

P O L S K A A K A D E M I A N A U K
K O M I T E T G E O D E Z J I

G E O D E Z J A I K A R T O G R A F I A

K W A R T A L N I K N A U K O W Y

T O M I V • Z E S Z Y T I



P A Ń S T W O W E
W Y D A W N I C T W O N A U K O W E
W A R S Z A W A

1 9 5 5

A. 1911 II

P O L S K A A K A D E M I A N A U K
K O M I T E T G E O D E Z J I

G E O D E Z J A I K A R T O G R A F I A

K W A R T A L N I K N A U K O W Y

S P I S T R E Ś C I
T O M U I V • 1955



P A Ń S T W O W E
W Y D A W N I C T W O N A U K O W E

W A R S Z A W A

1 9 5 5

SPIS ALFABETYCZNY ARTYKUŁÓW
ZAMIESZCZONYCH W IV TOMIE „GEODEZJI I KARTOGRAFII”
(według autorów)

	Strona
Batkiewicz W. — Obliczenie sieci triangulacyjnej zbudowanej z trójkątów „wyliczeniowych”	169
Czerski Z. — O zmianach w położeniu osi obrotu lunety w teodolitach Wilda T4	182
Dmochowski S. — Normy pracy na autografach A5	53
Hausbrandt S. — Metoda wyrównania grupowego Pranis-Praniewicza w ujęciu krakowianowym	35
Kochmański T. — Całkowa teoria ruchów górotworu nad eksploatacją złoża pokładowego na podstawie pomiarów geodezyjnych	115
Krysicki W. — O pewnym zastosowaniu i o oszacowaniu rozkładu Studenta	159
Milbert S. — Wzory do przeliczania współrzędnych Soldnera w układzie Sucha Góra na współrzędne Gaussa-Krügera w systemie Borowa Góra	105
Odlanicki-Poczobutt M. — Osiągnięcia nauki polskiej w dziedzinie geodezji i kartografii w okresie dziesięciolecia Polski Ludowej	87
Różycki J. — Uwagi dotyczące uchwał IX Konferencji Międzynarodowej Unii Geodezyjnej i Geofizycznej w sprawie odwzorowania kartograficznego dla międzynarodowych prac geodezyjnych i map topograficznych	3
Sawicki K. — O programie geodezyjnym naszej pierwszej Politechniki (1825—1831)	143
Senisson W. — Wzory na błędy średnie poprzeczne i podłużne punktów w prostoliniowym i równobocznym poligonie z uwzględnieniem błędów czteropunktowego nawiązania	216
Szpetkowski S. — Optyczny pomiar odległości na zasadzie wcięć mimośrodkowych	193
Szpetkowski S. — Orientacja optyczna przy zastosowaniu wcięć mimośrodkowych	204
Kolokwium Komitetu Geodezji Polskiej Akademii Nauk	186

УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ IV ТОМА „ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ”
(в алфавитном порядке авторов)

	Страница
Баткевич В. — Вычисление триангуляционной сети построенной из „вычислительных треугольников”	169
Гаусбрандт С. — Метод группового уравнивания Пранис-Праневича в матричном (краковянском) рассмотрении	35

Дмоховски С. — Нормы выработки на автографах А5	53
Кохмански Т. — Интегральная теория движений земных платов над выработками залежей на основе геодезических измерений	115
Крысицки В. — О некотором применении и оценке разложения Студента	59
Мильберт С. — Формулы перевода координат Зольднера с началом Суха Гура в систему координат Гаусса-Крюгера с началом Борова Гура	105
Одланицки-Почобут М. — Достижения польской науки в области геодезии и картографии за период десятилетия Народной Польши	87
Ружицки Я. — Примечания к решениям IX Конференции Международного Геодезического и Геофизического Объединения по вопросу картографической проекции для целей международных геодезических работ и топографических карт	3
Савицки К. — О программе геодезии нашей первой Политехники (1825—1831)	143
Сениссон В. — Формулы средне квадратические поперечных и продольных ошибок точек прямолинейного и равностороннего полигона с учетом ошибок исходных четырех пунктов	216
Шпетковски С. — Оптическое определение расстояний на основе эксцентрических засечек	193
Шпетковски С. — Оптическое ориентирование при применении способа эксцентрических засечек	204
Черски З. — Об изменениях в положении оси вращения трубы в теодолитах Вильд Т4	182
Зачеты Комитета Геодезии Польской Академии Наук	186

TABLE ALPHABETIQUE
DES ARTICLES DU IV VOLUME DE LA „GÉODÉSIE ET CARTOGRAPHIE“
(d'après les noms des auteurs)

	Pages
Batkiewicz W. — Le calcul du réseau de triangulations composé de „triangles calculés“	169
Czerski Z. — Sur les déplacements de l'axe de rotation de la lunette de théodolite Wild T4	182
Dmochowski S. — Normes de travail des autographes A5	53
Hausbrandt S. — La méthode de compensation de groupe de Pranis-Praniewicz en conception des cracoviens	35
Kochmański T. — La théorie d'intégrale des mouvements créateurs des montagnes situées au-dessus du champ d'exploitation de gisement fondée à la base des mesurages géodésiques	115
Krysicki W. — D'une certaine application et évaluation de la répartition de Student	159
Milbert St. — Les formules pour la transformation des coordonnées de Soldner dans le système Sucha Góra en coordonnées de Gauss-Krüger dans le système Borowa Góra	105
Odlanicki-Poczobutt M. — Le progrès de la science en Pologne Populaire dans le domaine de la géodésie et de la cartographie pendant la période: 1945—1955	87

Różycki J. — Les remarques concernant les résolutions de la IX ^{ième} Conférence Internationale de l'Union Géodésique et Géophysique en ce qui concerne la représentation cartographique pour les travaux géodésiques internationaux et les cartes topographiques	3
Sawicki K. — Le programme géodésique de notre première école polytechnique (1825—1831)	143
Senisson W. — Les formules pour les erreurs moyennes latérales et longitudinales des points dans un polygone rectiligne et équilatéral avec prise en considération des erreurs de raccordement de quatre points	216
Szpetkowski S. — Le mesurage optique de distance sur base des intersections d'excentricité	193
Szpetkowski S. — L'orientation optique en application des intersections d'excentricité	204
La session du Comité de Géodésie de l'Académie des Sciences de Pologne (PAN)	186



P O L S K A A K A D E M I A N A U K
K O M I T E T G E O D E Z J I

G E O D E Z J A I K A R T O G R A F I A

K W A R T A L N I K N A U K O W Y

T O M I V • Z E S Z Y T 1



P A Ń S T W O W E
W Y D A W N I C T W O N A U K O W E

W A R S Z A W A

1 9 5 5

KOMITET REDAKCYJNY

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

RADA REDAKCYJNA

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

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

Nakład 932+103 egzemplarzy	Do składania 13 XII 1954
Ark. wyd. 6,85, druk. 5,25	Podpisano do druku 19 III 1955
Papier druk. sat. 70 g 70×100 cm V kl.	Druk ukończono w marcu 1955
Cena zł 10,—	Zamówienie Nr 874 — K-6-262
POZNAŃSKA Drukarnia Naukowa — POZNAŃ, Fredry 10	

Jan Różycki

Uwagi dotyczące uchwał IX Konferencji Międzynarodowej Unii Geodezyjnej i Geofizycznej w sprawie odwzorowania kartograficznego dla międzynarodowych prac geodezyjnych i map topograficznych

Dziewiąta Konferencja Międzynarodowej Unii Geodezyjnej i Geofizycznej, która odbyła się w Brukseli w roku 1951, podjęła uchwałę zalecającą wprowadzenie we wszystkich krajach świata jednolitego odwzorowania kartograficznego do analitycznego opracowania wyników pomiarów geodezyjnych (triangulacji) oraz do map topograficznych. Jako najodpowiedniejsze Konferencja uznała odwzorowanie „transwersalne Mercatora” (Gaussa-Krügera) z zastosowaniem 6-stopniowych pasów południkowych w układzie słupów międzynarodowej mapy świata 1 : 1 000 000. Zalecono przy tym przyjąć odwzorowanie o skali liniowej, w południkach środkowych (osiowych) poszczególnych pasów 6-stopniowych, równej 0,9996¹.

Uchwała Konferencji dotyczy zagadnienia o dużym znaczeniu dla służb geodezyjno-kartograficznych wszystkich krajów świata oraz, być może w niedalekiej przyszłości, dla współpracy naukowej, technicznej i gospodarczej narodów w dziedzinie przeobrażania przyrody wielkich obszarów geograficznych, ze względu na to, że tego rodzaju inwestycje będą wymagały nowoczesnych, opartych na jednolitych zasadach, geodezyjnych sieci pomiarowych i map topograficznych.

Ze względu na znaczenie cytowanej uchwały dla przyszłych prac geodezyjnych i kartograficznych pozwalam sobie podjąć próbę jej analizy oraz wysunąć niektóre wnioski uzupełniające, które mają ścisły związek z problemem ujednolicenia założeń geodezyjnych i kartograficznych dla wszystkich krajów świata, a które uchwałami Konferencji nie były objęte.

Zagadnienie odwzorowania kartograficznego jest tylko jednym z elementów sprawy ujednolicenia międzynarodowych podstaw geodezyjnych i kartograficznych. Powinny być jeszcze na podstawach naukowych

¹ „Bulletin géodésique” Nr 22 z roku 1951.

rozstrzygnięte i ujednolicone tak ważne zagadnienia jak: a) powierzchnia odniesienia jako matematyczna powierzchnia bryły ziemskiej, którą należy przyjąć do prac geodezyjnych i kartograficznych o zasięgu międzynarodowym; b) systemy współrzędnych geograficznych i prostokątnych płaskich dla poszczególnych obszarów geograficznych; c) poziom zerowy, do którego byłyby odnoszone wyniki pomiarów niwelacyjnych na wspomnianych wyżej obszarach geograficznych; d) skale map topograficznych; e) podział na arkusze sekcyjne map topograficznych w poszczególnych skalach oraz ich nomenklatura; f) znaki umowne map topograficznych przynajmniej dla główniejszych elementów treści tych map.

Część referatu poświęconą tym zagadnieniom traktuję jako próbę znalezienia właściwego rozwiązania i zapoczątkowanie dyskusji, która może okazać się pożyteczna.

1. Analiza odwzorowania zaleconego uchwałą IX Konferencji Międzynarodowej Unii Geodezyjnej i Geofizycznej

Odwzorowanie Gaussa-Krügera, zacytowane w uchwałach Konferencji jako „odwzorowanie transversalne Mercatora“, należy uznać za najlepsze z dotychczas znanych odwzorowań do analitycznego opracowania wyników triangulacji oraz kartograficznego opracowania map topograficznych w skalach większych od 1 : 1 000 000.

Jak wiadomo, zniekształcenia kątowe w tym odwzorowaniu są równe zeru we wszystkich punktach obrazu. Zniekształcenia liniowe i pól są równe zeru we wszystkich punktach obrazu południka osiowego. W miarę oddalania się od południka osiowego wymienione zniekształcenia wzrastają wprost proporcjonalnie do różnicy długości geograficznych (liczonych względem tego południka) i odwrotnie proporcjonalnie do szerokości geograficznych odwzorowanych punktów.

Wiadomo również, że w celu zachowania wielkości zniekształceń liniowych w pewnych określonych względami praktycznymi granicach, dzieli się obszar kartografowany na kilkustopniowe pasy południkowe i każdy z takich pasów odwzorowuje się oddzielnie uzyskując ich płaskie obrazy. Postępując w ten sposób można z bardzo dobrym rezultatem stosować odwzorowanie Gaussa-Krügera do obszarów o dowolnej wielkości.

Jeśli odwzorowywany obszar nie jest zbyt rozciągnięty w kierunku południkowym, można uzyskać dość równomierny rozkład zniekształceń w granicach tego obszaru oraz znacznie zmniejszyć ich maksymalną wartość, jeśli zamiast skali liniowej w obrazie południka osiowego równej jedności przyjmiemy odpowiednio dobraną skalę mniejszą od jedności. Najbardziej równomierny rozkład zniekształceń można uzyskać z warunków, aby odchylenia od jedności skal liniowych w punktach przecięć

odpowiednio dobranego równoleżnika odwzorowywanego obszaru z obrazami południków skrajnych i środkowego, poszczególnych pasów południkowych — były jednakowe. Spełnienie tego warunku pozwala uzyskać dwukrotne zmniejszenie maksymalnych wartości zniekształceń liniowych (wzdłuż obranego równoleżnika) w poszczególnych pasach południkowych, przy zachowaniu szerokości tych pasów. Oczywiście przy takim założeniu południk środkowy każdego z pasów nie odwzorowuje się na swoją długość, lecz ulegnie skurczeniu. Również skurczeniu ulegnie obszar znajdujący się pomiędzy południkiem środkowym a liniami zerowych zniekształceń w poszczególnych pasach (skale liniowe i pól będą mniejsze od jedności); natomiast obszar znajdujący się na zewnątrz linii zerowych zniekształceń ulegnie rozciągnięciu (skale liniowe i pól będą większe od jedności).

Nie trudno wyprowadzić wzór do obliczenia wartości skali liniowej w obrazie południka osiowego, dowolnego pasa południkowego, zachowując wymieniony wyżej warunek.

