją. Przyjęto dla niej elipsoidę Clarke'a 1 880 oraz jako punkt początkowy Krzyż Panteonu w Paryżu.

Do obliczenia współrzędnych prostokątnych przyjęto odwzorowanie równokątne stożkowe Lamberta w trzech strefach /pasach równoleżnikowych/ z równoleżnikami środkowymi:

- w strefie północnej $49^{\text{B}} / 44^{\circ} 06' /$;

- w strefie środkowej $52^{\text{e}} / 46^{\circ} 48'$;
- w strefie południowej $55^{\text{e}} / 49^{\circ} 30'$.

Równoleżniki sieczne są odległe o 1^{e} na północ i południe od równoleżników środkowych. Między strefami istnieje pas pokrycia o szerokości 50km. Dla Korsyki zastosowano oddzielną strefę w tym samym odwzorowaniu.

Początkiem układu współrzędnych prostokątnych w każdej strefie jest punkt przecięcia się równoleżnika środkowego z południkiem paryskim. Punktem tym przypisano wartości:
 $X_0 = 600\ 000\text{m}$, $Y_0 = 200\ 000\text{m}$. Oś Y w każdej strefie jest zgodna z kierunkiem południka paryskiego.

Wysokości bezwzględne są liczone od średniego poziomu Morza Śródziemnego w Marsyli.

Stary szereg skalowy map francuskich obejmował mapy 1:80 000, a następnie 1: 40 000 i 1: 20 000. Opracowano je w XIX wieku, w odwzorowaniu równopowierzchniowym pseudostożkowym Bonne'a.

Charakterystyka współczesnych map topograficznych Francji

Skala	Elipsoida	Odwzorowanie	Wymiary	Wysokość warstwowa m	Oznaczenia map wojskowych
25 000	Clarke'a	Lamberta	$65^{\text{c}} \times 10^{\text{c}}$	5,10	M 864
50 000	Clarke'a	Lamberta	$20^{\text{c}} \times 40^{\text{c}}$	5,10,20	M 761
100 000	Clarke'a	Lamberta	$40^{\text{c}} \times 80^{\text{c}}$	5,10,20	M 662
50 000	Hayforda	Lamberta	$1^{\text{c}} \times 2^{\text{c}}$	20,40,80	
50 000	Francuska	Bonne'a	$20^{\text{c}} \times 40^{\text{c}}$	rzeźba kreskowa	Typ M M 662

Na podstawie tych map opracowano kolejne, obejmujące następujące skale: 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:320 000, 1:500 000 i 1:1 000 000. Wiele z nich przetrwało do dnia dzisiejszego, a po drugiej wojnie światowej wojskowe wydania tych map uzupełniono siatką UTM.

Współczesne skale przedstawiono w tabeli. Mapy te posiadają siatkę geograficzną w stopniach oraz w mierze gradowej. Ta ostatnia jest liczona od południka paryskiego. Wszystkie mapy topograficzne oprócz warstwic mają podcieniowaną rzeźbę terenu.

Godła map francuskich powstają z niezależnego podziału na pasy i skupy. Jedynie godło mapy 1:25 000 składa się z dwóch części: nomenklatury mapy 1:50 000, na której leży dana mapa oraz z numeru arkusza mapy 1:25 000 /jest to symbol ćwiartki arkusza pięćdziesiątki oznaczonej dwiema cyframi: 1-2, 3-4, 5-6, lub 7-8/.

Obecnie, oprócz map wymienionych w tabeli, wydaje się mapę lotniczą w skali 1:250 000, mapę 1:500 000 z hipsometrią warstwową oraz utrzymuje się wydanie mapy 1:1 000 000 w podziale międzynarodowym.

12. Podstawa geodezyjna i matematyczna map Szwecji

Wprawdzie Szwecja nie jest członkiem paktu NATO, lecz uwzględnia się ją w tym opracowaniu, gdyż wydaje kilka ciekawych i wartościowych opracowań kartograficznych.

Pierwszą triangulację Szwecji wykonano w latach 1805 - 1919, a współrzędne punktów obliczono na elementach elipsoidy Svanberga i Clarke'a 1880r. Jeszcze do dzisiaj wykorzystuje się mapy opracowane w oparciu o tę sieć.

Nową triangulację rozpoczęto w 1903r. i zakończono w 1952r.

Obliczono ją na elementach elipsoidy Bessela. Jest ona niejednorodna pod względem gęstości i nie osiągnęła dokładności określonej standardami międzynarodowymi, dlatego w 1968r. rozpoczęto kolejne pomiary sieci.

Sieć niwelacyjną obliczono w stosunku do średniego poziomu morza w Sztokholmie. Powiązano ją z niwelacjami Norwegii, Finlandii i Danii.

Stare mapy Szwecji, tzw. "Mapy Sztabu Generalnego", opracowano w skalach 1:100 000 i 1:200 000 w odwzorowaniu równokątnym stożkowym. Dla mapy 1:100 000 odwzorowanie jest sieczne wzdłuż dwóch równoleżników, a dla mapy 1:200 000 - styczne do równoleżnika osiowego /strefy przyjęto $\approx 30^\circ$ /.

Nowe mapy opracowuje się w następującym szeregu skalowym: 1:10 000, 1:20 000, 1:50 000, 1:100 000 i 1:250 000. Ich charakterystykę zawarto w tabeli. Od 1966r. mapy w skalach 1:10 000 i 1:20 000 wydaje się na podstawie fotoplanów lub ortofotoplanów, na

Charakterystyka map topograficznych Szwecji

Skala	Odwzorowanie	Elipsoida	Wymiary ^{x/}	Wysokość warstwowa m	Inne dane
10 000	Gaussa	Bessela	50x50cm	5m lub punkty wysokościowe	
20 000	Gaussa	Bessela	50x50cm	5m lub punkty wysokościowe	
50 000	Gaussa	Bessela	50x50cm	5,20	siatka UTM
100 000	Gaussa	Bessela	50x50cm	10,40	UTM
250 000	UTM	Hayforda	1°x 2° 1°x 3° 1°x 4°	25m lub rzeźba cieniowana bez warstwic	UTM GEOREF

x/ arkusze pograniczne mogą być szersze, mają wówczas wymiary 50x75cm.

które wdrukowuje się sytuacyjne elementy kreskowe, warstwice i opisy. Najczęściej wnosi się: sieć hydrograficzną, miejscowości, drogi, lotniska, linie sieci elektrycznej, pomniki oraz granice administracyjne.

Mapę 1:250 000 wydaje się w dwóch wariantach: mapę generalną opracowaną z wykorzystaniem najnowszych materiałów oraz mapę prowizoryczną, jako mapę dróg z uproszczoną rzeźbą terenu.

W Szwecji ukazuje się ponadto mapa przeglądowa w skali 1:400 000 w odwzorowaniu Spensa oraz mapa generalna w skali 1:1 000 000. Jeden z wariantów tej mapy posiada nadruk siatek UTM i GEOREF.

Uwagi o podstawie matematycznej map państw zachodnich ✓

1. Osnowę geodezyjną map państw zachodnich stanowi sieć triangulacyjna, w większości przypadków rozwinięta po drugiej wojnie światowej. Uwzględniono w niej najnowsze pomiary figury Ziemi, a szczególnie dotyczy to osnów wojskowych map topograficznych. Wprawdzie już nie wykorzystuje się starych sieci triangulacyjnych, lecz jeszcze są w użyciu mapy wykonane na bazie tych sieci. Podstawą geodezyjną map wojskowych jest Europejski układ współrzędnych, który obliczono na elementach elipsoidy Hayforda i w odwzorowaniu UTM.
2. Na ogół każde państwo ma własny poziom odniesienia, jedynie RFN, Holandia i Luksemburg za poziom odniesienia przyjęły średni poziom Morza Północnego w Amsterdamie. Państwa kontynentu europejskiego mają wzajemnie powiązane sieci niwelacyjne. Z omawianych państw jedynie Wielka Brytania, Islandia i Stany Zjednoczone AP nie mają powiązania z Europą Kontynentalną.

3. Szeregi skalowe map w poszczególnych państwach są zbliżone do siebie. Najczęściej, zarówno w organizacjach cywilnych jak i w wojsku, opracowuje się mapy topograficzne w skalach 1:50 000 i 1:250 000. Spotyka się jeszcze mapy starsze w skalach tradycyjnych dla danego państwa, nawet w skalach niemetrycznych. Lecz w siłach zbrojnych istnieje ujednolicony szereg skalowy oraz daleko posunięta unifikacja pod względem odwzorowania, elipsoidy, treści mapy, znaków topograficznych, siatek meldunkowych i opisu pozaramkowego. Niektóre z państw zachowały jednak na swoich mapach pewne cechy tradycyjne.

4. Co raz częściej spotyka się mapy topograficzne z półtonowym przedstawieniem treści. Mapy te są po prostu fotoplanem lub ortofotoplanem, na który wdrukowano warstwice, uzupełniające znaki umowne oraz napisy. Wydaje się je na oddzielnych arkuszach, w ramach przewidzianych dla danej skali, względnie wdrukowuje na odwrocie mapy topograficznej. Tego rodzaju mapy wykonuje się w skalach od 1:10 000, aż do 1:250 000. Poszukuje się optymalnej formy graficznej dla przedstawienia tego rodzaju map.

Tabela 1.

Wymiary wybranych elipsoid odniesienia

Nazwa elipsoidy	Rok obliczenia	Wymiary wielkiej półosi /a/ w m	Spłaszczenie /L/
Krasowskiego	1940	6 378 245	1:298,3
Hayforda /tzw.międzynarodowa	1910	6 378 388	1:297,0
Helmerta	1907	6 378 200	1:298,3
Clarka /II/	1880	6 378 249,14	1:293,5
Clarka /I/	1866	6 378 206,4	1:295,0
Struwego	1860	6 378 298,3	1:294,73
Everesta	1857	6 377 276	1:300,8
Everesta zmodyfikowana	-	6 377 304	1:300,8
Bessela	1841	6 377 397	1:299,153
Airy'ego	1830	6 377 542	1:299,3
Airy'ego zmodyfikowana	-	6 377 340,19	1:299,3
Walbecka	1819	6 376 896	1:302,8
Plessisa	1817	6 376 523,3	1:308,64
Delambre'a	1806	6 376 989	1:308,64
Delambre'a	1800	6 375 653	1:334,0
Duńska	-	6 377 104	1:300
Holenderska	-	6 376 950,4	1:309,65
Międzynarodowa	1965	6 378 388	1:297
Svanberga	-	6 378 797	1:304,25
Norweska	-	6 376 880	1:312

Tabela 2.

Odwzorowania kartograficzne

ia	Bonne á, równopowierzchniowe pseudostożkowe; Lamberta, równokątne stożkowe.
ia	Buchwalda, równokątne; stożkowe równokątne.
oja	Lamberta, równokątne stożkowe; wielościenne.
andia	Bonne á, równopowierzchniowe pseudostożkowe; stereograficzne sieczne.
	Merkatora walcowe poprzeczne.
	Gaussa - Krügera, walcowe poprzeczne w strefach 3 - stopniowych.
egia	Cassiniego, poprzeczne walcowe; Soldnera; wielościenne.
ay Zjednoczo-	Wielostożkowe; Merkatora, walcowe poprzeczne; Lamberta, równokątne stożkowe.
ocja	Spensa, równokątne stożkowe; Gaussa, równokątne.
ka Brytania	Cassiniego; Merkatora, walcowe poprzeczne; wielościenne.
hy	Gaussa - Boagi, równokątne poprzeczno - walcowe.

Tabela 3.

Poziom odniesienia

Państwo	Nazwa punktu	Różnica w stosunku Kronsztadtu
Belgia	Oostende Peil	- 2,46
Dania	Sredni poziom morza u wybrzeży	- 0,4
Francja	Marsylia	- 0,67
Holandia	N.A.P. /Amsterdam Peil, Amsterdam Zero/	+ 0,14
Luksemburg	N.A.P.	+ 0,14
RFN	NN /Normal Null/	+ 0,14
Norwegia	Narvik Oslo Mandal	- 0,7
Szwecja	Sztokholm	- 0,3
Stany Zjednoczone	Sredni poziom morza u wybrzeży	
Wielka Brytania	Liverpool /do r.1929/ Newlyn /-0,2 od Liverpoolu/	
Włochy	Genua, dla niwelacji dla map	- 0,6 - 0,3

Tabela 4.

Wykaz punktów początkowych triangulacji

Państwo	Elipsoida	Nazwa punktu początkowego
Belgia	Delambre'a Hayforda	Bruksela, wieża kość. Sw. Józefa Lommel
Włochy	duńska Hayforda	Nikolaj Agri. Bavnehoj
Francja	Clarke'a	Paryż, Panteon Paryż, obserwatorium /południk zerowy Cassiniego/
Holandia	holenderska	Amsterdam, Westertoren, Amsterdam, wieża kość. NMP
PN	Bessela Bessela Hayforda Hayforda	Ranenberg Poczdam, Helmerturm Poczdam, Helmetturm ZEN Poczdam, Helmetturm EN
Norwegia	Bessela	Oslo, obserwatorium /cz.pn/ Fuglenes /cz.pn/ Kongsvinger
Stany Zjednoczone	Clarke'a 1866	Meads Ranch
Szwecja	Svanberga Clarke'a 1880 Bessela /od 19 03r./	Sztokholm, stare obserwatorium
Wielka Brytania	Airy'ego	Greenwich, obserwatorium
Polska	Hayforda /od 1941r./	Rzym, Monte Mario

1.1.2. TREŚĆ MAP TOPOGRAFICZNYCH

Siłły zbrojne Stanów Zjednoczonych oraz państw paktu NATO wykorzystują mapy topograficzne w różnych skalach, od 1:10 000 do 1:1 000 000. Standardowy szereg skalowy wojskowych map topograficznych sił zbrojnych Stanów Zjednoczonych i NATO obejmuje

- 1:12 500 /plany miast/;
- 1:50 000 /mapy taktyczne/;
- 1:250 000 /mapy operacyjne/;
- 1:1 000 000 /mapy przeglądowe/.

Ponadto państwa te wykorzystują również inne skale mapowe nie mieszczące się w powyższym standardzie, jak np.: 1:10 000, 1:25 000, 1:100 000, 1:500 000 oraz skale zbliżone, np.: 1:10 560, 1:63 360, 1:126 720, 1:252 000, 1:625 000 i inne.

Podstawowy szereg skalowy map natowskich ma ściśle określony i zunifikowany obraz mapy. Utworzony w ramach NATO organ wojskowy STANAG /Military Agency for Standardization/ opracował program ujednoliconych wydań kartograficznych w państwach tego paktu. Oprócz przyjęcia "europejskiego układu współrzędnych geodezyjnych" /EN/ w krajach NATO wprowadzono:

- odwzorowanie i układ współrzędnych prostokątnych płaskich UTM;
- system meldunkowy UTM;
- metryczny system miar i metryczny system skalowy;
- amerykańskie standardy dokładności, zakresu treści oraz sztytu graficznej map.

Standardowy system dokładności według kryteriów amerykańskich przedstawiono w tabeli.

Kryteria dokładności map /standard amerykański/

Skale map	Rozdzielczość obrazu terenu	Błąd standardowy położen.	Cięcie warstwowe	Błąd standard. wysok.
1:1 000 000	100 m	300 m	100 m	30 m
1: 250 000	25 m	75 m	50 m	15 m
1:100 000	10 m	30 m	25 m	8 m
1:50 000	5 m	15 m	10 m	3 m
1:25 000	2,5 m	7,5 m	5 m	1,5 m

Szczególny nacisk położono na opracowanie map w skali 1:50 000 a więc map taktycznych, przeznaczonych do zabezpieczenia potrzeb artylerii i wojsk raketowych oraz do walki o określone obiekty i rubieże. Również większą uwagę zwrócono na mapy w skali 1:250 000, będące mapami operacyjnymi i lotniczymi.

