

A 19111

KOMITET GEODEZJI POLSKIEJ AKADEMII NAUK

GEODEZJA I KARTOGRAFIA

KWARTALNIK NAUKOWY
TOM II ♦ ZESZYT 4

WARSZAWA 1953

KOMITET GEODEZJI POLSKIEJ AKADEMII NAUK

GEODEZJA
I KARTOGRAFIA

KWARTALNIK NAUKOWY
TOM II ❖ ZESZYT 4

Egzemplarz okazowy



1 9 5 3

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

Jan Różycki (redaktor naczelny), Bronisław Dzikiewicz (zastępca redaktora), Marian Brunon Piąsecki (sekretarz)

RADA REDAKCYJNA

Franciszek Biernacki, Tadeusz Kochmański, Zygmunt Kowalczyk, Stanisław Kryński, Henryk Leśniak, Janusz Tymowski

Adres Redakcji: Politechnika Warszawska,
Warszawa, Pl. Jedności Robotniczej 1

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE — W A R S Z A W A 1953

Nakład 1000	Oddano do składania 1/X. 1953
Ark. wyd. 5,4 druk. 4,5	Podpisano do druku 24/XI. 1953
Papier dr. sat. 60 g 70×100/16 V kl.	Druk ukończono 30/XI. 1953
Cena zł 6,50	Zam. Nr 624/152 — K-4-82130

POZNAŃSKA DRUKARNIA NAUKOWA — POZNAŃ, FREDRY 10

Ł. Awdiejew

Moskwa

Jednolity układ współrzędnych i warunki jego wprowadzenia

W interesie ZSRR i krajów demokracji ludowej leży rozwijanie środków, które przyczyniają się do pogłębienia łączności między krajami obozu pokoju i postępu, m. in. w dziedzinie geodezji i topografii, co przyspieszy dalszy kulturalny i ekonomiczny rozkwit tych krajów i wzmocnienie ich obronności w walce o powszechny pokój.

Doświadczenia socjalistycznego budownictwa w Związku Radzieckim wykazały, że właściwe ustawienie prac astronomiczno-geodezyjnych, topograficznych i kartograficznych jest zagadnieniem o dużym znaczeniu państwowym, wobec czego prace te powinny opierać się na mocnych podstawach naukowych.

Wysiłek kartografii radzieckiej poszedł w zasadniczym kierunku powiększenia skal map topograficznych, powiększenia dokładności kartometrycznej map i wzbogacenia ich treści. Wynikało to z potrzeb i interesów gospodarki narodowej i obronności kraju.

Aby powiększyć dokładność kartometryczną mapy, należy w pierwszym rzędzie zapewnić wysoką dokładność i jednolitość matematycznej podstawy mapy, tj.:

- Ustalić taką elipsoidę odniesienia, która by w najlepszy sposób przedstawiała geoide.
- Ustalić takie odwzorowanie, którego zniekształcenia nie przekraczałyby graficznych błędów pomiaru na mapie, nawet przy odwzorowaniu możliwie dużych obszarów.
- Założyć w terenie taką osnowę geodezyjną i opracować ją takimi metodami, aby otrzymane współrzędne i wysokości punktów gwarantowały dokładność zdjęć, wykonywanych w dużych skalach.
- Przyjąć dla całego terytorium, podlegającego opracowaniu kartograficznemu, jednolity układ współrzędnych geodezyjnych i wysokości, tak aby wszystkie arkusze mapy zajmowały ściśle określone położenie, bez przerw lub wzajemnego pokrywania się.

Bardzo często w literaturze zagranicznej można spotkać się z poglądem, że dla krajów zajmujących niewielkie terytorium wybór elipsoidy odniesienia, punktu wyjściowego, odwzorowania i metod opracowania sieci jest bez znaczenia. W krajach demokracji ludowej, które weszły zdecydowanie na drogę budowy socjalizmu, taki pogląd nie może mieć miejsca jako pozbawiony podstaw naukowych.

Gdyby kraje demokracji ludowej w dziedzinie opracowywania map dla swych terytoriów miały pozostać przy istniejących w każdym kraju różnych elipsoidach, odwzorowaniach i układach współrzędnych, to nie byłoby to zgodne z zadaniami socjalistycznego budownictwa i wzmacnianiem obronności tych krajów. Przy takim stanie rzeczy nie można by, gdyby zaszła tego potrzeba, zespołowo i w odpowiedni sposób wykorzystywać wyników prac geodezyjnych i kartograficznych ani w celach naukowych, ani w narodowo-gospodarczych, ani też w obronnych.

Dla zilustrowania powyższego wystarczy jeden przykład. Gigantyczne budowle komunizmu, które z inicjatywy tow. Stalina powstają obecnie w ZSRR na Wołdze, Dnieprze i Amu-Darii, obejmują swoim wpływem (tylko odnośnie do zagadnień zraszania i nawadniania) terytorium, równe łącznemu obszarowi Czechosłowacji i Bułgarii. Budowle takie można przeprowadzać tylko opierając się na pracach topograficzno-geodezyjnych o wysokiej dokładności, wykonanych w jednolitym układzie współrzędnych.

Bardzo możliwe, że bliski jest moment, gdy rzeka tak bogata w zasoby energetyczne, jak Dunaj, będzie także wykorzystana, podobnie jak Wołga, dla zbudowania ekonomicznych podstaw socjalizmu w krajach demokracji ludowej: w Rumunii, w Bułgarii, na Węgrzech i w Czechosłowacji. Do wykorzystania zasobów energetycznych tej rzeki przystąpiono już zresztą w Rumunii i Bułgarii. Lecz jest to dopiero początek. Kiedy przystąpi się do wykorzystania w pełnej mierze zasobów energetycznych basenu Dunaju, wówczas niezbędne będzie zjednoczenie wysiłków geodetów i topografów tych krajów, potrzebna będzie wspólna osnowa geodezyjna i dokładna mapa topograficzna, wykonana w jednolitym układzie współrzędnych.

Można przytoczyć wiele innych przykładów, potwierdzających konieczność ujednoczenia naukowych i praktycznych założeń w dziedzinie geodezji i kartografii w krajach obozu pokoju i postępu. Trzeba pamiętać, że kraje te zajmują obszar równy $\frac{1}{3}$ powierzchni wszystkich lądów, położony zwarcie i przedstawiający w istocie rzeczy jednolity kontynent. Obecnie, kiedy w krajach tych obalone zostały podstawy kapitalizmu i znikły przyczyny ich dawnej wzajemnej izolacji — można i należy w naukowych badaniach powierzchni i figury Ziemi, zawsze stanowią-

cych szlachetny temat dociekań ludzkich, zjednoczyć nasze wysiłki i udoskonalić to dzieło według jednolitego programu, dla dobra naszych narodów i całej ludzkości.

Jeśli zgodzić się z powyższymi założeniami, wynikającymi ze wspólnych interesów naukowych, narodowo-gospodarczych i obronnych, to powstaje problem od czego zaczynać, czym konkretnie rozporządzamy, jakie istnieją możliwości, aby pomyślnie przeprowadzić gruntowną reformę w pracach geodezyjnych — to jest przyjąć jedną elipsoidę, jednolity układ współrzędnych, jednolite odwzorowanie kartograficzne i jednolite naukowe metody zakładania i opracowywania osnowy geodezyjnej, czyli astronomiczno-geodezyjnych sieci 1 rzędu.

Aby odpowiedzieć na te pytania, konieczne jest przeprowadzenie chociażby pobieżnej analizy prac dokonanych dotychczas w krajach środkowo-europejskich, w związku z zakładaniem triangulacji I rzędu.

Krótki przegląd triangulacji I rzędu na obszarze Europy środkowej i południowo-wschodniej

Z początkiem drugiej wojny światowej (1939—1941) terytorium Europy środkowej i południowo-wschodniej było pokryte gęstą siecią triangulacji I rzędu.

Główna osnowa geodezyjna na tym obszarze składała się z oddzielnych triangulacji państwowych, z których każda miała oczywiście swoją historię rozwoju i swoje cechy indywidualne.

W większości krajów prace przy zakładaniu triangulacji I rzędu były rozpoczęte jeszcze w ubiegłym stuleciu, lecz nawet do roku 1941 nie były doprowadzone do takiego stanu, aby triangulacja każdego państwa przedstawiała jedną całość, jednorodną pod względem jakości dokonanych pomiarów oraz pod względem zabezpieczenia w bazy i punkty astronomiczne.

W Austrii nową siecią było pokryte około 50% terytorium kraju. W zachodniej części kraju do tej pory zachowała swoje znaczenie stara triangulacja austro-węgierska, licząca niemal sto lat (1842–1898). Nowa sieć, tak jak i stara, opiera się na starych bazach, mierzonych łątami. Stara sieć ma 5 punktów Laplace'a. W nowej sieci punktów Laplace'a w ogóle nie wyznaczono. W starej sieci odchyłka zamknięcia trójkątów osiąga wielkość 8,5" przy średnim błędzie kąta $\pm 0,92''$.

W ten sposób triangulacja Austrii, składająca się z dwóch różnorodnych części, nie może być uznana za pełnowartościową.

W Albanii w latach 1930—32 Włosi założyli powierzchniową sieć I rzędu, pomierzyli w niej dwie bazy i wyznaczyli dwa punkty Laplace'a. Jakość pomiarów kątowych w sieci nie odpowiada triangulacji I rzędu.

ponieważ średni błąd kąta wynosi $1,5''$, a błąd zamknięcia trójkątów wynosi średnio $2,5''$.

W Bułgarii założono nową sieć powierzchniową I rzędu, w której zmierzono 4 bazy i 14 punktów Laplace'a. Jakość tej sieci w pełni odpowiada współczesnym wymaganiom.

Na Węgrzech nowa sieć była założona tylko w środkowej części kraju. Na większej części obszaru pozostała stara triangulacja austro-węgierska, zbudowana w zachodniej swej części jako sieć powierzchniowa, na wschodzie zaś w formie jednego podwójnego łańcucha trójkątów, stanowiącego część pomiaru stopnia wzdłuż równoleżnika 48° . Wobec niejednorodności sieci nie można uważać jej za pełnowartościową.

W Niemczech sieć I rzędu powstawała w ciągu przeszło stu lat i z tego względu składa się z niejednorodnych co do jakości fragmentów. Średni błąd zamknięcia trójkątów waha się w granicach od $0,4''$ do $2,4''$, a średni błąd pomiaru kąta od $0,3''$ do $1,2''$. Pomiaru licznych baz, wykonane latami, nie zostały do dnia dzisiejszego powtórzone.

W Grecji sieć I rzędu uważa się za zakończoną. Pomierzono w niej 5 baz, lecz tylko 5 punktów Laplace'a, po jednym w każdej sieci bazowej. Pod względem dokładności pomiaru kątów sieć ta w wielu rejonach nie odpowiada wymaganiom triangulacji I rzędu, ponieważ błąd zamknięcia trójkątów dochodzi w niej do $12''$, a średni błąd pomiaru kąta do $2,1''$.

We Włoszech jakość sieci podobna jest do sieci greckiej, różni się jednakże tym, że ma ponad 20 punktów Laplace'a. Bazy zmierzono w zeszłym stuleciu latami.

W Polsce sieć I rzędu była zakładana w postaci układu poligonów; niektóre poligony wypełnione zostały siecią powierzchniową. Sieć Polska (1920—1939) jest dobra, jeżeli chodzi o jakość pomiarów kątowych i ma dostateczną ilość dobrze wyznaczonych punktów Laplace'a. Wykonanie tej sieci nie zostało jednak daleko zaawansowane.

W Rumunii sieć I rzędu wykonana jest w formie podwójnych łańcuchów trójkątów, stanowiących poligony zamknięte. W niektórych poligonach założono sieć powierzchniową. W sieci rumuńskiej zmierzono 9 baz, lecz zaledwie na czterech z nich określono po jednym punkcie Laplace'a. Pod względem pomiarów kątowych sieć nie jest jednorodna. Średni błąd zamknięcia trójkątów waha się w granicach od $0,6''$ do $1,7''$, a średni błąd pomiaru kąta — od $0,5''$ do $1,4''$. W sieci spotyka się trójkąty, w których błąd zamknięcia osiąga $8-10''$.

W Czechosłowacji nowa sieć jest zakończona. Ma ona 15 punktów Laplace'a. Sieć odznacza się wysoką dokładnością pomiarów kątowych. Jediną jej wadą jest przestarzały pomiar baz, pomierzonych latami w zeszłym stuleciu.

W Jugosławii sieć I rzędu jest niejednorodna. Równoległe z nowymi sieciami wykorzystywana jest jeszcze stara sieć austro-węgierska. Nowe bazy pomierzono jedynie na łukach pomiaru stopnia, pozostała część sieci opiera się na starych bazach, pomierzonych łatami. Punktów Laplace'a założono bardzo mało. W nowej sieci dokładność pomiarów kątowych nie jest wysoka.

Tak przedstawiałyby się pokrótce ogólny stan sieci Europy środkowej i południowo-wschodniej w latach 1939—1941. Dla pełnego obrazu dodać należy, że sieci między poszczególnymi państwami były niedostatecznie powiązane.

Jeśli chodzi o metody pomiarowe, to nie obowiązywały jednakowe wymagania techniczne. Tak więc przy nowych pomiarach bazowych z użyciem drutów Jaederina, stosowano różne programy, a pomiary przeprowadzano przy pomocy niejednakowej ilości drutów. Na przykład w Albanii bazy mierzono dwa razy, lecz jednym drutem; w Bułgarii do pomiaru używano dwóch drutów i każdy odcinek mierzono przy pomocy obu drutów, dwa razy wprost i dwa razy w kierunku powrotnym. W niektórych krajach do pomiaru baz nie wprowadzano poprawek wynikających z braku symetrii krzywej łańcuchowej, z pochyłości podziałek oraz ze zmiany siły ciężkości w miejscu pomiaru bazy w stosunku do miejsca komparacji drutów.

Przy pomiarach astronomicznych stosowane były różnorodne metody i programy obserwacji. Na przykład dla wyznaczenia szerokości geograficznej stosowano metodę Struvego, Sternecka, Talcotta i inne. Przy wyznaczaniu azymutu z Gwiazdy Biegunowej stosowano od 4 do 24 serii pomiaru kąta pomiędzy gwiazdą i miejscowym przedmiotem, itd. Przy obliczeniach opierano się na różnych katalogach gwiazd. W niektórych krajach nie uwzględniano poprawek ze względu na ruch bieguna, ze względu na błędy osobowe obserwatorów, itp.

Obserwacje kątów w triangulacji wykonywane były także różnymi metodami i przy różnej ilości serii.

Z analizy sieci geodezyjnych, założonych na terenach Europy środkowej i południowo-wschodniej, według stanu w latach 1939—1941 (stan tych sieci po tym terminie na ogół mało się zmienił) można wysnuć następujące wnioski:

1. Triangulacje I rzędu składają się z licznych oddzielnych członów, nie zakończonych i niejednorodnych pod względem okresu wykonania, metodyki i dokładności przeprowadzonych pomiarów.

2. Sieci opierają się na pomierzonych bazach, których rozwinięcia na boki wyjściowe przeprowadzane były za pomocą sieci bazowych o kształcie z reguły bardzo zawiłym. Odległości pomiędzy bazami wynoszą średnio

150—200 km, nieraz jednak dochodzą do 300—350 km. Obok nowych baz, pomierzonych drutami Jaederina, dotychczas wykorzystywane są bazy stare, pomierzone łałami. Co do metodyki pomiarów i obliczeń, wyniki pomiarów baz są niejednorodne.

3. Jednym z głównych wymagań w państwowej triangulacji I rzędu jest należyście przemyślane rozmieszczenie punktów Laplace'a. Jednakże w większości rozpatrzonych triangulacji ta sprawa nie została należyście rozwiązana. Sieć punktów Laplace'a jest bardzo rzadka, zaś ich zagęszczenie w poszczególnych krajach jest różne. Rozmieszczenie punktów Laplace'a jest bezplanowe. W jednych triangulacjach są one rozmieszczone tylko w sieciach bazowych, w innych między tymi sieciami, jeszcze w innych — na oddzielnych punktach triangulacji I rzędu. Na większości punktów wykonano jednostronne wyznaczenie azymutów boków sieci. Pod względem metodyki pomiarów i obliczeń otrzymane wyniki wyznaczeń astronomicznych są niejednorodne.

4. Prace grawimetryczne były dopiero w zaczątku i wykonywano je głównie na obszarach występowania złóż mineralnych. Zadanie wykonania całkowitego zdjęcia grawimetrycznego nie było stawiane, a wykorzystanie grawimetrii w geodezji nie miało miejsca.

5. Z powodu braku powiązania sieci geodezyjnych wzdłuż granic państwowych triangulacja jako całość nie stanowi jednolitego systemu.

W ten sposób sieci Europy środkowej i południowo-wschodniej wymagają rekonstrukcji zgodnie z ostatnimi osiągnięciami nauki geodezyjnej.

Krótki przegląd układów współrzędnych

Dla opracowania triangulacji przyjmuje się w państwach środkowo-europejskich różne elipsoidy, różne punkty wyjściowe i różne odwzorowania. Najbardziej rozpowszechniona jest elipsoida Bessela, której rozmiary były obliczone w roku 1841, na podstawie pomiarów stopnia na łukach o nieznacznych długościach i nie powiązanych między sobą. Elipsoida Hayforda, obliczona na podstawie sieci astronomiczno-geodezyjnej USA, nie znalazła szerszego zastosowania, pomimo zalecenia jej w roku 1924 przez Międzynarodową Unię Geodezyjną jako elipsoidy międzynarodowej (co prawda uchwałę tę przegłosowano zaledwie większością dwóch głosów: 19 za, 17 przeciw, przy czym ZSRR nie był na tej konferencji reprezentowany).

W każdym kraju triangulację obliczano od własnego punktu wyjściowego. Wyjątek stanowią: Austria, Czechosłowacja i Jugosławia, gdzie jako punkt wyjściowy zachowano Hermannskogel, położony w okolicach Wiednia. Punkt ten był uprzednio punktem wyjściowym starej triangulacji Austro-Węgier.

Współrzędne punktów wyjściowych ustalono różnymi drogami, zwykle jednak ich współrzędne astronomiczne przyrównywano do współrzędnych na przyjętej elipsoidzie, bez uwzględnienia wpływu odchylenia pionu.

Współrzędne astronomiczne większości punktów wyjściowych wyznaczone były w zeszłym stuleciu. Ponieważ służba radiotelegraficzna w tym okresie jeszcze nie istniała, telegraficzna zaś łączność między punktami astronomicznymi nie zawsze była możliwa, długości geograficzne punktów wyjściowych przyjmowane były często za równe 0^0 , tj. południki punktów wyjściowych uważano za początkowe i od nich rachowano długości wszystkich punktów sieci. Po roku 1920 obserwacje astronomiczne zostały powtórzone na niektórych punktach wyjściowych. Rezultaty tych wyznaczeń różniły się niekiedy znacznie od wartości otrzymanych poprzednio i stosowanych w pracach geodezyjnych i kartograficznych. Nowe wyznaczenia praktycznie nie były wykorzystane, ponieważ musiałyby to niechybnie spowodować przeliczenie wszystkich triangulacji, a w poszczególnych przypadkach nawet ponowne wydanie map topograficznych.

Przy opracowywaniu wyników prac topograficzno-geodezyjnych stosowane były nie tylko różne elipsoidy i punkty wyjściowe, lecz również najróżnorodniejsze odwzorowania.

W pracach geodezyjnych państw środkowo-europejskich stosowano siedem różnych odwzorowań. Wśród nich najszersze zastosowanie znalazło odwzorowanie Gaussa z 3^0 szerokością pasów południkowych, przy czym południki osiowe tych pasów liczono od różnych południków początkowych (od Greenwich, Ferro lub od południków punktów wyjściowych).

Tak więc osnowa geodezyjna krajów Europy środkowej i południowo-wschodniej jest bardzo różnorodna wskutek istnienia wielkiej ilości niezależnych układów współrzędnych z różnymi elipsoidami, punktami wyjściowymi, orientacjami i odwzorowaniami. Ta różnorodność doprowadziła do powstania wielu układów współrzędnych, co odbija się wyraźnie na rezultatach prac topograficznych.

Rozpatrzmy zagadnienie wyrównania triangulacji I rzędu. W wielu państwach środkowo-europejskich wyrównanie triangulacji I rzędu wykonano prymitywnymi metodami i tylko dla celów czysto praktycznych, związanych z projektowaniem i realizacją prac topograficzno-geodezyjnych na obszarach o niewielkiej powierzchni. Zrozumiałe jest, że w wyniku złego wyrównania pomierzone kierunki doznawały bardzo znacznych zniekształceń.

Podamy kilka przykładów. W Niemczech łańcuchy i sieci trójkątów starej triangulacji pruskiej początkowo wyrównane były oddzielnie jako niezależne układy, a następnie kolejno dowiązywane do poprzednio wyrównanych łańcuchów i sieci. Sieci przyłączone po roku 1900 początkowo

wyrównywano wprowadzając tylko warunki figur i warunki sinusowe, a potem sieci te transformowano przy pomocy przybliżonej metody Helmerta. Jako współrzędne wyjściowe dla transformacji przyjmowano współrzędne punktów starych triangulacji, wyrównanych wcześniej według wskazanej wyżej metody. Jak należało oczekiwać, w wyniku takiej metody wyrównywania powstały na stykach sąsiadujących ze sobą sieci znaczne sięgające kilkudziesięciu metrów szczytkowe niezgodności na punktach wspólnych.

W Austrii i Jugosławii przy wyrównywaniu poszczególnych fragmentów nowych sieci przyjmowano za wyjściowe współrzędne starych punktów, niepewnie wyznaczonych w zeszłym stuleciu z wyrównania starej triangulacji austro-węgierskiej przy pomocy przybliżonej metody Weikslera. W Jugosławii na przykład dla trzech dużych fragmentów, pomierzonych ze średnim błędem kątowym około 1", otrzymane z wyrównania poprawki kierunków osiągały 3", a błędy kątów wyrównanych przekraczały 1,5 do 2 razy błędy pomiaru kątów obliczone według wzoru Ferrero. Wskazuje to wyraźnie na fakt, że formalne przeprowadzenie wyrównania dało wprawdzie pewną zgodność w sieciach, lecz tak silnie zniekształciło pomierzone elementy, że w istocie sieć wyrównana utraciła dokładność, a tym samym straciła swoje znaczenie sieci I rzędu.

Podobnie kształtowała się sytuacja w większości krajów środkowo-europejskich, z wyjątkiem Bułgarii i Czechosłowacji, gdzie sieci wyrównywane były jako całość. W pozostałych krajach wyrównanie było przeprowadzane niewielkimi fragmentami, w miarę kończenia na danym obszarze prac polowych. Każdy zaś nowy fragment dowiązywano do części sieci poprzednio wyrównanej. Przy tym długości baz były redukowane do poziomu morza, a sieci przy opracowywaniu nie były rzutowane na powierzchnię przyjętej elipsoidy, lecz rozwijane na niej. Triangulację orientowano tylko według jednego azymutu, wyznaczonego z obserwacji astronomicznych na punkcie wyjściowym. Wyznaczone punkty Laplace'a nie były przy wyrównaniu wykorzystywane. Na wielu punktach I rzędu wyznaczono astronomiczną szerokość i długość (bądź szerokość i azymut), lecz i te dane pozostały nie wykorzystane.

Niedocenianie zagadnień opracowania sieci istniało prawie we wszystkich państwach, a łączne wyrównanie rozległych sieci uważano za zadanie trudne do wykonania. Teoretycznie zagadnienia te nie były opracowane. Dlatego wiele państw szło po linii najmniejszego oporu, wyrównując swoje sieci nie łącznie, jak to na przykład zrobiono w ZSRR i w Bułgarii, lecz oddzielnymi częściami, jak to zrobiono w Niemczech.

Niedocenianie zagadnień opracowania sieci, roli punktów Laplace'a i w ogóle astronomicznego i grawimetrycznego uzbrojenia sieci geodezyj-

nych wyjaśnia się zakorzenionym w krajach europejskich poglądem na triangulacje państwowe jako na sieci czysto geodezyjne, które można zakładać bez uwzględnienia pomiarów astronomicznych i bez stosowania ścisłych metod opracowania, o ile sieci te mają charakter powierzchniowy i pokrywają stosunkowo niewielkie terytoria. Bezpośrednim następstwem takiego poglądu było to, że prace astronomiczne wykonywane były z reguły znacznie później niż sama triangulacja, a niekiedy nawet po zakończeniu tak zwanego „ostatecznego“ wyrównania triangulacji I rzędu w danym państwie.

Uważano przy tym, że sieć astronomiczno-geodezyjna potrzebna jest tylko dla rozwiązania jakichś wysokich „naukowych“ zadań, bez których produkcja może się obyć.

Takie podejście do państwowej sieci podstawowej powinno być w krajach demokracji ludowej gruntownie zrewidowane i odrzucone jako nie naukowe. Gdyby geodeci radzieccy postępowali według tego poglądu, nie stworzyliby nigdy pełnowartościowej państwowej sieci podstawowej I rzędu.

Osiągnięcia geodezji radzieckiej w tworzeniu wysokowartościowej osnowy na ogromnym terytorium stanowią niewątpliwie bardzo cenny wkład do nauki światowej, co wysuwa geodezję radziecką na pierwsze miejsce i czyni ją przodującą.

