

BOGDAN NEY

**Wkład Instytutu Geodezji i Kartografii
do rozwoju metod obliczeń geodezyjnych****Wstęp**

Instytut Geodezji i Kartografii (IGiK), współorganizator 7 Międzynarodowego Sympozjum Obliczeń Geodezyjnych (Kraków, 18-21 czerwca 1985) serdecznie wita Uczestników Sympozjum. Metody obliczeń odgrywały i nadal odgrywają niezwykle istotną rolę w ogólnym rozwoju geodezji. Zmieniają się metody obliczeń, algorytmy, środki techniczne ich realizacji, technologie lecz wyżej wyrażona teza nie traci aktualności. Jest to normalne w odniesieniu do dyscypliny, której istotą jest pozyskiwanie i przetwarzanie informacji o Ziemi i jej otoczeniu, a również o obiektach naturalnych i sztucznych, związanych z naszą planetą. Należy żywić nadzieję, że kolejne 7 Sympozjum, należące do cyklu zapoczątkowanego w Polsce w roku 1959, dostarczy jego Uczestnikom interesujących wiadomości z dziedziny obliczeń geodezyjnych i będzie pożyteczną formą osobistych kontaktów specjalistów z tej dziedziny. Uczestnikom obrad życzą tego pracownicy i kierownictwo Instytutu.

Przez niniejszy zeszyt Prac IGiK pragniemy przybliżyć Uczestnikom Sympozjum nasz Instytut, jego historię, kierunki działalności, a zwłaszcza jego dorobek w dziedzinie obliczeń geodezyjnych. Nie można zrobić tego szczegółowo; trzeba zadowolić się zarysem, który będzie podany w pierwszym, przeglądowym artykule. Natomiast dalsze, oryginalne artykuły naukowe, zamieszczone w tym zeszycie, ilustrują niektóre rozwiązania z dziedziny obliczeń, uzyskane przez pracowników naukowych IGiK w ostatnim czasie. Należy przy tym zauważyć, że w strukturze badań uprawianych w Instytucie metody obliczeń nie stanowią obecnie wyodrębnionej grupy tematycznej, lecz są integralnie związane z poszczególnymi kierunkami prac naukowych i rozwojowych. Termin „obliczenia geodezyjne” traktujemy szeroko, podobnie do tego, jak we współczesnym języku polskim jest rozumiany termin „geodezja”. Obejmuje on mianowicie zarówno geodezję podstawową, określaną po angielsku jako „geodesy”, jak i miernictwo czyli geodezję stosowaną, określaną w języku angielskim terminami „surveying” i „mapping”.

Zarys historii IGiK

Instytut Geodezji i Kartografii został utworzony 30 marca 1945 roku pod nazwą Geodezyjny Instytut Naukowo-Badawczy, na podstawie tego samego aktu prawnego, który powołał do życia centralny organ polskiej służby geodezyjnej pod nazwą Główny Urząd Pomiarów Kraju. Pierwszym dyrektorem naszego Instytutu był znany polski geodeta-uczonec, rektor Politechniki Warszawskiej i późniejszy prezes GUPK profesor Edward Warchałowski (1885—1953). W pierwszym okresie działalności (1945—1951) Instytut koncentrował się nad opracowaniem i wdrażaniem do praktyki nowych metod i technik geodezyjnych pomiarów podstawowych, a szczególnie instrukcji technicznych i projektów sieci. W tym czasie, pod wpływem palących potrzeb praktyki związanej z odbudową Warszawy i z uruchomieniem elektrowni wodnych, rozpoczęto również badania nad metodami pomiarów odkształceń gruntu i budowli.

W roku 1952 kierownictwo Instytutu objął profesor Stanisław Kryński (Sekretarz naukowy Komitetu Organizacyjnego 7 Sympozjum), który funkcję dyrektora pełnił do 1974 roku. Od roku 1955 Instytut nosi obecną nazwę. Instytut, wyposażony już w niezbędną aparaturę i bazę lokalową, włączył się bardzo czynnie w realizację podstawowych zadań służby geodezyjno-kartograficznej. Zakres tematyczny zadań Instytutu rozszerzał się systematycznie, obejmując kolejne kierunki prac, związane z potrzebami różnych działów gospodarki narodowej i administracji.

Instytut reaktywował i rozbudował stację astronomiczno-geodezyjną w Borowej Górze oraz przyjął na siebie obowiązek konserwacji jednostki długości do celów geodezyjnych i sprawdzania precyzyjnych przymiarów geodezyjnych. Włączył do swej działalności problematykę kartograficzną, podjął i rozwinął branżową działalność ogólnotechniczną w zakresie informacji naukowo-technicznej, normalizacji i ochrony patentowej. W Instytucie utworzono i wyposażono pracownię mechaniczno-konstrukcyjną, która odegrała później dużą rolę w rozwoju postępu technicznego w geodezji i kartografii.

W roku 1972 Instytut uzyskał prawo przeprowadzania przewodów i nadawania stopnia doktora nauk technicznych. Należy to do kompetencji Rady Naukowej Instytutu, która składa się z wybitnych uczonych geodetów i kartografów z różnych ośrodków w kraju oraz z profesorów i docentów IGiK.

Rozwój bazy aparaturowej, kadry i metod obliczeń w Instytucie stworzył podstawy merytoryczne do utworzenia z początkiem roku 1974 samodzielnej jednostki organizacyjnej o charakterze ośrodka badawczo-rozwojowego pod nazwą Centrum Informatyczne Geodezji i Kartografii. Metody obliczeń i informatyka pozostały w IGiK jako integralne składniki badań i prac w zakresie kierunków badawczych. W początku ostatniego dziesięciolecia Instytut rozszerzył pole badań i prac rozwojowych

o nowy kierunek — teledetekcję. Najpierw rozwijała się ona w skromnym zakresie w ramach fotogrametrii. Z początkiem roku 1976 został utworzony w Instytucie Ośrodek Przetwarzania Obrazów Lotniczych i Satelitarnych (OPOLiS), który — wyposażony w nowoczesny, importowany sprzęt i zatrudniający kadrę interdyscyplinarną, w poważnym stopniu przeszkoloną w czołowych ośrodkach za granicą — podjął funkcję krajowego centrum teledetekcji. Obecnie OPOLiS jest największą jednostką wchodzącą w skład Instytutu.

Instytut Geodezji i Kartografii dziś

Zakres prac naukowych IGiK jest bardzo szeroki. Można wyróżnić w nim sześć następujących kierunków: geodezja, fotogrametria, kartografia, teledetekcja, projektownie i budowa nowych przyrządów dla geodezji i kartografii oraz naukowe metody organizacji pracy i problemy ekonomiczne geodezji i kartografii. Zwięzła charakterystyka tych kierunków jest następująca.

Geodezja (łączy „geodesy” i „surveying” w pojęciu angielskim)

- badania nad projektami, zakładaniem i modernizacją horyzontalnych i wysokościowych sieci geodezyjnych;
- badania współczesnych ruchów skorupy ziemskiej i opracowanie map tych ruchów;
- nowe metody i technologie wyznaczania współrzędnych astronomicznych;
- projektowanie i zakładanie sieci grawimetrycznych oraz opracowanie map grawimetrycznych dla potrzeb geodezji;
- wyznaczanie elementów pola magnetycznego Ziemi i opracowanie map tego pola;
- stała konserwacja jednostki długości, komparacja podstawowych przyrządów drutowych i wstęgowych, utrzymanie narodowej bazy długościowej;
- metody i technologie atestacji dalmierzy elektronicznych;
- permanentna służba czasu;
- metody pomiarów inżynierskich, ze szczególnym uwzględnieniem geodezyjnych badań odkształceń górotworu, powierzchni, budowli i urządzeń technicznych.

Fotogrametria

- metody i technologie opracowania map wielkoskalowych;
- nowe rodzaje map fotograficznych do różnych celów;
- aerotriangulacja;

- badanie deformacji terenów i budowli metodami fotogrametrycznymi;
- metody korekcji zdjęć fotogrametrycznych, przeznaczonych do opracowania map topograficznych i mapy zasadniczej.

Zakres badań obejmuje fotogrametrię lotniczą i fotogrametrię naziemną, wraz z fotogrametrią bliskiego zasięgu.

Kartografia

- koncepcje systemów map ogólnych i map tematycznych do różnych celów;
- problemy redakcyjne, zwłaszcza kartografii tematycznej średnio- i wielkoskalowej;
- nowe technologie opracowania i reprodukcji map, zwłaszcza map fotograficznych nowych typów;
- metody i technologie aktualizacji map.

Teledetekcja

- wyznaczanie związków pomiędzy określonymi cechami obiektów odwzorowanych na obrazach lotniczych i satelitarnych a właściwościami tych obiektów w naturze;
- metody, techniki i technologie podstawowego i wstępnego przetwarzania obrazów lotniczych i satelitarnych z zastosowaniem metody cyfrowej i metody analogowej;
- metody i sposoby przedstawiania (prezentacji) wyników interpretacji informacji teledetekcyjnych;
- zasady i metody wykorzystania informacji teledetekcyjnych dla różnych potrzeb nauki, techniki, gospodarki i administracji.

Znaczny udział w pracach z zakresu teledetekcji ma rozwój softwaru. Co prawda aparatura w którą jest wyposażony OPOLiS pochodzi z importu, lecz we własnym zakresie jest uzupełniane i wzbogacane jej oprogramowanie. Warto też podkreślić, że teledetekcja jest względnie młodą specjalnością o charakterze interdyscyplinarnym i rozwija się w ścisłym związku z problemami i zastosowaniami praktycznymi.

Projektowanie i budowa nowych przyrządów (instrumentoznawstwo geodezyjne i kartograficzne)

- systemy i urządzenia do pomiaru i rejestracji odkształceń i przemieszczeń budowli;
- urządzenia do precyzyjnych pomiarów realizacyjnych w budownictwie przemysłowym;
- elektroniczne przetworniki różnych rejestrowanych wielkości — prze-

ważnie liniowych i kątowych — na wielkości liczbowe, w formie dogodnej do teletransmisji i dalszej interpretacji;
— urządzenia kartograficzne, takie jak narzędzia rytownicze, nanośniki szczegółów, pantografy optyczne itp.;

- badania testowe nowych serii narzędzi fotogrametrycznych i geodezyjnych, pochodzących z dużych wytwórni.

*Naukowe metody organizacji pracy i problemy
ekonomiczne geodezji i kartografii*

zostały stosunkowo niedawno wyodrębnione w oddzielny kierunek badawczy, chociaż niektóre tematy z tego zakresu, ściśle związane z określonymi problemami należącymi do kierunków zasadniczych, scharakteryzowanych powyżej, są rozwiązywane jako integralne składniki tamtych tematów. Tematy autonomiczne z omawianego kierunku, dotyczą zagadnień takich, jak:

- metody i techniki planowania i prowadzenia prac geodezyjno-kartograficznych w przedsiębiorstwie geodezyjnym;
- metody rejestracji i oceny skutków postępu technicznego i organizacyjnego dla wydajności pracy i efektu finansowego w przedsiębiorstwie;
- kryteria i sposoby oceny jakości i wartości użytkowej opracowań geodezyjno-kartograficznych;
- diagnozy i prognozy stanu i rozwoju technik i technologii geodezyjno-kartograficznych.