Całkowicie zunifikowano mapę operacyjno-lotniczą 1:250 000. Mapa ta o nazwie "Western Europe" i oznaczeniu serii M 501 jest wydawana już od 1941 r. w amerykańskich znakach umownych i amerykańskim kroju arkuszy. W latach 50-ych jej wykonanie przekazano sojusznikom europejskim i od tej pory zaczęły pojawiać się różne odmienności w szacie graficznej, a nawet w znakach umownych mapy.

Planowane zasady unifikacji w stosunku do innych map topograficznych wymienionych w podstawowym szeregu skalowym NATO zrealizowano tylko częściowo. W zasadzie zmiany ograniczały się do wdrukowania w treść mapy siatki UTM, dodania w legendzie pozaramkowej opisu w języku angielskim /w niektórych państwach również w języku francuskim lub niemieckim/ oraz wprowadzenie opisu współrzędnych narożników map według nowego układu współrzędnych geodezyjnych. Podziały map na arkusze oraz klucze znaków umownych, różne w rozmaitych krajach Europy zachodniej, pozostały w zasadzie bez zmian.

Zakres treści map topograficznych

Zakres treści map natowskich jest przedstawiony za pomocą znaków umownych, w zasadzie zbliżonych do znaków stosowanych na naszych mapach topograficznych, oraz skrótów. Na treść map topograficznych tych państw składają się następujące elementy:

- koleje;
- drogi kołowe;
- osiedla;
- rzeźba terenu;
- roślinność i grunty;
- rzeki.

Ponadto na mapy nanosi się siatki kilometrowe, siatki meldunkowe, siatki geograficzne, a w opisie pozaramkowym - godło arkusza oraz podziałki liniowe /w kilometrach, milach i jardach/.

Na wojskowych mapach topograficznych podaje się zasady wykorzystania siatki UTM, a na mapach operacyjno-lotniczych w skali 1:250 000 i w skalach małych - zasady posługiwania się siatką meldunkową GEOREF.

Sposób przedstawienia treści

Koleje. Na mapach topograficznych wszystkich skal linie kolejowe są przedstawione w podziale na jednotorowe i dwutorowe /wielotorowe/. Ponadto dzieli się je na normalnotorowe, szerokotorowe i wąskotorowe. W niektórych krajach oddzielnym znakiem wyróżnia się linie zelektryfikowane, w innych /np. w RFN/ nie wyróżnia się ich.

Na mapach Stanów Zjednoczonych linie kolejowe są słabo czytelne, gubią się wśród innych dróg. Na mapach brytyjskich stosuje się różne znaki linii kolejowych na różnych skalach map.

Na ogół nie nanosi się technicznych urządzeń towarzyszących

liniom kolejowym.

Drogi kołowe.

Poszczególne państwa stosują własną klasyfikację dróg. Np. na mapach Stanów Zjednoczonych drogi kołowe są podzielone według ich używalności przez samochody ciężarowe na: drogi dla samochodów ciężkich, średnich i lekkich. Na mapach Wielkiej Brytanii wyróżnia się drogi dla ruchu szybkiego i normalnego. Na mapach Republiki Federalnej Niemiec drogi są podzielone na autostrady, auto-magistrale i inne drogi o nawierzchni twardej. Na mapach francuskich odróżnia się drogi państwowe, drogi departamentalne oraz inne drogi.

Na ogół są podawane informacje o liczbie pasów jezdni na drogach oraz spadek drogi. Natomiast brakuje informacji o rodzaju nawierzchni, o nasypach i wykopach przydrożnych, o mostach i innych urządzeniach i budowlach towarzyszących drogom samochodowym.

Osieśla

Osieśla na mapach topograficznych są przedstawione w podziale według typu osadnictwa oraz liczby mieszkańców. Podkreśla się czasem ich znaczenie administracyjne. O rodzaju i klasie osieśla najczęściej świadczy zastosowany rodzaj znaku umownego oraz wielkość i krój czcionki. Na mapach francuskich osieśla są podzielone jedynie według ich charakteru administracyjnego; podaje się również liczbę mieszkańców.

Sposób przedstawienia osieśli w innych państwach jest na ogół różny. Np. na mapach brytyjskich są wydzielane budynki wyróżniające się i gmachy użyteczności publicznej; w Republice Federalnej Niemiec wydziela się szczególnie zabudowę zwartą itp.

Rzeźba terenu

Na mapach topograficznych państw zachodnich ukształtowanie pionowe jest przedstawiane za pomocą warstwic. Jednak kryteria odnośnie wyboru wysokości ciężła warstwowego w różnych państwach są różne. Ponadto stosuje się ciężła warstwowe w metrach, jak i w stopach /np. w państwach anglosaskich/. Do przedstawienia rzeźby terenu oprócz warstwic zasadniczych stosuje się również warstwice pomocnicze /połówkowe i ćwiartkowe/ oraz warstwice pogrubiane /zazwyczaj pogrubia się co piątą warstwicę/.

Na topograficznych mapach francuskich oraz na mapach RFN w skalach 1:100 000 i 1:200 000 dodatkowo stosuje się cieniowanie rzeźby terenu. Na średnioskalowych mapach brytyjskich /np. na mapie w skali 1:126 720/ zastosowano również metodę warstwobarwną.

Na mapach państw zachodnich na ogół nie spotyka się kresek spadu oznaczających kierunek nachylenia terenu. Opis wysokości warstwic również nie świadczy o kierunku spadu terenu, jak to ma miejsce na naszych mapach topograficznych.

W opisie pozaramkowym nie występują podziałki kąta spadu terenu. Ogólnie można stwierdzić, że opisy wysokości punktów terenowych i warstwic są na ogół słabo czytelne na tle pozostałej treści mapy. Natomiast dobrze czytelna jest rzeźba terenu na mapach z dodatkowym podcieniowaniem.

Roślinność i grunty

Szata roślinna oraz grunty są przedstawiane w różny sposób na mapach różnych państw. Np. na mapach amerykańskich i brytyjskich wymienione elementy terenu są przedstawiane w sposób dość ogólny. Przy lasach nie podaje się dodatkowych charakterystyk, nie przedstawia się różnorodności zadrzewienia, często brakuje charakterystyk gruntów, obszarów bagiennych i innych. Rodzaj zadrzewienia w lesie można odczytać jedynie na mapach Republiki Federalnej Niemiec.

Na ogół w lasach nie spotyka się oznaczeń liczbowych, napisów lub innych objaśniających znaków umownych. Często obszary leśne nie mają naniesionych granic; lasy są przedstawione tylko jako plamka w zielonym odcieniu.

Rzeki

Elementy hydrograficzne są przedstawione dość dokładnie i szczegółowo, lecz zauważa się brak dodatkowych charakterystyk świadczących np. o głębokości rzeki, kierunku prądu, jego szybkości itp.

Brody na ogół są zaznaczane w terenie słabo zasiedlonym. Natomiast spotyka się na rzekach znaki umowne progów i wodospady.

Mosty przez rzeki również są przedstawione w dość różnorodny sposób na mapach różnych państw. Np. na mapach amerykańskich podaje się konstrukcję mostu i jego nośność w tonach; na mapach brytyjskich stosuje się jeden znak umowny dla przedstawienia wszystkich rodzajów mostów, bez opisów pomocniczych; na mapach Republiki Federalnej Niemiec, podobnie zresztą jak na mapach francuskich, mosty są podzielone w zależności od ich konstrukcji /stalowe, betonowe, drewniane/, jednak na ogół nie podaje się danych o nośności, długości, szerokości mostu itp.

Skróty stosowane na mapach

Uzupełnieniem znaków umownych są skróty dość szeroko wykorzystywane na mapach państw zachodnich. Najwięcej skrótów występuje na mapach topograficznych Stanów Zjednoczonych /około 630/, mniej na mapach innych państw. Np. na mapach brytyjskich jest ich około 450, a na mapach zachodniemieckich i francuskich - po około 350 skrótów.

Barwy używane do przedstawienia treści

W państwach zachodnich do przedstawienia treści map topograficznych najczęściej używa się barw tradycyjnych.

Kolorom czerwonym i czarnym - najczęściej przedstawia się elementy sytuacji, osiedla, drogi kołowe, linie kolejowe, nazwy, skróty itp.

Różne odcienie koloru niebieskiego wykorzystuje się do przedstawienia elementów hydrografii.

Kolor zielony jest tradycyjnie zarezerwowany do przedstawienia szaty roślinnej

Odcienie brązu najczęściej wykorzystuje się do przedstawienia rzeźby terenu, rodzaju gruntów pustynnych itp.

Inne kolory stosuje się rzadziej.

Pewna jednolitość zastosowania barw istnieje tylko na mapach wojskowych podstawowego szeregu skalowego stosowanego w NATO.

Dla map pozostałych stosuje się różne liczby kolorów, lub ich odcieni. Często mapy danego państwa w tej samej skali mogą być wydawane w różnej liczbie kolorów. Zależy to od rodzaju wydania, przeznaczenia mapy i in.

Najczęściej stosowane liczby kolorów na mapach państw zachodnich są przedstawione w tabeli.

Najczęściej stosowane liczby kolorów na mapach
topograficznych państw zachodnich

Nazwa państwa	Skala map				
	1:25 000	1:50 000	1:100 000	1:200 000	1:250 000
Stany Zjednoczone	5	5 ^{x/}	8		6
Wielka Brytania	3	7, 6 ^{x/}			
Francja	4 - 6	4, 5-7 8-12	8	6	8
Republika Federalna Niemiec	3, 5	5	4, 7	6, 10	7
Holandia	7	7	5, 6		6
Belgia	2, 3, 7	2, 5, 7, 8	7	8	
Dania	3, 5	5	5, 6		
Włochy	3	5, 6	5		6
Norwegia	3 - 4	5	3-4, 5 4-8		5
Szwecja	4 - 6	4	2-3, 4-7		7, 8

a/ Rodzaje fotodokumentów wykorzystywanych przez dowódców i sztaby różnych szczebli

Obecnie wykorzystuje się dwa rodzaje informacji obrazowej o terenie:

- 1/ informację obrazową zapisaną w sposób fotograficzny /półtonowy/;
- 2/ informację obrazową zapisaną w inny sposób, przede wszystkim w sposób numeryczny.

Informacje fotograficzna przedstawia się w postaci różnego rodzaju fotodokumentów, takich jak:

- zdjęcia lotnicze /odbitki zdjęć na papierze fotograficznym lub na materiale przezroczystym/;
- przetworzone zdjęcia lotnicze,
- fotoszkice i fotopanoramy,
- fotoplany i fotomapy.

Fotodokumenty mają dwojakie wykorzystanie, gdyż służą potrzebom rozpoznania wojskowego oraz celem kartograficznym.

W rozpoznaniu wojskowym fotodokumenty wykorzystuje się do identyfikacji i umiejscowienia celów oraz do przedstawienia wyników rozpoznania. W tym przypadku najczęściej wykorzystuje się odbitki zdjęć lotniczych, zdjęcia przetworzone, fotoszkice i fotopanoramy. Opracowanie tych dokumentów najczęściej odbywa się na szczeblu poszczególnych systemów rozpoznawczych stosowanych w wojsku, które składają się z środków powietrznych /śmigłowców, samolotów, platform bezpilotowych/, wyposażonych w kamery lotnicze i aparaturę obrazową, oraz ze stacji naziemnych odbierających i opracowujących otrzymane zdjęcia.

Informacje rozpoznawcze postępują na różnego rodzaju

materiałach, dlatego stacje naziemne są przystosowane do obróbki różnego rodzaju zdjęć i obrazów lotniczych, jak: zdjęć wykonanych kadrowymi kamerami rozpoznawczymi, zdjęć wykonanych kamerami szczelinowymi, zdjęć panoramicznych, obrazów termalnych / w tym skanerowych/ oraz obrazów radiolokacyjnych bocznych / typu SLAR/. Oprócz opracowanych fotodokumentów stacje takie, jak na przykład: urządzenie TIIF / Tactical Image Interpretation Facility/ oznaczone symbolem AN/TSQ-43, mogą przetwarzać informacje obrazową na numeryczną, dokonywać przetworzeń obrazów o skomplikowanej geometrii na odwzorowania bardziej proste, wydawać informacje o celach w natowskim układzie współrzędnych UTM lub w układzie geograficznym i przekazywać te informacje użytkownikom na fotodokumentach, jak również środkami łączności liniowej oraz kanałami telewizyjnymi.

Obecnie tworzy się ośrodki centralne, które będą zdolne odbierać i przetwarzać informacje pochodzące z wielu różnych systemów rozpoznawczych stosowanych w siłach lądowych i powietrznych. Opracowuje się koncepcje zintegrowania systemów rozpoznawczych z systemami dowodzenia, przez co upraszcza się również obieg informacji fotograficznej i obrazowej. Np. na szczeblu dywizji tworzy się tego rodzaju centrum "BETA" / Battlefield Exploitation and Target Acquisition/, które może opracowywać informacje pochodzące z 15 różnych systemów /np. SIAR, SOTAG, REMBASS, AWACS i inne/.

Wykorzystanie kartograficzne zdjęć i obrazów lotniczych polega głównie na opracowaniu map topograficznych w różnych skalach, zaś w warunkach polowych na opracowaniu map lub fotomap metodami uproszczonymi i w bardzo krótkim czasie. Istniejące systemy przewidują opracowanie i wydanie takich

dokumentów w warunkach polowych w czasie od kilku do 48 godzin. Do opracowania tych dokumentów / fotoplanów, ortofotoplanów, map piktograficznych i fotomap/ wykorzystuje się zarówno pomiarowe zdjęcia lotnicze, jak również zdjęcia i obrazy fotograficzne wykonane do celów rozpoznawczych, w tym szczelinowe, panoramiczne, skanerowe i radiolokacyjne.

Zamiast map w skalach dużych i średnich wykonanych w sposób tradycyjny coraz częściej wykorzystuje się ortofotoplany i ortofotomapy, na których rysunek kartograficzny zamieniono półtonowym obrazem fotograficznym, otrzymywanym w wyniku zastosowania techniki ortofoto. Natomiast zamiast map w skalach małych i średnich często wykorzystuje się fotomapy otrzymane w wyniku obróbki obrazów i zdjęć satelitarnych. Obecnie już dość popularne i łatwo dostępne są fotomapy w skalach od 1:250 000 do 1 :1 000 000, opracowane na podstawie zdjęć lub obrazów satelitarnych, posiadające pełne walory kartometryczne, jedynie nie przedstawiające rzeźby terenu. Tego rodzaju materiały produkuje się na pokrycie całej powierzchni globu ziemskiego, za wyjątkiem obszarów podbiegunowych.

Wojskowe służby topograficzne państw zachodnich w swym wyposażeniu posiadają urządzenia polowe przeznaczone do szybkiego i automatycznego opracowania map i fotomap. Na przykład w wyposażeniu służby topograficznej armii amerykańskiej znajdują się automatyczne przyrządy fotogrametryczne, za pomocą których zarówno w warunkach kameralnych, jak i w warunkach polowych, opracowuje się mapy topograficzne i ortofotomapy na podstawie różnego rodzaju zdjęć i obrazów, w tym zdjęć szczelinowych, panoramicznych, skanerowych i radiolokacyjnych. Automaty te potrafią dowolny rzut geometryczny zdjęcia stransformować na rzut prostopadły mapy, przy tym udział człowieka

w procesie produkcyjnym /fotogrametrycznym/ jest minimalny i sprowadza się do czuwania nad prawidłowością pracy przyrządu. Tego rodzaju przyrządy fotogrametryczne oznaczone skrótem APE /Automatic Photomapper Equipment/, są znane od dwudziestu lat. Umieszcza się je w przyczepie samochodowej i mogą być transportowane drogą lądową lub powietrzną w dowolne miejsca na TDW. Na ogół przyrządy te wchodzi w skład systemów szybkiego opracowania map topograficznych. Jeden ze znanych systemów - RACOM /Rapid Combat Mapping System/ - zapewnia otrzymanie nowej mapy o treści nieco uproszczonej w czasie nie przekraczającym 48 godzin od momentu sfotografowania terenu i otrzymania zdjęć. Najczęściej w ten sposób sporządza się mapy piktograficzne /Pictomap/. Mają one niższą dokładność niż mapy topograficzne, zaś warstwie wykreśla się na nich w sposób automatyczny bez późniejszego układania, lub przenosi się je z map w mniejszej skali. Barwy na fotomapie są zbliżone do naturalnych, ponadto nanosi się szereg obiektów ważnych dla wojska /mosty, tamy, groble, wały, obiekty wyróżniające się i inne/.