Ścisłe i łączne wyrównanie sieci astronomiczno-geodezyjnej dostarczyło jednolitego układu współrzędnych geodezyjnych na całym terytorium Związku Radzieckiego, który to układ nosi nazwę „układu współrzędnych 1942 roku“. Olbrzymia ta praca została wykonana przez geodetów radzieckich w krótkim czasie tylko dzięki wysokiemu rozwojowi kulturalnemu i technicznemu, który osiągnęła nauka i praktyka geodezji radzieckiej w latach stalinowskich pięciolatek budowy socjalizmu w ZSRR.

Geodeci krajów demokracji ludowej powinni możliwie jak najszybciej postawić swoje prace geodezyjne, topograficzne i kartograficzne na poziomie współczesnych osiągnięć naukowych, jak tego wymagają zadania gospodarki narodowej, budownictwa socjalistycznego i umocnienia obronności tych krajów.

Ustalenie we wszystkich krajach demokracji ludowej jednolitych wyjściowych danych geodezyjnych i rozmiarów elipsoidy odniesienia jest w tej chwili tym głównym ogniwem, które należy uchwycić w pierwszej kolejności, aby uzyskać cały łańcuch dalszych etapów postępowania dla stworzenia osnowy geodezyjnej o wysokiej dokładności oraz państwowych map topograficznych zdolnych zaspokoić potrzeby gospodarki narodowej i obronności.

Rozstrzygnięcie tego ważnego i trudnego zagadnienia może być znacznie przyspieszone i ułatwione, jeśli geodeci krajów demokracji ludowej wykorzystywać będą doświadczenia i naukowo-praktyczne osiągnięcia geodetów radzieckich w tej dziedzinie. W szczególności geodeci radzieccy, w związku z wyznaczeniem elementów elipsoidy Krasowskiego, wykonali wielką pracę łącznego wyrównania szeregu poligonów triangulacji środkowo-europejskich, co dla geodetów krajów demokracji ludowej może mieć duże znaczenie praktyczne w związku ze sprawą wprowadzenia jednolitego układu współrzędnych.

A oto krótka analiza rezultatów tej pracy, przeprowadzonej przez geodetów radzieckich.

*Analiza rezultatów wspólnego wyrównania poligonów
środkowo-europejskich triangulacji I rzędu, wykonanego w ZSRR
w związku z wyznaczeniem elementów elipsoidy Krasowskiego*

Jak już wspomniano, celem rozwiązania szeregu zadań naukowych i praktycznych, a w szczególności celem rozstrzygnięcia kwestii, jak dalece elipsoida Krasowskiego jest odpowiednia dla terytorium Europy zachodniej, geodeci radzieccy przeprowadzili wspólne opracowanie materiałów astronomiczno-geodezyjnych triangulacji I rzędu krajów środkowo-europejskich.

Jako punkty wyjściowe przyjęto punkty sieci astronomiczno-geodezyjnej, wyrównanej na elipsoidzie Krasowskiego w układzie współrzędnych 1942 roku.

Przy organizacji prac obliczeniowych środkowo-europejskiej triangulacji I rzędu w układzie współrzędnych 1942 r. przyjęto następujące założenia:

Uwzględniając, że w wielu krajach triangulacje nie są zakończone i że wzdłuż granic brakuje ciągłości powiązania geodezyjnego między sieciami państw sąsiadujących, uznano za konieczne poddać wspólnemu wyrównaniu pewien układ poligonów, wydzielając go z całości sieci triangulacji środkowo-europejskich. W charakterze łańcuchów poligonów (ogniw) wykorzystano w pierwszej kolejności łuki współczesnych pomiarów stopnia, a także te łańcuchy trójkątów, które założone były w niektórych krajach zgodnie z przyjętymi w nich schematami wykonywania triangulacji I rzędu w postaci układu poligonów. Pozostałe ogniwa były wybrane z powierzchniowych sieci I rzędu.

Przy formowaniu poligonów zmierzano do tego, by do tych poligonów weszły łańcuchy trójkątów, pewne co do dokładności wykonanych pomiarów kątowych i w należyty sposób wyposażone w bazy i punkty Laplace'a. Ogniwa tworzone były z reguły z pojedynczych łańcuchów trójkątów, jednak w szczególnych przypadkach dopuszczane były łańcuchy podwójne lub tworzone ze złożonych figur geodezyjnych.

Pomiary stopni wchodzące w skład poligonów położone są wzdłuż południków i równoleżników. Taka sama zasada orientacji utrzymana była i przy doborze pozostałych łańcuchów. Ogniwa o skośnych kierunkach, włączone były do poligonów w tych przypadkach, gdy do tego zmuszało rozmieszczenie baz i istniejących powiązań geodezyjnych wzdłuż granic państwowych.

Wierzchołki poligonów wybierane były w miejscach usytuowania siatek bazowych. W razie braku tych siatek, tworzone były specjalne figury węzłowe w miejscach przecinania się łańcuchów, pozwalające na podział sieci na poszczególne ogniwa.

Ze starych triangulacji, wykonanych w ubiegłym stuleciu, wydzielono przy tym takie łańcuchy trójkątów, które co do konstrukcji i co do dokładności dokonanych pomiarów były najodpowiedniejsze.

Wspólne wyrównanie wykonano według kątów na elipsoidzie Krasowskiego z tymi samymi geodezyjnymi danymi wyjściowymi, które były przyjęte przy wyrównywaniu sieci astronomiczno-geodezyjnej ZSRR.

Niezbędne dla wyrównania wyniki pomiarów kątowych i długości wyjściowych boków sieci bazowych potraktowano jako gotowe wprowadzając tylko poprawki uwzględniające redukcję na płaszczyznę odwzorowania Gaussa. Wobec braku potrzebnych danych nie wykonano rzutowania tych elementów na elipsoidę Krasowskiego.

Do wartości azymutów astronomicznych na punktach Laplace'a wprowadzone zostały poprawki ze względu na odchylenie pionu. Obliczone według tych azymutów kąty kierunkowe, przyjęte były przy wyrównywaniu za niezienne, aby wyodrębnić poszczególne fragmenty układu poligonów, oddzielić je od siebie azymutami astronomicznymi i tym samym zmniejszyć granice rozprzestrzeniania się błędów słabych ogniw na pozostałą sieć.

Przechodząc do oceny dokładności wyrównanego układu poligonów, zaznaczamy co następuje:

Dla trójkątów, wchodzących w skład poligonów, średni błąd pomierzonego kąta, obliczony według wzoru Ferrero, wyniósł $0,89''$, a błąd kąta obliczonego z wyrównania okazał się równy $1,15''$. Największa wartość poprawki kątowej osiągnęła $3,7''$.

Przytoczone dane pozwalają na następujące ogólne wnioski o wynikach wyrównania tych poligonów:

1. Na terytorium Europy środkowej udało się stworzyć układ poligonów I rzędu, których współrzędne punktów odniesione są do przyjętych w ZSRR wyjściowych danych geodezyjnych. Wykonane wyrównanie poligonów należy jednak uznać za tymczasowe. Otrzymane wyniki pod względem swej dokładności nadają się do realizacji tak ważnego zadania,

jak wprowadzenie jednolitego układu współrzędnych w krajach demokracji ludowej dla opracowania zdjęć w skalach 1 : 10 000 i mniejszych.

2. Wyniki wyrównania triangulacji środkowo-europejskich wykazały, że elipsoida Krasowskiego jest tak samo odpowiednia dla obszarów Europy środkowej i południowo-wschodniej, jak i dla terytorium ZSRR.

Prace związane z przejściem na jednolity układ współrzędnych dla ZSRR i krajów demokracji ludowej

Powyższe wywody wystarczająco potwierdzają konieczność posiadania w ZSRR i krajach demokracji ludowej jednolitego układu współrzędnych geodezyjnych. Konieczność ta wynika ze wspólnych celów politycznych budowy socjalizmu, zadań gospodarki narodowej oraz zadań naukowych i obronnych obozu pokoju i postępu.

Ponieważ w ogólnej sieci geodezyjnej sieć I rzędu ZSRR zajmować będzie największy obszar i ponieważ jest ona na tej ogromnej przestrzeni wykonana według jednolitych założeń z jednakową dokładnością we wszystkich swoich częściach oraz wyrównana na najdoskonalszej w obecnych czasach elipsoidzie odniesienia, byłoby celowe, aby wszystkie kraje demokracji ludowej przyjęły za wyjściowe rezultaty otrzymane w ZSRR, a mianowicie:

- 1) rozmiar elipsoidy odniesienia Krasowskiego,
- 2) pułkowski układ współrzędnych geodezyjnych 1942 roku,
- 3) odwzorowanie Gaussa z pasami sześciostopniowymi i rachubą długości geograficznych południków osiowych od Greenwich.

W pierwszej kolejności należałoby zapewnić dla praktycznych celów geodezji i kartografii jednolitość w układach współrzędnych z tym, aby mieć możliwość przeprowadzenia jak najszybciej unifikacji map topograficznych w skali 1 : 10 000 i mniejszej z niezbędną dokładnością praktyczną.

Aby wykonać to zadanie, w zupełności wystarczy przyjąć w każdym z krajów — jako dane wyjściowe — współrzędne punktów otrzymane z równoczesnego wyrównania poligonów triangulacji środkowo-europejskich I rzędu, wykonanego w ZSRR w związku z wyprowadzeniem elementów elipsoidy Krasowskiego.

Przyjmując nowy układ współrzędnych trzeba mieć na uwadze, że wszystkie punkty geodezyjne i ramki map, obliczone w nowym układzie współrzędnych, ulegną w stosunku do starego układu współrzędnych pewnym przesunięciom, wynikającym z dwóch przyczyn:

Po pierwsze, nastąpi zmiana współrzędnych geodezyjnych punktu wyjściowego i zmiana rozmiarów elipsoidy. Przesunięcia te mogą osiągać co

do wartości bezwzględnych znaczne wielkości, rzędu setek metrów. Ważne jest jednak to, że będą one miały charakter systematyczny i praktycznie nie będą miały wpływu na rozmiary trapezów map topograficznych.

Po drugie, powstaną zmiany współrzędnych spowodowane nowym wyrównaniem sieci. Trudno przewidzieć, jak wielkie będą te przesunięcia. Można tylko zaznaczyć, że będą one miały charakter przypadkowy, a wielkość ich będzie dość mała lub zupełnie nie wpłynie na prace kartograficzne w skali 1 : 10 000 i mniejszej, co potwierdzają wyniki przeprowadzonego wyrównania.

Podane wyżej wnioski odgrywają pierwszorzędą rolę w pracach kartograficznych, gdyż praktycznie cała praca sprowadza się tylko do przesunięcia ramek arkuszy map, tj. dopasowania map do ramek nowych trapezów, nie wymaga zaś przeprowadzenia nowych zdjęć w terenie. Jest to bardzo ważny czynnik ekonomiczny i praktyczny przy wykonywaniu prac kartograficznych.

Dla celów geodezyjnych trzeba oczywiście przeprowadzić pełne ponowne wyrównanie wszystkich sieci I i II rzędu i przetransformowanie współrzędnych punktów triangulacyjnych niższych rzędów drogą wprowadzenia odpowiednich poprawek (jeżeli sieci te były wcześniej wyrównane z dostateczną dokładnością).

Dalszym kolejnym etapem byłoby uporządkowanie sieci triangulacyjnych I rzędu w każdym kraju, do czego niezbędne będą kilkuletnie prace terenowe. Następnym zadaniem będzie wykonanie ostatecznego równoczesnego opracowania sieci krajów demokracji ludowej.

Przy przejściu na układ współrzędnych 1942 roku, geodeci i kartografowie radzieccy nie napotkali na żadne trudności techniczne, ani w przeliczeniu współrzędnych sieci geodezyjnych, ani w ponownym opracowaniu map. Przejście na nowy układ nie wywołało także żadnych praktycznych zakłóceń w pracy organizacji państwowych, posługujących się dla swoich celów mapami i współrzędnymi punktów geodezyjnych. Z gospodarczego punktu widzenia ta olbrzymia w swych rozmiarach reforma geodezyjna przeprowadzona była minimalnym nakładem kosztów. Stało się tak dlatego, że w dziedzinie produkcji geodezyjnej, topograficznej i kartograficznej, ustalony został naukowo opracowany plan przejścia na nowy układ współrzędnych i w planie tym uwzględniono w maksymalnym stopniu interesy zarówno gospodarki narodowej, jak i obrony kraju.

Podstawowe zasady tego planu były następujące:

1. Od chwili uchwały rządu ZSRR, podpisanej przez Józefa Stalina, o przejściu na elipsoidę Krasowskiego i nowy układ współrzędnych,

prace polowe topograficzno-geodezyjne należy prowadzić na całym terytorium kraju w nowym układzie współrzędnych.

2. Porządek przejścia, określony planem, obowiązywał wszystkie organizacje topograficzne kraju.

3. Przeliczenie wyrównawcze starych triangulacji należy przeprowadzić według poligonów I rzędu z zachowaniem następujących reguł:

a) sieci II rzędu należy z reguły wyrównywać na nowo wspólnie i przy pomocy ścisłych metod, z maksymalnym wykorzystaniem rezultatów poprzednich wyrównań,

b) sieci III i IV rzędu, wyrównane poprzednio metodami ścisłymi, mają być przeliczone na nowy układ w drodze wprowadzenia do starych wartości współrzędnych — poprawek, otrzymanych jako średnie wartości ze zmian współrzędnych punktów wyjściowych stanowiących osnowę dla wyrównania tych sieci. Dokładność interpolacji poprawek powinna przy tym odpowiadać dokładności zdjęć i opracowania map w skali 1 : 10 000 i mniejszej. Sieci nie wyrównane poprzednio metodami ścisłymi wymagają nowego wyrównania.

4. Wysokości punktów oblicza się na podstawie przeliczenia wyrównawczego sieci niwelacyjnych. Przeliczenie to dokonuje się według tej samej zasady co przeliczenie sieci triangulacyjnych.

5. Katalogi punktów geodezyjnych, zestawione uprzednio w starym układzie współrzędnych, wycofuje się z użycia dopiero wówczas, gdy dla danego rejonu zostaną ponownie wydane, w nowym układzie współrzędnych, mapy w skali 1 : 100 000 i większej, oraz gdy dla rejonu tego będą wydane nowe katalogi.

6. Kolejność przeliczania sieci geodezyjnych według rejonów określona jest interesami gospodarki narodowej i obrony kraju. Przeliczenie to przeprowadza się według oddzielnego planu, uzgodnionego między zainteresowanymi resortami.

7. Zdjęcia topograficzne i sporządzanie map w starym układzie współrzędnych przeprowadza się tylko w wyjątkowych przypadkach, dla pojedynczych arkuszy.

Jeśli zdjęcia opracowywane w nowym układzie współrzędnych sąsiadują ze zdjęciami starymi, należy przy wykonywaniu prac polowych przewidzieć pas pokrycia, równy półtorakrotnemu przesunięciu nowych ramek planszetów zdjęcia, aby uniknąć przerw między nowymi i starymi zdjęciami.

8. Przepracowanie i wydanie map w nowym układzie współrzędnych należy realizować od razu na pewnych zwartych obszarach, nie zaś pojedynczymi arkuszami. Rejony nowych opracowań i wydań map określa

się w kolejności zależnej od stopnia dezaktualizacji map, wydanych w starym układzie współrzędnych.

Map znacznie przestarzałych z reguły nie przepracowuje się do czasu wykonania nowych zdjęć bądź aktualizacji, lub do chwili wyczerpania się starego nakładu.

9. Przepracowanie map realizuje się w kolejności od skal większych do mniejszych. Wyjątki dopuszczalne są tylko w szczególnych przypadkach.

10. Mapy wydane w starym układzie współrzędnych wycofuje się z obiegu dopiero wówczas, gdy będą wydrukowane mapy w skalach $1 : 25\ 000$ — $1 : 100\ 000$ w nowym układzie współrzędnych.

11. Na stykach rejonów pokrytych mapami w nowym i starym układzie ustanawia się strefę wzajemnego pokrycia o szerokości 1—2 arkuszy mapy.

12. Mapy w skali $1 : 200\ 000$ i mniejszej nie są przepracowywane i ponownie wydawane z racji wprowadzenia nowego układu współrzędnych jeśli podział arkuszy nie zmienia się, ponieważ dla map w tych skalach zmiany w ramach trapezów są nieznaczne. Poprawienie ramek trapezów dla arkuszy map w wymienionych skalach dokonuje się dopiero po wyczerpaniu wydrukowanego nakładu i przy wznowieniu nowego.

13. W razie konieczności wykonania pojedynczych arkuszy map w starym układzie współrzędnych, arkusze te należy wydać w ograniczonym nakładzie.

14. Przepracowanie i wydanie starych map w nowym układzie współrzędnych uzależnione jest od interesów gospodarki narodowej i obrony kraju oraz realizuje się według oddzielnego planu, uzgodnionego pomiędzy zainteresowanymi resortami.

15. W celu przyspieszenia prac kartograficznych oblicza się w nowym układzie „robocze“ współrzędne punktów geodezyjnych, nie czekając na ściśle wyrównanie całej sieci geodezyjnej. Obliczenie współrzędnych roboczych przeprowadza się metodą uproszczonej transformacji starych współrzędnych, tzn. przez wprowadzenie poprawek drogą liniowej interpolacji różnic współrzędnych. Transformacja powinna być przeprowadzona z dokładnością zabezpieczającą graficzną dokładność mapy.

Takie są podstawowe zasady planu przejścia ze starego układu współrzędnych na nowy, którymi w swojej pracy kierowali się geodeci radzieccy. Praktycznie, przepracowanie map sprowadzało się do naniesienia

nowych ramek na czystorysy wydawnicze starych map i do prostego montażu. Obliczono przy tym i zestawiono dla całego obszaru państwa specjalne tablice przesunięć (poprawek) ramek w szerokości i w długości geograficznej.

Jeśli kraje demokracji ludowej, w charakterze wyjściowej osnowy dla przeliczenia swych sieci I rzędu, wykorzystają dane otrzymane z radzieckiego wyrównania poligonów środkowo-europejskich w układzie współrzędnych 1942, to zarówno przy wykonywaniu prac polowych, jak i prac kartograficznych kameralnych będą one rozporządzały całym materiałem wyjściowym, potrzebnym do realizacji w jak najkrótszym czasie przejścia na nowy układ współrzędnych.

Tymczasowe obliczenia poprawek współrzędnych punktów i przesunięć ramek dla terytoriów Polski, Czechosłowacji, Węgier, Bułgarii i Albanii wykazują, że aczkolwiek poprawki współrzędnych dochodzą do 300 m (w każdym kraju poprawki kształtują się różnie), to jednak zachowują one regularność. Daje to możliwość określenia ich dla celów kartograficznych i dla zdjęć topograficznych drogą liniowej interpolacji w obrębie 2—4^o. Nieco gorzej przedstawia się sprawa w Rumunii, gdzie wskutek przyjęcia dwóch sferoid i dwóch systemów odwzorowania, trudno jest zastosować metody elementarne.

Ważnym zagadnieniem, związanym z przejściem na nowy układ współrzędnych, jest połączenie tego przejścia z ustaleniem najdogodniejszego podziału map na arkusze oraz ich nomenklaturą. Zagadnienia te mają wielkie znaczenie praktyczne.

Wysokości

Jednocześnie z przejściem na nowy układ współrzędnych bardzo pożądane byłoby przejście na jednolity poziom odniesienia wysokości punktów.

Analiza niwelacji przeprowadzonych na terytorium Europy środkowej i południowo-wschodniej według stanu 1939—1941 r. wykazuje, że niwelacje te co do swojej gęstości i dokładności, zabezpieczają w pełni przeprowadzanie zdjęć wielko-skalowych. W szczególności należy wyróżnić niwelację Polski, wykonaną według dobrze opracowanego programu. W niektórych przypadkach pożądane byłyby nieznaczne tylko prace uzupełniające i udoskonalenia metod opracowania odpowiednio do współczesnych osiągnięć nauki w tej dziedzinie.

Lecz jeśli rozważymy poziomy odniesienia, to ujawnia się wyraźnie taka sama różnorodność systemów jak przy układach współrzędnych.

W ZSRR za poziom wyjściowy przyjęto zero wodowskazu w Kronsztacie, a układ wysokościowy nosi nazwę Bałtyckiego. W Polsce obowiązuje układ wysokościowy bałtycki, lecz obecnie odnosi się go do zera w Amsterdamie. Różnica wysokości w stosunku do poziomu w Kronsztacie dochodzi do 0,14 m. W Rumunii przyjęto średni poziom Morza Czarnego w Konstancy; różnica wysokości w porównaniu z Kronsztatem osiąga 0,72 m. Na Węgrzech i w Czechosłowacji przyjęto średni poziom Morza Adriatyckiego w Trieście; maksymalna różnica wysokości w porównaniu z Kronsztatem wynosi 0,68 m.

W związku z tym pożądanym byłoby przyjęcie jednego poziomu wysokości, a mianowicie poziomu Morza Bałtyckiego w Kronsztacie.

РЕЗЮМЕ

В начале статьи автор подчеркивает необходимость тесного сотрудничества между СССР и странами народной демократии так же и в области геодезии и картографии. Сотрудничество это вытекает из общих политических, хозяйственных и научных целей стран лагеря мира и прогресса. Одним из основных элементов этого сотрудничества является унификация научных и практических заложений в области геодезии и картографии и в частности наличие единой системы геодезических координат.

Далее автор знакомит читателя с результатами анализа совместного уравнивания полигонов западноевропейских триангуляций I класса, выполненного советскими геодезистами в связи с решением задачи определения элементов эллипсоида Красовского.

Результаты этого анализа имеют первостепенное значение и позволяют сделать следующие общие выводы:

1. На территории средней Европы оказалось возможным создать систему полигонов I класса, координаты которых отнесены к принятым в СССР исходным геодезическим датам. Выполненное уравнивание полигонов следует однако считать временным. Полученные результаты по своей точности пригодны для реализации такой важной задачи, как введение единой системы геодезических координат в странах народной демократии для производства съемки в масштабе 1:10 000 и мельче.

2. Результаты уравнивания среднеевропейских триангуляций показали, что эллипсоид Красовского подходит для пространств средней и юго-восточной Европы в такой же мере как и для территории СССР.

Поскольку в общей геодезической сети для СССР и стран народной демократии сеть I класса СССР занимает наибольшую территорию и она выполнена согласно единым заложениям с одинаковой точностью во всех своих частях а также уравнена на наиболее современном в данное время референц-эллипсоиде, целесообразно, чтобы все страны народной демократии приняли за исходные данные:

- 1) размеры референц-эллипсоида Красовского,
- 2) пулковскую систему геодезических координат 1942 г.,
- 3) проекцию Гаусса-Крюгера с шестиградусными зонами и счетом географических долгот осевых меридианов от Гринич.

RÉSUMÉ

Dans l'introduction de son article, l'auteur insiste sur la nécessité d'une étroite collaboration entre l'URSS et les pays de la démocratie populaire dans le domaine de la géodésie, aussi bien que celui de la cartographie. L'utilité d'une collaboration, dans ce domaine, dérive des buts communs politiques, économiques et scientifiques des pays progressistes du camp de la paix. On peut considérer comme un des éléments fondamentaux de cette collaboration l'uniformisation des principes scientifiques et pratiques dans le domaine de la géodésie et de la cartographie, et plus particulièrement le fait de disposer d'un système uniforme de coordonnées géodésiques.

Dans la suite de son article, l'auteur nous rend compte des résultats de l'analyse de la compensation commune des polygones de la triangulation de I-er ordre de l'Europe centrale effectuée par les géodètes soviétiques, en connexion avec la détermination des éléments de l'ellipsoïde de Krasowski. Les résultats de cette analyse ont une importance capitale et permettent de déduire les conclusions générales qui suivent:

1. Sur le territoire de l'Europe centrale, on a réussi à créer un système de polygones de I-er ordre, dont les coordonnées des points se rapportent aux données d'issue géodésiques admises en URSS. La compensation des polygones effectuée jusqu'ici, doit pourtant être considérée comme provisoire. Les résultats obtenus, vu leur exactitude, peuvent servir à réaliser un problème très important qui serait d'introduire un système uniforme de coordonnées géodésiques dans les pays de la démocratie populaire servant à élaborer des levées à l'échelle de 1 : 10 000 et moindres.

2. Les résultats de la compensation de la triangulation de l'Europe centrale ont prouvé que l'ellipsoïde de Krasowski s'adapte aussi bien aux territoires de l'Europe centrale et sud-est, qu'aux territoires de l'URSS.

Vu que dans le réseau général géodésique pour l'URSS et les pays de la démocratie populaire, le réseau de I-er ordre de l'URSS comprendra la plus vaste étendue de territoire; vu également que ce réseau est effectué d'après des principes uniformes, avec la même exactitude dans ses moindres parties, et qu'il a été compensé à l'ellipsoïde de référence le plus parfait de nos jours, il serait désirable que tous les pays de la démocratie populaire admissent comme données d'issue:

- 1) La dimension de l'ellipsoïde de référence de Krasowski,
- 2) Le système des coordonnées géodésiques de Pulkow de 1942,
- 3) La projection de Gauss-Krüger avec les zones de six degrés, en comptant la longitude des méridiens axiaux, par rapport au méridien de Greenwich.