Instytut funkcjonuje na zasadzie rozrachunku gospodarczego. Tematy naukowo-badawcze i usługowe są rozwiązywane na podstawie kontraktów z zamawiającymi. Są nimi: Główny Urząd Geodezji i Kartografii, inne organy administracji państwowej, przedsiębiorstwa geodezyjne, inne przedsiębiorstwa i organizacje gospodarcze, Polska Akademia Nauk oraz inne instytucje naukowe. Ze sprzedaży wyników Instytut pokrywa koszty swej działalności i zasila własny fundusz rozwoju. Części niektórych tematów są rozwiązywane na zamówienie IGiK przez inne jednostki naukowe i przedsiębiorstwa. Instytut koordynuje całość badań z zakresu geodezji i kartografii, prowadzonych dla potrzeb służby geodezyjno-kartograficznej.

W ramach działalności ogólnotechnicznej IGiK: prowadzi bibliotekę, wydaje informacje bibliograficzne i patentowe, organizuje wystawy, uczestniczy w doskonaleniu kadr z praktyki, opracowuje normy branżowe, opracowuje wnioski patentowe. Instytut wydaje m.in. Prace IGiK, Rocznik Astronomiczny i Biuletyn Informacyjny.

Pracownicy Instytutu aktywnie uczestniczą w działalności komitetów naukowych Polskiej Akademii Nauk, w szczególności Komitetu Geodezji, Komitetu Badań Kosmicznych, Komitetu Badań Polarnych, Komitetu

Nauk Geograficznych, towarzystw naukowych i Stowarzyszenia Geodetów Polskich.

IGiK reprezentuje polskich kartografów w Międzynarodowej Asocjacji Kartograficznej (ICA). W roku 1982 zorganizowano w Warszawie XI Konferencję Międzynarodową ICA. Przedstawiciel IGiK (prof. A. Ciołkosz) był w latach 1978—1984 wiceprezydentem ICA.

Aktywnie uczestniczymy w działalności Międzynarodowej Asocjacji Geodezji (IAG). Dwóch przedstawicieli IGiK (prof. S. Kryński, prof. B. Ney) jest wiceprzewodniczącymi Komitetu Narodowego do spraw Międzynarodowej Unii Geodezji i Geofizyki. Pracownik naukowy Instytutu (prof. S. Kryński) jest wiceprzewodniczącym Międzynarodowej Komisji Grawimetrycznej. Aktywne uczestnictwo w działalności naukowej i organizacyjnej łączy nasz Instytut również z Międzynarodową Unią Badań Kosmicznych COSPAR, Międzynarodową Federacją Geodetów FIG, Międzynarodowym Towarzystwem Fotogrametrii i Teledetekcji ISPRS, Międzynarodową Unią Geograficzną.

Bierzemy systematyczny, czynny udział w działalności programów INTERCOSMOS i KAPG (plenarne badania geofizyczne) oraz specjalistycznych organów i konferencji ONZ.

IGiK uczestniczy w badaniach polarnych. Jego pracownicy naukowcy (nieżyjący już doc. W. Krzemiński, dr W. Mizerski, dr J. Cisak) byli kierownikami ekspedycji polarnych.

Bezpośrednia współpraca naukowa łączy obecnie nasz Instytut z pokrewnymi placówkami w Moskwie, Budapeszcie, Pradze i Bukareszcie. Poprzez wielostronną współpracę naukowo-techniczną służb geodezyjnych krajów socjalistycznych nasz Instytut utrzymuje kontakty naukowe również z jednostkami naukowo-badawczymi w dziedzinie geodezji z pozostałymi krajami socjalistycznymi. W roku 1980 była nawiązana dwustronna współpraca w zakresie zastosowań teledetekcji w rolnictwie i leśnictwie z wyspecjalizowanymi służbami ministerstwa rolnictwa USA.

Specjaliści z IGiK występują z referatami naukowymi podczas wszystkich ważniejszych imprez międzynarodowych z dziedzin geodezji, fotogrametrii, kartografii i teledetekcji. Podczas dwóch ostatnich zgromadzeń generalnych IAG (Canberra 1979 i Hamburg 1983) przedstawiciel Instytutu reprezentował Polskę w Radzie Asocjacji; a w Radzie Unii również wstępowali pracownicy IGiK.

Formą współpracy międzynarodowej, opartej na zasadach ekonomicznych, jest udział IGiK w przygotowaniu i realizacji prac eksportowych. Specjaliści z Instytutu uczestniczyli w różnym zakresie — w naukowym i technicznym przygotowaniu wszystkich dużych kontraktów z dziedziny geodezji i w realizacji niektórych spośród tych kontraktów, prowadzonych przez byłe Zjednoczenie Przedsiębiorstw Geodezyjno-Kartograficznych, a obecnie Przedsiębiorstwo Eksportowe Geodezji i Kartografii

„Geokart”. Przedstawiciel Instytutu (dr L. Siporski) należy do zespołu autorów koncepcji kontynentalnej sieci geodezyjnej Afryki.

IGiK był ponadto głównym wykonawcą kontraktu z zakresu doradztwa i pomocy z dziedziny teledetekcji, zrealizowanego w jednym spośród krajów Bliskiego Wschodu.

Dorobek naukowy i publikacyjny IGiK w zakresie obliczeń geodezyjnych

Jak już wcześniej zaznaczyłem, metody obliczeń były rozwijane w IGiK w ścisłym powiązaniu z problemami naukowymi i technicznymi, należącymi do pola badań Instytutu. Ta faza znajduje potwierdzenie również w tematyce oryginalnych opracowań naukowych, opublikowanych na łamach wydawnictwa „Prace IGiK”. W niniejszym przeglądzie syntetycznym będą odsyłacze bibliograficzne tylko do tego wydawnictwa. Co prawda takie podejście nie pozwoli na uwzględnienie całości dorobku pracowników IGiK w zakresie metod obliczeń, jednak jest ono uzasadnione tym, że cytowane wydawnictwo znajduje się w szerokim obiegu międzynarodowym (jest abonowane przez 86 placówek za granicą, częściowo w ramach wymiany wydawnictw), a zatem zainteresowani Czytelnicy mogą mieć dostęp do cytowanych tu prac. Pełne teksty tych prac były drukowane, w języku polskim — z wyjątkiem kilku anglojęzycznych zeszytów — lecz towarzyszą im streszczenia w podstawowych językach obcych, a wśród nich w języku angielskim. W zestawieniu prac, które obejmuje lata 1953—1983 uwzględniono te pozycje w których problematyka obliczeniowa dominuje tak w treści, jak w tytułach prac, a także te prace, w których problematyka obliczeniowa zajmuje istotną pozycję, jeśli nawet nie ma to odbicia w tytule artykułu. W zestawieniu jest zastosowany następujący podział na grupy tematyczne:

1. Ogólne metody obliczeń (prace nie związane z konkretnym zadaniem rodzajowym, asortymentem).
2. Obliczenia i analizy dotyczące sieci horyzontalnych oraz pomiarów wykonywanych w tych sieciach.
3. Obliczenia i analizy dotyczące sieci wysokościowych.
4. Metody obliczeń w grawimetrii i magnetyzmie ziemskim.
5. Metody obliczeń, dotyczące astronomii geodezyjnej.
6. Metody obliczeń, analiz i interpretacji, stosowane w geodezji inżynierskiej.
7. Fotogrametria analityczna i problemy obliczeniowe w kartografii.
8. Metody cyfrowe interpretacji obrazów satelitarnych i lotniczych oraz inne obliczenia związane z teledetekcją.

Jest to podział zapewne subiektywny, nie wolny od wątpliwości, lecz służy on jedynie temu artykułowi przeglądowemu i do tego jednorazowego użytku wydał się autorowi przydatny i uzasadniony.

Jak już wcześniej wspomniano, do roku 1952 Instytut nosił nazwę „Geodezyjny Instytut Naukowo-Badawczy (w skrócie polskim GINB).

W latach 1948—1952 wydano 16 zeszytów „Prac GINB”, przy czym każdy z nich zawierał tylko jedną pracę. Warto podkreślić, że większość spośród tych prac miała charakter fundamentalny. Jest dumą naszego Instytutu, że te prace, przeznaczone tak dla inżynierów geodetów i kartografów, jak i dla studentów tych kierunków, były napisane przez ówczesnych pracowników Instytutu, należących do ścisłej czołówki specjalistów krajowych w swoich dziedzinach. W dalszym przeglądzie te prace z lat 1948—1952, które były poświęcone w całości lub w części problematyce obliczeniowej będą uwzględnione w tekście dotyczącym właściwych działów, bez wyszczególnienia ich w zestawieniu obejmującym lata 1953—1983.

Metody obliczeń (ogólne) w geodezji

W zakresie metod obliczeń można wyróżnić dwa główne etapy ich rozwoju w IGiK. Etap pierwszy, obejmujący pierwsze lata działalności naszego Instytutu, był związany z arytmometrami mechanicznymi. Niezaprzeczalnym liderem naukowym w tym etapie był profesor Stefan Hausbrandt, pracujący — w IGiK — jednocześnie i w Politechnice Warszawskiej. Ten doświadczony geodeta, wyróżniający się głębią i precyzją, ale równocześnie niezwykle praktycznym podejściem do problemów obliczeniowych, stworzył — przy wykorzystaniu algebry krakowianowej Banachiewicza — polską szkołę obliczeń geodezyjnych, wysoko cenioną przez praktyków. Prof. Hausbrandt przystosowywał wzajemnie tak metody i algorytmy liczenia, jak i techniczne środki ich realizacji. S. Hausbrandt opublikował w „Pracach GINB” w latach 1950—1952 trzy prace o kapitalnym znaczeniu dla ówczesnych metod obliczeń. Prace te zawierały oryginalne wyniki Jego badań dotyczących kolejno: bezpośredniej interpolacji wielomianowej (7/1950), rozwiązywania zagadnień rachunkowych przy pomocy zestawu arytmometrów (15/1952) i symboli pomocniczych w rachunkach geodezyjnych (16/1952).

Drugi etap rozwoju metod obliczeń jest związany już z maszynami o napędzie elektrycznym, wyższym stopniu komplikacji procesu i znacznie wyższej wydajności. Na początku tego etapu były to maszyny systemu kart dziurkowanych. Z ich zastosowaniami w geodezji były związane artykuły naukowe z r. 1956 G. Kudelskiego (I. 2) i wspólny artykuł tegoż Autora z S. Kasperkiem (I. 3). Pod koniec lat 50-tych uwaga geodetów przechodzi na maszyny elektronowe z systemem taśmowym. Następcą S. Hausbrandta w charakterze lidera tych prac w IGiK, zostaje Jego uczeń i współpracownik Jerzy Gaździcki, który znacznie później — od początku roku 1974 będzie naukowo kierował wyspecjalizowaną placówką — Centrum Informatycznym Geodezji i Kartografii, a obecnie, od roku 1980, jest profesorem i dyrektorem Instytutu w Politechnice Warszawskiej. Prof. Gaździcki nie tylko rozwijał twórczo metody obliczeń,

lecz także bezpośrednio inicjował projektowanie i budowę specjalistycznych komputerów geodezyjnych i urządzeń do automatyzacji kartowania. J. Gaździcki był twórcą Zakładu Informatyki Geodezyjnej i Kartograficznej w IGiK, który to Zakład stał się później trzonem naukowym CIGiK. Nie jest zaskakujące, że jest On autorem najczęściej występującym w grupie I zestawienia bibliograficznego. Obok pozycji poświęconych głównie nowej technice (I.4, I.5, I.6, I.9), J. Gaździcki publikował na łamach „Prac IGiK” także prace o charakterze bardziej teoretycznym (I.7, I.10, I.13, I.14). Obie dysertacje — doktorska i habilitacyjna — J. Gaździckiego dotyczyły metod obliczeń. Tematem pierwszej (obrona w Politechnice Warszawskiej w roku 1961) były niektóre zastosowania pojęcia eliminacji w obliczeniach geodezyjnych, zaś rozprawa habilitacyjna (tamże, rok 1966) to praca I.9.