Mapy piktograficzne wykonuje się w skalach 1: 12 500 - 1: 50 000, czasem w mniejszych /nawet 1: 250 000/. Część nakładu wydaje się na podłożu z mas plastycznych odpornych na temperaturę i wilgotność. Ortofotomapy często wdrukowuje się na odwrocie map topograficznych w tej samej skali. Wdrukowuje się je również w treść mapy, lecz tak aby nie utrudniały jej czytelności i były widoczne tylko przy odpowiednim podświetleniu mapy. Stosuje się również kombinacje ortofotopłanu na podkładzie nieprzeźroczystym z pozostałą treścią na folii przeźroczystej.

Numeryczny zapis informacji obrazowej jest coraz częściej wykorzystywany na różnych etapach obiegu informacji o terenie,

gdzie zastępuje dotychczas stosowane fotodokumenty. Jest wiele przesłanek przemawiających za zastosowaniem tego rodzaju zapisu, a wynikają one z następujących faktów:

- informacje o terenie otrzymuje się często w postaci impulsu z fotopowielacza lub impulsu z anteny, które łatwo zamienić w postać analogową lub numeryczną;
- obrazy coraz częściej przesyła się kanałami radiowymi, więc postać numeryczna obrazu jest w tym przypadku dogodna;
- do nanalazy i obróbki materiałów fotograficznych coraz częściej wykorzystuje się komputery, więc obraz terenu, po jego detekcji w urządzeniu obrazowym, bez przetworzeń nadaje się do dalszych opracowań;
- często urządzenie wykorzystujące obraz jest przystosowane do zapisu numerycznego, dlatego zamiast zdjęcia fotograficznego wprowadza się wówczas numeryczny zapis terenu, tak jest w przypadku pocisków samosterujących GLCM "Cruise".

I. 1. 4. ZOBRAZOWANIA FOTOGRAFICZNE TERENU

b/ Sposoby i możliwości pozyskiwania informacji obrazowej o terenie za pomocą obiektów latających.

1. Ogólne zasady pozyskiwania informacji obrazowej o terenie.

Tradycyjnym już dzisiaj obrazem terenu jest zdjęcie lotnicze wykonane kamerą fotograficzną wyposażoną w obiektyw i migawkę, za pomocą której otrzymuje się zapis fotograficzny terenu na materiale światłoczułym. Począwszy od roku 1850 przez ponad sto lat niewiele się zmieniła zasada fotografowania lotniczego. Duże zmiany nastąpiły dopiero w ostatnim

dwudziestoleciu, zaś rozwój nauki i techniki wskazuje, że w dalszym ciągu będzie się wiele zmieniało w metodach i sposobach pozyskiwania informacji obrazowej o terenie. Obecnie można przedstawić następujący schemat działania aparatury obrazowej: obraz terenu, tłumiony przez atmosferę, postępuje do okna wejściowego aparatury obrazowej, następnie na detektor promieniowania, gdzie następuje jego rejestracja i wizualizacja.

Do tworzenia obrazu wykorzystuje się całe pasmo promieniowania elektromagnetycznego, od fal najkrótszych do długich fal radiowych. Ponadto dokonuje się zobrazowań w innych polach fal, jak np: akustycznych, magnetycznych, elektrycznych, grawitacyjnych i innych. Poszczególne rodzaje fal, a w przypadku fal elektromagnetycznych poszczególne pasma fal, są w różnym stopniu tłumione przez atmosferę oraz przez zjawiska w niej zachodzące. Niektóre z nich zależą od pory doby i warunków pogodowych, inne są mniej zależne. Np. zobrazowania termalne na ogół lepiej wykonywać w nocy, niż w dzień.

Do tworzenia obrazów terenu wykorzystuje się promieniowanie własne obiektów /np. promieniowanie cieplne/ oraz promieniowanie odbite /np. fotografowanie w odbitym świetle słonecznym/. Stosuje się naturalne źródła światła /słońce, księżyc/ jak również źródła sztuczne /reflektory błyskowe, fotobamby/. Promieniowanie to postępuje do okna wejściowego aparatury obrazowej. Najczęściej są to obiektywy skorygowane do odpowiedniej długości fal, ponadto stosuje się układy zwierciadeł oraz anteny. Od rodzaju układu wejściowego /układu obiektyw - migawka/ oraz sposobu zapisu zależy geometria obrazu terenu.

Układy optyczne zachowują stałe położenie w momencie fotografowania, lub mogą być ruchome. W fotografowaniu tradycyjnym

dąży się do tego, aby układ optyczny był nieruchomy w momencie ekspozycji. W innych metodach fotografowania lub obrazowania terenu istota pozyskiwania informacji polega na ruchu układu wejściowego. Tak na przykład w kamerach panoramicznych ma miejsce ruch obrotowy obiektywu /lub pryzmatu przed obiektywem/, w kamerach szczelinowych istota fotografowania polega na ruchu postępowym obiektywu i szczeliny /zastępującej migawkę/ w stosunku do terenu i materiału światłoczułego, w kamerach następuje liniowe /wierszowe/ wybieranie obrazu terenu poprzez ruch obrotowy zwierciadła, w aparaturze radiolokacyjnej bocznej ruch postępowy samolotu wnosi istotne znaczenie do powstawania obrazu, podobnie jak ruch obrotowy anteny w radarze panoramicznym.

Po przejściu przez układ wejściowy promieniowanie postępuje na detektor, którym w zależności od długości fal promieniowania są: scyntylatory, materiały światłoczułe, fotopowielacze, elementy fotoczułe z wybieraniem liniowym, detektory ze sprzężeniem ładunkowym /CCD - Charge Coupled Device/, względnie anteny.

Scyntylatory i materiały światłoczułe są wykorzystywane do odbioru krótkiej części promieniowania elektromagnetycznego, mianowicie promieniowania λ i X /od 0,5 pm do 10 nm/. Informacje otrzymuje się postaci numerycznej / liczba impulsów w jednostce czasu/ lub graficznej.

Materiały światłoczułe mają zastosowanie przy fotografowaniu w pasmie fal elektromagnetycznych od ultrafioletu do bliskiej podczerwieni /w przedziale od 10 nm do 1.2 μ m/. Używa się błon lotniczych odbierających promieniowanie w szerokim przedziale /np błon panchromatycznych, błon barwnych

względnie w wąskim przedziale widma /np. błony infrachromatyczn spektrostefowe/.

Fotopowielacze, elementy fotoczułe z wybieraniem liniowym oraz detektory ze sprzężeniem ładunkowym wykorzystuje się w szerokim przedziale widma, od pasma fal widzialnych do średniej podczerwieni /od 380nm do 15 μ m/. W przypadku fotopowielaczy zobrazowanie najczęściej otrzymuje się na ekranie typu TV. Przy wybieraniu liniowym otrzymuje się obraz ciągły na taśmie fotograficznej, lub zapis na taśmie magnetycznej. Przykładem są skamery wielospektralne i skamery podczerwieni. Podobnie ma się rzecz z zastosowaniem detektorów typu CCD, obraz jest odbierany równocześnie przez szereg detektorów, następuje wybieranie liniowe obrazu bez ruchu obrotowego układu wejściowego /jak np. ma to miejsce w aparaturze francuskiej HRV/.

2. Rodzaje aparatury fotograficznej i obrazowej.

Obecnie do pozyskiwania informacji o terenie wykorzystuje się wiele różnorodnych rodzajów i typów aparatury. Najogólniej można je podzielić na dwie grupy:

A. Aparaturę fotograficzną

B. Aparaturę obrazową /teledetekcyjną/.

Do grupy aparatury fotograficznej można zaliczyć następujący sprzęt /kamery lotnicze i satelitarne/:

- kamery pomiarowe,
- kamery rozpoznawcze,
- kamery szczelinowe,
- kamery wielospektralne,
- kamery panoramiczne.

Do grupy aparatury obrazowej należą następujące urządzenia / lotnicze i satelitarne/:

- aparatura telewizyjna,
- aparatura termalna,
- aparatura wielopasmowa,
- obrazowa aparatura radarowa,
- obrazowa aparatura radiotermolokacyjna.

Ponadto, oprócz pola fal elektromagnetycznych do detekcji informacji o powierzchni ziemi i jej warstwach wewnętrznych wykorzystuje się inne pola, a między innymi: akustyczne, elektryczne, magnatyczne, chemiczne i grawitacyjne.

Pewne novum stanowi również zastosowanie promieni laserowych do wykonania obrazów fotograficznych /nie - holograficznych/.

A. Aparatura fotograficzna

Kamery pomiarowe

Współczesne kamery pomiarowe są niezwykle precyzyjnymi i równocześnie skomplikowanymi przyrządami pomiarowymi, składającymi się z elementów i podzespołów mechanicznych, optycznych, elektrycznych i elektronicznych. Najnowsze typy kamer są wyposażone w mikrokomputery i sterowane w sposób automatyczny.

Układy optyczne kamer charakteryzują się wysoką zdolnością rozdzielczą /rzędu setek linii na 1mm/, dystorsja obrazu poniżej 0,01mm oraz są skorygowane w szerokim paśmie fal widzialnych i bliskiej podczerwieni. Ogniskowe kamer /odległość obrazu/ są zawarte w przedziale od 35mm do kilku metrów /nawet ponad 10m/; formaty wykonywanych zdjęć wynoszą od kilku centymetrów /5x5 cm/ do około 50x50cm. Najczęściej wykorzystuje się układy optyczne szerokokątne i nadszerokokątne.

Kamery normalnokątne i wąskokątne najczęściej wykorzystuje się dla fotografowania z dużych wysokości oraz z orbity sztucznych satelitów Ziemi.

W państwach Europy zachodniej oraz Ameryki Północnej najczęściej wykorzystuje się kamery szwajcarskie firmy Wild / w tym RC-8, RC-10 i RC-10A/, kamery zachodniemieckie firmy Zeiss - Aerotopograf /są to kamery serii RMK/ oraz kamery firm amerykańskich / głównie Fairchild /. Ponadto lotnicze kamery pomiarowe są produkowane we Francji /kamery SOM/, we Włoszech /firma Galileo - Santoni/ oraz w Wielkiej Brytanii / firmy Hilger - Watts i Williamson/.

Pomiarowe kamery lotnicze najczęściej wykorzystuje się łącznie z aparaturą pomocniczą, która określa i ustawia wielkość ekspozycji, stabilizuje kamerę w locie oraz rejestruje niektóre elementy orientacji zewnętrznej /np: wysokość lotu, różnice wysokości fotografowania, współrzędne stanowiska fotografowania/.

Spośród kamer satelitarnych na uwagę zasługują:

- małoformatowe kamery szwedzkie Haselblad, wykorzystywane w wielu misjach kosmicznych prowadzonych w latach '70-tych, w tym w pojazdach księżycowych Apollo,
- kamera pomiarowa firmy Hycon zastosowana na pokładzie laboratorium kosmicznego Skylab ; odległość obrazowa wynosiła 460mm, a wymiary zdjęć - 115x115mm.

Kamery rozpoznawcze

Kamery rozpoznawcze służą do rozpoznania terenu i obiektów terenowych, głównie o charakterze wojskowym. Ponadto wykorzystuje się je do kontroli działań bojowych wojsk, śledzenia ruchu wojsk, kontroli zniszczeń itp.

Z przeznaczenia tych kamer wynika, że główną uwagę udziela się właściwościom optycznym obrazu, zaś mniejszą jego geometrii. Jednak coraz doskonalsza technika produkcji tych kamer, jak również wciąż doskonalona technika opracowania fotogrametrycznego zdjęć lotniczych, stwarzają przesłanki pomiarowego wykorzystania zdjęć rozpoznawczych.

Współcześnie wykorzystuje się niezmiernie szeroki wachlarz typów kamer rozpoznawczych. Ich długości ogniskowych są zawarte w przedziale od 50mm do metrów, a wymiary zdjęć od 30x30mm do 500x500mm.

Kamery wyposaża się w automaty do pomiaru i regulacji ekspozycji, kompensacji zmasu fotograficznego / co umożliwia fotografowanie przy dużych prędkościach lotu i z małych wysokości/ rejestratora współrzędnych środka zdjęcia i inne urządzenia.

W rozpoznaniu satelitarnych wykorzystuje się kamery o ogniskowych rzędu od kilkudziesięciu centymetrów /np. kamera firmy Itok o ogniskowej 610mm/ do kilku metrów /np. kamera firmy Perkin - Elmer o ogniskowej 244cm/.

Kamery szczelinowe

Istota tego rodzaju fotografowania polega na zastąpieniu migawki przez szczelinę, ustawioną w poprzek filmu. W czasie ekspozycji błona filmowa przewija się synchronicznie z ruchem obrazu w płaszczyźnie ogniskowej, w wyniku czego zamiast kadru otrzymuje się ciągły obraz terenu.

Kamry szczelinowe mają zastosowanie w rozpoznaniu, mniej do celów pomiarowych, chociaż, w ograniczonym zakresie materiały te można opracowywać na tradycyjnych przyrządach fotogrametry-

cznych. Fotografia szczelinowa znajduje zastosowanie do sporządzenia prostych dokumentów fotograficznych, typu fotoszkiców i map piktograficznych. Przewiduje się jej zastosowanie do sporządzania map topograficznych metodami uproszczonymi w warunkach polowych.

Do bardziej znanych typów aparatury należy kamera KA-18A będąca w wyposażeniu lotnictwa wojskowego Stanów Zjednoczonych. Posiada trzy wymienne stożki o ogniskowych 76 i 152mm. Jest przystosowana do fotografowania z małych wysokości lotu. Do fotografowania z dużych wysokości stosuje się modyfikację kamery KA-51A.

Kamery wielospektralne

Aparatura wielospektralna służy do równoczesnego fotografowania terenu w kilku wybranych pasmach widma elektromagnetycznego. Istnieją dwie grupy kamer wielospektralnych:

- 1/ kamery wieloobiektywowe,
- 2/aparatura wielokamerowa.

Kamery wieloobiektywowe składają się z jednego korpusu kamery, w którym umieszczono kilka obiektywów o podobnych charakterystykach geometrycznych / ogniskowej obiektywu i dystorsji/. Otrzymanie zdjęć w różnych pasmach widma wynika z zastosowania różnych filtrów świetlnych oraz różnych błon lotniczych. Najczęściej stosuje się kamery posiadające od 4 do 9 obiektywów, które fotografują w przedziale od ultrafioletu do bliskiej podczerwieni.

Do bardziej znanych należą następujące kamery amerykańskie:

- czteroobiektywowa kamera firmy Fairchild typu KA - 56,

- czteroobiektywowa kamera I² Mark 1 / posiada obiektywy o ogniskowej 100 lub 150mm, fotografuje na błonie o szerokości 240mm, formaty zdjęć wynoszą 88 x 88mm/;
- dziewięcioobiektywowa kamera firmy Ittek.

Aparatura wielokamerowa składa się z jednego podwieszenia, w którym umieszcza się kilka kamer. Osie tych kamer są ustawione wzajemnie równolegle z dokładnością rzędu sekund katowych. W każdej kamerze, oprócz odmiennej kombinacji filtrów świetlnych, można stosować różne typy błon lotniczych.