M. Kudriawcew

Moskwa

Zagadnienie ujednoczenia podstawowych map topograficznych

1. Powstanie map topograficznych

Wielkie znaczenie znajomości terenu dla licznych gałęzi nauki i praktycznej działalności społeczeństwa już w odległej starożytności skłaniało człowieka do prób przedstawienia go w postaci rysunku. Dlatego też zagadnienie map i planów terenowych jak również i pomiarów geodezyjnych sięga w daleką przeszłość historyczną. Istnieją dane, że w Chinach tysiąc lat przed naszą erą sporządzano mapy i plany terenowe.

Jest rzeczą zrozumiałą, że pod względem wyglądu zewnętrznego, a tym bardziej pod względem treści, mapy sporządzane w owym czasie daleko odbiegały od map współczesnych. Nie spotykamy na nich oczywiście ani siatki, ani nawet orientacji według stron świata.

Z rozwojem ludzkiej wytwórczości i wzrostem zapotrzebowania na mapy treść ich rozszerzała się i pogłębiała. Innymi słowy, mapa rozwijała się i doskonaliła, jak każde zjawisko w przyrodzie i w społeczeństwie.

Powstanie map topograficznych datuje się od pierwszej połowy osiemnastego wieku. Jak wiadomo, XVIII wiek, będący okresem rozkładu epoki feudalno-pańszczyźnianej, stał się wiekiem przełomowym w rozwoju światowej kartografii. W wielu krajach Europy burżuazja stała się klasą rządzącą.

W „Manifeście komunistycznym“ K. Marks i F. Engels pisali: „Potrzeba coraz szerszego zbytu dla swych produktów gna burżuazję po całej kuli ziemskiej. Wszędzie musi się ona zagnieździć, wszędzie ugruntować, wszędzie zadzierzgnąć stosunki“.

Jednocześnie szybki rozwój sił wytwórczych i coraz energiczniejsze wykorzystywanie sił przyrody zrodziły potrzebę posiadania map w dużych skalach. Mapy te były szczególnie przydatne dla wojska. Wybór pozycji, określenie przydatności terenu dla przemarszu wojsk, przeprowadzenie manewrów i inne przedsięwzięcia wymagały użycia map topograficznych.

Sporządzane w tym czasie mapy topograficzne oddzielnych rejonów nie zaspokajały wzrastających potrzeb państwa. Prócz tego w czasie opracowywania map ze zdjęć poszczególnych fragmentów wynikały trudności przy łączeniu tych zdjęć, ponieważ nie umiano określać dokładnie położenia nawet ważniejszych punktów terenu, a plany wykonywano w skali przybliżonej. Wynikła stąd konieczność stworzenia dla map podstawy geodezyjnej. Postępy w triangulacji pozwoliły na rozwiązanie tego zadania. Metody triangulacji i wykonywania jednolitych zdjęć topograficznych były opracowane w pierwszym przybliżeniu już w XVIII wieku, co pozwoliło na objęcie zdjęciami dużych terytoriów.

Opracowanie map topograficznych w oparciu o osnowę geodezyjną i dokładne zdjęcia instrumentalne terenu stają się głównym zadaniem służb topograficzno-geodezyjnych, zorganizowanych w większości państw przy instytucjach wojskowych. W służbach tych skupia się kadry, gromadzi się materiały podstawowe i środki techniczne, zdobywa się i rozpowszechnia doświadczenie, doskonalą się metody prac geodezyjnych i topograficznych oraz metody opracowywania i reprodukcji map.

Urzędy topograficzno-geodezyjne, organizowane prawie we wszystkich państwach Europy, doceniały znaczenie prac geodezyjnych. Szczególnie wybijali się w tym względzie geodeci rosyjscy.

W jednym ze sprawozdań służby wojskowo-topograficznej Sztabu Generalnego Rosyjskiej Armii w czterdziestych latach XIX wieku czytamy:

„Cel pomiarów trygonometrycznych polega na określeniu wzajemnego położenia punktów na obszarze kraju według ich szerokości i długości geograficznej — by w ten sposób otrzymać dalszą osnowę dla zdjęć topograficznych; obliczenie szerokości i długości wymaga uprzedniej znajomości kształtu i rozmiarów bryły ziemskiej, które ustala się za pomocą pomiarów. Dlatego też istnieje wzajemna zależność między trygonometrycznymi pomiarami a zagadnieniem określenia bryły ziemskiej.

Triangulacja nie może być prawidłowo obliczona i wykorzystana, jeśli nie będą znane rozmiary ziemi — i na odwrót: określenie rozmiarów bryły ziemskiej jest możliwe tylko drogą pomiarów trygonometrycznych na jej powierzchni. Ale im większe państwo albo raczej im większy teren jest pokryty siecią triangulacyjną, tym konieczniejszym się staje poznanie kształtu i rozmiarów Ziemi dla prawidłowego obliczenia całej sieci“ („Sprawozdanie służby wojskowo-topograficznej“ tom X, 1847, str. 11). Ta głęboka i piękna myśl nie utraciła swojego znaczenia do dnia dzisiejszego.

Już tu należy nadmienić, że w XVIII wieku kartografia rosyjska wstąpiła na drogę naukowego rozwoju i osiągnęła znakomite sukcesy. Na potwierdzenie tego wystarczy przytoczyć jeden z licznych przykładów:

W r. 1745 został wydany przez Rosyjską Akademię Nauk „Atlas rosyjski“, składający się z 19 specjalnych map. Było to wyróżniające się dzieło kartograficzne, któremu równego nie posiadała w tym czasie większość krajów Europy. „Atlas rosyjski“ został oceniony bardzo wysoko. Słynny Euler pisał w 1746 roku, że praca ta wykazała znaczną wyższość kartografii rosyjskiej nad kartografią krajów niemieckich.

Wykonane przez rosyjskich geodetów pomiary stopnia w Rosji stały się poważnym wkładem w skarbnicę światowej nauki.

Postępy w rozwoju triangulacji doprowadziły do tego, że w szeregu krajów europejskich część podstawowych sieci triangulacyjnych była wykonana około połowy XIX wieku. Równocześnie wysiłki uczonych, zmierzające do określenia najprawdopodobniejszych rozmiarów elipsoidy ziemskiej, zostały uwieńczone sukcesem. W wyniku obliczeń wykonanych w roku 1841 przez Bessela, tzw. elipsoida Bessela została przyjęta w wielu krajach Europy, w tej liczbie i w Rosji, aż do czasu dokładniejszego określenia rozmiarów elipsoidy ziemskiej przez uczonych radzieckich (elipsoida Krasowskiego).

W ślad za rozwojem triangulacji postępował rozwój zdjęć topograficznych i opracowań map topograficznych.

Jednakże wąski wojskowy zakres kartografii państwowej w większości krajów ograniczał zarówno zakres prac, jak i wykorzystanie map topograficznych. Z reguły zdjęcia wykonywane były na terenach pogranicznych. W początku XX wieku instytucje kartograficzne państw imperialistycznych coraz bardziej przerzucały swoje wysiłki na opracowanie map krajów obcych.

Wiadomo na przykład, że w swoim czasie Niemcy, zmierzając do zdobycia światowego władztwa, usilnie zajmowały się opracowywaniem map innych krajów, podczas gdy mapy terytorium samych Niemiec nie odznaczały się ani systematycznością, ani wysoką jakością. Przy tym wykonawcy map dla terytoriów innych krajów, nastawieni przez niemieckich faszystów na błyskawiczną wojnę, nie starali się o uzyskanie szczegółowej treści ani o dużą dokładność mapy.

W związku z przetruceniem się państwowych służb geodezyjno-topograficznych na opracowanie map cudzych terytoriów zdjęcia topograficzne na terytoriach tych krajów wykonywane były przez inne instytucje, odczuwające brak map topograficznych dla swoich potrzeb. Powstawały również i prywatne firmy kartograficzne, wykonujące zamówienia poszczególnych przedsiębiorstw, biur i urzędów.

W warunkach ogólnej bezplanowości i anarchii produkcji kapitalistycznej nie mogło być również planowego wykonywania opracowań kartograficznych. Stąd przy sporządzaniu map przez poszczególne instytucje

lub firmy prywatne, wyłącznie na zamówienie tego lub innego przedsiębiorstwa czy urzędu, brano pod uwagę tylko interesy zamawiającego. W rezultacie prowadziło to do wykonania map nie posiadających pełnej wartości, do zubożenia ich treści i uniemożliwiało wykorzystanie ich jako map ogólnopaństwowych. Typowym przykładem ograniczenia treści map mogą być wykonywane przez służbę geologiczną USA mapy w wielkich skalach, na których przedstawiono rzeźbę, a nie pokazano nawet pokrycia roślinnością.

Niepełnowartościowość urzędowych map jest charakterystyczna nie tylko dla kartografii amerykańskiej, lecz i dla innych krajów kapitalistycznych. Powszechnie znane są w wielu krajach mapy katastralne bez rzeźby terenu; mapy leśne i inne, na których daje się pierwszeństwo jakiemś elementowi z uszczerbkiem dla pozostałych.

Tylko mapy nielicznych państw kapitalistycznych — francuska w skali 1 : 80 000, szwajcarska w skali 1 : 100 000 i w pierwszym rzędzie topograficzne mapy Rosji, wyróżniały się pełnią treści i jakością wydania. Rosyjska mapa trzywiorstówka (1 : 126 000), wydana w XIX wieku, słusznie uważana była za dzieło sztuki graficznej.

Również i inne kraje uznały jeszcze w XIX wieku wyróżniającą się działalność rosyjskich geodetów. I tak na przykład:

a) na wszechświatowej wystawie w Wiedniu w 1873 roku za wykonane w szerokim zakresie zdjęcia topograficzne i za jakość robót kartograficznych przyznano oddziałowi wojskowo-topograficznemu Generalnego Sztabu Armii Rosyjskiej dyplom honorowy, przedstawiający najwyższą nagrodę wszechświatowej wystawy;

b) na międzynarodowej wystawie w Paryżu w 1875 roku Rosja za swoje osiągnięcia w dziedzinie kartografii zajęła drugie miejsce (po Francji).

Przy nierównomiernym pokryciu terytorium mapami topograficznymi oraz niejednolitej ich dokładności i aktualności dla wielu krajów kapitalistycznych typowe są poza tym: brak jednolitości w osnowie matematycznej i znakach umownych oraz niezdecydowanie w ustaleniu skal.

2. Podstawa matematyczna, czyli odwzorowanie map topograficznych

Matematyczna podstawa map topograficznych ma pierwszorzędne znaczenie i jest jednym z najważniejszych zagadnień przy opracowywaniu map kraju. Zwłaszcza podstawa matematyczna map w dużych skalach nabiera szczególnego znaczenia, jeśli stoi się przed zagadnieniem wyboru odwzorowania nie tylko dla sporządzenia mapy, lecz również i dla analitycznego opracowania wyników pomiarów geodezyjnych, tj. triangulacji.

Cechą charakterystyczną map w dużych skalach krajów Europy jest różnorodność odwzorowań kartograficznych i rozmiarów elipsoidy.

Przytoczymy kilka przykładów:

1. We Francji stosuje się odwzorowanie stożkowe Lamberta, a jako powierzchnię odniesienia obok elipsoidy Clarke'a używa się jeszcze dla północno-wschodniej części kraju wcześniej wprowadzonej tam przestarzałej elipsoidy Plessisa.

2. W Anglii dla map w dużych skalach obok odwzorowania walcowego Gaussa używa się jeszcze dawnego odwzorowania Cassiniego, a jako powierzchni odniesienia — przestarzałej elipsoidy Airy'ego.

3. W USA dla jednej części kraju używa się stożkowego odwzorowania Lamberta, a dla drugiej — walcowego, poprzecznego odwzorowania Gaussa. Prócz tego w każdym stanie przyjmuje się odrębny początek układu współrzędnych, co powoduje dużo trudności przy jednoczesnym wykorzystywaniu map dwóch sąsiednich stanów.

4. W krajach demokracji ludowej w spadku po poprzednich rządach burżuazyjnych pozostały różne systemy współrzędnych i odwzorowań kartograficznych. Tak na przykład:

a) w Rumuńskiej Republice Ludowej jednocześnie z nowymi mapami, opracowanymi w odwzorowaniu stereograficznym na elipsoidzie Hayforda, istnieją mapy w odwzorowaniu stożkowym Lamberta na elipsoidzie Clarke'a;

b) w Republice Czechosłowackiej stosuje się odwzorowanie stożkowe ukośne Křovaka z uwzględnieniem elementów elipsoidy Bessela, zaś dla nowych map w skalach mniejszych odwzorowanie walcowe Gaussa i elipsoidę Krasowskiego.

W Związku Radzieckim przy sporządzaniu map topograficznych w skalach 1 : 25 000—1 : 500 000 stosuje się od 1928 roku jednolite odwzorowanie Gaussa, przyjęte również i dla opracowania wyników pomiarów geodezyjnych.

Jasne jest, że Związek Radziecki nie może sobie pozwolić na stosowanie takiej różnorodności w podstawie matematycznej map topograficznych, jaka istnieje w krajach kapitalistycznych, dlatego że w ZSRR nadaje się zupełnie inne pojęcie przeznaczeniu i treści map topograficznych. O ile mapy topograficzne krajów kapitalistycznych służą głównie realizacji zaborczych celów tych państw i ujarzmianiu innych narodów, o tyle przeznaczeniem radzieckich map topograficznych jest służba dziełu rozwoju gospodarki narodowej, dziełu umocnienia obrony kraju, dziełu rozwoju nauki i kultury. Radzieckie mapy topograficzne muszą pomagać narodowi w budowaniu nowego, komunistycznego społeczeństwa. Takie przeznaczenie radzieckich map z góry określa ich treść oraz pobudza geode-

tów, topografów i kartografów — zarówno bezpośrednich wykonawców, jak i uczonych — do udoskonalania map, wzbogacania ich treści, tak aby w najwyższym stopniu zadowolić radzieckich odbiorców. Radzieckie mapy topograficzne mają znaczenie ogólnopaństwowe.

Przyjęcie w ZSRR jednolitego odwzorowania Gaussa na elipsoidzie F. N. Krasowskiego do sporządzania map i opracowywania wyników pomiarów geodezyjnych stanowi ściśle rozwiązanie zagadnienia podstawy matematycznej radzieckich map i daje szereg korzyści w porównaniu z innymi odwzorowaniami.

Zasadnicze korzyści wynikające z zastosowania przy opracowaniu map odwzorowania Gaussa w strefach sześciostopniowych są następujące:

1. Pod względem dokładności odwzorowanie Gaussa odpowiada całkowicie stawianym wymaganiom dla map w skali 1 : 25 000 i mniejszych. Na krańcach strefy zniekształcenia osiągają maksymalną wartość 0,1%, co dla mapy w skali 1 : 25 000 mieści się w granicach dokładności graficznej.

2. Odwzorowanie Gaussa ma charakter uniwersalny i może być stosowane przy sporządzaniu map w różnych skalach, poczynając od 1 : 25 000 i mniejszych, dla dowolnych części powierzchni Ziemi.

3. Zaletą jego jest również prostota wprowadzenia poprawek wynikających ze zniekształceń liniowych, ponieważ skala wzdłuż południka osiowego jest równa jedności, a poprawki wynikające ze zniekształceń liniowych we wszystkich innych miejscach odwzorowania wprowadza się tylko ze znakiem plus, co znacznie upraszcza obliczenia.

4. Otrzymanie w granicach całego pasa sześciostopniowego nieprzerwanego odwzorowania na płaszczyźnie — co ułatwia i upraszcza pracę na sklejonych arkuszach mapy.

5. Sześciostopniowe pasy odwzorowania Gaussa odpowiadają słupom mapy w skali 1 : 1 000 000, w wyniku czego mapy sporządzone w skalach większych, stanowiące części arkusza mapy w skali 1 : 1 000 000, mają układ współrzędnych jednego i tego samego pasa.

Ścisłe opracowanie przez radzieckich geodetów i kartografów podstawy teoretycznej i zastosowania praktycznego odwzorowania Gaussa pozwala uznać je za najlepsze odwzorowanie dla map topograficznych.

W tym miejscu należy nadmienić, że USA po długich badaniach również przyjęły odwzorowanie Gaussa, stosowane w ZSRR od 1928 roku, z tą różnicą, że skala liniowa wzdłuż południków osiowych poszczególnych pasów południkowych w przyjętym odwzorowaniu wynosi 0,9996 zamiast 1.

Wychodząc z powyższych rozważań, można postawić następujące wnioski:

1. W celu dogodnego i prostego wykonywania prac geodezyjnych i kartograficznych celowe jest przyjęcie dla map w skali 1 : 500 000 i większych jednolitego odwzorowania Gaussa, wykazującego liczne zalety w porównaniu z innymi odwzorowaniami stosowanymi w tych zadaniach.

2. Zgodnie z wymaganiami dokładności map w skali 1 : 25 000 i mniejszych oraz ze względu na prostotę prac obliczeniowych najwłaściwsze jest stosowanie stref sześć'ostopniowych, w których skalę wzdłuż południka osiowego przyjmuje się za równą jedności.

3. Dla mapy w skali 1 : 1 000 000 celowe jest stosowanie zmodyfikowanego odwzorowania wielostozkowego prostego zgodnie z postanowieniami międzynarodowych kongresów i konferencji geograficznych.

4. Ramkami map w skalach 1 : 1 000 000 i większych powinny być południki i równoleżniki.

3. Skale map topograficznych

Różnorodne wymagania, stawiane mapom topograficznym przez poszczególne gałęzie gospodarki narodowej, jak również zadania związane z obronnością kraju nie mogą być zaspokojone przez mapę opracowaną w jednej tylko skali. Dla celów tych konieczne jest posiadanie szeregu map topograficznych w różnych skalach, na przykład do projektowania budowli gospodarczych wymagana jest mapa umożliwiająca dokładne pomiary i obliczenia, zapewniająca możliwość szczegółowej oceny terenu i uzyskania wyczerpującej charakterystyki poszczególnych jego elementów, a jednocześnie nie przeładowana zbyt dużą ilością szczegółów, tak aby linie projektu mogły być naniesione z dostateczną przejrzystością i czytelnością. Oczywiście jest, że tego rodzaju wymagania mogą zaspokoić tylko mapy w skalach rzędu 1 : 10 000, 1 : 25 000 i 1 : 50 000.

Innej grupie użytkowników potrzebne są mapy dające pełną charakterystykę terenu przy możliwości jednoczesnego przeglądu większych obszarów, co jest niezbędne na przykład przy opracowywaniu projektów wielkich inwestycji gospodarczych (melioracje, budowa dróg itp.). Dla tych celów potrzebne są mapy topograficzne o skalach rzędu 1 : 100 000 do 1 : 200 000.

Wreszcie dla ogólnych studiów dużych obszarów i opracowania planów przeobrażenia przyrody itp. potrzebne są mapy topograficzne wykonane w skalach 1 : 500 000 i 1 : 1 000 000, które słusznie jest nazywać przeglądowymi mapami topograficznymi.

Jednakże wydanie wielkiej ilości map topograficznych w zbliżonych do siebie skalach związane jest z poważnymi trudnościami i z ogromnym nakładem pracy, czasu i środków, szczególnie jeżeli chodzi o kartograficzne opracowanie wielkich obszarów. Należy wziąć pod uwagę, że owe na-

kłady wiążą się nie tylko z wykonaniem zdjęć i sporządzeniem map w takim czy innym ustalonym okresie, ale również w nie mniejszym stopniu z utrzymaniem ich w stanie aktualności. Z tych względów konieczne jest ograniczenie się do niezbędnej ilości skal; stąd wybór skal jest jednym z ważniejszych zagadnień przy rozwiązywaniu zadania pokrycia kraju mapami topograficznymi.

Rozwiązanie zagadnienia skali map jest ściśle związane z poziomem rozwoju sił wytwórczych kraju, rozmiarami jego terytorium, praktycznymi potrzebami gospodarki narodowej, a także ilością kadr topografów i kartografów oraz wyposażeniem technicznym służby topograficzno-geodezyjnej.

Analiza tych zagadnień pozwala na sformułowanie wymagań, którym musi odpowiadać zespół skal typowych:

1. Skale muszą być oparte na międzynarodowym systemie metrycznym jako jedynym systemie o podstawach naukowych, zapewniającym prostotę pomiarów i szybkość obliczeń.

2. Mianowniki skal powinny być cyframi okrągłymi, co znacznie ułatwia prace kartometryczne.

3. Współczynniki przejścia z jednej skali do drugiej muszą być możliwie jak najprostsze, co ułatwia badanie i porównywanie map oraz ich wykorzystanie przy pracach redakcyjnych.

4. Mapy wykonane w przyjętych skalach jako typowe, dopełniające się wzajemnie powinny jako zespół map umożliwiać scharakteryzowanie dowolnego krajobrazu geograficznego z taką dokładnością i wnikliwością, jaka odpowiada współczesnym wymaganiom gospodarki narodowej.

Systemy skal map krajów kapitalistycznych nie odpowiadają tym wymaganiom. Tworzyły się one samorzutnie na przestrzeni półtora wieku i noszą ślady anarchii wytwórczości kapitalistycznej. Poszczególne mapy w tych krajach powstawały bez żadnego wzajemnego związku, bez jakiegokolwiek ogólnego planu. Stąd brak konsekwencji i jakiegokolwiek zasady w uszeregowaniu skal map topograficznych, a w szczególności map takich krajów, jak Wielka Brytania i USA.

Niektóre mapy USA i Wielkiej Brytanii dotychczas opierają się na całowym systemie miar, który pociąga za sobą ogromne niedogodności przy posługiwaniu się mapą i prowadzi do takich „naukowych” określeń, jak „jednemu calowi na mapie odpowiada *prawie* jedna mila w terenie”.

Ścisły i zharmonizowany system skal radzieckich map topograficznych, stanowiący ostry kontrast z niesystematycznością skal map topograficznych krajów kapitalistycznych, pozwala śmiało stwierdzić, że w ZSRR tak ważne zagadnienie, jak wybór skal dla map topograficznych, otrzymało słuszne i naukowo uzasadnione rozwiązanie.

Doceniając ważność zagadnienia skali map topograficznych, Rząd Radziecki przystąpił do jego rozstrzygnięcia jeszcze w roku 1918, a od roku 1919 w Związku Radzieckim rozpoczęto zdjęcia i opracowania map w skalach metrycznych od 1 : 25 000 do 1 : 200 000.

W ustaleniu systemu skal radzieckich map topograficznych brała udział znaczna ilość ministerstw i instytucji naukowych z Akademią Nauk ZSSR na czele.

Trafność wyboru przyjętego systemu skal potwierdziła się w ciągu przeszło ćwierć wieku jego stosowania. Wykorzystanie map topograficznych przez niezwykle silnie rozwijającą się gospodarkę Związku Radzieckiego przy nie spotykanym dotychczas rozmachu socjalistycznego budownictwa jak również usługi oddane przez nie Radzieckim Siłom Zbrojnym w okresie Wielkiej Wojny Ojczyźnianej w zupełności potwierdziły życiowość i celowość przyjętego w Związku Radzieckim systemu skal. Bezsporne jego zalety zostały uznane przez wiele państw kapitalistycznych, które wprowadziły u siebie taki sam system skal.

Zagadnienie wyboru skal map topograficznych jest ściśle związane z zagadnieniem ustalenia cięcia warstwicowego terenu, ponieważ na pełnowartościowej mapie topograficznej dokładności zdjęć sytuacyjnych i wysokościowych powinny być do siebie ściśle dostosowane.

Wszystko, co zostało powiedziane o skalach map topograficznych krajów kapitalistycznych, odnosi się w znacznym stopniu i do przyjętych dla tych map cięć warstwicowych terenu. Na przykład na mapach USA, wydanych w 1947 roku, rzeźba przedstawiona jest warstwicami w stopach lub kreskami, przy czym cięcia warstwicowe w różnych stanach jest niejednakowe, co przedstawia znaczne niedogodności i wskazuje na brak jakiegokolwiek systemu.

Wybór cięć warstwicowych dla radzieckich map topograficznych został dokonany jednocześnie z ustaleniem zespołu (systemu) skal.

Na mapach ZSRR rzeźba przedstawiona jest warstwicami przy następujących podstawowych cięciach warstwicowych:

skala	cięcia warstwicowe (w metrach)
1 : 25 000	5
1 : 50 000	10
1 : 100 000	20
1 : 200 000	40
1 : 500 000	50 dla terenów równinnych 100 dla terenów górzystych

Aby uzyskać w pełni nowoczesne i aktualne mapy topograficzne odpowiadające rozwojowi nauki i techniki, należy stosować fotogrametryczne metody opracowań zdjęć lotniczych.

Nie ma potrzeby dowodzić, że zdjęcia lotnicze są najcenniejszym i najbardziej wiarogodnym materiałem kartograficznym, a mapy topograficzne sporządzone na ich podstawie są dokładniejsze niż mapy wykonane na podstawie bezpośrednich zdjęć stolikowych.

Oznaczenia (nomenklatura) i podział map topograficznych na arkusze

Wobec konieczności posiadania map topograficznych w kilku skalach zagadnienie podziału map na arkusze i oznaczenie arkuszy ma bardzo istotne znaczenie praktyczne. Jeśli zagadnieniu temu nie poświęci się dostatecznej uwagi i nie ustali się ścisłego systemu numeracji i oznaczenia poszczególnych arkuszy map, to należy liczyć się z niezmiernymi trudnościami w pracy instytucji rozprawdzającej mapy i pomyłkami w ich ewidencji. Brak systemu oznaczania podziału na arkusze map topograficznych utrudnia wybór niezbędnych map, ich zapotrzebowanie i uzyskanie.