Oznaczmy odpowiednio symbolami (rys. 1):

λ_0 — długość geograficzną południka środkowego (osiowego) jednego z pasów południkowych,

λ_E — długość geograficzną południka skrajnego wschodniego wymienionego wyżej pasa południkowego,

$\Delta\lambda_E = \lambda_E - \lambda_0$ — różnicę geograficznych długości południka środkowego i skrajnego,

φ_M — szerokość geograficzną równoleżnika, dla którego wyznaczaną skalę liniową (mniejszą od jedności) przyjmuje się jako wielkość stałą dla obszaru podlegającego odwzorowaniu,

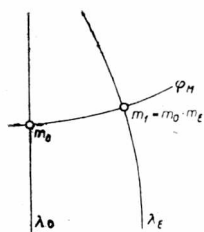
m_0 — skalę liniową w południku środkowym wyznaczoną z warunku równości bezwzględnych wartości zniekształceń liniowych w południkach skrajnych i środkowym,

m_E — skalę liniową w punkcie przecięcia się obrazu równoleżnika φ_M z obrazem południka λ_E przy założeniu, że skala liniowa w południkach środkowych poszczególnych pasów jest równa jedności,

m_1 — skalę liniową w punkcie przecięcia się obrazu równoleżnika φ_M z obrazem południka λ_E , która wystąpi po wprowadzeniu do odwzorowania skali liniowej m_0 na miejsce skali liniowej, w obrazie południka osiowego, równej jedności.

Jak wiadomo z kartografii matematycznej $m_1 = m_0 \cdot m_E$.

Zgodnie z omówionym wyżej warunkiem:



Rys. 1

$$m_0 = 1 - \sigma, \quad (a)$$

$$m_1 = 1 + \sigma. \quad (b)$$

Sumując równania (a) i (b) stronami otrzymujemy:

$$m_0 + m_1 = 2.$$

Ponieważ:

$$m_1 = m_0 \cdot m_E,$$

więc:

$$m_0(1 + m_E) = 2. \quad (c)$$

Dla naszych rozważań skalę liniową m_E można określić ze wzoru uproszczonego

$$m_E = 1 + \frac{\Delta\lambda_E^2}{2\rho^2} \cos^2 \varphi_M (1 + \eta_M^2).$$

Oznaczając:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\lambda_E^2}{2\rho^2} \cos^2 \varphi_M (1 + \eta_M^2) \quad (d)$$

napiszemy:

$$m_E = 1 + \varepsilon. \quad (e)$$

Po wprowadzeniu do równania (c) na miejsce skali m_E jej wartości określonej wzorem (e) otrzymujemy:

$$m_0(2 + \varepsilon) = 2,$$

skąd:

$$m_0 = \frac{2}{2 + \varepsilon} = \frac{1}{1 + \frac{\varepsilon}{2}} = 1 - \frac{\varepsilon}{2} + \frac{\varepsilon^2}{4} - \dots$$

Ograniczając się do dwóch pierwszych wyrazów rozwinięcia, po uwzględnieniu wartości na ε z (d), otrzymujemy ostatecznie następujący wzór do wyznaczenia skali liniowej m_0 w obrazie południka środkowego:

$$m_0 = 1 - \frac{\Delta\lambda_E^2}{4\rho^2} \cos^2 \varphi_M (1 + \eta_M^2).^2 \quad (1)$$

Na podstawie wzoru (1) można określić wartość skali liniowej m_0 w południku osiowym pasa południkowego o przyjętej szerokości, jeśli znana jest szerokość geograficzna φ_M . I odwrotnie, jeśli dana jest wartość

² $\eta_M = e' \cos \varphi_M$; $e' = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{b^2}}$.

skali liniowej m_0 , to łatwo można określić szerokość geograficzną φ_M równoleżnika, w którym spełniony jest warunek równości bezwzględnych wartości zniekształceń liniowych w południkach skrajnych i środkowym przyjętego pasa południkowego. W tym celu wzór (1) przekształcamy następująco:

$$m_0 = 1 - \frac{\Delta\lambda_E^2}{4\varrho^2} \cos^2 \varphi_M (1 + e'^2 \cos^2 \varphi_M)$$

i dalej

$$m_0 = 1 - \frac{\Delta\lambda_E^2}{4\varrho^2} \cos^2 \varphi_M - \frac{\Delta\lambda_E^2}{4\varrho^2} \cdot e'^2 \cdot \cos^4 \varphi_M.$$

Po przeniesieniu wszystkich wyrazów na lewą stronę otrzymujemy równanie:

$$\frac{\Delta\lambda_E^2}{4\varrho^2} \cdot e'^2 \cdot \cos^4 \varphi_M + \frac{\Delta\lambda_E^2}{4\varrho^2} \cos^2 \varphi_M + (m_0 - 1) = 0,$$

któremu po wprowadzeniu oznaczeń:

$$a = \frac{\Delta\lambda_E^2}{4\varrho^2} \cdot e'^2$$

$$b = \frac{\Delta\lambda_E^2}{4\varrho^2}$$

$$c = m_0 - 1$$

$$x = \cos^2 \varphi_M$$

można nadać następującą postać:

$$a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0.$$

Z ostatniego równania otrzymujemy łatwo szukaną szerokość geograficzną φ_M a mianowicie:

$$\cos^2 \varphi_M = x = \frac{-b \mp \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (2)$$

lub po wprowadzeniu przyjętych oznaczeń i prostych przekształceniach:

$$\cos^2 \varphi_M = \frac{-\Delta\lambda_E^2 \mp \sqrt{\Delta\lambda_E^4 + 16\varrho^2 \cdot e'^2 \cdot \Delta\lambda_E^2 (1 - m_0)}}{2e'^2 \cdot \Delta\lambda_E^2} \quad (2^*)$$

Posiłkując się wzorem (2*) wyznaczmy poszukiwaną szerokość geograficzną φ_M równoleżnika, w którym spełniony jest warunek równości bezwzględnych wartości zniekształceń liniowych w południkach skrajnych i środkowym 6-stopniowego pasa południkowego przy skali liniowej $m_0 = 0,9996$.

Przyjmujemy, że:

$$\Delta\lambda_E^2 = 9^\circ$$

$$e'^2 = 0,006\,7682 \text{ (wg Hayforda z 1910 r.)}$$

$$1 - m_0 = 0,0004$$

$$A = 16\rho^2 \cdot e'^2 \cdot \Delta\lambda_E^2 (1 - m_0)$$

$$B = 2e'^2 \cdot \Delta\lambda_E^2$$

$\lg 16\rho^2$	4,720 3653	$\Delta\lambda_E^4$	81,—
$\lg e'^2$	7,830 4732	A	1,279 797
$\lg \Delta\lambda_E^2$	0,954 2425	$\Delta\lambda_E^4 + A$	82,279 797
$\lg (1 - m_0)$	6,602 0600	$\lg (\Delta\lambda_E^4 + A)$	1,915 2932
$\lg A$	0,107 1410	$\frac{1}{2} \lg (\Delta\lambda_E^4 + A)$	0,957 6466
$A = 1,279\,797$		$\sqrt{\Delta\lambda_E^4 + A}$	9,070 821
		$-\Delta\lambda_E^2$	—9,—
		$+\sqrt{\Delta\lambda_E^4 + A}$	+9,070 821
		C	+0,070 821

$\lg 2e'^2$	8,131 5032
$\lg \Delta\lambda_E^2$	0,954 2425
$\lg B$	9,085 7457
$\lg C$	8,850 1621
$\text{clg } B$	0,914 2543
$\lg \cos^2 \varphi_M$	9,764 4164
$\lg \cos \varphi_M$	9,882 2082

$$\varphi_M = 40^\circ 19' 10''$$

Zaokrąglając wynik z dokładnością do 5' ostatecznie możemy przyjąć, że:

$$\varphi_M = 40^\circ 20'.$$

Otrzymany wynik pozwala wnioskować, że dwa kilkunastostopniowej szerokości pasy równoleżnikowe — o równoleżnikach centralnych około 40° szerokości północnej i południowej, podzielone na 6-stopniowe pasy południkowe — uzyskają dość równomierny rozkład zniekształceń. Różnice bezwzględnej wartości zniekształceń, występujących w południkach skrajnych i środkowych poszczególnych 6-stopniowych pasów południkowo-

wych, nie przekroczyć kilkunastu centymetrów na kilometr. W granicach pasa o równomiernym rozkładzie zniekształceń znajdują się na półkuli północnej Stany Zjednoczone Ameryki Północnej, rejon basenu morza Śródziemnego, południowy skrawek Związku Radzieckiego i Chiny. Na półkuli południowej wymieniony pas z obszarów lądowych obejmuje załedwie południową i środkową część Argentyny, południowy skrawek Australii i Nową Zelandię. Na pozostałych obszarach kuli ziemskiej zniekształcenia już nie układają się tak równomiernie, warunek ich jednakowego odchylenia od jedności w południkach skrajnych i środkowych poszczególnych pasów południkowych nie może być zachowany.

Aby wyprowadzić dalsze wnioski dotyczące celowości przyjęcia do międzynarodowych prac geodezyjnych i kartograficznych odwzorowania zaleconego uchwałami Konferencji Brukselskiej, podamy wartości zniekształceń liniowych, występujących w granicach poszczególnych 6-stopniowych pasów południkowych na obszarze całej kuli ziemskiej zarówno przy skali liniowej $m_0 = 1$, jak i skali liniowej $m_0 = 0,9996$.

Wartości liczbowe wymienionych zniekształceń zestawione są w tabelach 1 i 2.

Tabela 1

Zniekształcenia liniowe przy skali $m_0 = 1$

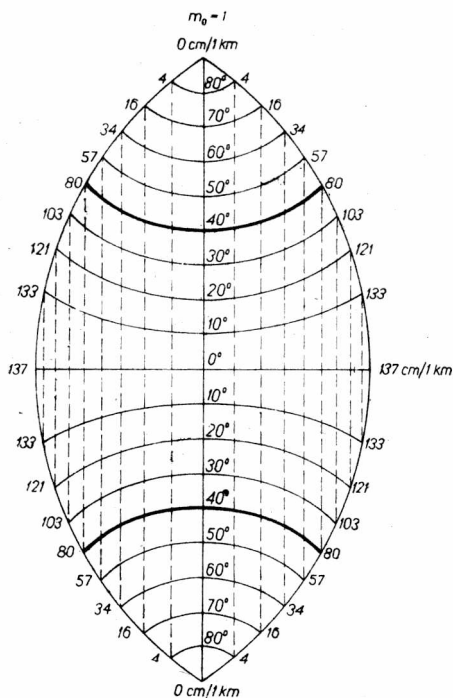
φ	$\Delta\lambda = 0^\circ$		$\Delta\lambda = 3^\circ$		Przeciętne zniekształcenia w cm/1 km
	m	$m-1$	m	$m-1$	
0°	1	0	1,001 370	0,001 370	137
± 10	1	0	1,001 329	0,001 329	133
± 20	1	0	1,001 210	0,001 210	121
± 30	1	0	1,001 028	0,001 028	103
± 40	1	0	1,000 804	0,000 804	80
± 50	1	0	1,000 566	0,000 566	57
± 60	1	0	1,000 343	0,000 343	34
± 70	1	0	1,000 160	0,000 160	16
± 80	1	0	1,000 041	0,000 041	4
± 90	1	0	1	0	0

Wyniki podane w tabelach 1 i 2 zilustrowane są na rysunkach 2 i 3. Linie kreskowane przedstawiają miejsca geometrycznych punktów w odwzorowaniu o jednakowych zniekształceniach, których wartości liczbowe wypisane są w punktach przecięć skrajnych południków pasa 6-stopniowego z równoleżnikami przebiegającymi co 10 stopni.

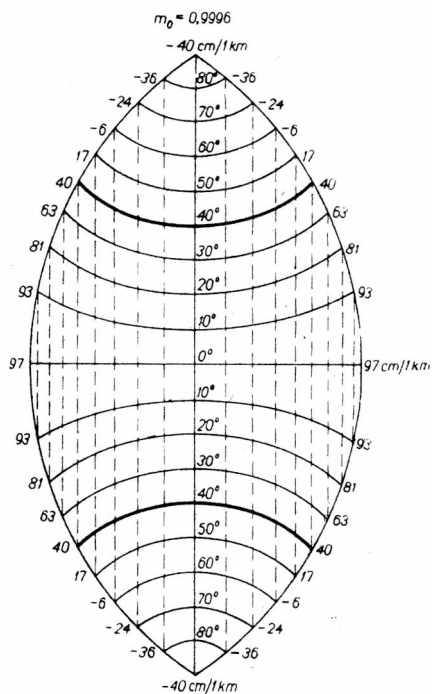
Tabela 2

Zniekształcenia liniowe przy skali $m_0=0,9996$

φ	$\Delta\lambda=0^\circ$			$\Delta\lambda=3^\circ$		
	m	$m-1$	Przeciętne zniekształ- cenia w cm/1 km	m	$m-1$	Przeciętne zniekształ- cenia w cm/1 km
0°	0,9996	-0,0004	-40	1,000 969	0,000 969	97
± 10	0,9996	-0,0004	-40	1,000 929	0,000 929	93
± 20	0,9996	-0,0004	-40	1,000 809	0,000 809	81
± 30	0,9996	-0,0004	-40	1,000 627	0,000 627	63
± 40	0,9996	-0,0004	-40	1,000 404	0,000 404	40
± 50	0,9996	-0,0004	-40	1,000 166	0,000 166	17
± 60	0,9996	-0,0004	-40	0,999 942	-0,000 058	-6
± 70	0,9996	-0,0004	-40	0,999 760	-0,000 240	-24
± 80	0,9996	-0,0004	-40	0,999 641	-0,000 359	-36
± 90	0,9996	-0,0004	-40	0,999 600	-0,000 400	-40



Rys. 2



Rys. 3

Z rozkładu i wartości zniekształceń liniowych przedstawionych na rys. 2 i 3 wynika, że dla obszarów położonych powyżej równoleżników około 50° szerokości północnej i południowej, na przeważającej części powierzchni poszczególnych pasów południkowych wartości bezwzględne wymienionych zniekształceń występujących przy skali $m_0 = 0,9996$ są większe od wartości zniekształceń, jakie mają miejsce przy skali $m_0 = 1$. Tej okoliczności nie możemy uważać za korzystną, jeśli zważymy, że na północ od równoleżnika o szerokości geograficznej 50° znajduje się niemal połowa Ameryki Północnej, większa część Europy i około trzecia część Azji. Ponadto widać, że dla wymienionego obszaru odchylenia od jedności skal liniowych w południkach skrajnych i środkowych poszczególnych pasów 6-stopniowych znacznie różnią się od siebie.