Do I grupy zaliczono też m.in. kilka prac wybitnego geodety-obliczeniowca nieżyjącego już Tadeusza Klussa, którego działalność naukowa była ukierunkowana na problemy podstawowych sieci geodezyjnych, a wśród nich na transformacje współrzędnych.

Obliczenia horyzontalnych sieci geodezyjnych

Osiągnięciem naukowym na skalę światową, potwierdzonym później w praktyce geodezyjnej, była koncepcja E. Warchałowskiego jednorodnej, kątowno-liniowej podstawowej osnowy horyzontalnej, opisana w Jego pracy (w języku francuskim) pt. „Triangulation d'un type nouveau” (Prace GINB, Nr 2 z 1948 r.).

S. Hausbrandt opracował i publikował (Nr 13/1952) zasady i metodę ścisłego wyrównania układów obserwacji geodezyjnych, w których obserwowano elementy kątowe i liniowe.

Obliczeń sieci horyzontalnych dotyczy też najwięcej spośród publikacji z „Prac IGiK”, poświęconych obliczeniom geodezyjnym. Warto zwrócić uwagę na fundamentalną, obszerną pracę S. Hausbrandta (II.2) z roku 1955, w której Autor gruntownie przeanalizował wpływ wymiarów trójkątów na dokładność sieci triangulacyjnych. Ta analiza była ściśle związana z prowadzonymi wówczas w Polsce na dużą skalę pracami nad podstawową osnową poziomą kraju. Kilka prac dotyczy techniki wyrównania sieci na maszynach elektronicznych. J. Gaździcki i W. Janusz poświęcili sporo uwagi wyrównaniu i analizie sieci poligonowych. M. K. Szacherska zajmowała się analizą statystyczną sieci horyzontalnych. Z. Majdanowa i inni oraz M. Dobrzycka poświęcili kilka prac problemom związanym ze skalą sieci i dalmierzami elektronicznymi, a wśród tych problemów — również obliczeniom wykonywanym przy tych zadaniach.

Metody obliczeń i analiz były wykorzystane w dysertacji habilitacyjnej M. Dobrzyckiej, obronionej w r. 1980 w Akademii Górniczo-Hutniczej

w Krakowie. Jest to dysertacja wymieniona w pozycji II.20 zestawienia W szeregu publikacji podano sposoby obliczania oraz gotowe już tablice liczbowe różnych wielkości, potrzebnych do wyrównania sieci horyzontalnych. Niektóre z tych prac pomocniczych były związane z koncepcją Hausbrandta wyrównania sieci z odrzuceniem założenia bezbłędności punktów nawiązania.

Obliczenia sieci wysokościowych

Problematyka obliczeniowa z tego zakresu jest stosunkowo skromna w dorobku IGiK, co zapewne wynika z obiektywnej względnej prostoty opracowania sieci pionowych. Od wielu lat Instytut sprawuje opiekę naukową nad podstawową osnową pionową kraju. Osnowa ta, mierzona co pewien czas, służy też do badań współczesnych pionowych ruchów skorupy ziemskiej. Analizy sieci niwelacyjnych i ruchów pionowych były tematem kilku publikacji naukowych T. Wyrzykowskiego, docenta w IGiK. W roku 1964 obronił On w Politechnice Warszawskiej dysertację doktorską pt. „Zastosowanie niwelacji precyzyjnej do wyznaczenia pionowych ruchów skorupy ziemskiej i wpływ tych ruchów na wyniki, błędy i ocenę niwelacji”. Problematyka obliczeniowa należała też do dysertacji doktorskiej L. Siporskiego (IGiK, 1976 r.) pt. „Zasady zakładania i opracowania geodezyjnych osnów wysokościowych w rejonach oddziaływania czynników technogennych”.

Grawimetria i magnetyzm

Już w r. 1950 (Nr 9 „Prac GINB”) Czesław Kamela, ówczesny pracownik naukowy naszego Instytutu, obecnie emerytowany profesor zwyczajny Politechniki Warszawskiej, doktor honoris causa Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie, opublikował pracę na temat wyznaczenia geoidy z pomiarów grawimetrycznych.

Prace naukowe dotyczące obliczeń z zakresu grawimetrii i magnetyzmu były publikowane później przez zespoły prof. J. Bokuna i doc. W. Krzemińskiego. Tematyka publikacji obejmowała metody wyznaczania wielkości opisujących pola grawitacyjne i magnetyczne Ziemi i zmiany tych pól oraz problemy obliczeniowe, związane z aparaturą pomiarową. M.in. w dysertacji doktorskiej J. Bokuna (Politechnika Warszawska, 1960 r.) metody matematyczne były wykorzystane do badań odchyłeń pionu w kontekście podstawowych pomiarów geodezyjnych. Od kilku natomiast lat prowadzone są prace nad tworzeniem i doskonaleniem banku danych magnetycznych. Specjalizuje się w tym dr A. Żółtowski, autor m.in. dysertacji doktorskiej dotyczącej tego tematu (IGiK, 1980 r.)

Astronomia geodezyjna

Dorobek publikacyjny Instytutu w zakresie metod obliczeń związanych z astronomią geodezyjną jest znaczny. Leaderem naukowym w tej

dziedzinie był Julian Radecki, obecnie emerytowany profesor zwyczajny IGiK, były wieloletni kierownik obserwatorium astronomiczno-geodezyjnego w Borowej Górze. Był On autorem oryginalnych rozwiązań, dotyczących wyznaczania długości geograficznej do celów geodezyjnych. Problemy obliczeniowe należały do zakresu dysertacji habilitacyjnej J. Radeckiego pt. „Teoria metody bezpośredniego wyznaczania różnic długości geograficznych”, obronionej w 1963 r. na Politechnice Warszawskiej. Metody i techniki obliczeń były i są nadal rozwijane i doskonalone również w związku z corocznymi, opracowaniami kolejnych edycji Rocznika Astronomicznego. Sposoby obliczeń danych do tego Rocznika przeszły dużą ewolucję, od rachunków ręcznych z pomocą tablic i arytmetru mechanicznego, do wysokiego stopnia komputeryzacji.

Geodezja inżynierska

Metody obliczeń były rozwijane w związku z pomiarami realizacyjnymi i pomiarami odkształceń. Podobnie jak w grupach omówionych na początku niniejszego przeglądu istotny, pionierski wkład należy do S. Hausbrandta, który w pracy z roku 1953 (VI.1) podał rozwiązanie tyżczenia sytuacyjnego, królujące w naszym kraju w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych. Metody obliczeń przemieszczeń rozwijał ówczesny pracownik naszego Instytutu, twórca polskiej szkoły naukowej badań odkształceń, obecnie emerytowany profesor zwyczajny Politechniki Warszawskiej Tadeusz Lazzarini. W roku 1952 (Nr 12 „Prac GINB”) ukazała się Jego praca o fundamentalnym znaczeniu na temat geodezyjnych pomiarów odkształceń. Zawierała ona m.in. oryginalne metody i wyniki analiz i obliczeń odkształceń głównie budowli hydroenergetycznych. Następnie leaderem tego kierunku w IGiK został i jest nim do dziś, prof. Wojciech Janusz. Jego publikacje VI.7 i VI.9 z lat 1964 i 1969 miały charakter fundamentalny. Był on autorem kilku oryginalnych metod badania stałości punktów w sieciach kontrolnych; są im poświęcone publikacje wymienione w zestawieniu. Praca wymieniona w pozycji VI.7 była dysertacją doktorską W. Janusza, (Politechnika Warszawska, 1964 r.) a problematyka obliczeniowa odegrała też istotną rolę w Jego dysertacji habilitacyjnej (Politechnika Warszawska, 1971 r.), poświęconej geodezyjnej interpretacji wyników pomiarów przemieszczeń (por. też poz. VI.9). Oryginalne metody obliczania przemieszczeń punktów sieci kontrolnych i punktów usytuowanych na budowlach inżynierskich były też przedmiotem prac prof. A. Hermanowskiego i autora niniejszego artykułu. Praca VI.13 była dysertacją habilitacyjną, obronioną w r. 1977 w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Natomiast dr K. Kuczera ukończył w roku 1981 pracę doktorską pt. „Model pomiarów realizacyjnych zakładu przemysłowego w ujęciu dynamicznym”, w której podał matematyczne metody programowania robót geodezyjnych w budownictwie przemysłowym.

Fotogrametria i kartografia

Początek metod analitycznych w fotogrametrii w IGiK, to badania związane z triangulacją radialną, prowadzone przez doc. Stanisława Dmochowskiego i Jego współpracowników (por. poz. VII.3, VII.5, VII.6 i VII.7). Później pojawiły się prace, dotyczące aktywnie rozwijanej problematyki analitycznego opracowania zdjęć naziemnych. Obok publikacji VII.8, VII.10, VII.11, VII.14 tej problematyki dotyczyły też dysertacje doktorskie W. Bychawskiego (1975, IGiK), W. Mizerskiego (1977 r., IGiK). W publikacji S. Janiszewskiego z roku 1975 (poz. VII.12) były podane podstawy oryginalnego systemu aerotriangulacji TRANSBLOK, przydatnego zwłaszcza do opracowania obiektów wydłużonych. Z tym kierunkiem była też związana rozprawa doktorska S. Dąbrowskiego pt. „Zastosowanie metody modelowania stochastycznego do badań efektów przenoszenia się błędów fotogrametrycznej osnowy terenowej w procesie analitycznego opracowania bloku zdjęć”, obroniona w roku 1976 na Politechnice Warszawskiej. Z numerycznym opracowaniem zdjęć lotniczych wiązała się też dysertacja doktorska A. Nowosielskiego (IGiK, 1979 r.).

Prace z zakresu kartografii matematycznej, niezwykle wówczas ważne i dla praktyki i dla kształcenia inżynierów, należały do pierwszych publikacji naukowych GINB. Prof. Franciszek Biernacki, nieżyjący już, ówczesny pracownik naszego Instytutu, wydał swą pracę o teorii odwzorowań powierzchni dla geodetów i kartografów — GIBN (Nr 4 z 1949 r.). W tymże roku 1949 w Nr 6 Prac „GINB” ukazała się fundamentalna praca Jana Różyckiego obecnie emerytowanego profesora zwyczajnego Politechniki Warszawskiej, byłego wieloletniego przewodniczącego Rady Naukowej IGiK, dotycząca odwzorowania Gaussa-Krügera i jego zastosowania w Polsce. S. Hausbrandt jeszcze wcześniej (Nr 1 z 1948 r.) opublikował tablice do rachunków trygonometrycznych na elipsoidzie Bessela.