Analizując oznaczenia map w różnych państwach, należy stwierdzić, że jeśli mapy topograficzne szeregu państw charakteryzują się brakiem jednolitego odwzorowania i systemu skal, to w ich oznaczeniach i podziale na arkusze panuje jeszcze większy chaos. Dla potwierdzenia tego wystarczy rozpatrzeć oznaczenia i podział na arkusze map topograficznych Wielkiej Brytanii i USA.

Angielskie mapy o różnych skalach nie są między sobą powiązane pod względem oznaczeń i podziału na arkusze. Co więcej, mapy sporządzone w jednej i tej samej skali są wydawane w różnym podziale na arkusze i mają różne oznaczenia. Oto kilka przykładów:

1. Mapa w skali 1 : 25 000. Rozmiar arkuszy 40×40 cm. Podział na arkusze różny od podziału map sporządzonych w innych skalach. Jako oznaczenie przyjęto współrzędne prostokątne południowo-zachodniego narożnika arkusza, wyrażone w setkach i dziesiątkach kilometrów. Oznaczenie jednego arkusza wyrażone jest na przykład symbolem 52/68, gdzie 52 oznacza setki kilometrów, a 68 dziesiątki kilometrów południowo-zachodniego narożnika arkusza.

2. Mapa w skali 1 : 63 360. Podział na arkusze prostokątne, przy czym rozmiary arkuszy różnych terytoriów są niejednakowe. Oznaczenie arkuszy kolejne: na terytorium Anglii od 1 do 146, a w Irlandii od 1 do 206. Wobec powtórzenia jednakowych numerów arkuszy na terenach Anglii i Irlandii przy zapotrzebowaniu i wydawaniu map konieczne jest wymienianie nazwy terytorium.

3. Mapy w skali 1 : 126 720. Podział na arkusze prostokątne. Rozmiary arkuszy rozmaite. Oznaczenie arkuszy kolejne, poczynając od numeru pierwszego. Arkusze map tej skali pokrywają częściowo arkusze sąsiednie w tej samej skali.

4. Mapy w skali 1 : 253 440. Podział na arkusze prostokątne. Sąsiednie arkusze mapy pokrywają się częściowo wzajemnie, przy czym procent tego pokrycia jest różny w różnych miejscach. Rozmiary arkuszy są niejednakowe. Oznaczenie arkuszy kolejne, np. „Arkusze 6“, lecz numery powtarzają się.

5. Mapa w skali 1 : 1 000 000. Podział i oznaczenie międzynarodowej mapy 1 : 1 000 000 (rozmiar arkusza 4^o wzdłuż południka na 6^o wzdłuż równoleżnika). Oznaczenie np. „NL30“, gdzie „N“ oznacza półkulę północną, „L“ — pas, a „30“ — słup, poczynając od południka 180^o.

Nie trudno stwierdzić, że oznaczenia map w dużych skalach nie są powiązane z oznaczeniami arkuszy „milionówki“, co utrudnia określenie, do jakiego rejonu odnosi się ta lub inna mapa, bowiem oznaczenie „Arkusze 5“ albo „Arkusze 6“ nie określa niczego.

W USA do czasu drugiej wojny światowej większość wydawanych map miała oznaczenie arkuszy składające się z nazwy największej miejscowości i z nazwy stanu. Na początku wojny wprowadzono nowy system oznaczenia arkuszy map topograficznych i lotniczych. Nowy system polega na stosowaniu szeregu liter, cyfr i oznaczeń, za pomocą których wyrażone są: szerokość i długość geograficzna punktu arkusza mapy położonego najbliżej równika i południka Greenwich (punkt wskaźnikowy) oraz rozmiary powierzchni przedstawionej na arkuszu mapy. Na przykład oznaczenie arkusza mapy amerykańskiej w skali 1 : 24 000 przedstawia się następująco:

$$1/N — 3707,5 — W 12215 — 7,5,$$

gdzie N wskazuje, że arkusz leży na półkuli północnej, 3707,5 oznacza stopnie i minuty szerokości punktu wskaźnikowego, w danym wypadku 37^o07',5,

W — oznacza zachodnią długość punktu wskaźnikowego,

12215 — stopnie i minuty długości punktu wskaźnikowego (122^o15'),

7,5 — rozmiar arkusza w minutach wzdłuż południków i równoleżników.

Taki system oznaczeń jest bardzo uciążliwy i utrudniający pracę. Prócz tego nie jest on powiązany z oznaczeniem map sporządzonych w innych skalach. W związku z tym Amerykanie byli zmuszeni do zmiany systemu oznaczeń map topograficznych.

Ostatnio wprowadzony system polega na stosowaniu cyfr oznaczających pasy i słupy. I tak na przykład jeden z arkuszy mapy w skali 1 : 62 500 ma oznaczenie: „Arkusze 1558 IU“, gdzie 15 oznacza pas, 58 — słup, IU — oznaczenie arkusza mapy o skali 1 : 62 500.

Podział na arkusze i oznaczenie mapy w skali 1 : 250 000 oparte są na podziale i oznaczeniu międzynarodowej mapy świata. Na przykład: NL — 10 — 6, gdzie

N — oznacza półkulę północną

L — pas

10 — słupek

6 — szósty arkusz.

Analizując oznaczenie map amerykańskich można wyciągnąć wniosek, że Amerykanie sami przekonali się o niedogodności przyjętych przez nich poprzednio sposobów oznaczeń i trudności w praktycznym posługiwaniu się mapami i dlatego dla niektórych map oznaczenia te zmienili. Ustalony przy tym przez nich system dla mapy 1 : 250 000 jest bardzo podobny do sposobu oznaczenia radzieckich map topograficznych, który został przyjęty w ZSRR w 1928 roku. W ten sposób Amerykanie musieli przyznać, że oznaczenia i podział na arkusze radzieckich map topograficznych okazały się lepsze i bardziej postępowe.

System podziału na arkusze i oznaczeń radzieckich map topograficznych zbudowany jest w następujący sposób:

1. Podstawą podziału na arkusze map topograficznych jest podział mapy 1 : 1 000 000, której rozmiary i położenie arkuszy odpowiadają ustalonym strefom współrzędnych. Zasada ta odnosi się do wszystkich map radzieckich w skali większej niż 1 : 1 000 000.

2. Każdy arkusz mapy topograficznej obejmuje pełną liczbę arkuszy map w skali większej. Na przykład: jeden arkusz mapy 1 : 1 000 000 zawiera cztery arkusze mapy 1 : 500 000, 36 arkuszy mapy 1 : 200 000, 144 arkusze 1 : 100 000 itd.

3. Każdy arkusz radzieckiej mapy topograficznej ma jemu tylko właściwe oznaczenie, określające położenie geograficzne arkusza i skalę mapy.

4. Oznaczenie arkuszy mapy 1 : 1 000 000 składa się z łacińskich liter, określających pasy arkuszy jednakowo odległych od równika, oraz z cyfr arabskich, które wskazują numer słupka arkuszy, poczynając od południka 180°.

Oznaczenie wszystkich arkuszy map w skalach 1 : 500 000, 1 : 200 000 i 1 : 100 000 składa się z godła odpowiedniego arkusza mapy 1 : 1 000 000 z dodaniem: dla arkusza mapy 1 : 500 000 jednej z wielkich liter alfabetu rosyjskiego А, Б, В lub Г; dla mapy 1 : 200 000 — cyfry rzymskiej; a dla mapy 1 : 100 000 cyfry arabskiej.

Oznaczenia arkuszy map w skalach 1 : 50 000, 1 : 25 000 i 1 : 10 000 powstają z oznaczenia arkusza mapy obejmującego dany arkusz, w bezpośrednio poprzedzającej skali mniejszej, z dodaniem odpowiedniej litery lub cyfry, określającej jego położenie.

Te podstawowe założenia decydują o następujących zaletach podziału na arkusze i oznaczeń map topograficznych, przyjętych w ZSRR:

1. Podział na arkusze i oznaczenia map topograficznych ZSRR mają charakter uniwersalny i z jednakowym powodzeniem mogą być zastosowane na dowolnym terytorium kuli ziemskiej.

2. Linie podziału na arkusze związane są z siatką południków i równoleżników, co łatwo pozwala orientować się według południków, które odpowiadają zawsze bocznym ramkom arkusza.

3. Podział na arkusze radzieckich map topograficznych, sporządzonych w tej lub innej skali, nie dopuszcza do wzajemnego, częściowego pokrywania się map o jednakowej skali, a tym samym mogą one być sklejjane po kilka arkuszy, co przy praktycznym posługiwaniu się mapami jest nieuniknione.

4. Teren, przedstawiony na pojedynczym arkuszu mapy o dowolnej skali, będzie się zawsze mieścił na określonym arkuszu dowolnej mapy topograficznej, sporządzonej w skali mniejszej.

5. Oznaczenie arkuszy radzieckich map topograficznych pozwala łatwo określić:

a) skalę mapy, w jakiej dany arkusz jest wykonany,

b) oznaczenie arkusza mapy o mniejszej skali, w skład którego dany arkusz wchodzi, oznaczenie arkusza mapy o skali większej, który go obejmuje, a także oznaczenia sąsiednich arkuszy mapy tej samej skali.

5. O znakach umownych dla map topograficznych

Ludzie radzieccy uważają, że mapy topograficzne należą zarówno do dzieł nauki, jak i sztuki i dlatego kartografowie radzieccy nieustannie pracują nad ich udoskonaleniem. Nie ma potrzeby dowodzić, że dobra mapa topograficzna, sporządzona na kilku arkuszach, zawiera materiał, którego opisanie zajęłoby kilka tomów. Jasne jest, że może to być osiągnięte umiejętnym doбором znaków umownych lub oznaczeń użytych na mapach.

Jednakże treść map topograficznych nie może pozostawać niezmienną, ponieważ w miarę rozwoju nauki i wytwórczości zachodzą zmiany w technice i w życiu gospodarczym, warunkujące pojawienie się w terenie nowych obiektów, które muszą znaleźć swoje odzwierciedlenie na mapach.

Socjalistyczne przeobrażenie Kraju Rad, gigantyczny wzrost jego sił wytwórczych, zagospodarowanie nowych, rozległych a pustynnych dawniej obszarów — oto czynniki, które z każdym rokiem stawiały coraz większe wymagania odnośnie do wzbogacenia treści map topograficznych.

W wyniku współpracy kartografów z geografami, geologami i innymi uczonymi i jednoczesnej wyteźonej pracy nad ulepszeniem map, radzieckie mapy topograficzne systematycznie wzbogacają swą treść, przewyższają pod tym względem mapy każdego państwa kapitalistycznego.

Mapy radzieckie dysponują prawie dwukrotnie większymi możliwościami charakterystyki krajobrazów geograficznych niż mapy państw kapitalistycznych, co uwidacznia następująca tablica:

Nazwa kraju	Liczba znaków			%
	graficznych	literowych	razem	
ZSRR . . .	417	290	707	100
Niemcy . . .	316	314	630	92
W. Brytania . . .	141	170	311	44
Francja . . .	152	157	309	44
USA . . .	225	60	285	40

Zagadnienia treści map nie można oddzielić od zagadnień związanych z ich wykończeniem i nadaniem im ostatecznej formy. Bogactwo i pełnia treści map określone są ilością faktycznych danych o terenie, które można pomieścić na tej lub innej mapie.

Wykończenie i ostateczna forma radzieckich map topograficznych uwidaczniają całe bogactwo ich treści i czynią je dostępnymi dla najszerszego koła użytkowników.

Przy najbogatszej nawet treści mapy będzie ona zawsze wywoływać niezadowolenie użytkownika, jeśli odczytywanie i przyswojenie tej treści będzie musiało być osiągane drogą mozolnego i uciążliwego rozszyfrowywania każdego oznaczenia, wymagającego wielkiego napięcia uwagi.

Odczytywanie mapy nie jest celem samym w sobie, dlatego też wykończenie i ostateczna forma mapy musi zapewnić posługującemu się nią możliwość rozwiązania postawionych mu zadań. Oto dlaczego jedną z niezbędnych cech każdej mapy, istotną i ważną w każdym przypadku jej użycia, jest wyrazistość i przejrzystość.

Wzbogacając treść map, ulepszając ich formę zewnętrzną, starając się o piękną redakcję, wykreślenie i wydanie, kartografowie radzieccy wypełniają swój obowiązek służby dla narodu dążąc do jak najpełniejszego zadośćuczynienia potrzebom radzieckich ludzi, posługujących się mapami topograficznymi i stawiających im wysokie wymagania.

Nowoczesne mapy radzieckie wyraźnie różnią się od map Rosji przedrewolucyjnej i od map wykonywanych przez nas przed 15—20 laty. Przejrzystość mapy podniosła się wskutek zastosowania staranniej opracowanych i bardziej dobranych znaków i napisów oraz wskutek zwiększenia kontrastowości obrazu. Mapy drukuje się obecnie nie w dwóch czy czterech, ale w sześciu, ośmiu, dziesięciu i więcej kolorach.

W dziedzinie ustalenia i wprowadzenia jednolitych oznaczeń umownych dla map topograficznych wszystkich skal lub inaczej mówiąc — w dziedzinie ujednoczenia znaków topograficznych kartografowie radzieccy dokonali olbrzymiej pracy badawczej i organizacyjnej. Pracy tej jednak nie można jeszcze uznać za zakończoną.

Doświadczenie radzieckich kartografów może być wykorzystane w pracach nad stworzeniem jednolitego systemu oznaczeń umownych. Radziecki system znaków umownych dla map topograficznych, mający swoją genezę w znakach umownych starych rosyjskich map topograficznych, rozwijał się i doskonalił dzięki uwzględnieniu z jednej strony wymagań i potrzeb użytkownika, a z drugiej strony — osiągnięć geografii, kartografii i nauk do nich zbliżonych.

Podstawowymi jego zasadami są:

1) odzwierciedlenie w sposób najbardziej obiektywny i wszechstronny cech charakterystycznych przedmiotów terenowych,

2) prostota i wyrazistość rysunku znaków umownych, połączona z szerokim wykorzystaniem konturów, przypominających zewnętrzny wygląd lub rzut poziomy przedstawionych obiektów,

3) dokładne i kontrastowe wydzielenie głównych obiektów w każdym z elementów treści mapy (główne — na pierwszym planie),

4) połączenie rysunków z objaśniającymi napisami (pełnymi lub skrótowymi) i z charakterystykami liczbowymi (jakościowymi lub ilościowymi),

5) naukowa klasyfikacja przedstawianych obiektów, przystosowana do możliwości wyrażenia jej na mapie,

6) ściśle, logiczne stopniowanie generalizacji jakościowych i ilościowych charakterystyk obiektów przy przechodzeniu na skale drobniejsze,

7) szerokie wykorzystanie kolorów zarówno dla rysunków kreskowych jak i dla powierzchniowych.

Geodeci i kartografowie radzieccy nie mają pretensji do pełnej doskonałości i niezmienności kartograficznych znaków umownych i zdają sobie sprawę, że dalszy rozwój kartografii i poligrafii wymagać będzie wprowadzenia w nich szeregu zmian i udoskonaleń.

Geodezja polska stoi przed poważnym zadaniem wyrównania wieloletniego zaniechania w geodezji i kartografii. Wymaga to zespolenia wysiłków i pełnej mobilizacji kadr geodezyjnych dla osiągnięcia tego wielkiego celu.

Polski lud pracujący, który zrzucił ustrój kapitalistyczny i osiągnął ogromne sukcesy w budowaniu nowego, socjalistycznego społeczeństwa, ma prawo oczekiwać od swoich geodetów, topografów i kartografów pomyselnego przeprowadzenia opracowania map swego kraju i dalszego rozwoju ojczystej geodezji i kartografii.

РЕЗЮМЕ

Автор приводит историю развития топографических карт на фоне формирования экономических и политических отношений а также достижения советской картографии в области топографических карт. Унифицирование карт Советского Союза и стран народной демократии является существенным и важным показателем общих экономических и оборонных интересов. Испытанные и научно обоснованные стандарты в СССР в области карт можно с успехом применить в качестве руководства для геодезических и картографических работ в странах народной демократии.

Советские топографические карты отработаны в проекции Гаусса-Крюгера с применением шестиградусных меридианных зон. В качестве поверхности относимости принят эллипсоид Ф. Н. Красовского.

Линии разграфки соответствуют меридианам и параллелям. Основой разграфки топографических карт служит лист трапеции масштаба 1:1 000 000.

В области установления и унифицирования топографических знаков советские картографы провели громадную работу, в результате которой советские карты имеют почти в два раза больше возможностей характеризовать географические ландшафты, чем карты стран запада. Опыт советской картографии может быть с успехом использован в других странах.

RÉSUMÉ

L'auteur nous fait connaître l'histoire du développement des cartes topographiques à base de la formation des rapports économiques et politiques, en même temps que les progrès réalisés par les cartographes de l'URSS en ce qui concerne les cartes topographiques.

L'uniformisation des cartes de l'URSS et de celles de la démocratie populaire, constitue un point essentiel et très important pour les intérêts communs, aussi bien économiques que défensifs.

Les normes des cartes de l'URSS éprouvées et scientifiquement justifiées peuvent, avec succès, être adoptées comme directives pour les travaux géodésiques et cartographiques dans les pays de la démocratie populaire.

Les cartes topographiques de l'URSS ont été élaborées d'après la représentation de Gauss-Krüger après avoir pris en considération le partage du pays en zones méridiennes de six degrés.

L'ellipsoïde de F. N. Krasowski a servi comme surface de référence.

Les lignes des cadres correspondent aux méridiens et aux parallèles.

C'est sur la carte 1:1 000 000 qu'on s'est basé pour diviser en feuilles imprimées les cartes topographiques.

Les cartographes Soviétiques ont accompli d'énormes travaux pour fixer et uniformiser les signes topographiques.

Grâce aux cartes soviétiques on a deux fois plus de possibilités de caractériser le paysage géographique, qu'à l'aide des cartes des pays de l'Ouest.

Les résultats obtenus par les cartographes soviétiques peuvent avec succès être mis à profit dans tous les pays.

S. Sudakow

Moskwa

Schemat zakładania państwowej triangulacji i niwelacji oraz metody naukowego opracowania sieci geodezyjnych

Doświadczenie uzyskane przy zakładaniu państwowych sieci geodezyjnych w Związku Radzieckim ma olbrzymie znaczenie zarówno dla nauki geodezji, jak i dla perspektyw dalszego rozwoju prac geodezyjnych. Znaczenie to polega na tym, że w ZSRR przedsięwzięto założenie jednolitej państwowej sieci geodezyjnej na ogromnym terytorium o dużej różnorodności warunków fizyczno-geograficznych, głównie zaś na tym, że w schemacie, i w programie zakładania sieci uwzględnia się nowe, wyższe wymagania, uwarunkowane budownictwem socjalistycznym i wysokim poziomem rozwoju sił wytwórczych w ustroju socjalistycznym.

Historia potwierdza, że w miarę gospodarczego i politycznego rozwoju państwa zmieniały się wymagania w stosunku do sieci geodezyjnych. Wskutek tego zachodziła pełna lub częściowa ich zamiana przez nowe sieci, bardziej doskonałe pod względem budowy i dokładności. Tak było w warunkach społeczeństwa kapitalistycznego. Powszechnie wiadomo, że w ciągu XIX i na początku XX wieku we wszystkich państwach Europy nastąpiła prawie zupełna zmiana sieci geodezyjnych, wykonanych do połowy wieku XIX; w wielu państwach w tymże okresie czasu miała miejsce dwukrotna wymiana sieci, nawet tych, które były założone w drugiej połowie XIX wieku.

W warunkach ustroju socjalistycznego powstały nowe wymagania w stosunku do sieci geodezyjnych, a to w związku ze znacznym rozwojem zdjęć graficznych i analitycznych o bardzo wysokiej dokładności, wszędzie tam, gdzie przeprowadza się budownictwo przemysłowe, poszukiwanie i wydobywanie bogactw naturalnych, budowa i przebudowa osiedli, budownictwo hydroenergetyczne itp. Trzeba liczyć się z tym, że w niedalekiej przyszłości w stosunku do sieci geodezyjnych będą postawione jeszcze większe wymagania wskutek właściwości rozwoju wytwórczych sił społeczeństwa w warunkach ustroju socjalistycznego.

Do zakładania nowej państwowej sieci geodezyjnej geodeci radzieccy przystąpili po zakończeniu wojny domowej i w stosunkowo krótkim czasie, kierując się wytycznymi dekretu rządu radzieckiego, podpisanego

przez Lenina w r. 1919; przy wybitnej pomocy partii i rządu zlikwidowali oni przedrewolucyjne zacofanie Rosji w dziedzinie geodezji, osiągnęli wielkie sukcesy w rozwoju i w organizacji prac geodezyjnych na podstawach naukowych i znacznie zbliżyli geodezję radziecką do stanu, w którym zaspokoiła ona potrzeby socjalistycznej gospodarki narodowej, współczesnej nauki oraz obronności państwa.

W Związku Radzieckim prace nad państwowymi sieciami geodezyjnymi, jak i wszystkie prace topograficzno-geodezyjne przebiegają w wyjątkowo sprzyjających warunkach, których nie ma i nie było w żadnym z państw kapitalistycznych nawet w najkorzystniejszym okresie rozwojowym.

O tempie rozwoju państwowych sieci geodezyjnych w ZSRR można wnioskować np. choćby z tego, że w samym tylko r. 1951 pokryto punktami triangulacji o wysokiej dokładności obszar około 200 000 km², a długość ciągów niwelacyjnych wszelkich klas wyniosła 70 000 km.

Opracowując schemat zakładania i program państwowych sieci geodezyjnych, geodeci radzieccy wychodzili z założenia, że państwowe triangulacje i niwelacje, odpowiadające potrzebom społeczeństwa socjalistycznego, powinny posiadać wysoką dokładność, ponieważ tylko dokładność nadaje tym pracom państwowym charakter jednolitej osnowy geodezyjnej dla rozwiązania prawie wszystkich zagadnień na dłuższy okres czasu i wyklucza konieczność przedwczesnego ponownego zakładania sieci państwowych dla zabezpieczenia prac topograficzno-geodezyjnych o wysokiej dokładności i dla wykonania zadań współczesnej techniki. Nowy etap rozwoju państwowych sieci geodezyjnych jest już w obecnym czasie całkowicie przygotowany przez radziecką naukę i osiągnięcia techniki geodezyjnej.

Państwowe sieci geodezyjne ZSRR zakładane są zgodnie z nowymi wymaganiami.

Schemat zakładania triangulacji państwowej w ZSRR

W skład państwowej triangulacji Związku Radzieckiego wchodzi: łańcuchy triangulacji I rzędu, sieci triangulacyjne I rzędu i sieci triangulacyjne II i III rzędu. Stanowi to ogółem cztery stopnie rozwinięcia.

Łańcuchy triangulacji I rzędu składają się z sekcji o długości nie większej niż 200 km i tworzą poligony o obwodzie do 800 km. W wierzchołkach poligonów, na przecięciach łańcuchów, zbiegających się z różnych kierunków, zakłada się obowiązkowo sieci bazowe, a na końcach boków wyjściowych sieci bazowych wyznacza się punkty Laplace'a.

Sekcje triangulacji I rzędu składają się z prostych łańcuchów trójkątów zbliżonych do równobocznych i tylko w niektórych przypadkach — z czworoboków geodezyjnych.

Długości boków trójkątów powinny wynosić w leśnych i górzystych okolicach średnio około 25 km, a w równinnych i stepowych — 20 km. Każda sekcja triangulacji co do swej budowy geometrycznej powinna spełniać warunek, żeby błąd związania geometrycznego nie przekraczał 100 jednostek w szóstym znaku logarytmu¹.

Pomiar kątów na punktach łańcuchów I rzędu wykonuje się dużymi, dwusekundowymi teodolitami, z reguły na elektryczne reflektory. Kąty mierzy się we wszystkich kombinacjach z wagą pomiaru kierunków równą 36. Błąd pomiaru kątów w sekcjach, obliczony z zamknięć trójkątów, nie może przy tym przekraczać 0,7", a graniczne zamknięcia trójkątów nie powinny przekraczać 2,5".

Sieci bazowe zakłada się z reguły w kształcie rombu i tak, aby kąty rombu leżące naprzeciw bazy nie były mniejsze od 35°. W trudnych warunkach terenowych dopuszczalne jest zakładanie złożonych sieci bazowych w postaci dwóch rombów. Sieci o jeszcze bardziej skomplikowanych kształtach zakłada się tylko w wyjątkowych przypadkach.

W otwartych terenach równinnych sieci bazowe zastępuje się pomiarem boku I rzędu.

Długości baz w sieciach bazowych I rzędu przyjmuje się nie mniejsze niż 6 km i tylko w okolicach górzystych zezwala się zmniejszać ich długość do 4 km.

Kąty w sieciach bazowych mierzy się tak jak i w łańcuchach I rzędu, ale z uwzględnieniem najdogodniejszego rozłożenia wag mierzonych kątów. Błąd boku wyjściowego sieci bazowej nie powinien przy tym przekraczać 1 : 350 000. Bazy należy mierzyć z błędem nie większym od 1 : 1 000 000.

Do mierzenia baz stosuje się przyrząd Jaederina, w skład którego wchodzi 7 drutów inwarowych; 6 spośród nich używa się do pomiaru bazy w grupach po 3 druty, jeden jest zapasowy.