Na obszarze pasów położonych pomiędzy równoleżnikami około 30° i 50° szerokości północnej oraz około 30° i 50° szerokości południowej występuje dość równomierny rozkład zniekształceń (odchylenia od jedności skal liniowych stosunkowo niewiele się od siebie różnią). Ponadto, jak widać z przebiegu linii równych zniekształceń, dla części środkowej poszczególnych 6-stopniowych pasów południkowych dzielących wymieniony obszar, wartości bezwzględne zniekształceń liniowych są prawie jednakowe zarówno przy skali $m_0 = 0,9996$, jak i skali $m_0 = 1$; natomiast dla części zewnętrznej (położonej bliżej południków skrajnych) zniekształcenia są mniejsze przy skali $m_0 = 0,9996$ niż przy skali $m_0 = 1$ i przyjmują wartości dodatnie w obu przypadkach.

Na obszarze położonym pomiędzy równoleżnikami około 30° szerokości północnej i południowej, równomierność w rozkładzie zniekształceń zostaje zakłócona — bezwzględne wartości zniekształceń liniowych w południkach skrajnych i środkowych poszczególnych pasów południkowych dość znacznie różnią się od siebie, przy czym różnice te coraz bardziej rosną w miarę zbliżania się do równika, osiągając w nim około 50 cm na 1 km. Wnioskujemy więc, że skutki wprowadzenia skali liniowej $m_0 = 0,9996$ nie są dla wymienionego obszaru tak korzystne, jak dla pasów położonych w pobliżu równoleżników 40° szerokości północnej i południowej.

Do wyprowadzenia wniosków ostatecznych, dotyczących celowości przyjęcia odwzorowania zaleconego uchwałą Konferencji Brukselskiej, należy jeszcze przeprowadzić ocenę dokładności map topograficznych i rezultat porównać z wpływem zniekształceń odwzorowawczych przy skali $m_0 = 1$ i skali $m_0 = 0,9996$ na wyniki pomiarów liniowych na wymienionych mapach.

Przy ocenie dokładności i analizie wyników weźmiemy pod uwagę mapy topograficzne w skali 1 : 25 000. Wnioski stąd wyprowadzone będą tym bardziej słuszne dla map topograficznych w skalach mniejszych.

Map w skalach większych od 1 : 25 000 nie będziemy uwzględniać w naszej ocenie, ponieważ mają one raczej charakter lokalny.

Oceniając uzyskaną w praktyce kartograficznej dokładność map topograficznych, należy wziąć pod uwagę dokładność charakteryzującą poszczególne etapy procesu produkcji mapy, poczynsz od zdjęcia polowego do druku mapy włącznie. W szczególności należy uwzględnić:

1. dokładność zdjęć polowych (instrumentalnych, fotogrametrycznych i innych), będących podstawą do opracowania map;

2. dokładność oryginałów map opracowanych na podstawie zdjęć polowych;

3. błędy w położeniu punktów konturowych na odbitkach drukarskich map³.

Dokładność zdjęć (planszetów) polowych charakteryzuje się:

a) średnimi kwadratowymi błędami polowego wyznaczenia i naniesienia na planszet punktów osnowy geodezyjnej — m_1 ;

b) średnimi kwadratowymi błędami położenia punktów konturowych na planszecie, względem punktów osnowy geodezyjnej — m_2 .

Ogólny błąd położenia punktu konturowego na planszecie polowym — m_3 można określić ze wzoru:

$$m_3 = \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2}. \quad (3)$$

Badania wykazały, że kwadratowy błąd w położeniu punktu osnowy geodezyjnej na planszecie w skali zdjęcia 1 : 25 000, opartego na ogólnopństwowej sieci triangulacyjnej, wynosi około $\pm 0,17$ mm. Średni zaś kwadratowy błąd w położeniu punktu konturowego względem punktów osnowy geodezyjnej wynosi około $\pm 0,46$ mm. Ogólny zatem błąd położenia punktu konturowego na planszecie w skali zdjęcia 1 : 25 000 wynosi:

$$m_3 = \pm \sqrt{0,17^2 + 0,46^2} = \pm \sqrt{0,2405} = \pm 0,49 \text{ mm.}$$

Dokładność oryginałów map opracowanych na podstawie zdjęć polowych określa się:

a) błędami w położeniu punktów konturowych na planszetach użytych do opracowania map — m_3 . Przy tym, ponieważ skala opracowywanej mapy jest zazwyczaj mniejsza od skali planszetu, błąd m_3 powinien być proporcjonalnie do tych skal pomniejszony (n razy);

b) błędami przeniesienia punktów z planszetu na oryginał mapy — m_4 .

³ Vide: N. M. Wołkow, *Principy i metody kartometrii*. Akademiya Nauk SSSR, 1950.

Ogólny błąd w położeniu punktu konturowego na oryginale mapy — m_5 można określić ze wzoru:

$$m_5 = \pm \sqrt{\left(\frac{m_3}{n}\right)^2 + m_4^2} \quad (4)$$

Błędy występujące przy opracowaniu oryginałów map uzależnione od samej techniki opracowania wahają się w granicach od 0,3 do 0,6 mm. I tak na przykład dla map zestawionych na podstawie błękitnych fotokopii błędy te wynoszą 0,3÷0,5 mm. Przy przenoszeniu elementów z materiałów źródłowych za pomocą klaticzek błędy wynoszą 0,4÷0,6 mm w zależności od kształtu siatki kartograficznej. Dla map do skali 1 : 1 000 000, które zestawiane są zazwyczaj drogą fotomechaniczną, średni kwadratowy błąd wynikający z zestawienia wynosi około $\pm 0,4$ mm. Uwzględniając uprzednio otrzymaną wartość błędu $m_3 = \pm 0,49$ mm oraz przyjmując, że błąd m_4 wynosi $\pm 0,4$ mm, ponadto przyjmując, że $n=1$ — otrzymamy, posługując się wzorem (4), następującą wartość błędu w położeniu punktu konturowego na oryginale mapy 1 : 25 000:

$$m_5 = \pm \sqrt{(0,49)^2 + (0,4)^2} = \pm \sqrt{0,4005} = \pm 0,63 \text{ mm.}$$

Błąd w położeniu punktu konturowego na odbitce drukarskiej zależy od:

- a) wielkości błędu w położeniu punktu konturowego na oryginale mapy — m_5 ;
- b) wielkości błędu powstałego przy przeniesieniu rysunku z oryginału mapy na płytę drukarską poprzez fotografię i przedruk — m_6 ;
- c) wielkości błędu powstałego przy druku mapy i uzależnionego od przesunięcia kolorów i deformacji papieru w procesie druku — m_7 .

Ostatecznie ogólny błąd w położeniu punktu konturowego na mapie — m_8 można określić za pomocą następującego wzoru:

$$m_8 = \pm \sqrt{m_5^2 + m_6^2 + m_7^2} \quad (5)$$

Uwzględniając dokładność nastawienia aparatu fotograficznego oraz błędy wynikające z kopiowania można przyjąć, że błąd wynikający z przeniesienia rysunku oryginału mapy na płytę drukarską wynosi około $\pm 0,2$ mm.

Średnia wielkość błędu wynikająca z przesunięcia kolorów, z uwzględnieniem deformacji papieru w procesie druku mapy, wynosi $\pm 0,36$ mm.

Uwzględniając wyliczoną na podstawie wzoru (4) wartość błędu m_5 oraz podane wyżej wartości błędów m_6 i m_7 ostatecznie otrzymujemy,

posiłkując się wzorem (5), następujący ogólny błąd w położeniu punktu konturowego na mapie:

$$m_s = \pm \sqrt{(0,63)^2 + (0,2)^2 + (0,36)^2} = \pm \sqrt{0,5701} = \pm 0,76 \text{ mm.}$$

Jeśli przyjmiemy, że błędy w położeniu dwóch punktów na mapie są jednakowe, to błąd w długości linii obliczonej ze współrzędnych prostokątnych płaskich tych dwóch punktów wyniesie:

$$m_d = \pm m_s \sqrt{2}. \quad (6)$$

Uwzględniając podaną wyżej wartość na m_s , otrzymujemy na podstawie wzoru (6) następującą wartość błędu określenia długości linii na mapie 1 : 25 000:

$$m_d = \pm 0,76 \sqrt{2} = \pm 1,07 \text{ mm,}$$

co w skali mapy wynosi około 27 m.

Porównajmy wartość otrzymanego błędu z wpływem zniekształceń liniowych na długości linii na mapie w skali 1 : 25 000 w odwzorowaniu Gaussa-Krügera przy $m_0 = 1$ oraz przy $m_0 = 0,9996$. Dla porównania uwzględnimy deformację linii długości 10 km⁴ w pobliżu południka środkowego i południków skrajnych 6-stopniowego pasa południkowego. Wartości różnic w długości wymienionej linii na powierzchni elipsoidy obrotowej i w odwzorowaniu przy $m_0 = 1$ oraz przy $m_0 = 0,9996$ podane są odpowiednio w tabelach 3 i 4.

Tabela 3

φ	$m_0 = 1$	
	$\Delta\lambda = 0^\circ$	$\Delta\lambda = 3^\circ$
0°	0m	+13,7m
±10	0	+13,3
±20	0	+12,1
±30	0	+10,3
±40	0	+ 8,0
±50	0	+ 5,7
±60	0	+ 3,4
±70	0	+ 1,6
±80	0	+ 0,4

Tabela 4

φ	$m_0 = 0,9996$	
	$\Delta\lambda = 0^\circ$	$\Delta\lambda = 3^\circ$
0°	-4,0m	+9,7m
±10	-4,0	+9,3
±20	-4,0	+8,1
±30	-4,0	+6,3
±40	-4,0	+4,0
±50	-4,0	+1,7
±60	-4,0	-0,6
±70	-4,0	-2,4
±80	-4,0	-3,6

Z tabeli 3 widać, że przy skali liniowej $m_0 = 1$, największa różnica w długości linii wynosi +13,7 m, przy tym w pobliżu południka środkowego długość linii w odwzorowaniu jest równa długości jej oryginału (długości linii geodezyjnej na elipsoidzie). Jak widać, różnica pomiędzy

⁴ Tyle mniej więcej wynosi długość poziomej ramki mapy 1 : 25 000, formatu 7,5'×5', w średnich szerokościach geograficznych.

długością linii w odwzorowaniu i w oryginale, spowodowana zniekształceniami odwzorowawczymi, jest prawie dwukrotnie mniejsza od wartości błędu określenia długości tej linii na mapie 1 : 25 000. Należy przy tym zauważyć, że wpływ zniekształceń odwzorowawczych na długość linii mierzonej na mapie ma charakter błędów systematycznych, ponadto w przypadku skali liniowej $m_0 = 1$ długość obrazu linii na całym obszarze odwzorowanego pasa południkowego jest większa od jej oryginału na elipsoidzie. W związku z tym można bardzo łatwo uwzględnić poprawkę za wpływ zniekształceń odwzorowawczych do mierzonej na mapie długości linii i otrzymać wynik wolny od wpływu zniekształceń, a obarczony jedynie wpływem błędów położenia punktów konturowych na mapie — m_d . Uwzględnianie poprawek za wpływ zniekształceń odwzorowawczych przy pomiarze linii położonych bliżej południka środkowego jest oczywiście zbędne. Wymienione poprawki na obszarze 6-stopniowego pasa południkowego, dla linii (d) do 10 km (wyrażonych w metrach) i odległości (y_m) środków tych linii od obrazu południka środkowego wymienionego pasa podane są w tabeli 5 (poprawki wyrażone są w metrach)⁵.

Zwróćmy z kolei uwagę na tabelę 4. Z tabeli tej wynika, że przy skali liniowej $m_0 = 0,9996$ największa różnica w długości linii wynosi +9,7 m i występuje w pobliżu południków skrajnych i równika. W pobliżu południka środkowego długość linii w odwzorowaniu jest krótsza od jej oryginału o 4 m. Jak widać, największe wartości różnic w długości linii przy skali $m_0 = 1$ i skali $m_0 = 0,9996$ są wielkościami tego samego rzędu i różnią się od siebie tylko o około 4 m. Wynikają stąd jednakowe konsekwencje odnośnie uwzględniania poprawek, spowodowanych wpływem zniekształceń odwzorowawczych w obu omawianych odwzorowaniach (przy skali $m_0 = 1$ i przy skali $m_0 = 0,9996$). Należy jednak zauważyć, że w odwzorowaniu przy $m_0 = 0,9996$ dla części obszaru pasa południkowego poprawki trzeba dodawać, natomiast dla pozostałej części — odejmować; istnieje więc możliwość popełniania omyłek przy tej operacji, co w odwzorowaniu przy skali $m_0 = 1$ jest wykluczone ze względu na jednakowe znaki poprawek.