W pierwszych latach działalności Instytutu już pod nazwą IGiK prace obliczeniowe związane z kartografią dotyczyły głównie metod i technicznych sposobów przeliczania i przenoszenia współrzędnych (VII.1, VII.2, VII.4), a później pojawiły się publikacje poświęcone automatyzacji kartowania (VII.9). W publikacji doc. K. Podlachy (VII.15) są opisane podstawy Jej oryginalnego projektu jednolitego systemu odniesień przestrzennych dla komputerowego banku danych o stosunkach glebowo-wodnych.

Teledetekcja

Prace obliczeniowe dotyczące teledetekcji zaczęły być publikowane w „Pracach IGiK” od roku 1978, co kojarzy się w czasie z uruchomie-

niem (od 1 stycznia 1976) ośrodka OPOLiS. Generalnie biorąc jeden ich kierunek polega na uzupełnieniu i rozwoju softwaru (oprogramowania) stosowanych urządzeń do interpretacji cyfrowej, a kierunek drugi — to matematyczne, a zwłaszcza statystyczne metody badań w teledetekcji. Oprócz pozycji wymienionych w grupie VIII zestawienia, wyniki prac obliczeniowych związanych z teledetekcją były ujęte w elaboratach nie przeznaczonych do publikacji, a także ogłaszane w innych wydawnictwach. Omawianego działu dotyczą także dwie dysertacje doktorskie obronione w IGiK. I tak, Z. Bochenek (1980) zastosował metody statystyki do analizy wiarygodności map struktury upraw i zasiewów sporządzanych z użyciem teledetekcji lotniczej, zaś T. Baranowska (1983) opracowała metodę numerycznego przetwarzania zdjęć lotniczych i satelitarnych dla potrzeb badań środowiska wodnego. Z kolei w dysertacji habilitacyjnej W. Bychawskiego z IGiK, obronionej w roku 1982 na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, metody statystyki matematycznej, a zwłaszcza metody regresji, były wykorzystane do oryginalnej metody określania stref przemysłowego zagrożenia drzewostanów sosnowych na podstawie lotniczych zdjęć spektrostrefowych.

Zestawienie
prac pracowników IGiK opublikowanych w wydawnictwie „Prace Instytutu Geodezji i Kartografii”,
poświęconych w całości lub w części problematyce obliczeń

The list
of publications of IGiK specialists published in "The Proceedings of the Institute of Geodesy and
Cartography", fully or partially concerning problems of computations

Grupa tematyczna	Lp.	Nr zeszytu	Autor	Tytuł
Thematic group	No.	Fasc.	Author	Title
1	2	3	4	5
I Metody obliczeń Methods of computations	1	3/1955	S. Hausbrandt	Pewien sposób interpolacyjnego obliczania funkcji dwóch zmiennych (Interpolacja czteropunktowa z poprawkami). A certain method of the interpolative computation of a function of two variables (Four-point interpolation with corrections).
	2	2/1956	G. Kudelski	Rozwiązywanie układów równań normalnych przy pomocy maszyn matematycznych systemu kart dziurkowanych. The solution of systems of normal equations by means of a punched card computing systems.
	3	2/1956	G. Kudelski, S. Kasperek	O możliwości zastosowania maszyn matematycznych systemu kart dziurkowanych dla potrzeb geodezji. Punched card computing systems and the possibility of their use for geodetical purposes.
	4	2/1960	W. Ostalski, J. Gaździcki	Automatyczne maszyny cyfrowe i ich zastosowanie w geodezji. Automatic digital computers and their use in geodesy.
	5	1/1962	J. Gaździcki	Programy rozwiązywania zadań geodezyjnych na polskiej uniwersalnej maszynie cyfrowej UMCI. Solutions program of geodetic problems by means of the Polish universal digital computer UMCI.
	6	2/1962	J. Gaździcki	Rozwiązywanie układów równań normalnych na maszynach elektronowych. The solution of normal equations by means of electronic calculating machines.
	7	1/1963	J. Gaździcki	Transformacja Helmerta przy różnej dokładności położenia punktów dostosowania. Helmert's transformation with control points of different accuracy.
	8	1/1964	T. Kluss	Transformacje współrzędnych wykonywane na podstawie punktów łącznych. The transformations of co-ordinates based on joint points.
	9	1/1965	J. Gaździcki	Kilka metod numerycznych związanych z wyrównaniem sieci geodezyjnych na maszynach elektronowych. Some numerical methods for the adjustment of geodetical networks using computers.
	10	2/1966	J. Gaździcki	Nowe algorytmy wyrównania metodą najmniejszych kwadratów. New algorithms of adjustment by the method of least squares.

1	2	3	4	5
I Metody obliczeń Methods of computations	11	1/1967	S. Hausbrandt	Wyznaczanie wielkości błędu średniego z zespołu błędów prawdziwych w oparciu o założenie normalności rozkładu. Determination of magnitude of the mean error from a group of true errors based on the assumption of a normal distribution.
	12	1/1967	T. Kluss	Wyrównanie triangulacyjnej sieci przestrzennej metodą pośredniczącą przy przyjęciu pomierzonych cosinusów kierunkowych i metodą warunkową przy przyjęciu pomierzonych kątów przestrzennych. Compensation of spatial triangulation network by an intermediate method assuming measured direction cosines and by the conditional method assuming measured spatial angles.
	13	3/1968	J. Gaździcki, A. Skórczyński,	Błędy średnie funkcji obserwacji wyrównanych. Mean square errors of function of adjusted observations.
	14	2/1969	J. Gaździcki	Jednowskaźnikowa notacja krakowianowa. Single-index cracovian marking.
	15	1/1970	S. Hausbrandt	Parę uwag o wzorach wyznacznikowych do obliczania kwadratu objętości czworościanu przy znanych długościach jego krawędzi. Some comments on determinant formulae for computing the square of the volume of a tetrahedron from the lengths of its edges.
II Sieci horyzontalne Horizontal networks	1	2/1954	S. Kasperek, M. Pietrzykowski	Przykład wyrównania sieci triangulacji wypełniającej z odrzuceniem założenia bezbłędności punktów nawiązania. An example of an adjustment of the triangulation net when the determination errors of junction points are taken into account.
	2	1/1955	S. Hausbrandt	Analiza porównawcza dokładności wielkotrójkątowych i małotrójkątowych sieci triangulacyjnych nawiązana do prac geodezyjnych w Polsce. A comparative analysis of the accuracy of large-triangle and small-triangle nets connected with surveying in Poland.
	3	1/1956	J. Gaździcki	Wpływ nawiązań kątowych na zmniejszenie błędów podłużnych punktów typowego ciągu poligonowego. The influence of angular connections upon the reduction of errors of longitudinal points of a typical polygonal traverse.
	4	1/1956	K. Napierkowski	Tablice do obliczania współczynników kierunkowych w układzie gradowym. Tables for the calculation of directional coefficients in grades.
	5	2/1956	W. Janusz	Zagadnienie ekonomii pracy przy wyrównaniu sieci geodezyjnych metodą spostrzeżeń pośredniczących. The problem of labour economy in the adjustment of geodetical networks by the method of intermediate observations.
	6	2/1956	W. Janusz	Badanie terenowe konstrukcji ciągu poligonowego prostoliniowego i równobocznego oraz wnioski z tego badania. Field examination of the construction of a straight line and equilateral polygonal traverse and conclusions drawn from this examinations.

1	2	3	4	5
II Sieci horyzontalne Horizontal networks	7	1/1957	S. Kasperek	Tablice współczynników wagowych dla określenia dokładności wcięć w przód i wstecz. The tables of weight coefficients for determining the accuracy of intersections and resections.
	8	3/1957	J. Gaździcki, W. Janusz	Jednoczesne wyrównanie azymutów i współrzędnych węzłowych w siatkach poligonowych. The simultaneous adjusting the nodal elements in polygonal nets.
	9	1/1958	J. Gaździcki, W. Janusz	Porównanie przybliżonych sposobów wyrównania sieci poligonowych (na podstawie kilku przykładów liczbowych). A comparison of approximate methods of adjustment of polygon nets (by means of some examples).
	10	2/1959	S. Hausbrandt	Przybliżone wyrównanie niezależnych sieci powierzchniowych. Approximate adjustment of independent surface nets.
	11	2/1963	J. Gaździcki	Wyrównanie sieci triangulacyjnych na maszynach elektronowych. Adjustment of the triangulation nets on the electronic computers.
	12	2/1963	W. Dąbrowski	Tablice do obliczania współczynnika załamania powietrza (wskaźnika refrakcji) dla zakresu mikrofalowego. The tables for calculating of air refraction index for micro-waves range.
	13	2/1964	Z. Majdanowa	Nomogramy do obliczenia wskaźnika refrakcji dla zakresu mikrofalowego. Nomograms for computation of air refraction index for microwave range.
	14	1/1964	W. Gedymin	Wyrównanie na elektronowej maszynie UMC-1 sieci triangulacyjnej zaobserwowanej metodą kierunkową. The adjustment of triangulation network with measured directions on the electronic computer UMC-1.
	15	1/1965	J. Chodowicz, J. Deryło-Stepniak	Program wyrównania wielowęzłowych sieci poligonowych na maszynie UMC-1. The adjustment programme of the multi-nodal polygonal networks using UMC-1 machine.
	16	2/1966	W. Gedymin	Wyrównanie sieci kątowno-liniowej metodą pośredniczącą w ujęciu iteracyjnym na maszynach typu UMC. Adjustment of the angular-linear network by means of the indirect method in the iteration form using UMC-1 computers.
	17	1/1967	M.K. Szacherska	Analiza rozkładu błędów w polskiej sieci astronomiczno-geodezyjnej. Analysis of distribution of errors in the Polish astronomic-geodetic network.
	18	3/1968	M.K. Szacherska	Analiza rozkładu błędów zamknięć trójkątów sieci wypełniającej. Analysis of the distribution of triangle-closure errors in the filling network.
	19	1/1971	J. Gaździcki	Obliczanie elementów elips błędów. Calculating the elements of errors ellipses.
	20	2/1979	M. Dobrzycka	Skala geodezyjnych baz wzorcowych względem międzynarodowej jednostki długości. Scale of geodetic baselines referred to the international length unit.