Do bardziej znanych należy aparatura wielospektralna składająca się z czterech kamer Hasselblad 500 EL. Stosowano w niej kamery o ogniskowych 88mm, jak również można stosować wymienne ogniskowe 250 i 500mm. Kamerę wykorzystywano w misji księżycowej Apollo.

Na pokładzie stacji orbitalnej "Skylab" było zamontowane sześciokamerowe urządzenie wielospektralne. Wykorzystano w nim kamery firmy Ittek o ogniskowych 150mm i formacie zdjęcia 57x57mm.

Wielospektralne metody fotografowania lotniczego i kosmicznego charakteryzują się dużą pojemnością informacji, natomiast cechą ujemną jest ścisła zależność fotografii od pory dnia i warunków pogodowych.

Kamery panoramiczne

W zależności od właściwości geometrycznych układu optycznego oraz od sposobu fotografowania kamery pomiarowe mogą mieć przeznaczenie pomiarowe lub rozpoznawcze. Najczęściej mają zastosowania dwa rodzaje kamer panoramicznych opartych na następujących zasadach:

- 1 / obraz terenu jest rzutowany przez obracający się obiektyw i szczelinę na film przylegający do ramki tłowej będącej

powierzchnią walca; szczelina jest ustawiona równoległe do kierunku ruchu nosiciela aparatury, zaś obiektyw obraca się w płaszczyźnie ustawionej poprzecznie do tego kierunku. Jest to bezpośrednie wybieranie obrazu.

2/ Obraz terenu jest rzutowany przez stały obiektyw i szczelinę; przed obiektywem jest pryzmat, który wiruje i wybiera obraz terenu w kierunku poprzecznym od kierunku lotu. Równocześnie z obrotem pryzmatu, w płaszczyźnie ramki tylnej kamery przesuwa się błona filmowa. Jest to pośrednie wybieranie obrazu.

Mimo różnych zasad realizacji wielkości ekspozycji, geometryczne właściwości obu obrazów panoramicznych są identyczne.

Kamery panoramiczne mają zastosowanie do fotografowania pionowego / gdy płaszczyzna obrotu obiektywu lub pryzmatu jest prostopadła do terenu/, do fotografowania ukośnego / gdy wymieniona płaszczyzna jest nachylona do terenu/ oraz do fotografowania ze zmiennym kątem nachylenia / jest to tzw fotografowanie pionowo - zbieżne/.

Do bardziej znanych typów tego rodzaju kamer należą:

- kamera amerykańska firmy Fairchild F-638-120 oraz kamera firmy Itek, w którą był wyposażony pojazd księżycowy Apollo-15. Obie są skonstruowane według pierwszej zasady;
- kamery panoramiczne K-68A, K-69A i 501-K-2, które są skonstruowane według drugiej zasady.

Obecnie stosowane kamery panoramiczne mają obiektywy o ogniskowych od 76 do 3660mm, szerokość błony filmowej - do 130mm i maksymalne wymiary zdjęcia - 115x1270mm.

Zastosowanie automatów do kompensacji zmasu fotograficznego umożliwia fotografowanie panoramiczne z małych wysokości i przy dużych prędkościach lotu.

Geometria obrazu panoramicznego jest odmienna od rzutu środkowego. Zdjęć nie można opracowywać za pomocą tradycyjnej aparatury fotogramatrycznej.

B. Aparatura obrazowa

Aparatura telewizyjna

Aparaturę telewizyjną wykorzystuje się w zwiadzie powietrznym i kosmicznym, przeważnie do celów rozpoznawczych, w mniejszym stopniu do celów pomiarowych. Zazwyczaj stosuje się aparaturę odbierającą promieniowanie w przedziale widmowym od 300 do 1100nm, a więc pracującą w pasmie fal widzialnych i w bliskiej podczerwieni.

Urządzenia telewizyjne przeważnie oparte są na przetwornikach obrazu typu widikon. W porównaniu z fotografią tradycyjną, aparatura telewizyjna daje obrazy gorsze zarówno pod względem zdolności rozdzielczej jak i właściwości geometrycznych. Dla polepszenia właściwości pomiarowych obrazu telewizyjnego nakłada się na niego specjalny układ znaczków /lub siatkę/, który służy do usuwania zniekształceń wprowadzanych przez system telewizyjny. Aparatura telewizyjna jest ciągle udoskonalana; dąży się do zbliżenia jakości obrazu telewizyjnego do jakości zdjęcia fotograficznego.

Aparaturę telewizyjną szeroko wykorzystuje się w zwiadzie kosmicznym, głównie na satelitach meteorologicznych i technologicznych /do badania środowiska ziemskiego/. Znajdowała zastosowanie w wyprawach księżycowych i w badaniach innych planet Układu Słonecznego.

Pierwsze satelity meteorologiczne "Tiros" były wyposażone

w dwie kamery telewizyjne. Ekran o wymiarach 6,35x6,35mm zawierał 500 linii. W późniejszych satelitach "Tiros", a następnie "Essa", "Nimbus", "Tos" i innych wykorzystywano udoskonalone wzorce aparatury telewizyjnej, mianowicie system APT /Automatic Picture Transmission/ oraz system AVCS /Advanced Vidicon Camera System/. Np. aparatura APT posiadała widikon o wymiarach ekranu 12,7x12,7mm, zawierającym 800 linii w kadrze i pracującym w przedziale widmowym od 0,4 do 0,7 μm .

Satelity "Landsat" są wyposażone w aparaturę telewizyjną wykorzystującą widikony z promieniem powrotnym. Kamery takie - RBV /Return Beam Vidicon/ - mają widikon o wymiarach ekranu 25x25mm, w którym umieszczono 81 punktów siatki pomiarowej. Obraz składa się z 4125 linii, a każda linia z 4500 punktów. Obiektywy mają ogniskowe o długości 126mm i kącie rozwarcia 15,9°. Na pokładzie satelity umieszcza się platformę, na której mocuje się trzy kamery RBV. Każda z nich pracuje w innych przedziale widma:

- kamera 1 - w pasmie zieleni, od 0,475 do 0,575 μm
- kamera 2 - w pasmie czerwieni, od 0,590 do 0,680 μm
- kamera 3 - w pasmie podczerwieni, od 0,680 do 0,830 μm

Kamery RBV są przykładem zastosowania aparatury telewizyjnej w wariancie wielospektralnym.

Na satelicie "Nimbus-3" zastosowano aparaturę telewizyjną, w której zamiast widikonu zastosowano dysektor, a satelity geostacjonarne ATS /Application Technology Satellite/ mają aparaturę telewizyjną z analizą optyczno - mechaniczną /kamera SSCC - Spin Scan Cloud Camera/.

Odmianą telewizji jest aparatura fototelewizyjna, w której najpierw fotografuje się teren i otrzymuje się zdjęcie foto-

graficzne, a następnie obraz tego zdjęcia przesyła się na Ziemię metodą telewizji. Przykładem tego rodzaju urządzenia jest aparatura fototelewizyjna satelitów księżycowych "Lunar - Orbiter". Składała się z kamery o dwóch ogniskowych - 80 i 608mm, pokładowego urządzenia do obróbki filmów oraz aparatury telewizyjnej, która analizowała obraz zdjęć i przesyłała go do ośrodka naziemnego. Tego rodzaju technika obrazowania była wielokrotnie wykorzystywana w badaniach kosmicznych.

Aparatura termalna

W budowie aparatury termalnej wykorzystuje się fakt, że wszystkie ciała materialne o temperaturze wyższej od zera bezwzględnego wysyłają własne promieniowanie cieplne. Intensywność tego promieniowania zależy od temperatury ciała, długości emitowanych fal i zdolności emisyjnej ciała. Zazwyczaj wykorzystuje się podczerwień bliską /0,74-25 μ m/ i średnią /2,5-50 μ m/, dlatego obrazy otrzymywane w tej części widma znacznie się różnią od normalnej fotografii.

Do odbioru promieniowania wykorzystuje się materiały fotograficzne, czujniki typu bolometów oraz detektory oparte na półprzewodnikach /np. antymonek indu/. Układ optyczny / soczewki i zwierciadła/ odbiera energię i ogniskuje ją na powierzchni czujnika, który różnice temperaturowe zamienia w różnice napięć elektrycznych. Impulsy elektryczne ulegają następnie wzmocnieniu i przetworzeniu metodą elektrooptyczną w obraz widzialny, lub są zapisywane magnetycznie.

Aparatura termalna znajduje szerokie zastosowanie w rozpoznaniu wojskowym, zarówno powietrznym jak i kosmicznym.

Na ogół wykorzystuje się dwa rodzaje urządzeń;

- aparaturę termowizyjną;
- aparaturę z liniowym wybieraniem obrazu /skanery podczerwieni/.

Jako aparaturę termowizyjną wykorzystuje się urządzenia telewizyjne pracujące przy niskim poziomie oświetlenia i w podczerwieni bliskiej. Do bardziej znanych urządzeń należy urządzenie szwedzkie firmy AGA /Aga Termovision System 680, System 780/.

Skanery podczerwieni pracują na zasadzie liniowego wybierania obrazu w kierunku poprzecznym do lotu. Są to tzw. systemy IRLS - Infra Red Lines Scane. Do bardziej znanych tego typu urządzeń należą:

- aparatura IR Linescane produkcji brytyjskiej /np. typ 201, typ 401/;
- aparatura amerykańska typu AN/AAS i AN/AAD jak np. AN/AAS -18, AN/AAS - 21, AN/AAS - 24, AN/AAS - 30, AN/AAD - 2, AN/AAD- 5;
- aparatura francuska typu Cyclope i Supercyclope;
- skaner THP - 1 szwedzkiej firmy AGA.

Właściwości geometryczne obrazu termalnego są odmienne od rzutu środkowego, więc obrazów termalnych nie można opracowywać za pomocą tradycyjnych przyrządów fotogrametrycznych.

Aparatura wielopasmowa

Obrazowa aparatura wielopasmowa jest wariantem fotografii wielospektralnej. Do obrazowania wielopasmowego wykorzystuje się skanery pracujące w szerokim paśmie widma elektromagnetycznego, od ultrafioletu ^{do} podczerwieni średniej, a rejestracja

odbywa się w wąskich przedziałach. Obecnie stosowane urządzenia wielopasmowe mają po kilkanaście, a nawet powyżej dwudziestu kanałów, z których każdy przyjmuje i rejestruje promieniowanie o innej długości fal.

Np. aparatura wielospektralna firmy Bendix, skonstruowana na zlecenie agencji NASA odbierała promieniowanie w następujących kanałach:

- w przedziale od $0,34$ do $0,50 \mu\text{m}$ promieniowanie odbierały fotopowielacze w trzech kanałach;
- w przedziale od $0,53$ do $1,05 \mu\text{m}$ promieniowanie odbierały detektory krzemowe w siedmiu kanałach;
- w pasmie $1,18$ do $1,73 \mu\text{m}$ promieniowanie przyjmowały detektory germanowe w dwóch kanałach;
- w przedziale od $2,1$ do $4,75 \mu\text{m}$ promieniowanie odbierały detektory z antymonku indu pracujące w trzech kanałach;
- w paśmie $6,0 - 13 \mu\text{m}$ pracowało siedem kanałów wyposażonych w detektory z antymonku indu.

Ponadto dwa wąskie kanały w bliskiej podczerwieni były przeznaczone do określenia zawartości pary wodnej w przestrzeni zawartej pomiędzy nosicielem aparatury z badanym obiektem.

Aparatura wielopasmowa posiada duże walory rozpoznawcze, natomiast właściwości geometryczne obrazu wymagają zastosowania nietradycyjnych urządzeń fotogrametrycznych /obróbki komputerowej/.

Obrazowa aparatura radiolokacyjna /radarowa/

Aparatura radiolokacyjna wykorzystuje pasmo mikrofal oraz fal radiowych. Zobrazowania radiolokacyjne zyskują dużą

popularność ze względu na ich walory interpretacyjne oraz możliwość wykorzystania kartograficznego. Obecnie istnieje już wiele metod otrzymywania i rejestracji obrazów radiolokacyjnych.

W zależności od sposobu przeglądania terenu /omiatania wiązką promieni/ radiolokacyjną aparaturą obrazową można podzielić na dwie grupy:

- radiolokację panoramiczną ;
- radiolokację /radar/ z bocznym wybieraniem obrazu.

Radary panoramiczne obecnie nie znajdują zastosowania do tego rodzaju zobrazowań.

Ze względu na rodzaj fali i sposób jej emitowania można wyróżnić sześć następujących typów radarów:

- jednoczęstotliwościowy /spolaryzowany w jednej płaszczyźnie/;
- wielospolaryzowany;
- polaryzacji kołowej;
- wieloczęstotliwościowy;
- panchromatyczny;
- polichromatyczny.

W zależności od polaryzacji systemy radarowe bocznego wybierania obrazu mogą pracować w czterech następujących kombinacjach:

- 1/ emisja i odbiór sygnałów odbywa się w tych samych płaszczyznach poziomych /HH/;
- 2/ emisja i odbiór odbywa się w tych samych płaszczyznach pionowych /VV/;
- 3/ emisja odbywa się w płaszczyźnie poziomej, a odbiór w pionowej /HX/;
- 4/ emisja odbywa się w płaszczyźnie pionowej, a odbiór w poziomej /VH/.

Płaszczyznę polaryzacji wybiera się w zależności od tego jakie obiekty terenowe należy na obrazie uwypuklić lub zróżnicować.

W radiolokacji barwnego wybierania obrazu istnieje kilka sposobów obrazowania terenu. Najogólniej można je podzielić na dwie grupy:

- 1/ radar bocznego wybierania z anteną realną;
- 2/ radar bocznego wybierania z anteną syntetyczną /lub syntetyzowaną/.

Oddzielną grupę stanowią radary pracujące w promieniowaniu rozproszonym, tzw. skatterometry, które wykorzystuje się do badania dalekich planet Układu Słonecznego. Ponadto na uwagę zasługuje tzw. radar holograficzny będący pewną odmianą radaru bocznego z anteną syntetyczną / polega to na zastosowaniu wielokamerowej sfazowanej siatki antenowej ustawionej w poprzek łąki, co umożliwia uzyskanie lepszej zdolności rozdzielczej obrazu w kierunku poprzecznym/.

Do bardziej znanych urządzeń należą następujące stacje radiolokacyjne z bocznym wybieraniem: AN/APS - 73, AN/APS - 85, AN/APS - 94A i AN/APQ - 37. Zdolność rozdzielcza obrazów terenu otrzymywanych za pomocą tej aparatury wynosi od kilku - nastu do około 100m. Spośród stacji z anteną syntetyczną można wymienić urządzenia: AN/APQ - 69, AN/APQ - 86, AN/APQ-102 oraz AN/UPD.- 1. Rozdzielczość obrazów otrzymywanych za pomocą aparatury z anteną syntetyczną wynosi od kilkunastu centymetrów do kilkunastu metrów.

Anteny urządzeń samolotowych są na ogół stabilizowane /stabilizacja skrętu, przechyłu, znosu i myśzkowania/.

Ze względu na duże podobieństwo zewnętrzne obrazu radio-

lokacyjnego do obrazu mapy, znajduje on zastosowanie do opracowania prostych dokumentów fotograficznych i do szybkiego wykonania map uproszczonych w warunkach bojowych. Zobrazowania radiolokacyjne mają również duże walory interpretacyjne, w tym do interpretacji formacji geologicznych.

Obrazowa aparatura radiotermolokacyjna

Aparatura radiotermolokacyjna, zwana również radiolokacją pasywną, pracuje w paśmie mikrofal o długości od 3mm do 30cm. Do zobrazowania wykorzystuje się w niej promieniowanie własne obiektów odbierane za pomocą radiometrów. Sygnał użyteczny, tworzący obraz, jest wydzielany w sposób skomplikowany spośród szumów własnych i odpowiednio wzmacniany. Zobrazowanie następuje na ekranie /wskazniku obrazowym/ może być zapisane na taśmie magnetycznej, lub zarejestrowane jako profil temperatury. Głównym niedostatkim obrazów jest jeszcze zbyt mała rozdzielczość w porównaniu z innymi technikami obrazowymi, dlatego nikłe jest ich kartometryczne wykorzystanie. Znajduje natomiast szersze zastosowanie w innych dziedzinach.