W wyniku przeprowadzonej analizy dochodzimy do konkluzji, że do kartograficznego opracowania map topograficznych w skalach 1 : 25 000 ÷

⁵ Ściśle mówiąc tabela zawiera różnice pomiędzy długościami cięciw łączących obrazy końców linii geodezyjnych na płaszczyźnie odwzorowania (na mapie) a długościami tych linii na powierzchni elipsoidy przyjętej jako powierzchnia odniesienia. Dodając do długości linii geodezyjnej odpowiednią poprawkę redukujemy ją na płaszczyznę odwzorowania i odwrotnie, odejmując od długości cięciwy łączącej obrazy końców linii geodezyjnej na płaszczyźnie odwzorowania odpowiednią poprawkę, wyszukaną z tabeli 5, redukujemy tę cięciwę na powierzchnię elipsoidy odniesienia.

Tabela 5

d w metrach	y _m w kilometrach																																	
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340		
100																				0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
200													0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	
300													0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	
400									0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
500								0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7
600							0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8
700							0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9
800						0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1
900						0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	
1 000				0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	
2 000		0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	2,7	2,8	2,8	
3 000	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3	3,6	3,8	4,1	4,4	4,7	5,0	5,4	5,7	6,0	
4 000	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,4	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0	3,2	3,6	3,8	4,2	4,5	4,8	5,2	5,6	5,9	6,3	6,7	7,1	7,6	8,0	
5 000	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,4	1,7	1,8	2,2	2,4	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,6	5,0	5,4	5,8	6,2	6,7	7,1	7,6	8,0	8,5	9,0	9,5	
6 000	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,1	2,5	2,8	3,1	3,2	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,9	6,3	6,7	7,2	7,8	8,3	8,8	9,4	9,9	10,5	11,0	
7 000	0,2	0,2	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,9	2,2	2,4	2,9	3,2	3,5	3,9	4,3	4,8	5,2	5,7	6,2	6,6	7,2	7,7	8,2	8,9	9,4	10,1	10,7	11,4	12,1	12,8	
8 000	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	1,8	2,2	2,5	2,7	3,2	3,6	4,0	4,4	4,9	5,4	5,8	6,4	6,9	7,5	8,1	8,6	9,3	10,0	10,6	11,3	12,1	12,8	13,6	14,4	
9 000	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	1,8	2,2	2,5	2,7	3,2	3,6	4,0	4,4	4,9	5,4	5,8	6,4	6,9	7,5	8,1	8,6	9,3	10,0	10,6	11,3	12,1	12,8	13,6	14,4	
10 000	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,4	2,9	3,1	3,6	4,0	4,4	4,9	5,4	6,0	6,5	7,1	7,7	8,3	9,0	9,6	10,3	11,1	11,8	12,6	13,4	14,2	15,0	

$\div 1 : 500\,000$ włącznie, dla obszaru całej kuli ziemskiej najwygodniej jest przyjąć odwzorowanie Gaussa-Krügera o skali liniowej $m_0=1$, stosując podział odwzorowywanego obszaru na 6-stopniowe pasy południkowe.

Wydaje się, że uchwała Konferencji Brukselskiej, zalecająca przyjęcie dla tych celów odwzorowania Gaussa-Krügera o skali liniowej $m_0=0,9996$, wymaga rewizji.

Dla map w skalach większych od $1 : 25\,000$ o specjalnym przeznaczeniu najlepiej jest przyjąć odwzorowanie Gaussa-Krügera o skali liniowej $m_0=1$ oraz 3-stopniowe pasy południkowe. Numerację pasów najlepiej przyjąć od południka Greenwich w kierunku zgodnym z numeracją pasów południkowych międzynarodowej mapy świata w skali $1 : 1\,000\,000$.

Zastanówmy się z kolei nad celowością przyjęcia odwzorowania zaleconego uchwałą Konferencji Brukselskiej do obliczeń związanych z wyrównaniem sieci triangulacyjnych niższorzędnych⁶, będących oparciem dla połowych zdjęć topograficznych. Przyjmując do wyrównania wymienionych sieci odwzorowanie Gaussa-Krügera, należy przejść od kątów i boków trójkątów sferoidalnych na elipsoidzie do kątów i boków trójkątów płaskich prostoliniowych na płaszczyźnie odwzorowania, utworzonych przez cięciwy krzywych przekształconych (krzywoliniowe obrazy linii geodezyjnych), łączące obrazy wierzchołków trójkątów sieci triangulacyjnej. Inaczej mówiąc, należy kąty i boki sieci triangulacyjnej zredukować na płaszczyznę odwzorowania. Wartość redukcji kątowych w odwzorowaniu Gaussa-Krügera zależy od długości boków trójkąta sieci oraz od jego położenia względem południka środkowego, natomiast nie zależy od wartości skali liniowej m_0 ; wprowadzając zatem skalę liniową $m_0=0,9996$ nie uwalniamy się od konieczności wprowadzania poprawek kątowych w celu zredukowania na płaszczyznę pomierzonych kątów w sieci triangulacyjnej.

Długość linii geodezyjnej, zredukowanej na płaszczyznę w odwzorowaniu Gaussa-Krügera o skali liniowej $m_0=0,9996$, jest równa iloczynowi wymienionej skali m_0 i długości linii geodezyjnej zredukowanej na płaszczyznę odwzorowania przy skali $m_0=1$. Wynika stąd, że dla rejonu pasa położonego bliżej południka środkowego linie zredukowane będą krótsze, zaś dla rejonu położonego dalej od południka środkowego — dłuższe od linii geodezyjnych na elipsoidzie odniesienia. Maksymalne wartości poprawek na redukcję długości linii geodezyjnych na płaszczyznę odwzorowania występują w pobliżu południków skrajnych 6-stopniowego pasa i równika. Maksymalna wartość wymienionej po-

⁶ Jak wiadomo, państwowe sieci triangulacyjne pierwszego rzędu wyrównywane są z reguły na powierzchni elipsoidy odniesienia. Wyrównane współrzędne geodezyjne punktów sieci przelicza się następnie na współrzędne prostokątne płaskie przyjętego odwzorowania kartograficznego.

poprawki dla linii długości 10 km przy skali $m_0=1$ wynosi około 13,7 m. Wartość analogicznej poprawki przy skali $m_0=0,9996$ wynosi około 9,7 m. A więc poprawki te są wielkościami tego samego rzędu.

Wprowadzenie skali liniowej m_0 różnej od jedności powoduje ponadto szereg dodatkowych konsekwencji, a mianowicie należy ją uwzględniać: a) przy przeliczaniu współrzędnych geograficznych punktu elipsoidy na współrzędne prostokątne płaskie i przy zadaniu odwrotnym; b) przy obliczaniu zniekształceń odwzorowawczych; c) przy przeliczaniu współrzędnych prostokątnych płaskich z jednego układu na drugi układ sąsiedni; d) przy obliczeniach związanych z konstrukcją siatki kartograficznej i siatki kilometrowej dla map topograficznych. W rezultacie przy obliczeniach masowych, wynikających z zastosowania w praktyce geodezyjnej (i kartograficznej) odwzorowania Gaussa-Krügera, skala liniowa m_0 różna od jedności spowoduje szereg dodatkowych obliczeń, a więc spowoduje zwiększenie pracochłonności procesu obliczeniowego, stworzy źródło możliwych dodatkowych omyłek w wynikach obliczeń nie dając w zamian wyraźnych korzyści.

Reasumując dochodzimy do wniosku, że również dla obliczeniowych prac geodezyjnych wygodniej jest przyjąć odwzorowanie Gaussa-Krügera o skali liniowej $m_0=1$, niż odwzorowanie zalecone uchwałą Konferencji Brukselskiej. Przy tym dla celów, które wymagają zmniejszenia wielkości redukcji odwzorowawczych, można szerokość pasów południkowych ograniczyć do 3° .

2. Powierzchnia odniesienia, jaką należy przyjąć do międzynarodowych prac geodezyjnych i kartograficznych, oraz systemy współrzędnych geograficznych-geodezyjnych i prostokątnych płaskich dla poszczególnych obszarów geograficznych

Jednym z zasadniczych elementów ujednolicenia podstawowych założeń geodezyjnych i kartograficznych w skali ogólnościowej jest kształt i rozmiary elipsoidy odniesienia oraz jej położenie względem powierzchni geoidy.

Dotychczas istnieje wielka różnorodność w podejściu do tego zagadnienia w poszczególnych krajach. Wprawdzie uchwały madryckiej konferencji Międzynarodowej Unii Geodezyjnej z roku 1924 zaleciły przyjęcie elipsoidy Hayforda (z 1910 r.) dla prac geodezyjnych prowadzonych przez wszystkie kraje świata, jednak zagadnienie położenia powierzchni tej elipsoidy jako powierzchni odniesienia względem powierzchni geoidy na obszarach poszczególnych krajów — nie było w tych uchwałach poruszone. Poza tym elipsoida Hayforda dotychczas nie jest znacznie rozpowszechniona. W różnych krajach przyjęto dla celów geodezyjnych

różne elipsoidy odniesienia z odpowiednio dobranymi punktami przyłożenia i zorientowania. W rezultacie doprowadziło to do wielkiej różnorodności systemów współrzędnych na obszarach poszczególnych kontynentów.

Mając na względzie ujednolicenie podstawowych założeń geodezyjnych i wypływające stąd korzyści o charakterze technicznym, ekonomicznym i naukowym byłoby pożądane ograniczyć do minimum ilość systemów współrzędnych geograficznych-geodezyjnych. Wówczas przyjęcie tego samego typu odwzorowania kartograficznego przez wszystkie kraje świata dałoby pełny efekt.

Mogą być różne rozwiązania tego problemu. Sądzę, że wielkim krokiem naprzód byłoby wprowadzenie jednolitych systemów współrzędnych dla poszczególnych kontynentów bez uwzględniania na razie obszarów wodnych. W tym celu jako powierzchnię odniesienia należałoby przyjąć jedną międzynarodową elipsoidę dla wszystkich krajów świata wprowadzając pięć systemów współrzędnych geograficznych-geodezyjnych, a mianowicie:

1. system pierwszy — obejmujący Amerykę Północną,
2. system drugi — obejmujący Amerykę Południową,
3. system trzeci — obejmujący Euro-Azję,
4. system czwarty — obejmujący Afrykę,
5. system piąty — obejmujący Australię.

Dla każdego z wymienionych pięciu systemów współrzędnych należałoby przyjąć po jednym punkcie przyłożenia powierzchni elipsoidy do powierzchni geoidy, przy czym z teoretycznego punktu widzenia byłoby wskazane obrać wspomniane punkty przyłożenia w stosownych miejscach w pobliżu centrum poszczególnych kontynentów, mając na względzie zachowanie jednakowych (w przybliżeniu) odchyłeń powierzchni elipsoidy od powierzchni geoidy na skrajach kontynentów.

Wymienione systemy współrzędnych na długi okres czasu zaspokoilyby międzynarodowe potrzeby służby geodezyjno-kartograficznej. Warto by przy tym poddać rewizji sprawę elipsoidy międzynarodowej. Jako taka została swego czasu uznana elipsoida Hayforda o elementach obliczonych w roku 1910 na podstawie pomiarów stopnia wykonanych w Stanach Zjednoczonych Ameryki w końcu ubiegłego stulecia. „Charakterystyczną cechą tych pomiarów było to, że nie miały one uprzednio opracowanego programu naukowego i były dokonane przede wszystkim dla celów praktycznych. Wskutek tego bazy i obserwacje astronomiczne na łańcuchach triangulacji USA były rozmieszczone dość chaotycznie i prawie zupełnie nie zawierają azymutów Laplace'a. Ówczesne pomiary stopnia w USA były nierównomiernie rozlokowane na obszarze kraju, zaś liczne punkty

astronomiczne umieszczono na terenach górskich, gdzie spostrzeżono znaczne lokalne odchylenia pionu. W celu zmniejszenia lokalnych wpływów na określenie rozmiarów elipsoidy ziemskiej Hayford przyjął teorię izostazji, której niedoskonałość jest dobrze znana. Głębokość kompensacji izostatycznej określona była równocześnie z rozmiarami elipsoidy ziemskiej przy warunku najmniejszej sumy kwadratów przypadkowych błędów odchylen pionu, pomimo że nie jest to metoda właściwa. Mogło się przy tym zdarzyć, że i jedno i drugie zostało błędnie wyznaczone. W każdym razie głębokość kompensacji izostatycznej równa 120,9 km, którą przyjął Hayford, prawdopodobnie była przesadzona i doprowadziła do uzyskania przewiększonej wartości wielkiej półosi elipsoidy ziemskiej.