Długości baz — za pośrednictwem 3-metrowej łaty nr 541, używanej przy komparacji drutów przyrządu bazowego na komparatorze moskiewskim — odnosi się do metra wzorcowego nr 28, przyjętego za jednostkę długości w ZSRR.

Dla pomiarów astronomicznych na punktach Laplace'a ustalono maksymalny błąd w szerokościach geograficznych na 0,3", w długościach geograficznych — na 0.03^s i w azymutach — na 0,5".

¹ W tym celu dla trójkąta nie wchodzącego w skład systemu centralnego albo w skład czworoboku przyjmuje się, że współczynnik przed wyrażeniem $(\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_1 \cdot \sigma_2)$ wynosi $\frac{3}{4}$, dla trójkąta wchodzącego w skład czworoboku — 0,8 i dla trójkąta wchodzącego w skład układu centralnego — 0,9. Wielkości σ są to przyrosty logarytmów sinusów wiążących kątów w trójkątach przy zmianie ich o jedną sekundę, wyrażone w jednostkach szóstego znaku logarytmu.

Do pomiarów astronomicznych używa się uniwersalnych instrumentów dwu- i pięciosekundowych. Przy pomiarach szerokości astronomicznych stosuje się przeważnie sposób Talcotta albo Piewcowa (15 par gwiazd), przy pomiarach czasu — sposób Cingera (36—48 par gwiazd), przy pomiarach azymutu — obserwacje Gwiazdy Biegunowej (18 poczetów).

W schemacie zakładania triangulacji państwowej przewiduje się niwelację astronomiczno-grawimetryczną, która łącznie z ogólnym zdjęciem grawimetrycznym dostarcza niezbędnych materiałów do redukcji baz, kątów i współrzędnych astronomicznych na powierzchni przyjętej elipsoidy odniesienia i do badania figury Ziemi.

Program niwelacji astronomiczno-grawimetrycznej realizowany jest w następujący sposób:

Na sześciu południkowych i dwóch równoleżnikowych łańcuchach triangulacji pierwszego rzędu (o łącznej długości około 30 tys. km) wykonuje się pomiary astronomiczne szerokości i długości geograficznej na punktach triangulacji co każde 40—50 km i naokoło każdego punktu astronomicznego mierzy się — w zależności od charakteru rzeźby terenu 20—40 punktów grawimetrycznych. Średni błąd kwadratowy wyznaczenia przyspieszenia siły ciężkości ustalono co najwyżej na 1,5 miligala.

Opisany schemat zakładania łańcuchów triangulacji I rzędu opracowany był w r. 1928 przez założyciela geodezji radzieckiej F. N. Krasowskiego i stał się podwaliną współczesnego schematu zakładania triangulacji państwowej w ZSRR.

Całokształt łańcuchów triangulacji I rzędu, założonych według schematu Krasowskiego, nazywa się w ZSRR siecią astronomiczno-geodezyjną. Stanowi ona nowy typ pomiarów stopnia, a razem z pomiarami siły ciężkości sieć ta bywa wykorzystywana do badania kształtu i wymiarów Ziemi.

Rola i znaczenie poligonów sieci astronomiczno-geodezyjnej poza ich wartością naukową polega na tym, że terytorium państwa, niezależnie od jego wielkości, dzieli się na obszary o powierzchni 30—40 tys. km², w obrębie których można łatwo i pod względem organizacyjnym dogodnie zakładać triangulacyjne sieci powierzchniowe o wysokiej dokładności, sieci, które w granicach każdego poligonu, niezależnie od siebie, można opracowywać naukowo. Wszystko to pozwala na szybkie wprowadzenie jednolitego układu współrzędnych w granicach państwa. Tego rodzaju rozwiązanie zagadnienia jest w każdym razie najlepsze, jeżeli chodzi o zakładanie triangulacji w takich krajach, jak ZSRR, Chińska Republika Ludowa i kraje demokracji ludowej.

Do chwili obecnej w ZSRR założono znaczną ilość sekcji triangulacyjnych, których łączna długość jest ogromna. W celu scharakteryzowania

dokładności wykonanych prac należy podać, że średni błąd kątów we wszystkich sekcjach wynosi $0,6''$, niezgodność pomiędzy bazami wynosi 5,7 jednostek w szóstym znaku logarytmu, niezgodność zaś między punktami Laplace'a $1,7''$.

Powyższe wskaźniki pozwalają przypuszczać, że średnie błędy boków sekcji po wyrównaniu nie przekraczają $1 : 200\ 000$ ich długości. Potwierdziło to wyrównanie sieci astronomiczno-geodezyjnej.

Wysoka jakość sieci astronomiczno-geodezyjnej ZSRR pozwala na wykorzystywanie jej jako osnowy do zakładania powierzchniowych sieci triangulacyjnych o wysokiej dokładności. Dokładność jej przewyższa dokładność poligonów utworzonych z łańcuchów czworoboków lub układów centralnych, jak to przyjęto w USA i niektórych innych krajach. Np. średnia niezgodność zamknięcia poligonów sieci astronomiczno-geodezyjnej Związku Radzieckiego wynosi $1 : 480\ 000$, a we wschodnich poligonach I rzędu w USA tylko $1 : 195\ 000$. Błędy zamknięcia amerykańskich poligonów dochodzą do $1 : 94\ 000$, a błędy sekcji przy ich łączeniu $1 : 66\ 000$.

Następnym stopniem budowy triangulacji w ZSRR są sieci I rzędu. Zakłada się je w postaci powierzchniowej sieci trójkątów wewnątrz poligonu sieci astronomiczno-geodezyjnej i mocno wiąże z bokami łańcuchów tworzących dany poligon. Jako średnią długość boków trójkątów przyjmuje się — w zależności od fizyczno-geograficznego charakteru rejonu — nie więcej niż 10—15 km.

Pomiary kątowe na punktach sieci I rzędu wykonuje się tymi samymi instrumentami, co i łańcuchów I rzędu, wolno jednak także stosować wielkie teodolity optyczne tam, gdzie tego wymagają warunki pracy. Przy pomiarze kątów we wszystkich kombinacjach waga obserwowanych kierunków ustalona jest na 24, a przy zastosowaniu metody kierunkowej — na 12 serii.

Błąd pomiaru kątów, obliczony z zamknięć trójkątów, nie może przekraczać w sieciach I rzędu $1''$, ale w praktyce nie przekracza on zwykle $0,7''$. Zamknięcia trójkątów nie powinny przekraczać $3''$.

W sieci I rzędu przewiduje się założenie sieci bazowych rozmieszczonych tak, aby między sieciami bazowymi (bokami) albo sieciami bazowymi i bokami łańcuchów I rzędu, na najkrótszej drodze, występowało nie więcej niż 12—14 trójkątów.

Na sieci bazowej, znajdującej się mniej więcej w środku poligonu, przewiduje się wyznaczenie dwóch punktów Laplace'a.

Na pierwszy rzut oka może się wydawać, że w sieci I rzędu należałoby ustalić długości boków trójkątów nie na 10—15 km, lecz na znacznie więcej, 20—30 km. W tym przypadku należałoby do poligonu sieci astronomiczno-geodezyjnej wstawiać dodatkowe sieci bazowe, a wtedy opra-

cowanie jej metodą najmniejszych kwadratów byłoby prostsze. W rzeczywistości, jak wykazało długoletnie doświadczenie, dla sieci o dużych bokach należałoby budować wysokie wieże, bez żadnej kompensacji w wysokościach wież sieci niższego rzędu. Z drugiej strony w sieci z punktami odległymi od siebie o 20—30 km pomiar kątów byłby bardziej skomplikowany wskutek zamglenia atmosferycznego i złej widoczności wież, jak również wskutek nie sprzyjającego wpływu refrakcji bocznej. Inaczej mówiąc, wielkie odległości między punktami sieci I rzędu zmniejszyłyby tempo pomiarów kątów i obniżyłyby ich dokładność. Poza tym przy długich bokach sieci I rzędu może się bardzo skomplikować rozwinięcie sieci II i III rzędu. Jeżeli chodzi o wstawienie uzupełniających sieci bazowych, praca ta nie wywołuje specjalnych trudności i nadprogramowe koszty na ich założenie w zupełności kompensują się przez zmniejszenie wydatków na pomiary kątów. Jak okaże się dalej, nawet wyrównanie sieci składającej się chociażby z 300 punktów jest przy nowoczesnych metodach wyrównania i osiągnięciach techniki obliczeniowej zupełnie możliwe.

Dla oceny dokładności sieci I rzędu opracowano w Związku Radzieckim sposób inż. Pranis-Praniewicza². Sposób ten pozwala obliczyć błędy boku trójkąta, jego azymutu i współrzędnych punktu jako funkcje błędów pomierzonych danych wyjściowych dla danej sieci. Nie zważając na uciążliwość związanych z tym obliczeń, geodeci radzieccy posługują się wskazanym sposobem jako najbardziej ścisłym.

Według tego sposobu obliczono błędy długości boków trójkątów z uwzględnieniem błędów wszystkich danych wyjściowych dla sieci I rzędu, założonej wewnątrz poligonu sieci astronomiczno-geodezyjnej. Obliczenia wykazały, że błąd długości boku, położonego w najbardziej słabym miejscu, okazał się taki sam, jak w łańcuchach triangulacji I rzędu, tj. 1 : 200 000. Było to do przewidzenia, ponieważ błędy sieci I rzędu, potraktowanej jako niezależna, są niewielkie w porównaniu z błędami wyrównanych poligonów sieci astronomiczno-geodezyjnej.

Na podstawie sieci I rzędu, zakłada się sieci triangulacji II i III rzędu przez wstawienie pojedynczych punktów do trójkąta wyższego rzędu albo przez systemy 3—5 punktów.

W sieciach II rzędu boki trójkątów mają długości 5—10 km, a w sieciach III rzędu od 1,5 do 6 km. Kąty na punktach II i III rzędu mierzy się wielkimi teodolitami optycznymi metodą kierunkową.

Maksymalne błędy pomierzonych kątów ustalono dla punktów II rzędu na 1,2" (przy metodzie kierunkowej) i dla punktów III rzędu — na 2"

² M. J. Pranis-Praniewicz, „Opriedielenije sriedniej kwadraticzeskoj oszibki funkcii z ucetom oszibok ischodnych danych pri urawniwanii po sposobu najmienszych kwadratow“, Trudy CNIIGA i K. Issledowanije po Gieodiezii, Wypusk 5, Gieodiezizdat 1939.

(przy sześciu seriach). W związku z tym zamknięcia trójkątów nie powinny przekraczać w sieci II rzędu 4", a w sieci III rzędu 5".

Przy powyższym systemie i odpowiednich błędach mierzonych kątów należy oczekiwać, że średnie błędy długości boków triangulacji II rzędu nie przekroczą 1 : 150 000, a w sieciach III rzędu 1 : 100 000.

Taka dokładność triangulacji państwowej w zupełności wystarcza dla wykonywania nawet najbardziej dokładnych zdjęć stosowanych w praktyce i dla rozwiązania prawie wszystkich zagadnień współczesnej techniki. Schemat radziecki ogranicza rozwinięcie triangulacji tylko do czterech rzędów, zwraca się przy tym uwagę, że każde nowe zageszczenie triangulacji powinno dokonywać się tylko sieciami III rzędu w odniesieniu do punktów wyższej klasy.

Przy zakładaniu sieci I, II i III rzędu należy wyznaczać wcięciami w przód różnego rodzaju przedmioty terenowe, które mogą być z pożytkiem wykorzystane przy wykonywaniu zdjęć szczegółowych; jednakże tego rodzaju punkty wchodzi w skład osnowy zdjęcia topograficznego.

Obecny schemat zakładania triangulacji przewiduje, że tam gdzie jest to dogodne ze względów oszczędnościowych i organizacyjnych, sieci triangulacji wszystkich rzędów mogą być zastępowane równie dokładnymi sieciami poligonowymi. Oczywiście zastosowanie poligonizacji będzie miało miejsce najczęściej na terenach zakrytych i na obszarze miast i budów.

Jeżeli porównać schemat zakładania triangulacji państwowej ZSRR ze schematem USA przyjętym w r. 1925, to okaże się, że system amerykański zupełnie nie odpowiada współczesnym wymaganiom. Widać to z tego, że dla triangulacji III rzędu, którą zakłada się w poligonach utworzonych przez łańcuchy I i II rzędu³, ustalono średnie zamknięcie trójkątów na 6", niezgodności zaś pomiędzy bokami obliczonymi a wyjściowymi — tylko na 1 : 5000.

Dla sieci IV rzędu brak jest w schemacie amerykańskim analizy dokładnościowej. Punkty IV rzędu wyznacza się wcięciami w przód o bardzo niedokładnym charakterze. Sieci III i IV rzędu w USA nie wchodzi w skład triangulacji państwowej. Zakładane są one przez rozmaite urzędy i instytucje w związku z wykonywaniem zdjęć topograficznych, bez jakiegokolwiek systemu i z bardzo małą dokładnością.

Amerykański system zakładania triangulacji pomyślany jest jako podstawa dla zdjęć topograficznych w stosunkowo małej skali i zupełnie nie przewiduje się wykorzystywania go przy zdjęciach szczegółowych. Nie jest przypadkiem, że w USA i Kanadzie zakłada się oprócz triangulacji system tzw. „town-shipów“. Pomiaru liniowe wzdłuż granic „town-shi-

³ W łańcuchach II rzędu dozwolone są zamknięcia trójkątów sięgające 8", a niezgodności pomiędzy bazami — 1 : 10 000.

pów“ wykorzystuje się przy zdjęciach katastralnych bez jakiegokolwiek powiązania z triangulacją państwową.

Sądząc z tego, że w triangulacji angielskiej z lat 1936—39 błąd kątów sieci I rzędu sięga 1,2", a punkty III rzędu wyznaczono wcięciami, należy i tę sieć uważać za mało dokładną i mało różniącą się od sieci wykonanej w Anglii w pierwszej połowie XIX stulecia. Ogólnie biorąc, zakładanie sieci geodezyjnych w krajach kapitalistycznych znajduje się w stanie swego rodzaju kryzysu, spowodowanego warunkami systemu kapitalistycznego.

Gęstość punktów triangulacji państwowej według schematu przyjętego w ZSRR normuje się potrzebami bieżących albo najbliższych przyszłych zdjęć topograficznych.

Wprowadzenie zdjęć lotniczych i fotogrametrii do praktycznego wykonania zdjęć topograficznych w sposób zasadniczy zmieniło produkcję topograficzno-geodezyjną, uczyniło ją tańszą, zapewniło szybkie tempo kartografowania i wysoką jakość map topograficznych.

Zdjęcia lotnicze i fotogrametrię stosuje się w Związku Radzieckim przy zdjęciach topograficznych do skali 1 : 2000 włącznie. Sposób ten prawie wszędzie zastąpił stare metody zdjęć — stolicową i tachimetryczną. Te ostatnie stosuje się tylko przy zdjęciach niewielkich obszarów.

Przejsiecie w dziedzinie zdjęć topograficznych do metod bardziej doskonałych pozwoliło ograniczyć gęstość punktów triangulacji państwowej do następujących norm:

przy zdjęciach w skali 1 : 25 000 — 1 : 50 000	1 punkt na 50—60 km ²
przy zdjęciach w skali 1 : 10 000 —	1 punkt na 30—40 km ²
przy zdjęciach w skali 1 : 5 000 —	1 punkt na 15—20 km ²
przy zdjęciach w skali 1 : 2 000 —	1 punkt na 2—3 km ²

Jak wynika z powyższych norm, w ZSRR dla wykonywania zdjęć do skali 1 : 10 000 włącznie zakłada się tylko sieci I i II rzędu. Sieci III rzędu zakłada się jako podstawę dla zdjęć w skali 1 : 5 000 i większej. Co się tyczy zdjęć w skali 1 : 100 000, to dla ich wykonania można się ograniczyć tylko do łańcuchów I rzędu albo wykorzystać punkty astronomiczne wyznaczone w odstępach co 80—100 km⁴.

Podane wyżej normy gęstości punktów są przykładowymi i nieco się zmieniają w zależności od właściwości terenu. Tak np. w terenie dogodnym do rozwinięcia sieci zdjęcia topograficznego ilość punktów triangulacji może być zmniejszona do półtora raza. W poszczególnych przypadkach należy uwzględniać niektóre wymagania nie związane bezpośrednio ze zdjęciami topograficznymi, lecz mające ważne znaczenie dla państwa,

⁴ W tym przypadku do współrzędnych astronomicznych należy wprowadzić poprawkę na odchylenie pionu.

i w związku z tym powiększyć gęstość punktów triangulacji państwowej. Omówiona gęstość punktów triangulacji całkowicie zapewnia wymaganą dokładność sieci zdjęcia topograficznego, którą rozwija się przy zakładaniu fototriangulacji i zestawieniu fotoplanów. Sieć tę zakłada się przy pomocy teodolitów-dalekomierzy, idąc ciągami, za pomocą najprostszych metod analitycznych i różnego rodzaju wcięć geodezyjnych.

Co się tyczy osnowy zdjęcia topograficznego, należy zauważyć, że zakres jej w miarę udoskonalania fotogrametrii i zdjęć lotniczych zmniejsza się i — rzecz oczywista — niedaleki jest już czas, gdy w pracach związanych z wykonywaniem zdjęć będzie ona zajmować nieznaczne miejsce.

Z powyższego wynika, że radziecki schemat zakładania triangulacji państwowej uwzględnia osiągnięcia współczesnej techniki wykonywania zdjęć topograficznych i dlatego okazuje się najbardziej ekonomiczny.

W Europie zachodniej wytworzyła się praktyka zakładania triangulacji o stosunkowo dużej gęstości. W niektórych państwach gęstość triangulacji w związku ze zdjęciami katastralnymi była doprowadzana do 1 punktu na 5, a czasem na 1 km². Współczesne metody zdjęć nie wymagają takiej ilości punktów triangulacji i tylko ze względu na potrzeby obronności kraju należy w szeregu rejonów zwiększyć zagęszczenie punktów triangulacji 1,5—2 razy w stosunku do normy podanej dla zdjęć w skali 1 : 10 000. Nie trudno spostrzec, że takie zagęszczenie punktów jest wystarczające dla zdjęć w skali 1 : 5000.

Schemat zakładania niwelacji państwowej ZSRR

Państwowa sieć niwelacyjna ZSRR, tak jak i triangulacja, ma 4 rodzaje konstrukcji: sieć I, II, III i IV rzędu.

Sieć niwelacyjna I i II rzędu stanowi jednolitą główną osnowę wysokościową dla całego terytorium ZSRR i jest podstawą rozwinięcia sieci niwelacyjnych III i IV rzędu.

Sieć niwelacyjna I rzędu poza wskazanym przeznaczeniem praktycznym przewidziana jest dla rozwiązania zagadnień naukowych, związanych z wyznaczeniem poziomów mórz, badaniem pionowych ruchów skorupy ziemskiej itp.

Właściwością niwelacji I rzędu jest to, że wykonuje się ją z wysoką ścisłością, najbardziej doskonałymi instrumentami i metodami, tak aby otrzymać wyniki o najwyższej dokładności. Niwelację wykonuje się metodą „w przód i wstecz“ przy dwukrotnym pomiarze każdego ciągu. Sądząc z wyników niwelacji ZSRR, błąd przypadkowy na 1 km ciągu nie przekracza 0,4 mm, a systematyczny — 0,05 mm.

Na wszystkich liniach niwelacji I rzędu przewiduje się powtórne niwelacje nie rzadziej niż co 25 lat, a w niektórych przypadkach i w krót-

szych odstępach czasu. Wzdłuż linii I rzędu przewiduje się pomiar siły ciężkości.

Takie ujęcie niwelacji I rzędu przyjęto na propozycję F. N. Krasowskiego, który słusznie uważał, że niwelacje prowadzone w wielu państwach pod szumną nazwą „precyzyjnych“ są dla celów naukowych zupełnie nieprzydatne.

Sieć niwelacji II rzędu zakłada się w postaci systemu poligonów do 500—600 km. Linie niwelacyjne II rzędu zakłada się — oprócz innych kierunków — obowiązkowo wzdłuż kolei i szos oraz wielkich rzek. Niwelację II rzędu wykonuje się niwelatorami z płytką płasko równoległą przy użyciu łąt inwarowych. Każdą linię niweluje się tam i z powrotem.

Dokładność niwelacji II rzędu określa się błędem przypadkowym równym 1 mm na 1 km ciągu i błędem systematycznym równym 0,2 mm.

Powyższe dopuszczalne błędy można w okolicach górzystych i trudno dostępnych powiększyć odpowiednio do 2 mm i 0,4 mm.

Zakładanie sieci niwelacyjnej II rzędu w ZSRR jest poważnie zaawansowane. Średnia odchyłka zamknięcia poligonów we wschodniej części kraju wynosi 9 cm, a w zachodniej — 5 cm.

Sieć niwelacyjna III rzędu rozwija się wewnątrz poligonów II rzędu w ten sposób, ażeby poligon był podzielony na 8—9 części mniej więcej jednakowych. Długość obwodu poligonu utworzonego przez linie III rzędu dochodzi do 200 km. Niwelację III rzędu wykonuje się w kierunku tam i z powrotem niwelatorem o powiększeniu lunety około 30-krotnym z libelką o wartości działki nie większej niż 15". Dokładność linii niwelacyjnych, określona według błędów przypadkowych, wynosi na 1 km ciągu 10 mm w zwykłych warunkach i 15 mm w rejonach górzystych.

Sieć niwelacyjną IV rzędu zakłada się wewnątrz poligonu III rzędu w postaci pojedynczych linii albo w postaci systemu poligonów opierających się na niwelacji wyższych rzędów. Niwelację IV rzędu wykonuje się niwelatorami, których libelka posiada wartość działki nie większą od 25". W zależności od przeznaczenia niwelacja IV rzędu może być wykonana tylko w jednym kierunku, ale obowiązkowo łątami dwustronnymi. Błąd niwelacji nie powinien przekraczać 20 mm na 1 km ciągu⁵.

Linie niwelacyjne wszystkich rzędów stabilizuje się w terenie za pomocą reperów gruntowych rozmieszczonych w odległości 5—7 km jeden od drugiego. Co 50—80 km i obowiązkowo we wszystkich węzłowych punktach przecięcia się linii I, II i III rzędu zakłada się repery fundamen-

⁵ Dla obliczenia odchyłek zamknięć niwelacji III i IV rzędu używa się wzoru $\Delta L = m\sqrt{a}$, w którym m jest to błąd na 1 km ciągu, zaś a — długość ciągu w kilometrach.

talne. Na liniach I rzędu przewiduje się zakładanie w odpowiednich miejscach reperów wiekowych.

Wykonanie niwelacji według powyższego schematu najzupełniej wystarczy dla zdjęcia topograficznego o najbardziej nawet drobiazgowej liczbowej charakterystyce rzeźby terenu, umożliwia doskonałą zgodność wszystkich materiałów pomiarowych oraz zaspokaja potrzeby geologii, hydrogeologii i geomorfologii, a niwelacja II rzędu — potrzeby wielkiego budownictwa hydrotechnicznego.

O metodach naukowego opracowania sieci geodezyjnych

Naukowe opracowanie sieci astronomiczno-geodezyjnej jest we wszystkich przypadkach pracą najbardziej skomplikowaną i odpowiedzialną, a zwłaszcza wówczas, gdy ma się do czynienia ze znaczną ilością poligonów.

Dla opracowania wielkich sieci, a przede wszystkim dla astronomiczno-geodezyjnej sieci ZSRR, składającej się z setek poligonów, znane w nauce geodezyjnej metody Helmerta (1886) i Bowiego (1927) okazały się nieprzydatne.

Metoda Helmerta, jak dowiódł w swoim czasie F. N. Krasowski, może być stosowana tylko dla stosunkowo niedużych sieci, ponieważ jest bardzo skomplikowana, co daje się we znaki już przy wyrównywaniu 10—15 poligonów. W wielkich sieciach staje się ona absurdalna i nie do przyjęcia.

Metoda Bowiego, według ogólnego zdania, daje na tyle uproszczone rozwiązanie zagadnienia, że zastosowanie jej do opracowania sieci astronomiczno-geodezyjnej jest zupełnie niedopuszczalne, chociaż Amerykanie pośpiesznie zaliczyli ją do rzędu „metod klasycznych“.

Taki stan rzeczy spowodował w ZSRR konieczność rozpoczęcia wielkich prac naukowo-badawczych w celu opracowania nowych metod wyrównywania wielkich sieci astronomiczno-geodezyjnych.

W chwili obecnej radziecka nauka geodezyjna rozporządza najzupełniej ścisłymi metodami naukowego opracowania sieci astronomiczno-geodezyjnych. Olbrzymia zasługa w tej dziedzinie przypada członkowi-korrespondentowi Akademii Nauk F. N. Krasowskiemu i N. A. Urmajewowi.

W metodzie F. N. Krasowskiego — w przeciwieństwie do metody Helmerta — zagadnienie wyznaczenia rozmiarów elipsoidy odniesienia, najbardziej pasującej do danego terytorium, oraz ustalenie wyjściowych danych geodezyjnych jest oddzielone od zagadnienia wyrównania sieci astronomiczno-geodezyjnej. Założenie to, wysunięte przez F. N. Krasowskiego, opiera się na dowodzie, że dla dostatecznie ścisłego opracowania sieci astronomiczno-geodezyjnej konieczne jest posiadanie elipsoidy od-

niesienia, o pólosi różniącej się od pólosi najlepiej pasującej elipsoidy nie więcej niż o 100 metrów, w mianowniku zaś ułamka wyrażającego spłaszczenie — nie więcej niż o dwie jednostki, a która byłaby zorientowana tak, żeby współrzędne geodezyjne punktu wyjściowego i azymut wyjściowy nie miały błędów większych od 1".