Urządzenia radiotermolokacyjne służą do śledzenia startów rakiet i są wykorzystywane w systemach wczesnego ostrzegania przed napadem raketowo - jądrowym. Aparaturę wykorzystuje się do śledzenia tras lotów lotnictwa strategicznego, śledzenia ruchu okrętów wojennych oraz podwodnych z napędem jądrowym. Ma zastosowanie w badaniach stanu zanieczyszczenia środowiska ziemskiego w kartowaniu geologicznym, w gleboznawstwie, w badaniach oceanicznych dla potrzeb nawigacji i meteorologii, do badania pól lodowych i innych celów.

Do bardziej znanych urządzeń lotniczych należy radiotermolokator amerykański typu AN/AAR - 33, który pracuje na zasadzie

liniowego wybierania terenu w paśmie fal dwucentymetrowych.

Aparaturę radiotermolokacyjną /obrazową/ umieszczono na niektórych satelitach meteorologicznych "Nimbus". Wykorzystano fale o długości 1,55cm i 0,8cm.

Cechą charakterystyczną tej aparatury jest możliwość otrzymania informacji obrazowej w trudnych warunkach optycznych, gdy zawodzą inne techniki obrazowe.

Kamery laserowe

Ten rodzaj aparatury stanowi ogniwo pośrednie między kamerami fotograficznymi, a aparaturą obrazową. Do powstania obrazu wykorzystuje się laser pracujący na fali ciągłej. Wiązka promieni laserowych odbita od terenu postępuje do układu optycznego kamery, gdzie służy do modulacji promienia tworzącego obraz fotograficzny. Zazwyczaj wiązka promieni laserowych omiata teren linia po linii, w czym jej działanie zbliżone jest do zasady powstawania obrazu termalnego w skanerach.

Kamery laserowe nie znajdują szerszego zastosowania. Znane są następujące kamery laserowe:

- kamera AVD - 1 firmy Perkin - Elmer, stosowana na samolotach RF - 4C;
- kamera AVD - 3 firmy Hughes, stosowana na samolotach RC - 4B i RC - 4C.

3 . Nosiciele aparatury fotograficznej i obrazowej

Do wyniesienia aparatury fotograficznej i obrazowej nad teren używa się różnego rodzaju nosicieli. W strefie powietrznej wykorzystuje się statki powietrzne, w przestrzeni kosmicznej - statki kosmiczne,

Spośród statków powietrznych, do fotografowania /i obrazowania/ pomiarowego najczęściej wykorzystuje się samoloty. Dla potrzeb fotografowania cywilnego używa się samolotów fotogrametrycznych, natomiast dla potrzeb wojska wykorzystuje się samoloty rozpoznawcze. Ponadto stosuje się również inne statki powietrzne, jak: aerostaty /balony na uwięzi i balony sondy/, śmigłowce, samoloty /platformy/ bezpilotowe, rakiety - sondy i samoloty kosmiczne.

Dla potrzeb fotografowania i obrazowania kosmicznego powierzchni Ziemi najczęściej wykorzystuje się sztuczne satelity Ziemi. Dla potrzeb cywilnych wysyła się satelity w ramach programów badania środowiska ziemskiego, natomiast dla potrzeb wojska - satelity rozpoznawcze. Ponadto informacje o powierzchni Ziemi zbiera się za pomocą satelitów meteorologicznych, satelitów oceanograficznych, kosmicznych pojazdów załogowych, laboratoriów kosmicznych, sond kosmicznych i innych.

A. Samoloty

Samoloty fotogrametryczne

Do fotografowania i obrazowania powietrznego wykorzystuje się wiele różnorodnych typów samolotów, najczęściej doraźnie adaptowanych do celów fotogrametrycznych. Są to samoloty odma^{łych}

do wielkich, od lekkich do ciężkich, o pułapie niskim i bardzo wysokim, o prędkościach w zasadzie nie przekraczających 500km/ . W samolotach tych umieszcza się jedną lub więcej kamer lotniczych oraz inną aparaturę pomiarową.

Wojskowa służba topograficzna Stanów Zjednoczonych wykorzystuje do celów kartograficznych duże samoloty transportowe typu C - 130 i C 135 specjalnie przystosowane do tych celów. Np. samolot RC - 135A /wersja fotogrametryczna samolotu C - 135/ w istocie jest uniwersalnym laboratorium fotogrametrycznym, którego wyposażenie składa się z następujących urządzeń i kamer pomiarowych /KC - 6A/, platformy giroskopowej stabilizującej kamerę, aparatury radiolokacyjnej bocznej, profilografu, aparatury radiogeodezyjnej; w miarę potrzeb można montować ^{inną} aparaturę fotograficzną lub obrazową. W ciągu jednego dnia samolot RC - 135A może sfotografować obszar o powierzchni 10 000km² z przeznaczeniem do celów kontowania średnio i małoskalowego.

Na samolocie P - 3A, wykorzystywanym jako patrolowiec morski, w ramach eksperymentów prowadzonych przez NASA umieszczono następującą aparaturę: dwie kamery lotnicze Wild RC-8, kamerę wielospektralną, wielokanałowy spektrometr podczerwieni, szerokopasmowy radiometr podczerwieni, aparaturę termalną typu RS - 7, aparaturę radiolokacyjną, aparaturę radiotermolokacyjną /wielopasmowy radiometr mikrofalowy/, wysokościomierz laserowy i radiowysokościomierz.

Samoloty rozpoznawcze

Wojskowe samoloty rozpoznawcze wyposaża się w różnego rodzaju aparaturę fotograficzną i obrazową, którą można wyko-

rzystywać również do celów kartograficznych. Aparaturę zazwyczaj umieszcza się w kadłubie lub w zasobniku umocowanym pod samolotem. Można wyróżnić dwie grupy samolotów rozpoznawczych:

1. Typowe samoloty rozpoznawcze prowadzące również rozpoznanie obszarowe.
2. Samoloty bojowe przystosowane do zadań rozpoznawczych.

Do typowych samolotów rozpoznawczych można zaliczyć następujące samoloty amerykańskie: U-2, RB-57F, SR-71 oraz ich modyfikacje. Prowadzą one rozpoznanie strategiczne. Na przykład samolot SR-71 posiada następującą aparaturę fotograficzną i obrazową:

- kamery lotnicze, które umożliwiają sfotografowanie pasa terenu o szerokości $5,5h_f$ / h_f wysokość lotu/ rozdzielczość zdjęć wynosi 0,5m;
- kamerę termalną obrazującą pas terenu o szerokości $8,1h_f$ /rozdzielczość obrazu 2,3m/;
- aparaturę radiolokacyjną boczną obrazującą pas terenu o szerokości 80km z rozdzielczością 50m.

Samolot jest wyposażony w pokładowe urządzenie do częściowej obróbki fotochemicznej materiałów w locie i do zrzucania zasobnika z materiałami. Pełna obróbka fotochemiczna wynosi: materiałów z kamer fotograficznych - 4godz., materiałów termalnych - 2 godz, materiałów radiolokacyjnych - 8godz. W ciągu jednej godziny z wysokości 24 000m rozpoznaje obszar o powierzchni 155 tys.km².

W samolocie rozpoznawczym RB-1 budowanym na bazie bombowca strategicznego umieszczono następującą aparaturę:

- kamerę lotniczą fotografującą pas terenu o szerokości od 2 do

- 10h_f i rozdzielczości zdjęć 0,03 - 0,25m;
- aparaturę telewizyjną obejmującą pas terenu 0,3 - 4h_f i dającą obraz o rozdzielczości 0,1 - 0,5m w dzień i 10m w nocy;
- aparaturę termalną obrazującą pas terenu o szerokości 2 - 5h_f i rozdzielczości obrazu 0,05 - 10m;
- aparaturę radiolokacyjną boczną obejmującą pas terenu o szerokości od 50km /na małej wysokości/ do 150km /na dużej wysokości/. Obraz posiada zdolność rozdzielczą 2 - 7m.

Rozpoznanie taktyczne i operacyjno - taktyczne prowadzi się za pomocą samolotów bojowych /np. "Phantom" F-4M, F-111, "Mirage", "Jaguar" i wiele innych/ oraz środków bezpilotowych /np. AN/VSD - 501, R20 oraz wiele amerykańskich RPV/.

Np. samolot rozpoznawczy Bundeswehry "Phantom" posiada cztery kamery lotnicze /kamerę KS - 87B do fotografowania przedniego, kamerę panoramiczną KA - 56E oraz dwie kamery KS - 87B do pionowego fotografowania szczegółowego/, aparaturę termalną AN/AAS - 18 oraz obrazową aparaturę radiolokacyjną boczną AN/APQ - 102.

Myśliwiec francuski "Mirage - IIIR" posiada aparaturę radiolokacyjną boczną "Cyrano II" oraz aparaturę termalną "Cyclope". Aparaturę radiolokacyjną można wymienić na 5 kamer typu Omera - 33.

Ciekawy zestaw aparatury przewidziano dla samolotu rozpoznawczego RF - 5E. Posiada on cztery wzajemnie wymienne platformy z aparaturą rozpoznawczą, mianowicie zawierające:

- 1/ kamery panoramiczne KA - 95 i KA - 56E oraz aparaturę termalną RS - 710; aparatura ta służy do rozpoznania z małych i średnich wysokości;

- 2/ kamerę KA - 93 / do fotografowania z wysokości 3-15km/, kamerę panoramiczną KA-56E oraz kamerę KS-87B do fotografowania ukośnego;
- 3/ kamerę KA-108M oraz kamery CAI-190 i CAI-196 lub "Actron" 698 i 700 do zdjęć perspektywicznych na odległość do 55km;
- 4/ aparaturę termalną RS-702 oraz kamerę laserową z wybieraniem liniowym.

Zasobniki rozpoznawcze

Aparaturę rozpoznawczą samolotów bojowych często umieszcza się w specjalnych zasobnikach umocowywanych pod korpusem samolotu. Na przykład w takim zasobniku są umieszczone kamery lotnicze i aparatura termalna samolotu RF-4. W zasobniku przeznaczonym dla samolotu "Harrier" znajduje się kamera przednia F-135 oraz kamery pionowe i ukośne F-95MK.

Szwedzi produkują dwa zasobniki, które eksportują również do niektórych państw NATO. Są to zasobniki "Blue Baron" oraz "Red Baron".

Zasobnik "Blue Baron" zawiera amerykańską aparaturę do oświetlenia terenu oraz trzy angielskie kamery "Vinten".

W zasobniku "Red Baron" umieszczono amerykańską aparaturę termalną RD-702 przeznaczoną do obrazowania terenu z małych i średnich wysokości.

Samoloty bezpilotowe

Bezpilotowy system rozpoznawczy AN/USD-501 /oznaczenie zachodniemieckie CL-289/ jest wyposażony w dwie kamery

fotograficzne przystosowane do pracy w dzień lub w nocy. Istnieje możliwość pokładowej obróbki błony lotniczej metodą dyfuzyjną i zrzucanie materiałów w zasobniku.

Belgijski bezpilotowy samolot rozpoznawczy "Epervier" jest wyposażony w następującą aparaturę: pionową kamerę lotniczą, perspektywiczną kamerę lotniczą, aparaturę telewizyjną, urządzenie pokładowe do obróbki filmów oraz przekazania obrazu na Ziemię.

Francuski bezpilotowy samolot rozpoznawczy Nord R.20 może być wyposażony w trzy kamery lotnicze "Omera" względnie w aparaturę termalną - skaner podczerwieni "Cyclope".

Amerykańska platforma bezpilotowa AN/MQM-61A jest przeznaczona do rozpoznania fotograficznego. Może mieć zamontowane kamery KA-30 obejmujące łącznie teren w granicach kąta rozwarcia 180° , względnie kamerę fotograficzną T-11 do zdjęć pomiarowych. Ponadto posiada kamerę termalną oraz oprzyrządowanie do przesyłania danych z rozpoznania na stanowisko dowodzenia. Inny system amerykański - MQM-39A - ma dwie kamery lotnicze i aparaturę telewizyjną. Istnieje ponadto wiele innych samolotów bezpilotowych, szczególnie amerykańskich, przeznaczonych do prowadzących rozpoznania fotograficznego i obrazowego.

B. Sztuczne satelity Ziemi

Satelity rozpoznawcze

Satelity te zbierają informacje o terenie dla potrzeb zwiadu wojskowego oraz do celów kartograficznych. Spośród państw zachodnich jedynie Stany Zjednoczone wysyłają tego rodzaju satelity. Są to pojazdy kosmiczne wysyłane w ramach programów:

"467", KH-9 i KM-11.

Satelity programu "467", zwane również "Big Bird" ("Wielki Ptak") są przeznaczone do prowadzenia rozpoznania obrazowego ogólnego i szczegółowego. Są umieszczone w przestrzeni okołoziemskiej od 1971r. na orbitach o wysokościach w perigeum 150-180km, w apogeum 240-280km i nachyleniu $96,3^{\circ}$. Czas aktywnej działalności satelity wynosi ponad 250 dni. Wyposażenie satelity przeznaczone do obrazowania terenu składa się z dwóch kamer topograficznych i skanera podczerwieni.

Do fotografowania ogólnego wykorzystuje się kamerę firmy Itek o długości obrazu 610mm i zdolności rozdzielczej 180 linii/mm; umożliwia to otrzymanie zdjęć o rozdzielczości w stosunku do terenu rzędu 1m. Do fotografowania szczegółowego wykorzystuje się kamerę firmy Perkin - Elmer o odległości obrazu 244cm. Za pomocą tej kamery otrzymuje się zdjęcie o rozdzielczości 30-50cm w stosunku do terenu. Skaner podczerwieni umożliwia otrzymywanie obrazów terenu w nocy, jednak ich rozdzielczość jest wielokrotnie gorsza od zdjęć fotograficznych. Zdjęcia otrzymywane z satelity "Big Bird" mogą być wykorzystane do kartowania średnio i małoskalowego.

Satelity KH-9 są przeznaczone do rozpoznania szczegółowego. Wysłana się je w przestrzeń okołoziemską od 1966r. na orbity o perigeum 125-140km i apogeum 330-415km. Satelita może się zbliżać nad wybrany cel na odległość 110km.

Satelity KH-9 wyposaża się w kamery wielospektralne, a rozdzielczość zdjęć w stosunku do terenu wynosi 15cm. Materiały fotograficzne otrzymywane za pomocą satelitów KH-9 mogą być wykorzystane nawet do kartowania wielkoskalowego.

Satelity KM-11 są umieszczone na orbitach okołoziemskich od 1976r. Są to orbity słoneczno-synchroniczne o perigeum 230-300km, apogeum 500-570km i nachyleniu $96,9^{\circ}$. Okres aktywnej działalności satelity wynosi ponad 2 lata. Satelita jest wyposażony w skanery wielospektralne, a informacje obrazowe są przesyłane kanałami radiowymi do Ośrodków naziemnych. Rozdzielczość obrazów otrzymywanych za pomocą satelitów KM-II wynosi 1,5-3m. Prowadzi się badania w celu doprowadzenia aparatura optycznej tego satelity do takiej doskonałości, aby przy jej pomocy można było otrzymywać obrazy o rozdzielczości zbliżonej do tej, jaką się uzyskuje w rozpoznaniu szczegółowym prowadzonym przez satelity KM-9 i "Big Bird". Ten udoskonalony model satelity otrzymał nazwę KM-12.