Oprócz tego Hayford wykorzystał wiele pomiarów azymutów, przyjmując je za równoważne pomiarom szerokości i długości geograficznych, gdy tymczasem określenia azymutów są mniej dokładne niż określenia szerokości i długości geograficznych, zaś w szerokościach mniejszych od 45° nawet mało przydatne do wyprowadzenia odchylen pionu. Okoliczność ta ma szczególne znaczenie w związku z tym, że przy opracowaniu triangulacji USA stosowano metody prymitywne i wcale nie wykorzystano azymutów Laplace'a. Mogło to poważnie zniekształcić wyniki obliczenia rozmiarów elipsoidy ziemskiej. Wynika stąd jasno, że nie było żadnych podstaw, aby elipsoidę Hayforda przyjąć za międzynarodową elipsoidę ziemską, tym bardziej że została ona ustalona na podstawie pomiarów stopnia wykonanych tylko w jednym kraju⁷. Do takiego wniosku doprowadzają również wyniki opracowania nowych pomiarów stopnia USA dokonanego w latach 1947—1949 w Centralnym Naukowo-badawczym Instytucie Geodezji, Aerofotogrametrii i Kartografii (w ZSRR) przez D. D. Kołkowa pod kierunkiem prof. A. A. Izotowa. W pracy tej Kołkow wykorzystał zarówno nowe pomiary stopnia USA, opublikowane w roku 1941, jak i pomiary stopnia Kanady, a więc dysponował znacznie większym materiałem niż Hayford. Kołkow stosując metody Hayforda określił rozmiary elipsoidy wyłącznie z danych astronomiczno-geodezyjnych wprowadzając do nich redukcje izostatyczne przy różnych głębokościach kompensacji izostatycznej⁸.

Wyniki uzyskane przez Kołkowa dość znacznie różnią się od wyników, jakie otrzymał Hayford i potwierdzają brak naukowych podstaw do przyjęcia elipsoidy zaleconej przez konferencję madrycką do międzynarodowych prac geodezyjnych i kartograficznych, natomiast bardzo dobrze od-

⁷ Cytata z artykułu A. A. Izotowa pt. *Elipsoida odniesienia F. M. Krasowskiego i nowoczesne osiągnięcia geodezji*, opublikowanego w kwartalniku „Geodezja i Kartografia”, z. 3 t. II z roku 1953.

⁸ A mianowicie 113,7 km oraz 79,8 km, natomiast Hayford przyjął głębokość kompensacji izostatycznej 120,9 km.

powiadają rozmiarom elipsoidy Krasowskiego, której elementy zostały wyznaczone w roku 1940.

Ze względów podanych wyżej wynika, że aczkolwiek elipsoida Hayforda została swego czasu uznana za elipsoidę międzynarodową, nie powinna być wprowadzona do międzynarodowych prac geodezyjnych i kartograficznych.

W związku z uchwałą Konferencji Brukselskiej, zalecającą wprowadzenie jednolitego odwzorowania kartograficznego wydaje się, że nadszedł odpowiedni moment poddania rewizji uchwał konferencji madryckiej z roku 1924, aby uniknąć w przyszłości poważnych kłopotów natury technicznej i naukowej oraz zbędnych kosztów, co niewątpliwie miałyby miejsce z chwilą znacznego zaawansowania międzynarodowych prac geodezyjnych i kartograficznych, opierających się na nowych zasadach.

Rozważając wybór najwłaściwszej elipsoidy jako powierzchni odniesienia dla wymienionych wyżej pięciu systemów współrzędnych geograficznych-geodezyjnych, wydaje się, że wszystkim warunkom, jakie może wysunąć w tym zakresie współczesna wiedza, odpowiada elipsoida Krasowskiego z 1940 roku. Nie można bowiem pomijać faktów, że:

a) Przy wyznaczeniu rozmiarów elipsoidy Krasowskiego wykorzystano rezultaty wielkich, nowoczesnych astronomiczno-geodezyjnych i grawimetrycznych pomiarów wykonanych na ogromnych obszarach ZSRR, jak również rezultaty astronomiczno-geodezyjnych pomiarów wykonanych w USA i Europie zachodniej. A więc były wykorzystane znacznie obszerniejsze materiały niż przy wyznaczeniu elipsoidy Hayforda.

b) Program pomiarów astronomiczno-geodezyjnych i grawimetrycznych w ZSRR, jak również opracowanie wyników pomiarów, wykorzystanych do wyznaczenia rozmiarów elipsoidy Krasowskiego — zostały oparte na najnowocześniejszych osiągnięciach nauk geodezyjnych.

Przyjmując jedną elipsoidę za międzynarodową, ujednolicając systemy współrzędnych geograficznych-geodezyjnych oraz przyjmując jeden typ odwzorowania dla międzynarodowych prac geodezyjnych i map topograficznych — należałoby również wprowadzić dla wszystkich krajów świata jednolity sposób wyrażania współrzędnych prostokątnych płaskich w przyjętym odwzorowaniu. Sposób wyrażania współrzędnych prostokątnych płaskich powinien odpowiadać następującym warunkom:

a) współrzędne prostokątne punktów w odwzorowaniu na całym obszarze pasa południkowego powinny być wyrażone w liczbach dodatnich;

b) współrzędne prostokątne punktu powinny jednoznacznie i zarazem w jak najprostszym sposób określać jego położenie w odpowiednim pasie południkowym;

c) numeracja sześćcio i trzystopniowych pasów południkowych powinna być nawiązana do numeracji sześciostopniowych pasów południkowych.

wych międzynarodowej mapy świata 1:1 000 000. Numerację pasów należy przyjąć od południka Greenwich w kierunku wschodnim, tzn. pas ograniczony od zachodu południkiem 0^0 i od wschodu 6^0 oznaczać kolejnym numerem 1; pas ograniczony od zachodu południkiem 6^0 i od wschodu południkiem 12^0 oznaczać kolejnym numerem 2 itd.

Uwzględniając powyższe warunki wydaje się, że byłoby słuszne:

a) osie odciętych w układach współrzędnych prostokątnych płaskich poszczególnych pasów południkowych przesunąć o 500 km na zachód. Ponieważ szerokość połowy 6-stopniowego pasa południkowego na równiku wynosi około 330 km, przeto przesunięcie osi odciętych o okrągłą liczbę 500 km zabezpieczy warunek dodatnich rzędnych na obszarze całego pasa południkowego z uwzględnieniem rejonu częściowego pokrywania się sąsiadujących ze sobą pasów;

b) za oś rzędnych przyjąć obraz równika. Odcięte wszystkich punktów położonych zarówno na północ od osi rzędnych, jak i na południe od osi rzędnych — przyjąć za dodatnie (w okolicach równika wypadnie jednak niekiedy uwzględniać znaki $+$ i $-$);

c) rzędne wszystkich punktów w odwzorowaniu, powiększone o 500 km oznaczać cechą wskazującą kolejny numer pasa południkowego, w którym znajduje się dany punkt.

Analitycznie można to wyrazić w postaci następujących związków:

$$Y = [n] (500\,000 + y)$$

$$X = x$$

w których: x i y — oznaczają współrzędne prostokątne płaskie (w metrach) punktu w odwzorowaniu, w układzie pierwotnym, n — oznacza numer kolejny pasa południkowego, w którym znajduje się dany punkt, X i Y — oznaczają współrzędne prostokątne płaskie (w metrach) tego punktu w układzie o przesuniętej osi odciętych, z uwzględnieniem numeracji odpowiedniego pasa południkowego.

Zalety opisanego wyżej sposobu wyrażania współrzędnych prostokątnych płaskich potwierdziła praktyka geodezyjna w Związku Radzieckim i licznych krajach europejskich.

Przyjęcie odrębnego systemu współrzędnych geograficznych-geodezyjnych dla poszczególnych kontynentów (proponowanych pięciu systemów dla całego świata) obok niewątpliwych zalet, o których wspominaliśmy, miałyby również pewne braki, a mianowicie wielkie obszary wodne nie byłyby potraktowane w sposób równorzędny z obszarami kontynentalnymi, ponadto w przypadku potrzeby nawiązania wyników pomiarów geodezyjnych na sąsiadujących ze sobą kontynentach należałoby dokonać przeliczeń z jednego systemu na drugi.

W związku z tym w dalszym etapie można by przejść od pięciu systemów współrzędnych geograficznych-geodezyjnych do jednego systemu, wprowadzając zarazem jedną ogólną elipsoidę ziemską⁹.

Zadanie to niewątpliwie będzie rozwiązane w przyszłości, a obecne osiągnięcia geodezji i jej nieprzerwany rozwój wskazują, że zadanie to jest w pełni osiągalne.

3. Poziomy odniesienia dla pomiarów niwelacyjnych na poszczególnych obszarach geograficznych

Dotychczas w większości krajów poszczególnych kontynentów stosowane są różne poziomy odniesienia oraz różne programy pomiarów i opracowania niwelacji państwowych. W rezultacie niwelacje państwowe, wykonywane przez poszczególne kraje, przedstawiają materiał niejednolity i trudno porównywalny.

Jak wiadomo, rzeźba terenu jest jednym z podstawowych elementów mapy topograficznej. Jeśli więc rozważamy sprawę ujednolicenia typu odwzorowania kartograficznego i systemów współrzędnych geograficznych, to nie należy pomijać sprawy ujednolicenia poziomów odniesienia, względem których mają być wyznaczone wysokości punktów niwelacyjnych na obszarach krajów poszczególnych kontynentów.

W rozdziale drugim niniejszego artykułu zaproponowaliśmy przyjęcie do obliczania wyników triangulacji państwowych i opracowania map topograficznych pięciu systemów współrzędnych geograficznych odpowiadających poszczególnym kontynentom. Wydaje się, że logicznym następstwem propozycji przyjęcia powyższych systemów współrzędnych geograficznych byłoby rozważenie propozycji przyjęcia dla państwowych prac niwelacyjnych również pięciu odpowiednich poziomów odniesienia, w szczególności:

1. jednego poziomu odniesienia dla Ameryki Północnej,
2. drugiego poziomu odniesienia dla Ameryki Południowej,
3. trzeciego poziomu odniesienia dla Euro-Azji,
4. czwartego poziomu odniesienia dla Afryki,
5. piątego poziomu odniesienia dla Australii.

W rezultacie tego rzeźba terenu, przedstawiona na mapach topograficznych każdego z wymienionych kontynentów, byłaby odniesiona do właściwego im jednego poziomu odniesienia, co znakomicie ułatwiłoby

⁹ Jak wiadomo z geodezji, elipsoida taka musiałaby spełniać następujące warunki: a) środek elipsoidy ziemskiej powinien pokrywać się ze środkiem ciężkości geoidy; b) płaszczyzna równika elipsoidy powinna się pokrywać z płaszczyzną równika geoidy; c) objętość elipsoidy powinna się równać objętości geoidy; d) powinien być zachowany warunek minimum sumy kwadratów odchyłeń powierzchni elipsoidy od powierzchni geoidy.

wykorzystanie tych map dla celów technicznych i naukowych, na wielkich obszarach geograficznych. Gdyby ponadto niwelacje państwowe, wykonywane przez poszczególne kraje, zostały oparte na jednolitych programach i warunkach technicznych odpowiadających współczesnym osiągnięciom nauki — to mogłyby one dostarczyć, łącznie z wynikami pomiarów astronomiczno-geodezyjnych i grawimetrycznych, cennego i bogatego materiału do uogólnień naukowych i wniosków z zakresu figury ziemi i miejscowych odchylen powierzchni geoidy od powierzchni elipsoidy odniesienia.

4. Skale map topograficznych, podział na arkusze sekcyjne i ich nomenklatura oraz znaki umowne

Mapy topograficzne wydawane przez poszczególne kraje kapitalistyczne odznaczają się wielką różnorodnością skal, formatów, sposobem oznaczania arkuszy sekcyjnych oraz znaków umownych. Forma i sposób przedstawiania ich treści kształtowały się samorzutnie i są odzwierciedleniem nieskoordynowanych potrzeb poszczególnych użytkowników. Wydaje się, że ustalenie i stopniowe wprowadzenie w życie przez wszystkie kraje świata, niezależnie od ich ustroju politycznego i społeczno-gospodarczego, jednolitych zasad normujących formę i treść map topograficznych byłoby poważnym postępek w dziedzinie kartografii światowej, aczkolwiek należy sobie zdawać sprawę z trudności prędkiego zrealizowania tego zagadnienia. Scharakteryzujemy nieco bliżej poruszone tu zagadnienia poczynając od skal map topograficznych.

„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.“¹⁰

Zagadnienie najważniejszego wyboru skal typowych dla map topograficznych z uwzględnieniem zacytowanych wyżej wymagań zostało pomyślnie już od dawna rozwiązane w Związku Radzieckim. Jak wiadomo skalami typowymi dla map topograficznych, wydawanych przez radziecką służbę geodezyjno-kartograficzną, są skale 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000 i 1:500 000. Trafność wyboru przyjętego systemu skal została w pełni potwierdzona wymaganiami praktyki przez przeszło ćwierć wieku jego stosowania. Radziecki system skal typowych wprowadziły u siebie liczne europejskie kraje demokracji ludowej oraz Chińska Republika Ludowa, a więc obowiązuje on obecnie na olbrzymim obszarze o powierzchni przeszło 33 mln km². Ponadto bezsporne zalety tego systemu zostały uznane przez wiele krajów kapitalistycznych.

Wydaje się przeto, że byłoby słuszne, aby Międzynarodowa Unia Geodezyjno-Geofizyczna zaleciła przyjąć za typowe skale 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000 i 1:500 000 dla pozostałych krajów świata. Przy tym poszczególne kraje, zależnie od stopnia swego rozwoju gospodarczego, mogłyby wprowadzić wszystkie skale typowe bądź tylko niektóre.

Ze skalą map łączy się ściśle ich format (podział na arkusze sekcyjne) i nomenklatura.