1	2	3	4	5
Sieci horyzontalne Horizontal networks	21	2/1979	A. Hermanowski, Z. Majdanowa, L. Siporski	Niektóre prace nad modernizacją szczegółowej poziomej osnowy geodezyjnej II klasy. Some works on modernization of the horizontal geodetic network of the second order.
	22	2/1983	Z. Majdanowa	Wpływ eksploatacji na dokładność i zasięg pomiarowy dalmierzy elektrooptycznych z diodą elektroluminescencyjną. Effect of utilization of electro-optical range-finders, supplied with an electroluminescence diode: on the accuracy and the range of measurements.
Sieci wertykalne Vertical networks	1	1/1958	J. Bokun, T. Chojnacki	Tablice do obliczania w systemie wysokości normalnych poprawki niwelacyjnej ze względu na nierównoległość powierzchni poziomych. Tables for computing in the system of normal heights a levelling correction on account of non-parallelity of equipotential surfaces.
	2	2/1960	T. Wyrzykowski	Wpływ systematycznych pionowych ruchów skorupy ziemskiej na wyniki i wyznaczane błędy niwelacji precyzyjnej. Influence of systematic vertical movements of the Earth crust upon results and determined errors of precise levelling.
	3	1/1963	T. Wyrzykowski	Sposoby geodezyjnego wyznaczania współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej. The methods of geodetic determination of the recent vertical movements of the Earth's crust.
	4	2/1966	J. Bokun, D. Chowańska, M. Majewska	Metoda przeprowadzania wyznaczeń i obliczeń dotyczących opracowania mapy średnich wysokości w Polsce. Method of performing determinations and computations concerning the elaboration of mean heights map in Poland.
	5	3/1969	T. Wyrzykowski	Analiza dokładności polskiej sieci niwelacji precyzyjnej I klasy wzorami Vignala. Analysis of accuracy of the Polish network of the first-class precision levelling made by means of Vignal's formulae.
	6	1/1983	T. Wyrzykowski	Wyznaczenie zmian wysokości punktów sieci głównych linii niwelacji precyzyjnej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego na podstawie analizy wyników ostatnich pomiarów (1972/73) oraz pomiarów dawnych. Determination of altitude changes of network points of main lines of the precise levelling in the Upper Silesian Coal Basin in virtue of the analysis of results of the recent (1972/73) and earlier surveys.
Grawimetria i magnetyzm Gravimetry and the Earth's magnetism	1	2/1963	J. Bokun	Uwagi o obliczaniu wartości geopotencjalnych. Remarks concerning the computation of geopotential numbers.
	2	1/1970	J. Bokun, D. Chowańska -Otyś, M. Jędrzejewska, M. Majewska	Nowa metoda opracowania średnich wartości anomalii siły ciężkości na dużym obszarze i jej praktyczne zastosowanie. A new method of determining the mean anomalies of gravity on a wide area and its practical application.

1	2	3	4	5	
IV Grawimetria i magnetyzm Gravimetry and the Earth's magnetism	3	1/1970	M. Jędrzejewska	Analiza dokładności opracowania średnich wartości anomalii siły ciężkości. An analysis of the accuracy of determination of mean values of gravity anomalies.	
	4	2/1971	D. Chowańska-Otyś	Cechowanie laboratoryjne małowzakresowych grawimetrów typu Sharpe metodą nachylania. Laboratory calibration of narrow-range Sharpe gravimeters by the tilting method.	
	5	2/1972	A. Uhrynowski	Analityczna metoda wyznaczania współczynnika termicznego magnetycznego wariografu polowego. The analytic method of the defining the temperature coefficient of the field magnetic station.	
	6	2/1977	A. Uhrynowski	Badanie zmian wiekowych magnetycznego pola Ziemi na terenie Polski. Investigations of the secular variations of the Earth magnetic field on the Polish territory.	
	7	1/1979	A.M. Żółtowski	Numeryczna metoda aktualizacji zdjęcia deklinacji magnetycznej obszaru Polski. The digital method of actualizing of the Poland's magnetic declination survey.	
	V Astronomia geodezyjna Geodetic astronomy	1	2/1953	J. Radecki	Nowy sposób obliczania azymutu gwiazdy Polarnej z kąta godzinnego. A new method for the calculation of the azimuth of Polaris on the basis of hour angle.
		2	2/1953	J. Radecki	Tablice pomocnicze do obliczania azymutu gwiazdy Polarnej z kąta godzinnego. Auxiliary tables for the calculation of the azimuth of Polaris on the basis of hour angle.
3		1/1957	B. Dulian	Wyznaczenie dokładnego azymutu astronomicznego z obserwacji Polaris (α Ursae Min.). The determination of the accurate astronomical azimuth from the observation of Polaris (α Ursae Min.).	
4		1/1958	W. Szulakowski	Wyszukiwanie par gwiazd z katalogu współrzędnych do obserwacji metodą Piewcowa. Finding out couples of stars by the coordinate catalogue for observations by Pevtsov's method.	
5		1/1960	J. Radecki	Kilka uwag o redukcji ad locum apparentem. Some remarks on reduction ad locum apparentem.	
6		1/1960	J. Radecki	Metoda bezpośredniego wyznaczenia różnicy długości geograficznych i jej zastosowanie przy nawiązaniu Borowa Góra—Potsdam. Direct method of determination of geographical longitude and its application to the connection Borowa Góra—Potsdam.	
7		1/1965	R. Piotrowski	Program obliczenia kąta kierunkowego z obserwacji Polaris na maszynie UMC-1. The programme of computation of bearing angle from the Polaris observation using UMC-1 machine.	
8		3/1967	J. Radecki	Tablice do obliczania azymutu Polaris z kąta godzinnego na lata 1967—1988. Tables for computing the azimuth of Polaris from the hour angle for the years 1967—1988.	

1	2	3	4	5
V Astronomia geodezyjna Geodetic astronomy	9	3/1967	M. Moskwiński	Sposób ułożenia programu obserwacyjnego do zmodyfikowanej metody prof. J. Radeckiego wyznaczania azymutu. The way of composition of an observation programme to the modified method of azimuth definition by prof. J. Radecki.
	10	1/1968	J. Radecki	Tablice do obliczania odległości zenitalnej Polaris. Tables for computation of the zenith distance of Polaris.
	11	1/1969	E. Piechocki	Wzory i tablice pomocnicze do obliczania długości i azymutów linii geodezyjnej na elipsoidzie Krasowskiego. Auxiliary formulae and tables for transferring geodetic coordinates on medium distance by the Jordan-Hubeny method for the Krasowski.
	12	1/1970	W. Wszyńska	Wyznaczenie opóźnienia fotopowielacza służącego do obserwacji przejść gwiazd przy użyciu urządzenia zwanego sztuczną gwiazdą. Determination of time lag of photomultiplier used for observing transit of star by means of the apparatus called artificial star.
	13	1/1971	M. Staniewski	Zastosowanie odbiorów częstotliwości wzorcowej w geodezyjnej służbie czasu wraz z analizą dokładności. Application of reception of standard frequency in geodetic time service.
	14	2/1974	M. Moskwiński	Badanie możliwości eliminowania wpływu błędu osobowego podwójnej bisekcji na azymut wyznaczany zmodyfikowaną metodą Kępińskiego. Investigation of the possibility of elimination of the individual error of double bisection on the azimuth determined with the aid of modified Kępiński method.
VI Geodezja inżynierska Engineering surveying	1	1/1953	S. Hausbrandt	Trasowanie osnowy geodezyjnej pod postacią siatki kwadratów w oparciu o podstawy rachunku wyrównawczego i pojęcie krakowianów transformujących. Setting out of the network of squares on the basis of principles of adjustment calculus and transforming cracovians.
	2	1/1953	I. Gombrych, J. Panasiuk	Tablice krakowianów transformujących do wyrównania obserwacji liniowych i kątowych w siatkach kwadratów przy pomiarach realizacyjnych w/g metody prof. Hausbrandta. Tables of transforming cracovians in the network of squares for implementation measurements according to the method of prof. Hausbrandt.
	3	2/1961	W. Janusz	Wyznaczenie wszystkich elementów charakteryzujących zmianę ustawienia teodolitu na stanowisku obserwacyjnym. A determination of all elements characterizing the change in the setting of a theodolite on the observation station.
	4	1/1962	W. Janusz	Metody wyznaczania odchyleń osi obrotu teodolitu od linii pionu miejsca obserwacji. Methods of determination of deviations of rotation axis of a theodolite from the plumb line at an observation station.

1	2	3	4	5
VII Fotogrametria i kartografia Photogrammetry and cartography				tangular coordinates in Gauss-Krüger's projection on the Bessel ellipsoid.
	2	3/1955	J. Gombrych	Przeliczenie współrzędnych prostokątnych płaskich w odwzorowaniu Gaussa-Krügera z jednej elipsoidy na drugą. Transformation of plane rectangular coordinates in the Gauss-Krüger projection from one ellipsoid into another.
	3	1/1957	S. Dmochowski	Błąd średni wyznaczenia współrzędnych płaskich dowolnego punktu łańcucha rozet triangulacji radialnej przed wyrównaniem. The mean error in the determination of plane co-ordinates of an arbitrary point of a rhomboid chain of radial triangulation before leveling.
	4	1/1957	T. Kluss	Pomocnicze tablice liczbowe do przenoszenia współrzędnych geograficznych metodą prof. Milberta. Subsidiary numerical tables for transferring geographical co-ordinates according to Prof. Milbert's method.
	5	2/1959	S. Dmochowski	Nowa metoda wyrównania radialnej triangulacji instrumentalnej. A new method of adjustment of instrumental radial triangulation.
	6	2/1964	A. Nowacka-Wypych	Przebieg postępowania przy obliczaniu współrzędnych autogrametrycznych punktów sieci aerotriangulacji przestrzennej (x, y) metodą St. Dmochowskiego. The procedure of autogrammetric coordinates computation of space aerotriangulation points (x,y) by the method of St. Dmochowski.
	7	1/1964	A. Nowacka-Wypych	Przebieg postępowania przy opracowaniu aerotriangulacji przestrzennej metodą St. Dmochowskiego. The run of the procedure at spatial aerotriangulation by the method of St. Dmochowski.
	8	1/1968	W. Bychawski, A. Nowosielski	Obliczanie współrzędnych terenowych punktów wyznaczanych metodą fotogrametrii naziemnej z wykorzystaniem punktów o znanych współrzędnych geodezyjnych. The computation of coordinates of points determined by the method of terrestrial photogrammetry with the aid of points with known geodetic coordinates.
	9	2/1968	J. Gaździcki	Algorytm aproksymacyjnego kreślenia linii prostych koordynatografem automatycznym. The algorithm of approximate tracing of straight lines by the use of the automatic coordinatographs.
	10	1/1971	W. Bychawski, W. Mizerski	Analityczne opracowanie pojedynczego stereogramu dowolnie zwróconych zdjęć naziemnych. Analytical examination of single stereogramme of arbitrarily directed ground surveys.
	11	2/1972	G. Skalska	Sposób określenia kątów nachylenia prawie pionowych ścian skalnych przy użyciu stereometru topograficznego STD-2. A determination of the inclination angles of almost vertical mountain walls making use of topographic stereometer STD-2.