Wahadłowce kosmiczne

Od 1981r. w przestrzeń okołoziemską wysyła się wahadłowce kosmiczne serii "Shuttle". Dotychczas wykorzystano cztery pojazdy /"Columbia", "Challenger", "Discovery" i "Atlantis"/ z których jeden uległ zniszczeniu podczas startu /"Challenger" w 1986r./ Na pokładzie pojazdu "Shuttle" przewiduje się umieszczenie aparatury fotograficznej i obrazowej, a między innymi:

- szerokoformatowej kamery fotograficznej /Large Format Camera/ przeznaczonej do fotografowania pomiarowego i następnie do kartograficznego wykorzystania zdjęć;
- radaru bocznego z anteną syntetyczną SIR /Shuttle Imaging Radar/;

- aparatury na podczerwień /np. w czwartym locie wahadłowca wykorzystano aparaturę CIRRIIS - Cryogenic Infrared Radiance Instrument for Shuttle/.

Wahadłowce kosmiczne w najbliższych latach mają przejąć zadania satelitów rozpoznawczych, w tym fotografowanie powierzchni Ziemi do celów kartometrycznych.

Satelity do badania środowiska ziemskiego

Dotychczas tylko dwa kraje, spośród państw zachodnich, prowadzą badania środowiska ziemskiego dla potrzeb gospodarczych i naukowych; są to Stany Zjednoczone, które wysyłają satelity "Landsat" oraz Francja, która wysyła satelity SPOT.

Satelity "Landsat" są wysyłane od 1972r. w przestrzeń okołozemską w ramach programu badania zasobów ziemskich IRSS / Land Remote Sensing Satellite/. Pierwsze satelity "Landsat" o numerach kolejnych 1,2 i 3 były umieszczone na orbitach słoneczno - synchronicznych o wysokości 920km i nachyleniu 99° . Posiadały dwa typy urządzeń obrazujących:

- aparaturę telewizyjną RBV /ReturnBeam Vidicon/, pracującą w trzech pasmach widma zawartych w przedziałach:

1/ 0,475 - 0,575 μ m

2/ 0,580 - 0,680 μ m

3/ 0,690 - 0,830 μ m

- aparaturę wielospektralną MSS /Multi Spectral Scanner/ pracującą w czterech pasmach widma:

4/ 0,5 - 0,6 μ m

5/ 0,6 - 0,7 μ m

6/ 0,7 - 0,8 μ m

7/ 0,8 - 1,1 μ m.

Skoner wielospektralny satelity "Landsat - 3" posiadał jeszcze jeden kanał w średniej podczerwieni: 10,4 - 12,6µm.

Rozdzielczość obrazów otrzymywanych z Landsata jest rzędu 70m w terenie.

W satelitach "Landsat" o numerach 4 i 5 zamiast aparatury RBV umieszczono średnikanałowy radiometr TM ze zwiększoną rozdzielczością od 30m. Ponadto satelity te umieszczono niżej, na orbicie o wysokości 720km. Obrazy satelitarne otrzymywane z satelitów "Landsat" są wykorzystywane do kartowania średnio i małoskalowego oraz do wykonania map tematycznych. Odmienność geometrii tych obrazów ogranicza możliwości wykorzystania tradycyjnych przyrządów fotogrametrycznych.

Satelity SPOT / Satellite Probatoire d'Observation de la Terre/ są wysyłane w przestrzeń okołoziemską od 1986r. Umieszcza się je w orbicie słoneczno-synchronicznej o wysokości 832km i nachyleniu 98,7°. Posiadają dwie kamery HRV /Haute Resoluton Visible/ wykorzystujące detektory ze sprzężeniem ładunkowym CCD /Charge Coupled Device/. Rodzielczość obrazu w wariancie panchromatycznym wynosi 10m, a w wariancie wielospektralnym - 20m.

Obrazy z satelitów SPOT mogą być wykorzystywane do opracowania map średnio i małoskalowych z zastosowaniem nowych technik obróbki /niekonwencjonalnych/.

Inne sztuczne satelity Ziemi

Spośród innych sztucznych satelitów Ziemi wyposażonych w aparaturę obrazową, na uwagę zasługują satelity meteorologiczne oraz oceanograficzne. Wyposaża się je w aparaturę telewizyjną,

skanery wielospektralne, skanery podczerwieni, czasem w aparaturę radiolokacyjną. Obrazy cechuje jednak niska rozdzielczość wynosząca od setek metrów do kilometrów. Zastosowanie kartograficzne tych obrazów jest więc ograniczone.

Obecnie działają następujące satelity meteorologiczne i oceanograficzne: ESSA, NOAA, "Nimbus", ATS, SMS, i "Seasat", a wśród wojskowych - "Block 5D-2".

1.1.4. ZOBRAZOWANIA FOTOGRAFICZNE TERENU

c/ Cele, metody i sposoby przetwarzania informacji obrazowej o terenie

Wraz z rozwojem technik pozyskiwania danych o terenie i jego pokryciu oraz udostępnieniu nowych źródeł informacji /poza dotychczasowymi, klasycznymi metodami fotogrametrycznymi/, w siłach zbrojnych podstawowego znaczenia nabrało zastosowanie teledetekcji lotniczej i satelitarnej.

Generalnie przetwarzanie informacji obrazowej o terenie oraz wyniki tego procesu znajdują zastosowanie w następujących dziedzinach działalności sił zbrojnych:

1. Dowodzenie i wspomaganie procesów decyzyjnych
2. Kartografia
3. Rozpoznanie
4. Systemy nawigacyjne i systemy kierowania
5. Meteorologia.

W zależności od rodzaju zastosowań używane są różne metody i systemy urządzeń służące do uzyskiwania odpowiedniej formy danych oraz niezbędnego zakresu informacji. Podstawą wszystkich wyżej wyszczególnionych zastosowań są informacje obrazowe w formie cyfrowej. W przypadku danych uzyskiwanych metodami teledetekcji satelitarnej sygnały wyjściowe z różnych rodzajów sensorów, znajdujących się na pokładach sztucznych satelitów Ziemi /SSZ/, posiadają formę cyfrową. W tej postaci przekazywane są do naziemnych stacji odbiorczych.

Inaczej wygląda sytuacja w przypadku tradycyjnych metod fotogrametrycznych. Wynikiem nalotów fotogrametrycznych są zdjęcia lotnicze mogące posiadać różnorodne własności, tzn. w zależności od uczulenia spektralnego filmu lub typu stosowanych kamer i filtrów

pewne cechy terenu ulegają uwypukleniu lub też są pomijane. Generalnie jednak, techniki fotogrametryczne są źródłem informacji obrazowych w formie materialnej. Mając na celu dalsze przetwarzanie tych danych w komputerowych systemach specjalizowanych dla poszczególnych, wymienionych uprzednio zastosowań wojskowych, konieczne jest dokonanie konwersji zdjęć lotniczych z graficznej postaci wielotonowej lub barwnej do formy cyfrowej. W tym celu powszechnie stosowana jest digitalizacja powierzchniowa /scanning/. W skanerach analizowany jest stopień zaczerwienia poszczególnych prostokątnych lub kwadratowych podstawowych elementów obrazu. Proces ten realizowany jest w ściśle określonym porządku, kolejnymi pasami równoległymi do jednej z osi układu współrzędnych. Powstająca przy tym informacja cyfrowa zapisywana jest binarnie. W najprostszym przypadku elementowi zaczerwionemu przyporządkowuje się cyfrę 1 i cyfrę 0 elementowi nie zaczerwionemu. Należy zauważyć, że uzyskany ciąg współczynników kodowych gęstości zaczerwienia oraz numerów kolejnych podstawowych elementów obrazu uzyskany ze skanowania zdjęć lotniczych /lub satelitarnych/ jest identyczny z formą danych przesyłanych z sensorów znajdujących się na pokładach satelitów do naziemnych stacji odbiorczych. W sposób analogiczny do skanowania lotniczych i satelitarnych zobrazowań półtonowych można dokonywać digitalizacji istniejących kartograficznych opracowań kreskowych.

Zazwyczaj surowe /nieprzetworzone/ dane otrzymywane z satelitów teledetekcyjnych są archiwizowane w stacjach odbiorczych, lub specjalizowanych archiwach. W niektórych przypadkach informacje są wstępnie przetwarzane, a następnie katalogowane w taki sposób, by ułatwić ich wyszukiwanie i kopiowanie.

Niektóre archiwa przechowują kopie o dużej rozdzielczości oraz jednocześnie wersje obrazów o rozdzielczości zredukowanej. Takie zestawy danych są w pełni skorygowane lub przetworzone tylko

w ograniczonym zakresie.

Jednocześnie z procesem archiwizacji, dla każdego standardowego obrazu realizowany jest zazwyczaj następujący zestaw zadań:

- analiza i określenie jakości danych;
- ocena pokrycia chmur;
- obliczenie dodatkowych danych związanych z kadrem.

Wszystkie powyższe informacje są używane do tworzenia skomputeryzowanego katalogu obrazów.

Dodatkowo, w celu włączenia go do katalogu, generowany jest obraz o zredukowanej rozdzielczości z jednego pasma.

W przypadku LANDSAT MSS, Centrum Danych EROS przechowuje katalog danych globalnych, który jest dostępny poprzez zdalne terminale.

Dotychczas wszystkie pozyskiwane dane są archiwizowane. Dokonano pewnej redukcji ich ilości usuwając wszystkie kadry z pełnym pokryciem chmur. Część starych archiwów LANDSAT została zniszczona kilka lat temu, lecz użytkownicy mieli możliwość uprzedniego otrzymania danych historycznych.

Pozyskane w powyżej opisany sposób dane teledetekcji lotniczej i satelitarnej są następnie przetwarzane w systemach komputerowych posiadających zdolność do manipulowania danymi rastrowymi i ich graficznej prezentacji. Przykładem tego jest system INTERGRAPH o najwyższym obecnie poziomie zaawansowania technicznego i możliwościach funkcjonalnych. Zestawy urządzeń tego typu, wraz ze specjalnym oprogramowaniem, stosowane są szeroko przez Wojskową Agencję Kartograficzną USA do tworzenia szeregu kartograficznych i teledetekcyjnych baz danych, m.in. do sterowania systemami nawigacyjnymi pocisków samosterujących. Unikalność rozwiązań stosowanych w interaktywnym systemie firmy INTERGRAPH polega na możliwości łącznego przetwarzania danych rastrowych jak i wektorowych. Dane wynikowe

otrzymane w rezultacie komputerowego przetwarzania informacji obrazowych o terenie mogą posiadać różną formę, w zależności od wymagań ich dalszych użytkowników. Na ogół są to jednak przetworzone kadry w postaci materialnej lub numerycznej.

Jednym z podstawowych, ściśle wojskowych zastosowań, jest wykrywanie, rozpoznawanie i identyfikacja oraz opis obiektów terenowych, a także elementów uzbrojenia i instalacji wojskowych.

W załączonej tabeli podano konieczną rozdzielczość naziemną, którą winny posiadać zobrazowania w celu ich wykorzystywania w dziedzinie rozpoznania wojskowego.

- 39 -

Rozdzielczość naziemna obrazów satelitarnych wymagana
do wykrywania i charakteryzowania obiektów

Obiekty	Wykrycie /m/	Rozpoznanie /m/	Identyfikacja /m/	Opis /m/
Mosty	6	4,5	1,5	0,9
Stacje radarowe	3	0,9	0,3	0,15
Stacje telekomunikacyjne	3	1,5	0,3	0,15
Składy materiałowe	1,5	0,6	0,3	0,25
Jednostki wojsk. lub obozy wojsk.	6	2,1	1,2	0,3
Sprzęt lotniczy	6	4,5	3	0,3
Artyleria i rakiety	0,9	0,6	0,15	0,05
Samoloty	4,5	1,5	0,9	0,15
Wyrzutnie rakiet ziemia - ziemia i plot.	3	1,5	0,6	0,3
Stanowiska dowodzenia	3	1,5	0,9	0,15
Okręty średnie	7,5	4,5	0,6	0,3
Pojazdy mech.	1,5	0,6	0,6	0,05
Pola minowe	9	6	0,9	0,025
Porty	30	15	6	3
Wybrzeża i plaże desantowe	30	4,5	3	1,5
Warsztaty kolejowe	30	15	6	1,5
Drogi	9	6	1,8	0,6
Obszary zurbanizowane	60	30	3	3
Lotniska wojskowe	-	90	4,5	1,5
Okręty podwodne na powierzchni	30	6	1,5	0,9

1.1.4. ZOBRAZOWANIA FOTOGRAFICZNE TERENU

d/ Sposoby przesyłania /przekazywania/ przetworzonej informacji o terenie do użytkownika

W zależności od sposobu dalszego wykorzystywania przetworzonej informacji obrazowej o terenie, nadawana jest jej odpowiednia forma. Może to być jedna z poniższych tradycyjnych postaci:

- graficzna, do której należą dokumenty fotogrametryczne oraz opracowania wykonane na podstawie zdjęć satelitarnych, w tym także kadry będące syntezą graficzną wyselekcjonowanych klas informacji o terenie, jego pokryciu lub interesujących użytkownika zjawiskach.
- liczbowa, w której mogą być prezentowane wyniki analiz celowych, współrzędne i ciągi współrzędnych, dane analityczne charakteryzujące zjawiska związane z terenem, warunki meteorologiczne itp.
- tekstowa, prezentująca powyższe lub dodatkowe informacje w postaci opisów i ciągów alfanumerycznych, posiadająca zaletę łatwiejszej przyswajalności przez nieprzeszkolonych użytkowników.

Nowe możliwości interaktywnych systemów komputerowych oraz wprowadzenie w siłach zbrojnych potencjalnych przeciwników nowoczesnych zautomatyzowanych zestawów urządzeń wspomagających procesy decyzyjne doprowadziły do stworzenia innych sposobów prezentacji informacji obrazowej o terenie. Taką nową postacią, w której informacje obrazowe są przetwarzane i przesyłane do użytkowników jest forma cyfrowa. Jej szczególna przydatność polega głównie na fakcie, że jest ona akceptowana bez dodatkowych manipulacji przez zautomatyzowane systemy typu C³I /dowodzenia, kontroli realizacji zadań, łączności i rozpoznania/ oraz systemy nawigacyjne rakiet, samolotów i pocisków samosterujących. Następną zaletą tej formy zapisu danych

jest łatwość ich przesyłania technicznymi środkami łączności /łącza teletransmisyjne, modemy telekomunikacyjne, radiostacje/ realizowanego szybko i w sposób automatyczny.

Zapis informacji w formie cyfrowej dokonywany jest w pamięciach masowych, na magnetycznych lub optycznych nośnikach danych.

Pozyskiwanie danych teledetekcji kosmicznej jest zazwyczaj realizowane przy pomocy urządzeń zainstalowanych przez kraj kierujący misją oraz przez kraje / organizacje posiadające umowy z takim krajem. Odnosi się to do LANDSATA i będzie także dotyczyć misji SPOT.

Dane o poszczególnych obszarach geograficznych mogą być otrzymywane następującymi kanałami:

- poprzez stację naziemną obejmującą swym działaniem obszar zainteresowań;
- poprzez satelitę teletransmisyjnego /jak w przypadku LANDSATA 4/5 i TDRSS/;
- poprzez pokładowy zapis danych i późniejszą ich transmisję do stacji naziemnej.

Z dotychczasowego doświadczenia wynika, że pierwsza operacja jest najbardziej bezpieczna. Drugi wariant nie był zbyt szeroko stosowany. Ostatnia możliwość w aktualnych uwarunkowaniach technicznych nie jest jeszcze możliwa do realizacji.

Należy zauważyć, że zazwyczaj satelity teledetekcyjne umieszczone są na orbitach okołobiegunowych z czasem przekraczania równika pomiędzy godziną 9 a 11 rano oraz przy cyklu przejścia nad tym samym punktem rzędu 16/18 dni dla LANDSATA co 26 dni dla SPOT. Jednak SPOT, jak i Nimbus-7, wyposażone są w zwierciadło umożliwiające zmianę kąta widzenia.