Elipsoida odniesienia F. N. Krasowskiego, przyjęta w Związku Radzieckim, w zupełności odpowiada postawionym warunkom.

Stwierdzenie tej okoliczności uwalnia opracowanie sieci astronomiczno-geodezyjnej od olbrzymich prac obliczeniowych, właściwych dla metody Helmerta, i udostępnia zastosowanie tej metody do wielkich sieci astronomiczno-geodezyjnych.

Drugą zasadniczą właściwość metody F. N. Krasowskiego stanowi obowiązkowe rzutowanie pomierzonych elementów sieci astronomiczno-geodezyjnej — przed ich wyrównaniem — na przyjętą elipsoidę odniesienia, w przeciwieństwie do Helmerta i Bowiego, którzy nie uznają konieczności wprowadzenia jakichkolwiek dodatkowych redukcji przy przejściu na powierzchnię elipsoidy odniesienia bądź z góry przyjętej, jak to jest w metodzie Bowiego, bądź też odnajdywanej, jak w metodzie Helmerta.

Wprowadzenie czynności rzutowania w metodzie F. N. Krasowskiego nie tylko wzmacnia zasadę oddzielenia wymiarów elipsoidy odniesienia od wyjściowych danych geodezyjnych, lecz również pozwala na pełniejsze i bardziej ściśle rozwiązanie głównego zadania — wyrównania sieci astronomiczno-geodezyjnej.

Według obliczeń Krasowskiego zwykle rozwijanie sieci astronomiczno-geodezyjnej na elipsoidę odniesienia wnosi w sieć wyrównaną błędy tego samego rzędu, co i błędy pomiarów geodezyjnych.

Wprowadzenie rzutowania sieci astronomiczno-geodezyjnej na elipsoidę odniesienia charakteryzuje metodę F. N. Krasowskiego jako bardziej doskonałą w sensie naukowym w porównaniu ze sposobem Helmerta, a w szczególności Bowiego.

Możliwość zrealizowania rzutowania należy przewidzieć w programie zakładania sieci astronomiczno-geodezyjnej. W tym celu cały obszar powinien być pokryty zdjęciem grawimetrycznym i niwelacją astronomiczno-geodezyjną, co pozwala na sporządzenie mapy wysokości geoidy nad przyjętą elipsoidą odniesienia.

Warunkowi temu w zupełności odpowiada sieć astronomiczno-geodezyjna ZSRR.

Istota wyrównania sieci astronomiczno-geodezyjnej polega według pomysłu Krasowskiego na tym, żeby prawidłowo przejść od wielkości bezpośrednio pomierzonych w triangulacji do ich rzutów na elipsoidzie od-

niesienia oraz ułożyć z całą dokładnością wynikające przy tym równania między poprawkami samych tylko wielkości pomierzonych lub ich pochodnych, a następnie prawidłowo obliczyć te poprawki.

Program wyrównania sieci astronomiczno-geodezyjnej w tej postaci, w jakiej był zaproponowany przez F. N. Krasowskiego w 1943 r., przewiduje następujące etapy:

1. Naukowa analiza wyników pomiarów geodezyjnych i wprowadzenie koniecznych poprawek do pomierzonych baz, kątów i wyznaczeń astronomicznych na punktach Laplace'a.

2. Rzutowanie baz i kątów triangulacji na przyjętą elipsoidę odniesienia przy zastosowaniu mapy wysokości geoidy nad przyjętą elipsoidą odniesienia.

3. Wyrównanie sieci bazowych i obliczenie długości boków wyjściowych.

4. Wyrównanie azymutów astronomicznych na punktach Laplace'a, wyznaczonych na końcach boku wyjściowego.

5. Pierwsze wyrównanie sekcji sieci astronomiczno-geodezyjnej na skutek warunków figur i baz oraz obliczenie geodezyjnych współrzędnych punktów Laplace'a.

6. Łączne wyrównanie azymutów astronomicznych i długości geograficznych punktów Laplace'a i obliczenie poprawek do azymutów astronomicznych i długości według punktu 4.

7. Drugie wyrównanie sekcji sieci astronomiczno-geodezyjnej, wprowadzające warunki figur, baz i azymutów, poprawionych według punktu 6, nowe obliczenie geodezyjnych współrzędnych punktów Laplace'a i ściśle obliczenie długości linii geodezyjnych (przekątnych sekcji) i ich geodezyjnych azymutów.

8. Łączne wyrównanie poligonów utworzonych przez linie geodezyjne (z uwzględnieniem wag wyrównywanych elementów) i obliczenie współrzędnych geodezyjnych i azymutów geodezyjnych dla punktów Laplace'a.

9. Wyrównanie figur węzłowych w wierzchołkach poligonów, utworzonych na stykach sekcji o różnych kierunkach.

10. Ostateczne wyrównanie sekcji wprowadzające warunki figur, baz, azymutów, szerokości i długości geograficznych, obliczenie długości boków trójkątów oraz współrzędnych geodezyjnych i prostokątnych (wyrównanie wg punktów 3—10 wykonuje się metodą najmniejszych kwadratów).

Szczegółowy opis metody Krasowskiego i odpowiednie wzory równań warunkowych podane są w jego pracy „Wysszaja gieodiezja“, cz. II, wyd. 1942 roku.

Według tej metody przeprowadzono w latach 1942—1944 wyrównanie sieci astronomiczno-geodezyjnej ZSRR.

Metoda N. A. Urmajewa opiera się na tych samych podstawowych założeniach, co i metoda F. N. Krasowskiego. Różnica polega na tym, że wyrównanie poligonów utworzonych przez linie geodezyjne wykonuje się nie według sposobu pomiarów warunkowych, jak to przyjęto w metodzie Krasowskiego, lecz według sposobu pomiarów pośrednich.

Ścisłość tej metody prawie nie ustępuje metodzie Krasowskiego. Opis metody N. A. Urmajewa i odpowiednie wzory podane są w pracach Centralnego Naukowo-Badawczego Instytutu Geodezji, Aerofotogrametrii i Kartografii, zeszyt 19, wyd. 1937 r. W metodzie Urmajewa zmniejsza się znacznie ilość prac obliczeniowych w porównaniu z metodą F. N. Krasowskiego w tej postaci, w jakiej była przez niego zaproponowana.

Jednakże przy wyrównywaniu sieci astronomiczno-geodezyjnej, w latach 1942—44 wg metody Krasowskiego, inż. D. A. Łarin wykorzystując przeniesienie poligonów na płaszczyznę odwzorowania Gaussa i inne pomysły racjonalizatorskie, osiągnął znaczne skrócenie prac obliczeniowych.

Niemniej jednak metoda N. A. Urmajewa w pełni zachowuje swoje znaczenie. Szczególnie cenna jest w niej możliwość dołączenia nowych poligonów do już wyrównanych, przy tym należy się ograniczyć do powtórzenia obliczeń tylko dla poligonów stykowych.

Doświadczenia dwukrotnego wyrównania sieci astronomiczno-geodezyjnej ZSRR (w r. 1930 i latach 1942—44) wykazały, że metody opracowane w ZSRR mogą być stosowane i w przyszłości, naturalnie z tymi zmianami, które zachodzą w związku z rozwojem prac naukowo-badawczych w tej dziedzinie.

Opracowanie sieci I rzędu na tle wyrównanej sieci poligonów nie przedstawia żadnych metodycznych trudności. W przygotowaniu materiałów do wyrównania sieci stosuje się ten sam sposób postępowania, co i w sieci astronomiczno-geodezyjnej, chociaż — jeżeli chodzi o wprowadzenie redukcji — w odpowiednio mniejszym zakresie.

Wyrównanie sieci I rzędu powinno być wykonywane wg metody najmniejszych kwadratów z uwzględnieniem wszystkich warunków wynikających z całej sieci. Ze względu na to, że przy wyrównywaniu sieci będzie się miało do czynienia z rozwiązaniem ogromnej ilości równań normalnych, w Związku Radzieckim został opracowany i znalazł szerokie zastosowanie sposób wyrównywania wielogrupowego.

Sposób ten pozwala na rozdzielenie prac obliczeniowych pomiędzy liczne grupy obliczeniowców, co umożliwia otrzymywanie rezultatów wyrównania w krótkim terminie. Szczegółowy opis tej metody znajduje się w podręczniku opracowanym przez Pranis-Praniewicza: „Rukowodstwo po urawnitielnym wyczislениam triangulacji“, wyd. 1941 r.

Jak wykazało doświadczenie, należy wyłączyć z praktyki obliczeń związanych z wyrównaniem dokładnych sieci metody oparte na podziale

sieci na części niezależne od siebie, ponieważ na stykach poszczególnych części powstają zawsze niezgodności, przewyższające dopuszczalne granice błędów pomiarów geodezyjnych i poważnie obniżające dokładności sieci wyrównanych. Należy także unikać stosowania rozmaitych uproszczonych sposobów wyrównywania.

Opracowanie sieci II i III rzędu nie przedstawia żadnych trudności chociażby dlatego, że sieci tych rzędów mają stosunkowo prostą strukturę. Sieci te należy wyrównywać wg metody najmniejszych kwadratów i dopuszczać uproszczenia tylko w tym przypadku, jeżeli wyrazy wolne równań są stosunkowo niewielkie.

Wyrównanie sieci niwelacyjnych po prawidłowym obliczeniu przewyższeń jest pracą stosunkowo prostą nawet w tym przypadku, gdy liczba poligonów niwelacyjnych podlegających łącznemu wyrównaniu metodą najmniejszych kwadratów jest bardzo wielka. Jeszcze prościej odbywa się wyrównanie sieci III i IV rzędu.

Pewne trudności w opracowaniu niwelacji precyzyjnych i niwelacji dokładnych, wynikające przy obliczeniu poprawek ortometrycznych, zostały obecnie pokonane dzięki badaniom radzieckiego uczonego M. S. Mołodińskiego, który przedstawił nowy wzór matematyczny do obliczania poprawek różnic wysokości zamiast wzoru na tzw. poprawkę ortometryczną.

* * *

O ogólnym stanie państwowych sieci geodezyjnych w krajach demokracji ludowej można mieć pojęcie tylko na podstawie krótkich komunikatów w literaturze geodezyjnej. Ze zrozumiałych przyczyn informacje te są niepełne i dotyczą tylko sieci wyższych rzędów. Niemniej jednak dane te dają wystarczające podstawy do orzeczenia, że państwowe sieci krajów demokracji ludowej nie stanowią jednolitego systemu i poziom ich rozwoju w różnych krajach nie jest jednakowy.

Ze wszystkich krajów demokracji ludowej tylko Bułgaria i Czechosłowacja posiada dobrą państwową sieć geodezyjną I rzędu dla całego terytorium państwa. W Polsce należy w istocie od nowa rozpoczynać zakładanie państwowych sieci geodezyjnych, ponieważ sieci istniejące są różnorodne pod względem budowy i dokładności, a jako niedostatecznie rozwinięte, nie mogą już zaspokoić potrzeb państwa. Sieci geodezyjne Rumunii i Niemiec, niejednorodne co do swej budowy i dokładności, także nie mogą być uważane za sieci współczesne.

Chiny pod względem geodezyjnym zajmują to samo miejsce, co Rosja radziecka w pierwszych latach swego istnienia. Sieci są tam prawie nie rozwinięte.

Należy mieć nadzieję, że w najbliższym czasie we wszystkich krajach demokracji ludowej zakładanie sieci geodezyjnych pójdzie w tak samo, szybkim tempie, jak w ZSRR. W związku z tym podstawowe zadanie geodetów krajów demokracji ludowej będzie polegało na tym, aby założyć państwową sieć geodezyjną o wysokiej dokładności, zdolną zaspokoić najwyższe wymagania życia praktycznego nie tylko w chwili obecnej, ale i w dalekiej przyszłości.

W tym stanie rzeczy schemat zakładania państwowych sieci geodezyjnych, przyjęty w ZSRR, zasługuje na to, aby przyjąć go jako ogólny schemat dla krajów demokracji ludowej z tymi zmianami, które będą wywołane właściwościami sieci już istniejących.

Założenie sieci astronomiczno-geodezyjnej, przy uwzględnieniu jej znaczenia praktycznego i naukowego, należy przeprowadzić według jednolitego uzgodnionego planu na terytorium wszystkich krajów demokracji ludowej, przewidując obowiązkowo wszystkie niezbędne powiązania z siecią astronomiczno-geodezyjną ZSRR. To samo należy wykonać w stosunku do niwelacji I rzędu.

РЕЗЮМЕ

Автор описывает в статье схему построения государственной триангуляции и нивелирной сети в СССР и информирует читателя о методах научной обработки геодезических сетей по помыслу члена-корреспондента Академии Наук СССР Ф.Н. Красовского и Н. А. Урмаева.

В состав государственной триангуляции СССР входят: ряды триангуляции I класса, сети триангуляции I класса, сети триангуляции II и III классов; все они составляют четыре ступени развития триангуляции.

Ряды триангуляции I класса состоят из звеньев длиной не более 200 км и составляют полигоны периметром до 800 км. В пересечении скрещивающихся рядов обязательно строятся базисные сети, а по концам выходных сторон базисных сетей определяются пункты Лапласа.

Сети триангуляции I класса строятся в виде площадной сети треугольников внутри полигонов астрономо-геодезической сети и связываются со сторонами рядов составляющих данный полигон.

Сети II и III классов строятся на основе сети I класса путем вставки отдельных пунктов в треугольники высших классов или путем систем 3—5 пунктов.

Стороны рядов триангуляции I класса имеют длину 20—25 км в зависимости от условий местности и растительного покрова. Стороны треугольников сети II класса имеют длину 5—10 км, стороны треугольников сети III класса от 1,5 до 6 км. Применяемая в СССР система построения триангуляции позволяет ожидать, что после уравнивания относительные ошибки длин сторон рядов триангуляции I класса и сети I класса не превысят 1:200 000, относительные ошибки длин сторон триангуляции II и III классов не превысят 1:150 000 и 1:100 000 соответственно.

Государственная нивелирная сеть СССР так же как и сеть триангуляции имеет четыре вида построения, а именно сеть I, II, III и IV классов.

Нивелирная сеть I и II классов составляет единую главную высотную основу для всей территории СССР и служит основой для развития нивелирных сетей III и IV классов. Случайная ошибка в сети I класса не превосходит 0,4 м/м на 1 км хода систематическая же ошибка 0,05 м/м.

Точность нивелирования II класса определяется случайной ошибкой равной 1 м/м и систематической ошибкой равной 0,2 м/м на 1 км хода.

Точность нивелирования III класса характеризуется случайной ошибкой 10—15 м/м на 1 км хода соответственно условиям местности, ошибка же нивелирования IV класса не превосходит 20 м/м на 1 км хода.

RÉSUMÉ

Dans cet article, l'auteur décrit un schéma, destiné à établir un nivellement et une triangulation d'État de l'URSS. En même temps, il nous met au courant des méthodes scientifiques, servant à élaborer les réseaux géodésiques d'après la conception d'un membre correspondant de l'Académie des Sciences de l'URSS, F. N. Krasowski et de N. A. Urmajew.

La triangulation d'État de l'URSS est constituée: par les chaînes de triangulation de I-er ordre, les réseaux de triangulation de I-er ordre et les réseaux de triangulation de II-e et III-e ordre; ceci forme le schéma d'un ensemble à quatre degrés.

Les chaînes de la triangulation de I-er ordre se composent de sections d'une longueur ne dépassant pas 200 km et forment des polygones ayant une circonférence de 800 km. Dans les sommets des polygones, à l'intersection des chaînes qui convergent de différentes directions, on établit de rigueur des réseaux de base, et à l'extrémité des côtés initiaux des réseaux de base, on détermine les points de Laplace.

On établit les réseaux de triangulation de I-er ordre sous forme d'un réseau superficiaire de triangles à l'intérieur des polygones du réseau astronomique-géodésique, et on les relie aux côtés des chaînes formant les dits polygones. À la base du réseau de I-er ordre, on établit les réseaux de II-e et III-e ordre, en intercalant des points isolés aux triangles de l'ordre supérieur, ou par le système de 3 à 5 points. Les côtés des triangles des chaînes de la triangulation de I-er ordre possèdent une longueur de 20 à 25 km selon la forme du terrain et la nature de sa surface. Les côtés des triangles du réseau de II-e ordre ont la longueur de 5 à 10 km, tandis que les côtés des triangles du réseau de III-e ordre sont de 1,5 à 6 km.

Le système de l'établissement d'une triangulation adopté en URSS permet de croire que les erreurs moyennes des côtés des chaînes de la triangulation de I-er ordre, de même que celles du réseau de I-er ordre, la compensation faite, ne dépasseront pas 1 : 200 000 tandis que les erreurs moyennes des longueurs des côtés de la triangulation de II-e et III-e ordre ne pourront dépasser 1 : 150 000 respectivement 1 : 100 000.

Le réseau de nivellement d'État de l'URSS, de même que la triangulation, possède quatre espèces de constructions à savoir: le réseau de I-er, II-e, III-e et IV-e ordre.

Le réseau du nivellement de I-er et II-e ordre représente la principale charpente uniforme d'altitude pour le territoire entier de l'URSS et forme la base du développement des réseaux de nivellement de III-e et IV-e ordre.

L'erreur accidentelle dans la longueur d'un km ne dépasse pas 0,4 mm dans le réseau de I-er ordre, et l'erreur systématique ne dépasse pas 0,05 mm. L'exactitude du nivellement de II-e ordre est définie par l'erreur accidentelle qui est égale à 1 mm et par l'erreur systématique égale à 0,2 mm par rapport à 1 km.

L'exactitude de la ligne du nivellement de III-e ordre, selon les conditions du terrain, est caractérisée par l'erreur accidentelle de 10 à 15 mm par rapport à 1 km, tandis que l'erreur du nivellement de IV-e ordre ne dépasse pas 20 mm par rapport à 1 km.

Franciszek Biernacki

Drogi rozwoju instrumentów geodezyjnych w ZSRR

(Na podstawie pracy S. W. Jelisiejewa „Gieodieziczeskoje instrumentowiedienije, Moskwa 1952)

1. Rodzaje prac geodezyjnych

Wspaniałe zadania postawione gospodarce narodowej ZSRR przez Staliniński program budowy komunizmu uwarunkowały dalszy, jeszcze bardziej intensywny rozwój prac geodezyjnych i wraz z tym nieodzowność radykalnego ulepszenia geodezyjnych instrumentów i przyrządów. Nieograniczone możliwości rozwoju techniki, stworzone przez ustrój socjalistyczny, są rękojmią dalszego pomyślnego rozwoju w budowie radzieckich instrumentów geodezyjnych.

Podstawowym czynnikiem, który określa charakter współczesnego rozwoju prac geodezyjnych, a wskutek tego i kierunek, w jakim idzie rozwój i doskonalenie konstrukcji instrumentów geodezyjnych, jest przejście do nowego etapu kartografowania ZSRR — stworzenia map w dużej skali dla olbrzymich obszarów. Na drogi rozwoju budowy instrumentów geodezyjnych wpływają również w niemniejszym stopniu zadania związane z realizacją wielkich budowli komunizmu.

Zdjęcia terenowe w dużej skali stawiają podwyższone wymagania dokładności geodezyjnych sieci oporowych. Same zdjęcia przeprowadza się przy tym przeważnie metodami aerofototopografii: sposobem kombinowanym, w którym zdjęcie rzeźby terenu dokonuje się na fotopłanie, albo sposobem stereotopograficznym, w którym prace geodezyjne ograniczają się do stworzenia osnowy geodezyjnej (przeprowadzenie ciągów poligonowych, zbudowanie sieci analitycznych dla dowiązania zdjęć lotniczych i dla rozwinięcia osnowy wysokościowej). W ten sposób, równocześnie z przeprowadzonymi w ZSRR ogromnymi pracami nad dalszym rozwinięciem sieci astronomiczno-geodezyjnej (w postaci poligonów z łańcuchów triangulacji I rzędu, z astronomicznymi i grawimetrycznymi wyznaczeniami), doznają także dużego rozwoju sieci oporowe o wysokiej dokładności, dla zdjęć terenowych w dużych skalach na znacznych obszarach.

Wyliczymy rodzaje robót topograficzno-geodezyjnych, związanych z budową sieci astronomiczno-geodezyjnej, z rozwinięciem sieci oporowych i zdjęć dla celów skartografowania kraju:

- a) wyznaczenia astronomiczne na punktach triangulacji I i II rzędu oraz dla osnowy zdjęć topograficznych w małych skalach;
- b) pomiar baz w triangulacji I i II rzędu;
- c) pomiar kątów na punktach triangulacji I, II i III rzędu;
- d) niwelacja I i II rzędu;
- e) poligonizacja różnych rzędów;
- f) niwelacja III i IV rzędu;
- g) zdjęcia stolikowe (włączając zdjęcia rzeźby terenu na fotopłanach) dla map w skali od 1 : 100 000 do 1 : 2000.

Przy wykonywaniu zdjęć dla celów specjalnych (badań hydrotechnicznych, urządzeń rolnych, osuszania i nawadniania gruntów rolnych itd.) powyższy spis prac geodezyjnych nieco się powiększy przez dołączenie dalszych rodzajów robót:

- h) zdjęcia tachymetryczne w skali 1 : 10 000, 1 : 5000, 1 : 2000 i większej;
- i) mała triangulacja z bokami 1—3 km i mikrotriangulacja z bokami 150 do 500 m;
- k) zdjęcia stolikowe w skali 1 : 1000 i większej.

Przytoczymy niektóre liczby charakteryzujące dokładność wykonania tych prac:

- a) błędy średnie kwadratowe pomiaru kątów w trójkątach:

dla łańcuchów I rzędu	$\pm 0,7''$	z oceny wg zamknięć trójkątów,
„ sieci I rzędu	$\pm 0,9''$	„ „ „ „
„ sieci II rzędu	$\pm 1,0''$	„ „ „ „
„ sieci III rzędu	$\pm 1,5''$	„ „ „ „

- b) błędy względne boków triangulacji:

dla sieci I rzędu	1 : 200 000;
„ sieci II rzędu	1 : 120 000;

- c) błędy przypadkowe (η) i błędy systematyczne (σ) na kilometr ciągu przy niwelacji:

I rzędu	$\eta = \pm 0,5$ mm,	
II rzędu	$\eta = \pm 1,0$ „	$\sigma = \pm 0,2$ mm
III rzędu	$\eta = \pm 4,0$ „	$\sigma = \pm 0,8$ „
IV rzędu	$\eta = \pm 10,0$ „	$\sigma = \pm 2,0$ „ ;

- d) błąd przeniesienia wysokości za pomocą kierownicy charakteryzuje się wielkością $\pm 0,3$ m na 1 km ciągu;
- e) dla obliczenia dopuszczalnego błędu zdjęć topograficznych przyjmuje się wielkość 0,2—0,15 mm jako dokładność graficzną mapy.

Prace geodezyjne wykonuje się także dla wielu innych celów, a w szczególności dla wyznaczenia współrzędnych pewnej ilości punktów terenowych niezbędnych przy wznoszeniu budowli, przeprowadzaniu dróg komunikacyjnych i linii elektryfikacji, budowie szybów kopalnianych, tuneli, rurociągów i rozwiązaniu wielu innych zadań inżynierskich. W tym przypadku dokładność prac geodezyjnych uwarunkowana jest specjalnymi wymaganiami, które stawia budowa. Tak na przykład przy budowie metra i tzw. „zbićiu“ dwóch tuneli błąd położenia ich osi dopuszcza się nie większy od 10 cm, gdyż szlaki tuneli buduje się dzisiaj ostatecznie w ślad za przesuwaniem się tarczy drążącej; błąd przekraczający 10 cm wymagałby dużej dodatkowej roboty w poprawieniu położenia tuneli.

Jeszcze bardziej wysokie żądania mamy w dokładności przeniesienia na grunt punktów osiowych dla dużych zapór elektrowni wodnych.

Metody geodezyjne wykorzystuje się także przy obserwacjach dotyczących deformacji i przesunięć budowli. Rzad szukanych wielkości w tym przypadku określa się zwykle milimetrami: (deformacje podpór mostów, zapór wodnych, dużych gmachów itp.).

Osobliwe wymagania dokładności pomiarów i inne specyficzne własności wyliczonych robót doprowadziły do wydzielenia z geodezji specjalnego działu zajmującego się zagadnieniami obsługi geodezyjnej tych robót, potrzeby zaś masowego budownictwa realizowanego w Związku Radzieckim sprzyjają utworzeniu z tego działu dużej gałęzi geodezji — tzw. geodezji inżynierskiej (czyli stosowanej). Spośród prac wyliczonych powyżej istotną rolę w geodezji inżynierskiej grają ciągi poligonowe i niwelacja. Zatrzymamy się nieco szczegółowiej nad ich charakterystyką.