Stosowane dotychczas przez poszczególne kraje świata systemy podziału map na arkusze sekcyjne i ich nomenklatura są niejednolite, a w wielu przypadkach kłopotliwe w zastosowaniu praktycznym i nie oparte na jakichkolwiek naukowych podstawach. W niektórych krajach arkusze mają kształt prostokątów (np. Wielka Brytania — mapy 1:63 360, 1:253 440), w innych krajach mają kształt trapezów utworzonych z południków i równoleżników. W wielu przypadkach arkusze map, w tej samej skali pokrywają częściowo arkusze sąsiednie. Wielka różnorodność istnieje również w sposobie oznaczania arkuszy map, przy tym nomenklatury arkuszy map wykonanych w różnych skalach nie są ujęte w jakiś jednolity system, podobnie zresztą jak i skale tych map. Stwarza to pewien chaos, utrudnia wykorzystanie map topograficznych, ich archiwizowanie i opracowanie. W związku z tym byłoby bardzo wskazane, aby Międzynarodowa Unia Geodezyjno-Geofizyczna podjęła próbę znormalizowania również formatów arkuszy map topograficznych oraz ich nomenklatury. Normalizację w tym zakresie byłoby wskazane oprzeć na następujących zasadach:

¹⁰ Cytata z artykułu M. Kudriawcewa pt. *Zagadnienie ujednolicenia podstawowych map topograficznych*, opublikowanego w kwartalniku „Geodezja i Kartografia”, z. 4, t. II, z roku 1953.

1. Poszczególne arkusze map powinny mieć kształt trapezów utworzonych z obrazów południków i równoleżników w przyjętym do opracowania tych map odwzorowaniu kartograficznym.

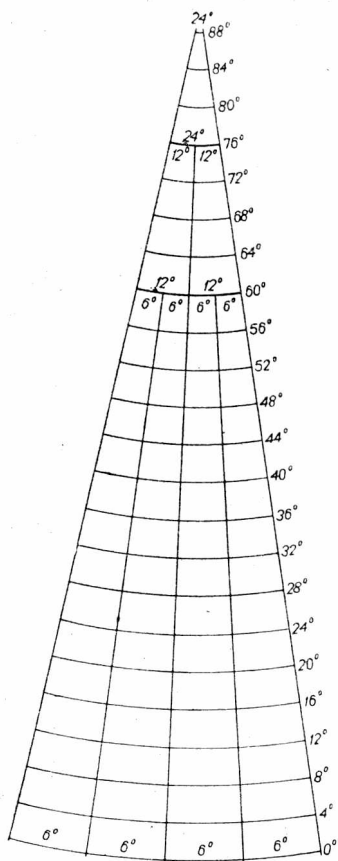
2. Formaty arkuszy map w przyjętych skalach typowych powinny wynikać z okrągłego podziału arkuszy międzynarodowej mapy świata 1:1 000 000 uwzględniając format arkuszy tej mapy w poszczególnych strefach równoleżnikowych ($0 \div 60^\circ$; $60 \div 76^\circ$ oraz $76^\circ \div 88^\circ$).

3. Nomenklatura arkuszy map w przyjętych skalach typowych powinna nawiązywać do nomenklatury arkuszy międzynarodowej mapy świata 1 : 1 000 000, powinna być jak najprostsza oraz powinna łatwo i jednoznacznie pozwolić określić arkusz mapy w skali mniejszej, w skład którego dany arkusz wchodzi, oraz arkusz mapy w skali większej, objęty danym arkuszem mapy.

Powyższe zasady wykluczają pokrywanie się arkuszy map w tych samych skalach, zapewniają otrzymanie arkuszy o kształcie i formatach wygodnych do praktycznego wykorzystania przy wszelkiego rodzaju pracach, które wymagają posługiwania się mapami oraz wygodnych do archiwizowania. Poza tym powyższe zasady zapewniają otrzymanie obrazu terenu na arkuszu mapy w dowolnej skali typowej, który zawsze będzie mieścił się na arkuszu mapy w skali mniejszej, wreszcie zapewniają jednoznaczne i proste określenie dowolnego arkusza mapy w dowolnej przyjętej skali typowej.

Przyjęty (w 1928 roku) w Związku Radzieckim system podziału map topograficznych na arkusze sekcyjne, format arkuszy oraz ich nomenklatura odpowiadają w pełni podanym wyżej zasadom. Celowość, prostotę i wygodę tego systemu potwierdziła kilkudziesięcioletnia praktyka.

Uwzględniając podział na arkusze w poszczególnych strefach równoleżnikowych międzynarodowej mapy świata 1 : 1 000 000, zilustrowany przykładowo na rys. 4, można podać następujące zestawienie formatów arkuszy map w skalach typowych oraz zasady nomenklatury dla obszaru całej kuli ziemskiej.



Rys. 4

Tabela 6

Skala map	Format arkuszy map				Nomenklatura arkuszy map
	wzdłuż południków	wzdłuż równoleżników			
		0° ÷ 60°	60° ÷ 76°	76° ÷ 88°	
1:1 000 000	4°	6°	12°	24°	Przyjęte oznaczenie arkusza mapy 1:1 000 000
1:500 000	2°	3°	6°	12°	Oznaczenie ark. mapy 1:1 mln z dodatkiem odpowiedniej wielkiej litery alfabetu
1:200 000	40′	60′	2°	4°	Oznaczenie ark. mapy 1:1 mln z dodatkiem odpowiedniej liczby rzymskiej (I-XXXVI)
1:100 000	20′	30′	1°	2°	Oznaczenie ark. mapy 1:1 mln z dodatkiem odpowiedniej liczby arab. (1-144)
1:50 000	10′	15′	30′	1°	Oznaczenie ark. mapy 1:100 000 z dodatkiem odpowiedniej wielkiej litery alfabetu
1:25 000	5′	7,5′	15′	30′	Oznaczenie ark. mapy 1:50 000 z dodatkiem odpowiedniej małej litery alfabetu

Przy oznaczaniu arkuszy map w skalach 1:500 000, 1:50 000 i 1:25 000 poszczególne kraje mogą stosować początkowe litery przyjętego przez nie alfabetu.

Na zakończenie należałoby jeszcze pokrótce omówić sprawę ujednolicenia znaków umownych dla map topograficznych.

Przeglądając mapy topograficzne poszczególnych krajów łatwo zauważyć dużą różnorodność znaków umownych, używanych do przedstawienia krajobrazów geograficznych. Ta różnorodność cechuje nie tylko znaki umowne map w tych samych skalach lub zbliżonych do siebie a opracowywanych przez różne kraje, ale cechuje również znaki map w różnych skalach wydawanych w tym samym kraju.

Wydaje się, że wprowadzenie daleko posuniętego ujednolicenia wszystkich znaków umownych we wszystkich krajach świata byłoby zbyt daleko posuniętą normalizacją. Celowe i słuszne byłoby pełne ujednolicenie wszystkich elementów matematycznych mapy topograficznej, jak: odwzorowanie, powierzchnia odniesienia, poziom odniesienia do pomiarów wysokościowych, systemy współrzędnych geograficznych i prostokątnych płaskich, skale map i dostosowane do nich cięcia warstwiczne,

podział na arkusze i ich nomenklatura. Natomiast gdy chodzi o znaki umowne, należałoby pozostawić pewną swobodę w ich doborze. Takie stanowisko można uzasadnić tym, że poszczególne obszary geograficzne mają specyficzne dla nich krajobrazy, które trudno byłoby zobrazować za pomocą jednego typu znaków znormalizowanych. Ponadto nie należałoby kępować w tym zakresie twórczej inicjatywy kartografów poszczególnych krajów. Natomiast byłoby możliwe i słuszne ujednolicić wszystkie znaki umowne, służące do przedstawiania na mapach topograficznych we wszystkich typowych skalach takich elementów krajobrazu, jak np.: miejscowości, linie kolejowe, drogi kołowe, komunikacja wodna, komunikacja powietrzna, środki łączności, hydrografia, typowa rzeźba terenu, granice państwowe (i administracyjne wewnętrzne dla map topograficznych we wszystkich skalach w każdym poszczególnym kraju).

Być może, że niektórzy czytelnicy uznają wysunięte w tym artykule propozycje unormowania zasadniczych podstaw map topograficznych w zakresie ogólnościowym za przedwczesne i mało realne. Wydaje się jednak, że podjęcie przez Międzynarodową Unię Geodezyjno-Geofizyczną próby rozwiązania postawionych tu zagadnień byłoby wielkim postępem w dziedzinie ogólnościowych prac geodezyjno-kartograficznych, byłoby jednym z elementów współpracy narodów żyjących dziś w różnych ustrojach politycznych i społeczno-gospodarczych.

РЕЗЮМЕ

Девятая Конференция Международного Геодезического и Геофизического Объединения, состоявшаяся в 1951 г. в Брюссель, рекомендовала для целей международных геодезических работ, а также топографических карт, принять трансверсальную проекцию Меркатора. При этом рекомендовалось ввести 6-градусные меридианные зоны, а также принять линейный масштаб, вдоль средних меридианов отдельных зон равный 0,9996.

В настоящей работе автор провел подробный анализ рекомендованной решениями брюссельской конференции проекции и доказал, что введение линейного масштаба 0,9996 не выгодно, и выражает мнение, что решение брюссельской конференции должно быть пересмотренным.

Автор обосновал целесообразность применения для целей международных геодезических работ и топографических карт в масштабах от 1 : 25 000 до 1 : 500 000 проекции Гаусса-Крюгера с линейным масштабом вдоль средних меридианов отдельных зон равным единицы, введя при этом разделение проектируемого пространства на 6-градусные зоны. Для карт о специальном назначении в масштабах более крупных чем 1 : 25 000 можно принять проекцию Гаусса-Крюгера с линейным масштабом равным единицы и 3-градусные меридианные зоны. Счет зон целесообразно принять от меридиана Гринич в направлении согласным со счетом меридианных зон международной карты мира 1 : 1 000 000.

Кроме того автор выражает мнение, что унифицирование картографической проекции не решает вопроса унифицирования основы международных геодезических и картографических работ. Опираясь на научные основы следует еще унифицировать

такие важные вопросы, как: а) поверхность относимости, которую нужно принять для международных геодезических работ; б) системы географических-геодезических координат для отдельных географических пространств; в) способ выражения плоских прямоугольных координат проектированных точек; г) уровни относимости для нивелировок на отдельных географических пространствах; д) масштабы топографических карт, разграфка листов этих карт и их номенклатура.

В результате проведенных рассуждений автор выдвигает следующие предложения:

а) Для целей международных геодезических и картографических работ принять единый международный референц — эллипсоид, введя пять систем географических координат, а именно:

1. систему первую — охватывающую Северную Америку,
2. систему вторую — охватывающую Южную Америку,
3. систему третью — охватывающую Евро-Азию,
4. систему четвертую — охватывающую Африку,
5. систему пятую — охватывающую Австралию.

Для каждой из перечисленных пяти систем координат следовало бы принять по одному пункту касания поверхности эллипсоида к поверхности геоида.

б) Способ выражения плоских прямоугольных координат проектируемых пунктов должен отвечать следующим условиям:

1. Прямоугольные координаты пунктов на всем пространстве международной зоны должны быть выражены положительными числами.
2. Прямоугольные координаты точки должны однозначно и одновременно самым простым способом определять ее положение в соответствующей меридианной зоне.
3. Нумерация шести и трехградусных меридианных зон должна быть привязана к нумерации шестиградусных меридианных зон международной карты мира 1:1000 000. Счет зон следует вести от меридиана Гринич в направлении на восток.

Учитывая выше изложенные условия, автор предлагает:

1. В системах плоских прямоугольных координат отдельных зон переместить оси абсцисс 500 км на запад, что обеспечит выполнение условия положительных ординат на всем пространстве шестиградусной меридианной зоны с учетом района частичного перекрытия смежных зон.
2. В качестве оси ординат принять проекцию экватора. Абсциссы всех точек, лежащих как на север так и на юг от оси ординат — принять положительными. (Вблизи экватора придется иногда учитывать знаки + и —).
3. Ординаты всех точек увеличенные на 500 км обозначать очередным номером меридианной зоны, в которой находится данный пункт.

в) Пересмотреть мадридское решение международного Геодезического Объединения с 1924 г., рекомендовавшее принять в качестве международного эллипсоид Хейфорда, поскольку размеры эллипсоида, определенного Хейфордом в 1910 году, не соответствуют современным достижениям науки в этой области.

г) Ограничить до необходимого минимума количество уровней относимости, по отношению которых определяются высоты нивелирных пунктов. Кажется, что логическим следствием принятия пяти систем географических координат было бы принятие для государственных нивелировок пяти соответственно уровней отнесения, а именно:

1. Одного уровня отнесения для Северной Америки.
2. Второго уровня отнесения для Южной Америки.
3. Третьего уровня отнесения для Евро-Азии.

4. Четвертого уровня отнесения для Африки.

5. Пятого уровня отнесения для Австралии.

В результате этого рельеф местности, изображенный на топографических картах каждого из перечисленных континентов, был бы отнесен к надлежащему уровню, что отлично обеспечило бы использование этих карт для технических и научных целей.

д) Унифицировать типовые масштабы топографических карт для всех стран мира. Типовые масштабы топографических карт должны отвечать следующим требованиям:

1. «Масштабы должны опираться на международную метричную систему, как единственной, опирающейся на научную основу, обеспечивающей простоту измерений и быстроту вычислений.
2. Знаменатели масштабов должны быть круглыми цифрами, что значительно облегчит картометрические работы.
3. Коэффициенты перехода от одного масштаба к другому должны быть возможно простыми, что облегчит исследование и сравнение карт, а также их использование при редакционных работах.
4. Карты выполненные в принятых типовых масштабах, как [взаимно дополняющиеся должны сделать возможной характеристику любого географического ландшафта с такой точностью и тщательностью, какие соответствуют современным требованиям народного хозяйства»*.