1	2	3	4	5	
VII	Fotogrametria i kartografia Photogrammetry and cartography	12	1/1975	S. Janiszewski	Analityczna aerotriangulacja szeregową dla numerycznego opracowania mapy obiektu wydłużonego z wykorzystaniem stereokomparatora Stekometr i komputera ODRA 1204. Analytic strip aerotriangulation for numerical mapping of extended object with the use of stereocomparator Stekometr and ODRA 1204 computer.
		13	3/1977	R. Kaczyński	Opracowanie metodami fotogrametrii jednoobrazowej zdjęć wykonanych w środowisku wodnym. Use of single photogrammetric methods for numerical elaboration of underwater photos.
		14	1/1979	W. Mizerski	Analiza i kryteria wyboru najwłaściwszej metody opracowania analitycznego fotogrametrycznych zdjęć naziemnych. Analysis and criteria for choice of the most appropriate method of analytical terrestrial photogrammetric elaboration.
		15	1/1983	K. Podlacha	Jednolita sieć pól podstawowych jako układ odniesień przestrzennych do kodowania informacji w systemie PROMEL. A uniform network of basic sites as a spatial reference system for coding information within the PROMEL system.
		16	2/1983	S. Dąbrowski, J. Ziobro	Pole testowe dla geometrycznej korekcji wielkoskalowych zdjęć fotogrametrycznych. Test field for geometric correction of large-scale photogrammetric air photographs.
VIII	Teledetekcja Remote sensing	1	1/1978	Z. Bochenek, W. Madej	Numeryczne przetwarzanie obrazów satelitarnych i jego zastosowanie w opracowaniu mapy użytkowania ziemi okolic Warszawy. Digital processing of satellite data and its application in elaboration of land use map of Warsaw area.
		2	1/1980	W. Mizerski	Geometria obrazów odbieranych z Satelitów Landsat w systemie MSS(Multi Spectral Scanners). Geometrical properties of satellite imageries obtained with Multispectral Scanners (MSS).
		3	1/1980	W. Bychawski	Klasyfikacja nadzorowana przy użyciu metody weryfikacji hipotez statystycznych. The supervised classification with the use of the verification method of statistical hypothesis.
		4	1/1980	J. Sanecki, R. Kaczyński	Analiza możliwości wyróżnienia testów barwnych oraz określenie parametrów pomiarowych na przykładzie kamery wielospektralnej MB-470 NAC. Analysis of possibility of distinction colour tests and determination of measurement parameters with the example of multispectral camera MB-470 NAC.
		5	2/1980	G. Rudowski	Wpływ struktury obiektów i konstrukcji urządzeń pomiarowych na odwzorowanie termalne. The influence of structure of observed objects and construction of measurement devices on the thermal imagery.

1	2	3	4	5
VIII Teledetekcja Remote sensing	6	1/1981	G. Rudowski, A. Sas	Badania radiometrycznego odwzorowania kamery termalnej AGA 680. Investigations of radiometric images obtained by means of the AGA 680 Thermal Camera.
	7	2/1981	J. Domański	Wykorzystanie rastrów cyfrowych w procesie komputerowej analizy obrazów. Application of digital half tone screen for the digital image analysis.
	8	2/1982	T. Baranowska	Numeryczna analiza polichromicznych wielospektralnych zdjęć satelitarnych Zalewu Szczecińskiego metodą zmodyfikowanych współrzędnych trójkromatycznych. The digital analysis of multitemporal multispectral satellite images of the Szczecin Bay via the method of modified trichromatic coordinates.
	9	2/1982	Z. Bochenek	Wykorzystanie systemu numerycznego przetwarzania obrazów satelitarnych do sporządzania map obszarów leśnych. The use of digital image processing system for forest mapping.
	10	2/1982	W. Bychawski	Wykorzystanie zdjęć lotniczych do określenia powierzchni upraw na granicach dużych jednostek administracyjnych. Application of aerial photographs for determination of crop acreage within the borders of large administrative units.
	11	2/1982	J. Domański	Cyfrowa metoda przedstawiania wyników klasyfikacji w wybranych kolorach. The digital method for presentation of the classification results in specified colours.
	12	1/1983	W. Mizerski	Numeryczne metody klasyfikacji treści obrazów. Digital methods of an image content classification.
	13	2/1983	W. Bychawski	Teledetekcyjna metoda szacowania struktury upraw w granicach dużych jednostek administracyjnych. Remote sensing method for crop structure estimation within the boundaries of large administrative units.

BOGDAN NEY

The contribution of the Institute of Geodesy and Cartography to the development of geodetic computations

Introduction

The Institute of Geodesy and Cartography (IGiK), the coorganizer of the 7th International Symposium on Geodetic Computations (Cracow, June 18—21, 1985) cordially welcomes all the participants.

Methods of geodetic computations have played an extremely important role in the development of geodesy. Methods of calculations, algorithms, equipment and technologies have been changing, but the above statement is still valid.

Geodesy, being a branch of science devoted to the acquisition and processing of information on the Earth and its environment as well as on all the natural and artificial phenomena characteristic for it, has to rely on precise calculations. We should hope that the 7th Symposium, which continues the series started in Poland in 1959, will supply all the participants with interesting information in the field of geodetic computations and will create an opportunity for personal contacts between specialists. The management and the personnel of the Institute wish all the participants a very successful meeting.

This volume of the "Proceedings of the Institute of Geodesy and Cartography" has been prepared in order to familiarize all the participants of the Symposium with our Institute, its history, fields of activities and, in particular, its achievements in the field of geodetic computations. The above subjects will be treated in a compact form in the first, review paper of this volume. Subsequent articles, concerning original scientific investigations are to illustrate certain solutions in the field of computations, which have been elaborated by our specialists in the last years. It should be noted that the development of methods of geodetic computations is not a separate research subject; it forms an integral part of scientific research projects.

It has to be stressed here that the term "geodesy" in the contemporary Polish language refers to basic geodesy corresponding to the English term "geodesy" and applied geodesy („surveying and mapping" in

English). The term "geodetic computations" should be thus understood also in such a broad sense.

Outline of the history of the Institute of Geodesy and Cartography

The Institute of Geodesy and Cartography was created on March 30, 1945 as the Research Institute of Geodesy on the basis on the same governmental decree which created the central unit of the Polish geodetic service — the Head Office of Surveying. Professor Edward Warchalowski (1885—1953), the famous Polish surveyor and scientist, the rector of the Warsaw Technical University and later the President of the Head Office of Surveying, was the first director of our Institute. In the first period (1945—1951) the works of the Institute were concentrated on elaboration and practical implementation of new methods concerning basic surveying and particularly technical instructions and design of networks. The investigations on measurements of deformations were initiated at the same time, in connection with the restoration of Warsaw and the construction of numerous water power stations.

In 1952 Professor Stanisław Kryński (the scientific secretary of the Organizing Committee of the 7th Symposium) became the director of the Institute; he was acting in this capacity till 1974. Since 1955 the Institute has been known under its present name.

The Institute, equipped with all the necessary instruments, intensified works on all the basic problems of the geodetic and cartographic services in the country. The thematic range of research works has been growing systematically to include successive fields of activities, connected with the needs of national economy and administration.

The Institute reactivated and developed the astronomical observatory in Borowa Góra and undertook duties concerning preservation of the length standard and testing of precision geodetic gauges. Cartographic tasks were also included into its activities. The centre for scientific and technical information, normalization and patent protection has been created. The mechanical department has been created and equipped with modern instruments; it plays an important role in the progress of surveying and cartography.

In 1972 the Institute acquired the right of conferring scientific degrees. The Scientific Council of the Institute consists of outstanding scientists, surveyors and cartographers, representing various Polish centres of geodesy and cartography, as well as the leading IGIK scientists.

The development in the field of equipment, personnel and methods of computations allowed to create in 1974 the independent research unit named the Geodesy and Cartography Data Processing Centre. Methods of

computations and application of computer science remained, however, an integral part of investigations of the main branch of the Institute.

At the beginning of the last decade the Institute developed its research activities to include the new field — remote sensing. The applications of remote sensing were earlier initiated within the Department of Photogrammetry. At the beginning of 1976 the Polish Remote Sensing Centre — OPOLiS — was created within the Institute. It is now equipped with modern instruments produced by the world leading firms, and it employs specialists in various disciplines, trained at the most renowned centres of remote sensing. OPOLiS has grown to be the largest department of the Institute.

The Institute of Geodesy and Cartography today

The scientific activities of the Institute of Geodesy and Cartography cover a very wide range of research in the following six fields: geodesy, photogrammetry, cartography, remote sensing, design and construction of new equipment for geodesy and cartography as well as scientific and economic problems connected with organization of works in surveying and cartography. The short characteristics of the above listed fields of research are presented below:

Geodesy (including geodesy, surveying and mapping):

- investigations on design, setting out and modernization of horizontal and vertical geodetic networks,
- investigations of recent movements of the Earth's crust and elaboration of maps in this field,
- new methods and technologies of determination of astronomical coordinates,
- permanent time service,
- design and setting out of gravimetric networks and elaboration of gravimetric methods for the needs of geodesy,
- permanent time service,
- determination of the elements of the Earth's magnetic field and elaboration of maps,
- permanent maintenance of the standard of length, comparison of basic wire and band gauges, maintenance of the national distance base-line,
- methods and technologies for testing electronic range — finders,
- methods of engineering measurements, particularly geodetic measurements of deformations of: mountaineous areas, surfaces and engineering structures.

Photogrammetry:

- methods and technologies of elaboration of large-scale maps,
- new kinds of photomaps for various needs,
- aerial triangulation,
- photogrammetric methods of investigations of deformations of natural and technical structures,
- methods of corrections of photographs used for the elaboration of topographic and basic maps.

The range of investigations includes aerial and terrestrial photogrammetry as well close range photogrammetry.

Cartography:

- design of systems of general and thematic maps for various needs,
- editing works concerning thematic cartography at medium and large scales, in particular.
- new technologies of map elaboration and printing, particularly photomaps of new generation,
- methods and technologies of map updating.

Remote sensing:

- determination of relations between properties of natural features and their aerial and satellite images,
- methods and technologies of basic preprocessing and processing of aerial and satellite images by means of analog and digital analyses,
- methods of presentation of results of remote sensing data interpretation,
- principles and methods of application of remote sensing data for various scientific, technical, economic and administrative purposes.

Development of software plays an important role in elaborations carried out in the field of remote sensing. The equipment has been imported, the software, however, has been partly developed and is being constantly supplemented by the OPOLiS specialists. It is noteworthy to stress that remote sensing is a relatively young interdisciplinary field of activities and as such it should be and is being developed in close connection with solving practical problems.

Design and construction of new equipment (study of geodetic and cartographic instruments):

- systems and devices for measurements and registration of deformations and displacements of structures,

- devices for precision implementation measurements of engineering structures,
- electronic converters for the conversion of various data types (mainly linear and angular values) into numerical values in a form convenient for teletransmission and further interpretation,
- cartographic devices such as engraving tools, plotters of details, optical pantographs, etc.,
- testing of new photogrammetric and geodetic instruments produced by large companies.

*Scientific and economic problems connected with organization
of works in surveying and cartography:*

have been separated recently as an independent research subject. Some of these problems are highly correlated with basic research directions and are elaborated as integral part thereof.

The following problems are being elaborated as separate research tasks:

- methods and technologies of planning and carrying out geodetic and cartographic elaborations at geodetic enterprises,
- methods of estimating the influence of technical and organizational development on efficiency of works and financial effects at geodetic enterprises,
- methods of estimating the quality and the usefulness of geodetic and cartographic elaborations,
- evaluations of the present state and forecasting of the development of geodetic and cartographic technologies.