Opiszemy dla przykładu niedużą część prac geodezyjnych przy zakładaniu tunelu metra. Na podstawie triangulacji, w której wzajemne położenie punktów określa się średnim błędem ± 5 cm, zakłada się ciągi poligonizacji podstawowej o długości nie większej od 5,5 km, z błędem względnym w ciągu rzędu 1 : 30 000; następnie zakłada się naziemną poligonizację „doprowadzającą” i na koniec poligonizację podziemną. Prace te, mające na celu zapewnienie położenia punktu w tunelu z dokładnością co najmniej ± 10 cm, wykonuje się przy następujących charakterystykach:

Rodzaj poligonizacji	Średnia długość linii	Średni błąd pomiaru kątów	Graniczne błędy pomiaru linii	
			systematyczne	przypadkowe
Podstawowa	175 m	$\pm 5''$	1: 60 000 ($\lambda = 0,000\ 017$)	1: 26 000 ($\mu = 0,000\ 5$)
Ciągi doprowadzające naziemne	75	± 6	1: 30 000 ($\lambda = 0,000\ 033$)	1: 20 000 ($\mu = 0,000\ 6$)
Ciągi doprowadzające podziemne	40	± 8	1: 20 000 ($\lambda = 0,000\ 05$)	1: 10 000 ($\mu = 0,000\ 6$)
Podziemna wzdłuż trasy przy długości ciągu większej od 500 m	100	± 5	1: 20 000 ($\lambda = 0,000\ 05$)	1: 17 000 ($\mu = 0,000\ 6$)

Błąd przeniesienia na grunt projektów różnych innych budowli charakteryzuje się poniższymi danymi:

Wielkości przenoszone i procesy robót	Graniczny błąd dopuszczalny
Długość budowli	2—5 cm
Długość oddziału fabrycznego	2 cm na 100 m
Odległość pomiędzy środkami kolumn budynku	0,2 cm
Odległość pomiędzy węzłami kratownic dużych mostów	0,2 „
Czerwona linia (projektowana)	3—5 „
Środki wrót słuz na przegrodach	0,1 „
Wytyczenie szalunku robót betonowych	1,0 „
Wytyczenie osi filarków przegród i podpór mostów	1,0 „

W zdjęciach miast za podstawę obliczeń przyjmuje się graniczny dopuszczalny błąd w położeniu punktu ciągu poligonowego (błąd ten nie powinien być większy od ± 10 cm). Mniej więcej ta sama wielkość określa dopuszczalne błędy pomiarów w miernictwie górniczym. (Dla wyznaczenia położenia punktu z tą dokładnością trzeba posiłkować się planem w skali nie mniejszej od 1 : 500). Wymagania te wywołują niezbędność zakładania poligonizacji z następującymi błędami granicznymi:

Rodzaj poligonizacji	Długość		Graniczny błąd ciągu	Średni błąd pomiaru kąta (sek)
	ciągu (km)	boku (m)		
Wysokiej dokładności	3—5	400	1: 25 000	$\pm 3''$
I rzędu	1—3	300	1: 15 000	± 5
II rzędu	0,5—2	250	1: 8 000	$\pm 7—8$
III rzędu	0,5—0,8	200	1: 4 000	± 10

Ważnym rodzajem prac przy wznoszeniu budowli jest niwelacja. Wymagania dokładności niwelacji są różne, zależnie od postawionego zadania. W miastach, z ich różnorodnym podziemnym zagospodarowaniem i mnóstwem wielkich budowli, rozwija się sieć ciągów niwelacyjnych II, III i IV rzędu; na podstawie tej sieci zakłada się ciągi wysokościowe, odpowiednio do postawionego zadania.

Prace przy wielkich budowlach wymagają założenia linii niwelacyjnych II i III rzędu.

Dla oddzielnych specjalnych celów trzeba przy zdjęciach wykonać rysunek rzeźby terenu, przyjmując stopień warstwicy 0,5 m lub nawet 0,25 m.

Budowa zapór elektrowni wodnych na wielkich rzekach wymaga prac geodezyjnych o wysokiej dokładności. Przy tym powstaje nieraz konieczność przeniesienia wysokości z jednego brzegu na drugi, co przy znacznej szerokości rzeki jest trudnym zadaniem technicznym, szczególnie jeśli błąd przeniesienia nie powinien być większy od 1—2 mm.

Przytoczone wyżej informacje dają niejakię pojęcie o pracach geodezyjnych związanych z rozwiązaniem zadań geodezji inżynierskiej. Bardziej szczegółowe wiadomości podają podręczniki geodezji i literatura fachowa.

Nieco odosobnione są następujące prace wykonywane metodami i instrumentami geodezyjnymi: a) wyznaczenie wzajemnego położenia części agregatów i maszyn przy ich składaniu i montowaniu (składanie i ustawianie maszyn i obrabiarek dużych rozmiarów, montowanie samolotów); b) pomiar rozmiarów detali maszyn i ich kontrola. Prace te w ostatnim czasie doznały także dużego rozpowszechnienia. Dokładność w tym przypadku określa się tolerancjami konstrukcji.

Przytoczymy krótki wykaz gałęzi gospodarki narodowej i rodzajów robót wymagających pomiarów geodezyjnych za pomocą różnorodnych instrumentów geodezyjnych:

a) badania hydrotechniczne, budowa elektrowni wodnych, budowa kanałów i systemów nawadniających; b) urządzenia rolne; c) urządzenia leśne; d) budowa kolei żelaznych i mostów; budowa autostrad; e) badania hydrograficzne i hydrologiczne; f) prace geologiczne i geologiczno-poszukiwawcze; g) budownictwo miejskie; h) budowa tuneli, rurociągów i innych podziemnych urządzeń; i) pomiary górnicze; k) budownictwo przemysłowe; l) zakładanie linii elektryfikacji, rurociągów nafty, gazu i inne trasowania o dużej rozciągłości; m) budowa lotnisk i lądowisk itp.

Duże znaczenie mają prace geodezyjne dla potrzeb obrony. Wykonywanie tych prac w warunkach bojowych wymaga ukrycia i szybkości, co nakłada swoje piętno na metody pracy i instrumenty. Prace te wykonywane są zarówno zwykłymi instrumentami geodezyjnymi, jak i specjalnymi przyrządami (dalmierz stereoskopowy, busola artyleryjska i inne).

2. Podstawowe instrumenty używane w ZSRR przy zakładaniu oporowych sieci geodezyjnych

Pomiar kątów na punktach łańcuchów triangulacji I rzędu wykonuje się teodolitami „Aerogeopribor“ z mikroskopowymi mikrometrami (TT 2"/6"); wyznaczenia astronomiczne na tychże punktach wykonuje się instrumentami uniwersalnymi (AU 2"/10"). Te dwa typy instrumentów były skonstruowane w latach 1937—1939 według wytycznych F. N. Krasowskiego; w ciągu ubiegłych lat doznały one pewnych zmian konstrukcyjnych; należy uważać, że instrumenty te odpowiadają swemu przeznaczeniu. Jako perspektywę dalszego rozwoju można wskazać fotorejstrację odczytów i przedmiotu celowania. Wykorzystanie w lunecie teodolitu urządzeń fotoelektrycznych i przejście do automatyzacji celowania (dokładniej — ustalenia kierunku) może podwyższyć dokładność pomiaru kątów w triangulacji I rzędu i odciążać zabudowę geodezyjną dla łączności odległych przedmiotów.

Co do instrumentów do pomiarów astronomicznych poczynimy następujące uwagi:

Z chwilą zakończenia robót przy kartografowaniu terytorium ZSRR w skali 1:100 000 astronomiczne wyznaczenia współrzędnych punktów oparcia dla celów zdjęcia staną się na przyszłość niepotrzebne, jednakże astronomiczne wyznaczenia azymutów dla kontroli pomiarów kątowych w rozległych ciągach poligonowych i dla podwyższenia dokładności tych ciągów — pozostaną niezbędne w odpowiednich przypadkach. Pomiarów astronomicznych na punktach sieci astronomiczno-geodezyjnej będą nadal grały ważną rolę.

Z powyższego wynika, że budowa instrumentów do prac astronomicznych pójdzie głównie w kierunku stworzenia dokładnych instrumentów do pomiarów I rzędu, instrumentów przystosowanych do pracy w trudnych warunkach ekspedycyjnych i w rejonach o różnej szerokości geograficznej. Instrumenty astronomiczne o niższej dokładności do wyznaczeń punktów II i III rzędu (pięciosekundowy instrument uniwersalny i inne) w obecnym czasie nie mają dużych perspektyw wykorzystania.

Do pomiarów astronomicznych I rzędu najbardziej dogodnymi są dwusekundowe instrumenty uniwersalne, np. typu AU 2"/10", oraz instrumenty przejściowe, które mogą być stosowane do wyznaczania długości, szerokości i nawet azymutu. Dla tych typów instrumentów zasadniczym celem ich udoskonalenia jest dalsze podwyższenie dokładności wyznaczeń astronomicznych. (W obecnym czasie średni błąd kwadratowy jednego wyznaczenia szerokości osiąga $\pm 0,6''$; poprawki chronometru — $\pm 0,06''$; azymutu jedną serią od $\pm 1,5''$ do $\pm 2,0''$).

Podwyższeniu dokładności wyznaczeń astronomicznych przeszkadzają błędy instrumentalne oraz błędy osobowe obserwatora. Na dokładność wyznaczenia szerokości wpływają błędy krzywizny powierzchni ampułki libeli. Wyznaczenia długości geograficznej zależą w znacznej mierze od wahań „równania osobowego” obserwatora. Przy wyznaczaniu azymutu istotnym błędem instrumentalnym jest nierówność różnych średnic czopów. Te okoliczności wymagają udoskonalenia konstrukcji instrumentów. Szereg cennych uwag na ten temat podaje prof. K. A. Cwietkow w książce „Praktičeskaja astronomija”, Moskwa 1951.

Pomiar kątów w sieciach triangulacji I, II i III rzędu, mających duże rozpowszechnienie, wykonuje się za pomocą teodolitów triangulacyjnych typu TT 2"/6" lub teodolitów optycznych OT-02 i innych. O teodolicie typu TT 2"/6" mówiliśmy już wyżej; co do teodolitów optycznych OT-02 trzeba nadmienić, co następuje: Dokładność pomiaru kątów tymi instrumentami jest nieco niższa od dokładności teodolitu typu TT 2"/6"; (średni błąd kwadratowy kąta pomierzonego teodolitem TT 2"/6" wynosi $\pm 0,7''$ — $\pm 0,9''$, podczas gdy tenże średni błąd przy pomiarze teodolitem optycznym OT-02, w tych samych warunkach wynosi $\pm 0,9''$ — $1,0''$).

Optyczne teodolity OT-02 mają pewne oddzielne wady: „czopami” osi lunety są wewnętrzne powierzchnie walców (których wyrób jest bardzo uciążliwy); siła lunety nie jest wystarczająca i naprowadzenie na przedmiot dokonuje się z mniejszą dokładnością niż przy pracy teodolitem TT 2"/6", zarówno wskutek mniejszej siły rozdzielczej lunety jak i wskutek zbyt dużego przesuwu nawodzącej śruby alidady. Pionowy układ osiowy byłby bardziej ulepszone, gdyby cała konstrukcja była przerobiona tylko na tarcie wahania. W różnym stopniu wady te dotyczą także teodolitów optycznych innych typów.

Ważnym zadaniem jest rozpracowanie konstrukcji, zabezpieczającej prawidłowy obrót lunety teodolitu dookoła osi poziomej, ponieważ przy tym obrocie nie może być przesunięć azymutalnych osi poziomej. Niezbędne jest zastosowanie bardziej ulepszonych lunet. Przytoczony wykaz uwag o istniejących konstrukcjach teodolitów optycznych jest bardzo niepełny. Pomimo szeregu ulepszeń konstrukcyjnych i podwyższenia dokładności w udoskonaleniu

instrumentów tego typu pozostaje jeszcze dużo do zrobienia. Jednocześnie z tym wysuwa się żądanie uproszczenia konstrukcji teodolitów optycznych i jej udoskonalenia dla osiągnięcia wysokiej dokładności, nie ustępującej teodolitowi TT 2"/6".

Do pomiaru kątów w sieciach triangulacyjnych III rzędu i rzędów niższych używa się teodolitów optycznych typu OTS i TB-1. Konstrukcja tych teodolitów zadowala wymagania praktyki pomiarowej. Jedną z wad teodolitów tego typu jest obniżenie dokładności pomiaru wskutek wahań temperatury w ośrodku zewnętrznym.

Pomiary baz wykonuje się obecnie aparatem bazowym z podwieszanymi drutami inwarowymi. Podstawowym zadaniem dalszego udoskonalenia aparatu do pomiaru baz jest zabezpieczenie stałości drutów inwarowych, niekiedy zmieniających swą długość.

Za istotne osiągnięcie w technice pomiaru baz należy uważać opracowanie i zastosowanie komparatorów interferencyjnych; wykorzystanie ich dla komparowania drutów w warunkach polowych pozwoli skrócić czas pomiędzy komparowaniami i wy badać zmiany długości drutów.

W dziedzinie pomiarów liniowych, na których dokładność wpływają warunki terenu, czeka duża praca nad udoskonaleniem istniejących i opracowaniem nowych metod i aparatów. Jeden z istotnych kierunków tej pracy polega na zastosowaniu do bezpośredniego i wystarczająco dokładnego pomiaru dużych odległości rozmaitych metod radiolokacji i lokacji świetlnej. Dalekomierze zbudowane na tych zasadach zaliczają się do aparatów geodezyjnych swoistego typu i ich dane konstrukcyjne powinny wychodzić z ogólnych wymagań ustalonych dla instrumentów geodezyjnych; do nich przede wszystkim należy zaliczyć wymaganie pewności i dokładności wyników pomiarów. Metody i aparaty radiolokacyjne, chociaż szybko się udoskonalają, wciąż jeszcze nie osiągnęły dokładności geodezyjnej; metody tzw. „lokalizacji świetlnej” mają dziś przewagę.

Dla rozwinięcia sieci niwelacyjnej I i II rzędu niezbędna jest wysoka dokładność pomiarów. Niektóre dane charakteryzujące tę dokładność były już przytoczone powyżej. Należy je uzupełnić tym, że w niwelacji II rzędu niezgodność pomiędzy dwoma wyznaczeniami pojedynczego przewyższenia nie powinna być większa od ± 1 mm, co jest równoznaczne z granicznym błędem pojedynczego odczytu łąty $\pm 0,5$ mm.

Konstrukcję niwelatorów udoskonalona się obecnie w kierunku coraz to lepszego zespolenia ampułki libeli z lunetą i ujednocznięcia odczytów libeli i łąty. Z początku przeniesiono optycznie obrazy końców bańki libeli do wnętrza lunety, a następnie wprowadzono odczytywanie łąty według końca bańki, jak to wykonano w konstrukcji niwelatora G. J. Stodołkiewicza. Rozwój konstrukcji niwelatorów, od starożytnego typu przyrządu Herona, w którym linią celowania był poziom płynu naczyni połączonych, doprowadził do typu, w którym kraniec obrazu bańki libeli jest punktem linii celowania.

W ZSRR do niwelacji I i II rzędu stosuje się niwelatory przekazujące obrazy bańki libeli w lunetę i z optycznym mikrometrem z płytką płasko-równoległą, umieszczoną bądź zewnątrz układu optycznego, bądź też wewnątrz. W niwelatorze opracowanym przez W. A. Bielicyna i B. B. Fiefilowa, według zlecenia Centralnego Naukowo-Badawczego Instytutu Geodezji, Aerofotogrametrii i Kartografii, płytka płasko-równoległa umieszczona jest wewnątrz lunety. Niwelator ten daje lepsze wyniki pomiarów od niwelatora NA-1 i innych niwelatorów tego typu.

Obecnie produkowany jest udoskonalony model NB-2 tego niwelatora, mający wysoką dokładność, a mianowicie: średni błąd kwadratowy naprowadzenia nitki na działki łąty, ustawionej w odległości 50 m, nie przekracza $\pm 0,05$ mm; średni błąd kwadratowy zgrania końców bańki libeli wynosi

$\pm 0,2'' - 0,3''$; średni błąd kwadratowy pojedynczego odczytu na 50 m wynosi nie więcej niż $\pm 0,13$ mm.

Następnym krokiem naprzód w konstrukcji niwelatorów do niwelacji precyzyjnej jest odczytywanie działek łaty według samoustawiającego się indeksu. Zamiast odczytywania według końca bańki można zastosować czuły element konstrukcyjny pomysłu G. J. Stodołkiewicza, w postaci ruchomego detalu optycznego, na który naniesiono indeks do odczytywania łaty.

Realizowanie wielkich budowli komunizmu i wielu innych budowli inżynierskich (budynków, mostów, tuneli, itd.) wymaga przeprowadzenia prac geodezyjnych o wysokiej dokładności. Do tych prac używa się więc instrumentów geodezyjnych służących do pomiarów wyższych rzędów w triangulacji, poligonizacji i niwelacji. Rozszerzenie dziedziny zastosowania tych instrumentów wymaga w wielu przypadkach pewnej ich rekonstrukcji i udoskonalenia. Tak np. zmniejszenie długości boków wywołuje konieczność dokładnego centrowania osi obrotu alidady nad punktem stanowiska. Dopuszczalna najkrótsza odległość od osi celowej lunety do osi obrotu alidady (tzw. ekscentryczność lunety) powinna być ściśle obliczona i nie powinna się zmieniać przy obrocie osi poziomej.

Przy przenoszeniu projektu na grunt niezbędne są pomiary do wstępnego rozlokowania, wyznaczenia współrzędnych punktów i sprecyzowania położenia punktów projektu przez wprowadzenie poprawek. Przez odpowiednią zmianę konstrukcji instrumentu można zapewnić szybkie zakładanie kierunków bliskich do projektowanych. Np. teodolit z łącznym odczytem pozwala od razu zakładać dokładnie dany kierunek, podczas gdy teodolit z dwoma odczytami wymaga dla tej operacji złożonych obliczeń ze względu na ekscentryczność alidady. Dokładne budowanie w przestrzeni płaszczyzn pionowych wymaga już specjalnych instrumentów o wysokiej dokładności. Pomiar długości linii dokonuje się często aparatami bazowymi z podwieszanymi drutami mierniczymi.

W związku z różnymi przeszkodami terenowymi dla dokładnych pomiarów liniowych na placu zabudowy duże znaczenie mają konstrukcje o wyposażeniu dalmierzem dla odległości od 50 do 1000 m, zapewniające błąd względny pomiaru odległości do 1 : 5000 i dokładniej.

Przy zakładaniu sieci oporowych dla zdjęć i dla przeniesienia projektu urządzeń na grunt zakłada się ciągi poligonowe. Omówimy instrumenty i aparaty służące do wykonywania tych prac. Pomiary liniowe w tym przypadku przeprowadza się za pomocą podwieszanych drutów, taśm lub ruletek, taśm po ziemi i dalmierzy. Pomiary kątowe wykonuje się za pomocą teodolitów kilku typów. W dokładnej poligonizacji I rzędu, w której średni błąd kwadratowy ciągu wynosi 1 : 150 000, kąty mierzy się ze średnim błędem przypadkowym $\pm 0,5'' - 0,7''$. Do tych pomiarów można stosować teodolity TT 2''/6'' i OT-02. Przy tym w pomiarze ze stanowisk naziemnych powstaje konieczność zbudowania odpowiednich statywów i urządzeń centrujących.

Pomiary kątowe w dokładnej poligonizacji II rzędu i niższej wykonuje się za pomocą teodolitów typu TB-1, których konstrukcja w zasadzie odpowiada wymaganiom praktyki pomiarowej (z uwagami przytoczonymi wyżej). Dokładność pomiaru kątów tym teodolitem charakteryzuje się średnim błędem kwadratowym pomiaru kąta z jednej serii wynoszącym $\pm 3'' - 4''$. Przy pomiarze kątów czterema seriami, wykorzystaniu optycznego scentrowania i przy wykonaniu pomiarów liniowych z błędem odpowiadającym dokładności pomiarów kątowych, błąd względny ciągu nie będzie większy niż 1 : 25 000.

Do zakładania ciągów poligonowych z granicznym błędem względnym do 1 : 10 000 użycie teodolitów typu TB-1 nie jest celowe. W pełni odpowiednim dla tych celów okazuje się teodolit pozwalający na pomiar kątów ze średnim błędem kwadratowym z jednej serii wynoszącym $\pm 5'' - 7''$. Taka dokładność jest typowa dla stosowanych uprzednio teodolitów z mikroskopami skalowymi i z 10''-owymi noniuszami.

W ZSRR, jeszcze przed wojną 1941—1945 r., stosowano teodolit noszący nazwę OT-10 (nazywany niekiedy także TA). Jak pokazały próby, błąd pomiaru kąta jedną serią za pomocą tego teodolitu był bliski 6". W instrumencie tym obrazy przeciwległych części limbusa i jednej części koła pionowego zostały doprowadzone w pole widzenia mikroskopu odczytowego. Odczyty dokonuje się za pomocą mikrometru, którego śruba przesuwa karetkę ślizgającą się po prowadnicach umieszczonych pod kątem 45° do osi śruby. Konstrukcja tego instrumentu jest już przestarzała, waga duża, urządzenie złożone, justowanie zajmuje dużo czasu.

Do zakładania ciągów poligonowych niższych rzędów i szeregu innych robót podobnych w dokładności jest w pełni możliwe zastosowanie teodolitu optycznego z odczytywaniem z jednej strony limbusa. Jak już wspomniano, buduje się obecnie teodolity optyczne z odczytywaniem limbusa po jednej stronie, posiłkując się jednym urządzeniem odczytowym. Wiadomo, że średnia wartość z odczytów limbusa przy dwóch położeniach lunety („koło prawe“ i „koło lewe“) jest wolna od wpływu mimośrodów; okoliczność ta daje konstruktorom pewną swobodę przy budowie teodolitów optycznych. We wszystkich tych instrumentach urządzenia odczytowe pozwalają na dokonanie odczytu z błędem $\pm 0,1'$ i dokładniej.

Przykładem konstrukcji takiego instrumentu z optycznym mikrometrem jest teodolit OTM z jednym urządzeniem odczytowym. Średni błąd kwadratowy pomiaru kąta przy jednej serii pomiarowej wynosi dla tego teodolitu około $\pm 7''$.

Właściwości współczesnych konstrukcji teodolitów przeznaczonych do poligonizacji są następujące:

- a) zastosowanie szklanych kół;
- b) złączony odczyt, tzn. odczytywanie po jednej części limbusa przy pomocy mikrometru optycznego;
- c) wykorzystanie lunety z wewnętrznym ogniskowaniem i z powiększeniem $25\times$ i większym;
- d) nieduża waga i małe gabaryty.

Wszystkie te teodolity konstruowane są jako niepowtarzalne (nierepetycyjne).

Podamy niektóre uwagi o dalmierzach dla dokładnych pomiarów liniowych. Jak wiadomo, dokładność pomierzenia odległości zależy od dokładności pomiaru kąta paralaktycznego i długości bazy. Łatwo obliczyć, że dla dalmierza ze stałą bazą 1 m dla odległości 200 m kąt paralaktyczny wynosi 1000". Przy błędzie pomiaru tego kąta $\pm 0,5''$ błąd względny będzie około 1 : 2000 wyznaczonej odległości.

Dalmierze ze stałym kątem teoretycznie mają błąd względny niezależny od odległości; przy $k=200$ (jeśli wziąć $k=100$ to dla odległości 400 m odcinek łaty pomiędzy nitkami wynosi 4 m) i przy błędzie kąta 1", błąd względny będzie 1 : 1000. Stąd wynika, że dla pomierzenia dalmierzem optycznym odległości nawet 200 m z błędem względnym rzędu 1 : 5000 potrzeba albo łaty o długości 2,5 m przy granicznym błędzie pomiaru kąta $\pm 0,5''$, albo też błąd w kącie nie może być większy od $\pm 0,2''$, przy łacie o długości 1 m.

Obliczmy, jaki może być błąd wyznaczenia odległości za pomocą dalmierza, ażeby aparat mierniczy do pomiarów liniowych można było zastąpić dalmierzem przy zakładaniu ciągu poligonizacji miejskiej I rzędu (graniczny błąd względny ciągu 1 : 15 000; średni błąd względny 1 : 42 000). Przy długości ciągu wynoszącej 3 km i średniej długości linii 300 m liczba boków ciągu będzie 10. Przy tym błąd względny odległości, pomierzonej dalmierzem, powinien być:

$$\frac{m_s}{s} = \frac{\sqrt{10}}{42\,000} \approx \frac{1}{13\,000}$$

Poważną przeszkodą w podwyższeniu dokładności wyznaczeń dalmierzem na duże odległości jest swoista dalmierzom ograniczoność promienia celowania. Przedłużenie tego promienia wymaga dłuższej łąty, dla odpowiadającego zwiększenia kąta paralaktycznego. Wraz ze zwiększeniem odległości spada także, wskutek warunków atmosferycznych dokładność celowania i odczytywania na łącie.

Rozpracowanie dalmierzy o wysokiej dokładności dla średnich (500—800 m) i dużych odległości jest ważnym zadaniem w dziale budowy instrumentów geodezyjnych.

Większą dokładność niż dalmierz optyczny zapewnia poligonizacja bazowa i to stosunkowo nieskomplikowanymi środkami. Dlatego niezbędne jest udoskonalenie sprzętu do tej poligonizacji, lecz zasadniczą sprawą jest tutaj zastosowanie środków nowej techniki. Modulowanie potoku światła, jego fotoelektryczna rejestracja i inne nowe zasady związane z rozwojem współczesnych urządzeń elektrotechnicznych dają możliwość konstruowania dalmierzy pozwalających uzyskać dokładność dziesiątki i setki razy większą od dokładności dalmierzy optycznych, budowanych na starych zasadach.