Масштабами вполне соответствующими поставленным условиям являются масштабы 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000 и 1 : 500 000.

Такой комплект типовых масштабов был принят советской геодезической и картографической службой. Правильность выбора этой системы масштабов подтвердила практика применения ее на протяжении более чем четверти столетия. Советскую систему масштабов ввели у себя европейские страны народной демократии а также Китайская Народная Республика. Кроме того неоспоримые качества этой системы признаны многими капиталистическими странами. В связи с этим правильным было бы введение указанной системы типовых масштабов в остальных странах мира.

е) Унифицировать форматы листов топографических карт в отдельных типовых масштабах а также номенклатуру этих листов. Нормализацию в этой области целесообразно опереть на следующие основы:

1. Отдельные листы карт должны иметь форму трапеций, ограниченных проекциями меридианов и параллелей в принятой для создания этих карт картографической проекции.
2. Формат листов карт в принятых типовых масштабах должен вытекать из круглого разделения листов международной карты мира 1 : 1 000 000, учитывая формат листов этой карты в отдельных широтных зонах.
3. Номенклатура листов карт в принятых типовых масштабах должна быть привязана к номенклатуре листов международной карты мира 1 : 1 000 000, должна быть простой а также должна позволять легко и однозначно определять лист карты меньшего масштаба, в состав которого входит лист карты данного масштаба, а также лист карты более крупного масштаба, входящий в состав данного листа.

Перечисленные правила исключают перекрывание листов карт в тех же самых масштабах, обеспечивают получение удобных по форме и формату листов в практике использования их для всякого рода работ, требующих карт, обеспечивают удобность

* М. Кудрявцев: Вопросы унифицирования основных топографических карт. Геодезия и картография. Тетрадь 4, том II 1953 г.

с точки зрения архивного дела. Правила эти обеспечивают получение изображения местности на листе карты любого типичного масштаба, который всегда будет охвачен листом карты более мелкого масштаба и наконец обеспечивают однозначное и простое определение любого листа карты в любом типичном масштабе.

ж) Унифицировать условные знаки, служащие для изображения на топографических картах во всех типовых масштабах таких элементов ландшафта как нпр. населенные пункты, железнодорожные линии, дороги, линии водного и воздушного транспорта, средства связи, гидрографию, рельеф местности, государственные границы.

Автор выражает убеждение, что постановка Международным Геодезическим и Геофизическим Объединением вопроса попыток решения поднятых в статье вопросов была бы большим достижением в области всемирных геодезических и картографических работ, явилась бы одним из элементов сотрудничества между народами живущими сегодня в разных политических и общественно-хозяйственных строях.

RÉSUMÉ

La Neuvième Conférence Internationale de l'Union Géodésique et Géophysique qui eut lieu à Bruxelles en 1951 a recommandé pour les travaux géodésiques internationaux et les cartes topographiques une adaptation de la représentation „transversale de Mercator“. On a recommandé en même temps d'introduire les zones méridiennes de six degrés et adapter pour les méridiens centraux des zones respectives une échelle linéaire égale à 0,9996.

Dans cet article l'auteur fait une analyse détaillée de la représentation recommandée par des résolutions de la Conférence de Bruxelles et démontre que l'introduction de l'échelle linéaire de 0,9996 n'est point avantageuse. Il exprime l'opinion que la dite résolution de la Conférence de Bruxelles devrait être révisée. L'auteur est d'avis aussi, que pour les travaux géodésiques internationaux et pour l'élaboration de cartes topographiques à l'échelle de 1 : 25 000 à 1 : 500 000 il est le plus utile d'adapter la représentation de Gauss-Kruger à l'échelle linéaire pour les méridiens de milieu des zones méridiennes respectives égale à l'unité, en appliquant en même temps la répartition graduelle du terrain à représentation en six zones. Pour les cartes à l'échelle plus grande de 1 : 25 000, et avec une destination spéciale, on peut appliquer la représentation de Gauss-Kruger à l'échelle linéaire égale à l'unité avec la répartition graduelle en trois zones méridiennes. Il est préférable aussi d'adapter le numérotage des zones à partir du méridien Greenwich en direction conforme au numérotage des zones méridiennes de la carte internationale du monde à l'échelle de 1 : 100 000.

En plus de sus-dit, l'auteur exprime l'opinion que l'unification de représentation cartographique ne résout pas la question de l'unification des fondements des travaux géodésiques et cartographiques internationaux. En se basant, sur les fondements scientifiques les autres importants problèmes devraient être unifiés, à savoir:

a) la surface de rapport laquelle doit être employée pour les travaux géodésiques et cartographiques internationaux,

b) les systèmes des coordonnées géographiques-géodésiques pour les terrains géographiques particuliers,

c) le mode d'exprimer des coordonnées rectilignes planes des points reproduits,

d) les niveaux de rapport pour les mesurages de nivellement sur les terrains géographiques particuliers,

e) les échelles des cartes topographiques, leur partage en feuilles de section et leur nomenclature.

Après avoir examiné tous les problèmes, l'auteur fait les propositions suivantes:

a) pour les travaux géodésiques et cartographiques internationaux il faut adapter une ellipsoïde de rapport internationale, en introduisant les cinq systèmes des coordonnées, à savoir:

1. premier système — pour l'Amérique du Nord,
2. deuxième système — pour l'Amérique du Sud,
3. troisième système — pour l'Europe et l'Asie,
4. quatrième système — pour l'Afrique,
5. cinquième système — pour l'Australie.

Pour chaque des cinq systèmes des coordonnées sus-mentionnés il faudrait accepter un point de tangence de la surface d'ellipsoïde à la surface de géoïde.

b) le mode d'exprimer des coordonnées rectilignes planes des points reproduits doit correspondre aux conditions suivantes:

1. Les coordonnées rectilignes des points en reproduction, dans toute étendue de la zone méridienne, doivent être exprimées en nombres positifs.

2. Les coordonnées rectilignes d'un point doivent par le même signe et par un moyen le plus simple fixer sa position dans la zone méridienne correspondante.

3. Le numérotage des zones méridiennes de six ou de trois degrés doit être lié au numérotage des zones méridiennes de six degrés de la carte internationale du monde à l'échelle de 1 : 100 000.

Le numérotage doit être adapté à partir du méridien Greenwich dans la direction vers l'est.

Prenant en considération les conditions sus-mentionnées, l'auteur propose:

1. Déplacer les axes des abscisses, dans le système des coordonnées rectilignes planes des zones méridiennes particulières, de 500 kilomètres vers l'ouest, ce qui garantira que toutes les coordonnées sur l'étendue entière de la zone méridienne de six degrés seront positives, prenant même en considération le rayon où les zones voisines se superposent en partie.

2. Accepter comme l'axe des coordonnées l'équateur. Les abscisses de tous les points qui sont situés au nord de l'axe des coordonnées ainsi qu'au sud de l'axe des coordonnées — accepter comme positives. (Aux rayons situés près de l'équateur on aura parfois des signes positifs et négatifs),

3. Marquer les coordonnées de tous les points en représentation augmentées de 500 kilomètres — avec un signe qui indiquera le numéro d'ordre de la zone méridienne, dans laquelle se trouve le point donné.

c) Reviser, la résolution de Madrid de l'Union Géodésique Internationale de l'année 1924, laquelle recommanda l'adaptation de l'ellipsoïde de Hayford comme ellipsoïde internationale, par ce que les dimensions de l'ellipsoïde fixées par Hayford en 1910 ne correspondent pas aux dimensions qui peuvent être obtenues par les moyens de la science contemporaine dans ce domaine.

d) Réduire au strict minimum le nombre des niveaux de rapport par rapport auxquels on fixe les hauteurs des points de nivellement. Il paraît qu'après avoir accepté les cinq systèmes des coordonnées géographiques il faudrait, comme une conséquence logique, pour les travaux d'état de nivellement accepter aussi les cinq systèmes correspondant en niveaux de rapport, à savoir:

1. Le premier niveau de rapport — pour l'Amérique du Nord
2. Le second niveau de rapport — pour l'Amérique du Sud
3. Le troisième niveau de rapport — pour l'Europe et l'Asie
4. Le quatrième niveau de rapport — pour l'Afrique
5. Le cinquième niveau de rapport — pour l'Australie.

Par conséquence le relief du terrain représenté sur les cartes topographiques de chaque continent serait rapporté au niveau opportun de rapport, ce qui faciliterait parfaitement l'utilisation de ces cartes au point de vu de la technique et de la science.

e) Unifier les échelles typiques des cartes topographiques pour tous les pays du monde des échelles typiques des cartes topographiques devraient correspondre aux exigences suivantes:

1. Les échelles doivent être basées sur le système métrique international, qui est l'unique système fondé sur les principes scientifiques et qui assure la simplicité et la rapidité de calculs.

2. Les dénominateurs des échelles doivent être des chiffres ronds ce qui facilite considérablement les travaux cartométriques.

3. Les coefficients pour passer d'une échelle à une autre doivent être de plus simples afin de faciliter les études et les comparaisons des cartes ainsi que leur utilisation pour les travaux de rédaction.

4. Les cartes redigées en échelles adaptées et typiques, et qui se complètent réciproquement, doivent, comme en ensemble des cartes, rendre possible une caractéristique d'un paysage géographique quelconque avec la plus grande précision, qui corresponde aux exigences actuelles de l'économie nationale*.

Les échelles qui répondent tout à fait aux exigences sus-mentionnées sont les suivantes 1 : 25 000; 1 : 50 000; 1 : 100 000; 1 : 200 000 et 1 : 500 000. Cet ensemble des échelles typiques fut adapté par le service géodésique-cartographique de l'Union Soviétique. La justesse de choix du dit système fut confirmée en entier par les expériences de la pratique pendant une période d'application d'un quart de siècle. Ce système soviétique des échelles fut adapté aussi par les Démocraties Populaires en Europe ainsi que par la République Populaire Chinoise. Ses qualités incontestables furent aussi reconnues par plusieurs pays capitalistes. Il en résulte donc, qu'il faudrait, que les autres pays du monde adaptent aussi chez eux le système des échelles typiques sus-mentionné.

f) Rendre uniforme les formats des feuilles des cartes topographiques pour les échelles respectives typiques et uniformiser aussi la nomenclature des ces feuilles il faudrait baser cette normalisation sur les principes suivants:

1. Les feuilles respectives des cartes doivent avoir une figure de trapèze formée par les méridiens et les parallèles, adaptés pour représentation cartographiques de ces cartes.

2. Les formats des feuilles des cartes aux échelles typiques adaptées doivent résulter d'une répartition des feuilles de l'internationale mappemonde à l'échelle de 1 : 100 000, prenant en considération le format des feuilles de cette carte aux zones parallèles respectives.

3. La nomenclature des feuilles des cartes aux échelles typiques doit se rapporter à la nomenclature des feuilles de la carte internationale du monde à l'échelle de 1 : 100 000. Cette nomenclature doit être la plus simple et doit facilement et bien

* M. Kudrjawcew, Le problème de l'unification des cartes topographiques de base, „Géodésie et Cartographie“. Cahier N 4, volume II 1953.

clairement permettre définir une feuille de la carte à une échelle plus petite ainsi qu'une feuille de la carte à une échelle plus grande.

Les principes sus-mentionnés, excluent une superposition des feuilles des cartes aux mêmes échelles, garantissent l'obtention des feuilles en format et figure commodes pour utilisation pratique en tout genre des travaux, qui exigent l'usage des cartes, et sont commodes aussi pour les archivistes. Ces principes assurent de plus l'obtention d'une image du terrain sur une feuille de carte à l'échelle typique quelconque et qui se trouvera toujours sur une feuille de la carte à l'échelle plus petite, ils garantissent enfin une fixation simple et informe d'une feuille de carte quelconque à l'échelle admise typique quelconque.

g) Unifier sur les cartes topographiques en toutes échelles typiques les notations conventionnelles qui représentent graphiquement les éléments du paysage tels que: localités, lignes de chemin de fer, communication routière, communication fluviale, communication aérienne, télégraphe, téléphone, hydrographie, particularités de relief du terrain, frontières d'état etc.

L'auteur exprime la conviction, que les essais entrepris par l'Union Internationale Géodésique et Géophysique, en vue de la résolution des problèmes posés dans cet article contribueraient à un progrès incontestable dans le domaine des travaux géodésiques et cartographiques du monde entier, et constitueraient un des éléments de la collaboration des nations, qui appartiennent aujourd'hui aux différents systèmes politiques et socio-économiques.

Stefan Hausbrandt

Metoda wyrównania grupowego Pranis-Praniewicza w ujęciu krakowianowym

Układy równań błędów:

$$a_ix + b_iy + c_iz \dots + l_i = v_i$$

spotykane w wielkich sieciach geodezyjnych — czy to triangulacyjnych, czy poligonalnych, czy niwelacyjnych — posiadają tę cenną z punktu widzenia rachunkowego zaletę, że ich tabele współczynnikowe zawierają znaczną ilość elementów zerowych. Pozwala to na duże usprawnienie pracy rachunkowej umożliwiając przeprowadzenie tzw. „wyrównania grupowego“, sprowadzającego się do zaniechania zestawiania równań normalnych Gaussa dla całego układu łącznie i do operowania w zamian kilku drobniejszymi układami równań normalnych, zestawionymi dla poszczególnych grup równań błędów. Inicjatorem koncepcji wyrównania grupowego był geodeta radziecki Pranis-Praniewicz, którego zasługą jest opracowanie teoretyczne zagadnienia i podanie przejrzystych reguł, pozwalających przeprowadzić wyrównanie grupowe na podstawie Gaussowskiej metody stopniowej eliminacji, czyli tzw. algorytmu kolejnych dzieleń.