The research works of the Institute are sponsored by: the Head Office of Geodesy and Cartography, other units of central administration, geodetic enterprises, other enterprises and economical organizations, the Polish Academy of Sciences and some other research institutions. The income is used to cover the costs of the activities and to support the development fund of the Institute. Some problems are partially solved by other scientific units and enterprises to the order of the Institute. The Institute coordinates all cartographic and geodetic research works, carried out for the needs of geodetic and cartographic services.

The Institute runs the library, issues bibliographic and patent information, organizes exhibitions, takes part in the training of specialists, elaborates branch standards, and prepares patent applications.

The Institute publishes, among others, the "Proceedings of the Institute of Geodesy and Cartography", the "Astronomical Year-books", and the „Information Bulletin”.

Specialists from the Institute participate in the activities of scientific committees of the Polish Academy of Sciences, in particular: the Commit-

tee of Geodesy, the Committee of Space Research, the Committee of the Polar Research, the Committee of Geographical Sciences, scientific societies and the Association of the Polish Surveyors.

The Institute represents the Polish cartographers in the International Cartographic Association (ICA). The 11th International ICA Conference was held in Warsaw in 1982. The IGIK representative (prof. A. Ciołkosz) was the Vice-president of ICA in the period of 1978—1984.

We are actively participating in the works of the International Association of Geodesy (IAG). Two IGIK representatives (prof. St. Kryński and prof. B. Ney) are the Vice-presidents of the National Committee of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG). The IGIK representative (prof. St. Kryński) is the Vice-president of the International Gravimetric Committee. The Institute participates in scientific and organizational activities of the International Union of Space Research COSPAR, the International Federation of Surveyors (FIG), the International Society of Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS), and the International Union of Geography (IUG).

We also systematically participate in the activities of two international programmes: INTERCOSMOS and KAPG (geophysical planetary research) and of specialized UN agencies and conferences.

The Institute participates in polar missions. Its researchers (late prof. W. Krzemiński, Dr. W. Mizerski, Dr. J. Cisak) were the heads of polar expeditions.

We carry out direct cooperation programme with similar institutes in Moscow, Budapest, Prague and Bucearest.

Our scientific cooperation with research institutes in other socialist countries is based upon multilateral agreement of all the geodetic services of the socialist countries. Bilateral cooperation in the field of applications of remote sensing in agriculture and forestry was initiated in 1980 between our Institute and the US Department of Agriculture.

The IGIK specialists present scientific papers during all the important international conferences on geodesy, photogrammetry, cartography and remote sensing. During the last two general assemblies of IAG (Canberra, 1979, Hamburg, 1983) Poland had its representatives in the Council of the Association and IGIK specialists participated also in the works of the Council of the Union. Participation of IGIK in design and implementation stage of export geodetic, surveying, cartographic and remote sensing works is another form of international cooperation. IGIK specialists participate in the preparation and implementation stages of international contractual works conducted by the former Union of Geodesy and Cartography „GEOKART” (now the Organization for Surveying and Cartography „GEOKART”).

Dr. L. Siporski of our Institute is one of co-authors of the conceptual design of the African Continental Geodetic Network.

IGiK was also the main executor of the remote sensing technical assistance project carried out in one of the Middle East countries.

Geodetic computations at IGiK — research and publications

As I mentioned earlier, the methods of computation have been developed in close correlation with research and technical projects carried out at the Institute of Geodesy and Cartography. Our works, dealing with geodetic computations, shall be discussed solely on the basis of the contents of the "Proceedings of the Institute of Geodesy and Cartography". This approach shall eliminate many a valuable contribution of IGiK scientists in the field of geodetic computations published elsewhere, but it has been adopted here for the sake of clarity and compactness.

The "Proceedings of the Institute of Geodesy and Cartography" are well known to the international geodetic community (86 foreign institutions receive the publication either by subscription or on the exchange basis; thus all the cited articles are accessible to interested readers).

The articles in the „Proceedings" are printed mostly in the Polish language and supplemented by abstracts in the foreign languages, including English. Several volumes of "Proceedings" have been issued entirely in English. The list of articles published in the period of 1953—1983 includes articles fully devoted to geodetic computations, as well as articles referring to computational problems, even if the term itself is not mentioned in the title. The list is divided into the following thematic groups:

1. General methods of computations (works not connected with particular types of problems).
2. Computations and analyses concerning horizontal networks and measurements of such networks,
3. Computations and analyses of vertical networks,
4. Methods of computations applied for investigations of the magnetic and gravimetric Earth's fields,
5. Methods of computations applied in geodetic astronomy,
6. Methods of computations, analyses and interpretation applied in engineering surveying,
7. Analytical photogrammetry and problems of computations in cartography,
8. Digital methods of satellite and aerial data interpretation and other computations connected with remote sensing.

The above division has been adopted solely for the needs of this review article.

As it was mentioned earlier, till 1952 the Institute was known as the Research Institute of Geodesy (the Polish abbreviation GINB). During

the period of 1948—1952, 16 volumes of the "Proceedings of GINB" were published, each containing only one elaboration. The majority of these elaborations had the character of fundamental works. The Institute is proud that these articles, written for the use of surveyors, cartographers as well as students of particular branches, were elaborated by the members of IGiK staff, being the leading specialists in specified fields in Poland. The works of the period 1948—1952, which were fully or partially devoted to the problems of computations, will be considered in the further discussions, concerning selected branches. The above works are not included in the bibliography presented, which covers the period 1953—1983.

General methods of geodetic computations

The development of geodetic computations at IGiK can be divided into two periods. Mechanical arithmometers were the main tool during the first period. There is no doubt, that prof. Stefan Hausbrandt, employed at that time both at IGiK and at the Warsaw Technical University, was the scientific leader during that period. An experienced surveyor characterized by deep and precise consideration to all research tasks, but also by very practical approach to computational problems, he created the Polish school of geodetic computations, using the idea of Banachiewicz's cracovian algebra. His solutions were fully accepted by all the specialists dealing with geodetic practice. Prof Hausbrandt adjusted methods and algorithms of computations to the technical means of their implementation. In the period of 1950—1952 prof. Hausbrandt published three articles, extremely important for the needs of computational methods, in the "Proceedings of GINB". These included results of his own original investigations concerning direct polynomial interpolation (7/1950), solving computational problems by means of a set of arithmometers (15/1952) and auxiliary symbols applied for geodetic computations (16/1952).

The second stage of development of computational methods is connected with electric calculating machines, more complicated processes and higher efficiency of work. At the beginning of this stage, the machines working in the system of punched cards were used. Their applications for geodesy were discussed in scientific articles by G. Kudelski (2/1956) and G. Kudelski, S. Kasperek (3/1956). At the end of the fifties, surveyors paid more attention to electronic machines with the tape system. Jerzy Gaździcki, prof. Hausbrandt's student, became his successor as the leader in this field. Considerably later, from the beginning of 1974, he became the scientific leader of the Geodesy and Cartography Data Processing Centre (CIGiK), and at present he is the professor and the director of one of the institutes at the Warsaw Technical University. Prof.

Gaździcki, besides developing computational methods, initiated design and construction works concerning geodetic computers and automatic mapping systems. He has created the IGiK Department of the Geodetic and Cartographic Computer Science, which later formed the scientific core of CIGiK. It is not surprising that his works are most often cited in the 1st group of the presented list of bibliography. Besides elaborations devoted to new technologies (I.4, I.5, I.6, I.9), prof. Gaździcki published also more theoretical works (I.7, I.10, I.13, I.14). Both theses of prof. Gaździcki — doctor's and the second scientific thesis — concerned methods of computations. The topic of doctor's thesis (conferred by the Warsaw Technical University in 1961) concerned some problems of elimination in geodetic computations and his second scientific thesis (Warsaw Technical University, 1966) is presented as the publication I.9 of the list.

Several elaborations by an outstanding surveyor and specialist in the field of geodetic computations, late Tadeusz Kluss, have been also included to the 1st group. His research activities concerned basic geodetic networks and transformation of coordinates.

Computations concerning horizontal networks

The idea of prof. E. Warchałowski, concerning the creation of the uniform angular-and-linear basic horizontal network, discussed in his article (in French): "Trangulation d'un type nouveau" (2/1948) has been later fully confirmed in practice and gained world-wide acceptance. S. Hausbrandt elaborated and published (13/1952) the principles and the method of precision adjustment of geodetic observational systems in which both angular and linear elements were measured.

The majority of publications devoted to the geodetic computations concerns computations of horizontal networks. The extensive, fundamental elaboration of prof. S. Hausbrandt (II.2 of 1955 analyzing the influence of the size of triangles on the accuracy of triangulation networks is worthy of notice. Such analysis was directly connected with numerous works concerning the basic horizontal network, which were carried out in Poland in that period. Some of publications concern the adjustment of networks with the use of electronic machines. J. Gaździcki and W. Janusz paid much attention to the adjustment and analysis of traverses. M. K. Szacherska was working on the statistical analysis of horizontal networks. Several articles by Z. Majdan, M. Dobrzycka et al. concerned the problems of scales of networks and electronic range finders, including computations carried out to solve particular problems. Methods of computations and analyses were the topic of M. Dobrzycka³ second scientific thesis, conferred in 1980 by the Stanisław Staszic University of Mining and Metallurgy in Cracow. It is the publication no. II.20 of the list.

A number of publications include methods of computations and specially prepared tables of values used for the adjustment of horizontal networks. Some of these auxiliary publications were connected with the idea of prof. Hausbrandt, concerning the adjustment of a network with rejection of an assumption that the tie points are error-free.

Computations concerning vertical networks

Only a few problems in this field have been dealt with at IGiK. It is the result of the relative simplicity of computation of vertical networks. For many years the Institute has scientifically supervised the basic vertical network in Poland. This network, which is periodically measured, is also used for investigating the recent crustal movements. Analyses of the levelling networks and the vertical movements were the topics of several scientific publications by T. Wyrzykowski, the assistant professor at IGiK. In 1964 he presented his doctor's thesis: "Application of precision levelling for determination of the vertical movements of the Earth's crust and their influence on results, accuracy and estimation of levelling", at the Warsaw Technical University. Computational problems were also discussed in the doctor's thesis, written by L. Sipiński (IGiK, 1976): "Principles of setting out and elaboration of geodetic vertical networks in the industrial areas".

Gravimetry and Earth's magnetism

As early as 1950 ("Proceedings of GINB", no 9) Czesław Kamela, then the research worker of our Institute, now the retired professor of the Warsaw Technical University, the doctor honoris causa of the Technical Academy of Agriculture in Olsztyn, published the article on determination of the geoid on the basis of gravimetric measurements.

Scientific elaborations in the field of gravimetric and magnetic computations were later published by the groups of prof. J. Bokun and W. Krzeмиński, ass. prof. The topics of presented works included methods for determination of characteristic values of gravimetric and magnetic fields and changes within them, as well as computational problems caused by the devices used for measurements, Prof. J. Bokun in his doctor's thesis (Warsaw Technical University, 1960) applied mathematical methods for investigations of vertical lines deflection with respect to basic geodetic measurements.

The works concerning the development and improvement of magnetic data banks have been carried out for several years. The specialist in this field is Dr. A. M. Żółtowski, who presented the doctor's thesis on the discussed problem (IGiK, 1980).