3. Instrumenty geodezyjne do zdjęć i ich roboczej osnowy

Najbardziej rozpowszechnionym instrumentem, używanym zarówno do samego zdjęcia jak i do jego roboczej osnowy — założenia ciągów teodolitowych i tachimetrycznych — jest teodolit-tachimetr (teodolit techniczny). Teodolit-tachimetr TT-30 (średni błąd kwadratowy pomiaru kąta poziomego jedną serią wynosi $\pm 15''$), produkowany przez fabrykę „Geofizyka“, był przez długi czas jednym z podstawowych instrumentów do rozmaitych robót geodezyjnych. Później, na równi z tym teodolitem, używano przez pewien czas teodolitu TT-2. Ponieważ powiększenie lunety teodolitu TT2 ($\Gamma \approx 12\times$) okazało się niewystarczające, pojawiła się nowa konstrukcja teodolitu, nazwana TT-50. Teodolit ten, chociaż znacznie ulepszony w porównaniu z teodolitem TT-30 i TT-2 (oś pozioma lunety zakryta, powiększenie lunety około $25\times$), jest jednak teodolitem starszego typu. Jego urządzenia odczytowe są umieszczone w kilku miejscach, co stwarza niewygodę przy odczytach, chociaż sam teodolit TT-50 odznacza się prostotą konstrukcji. Istotną zaletą byłoby połączenie teodolitu z dokładnym dalmierzem.

Współczesna technika budowy instrumentów geodezyjnych pozwala konstruować teodolity-tachimetry („trzydziestosekundniki“) na wzór teodolitów optycznych, z bardziej dokładnymi i dogodniejszymi urządzeniami odczytowymi i z dokładnym dalmierzem, zapewniającym średni błąd względny około 1 : 1500 dla odległości do 1000 m, a dla krótszych odległości — jeszcze dokładniej. Zakładanie ciągów wysokościowych i inne prace dla przeniesienia wysokości, wykonywane za pomocą teodolitu, wysuwają żądanie co do konstrukcji węzła koła pionowego i jego urządzeń odczytowych — zabezpieczenia pomiaru kątów pochylenia z dokładnością niewiele różną od dokładności pomiaru kątów poziomych. Waga teodolitu-tachimetru ze statywem nie powinna być większa od 7—8 kg. (Pełną możliwość zrealizowania tych żądań wskazuje wzór górniczego optycznego tachimetru-teodolitu systemu N. A. Gusiewa).

Do zdjęć o małej dokładności należy stosować instrumenty o prostej konstrukcji.

Założenie osnowy wysokościowej dla zdjęć opiera się na ciągach niwelacyjnych IV rzędu. Niwelatory do prac IV rzędu są dość różnorodne. Dane techniczne tych niwelatorów, potwierdzone praktyką, są zreglamentowane w ogólnie obowiązujących instrukcjach, a mianowicie:

Rząd niwelacji	Długość promienia celowania (m)	Graniczny błąd odczytu łąty (mm)	Charakterystyka niwelatora		
			powiększenie lunety	średnica obiektywu (mm)	wartość działki libeli (sek)
III	100	1,5	30	35	15
IV	100	2,5	25	—	25
IV	150	2,5	30	—	15

Niwelator do prac IV rzędu powinien mieć z reguły libelę złączoną z lunetą. Niwelatory z libelą przy podstawie stosuje się tylko w razie braku wskazanych niwelatorów lub głuchych niwelatorów. Powiększenie lunety niwelatora nie powinno być mniejsze niż $25 \times$ a wartość działki libeli nie większa od $25''$.

W ZSRR przy niwelacji IV rzędu stosuje się niwelatory typu NG i NT. Dużym udoskonaleniem technicznym w tej dziedzinie jest konstrukcja niwelatora G. J. Stodółkiewicza. Wyniki otrzymywane przy pracy tym niwelatorem spełniają wymagania stawiane niwelacji III rzędu (średni błąd przypadkowy na km $\pm 4,0$ mm; średni błąd systematyczny na km $\pm 0,8$ mm).

Nadmienimy zarazem, że chociaż niwelacja III rzędu nie zalicza się do osnowy roboczej dla zdjęć, gra ona jednak dużą rolę przy zagęszczeniu sieci niwelacyjnej wyższych rzędów, przy badaniach inżynierskich i przy przenoszeniu projektów na grunt. Do niwelacji III rzędu używa się albo niwelatorów głuchych, albo z libelą przy lunecie. Do tego rzędu zbliżają się niwelatory z płytka płasko-równoległą.

Przejdziemy do omówienia instrumentów do zdjęć topograficznych. W związku z szerokim stosowaniem fotogrametrycznych zdjęć lotniczych, instrumentów geodezyjnych używa się do oddzielnych częściowych procesów sporządzania map i planów topograficznych. Na przykład przy rysowaniu rzeźby terenu na fotopłanie nie musimy wyznaczać odległości przedmiotu terenu przez umieszczenie na nim łąty, jeśli ten przedmiot jest widoczny i zidentyfikowany na fotopłanie; wystarczy wówczas doprowadzić lunetę kierownicy „pod kontur“.

Przy zastosowaniu zdjęć stereotopograficznych instrumentów geodezyjnych używa się tylko do założenia roboczej osnowy planimetrycznej i wysokościowej oraz do polowej kontroli mapy.

Przy zdjęciach w dużych skalach rysowanie warstwic na fotopłanie za pomocą kierownicy wciąż jeszcze ma duże rozpowszechnienie. Masowe użycie kierownicy do tego celu wywołuje konieczność automatyzacji procesu otrzymywania przewyższeń (różnic wysokości), zwłaszcza dla pikietów. Ważne są oczywiście i wyznaczenia dalmierze odległości do łąty. Obliczymy potrzebną dokładność tych pomiarów.

Ze wzoru

$$h = D \operatorname{tg} \alpha$$

przez zróżniczkowanie i potem podzielenie obu stron równania przez h otrzymamy:

$$\frac{dh}{h} = \frac{dD}{D} + \frac{2d\alpha}{\sin 2\alpha};$$

jeśli kąt pochylenia α jest mały, możemy uprościć ten wzór do postaci

$$\frac{dh}{h} = \frac{dD}{D} + \frac{d\alpha}{\alpha};$$

przechodząc do błędów otrzymamy:

$$\left(\frac{m_h}{h}\right)^2 = \left(\frac{m_D}{D}\right)^2 + \left(\frac{m_\alpha}{\alpha}\right)^2.$$

Za pomocą rachunku przybliżonego można ustalić, że przy

$$\frac{m_h}{h} \approx \frac{1}{300} \text{ i } \frac{m_D}{D} = \frac{1}{400}, \text{ stosunek } \frac{m_a}{a} \text{ powinien być równy } \frac{1}{400}.$$

Jeśli $h=20$ m, to przy $D=200$ m, $\alpha=5^{\circ}45'$ i $m_a=1'$, otrzymamy $m_h=7$ cm. Widzimy stąd, że dalmierz nitkowy zapewnia wyznaczanie przewyższeń z wystarczającą dokładnością.

Zauważymy, że jeśli odległość do przedmiotu brać cyrklem z fotoplanu, to błąd wynosi $\pm 0,2-0,3$ mm; błędowi temu odpowiada w terenie wartość naturalna (w metrach) równa iloczynowi tego błędu przez czynnik $M/1000$; M oznacza mianownik skali zdjęcia. Przy skali 1 : 10 000 błąd względny w odległości równej 400 m wyniesie 1 : 200.

Wynika stąd, że udoskonalenie kierownicy powinno iść głównie w kierunku automatyzacji wyznaczania przewyższeń.

Podamy trzy konstrukcje automatycznych lub półautomatycznych urządzeń, które znalazły rozpowszechnienie:

- a) przekształtnik G. J. Stodołkiewicza;
- b) ruchoma siatka nitek, przesuwana w zależności od pochylenia lunety za pomocą specjalnego przekaźnika;
- c) siatka nitek naniesiona na kole pionowym i przesuwana w polu widzenia okularu przy nachyleniu lunety¹.

Kierownica-wysokościomierz G. J. Stodołkiewicza ma przewagę nad pozostałymi konstrukcjami instrumentów tego typu zarówno co do dokładności jak i dogodności eksploatacji; zapewnia też dużą szybkość wykonywania pomiarów.

Przy zdjęciach w dużej skali mogą znaleźć zastosowanie i inne konstrukcje.

Myśl techniczna szuka także nowych dróg w konstrukcji instrumentów dla zwykłego naziemnego zdjęcia.

Omówiono tu tylko niektóre zagadnienia dotyczące udoskonalenia instrumentów i przy tym nawet nie wszystkie z ważniejszych.

Budowa instrumentów geodezyjnych w ZSSR rozwija się własnymi drogami, w przystosowaniu do obszernych i złożonych zadań budownictwa socjalistycznego; znajdują przy tym zastosowanie najnowsze środki techniczne.

Współczesne ujęcie prac geodezyjnych w ZSSR trudno sobie wyobrazić bez zdjęć aerofoto. Stopniowe i przemyślane połączenie metod robót naziemnych ze zdjęciami fotolotniczymi i szerokie wprowadzenie osiągnięć nowej techniki wytworzyło nowe typy i procesy robót, wyraźnie odróżniających się od przestarzałych zdjęć stolikowych i tachimetrycznych, prowadzonych w krajach kapitalistycznych. Przodującą radzieckiej metodyce robót geodezyjnych powinienn w pełni odpowiadać dalszy rozwój budowy instrumentów.

Nieustanne dążenie naprzód w nauce i technice radzieckiej doprowadza i będzie doprowadzać do tworzenia nowych, jeszcze bardziej doskonałych instrumentów i aparatów dla geodezji radzieckiej.

¹) Ogólną wadą kierownicy z diagramem Hammera jest konieczność dokładnego naprowadzania na łatę.

X Kongres Międzynarodowej Unii Geodezyjno-Geofizycznej

Po wojnie odbyły się, jak wiadomo, już dwa kongresy Międzynarodowej Unii Geodezyjno-Geofizycznej; jeden w roku 1948 w Oslo, z udziałem delegacji polskiej, i drugi — w roku 1951 w Brukseli, bez naszego udziału. Następny kongres ma się odbyć, zgodnie z uchwałą powziętą w Brukseli, w drugiej połowie września 1954 roku w Rzymie.

Międzynarodowa Unia Geodezyjno-Geofizyczna składa się z siedmiu asocjacji: 1) geodezji, 2) sejsmologii i fizyki wnętrza Ziemi, 3) meteorologii, 4) hydrologii, 5) wulkanologii, 6) magnetyzmu i 7) oceanografii. Szczegółowe informacje dotyczące działalności Unii są publikowane w „Bulletin d'Information de l'Union Géodésique et Géophysique Internationale“, wydawanym cztery razy do roku. W ostatnich numerach z kwietnia i lipca tego roku zostały podane wyczerpujące dane dotyczące najbliższego kongresu. Z numerów tych dowiadujemy się, że przygotowaniem do kongresu w ramach asocjacji geodezji zajmuje się Centralne Biuro Asocjacji Geodezji (19, rue Auber, Paris IX-e), którego dyrektorem jest profesor P. Tardi.

Biuro to zwraca się do wszystkich członków Unii z gorącym apelem o wzięcie udziału w kongresie i o nadesłanie prac i referatów przed miesiącem marcem 1954 roku. Nadesłane do tego terminu materiały naukowe zostaną przejrzone i przetłumaczone na język angielski i francuski, a następnie rozesłane wszystkim zgłoszonym uczestnikom kongresu celem zapoznania się z nimi i przygotowania ewentualnych uwag bądź wniosków.

Oficjalnego zaproszenia na kongres należy oczekiwać w najbliższym czasie od komitetu organizacyjnego w Rzymie.

Prace kongresowe Asocjacji Geodezji będą prowadzone w pięciu sekcjach, które z kolei wyłonią 16 naukowych komisji roboczych, a mianowicie:

Sekcja I — Triangulacja

- Komisja 1. Obliczanie i wyrównywanie wielkich sieci triangulacyjnych z uwzględnieniem kształtu geoidy. Przewodniczący: M. Hotine (Anglia).
- Komisja 2. Obliczanie sieci typu Shoran (lub podobnych). Przew.: J. E. R. Ross (Kanada).
- Komisja 3. Rozważania krytyczne na temat ostatnio wyrównanej sieci europejskiej. Przew.: prof. M. Kneissl (Niemcy).

Sekcja II — Niwelacja

- Komisja 4. Poprawki do wyników obserwacji niwelacyjnych ze względu na zmiany siły ciężkości. Przew.: prof. C. F. Baeschlin (Szwajcaria).
- Komisja 5. Wyrównanie europejskiej sieci niwelacyjnej. Przew.: dr T. J. Kukkamäki (USA).

Sekcja III — Astronomia Geodezyjna

- Komisja 6. Analiza niektórych metod astronomii geodezyjnej. Przew.: prof. R. Roeloffs (Holandia).
- Komisja 7. Rozważania nad reorganizacją międzynarodowej służby szerokości. Przew.: M. D. A. Rice (USA).
- Komisja 8. Nowe przedsięwzięcia w skali światowej dotyczące długości geograficznej. Przew.: prof. P. Tardi (Francja).

Sekcja IV — Grawimetria

- Komisja 9. Organizacja jednolitej sieci grawimetrycznej na całej kuli ziemskiej. Przew.: R. P. Lejay (Francja).
- Komisja 10. Pomiary bezwzględne. Względne powiązania między sobą istniejących stacyj. Ewentualna zmiana międzynarodowej formuły na siłę ciężkości normalnej. Przew.: prof. C. Morelli (Triest).

Sekcja V — Geoida

- Komisja 11. Metody redukcji obserwacji siły ciężkości rozpatrywane z punktu widzenia potrzeb geodezji (a nie geofizyki), tj. w celu wyznaczenia geoidy przez zastosowanie wzoru Stokesa. Przew.: dr J. de Graff (Anglia).
- Komisja 12. Studia nad ustaleniem najkorzystniejszej metody wyznaczania absolutnych odchyłeń pionu. Przew.: dr W. D. Lambert (USA).

- Komisja 13. Wyznaczenie geoidy z pomiarów odległości zenitalnych. Przew.: prof. F. Kobold (Szwajcaria).
- Komisja 14. Wyznaczenie geoidy europejskiej metodą odchyłeń pionu. Przew.: G. Bomford (Anglia).
- Komisja 15. Geofizyczna interpretacja anomalii siły ciężkości. Przew.: prof. W. Heiskanen (USA).
- Komisja 16. Kontrolne prace geodezyjne w strefach załamania skorupy ziemskiej. Przew.: prof. F. A. Vening Meinesz (Holandia).

SPIS TREŚCI

Strona

<i>Ł. Awdiejew</i> , Moskwa — Jednolity układ współrzędnych i warunki jego wprowadzenia	183
<i>M. Kudriawcew</i> , Moskwa — Zagadnienie ujednoczenia podstawowych map topograficznych	201
<i>S. Sudakow</i> , Moskwa — Schemat zakładania państwowej triangulacji i niwelacji oraz metody naukowego opracowania sieci geodezyjnych	217
<i>Fr. Biernacki</i> — Drogi rozwoju instrumentów geodezyjnych w ZSRR	235
X Kongres Międzynarodowej Unii Geodezyjno-Geofizycznej	246

СОДЕРЖАНИЕ

Л. Авдеев — Единая система координат и условия её ввода	183
М. Кудрявцев — Вопрос унифицирования основных топографических карт	201
С. Судakov — Схема построения государственной триангуляции и нивелирной сети и методы научной обработки геодезических сетей	217
Фр. Биернацки — Пути развития геодезических инструментов в СССР	235
X Съезд Международного геодезического и геофизического объединения	246

SOMMAIRE

<i>Ł. Awdiejew</i> — Système uniforme de coordonnées et les conditions nécessaires à son induction	183
<i>M. Kudriawcew</i> — Problème de l'uniformisation des cartes fondamentales topographiques	201
<i>S. Sudakow</i> — Schéma de l'établissement d'un nivellement et d'une triangulation d'État, et méthodes scientifiques pour élaborer les réseaux géodésiques	217
<i>F. Biernacki</i> — Voies du développement des instruments géodésiques en URSS	235
X-e Congrès de l'Union Géodésique et Géophysique Internationale	246

Spis alfabetyczny artykułów
zamieszczonych w II tomie „Geodezji i Kartografii”
(wg autorów)

	Strona
<i>Awdiejew Ł.</i> , Moskwa — Jednolity układ współrzędnych i warunki jego wprowadzenia	183
<i>Biernacki F.</i> , — O zenitalnych i azymutalnych odwzorowaniach	69
<i>Biernacki F.</i> , — O tak zwanym odwzorowaniu Bessela	167
<i>Biernacki F.</i> , — Drogi rozwoju instrumentów geodezyjnych w ZSRR	235
<i>Cichowicz L.</i> , — Rozwój i stan współczesny astronomii praktycznej w Związku Radzieckim	117
<i>Dzikiewicz B.</i> , — Uwagi dotyczące obserwacji metodą kątową w sieciach wypełniających	55
<i>Hausbrandt S.</i> , — Wzory na błąd średni dowolnego punktu w poligonie typowym i wnioski dotyczące koordynowania dokładności pomiarów kątowych i liniowych w poligonach typowych	23
<i>Izotow A. A.</i> , Moskwa — Elipsoida odniesienia F. N. Krasowskiego i nowoczesne osiągnięcia geodezji	131
<i>Kluss T.</i> , — Zamiana współrzędnych katastralnych na obszarze Małopolski na współrzędne Gaussa — Krügera w systemie Borowej Góry	97
<i>Kudriawcew M.</i> , Moskwa — Zagadnienie ujednoczenia podstawowych map topograficznych	201
<i>Milbert S.</i> , — Transformacja współrzędnych geograficznych	79
<i>Molodiński M. S.</i> , Moskwa — Metody badania figury Ziemi	152
<i>Sudakow S.</i> , Moskwa — Schemat zakładania państwowej triangulacji i niwelacji oraz metody naukowego opracowania sieci geodezyjnych	217
<i>Warchałowski E.</i> , — Wyznaczenie powierzchni odniesienia dla pomiarów geodezyjnych	5
<i>Winiewicz L.</i> , — Rozwój i stan współczesny fotogrametrii w ZSRR	60
X Kongres Międzynarodowej Unii Geodezyjno-Geofizycznej	246

Указатель статей II тома „Геодезии и Картографии”
в алфавитном порядке авторов

	строна
<i>Авдеев Л.</i> — Единая система координат и условия её ввода	183
<i>Бернацки Фр.</i> — Zenитальные и азимутальные картографические проекции	69
<i>Бернацки Фр.</i> — О так называемой проекции Бесселя	167
<i>Бернацки Фр.</i> — Пути развития геодезических инструментов в СССР	235
<i>Вархаловски Э</i> — Определение поверхности относимости для геодезических измерений	5

Виневи́ч Л. — Успехи и современное состояние фотограмметрии в СССР	60
Дзикеви́ч Б. — Примечания к методу наблюдения углов в заполняющих сетях	55
Изото́в А. А. — Референц — эллипсоид Ф. Н. Красовского и современные достижения геодезической науки	131
Клю́сс Т. — Трансформирование кадастровых координат в систему координат Гаусса-Крюгера с начальным пунктом Борова-Гура	97
Кудрявце́в М. — Вопрос унифицирования основных топографических карт	201
Мильбер́т С. — Трансформация географических координат	79
Молоде́нский М. С. — Методы исследования фигуры Земли	152
Судако́в С. — Схема построения государственной триангуляции и нивелирной сети и методы научной обработки геодезических сетей	217
Х Съезд Международного Геодезического и Геофизического объединения	246
Хаусбра́ндт С. — Формулы ср. кв. ошибки любой точки типового полигона и выводы относительно координирования угловых и линейных измерений в типовых полигонах	23
Цихови́ч Л. — Развитие и современное состояние практической астрономии в СССР	117

Table alphabétique

(d'après les noms des auteurs) des articles du II volume de la „Géodésie et Cartographie”

	Pages
<i>Awdiejew L.</i> — Système uniforme de coordonnées et les conditions nécessaires à son induction	183
<i>Biernacki F.</i> — De projections cartographiques zénithales et azimuthales	69
<i>Biernacki F.</i> — Sur la projection dite de Bessel	167
<i>Biernacki F.</i> — Voies du développement des instruments géodésiques en URSS	235
<i>Cichowicz L.</i> — Le développement et l'état contemporain d'astronomie pratique en URSS	117
<i>Dzikiwicz B.</i> — Remarques concernant les observations faites par la méthode angulaire dans les réseaux complémentaires	55
<i>Hausbrandt S.</i> — Formules pour l'erreur moyenne d'un point quelconque dans un polygone typique et conclusions concernant sa coordination d'exactitude des mesures angulaires et linéaires dans les polygones typiques	23
<i>Izotow A. A.</i> — L'ellipsoïde de référence de F. N. Krasowski et les progrès de la géodésie moderne	131
<i>Kluss T.</i> — La transformation des coordonnées cadastrales en coordonnées de Gauss-Krüger dans le système de Borowa Góra	97
<i>Kudriawcew M.</i> — Problème de l'uniformisation des cartes fondamentales topographiques	201
<i>Milbert S.</i> — La transformation des coordonnées géographiques	79
<i>Mołodienski M. S.</i> — Méthodes d'investigation de la figure de la Terre	152
<i>Sudakow S.</i> — Schéma de l'établissement d'un nivellement et d'une triangulation d'État, et méthodes scientifiques pour élaborer les réseaux géodésiques	217
<i>Warchatowski E.</i> — Détermination de la surface de référence pour les mesures géodésiques	5
<i>Winiewicz L.</i> — Développement et l'état contemporain de la photogrammétrie en URSS	60
X-e Congrès de l'Union Géodésique et Géophysique Internationale	246

PRENUMERATA NA ROK 1954
 czasopism naukowych
POLSKIEJ AKADEMII NAUK I TOWARZYSTW NAUKOWYCH
 wydawanych przez
PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

T y t u ł	Ilość nr w roku	Prenumerata roczna zł	T y t u ł	Ilość nr w roku	Prenumerata roczna zł
Acta Geologica Polonica	4	80	Geodezja i Kartografia	4	26
Acta Geophysica Polonica	4	48	Kwartalnik Historyczny	4	60
Acta Microbiologica Pol.	4	40	Kwartalnik HKM . . .	4	60
Acta Physica Polonica .	4	48	Kwart. IPR + Sovietica	4	40
Archiwum Bud. Maszyn	4	60	Kwartalnik Neofilolog. .	4	60
Archiwum Hydrotechn.	4	60	Myśl Filozoficzna . . .	4	60
Archiwum Górn. i Hutn.	4	60	Nauka Polska	4	80
Archiwum Elektrotechn.	4	60	Postępy Fizyki	4	40
Archiw. Mech. Stosow. .	4	60	Postępy Hig. i Med. Dośw.	4	48
Biul. PAN Wydz. II	4	20	Postępy Wiedzy Med. .	4	48
Biul. PAN „ III	10	50	Przegląd Geograficzny .	4	28
Biul. PAN „ IV	4	20	Przegląd Historyczny .	4	48
Biul. PAN „ II	4	20	Przegląd Statystyczny	4	48
Biul. PAN „ III	10	50	Przegląd Orientalist. . .	4	48
Biul. PAN „ IV	4	20	Roczniki Chemii	4	80
Chrońmy Przyr. Ojczyst.	6	18	Sprawozdania z czynno-		
Ekonomista	4	60	ści i prac PAN	4	20
Folia Biologica	4	48	Wszechświat	10	15

Organ. Min. Szkol. Wyższego i Głównego Zarz. Zw. Zaw. Nauczycielstwa Polskiego

— **Życie Szkoły Wyższej** — 12 × w roku — 96 zł rocznie.

*

Prenumeratę na rok 1954 przyjmuje Centralna Ekspedycja PPK „Ruch“ Warszawa, Srebrna 12, na konto **PKO 1-110-28504** oraz od dnia 11 listopada — do dnia 10 grudnia br. wszystkie urzędy pocztowe i listonosze. Nakłady ograniczone. Regularną dostawę czasopism zapewni tylko prenumerata.



Pojedyncze numery czasopism naukowych są do nabycia
w Księgarniach Naukowych

„DOMU KSIĄŻKI”:

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Białystok, Rynek Kościuszki 12/14 | 12. Olsztyn, Plac Wolności 2/3 |
| 2. Bydgoszcz, Dworcowa 14 | 13. Poznań, 27 Grudnia 23 |
| 3. Bytom, Stalina 10 | 14. Rzeszów, 3 Maja 2 |
| 4. Częstochowa, Al. N. M. P. 14 | 15. Szczecin, Sikorskiego 7 |
| 5. Gdańsk-Wrzeszcz, Grunwaldzka 8 | 16. Toruń, Rynek Staromiejski 30 |
| 6. Gliwice, Zwycięstwa 31 | 17. Warszawa, Krak. Przedmieście 7 |
| 7. Stalinogród, Warszawska 11 | 18. Wrocław, Kuźnicza 42 |
| 8. Kielce, Sienkiewicza 30 | 19. Wrocław, Curie-Skłodowskiej 39 |
| 9. Kraków, Podwale 6 | 20. Zabrze, Wolności 288 |
| 10. Lublin, Krak. Przedmieście 52 | 21. Opole, Ozimska 8 |
| 11. Łódź, Narutowicza 34 | |

Cena zł 6,50