Z powodu ograniczeń pokładowych źródeł zasilania sensory nie pracują

zwykle w cyklu 100% możliwości, dlatego nie jest możliwe systematyczne pozyskiwanie danych o zasięgu globalnym.

W różnych okresach minionych 12 lat dostępne były jednocześnie dwie misje LANDSAT HSS, skracając czas powtórnego przelotu do 9 /8/ dni; jednak w większości pozyskiwano dane tylko raz w cyklu orbitalnym. W przypadku TM nawet taka częstość transmisji nie będzie możliwa, ponieważ sensor funkcjonuje tylko przez około 10% czasu.

I wreszcie należy uwzględnić fakt, że znaczna część pozyskiwanych danych jest bezużyteczna z powodu pokrycia obrazów chmurami.

Zagadnienie to dotyczy szczególnie rejonów równikowych i arktycznych.

Podsumowując, istnieje kilka metod otrzymywania informacji o określonym rejonie w określonym czasie, lecz ich pozyskiwanie jest uzależnione od:

- dostępnych, pokładowych źródeł zasilania;
- pokrycia chmur.

Drugi z powyższych problemów zniknie po wprowadzeniu do działania sensorów mikrofalowych /SAR/.

Przetwarzanie wstępne standardowych danych teledetekcji kosmicznej /przetwarzanie systemowe lub korekcja systemowa/ jest zwykle definiowane jako etap przetwarzania obejmujący korygowanie dystorsji geometrycznej i radiometrycznej wynikających ze specyfiki sensora. Poziom dokładności uzyskany w wyniku przetwarzania wstępnego zależy od rodzaju stosowanego sensora oraz własności algorytmu obliczeniowego.

W przypadku LANDSAT HSS, wstępnie przetworzone dane standardowe mogą być skorygowane geometrycznie przy wykorzystaniu informacji a priori na pokładzie satelity, lub dodatkowo z zasto-

sowaniem strumienia danych telemetrycznych /USB/ albo uzupełnione danymi z naziemnych punktów kontrolnych.

W ten sam sposób na wprowadzeniu korekcji radiometrycznych można posiłkować się przygotowanymi a priori /tj. przed lotem/ tabelami poprawek, i/lub danymi statystycznymi uzyskanymi z samego obrazu oraz i/lub danymi z kalibracji prowadzonych samoczynnie na pokładzie satelity. Obrazy dostępne są w formie cyfrowej na magnetycznych nośnikach danych /CCT/HDDT/ lub w postaci fotograficznej jako kopie czarno-białe, barwne, diapozytywy etc. Dystrybucja danych odbywa się poprzez pocztę lub służbę kurierską. Przeprowadzono kilka prób przekazywania informacji poprzez kanały telekomunikacyjne o dużej przepustowości.

Opóźnienie w przekazywaniu aktualnych danych wynosi zwykle od jednego do kilku tygodni.

Poprzednio omówiono główne obrazy przesyłane z przestrzeni kosmicznej i udostępnione w postaci cyfrowej lub fotograficznej. Należy podkreślić, że z kilkoma wyjątkami, użytkownicy mogą otrzymywać dane teledetekcyjne jedynie z wyspecjalizowanych instytucji. Jeśli użytkownik potrzebuje konkretnych informacji szczegółowych, musi zazwyczaj przetwarzać dane we własnym zakresie w celu otrzymania potrzebnego parametru. Sytuacja ta spowodowana jest faktem, że kosmiczne zobrażenia teledetekcyjne nie mogą być, z zasady, używane jako jedyne źródło informacji w dowolnym systemie informacyjnym. Muszą one być uzupełnione i zintegrowane z innymi danymi kartograficznymi, geologicznymi i np. natury ekonomicznej, socjalnej i politycznej.

" M A P A - I "

Podtemat I.2 : Przedstawienie prognoz rozwoju topograficznych
zobrazowań terenu w głównych państwach
NATO w latach 90-ych i po roku 2000

SPIS TREŚCI

2.1. Prognozy dotyczące pozyskiwania informacji o terenie	1
a/ Przewidywane metody otrzymywania zobrażeń o terenie	1
b/ Inne rodzaje zapisu informacji o terenie	5
2.2. Prognozy dotyczące przetworzenia informacji o terenie	8
a/ Przewidywane metody, przyrządy i technologie do opracowania informacji obrazowej o terenie	8
b/ Przewidywane metody i przyrządy do opracowania innego rodzaju informacji o terenie	11
2.3. Prognozy dotyczące metod przesyłania i wykorzystania informacji o terenie	13

1.2. PRZEDSTAWIENIE PROGNOZ ROZWOJU TOPOGRAFICZNYCH ZOBRAZOWAŃ TERENU W GŁÓWNYCH PAŃSTWACH NATO W LATACH 90-YCH I PO ROKU 2000

1.2.1. PROGNOZY DOTYCZĄCE POZYSKIWANIA INFORMACJI O TERENIE

a/ Przewidywane metody utrzymywania obrazów lotniczych i kosmicznych o terenie /prognozy w zakresie aparatury, rodzaju informacji, sposobu transmisji danych/

Przewiduje się, że w związku z ciągłym, szybkim rozwojem techniki kosmicznej dalsze prace w zakresie technik pozyskiwania obrazów terenu ukierunkowane zostaną na umożliwienie efektywnego działania sensorów także w warunkach wykluczających obecnie stosowanie klasycznych metod teledetekcyjnych. Ponieważ fotograficzne rozpoznanie satelitarne może być stosowane jedynie w czasie dnia, zyskuje na znaczeniu zakres promieniowania podczerwonego i mikrofal. W odróżnieniu od światła widzialnego, które można stosować gdy teren oświetlony jest przez słońce, lub promieniowania podczerwonego pochłanianego przez parę wodną zawartą w atmosferze, sygnały radarowe są niezależne od powyższych czynników. Z tych powodów przewiduje się intensywny rozwój teledetekcyjnych technik wykorzystujących promieniowanie radarowe. Prace badawcze rozpoczęto już w latach 80-ych. Pierwszym satelitą, który wniósł na orbitę radar satelitarny był SEASAT; radar pozwala na uzyskiwanie obrazów powierzchni Ziemi o rozdzielczości 25 m z orbity o wysokości 800 km. Urządzenie to wysyłało do 2000 impulsów na sekundę i odbierało ich odbicia od powierzchni Ziemi. Impulsy i ich echa były następnie transmitowane do odbiorczych stacji naziemnych, gdzie przetwarzano je przy zastosowaniu technik korelacyjnych i tworzone końcowe obrazy. Rozdzielczość tych obrazów odpowiada rozdzielczości uzyskiwanej przy zastosowaniu anteny o długości 7 km, podczas gdy

w rzeczywistości antena miała wymiary 10 x 2 m; jest to dowodem na to, jak duży wpływ na jakość końcowych rezultatów ma odpowiedni dobór technik przetwarzania "surowych" danych obrazowych przekazywanych z kosmosu.

W czasie lotu wahadłowca Columbia na jego pokładzie wypróbowano nowy typ radaru będący początkiem nowej generacji urządzeń tego typu. Radar ten /SIR-A/ zbiera informacje w okresach 7-godzinnych, zapisując obrazy na filmie z obszaru 10 mln km² z rozdzielczością naziemną 38 m. Dane te są następnie przetwarzane cyfrowo w ośrodkach naziemnych.

Przetwarzanie "surowych" danych jest i będzie węzłowym problemem ze względu na ich olbrzymią ilość. Z tego powodu, oraz konieczności wykonania bardzo dużej ilości obliczeń - jeśli wymagane są obrazy radarowe o dużej rozdzielczości - nie oczekuje się, by przetwarzanie impulsów i ech radarowych mogło odbywać się na pokładach satelitów przed 1995 rokiem. Główną przyczyną jest zbyt mała ilość miejsca niezbędnego do umieszczenia wymaganych urządzeń oraz pokładowych źródeł zasilania.

W przyszłości, rozpoznanie nocne przy dobrych warunkach pogodowych może być prowadzone przy pomocy skanerów termalnych lub radiometrów - te ostatnie są sensorami nie dającymi obrazów, lecz dokonującymi pomiarów temperatury. Są to bardzo czułe urządzenia mogące wykrywać podziemne budowle poprzez pomiar różnicy temperatur pomiędzy powierzchnią ziemi nad celem i w jego otoczeniu. Postęp w rozwoju technik obwodów zintegrowanych prowadzi do skonstruowania mozaikowych detektorów podczerwieni. W wersji doświadczalnej detektor składa się z zespołu procesorów oraz milionów niewielkich komórek. Zastosowanie tych urządzeń na pokładach satelitów wczesnego ostrzegania pozwoli na wykrywanie rakiet i samolotów w locie.

Dokonując przeglądu przewidywanych metod otrzymywania zobrażeń lotniczych i kosmicznych o terenie należy wspomnieć o technikach telewizyjnych. Pomimo mniejszej obecnie uzyskiwanej rozdzielczości kamer telewizyjnych mogą one być stosowane na pokładach satelitów. W misji LANDSAT-3, wystrzelonego przez NASA, na pokładzie satelity umieszczono dwie kamery VIDICON o rozdzielczości 30 m oraz czterokanałowy skaner wielospektralny. Skaner posiada rozdzielczość 80 m przy wysokości orbity 917 km, jest wyposażony w teleskop i wahliwe zwierciadło. Zwierciadło odbija padające na nie światło i rzutuje je na płaszczyznę ogniskową teleskopu. Poprzez światłowody i filtry optyczne obrazy przekazywane są do czterech grup czujników obejmujących zakres promieniowania widzialnego i bliskiej podczerwieni. Detektory zamieniają impulsy świetlne na impulsy elektryczne przekazywane do stacji odbiorczych na Ziemi.

Ostatnią grupą urządzeń, którym prognozowane są szerokie zastosowania, są ulepszone skanery elektromechaniczne. Prototypowe urządzenie tego typu zainstalowano na pokładzie LANDSAT-4. Skaner ten posiada dwie płaszczyzny ogniskowe oraz siedem grup czujników obejmujących różne zakresy spektralne. Każda grupa składa się z 16 czujników. W jednej płaszczyźnie ogniskowej znajdują się czujniki krzemowe czterech pasm promieniowania z zakresu widzialnego i podczerwieni: 0,45-0,52; 0,52-0,6; 0,63-0,69; 0,76-0,9 mikrometrów. W drugiej płaszczyźnie ogniskowej znajdują się detektory pasma podczerwieni krótkofalowej: 1,55-1,75 i 1,08-2,35 mikrometrów oraz pasma podczerwieni termalnej 10,4-12,5 mikrometra. Urządzenie skanuje jednorazowo obszar terenu o powierzchni 185 x 185 km osiągając rozdzielczość naziemną 28 m, co odpowiada 4 365 000 elementów obrazu.

Reasumując, przewiduje się, że odczuwalna obecnie na całym świecie potrzeba tworzenia teledetekcyjnych systemów informacyjnych, ukierunkowanych na lepsze rozpoznanie warunków terenowych, będzie stymulatorem rozwoju coraz doskonalszych technik w dekadzie lat 90-ych. Można stwierdzić, że podstawowe technologie do stworzenia takich systemów informacyjnych istnieją obecnie i są stale rozwijane. Przewiduje się, że w rozpatrywanym horyzoncie czasowym powstaną techniki przetwarzania niezbędne do ekstrakcji informacji teledetekcyjnych z baz danych geokodowych w czasie bliskim rzeczywistemu oraz szybkie łącza umożliwiające łatwy zdalny dostęp do obrazowań.

b/ Inne rodzaje zapisu informacji o terenie

Zakres i stopień komplikacji informacji o terenie wymaga specyficznych sposobów ich gromadzenia i przechowywania umożliwiających łatwy dostęp, dokonywania manipulacji i edycji danych.

Z tych powodów przewiduje się zastosowanie nowych nośników informacji o olbrzymich pojemnościach w postaci dysków optycznych.

W zautomatyzowanych systemach C³I wprowadzanych w armii USA rozpatrywane jest zastosowanie, opartego o tę technikę, systemu udostępniania obrazów.

Na każdej stronie wideodysku można będzie zapisać 54 000 arkuszy map lub kadrów. Czas dostępu jest uzależniony od typu urządzenia magnetowidowego i sposobu formatowania dysku. Opóźnienie może wynosić 1-2 sek., a jeśli dla indywidualnych zastosowań okaże się ono zbyt duże, istnieje możliwość zastosowania dwu lub więcej urządzeń odtwarzających.

Zaletą systemu jest możliwość zapisu dużej ilości kadrów, które są łatwo dostępne dla użytkownika. Do dostrzeganych wad należy kłopotliwość we wprowadzaniu zmian na wideodyski, ponieważ istniejące obecnie urządzenia mogą służyć jedynie do odtwarzania informacji.

W stosowanych obecnie metodach pracy sztabowej konieczne jest naniesienie na mapy sytuacji bojowej. Jest to czynność długotrwała, mogąca być źródłem pomyłek, niejednokrotnie zachodzi potrzeba wykreślenia kilku egzemplarzy tego samego zestawu map, gdyż potrzebny jest on wielu oficerom. Przewiduje się, że wszystkie te dane będą mogły być wprowadzane, przechowywane i uaktualniane elektronicznie, a następnie nanoszone na podkład w postaci standardowej mapy topograficznej. Po zintegrowaniu mapy z danymi

dotatkowymi dotyczącymi się własnych i przeciwnika, powstaną możliwości stosowania algorytmów decyzyjnych, służących sortowaniu danych i ich prezentacji w formie użytecznej dla operatora. Dzięki temu stworzony zostanie komputerowy system posiadający możliwość łączenia zarówno zobrazowań terenu jak i aktualnej sytuacji bojowej, spełniający funkcje doradztwa decyzyjnego w czasie planowania i realizacji działań. Może on być stosowany na kilku szczeblach, przy czym każdy z użytkowników może wywoływać dane o potrzebnym, różnym stopniu szczegółowości. Przewiduje się, że podstawowymi informacjami obrazowymi tak projektowanego systemu będą:

1. Typowe mapy topograficzne,
2. Dokładne informacje z bazy danych,
3. Wypracowane decyzje taktyczne.

W planowanych do wprowadzenia w latach 90-ych systemach wszystkie elementy ugrupowania bojowego przeciwnika będą nakładane na tło topograficzne i prezentowane w postaci piktogramów /piechota, wyrzutnie rakiet, lotniska, broń pancerna etc./. Barwna legenda wskazywać będzie czas jaki upłynął od ostatniej aktualizacji danych poszczególnych piktogramów.

W trakcie planowania działań użytkownik może zrezygnować z prezentacji zbędnych informacji poprzez odrzucenie nadmiarowych danych z ekranu grafoskopu. Po ukazaniu się na ekranie właściwego podkładu mapy topograficznej wraz z rozpoznaną sytuacją nieprzyjaciela, operator będzie mógł rozpocząć planowanie działań wojsk własnych. Zaczną odgrywać rolę zarówno graficzne jak i cyfrowe środki decyzyjne. Wypracowane projekty działań lub ostateczne decyzje będą mogły być prezentowane na ekranie grafoskopu lub w postaci wydruków alfanumerycznych i barwnych wykresów.

Uważa się, że najlepszym podkładem do planowania działań wojskowych, podejmowania decyzji operacyjnych oraz szkolenia taktycznego i strategicznego jest mapa. Nie polega to tylko na przyzwyczajeniu, lecz przede wszystkim wynika to z faktu, że większość problemów stojących przed dowódcami i sztabami ma charakter przestrzenny. Przykładowo, wybór celu wymaga od decydenta interpretacji zależności przestrzennych i możliwości wielu współdziałających urządzeń nieprzyjaciela oraz broniących się i atakujących oddziałów. Ponieważ interakcje te często zależą od fizycznych odległości między jednostkami, podstawą jest określenie na mapie położenia tych jednostek. Konieczne jest także określenie położenia jednostek nieprzyjaciela w stosunku do środowiska geograficznego, w którym działają, tj.: dróg, linii kolejowych, rzek, wzniesień terenu i innych cech geograficznych.