Geodetic astronomy

IGiK published numerous works on computations in the field of geodetic astronomy. Julian Radecki, now the retired IGIK professor, was the scientific leader in this field. He was acting as the head of the Astronomical and Geodetic Observatory at Borowa Góra for many years. He is the author of many original solutions concerning methods of determination of geographical longitude for the needs of geodesy. Methods and technologies of computations are developed also in connection with elaboration of successive volumes of the Astronomical Year-books. Computational problems were the topic of the second scientific thesis by J. Radecki: "A theory of a method for direct determination of differences in geographical longitudes" (Warsaw Technical University, 1963).

The methods of computations have undergone an evolution: from calculation performed by means of tables and mechanical arithmometers to the application of sophisticated computer systems.

Engineering surveying

Methods of computations for engineering surveying have been developed in connection with implementation measurements and determination of deformations. Prof. S. Hausbrandt has made original contribution also in this field. In 1953 (VI. 1) he presented a method of situational setting, which was widely applied in Poland in the fifties and sixties.

The methods of dislocation measurements were then developed by the creator of the Polish school of investigation of deformations, Tadeusz Lazzarini, who is now the retired professor of the Warsaw Technical University. His fundamental work, published in 1952 (12/1952), concerning geodetic measurements of deformations, discussed the original methods and results of the analysis of deformations of hydroenergetic structures.

Prof. Wojciech Janusz has been the next leader in this field at IGIK. In 1964 and 1969 he published fundamental works on the subject (VI.7, VI.9). He is the author of several original methods of investigation of stability of points in control networks; publications mentioned in the list deal with these problems. The publication VI.7 was his doctor's thesis (Warsaw Technical University, 1964); his second scientific thesis (Warsaw Technical University, 1971) concerned also computational problems, namely geodetic interpretation of results of measurements of displacements (see also no. VI.9).

Prof. A. Hermanowski and the author of this paper elaborated also original methods for calculating the displacements of points of the control networks and points located on engineering structures. The elaboration VI.13 was the second scientific thesis (the Stanisław Staszic University of Mining and Metallurgy, Cracow, 1977).

In 1981 Dr. K. Kuczera completed his doctor's thesis "A model of dynamic implementation measurements of an industrial plant", where he discussed mathematical methods of programming surveying works for the needs of industrial structures.

Photogrammetry and cartography

At the beginning of application of analytical methods for photogrammetry at IGiK, St. Dmochowski, ass. prof. and his co-workers performed several works connected with radial triangulation (see no. VII.3, VII.5, VII.6, VII.7). Later, the methods for analytical elaboration of terrestrial photographs have been developed. Besides publications VII.8, VII.10, VII.11, VII.14, also two doctor's theses dealt with these problems (W. Bychawski, 1975, IGiK; W. Mizerski, 1977, IGiK). S. Janiszewski (VII.12, 1975) presented the principles of original system of aerial triangulation (TRANSBLOK), which is particularly useful for the elaboration of elongated sites. The doctor's thesis by S. Dąbrowski: „Application of a stochastic modelling method for investigating the effects of transfer of errors of the field photogrammetric network during the analytical elaboration of a block of photographs” (Warsaw Technical University, 1976), was also connected with these problems. The doctor's thesis by A. Nowosielski (1979, IGiK) dealt with the numerical elaboration of aerial photographs.

The works in the field of mathematical cartography, extremely important for the needs of practice and education, were among the first scientific endeavours of GINB. Late prof. Franciszek Biernacki published his work on the theory of projections for surveyors and cartographers (GINB, 4, 1949). The fundamental work elaborated by Jan Różycki, now the retired professor of the Warsaw Technical University, formerly the President of the Scientific Council of IGiK, concerning the Gauss-Krüger projection and its applications in Poland, was also published in 1949 (GINB, 6, 1949). The tables for trigonometric calculations on the Bessel ellipsoid were published even earlier by S. Hausbrandt (1, 1948).

Computational cartographic works were connected, during the first period of IGiK activities, mainly with the methods and techniques of computations and transfer of coordinates (VII.1, VII.2, VII.4). They were followed by publications on automation of mapping (VII.9). K. Podlacha, ass. prof., discusses the rules (VII.15) of her original idea of a uniform system of spatial references for computer data banks concerning soil moisture conditions.

Remote sensing

The Remote Sensing Centre (OPOLiS) was created at the Institute at the beginning of 1976. Computational works in the field of remote

sensing first appeared in the "Proceedings of IGIK" in 1978. Generally speaking, one of directions of research in this field consist in software development for the digital analysis system and the second direction concerns mathematical and statistical investigations for the needs of remote sensing. Besides the publications listed in group VII, many results of computational works in the field of remote sensing have been prepared in the form of special elaborations or published elsewhere.

Two doctor's theses, conferred by IGIK, concern the computational problems in the field of remote sensing. Z. Bochenek (1980) applied statistical method for reliability analysis of crop structure maps prepared by means of aerial remote sensing, and T. Baranowska (1983) elaborated a method of numerical processing of aerial and satellite images for the needs of investigations of water environment.

In his second scientific thesis prepared in 1982 (the title conferred by the Stanisław Staszic University of Mining and Metallurgy in Cracow) Dr. W. Bychawski applied mathematical statistics for the determination of zones of industrial forests damages on aerial colour infrared photographs.

Translation: Jacek Domański

БОГДАН НЕЙ

ВКЛАД ИНСТИТУТА ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ В РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Резюме

Институт геодезии и картографии был создан 30 марта 1945 г. Он внес прочный и существенный вклад в научное и техническое развитие польской геодезии и картографии. Объемом научных работ институт охватывает следующие направления: геодезию вместе с прикладной геодезией, фотограмметрию, картографию, дистанционное зондирование, проектирование и создание новых приборов, а также научные методы организации работ и экономические проблемы геодезии и картографии.

Общетеchnическая деятельность ИГиК охватывает: научно-техническую информатику, нормализацию, патентную защиту, издательство, выставки. Институт издает: Труды ИГиК, Астрономический ежегодник, Бюллетень ИГиК, Информационный бюллетень, Документационный обзор, Экспресс-информацию для руководящих кадров.

Научный совет института присваивает научную степень кандидата наук.

ИГиК принимает активное участие в деятельности отечественных и международных научных и научно-технических организаций. Институт является представителем польских картографов в Международной картографической ассоциации. Научные работники ИГиК активно участвуют в работах Международной геодезической ассоциации, а также Международного геодезического

и геофизического союза, Международной федерации геодезистов, Международного общества фотограмметрии и дистанционного зондирования, Международного союза космических исследований COSPAR и Международного географического союза. Институт сотрудничает непосредственно с иностранными научными учреждениями, а в рамках Польской Академии Наук принимает активное участие в научных программах космических исследований (ИНТЕРКОСМОС), планетарных геофизических исследований (КАПГ) и полярных исследований.

С самого начала своей деятельности институт творчески развивает методы и техники вычислений. Это развитие тесно связано с научными и техническими проблемами, входящими в область исследований ИГиК. Уже в первые годы существования института в его научном издательстве было опубликовано ряд фундаментальных работ, охватывающих также теорию и практику вычислений. Основатель института, известный ученый Эдвард Вархаловски, опубликовал в Трудах ИГиК в 1948 г. смелую и визионерскую, подтвержденную потом на практике, концепцию однородной линейно-угловой государственной плановой основы („Triangulation d'un type nouveau"). В 1949 году в свою очередь были изданы две монографические работы, посвященные вопросам математической картографии: Франтишка Бернадского под названием „Теория проекций поверхности для геодезистов и картографов" и Яна Ружицкого под названием „Проекция Гаусса-Крюгера и её применение в Польше". Чеслав Камеля опубликовал в 1950 году работу под названием „Определение геоида с помощью гравиметрических измерений". Новое в методах вычислений содержала также работа Тадэуша Лазарини с 1952 г. под названием „Геодезические измерения деформаций с особым учетом потребностей контроля гидроплотин". Неопровержимым научным лидером в области геодезических вычислений в институте был в течение ряда лет известный теоретик и практик Стефан Хаусбрандт. Своими таблицами для тригонометрических исчислений на эллипсоиде Бесселя в 1948 году он положил начало научному издательству института. Он был автором ряда методов и работ, имеющих капитальное значение для тогдашней польской геодезии и картографии. Вот несколько самых важных работ С. Хаусбрандта, опубликованных в научном издательстве института: „Непосредственная многочленная интерполяция" (1950), „Точное уравнивание систем геодезических наблюдений, в которых исследовались угловые элементы и линейные элементы" (1952), „Решение счётных вопросов с помощью арифмометрического набора" (1952), „Вспомогательные символы в геодезических исчислениях" (1952), „Трассировка геодезической основы в виде сетки квадратов на базе принципов уравнивательного вычисления и понятия трансформирующих краковяков" (1953), „Сравнительный анализ точности крупнотреугольных и мелкотреугольных триангуляционных сетей с учетом геодезических работ в Польше" (1955). Учеником и сотрудником С. Хаусбрандта в институте был Ежи Газьдзицки, преемственный специалист в области геодезических вычислений, автор многих научных работ изданных ИГиК, создатель геодезической и картографической информатики в институте. Он развивал методы и техники вычислений в ИГиК до 1973 г., а потом стал научным руководителем нового учреждения, выделенного из института, под названием Информатический центр геодезии и картографии. Под руководством С. Хаусбрандта и Е. Газьдзицкого развивались в институте методы и системы вычислений в согласии с техническими средствами их реализации, начиная с ручных арифмометров, машин системы перфокарт, универсальных вычислительных машин, специфических геодезических машин по современным компьютеры. Вычислительные методы играли всё большую роль в отдельных областях геодезии и картографии, которыми занимались в институте. Вначале они были связаны с высшей и низшей геодезией (плановые и высотные сети, геодезическая астрономия, гравиметрия и фигура Земли), за-

тем начали служить фотограмметрии (аэротриангуляция, аналитические разработки, в террафотограмметрии), прикладной геодезии (идентификация опорных пунктов, определение деформаций рельефа, горных пород и построек), практической картографии, особенно тематической, дистанционному зондированию (software цифровой системы, корреляция снимков, статистические методы), а также работам из области организации и экономики.

В последнем разделе статьи проведен просмотр достижений и развития методов вычислений в Институте геодезии и картографии, пользуясь при этом библиографической сводкой работ из этой области и работ содержащих методы вычислений, опубликованных в серии „Труды ИГиК”. Эта сводка для 1953—1983 годов содержит 107 позиций, разложенных следующим образом: общие методы вычислений — 15, плановые сети — 22, высотные сети — 6, гравиметрия и магнетизм — 7, геодезическая астрономия — 14, прикладная геодезия — 14, фотограмметрия и картография — 16, дистанционное зондирование — 13. В обзоре учтены также работы изданные в 1948—1952 годах, а также кандидатские и докторские диссертации работников института. Просмотр достижений приводит к выводу, что Институт геодезии и картографии в своей 39-летней деятельности (1945—1983) имеет существенный и прочный вклад в развитие вычислительных методов, систем и техник в польской геодезии и картографии, а некоторые достижения института в этой области имеют мировое значение.

Перевод: Róża Tołstikowa