Znaczenie map w planowaniu wojskowym i procesach decyzyjnych było zawsze doceniane przez dowódców, czasem jednak projektanci systemów komputerowych zapominają o tym. Przykładem może być baza danych celów artyleryjskich, która określałaby położenie celu poprzez wydruk jego współrzędnych bez możliwości automatycznego naświetlenia tego celu na mapę. Użytkownik takiego systemu byłby zmuszony do wkartowania celu, by w ten sposób określić jego położenie w stosunku do topografii i jednostek ugrupowania bojowego. Byłby to proces zdecydowanie nieefektywny.

Alternatywą powyższej sytuacji może być dołączenie do systemu urządzeń służących obrazowaniu bazy danych, umożliwiających użytkownikowi dostęp do informacji poprzez wskazanie poszczególnych rejonów na aktywnym ekranie grafoskopu.

Opisany nowy, optyczny zapis informacji o terenie oraz system ich wykorzystania zostaną prawdopodobnie wdrożone w latach 90-ych.

1.2.2. PROGNOZY DOTYCZĄCE PRZETWARZANIA INFORMACJI O TERENIE

a/ Przewidywane metody, przyrządy i technologie do opracowania informacji obrazowej o terenie

Od około 10 lat, w wysokim stopniu komplementarne techniki przetwarzania obrazów oparte o technologie wektorową i rastrową, rozwijały się zupełnie niezależnie. Istotnym zastosowaniem systemów wektorowych było i jest nadal tworzenie i uaktualnianie kartograficznych baz danych i map na podstawie zdjęć lotniczych i istniejących opracowań kartograficznych. Zasadnicze zastosowanie dla systemów opartych o technikę rastrową polega na dokonywaniu analiz zobrazowań rastrowych uzyskiwanych przede wszystkim z satelitów teledetekcyjnych.

Przewiduje się, że potrzeby użytkowników spowodują połączenie obu tych technik i stworzenie interaktywnych systemów komputerowych zdolnych do przetwarzania danych rastrowych i wektorowych. Kartografowie chcą użytkować różnorodne cyfrowe dane rastrowe jako efektywne źródło danych służące tworzeniu i aktualizacji map. Użytkownicy z dziedziny teledetekcji stwierdzają rosnące potrzeby w zakresie opracowywania map kartometrycznych oraz utrzymywania danych źródłowych w uporządkowanych geograficznie bazach danych. Te zbieżne wymagania wyrażają potrzebę powstania cyfrowego systemu kartograficznego posiadającego uniwersalne możliwości.

Dwa poniższe czynniki składają się na atrakcyjność kartografii cyfrowej:

- dostępność nowych źródeł cyfrowych danych kartograficznych;
- dążenie do bardziej elastycznych metod opracowywania i aktualizacji map.

Zasadniczym nowym źródłem rastrowych danych wyjściowych dla potrzeb kartografii są sensory zainstalowane na pokładach

sztucznych satelitów Ziemi. Istniejące systemy rastrowej analizy obrazów satelitarnych, przeznaczone do celów teledetekcyjnych, posiadają ograniczoną użyteczność kartograficzną głównie z powodów niskiej rozdzielczości spektralnej i przestrzennej dostępnych danych rastrowych, braki obrazów stereoskopowych i uzależnienia od zachmurzenia i pory doby.

Obecnie jednak rysują się realne perspektywy uzyskiwania informacji rastrowych o wysokiej rozdzielczości, przykładowo: wprowadzone do użytku skanery MSS rutynowo tworzyć będą cyfrowe obrazy graficzne o jakości takiej samej jak fotografie lotnicze wykonywane z małych wysokości. Kamery macierzowe o dużej rozdzielczości umożliwią łączenie istniejących zdjęć lotniczych z satelitarnymi i lotniczymi danymi rastrowymi. Lotnicze i satelitarne systemy zobrazowań radarowych dostarczają danych strukturalnych, które nie są zakłócone ewentualną pokrywą chmur. Satelita SPOT dostarcza cyfrowych obrazów stereoskopowych, otwierając nowe możliwości przed kartografią rastrową.

Reasumując można stwierdzić, że zdecydowaną tendencją jest wzrost dostępności danych rastrowych o wysokiej rozdzielczości przydatnych dla zastosowań kartograficznych.

Ilustracją trendu do stworzenia uniwersalnych systemów komputerowych zdolnych do przetwarzania zarówno danych w formie rastrowej jak i wektorowej są prace prowadzone przez kanadyjską firmę DIPIX oraz amerykańską INTERGRAPH. Prace te prowadzone są w czterech etapach:

1. rasteryzacja mapy wektorowej,
2. nałożenie mapy na obraz satelitarny tego samego obszaru,
3. aktualizacja mapy,
4. powrót do formatu wektorowego.

Zasadnicze trudności w rozwiązaniu tego zagadnienia stanowią problemy prawidłowego doboru algorytmów dwóch kolejnych konwersji wektor - raster i raster - wektor, a także doprowadzenie mapy i odpowiadającego jej zobrazowania satelitarnego do jednokowej skali.

Przewiduje się, że zintegrowane systemy przetwarzania obrazów wejdą do użytku w ciągu najbliższych kilku lat, zaś w końcu lat 90-ych staną się one standardowym wyposażeniem. Niezależnie dotychczas techniki analizy obrazów i grafiki ulegną konwergencji. Natychmiastowym efektem ich operacyjnego zastosowania będzie możliwość uzyskiwania danych kartograficznych i teledetekcyjnych w czasie zbliżonym do rzeczywistego. Należy jednak zaznaczyć, że w celu zrealizowania przedstawionej prognozy jest, poza posiadaniem opisanego systemu, zapewnienie stałego dostępu do aktualnych zobrazowań satelitarnych.

b/ Przewidywane metody i przyrządy do opracowania innego rodzaju informacji o terenie

Istniejące obecnie komputerowe systemy przetwarzania zobrażeń satelitarnych umożliwiają jedynie automatyczne manipulowanie obrazami i ekstrakcję informacji strukturalnych w skali mapy. Identyfikacja grup obiektów lub poszczególnych obiektów naziemnych dokonywana jest przez człowieka - operatora systemu. Taki sposób działania czyni systemy te nie w pełni przydatnymi dla celów rozpoznania wojskowego szczebla taktycznego realizowanego w czasie prawie rzeczywistym. Uniemożliwia bowiem szybką aktualizację zmieniającego się położenia wojsk, a przez to dynamiczną prezentację sytuacji bojowej.

Przewiduje się, że prowadzone intensywne prace nad zagadnieniem tzw. sztucznej inteligencji, doprowadzą do stworzenia możliwości automatycznego rozpoznawania obiektów przez komputerowe systemy teledetekcyjne. Jednocześnie stałe podwyższanie rozdzielczości naziemnej zobrażeń satelitarnych stworzy przesłanki funkcjonalne do stosowania operacyjnego tych systemów. Ich włączenie do zautomatyzowanych stanowisk dowodzenia umożliwi dowódcom i sztabom posiadanie stałego wglądu w zmienną sytuację bojową szczebla operacyjnego i taktycznego.

Obieg informacji w tak projektowanym systemie opracowania informacji o terenie i jego pokryciu będzie miał następującą postać:

1. Użytkownik terminalu zautomatyzowanego systemu dowodzenia o strukturze sieciowej, będzie posiadał zapisany na magnetycznych lub optycznych nośnikach danych zbiór informacji topograficznych obejmujący rejon zainteresowań.

2. Zespół sensorów naziemnych, lotniczych i kosmicznych będzie przekazywał wstępnie przetworzone i zagregowane informacje do ośrodków odbioru, przetwarzania i dystrybucji danych według obszarów działań. Przetwarzanie danych w tych ośrodkach będzie obejmować przede wszystkim automatyczną identyfikację obiektów według ich cech obrazowych oraz sporządzanie charakterystyk i opisów szczegółowych. Dotyczy to zarówno statycznych cech terenu, jego pokrycia, rozbudowy operacyjnej, jak i elementów dynamicznych np. zmian wynikających z użycia broni masowego rażenia oraz elementów ugrupowania wojsk, systemów uzbrojenia i in.
3. Opracowane w powyższy sposób dane będą następnie przekazywane przez techniczne środki łączności do poszczególnych użytkowników w sztabach lub na SD, gdzie dokonana zostanie ich konwergencja z informacjami topograficznymi.

Zorganizowany w ten sposób system będzie miał dwie zasadnicze zalety:

- niezależnie od ewentualnych problemów z pozyskiwaniem lub transmisją danych, użytkownik stale posiada na swym SD pełny zbiór informacji topograficznych odpowiadający zakresowi treści mapom topograficznym;
- poprzez rozśrodkowanie i powielenie banków danych uzyskuje się znaczne zwiększenie odporności na zniszczenie całego systemu i zmniejszenie jego możliwości funkcjonalnych.

Przewiduje się, że systemy tego typu zostaną wdrożone w armiach potencjalnego przeciwnika w połowie lat dziewięćdziesiątych.

1.2.3. PROGNOZY DOTYCZĄCE METOD PRZESYŁANIA I WYKORZYSTANIA INFORMACJI O TERENIE

- a/ w sztabach wojsk różnych szczebli dowodzenia
- b/ w polowych stanowiskach dowodzenia
- c/ na stanowiskach bojowych

Przewiduje się, że dzięki dostarczaniu przez specjalizowane instytucje kartograficzne NATO i USA informacji z cyfrowych baz danych, powstaną możliwości ich bezpośredniego wykorzystania w zintegrowanych systemach C³I /dowodzenia, kontroli realizacji zadań, łączności i rozpoznania/ szczebla taktycznego. Prowadzone są badania nad bardzo specjalizowanym i szczegółowym wykorzystaniem informacji o terenie w celu określenia jego wpływu na działania bojowe wojsk własnych i nieprzyjaciela. Istotnym jest także sposób i forma transmisji tych danych analitycznych do użytkownika tj. sztabów i stanowisk dowodzenia. Przewiduje się wykorzystywanie do tego szybkich łączy teletransmisyjnych, zaś w celu prezentacji opracowań-grafoskopów i urządzeń kreślących. Jednocześnie z uwagi na koszty i czas konieczne do tworzenia cyfrowych baz danych terenowych niezbędne jest wstępne precyzyjne określenie celów jakie przy ich pomocy będą realizowane. Prace studialne prowadzone w odpowiednich instytucjach sił zbrojnych USA wyznaczyły kierunki rozwoju w zakresie zautomatyzowanych systemów dowodzenia, określając jednocześnie miejsce i rolę w tych systemach informacji o terenie. Zasadnicze znaczenie nadano możliwości precyzyjnej dynamicznej lokalizacji celów, która obejmuje dwa zasadnicze zbiory informacji; pierwszym z nich są dane rozpoznawcze przekazywane z systemu czujników, drugim zaś bank danych zawierający szczegółową wiedzę o terenie, w którym odbywają się działania. Krytycznym elementem w sieci komputerowej systemu dowodzenia jest baza

analitycznych danych terenowych umożliwiającą geograficzną lokalizację każdego celu poprzez mapę cyfrową.

Drugim zadaniem stawianym w perspektywie najbliższych pięciu lat przed zabezpieczeniem topograficznym zautomatyzowanych systemów dowodzenia będzie określenie własności terenu mających wpływ na:

- planowanie działań wojsk własnych,
- możliwości marszu po liniach komunikacyjnych,
- możliwości przemieszczania wojsk na przełaj,
- określanie obiektów terenowych, których ewentualne zniszczenie ma zasadniczy wpływ na działania przeciwnika,
- określanie możliwości maskowania i ukrycia.

Wiąże się to z koniecznością stworzenia i wdrożenia nowej doktryny zabezpieczenia topograficznego działań bojowych. Główne postulaty tej doktryny znane są już teraz, zaś ich dopracowanie i wdrożenie do armii państw NATO przewidziane jest na dekadę lat dziewięćdziesiątych. Zasadniczym celem ma być stworzenie systemu informacyjnego obejmującego wszystkie dane terenowe, w miejsce istniejących obecnie systemów informatycznych zawierających informacje wycinkowe. Postulaty stawiane nowemu systemowi informacyjnemu, będącego elementem sieci C³I są następujące:

1. Pełna kompleksowość danych;
2. Możliwość prezentacji informacji topograficznych w czasie zbliżonym do rzeczywistego;
3. Zdolność do akceptacji danych pochodzących z różnych źródeł, w tym przede wszystkim z sensorów naziemnych, lotniczych i kosmicznych;
4. Możliwość różnorodnych form prezentacji informacji kompleksowych i tematycznych np. w postaci wydruków, wyrysów map, zobrażeń na ekranach monitorów i in.

5. Budowa typu sieciowego, zwiększająca niezawodność i odporność na zniszczenie systemu poprzez rozśrodkowanie danych w niezależnych bankach informacji zlokalizowanych w sztabach i na poszczególnych stanowiskach dowodzenia będących węzłami systemu.

Można założyć, że wprowadzane zautomatyzowane systemy dowodzenia szczebla taktycznego będą przy pomocy nowoczesnej techniki komputerowej zbierać i przetwarzać informacje o charakterystyce sił przeciwnika, ich położeniu i ruchach. Dane te muszą być następnie zinterpretowane i rozpatrzone na tle mapy cyfrowej. Zbioreza informacja przekazywana do polowych stanowisk dowodzenia i stanowisk bojowych musi zawierać następujące elementy:

- położenie celu,
- rodzaj celu,
- parametry ruchu w odniesieniu do pokrycia i ukształtowania terenu,
- przypuszczalny czas, w którym cel osiągnie rejon krytyczny,
- możliwości dotyczące sposobu osiągnięcia celu i jego zniszczenia.

Wydaje się, że najbardziej efektywnym zastosowaniem danych cyfrowej analizy terenu będzie stworzenie możliwości dynamicznej prezentacji celów. Możliwość manipulowania danymi cyfrowej analizy terenu w celu przewidywania położenia wybranego obiektu /celu/ i oszacowania możliwości jego zniszczenia ułatwi dowódcom i sztabom podejmowanie decyzji w zakresie dyslokacji wojsk własnych. Istotną zaletą jest możliwość przewidywania z jaką prędkością i gdzie mogą przemieścić się siły przeciwnika w zależności od ukształtowania terenu, gruntów, warunków meteorologicznych i pokrycia.

Na obszarach zidentyfikowanych jako najbardziej przydatne do marszu na przełaj lub po liniach komunikacyjnych, mogą być prowadzone poszukiwania w celu określenia potencjalnych punktów lub rejonów dławienia marszu w sposób najbardziej dotkliwy dla atakującego przeciwnika. Zniszczenie pojedynczego mostu lub odcinka drogi - co wstrzyma marsz całej kolumny - jest znacznie bardziej efektywne niż niszczenie pojedynczych pojazdów, zniszczenie zaś mostu możliwego do obejścia przez nieprzyjaciela nie ma sensu.

Przewiduje się dwutorowość przekazywania informacji topograficznych do użytkowników /sztabów i stanowisk dowodzenia/. Standardowe dziś wojskowe mapy topograficzne zostaną zastąpione przez magnetyczne lub optyczne nośniki informacji z zapisanymi na nich pełnymi danymi kartograficznymi. Będą one dostarczane do użytkowników podobnie jak dziś mapy topograficzne. Informacje pochodzące z sensorów naziemnych, lotniczych i kosmicznych będą przekazywane do stanowisk dowodzenia wyposażonych w specjalizowany sprzęt komputerowy poprzez łącza teletransmisyjne, zapewniające szybką i bezbłędną transmisję danych. W urządzeniach zautomatyzowanego systemu dowodzenia nastąpi połączenie tych danych, ich przetworzenie do postaci, w której stanowią istotny czynnik wspomagający proces decyzyjny.

BIBLIOTEKA NAUKOWA ASB WP
Archiwum Zbiorów Specjalnych

Nr ewid.

4078