Jakkolwiek zarówno Pranis-Praniewicz, jak i jego komentatorzy wiążą nierozdzielnie koncepcję wyrównania grupowego z rachunkiem przy pomocy algorytmu Gaussa, w istocie rzeczy rachunek taki nie jest tu bynajmniej konieczny.

Koncepcja wyrównania grupowego daje się bowiem oprzeć na algorytmie Banachiewicza (metoda pierwiastka krakowianowego), przy czym osiąga się z jednej strony duże usprawnienie rachunkowe, spowodowane szybszą pracą w tym algorytmie, z drugiej strony — bez porównania większą jasność pojęciową, spowodowaną przez możliwość zainterpretowania tabeli wtórnej algorytmu Banachiewicza jako tabeli współczynnikowej fikcyjnego układu równań błędów, równoważnego — przy założeniu tego samego średniego błędu pojedynczej obserwacji — pierwotnemu układowi równań błędów. Niniejsza praca poświęcona jest tego rodzaju „krakowianizacji“ metody Pranis-Praniewicza, to znaczy opisowi metody wyrównania grupowego na podstawie algorytmu Banachiewicza, bez

To założenie — natury czysto formalnej — będzie spełnione, gdy między znanymi współczynnikami $a\ b\ c\ \dots\ l$ i poszukiwanymi współczynnikami $A\ B\ C\ \dots\ L$ zachodzić będą związki:

$$\begin{aligned} [aa] &= [AA] & [ab] &= [AB] & [ac] &= [AC] \dots [al] &= [AL] \\ [bb] &= [BB] & [bc] &= [BC] \dots [bl] &= [BL] \\ [cc] &= [CC] \dots [cl] &= [CL] \end{aligned} \quad (4)$$

gdzie, jak i poprzednio, $[]$ są symbolami sumowymi Gaussa. Ten warunek identyczności układu równań normalnych Gaussa — otrzymanych z rzeczywistego układu obserwacyjnego (1) z układem równań normalnych Gaussa, otrzymanych na drodze formalnej z fikcyjnego układu obserwacyjnego (3) — ujmujemy bez obawy o nieporozumienie w krótki wzór:

$$[ik] = [IK]$$

przypominający nam, że aby dwa zespoły równań błędów prowadziły do tego samego układu równań normalnych, wystarczy, aby suma iloczynów elementów tych samych wierszy w dwóch jakichkolwiek kolumnach jednego układu była równa sumie odpowiadających iloczynów w tychże kolumnach drugiego układu.

Układ równań (3), którego tabelę współczynnikową nazwaliśmy „tabelą wtórną“, posiadać będzie następujące cenne właściwości:

1) jest równoważny układowi obserwacyjnemu (1), ponieważ prowadzi do tego samego układu równań normalnych, a więc do tych samych wartości niewiadomych, i — przy założeniu takiego samego średniego błędu pojedynczej obserwacji m_o w obu tych układach — do tych samych wartości średnich błędów niewiadomych, posiada zaś, jako pozbawiony spostrzeżeń nadliczbowych, nad układem (1) tę przewagę, że nie jest wewnętrznie sprzeczny.

2) jest równoważny algebraicznie układowi (2), gdyż zamienić go można na ten układ w drodze przekształcenia liniowego¹, posiada zaś nad układem (2) tę przewagę, że wartości niewiadomych oblicza się zeń bezpośrednio (ostatnia niewiadoma z ostatniego równania, przedostatnia z przedostatniego itd.) lub, inaczej się wyrażając, że układ (3) jest układem, w którym praktycznie przeprowadzono już eliminację, ponieważ dla otrzymania zeń układu, w którym wyeliminowano pierwsze p zmiennych — wystarczy po prostu skreślić w tym układzie pierwszych p wierszy.

¹ Mnożąc pierwsze równanie układu (3) przez A_1 otrzymamy pierwsze równanie układu (2). Mnożąc pierwsze równanie układu (3) przez B_1 , drugie przez B_2 i sumując, otrzymamy drugie równanie układu (2). Mnożenie kolejnych równań (3) przez $C_1\ C_2\ C_3$ i zsumowanie daje trzecie równanie układu (2) itd.

Wyznaczenie zespołu liczb $A \ B \ C \dots L$ z zespołu liczb $[aa] \ [ab] \ [ac] \dots$, czyli wyznaczenie tabeli wtórnej na podstawie znajomości tabeli pierwotnej nie przedstawia trudności. Ta czynność nosząca nazwę algorytmu Banachiewicza, algorytmu Choleskiego lub pierwiastkowania tablicy, opiera się — jak łatwo zauważyć — na jednej jedynej zasadzie, której ważność była wielokrotnie podkreślana w pracach twórcy rachunku krakowianowego T. Banachiewicza: mnożąc i -tą kolumnę tabeli wtórnej przez jej k -tą kolumnę otrzymuje się element położony w i -tym wierszu i k -tej kolumnie tabeli pierwotnej². Opierając się na tej zasadzie wyznaczamy kolejno elementy pierwszego wiersza tabeli wtórnej, elementy jej drugiego wiersza itd. Dla skontrolowania rachunku tworzymy też — podobnie jak w algorytmie Gaussowskim — sumy elementów w każdym wierszu tablicy pierwotnej, zaś rachunek oparty o podaną wyżej zasadę pozwoli nam obliczyć elementy kontrolujące w tabeli wtórnej, które winny okazać się równe sumom elementów poszczególnych wierszy tej tablicy. Rachunek obliczenia tabeli wtórnej opierający się na znajomości tabeli pierwotnej ilustruje poniższy przykład, w którym tak dobrano liczby, aby cały rachunek przebiegał w liczbach całkowitych.

x	y	z	u	l	s
16	64	32	64	— 48	128
64	260	130	260	— 192	522
32	130	69	138	— 56	313
64	260	138	280	— 96	646

Oznaczając przez n stale zmieniającą się niewiadomą, będziemy mieć na podstawie wyżej omówionej zasady następujące równania:

1) dla elementów pierwszego wiersza:

$$nn=16 \ 4n=64 \ 4n=32 \ 4n=64$$

$$4n=-48 \ 4n=128$$

4	16	8	16	— 12	32
	2	1	2	0	5
		2	4	20	26
			2	8	10

2) dla elementów drugiego wiersza:

$$16 \cdot 16 + nn = 260, \text{ skąd } n = 2$$

$$16 \cdot 8 + 2n = 130, \text{ skąd } n = 1$$

$$16 \cdot 16 + 2n = 260, \text{ skąd } n = 2$$

$$16 \cdot 12 - 2 \cdot 0 = -192, \text{ skąd } n = 0 \text{ itd.}$$

Obliczone elementy oczywiście natychmiast po obrachowaniu wpisuje się do tablicy wtórnej, aby je mieć na oczach przy rachunku elementów następnego wiersza. Ponieważ omawianie zalet algorytmu Banachiewicza w dziedzinie rachunkowej nie jest tematem artykułu, porzucamy na tym i przechodzimy do zagadnienia wyrównania grupowego.

II. Rozważmy układ zrównoważonych równań błędów, dający się podzielić na kilka grup, posiadających tę właściwość, że każda grupa zawiera w sobie:

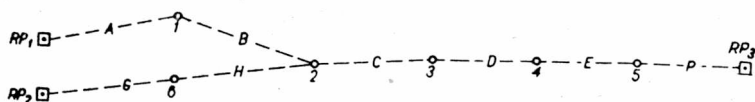
² Wysłowiliśmy tę zasadę nieco inaczej nie umniejszając jej ogólności.

a) pewien zespół niewiadomych, nie występujących w innych grupach — nazwijmy te niewiadome niewiadomymi właściwymi danej grupie, jak również:

b) pewien zespół niewiadomych — z których część lub wszystkie występują i w innych grupach — nazwijmy te niewiadome niewiadomymi wiążącymi.

Duże układy obserwacyj geodezyjnych dają się oczywiście w różny sposób dzielić na grupy spełniające postawione założenie.

Tak na przykład w przedstawionej na rysunku 1 sieci niwelacyjnej, w której kwadratami oznaczono punkty stałe, zaś kółkami repery wyznaczane przez zaniwelowanie ciągów $A B C D E F G H$, można do pierwszej grupy zaliczyć równania błędów ciągów $A B G H$, zaś do drugiej równania błędów ciągów $C D E F$. Niewiadomymi właściwymi pierwszej grupy będą wówczas wartości najprawdopodobniejsze poprawek przybliżonych rzędnych terenu (tzw. „kot“) punktów 1, 6, w drugiej punktów 3, 4, 5, niewiadomą wiążącą będzie najprawdopodobniejsza wartość poprawki przybliżonej rzędnej terenu punktu 2.



Rys. 1

Można również podzielić układ na trzy grupy, np. zaliczając do pierwszej grupy równania błędów na ciągach $A B G H$ o niewiadomych właściwych — poprawkach rzędnych terenu punktów 1 i 6, do drugiej grupy równania błędów na ciągach $C D$ o niewiadomej właściwej — poprawce rzędnej terenu punktu 3, zaś do trzeciej grupy równania błędów na ciągach $E i F$ o niewiadomej właściwej — poprawce rzędnej terenu punktu 5. Niewiadomymi wiążącymi będą przy takim podziale poprawki rzędnych terenu punktów 2 i 4.

Przykład ma oczywiście charakter czysto teoretyczny, gdyż przeprowadzanie wyrównania grupowego w tak małych układach obserwacyjnych nie byłoby celowe. Poprawny z punktu widzenia techniki rachunkowej podział wymaga, aby ilość grup była duża, ilość niewiadomych w grupach w przybliżeniu równa, zaś ilość niewiadomych wiążących możliwie mała.

Po podzieleniu zespołu obserwacyjnego na grupy zestawiamy dla każdej grupy oddzielnie układ odpowiadających równań normalnych, umieszczając niewiadome wiążące na końcu układu, po czym przeprowadzamy w każdej grupie rachunek według algorytmu Banachiewicza, tzn. znajdujemy tablice wtórne wszystkich układów.

Rachunek ten nie zawsze daje się doprowadzić do końca, to znaczy ilość wierszy w tablicy wtórnej może okazać się mniejsza od ilości niewiadomych.

Z otrzymanych w wyniku rachunku tablic wtórnych, które jak to widzieliśmy mogą być potraktowane jako tabele współczynnikowe fikcyj-

nych układów obserwacyjnych, równoważnych odnośnym grupom obserwacji, wybieramy wiersze reprezentujące równania, które zawierają wyłącznie niewiadome wiążące. Będą to więc po prostu końcowe wiersze tabel wtórnych. Równania te traktujemy następnie jako układ równodokładnych obserwacji i tworzymy z nich w ogólnie znany sposób równania normalne. Rozwiązanie ich daje niewiadome wiążące, podstawienie tych do pierwszych wierszy tabel wtórnych w grupach — niewiadome właściwe.

Układ równań, reprezentowanych przez: a) początkowe wiersze tabel wtórnych w grupach i b) wiersze tabeli wtórnej układu równań dla niewiadomych wiążących, jest jednoznaczny układem równań, pozwalającym łatwo wyrazić niewiadome jako funkcje liniowe wyrazów wolnych. Sumując kwadraty współczynników rozwinięcia liniowego odnośnej niewiadomej, znajdziemy dla niej stosunek $Q = \frac{m^2}{m_0^2}$. Poprawki obserwacyjne v znajdujemy oczywiście przez podstawienie niewiadomych do równań błędów.

Przykład liczbowy I.

Postępowanie rachunkowe zilustrujemy na prostym przykładzie grupowego wyrównania sieci niwelacyjnej, przedstawionej na rysunku, poprzedzając je łącznym wyrównaniem całości. W zespole obserwacyjnym (sfingowanym) dla nierozpraszania uwagi czytelnika na czynności nieistotne, dla wyrównania grupowego przyjęliśmy równoważność dokładnościową obserwacji na poszczególnych ciągach*.

Tabela współczynnikowa układu równań błędów ma postać:

Ciąg	dz_1	dz_2	dz_3	dz_4	dz_5	dz_6	1	S	(Poprawki v po wyrównaniu)
A	1						0	1	0,3
B	-1	1					1	1	0,3
C		-1	1				-1	-1	0,6
D			-1	1			0	0	0,6
E				-1	1		2	2	0,6
F					-1		1	0	0,6
G						1	-2	-1	0,3
H		1				-1	3	3	0,3

* W praktyce oczywiście nigdy to nie zachodzi z uwagi na różną długość niwelowanych ciągów. Po zestawieniu równań błędów należy więc każde z nich podzielić przez odpowiadający błąd średni (względnie pomnożyć przez pierwiastek z wagi) i dopiero po takim „równoważeniu” układu stosować opisane postępowanie.

Rozwiązując zagadnienie na zwykłej drodze, tzn. bez tworzenia grup, otrzymalibyśmy układ sześciu równań normalnych o sześciu niewiadomych:

dz_1	dz_2	dz_3	dz_4	dz_5	dz_6	1	S
2	-1					-1	0
-1	3	-1			-1	5	5
	-1	2	-1			-1	-1
		-1	2	-1		-2	-2
			-1	2		1	2
-1					2	-5	-4

z którego można wyznaczyć następujący zespół niewiadomych:

$$dz \dots \frac{3}{10} \frac{-4}{10} \frac{12}{10} \frac{18}{10} \frac{4}{10} \frac{23}{10} \text{ jak również zespół stosunków:}$$

$$Q = \frac{m_z^2}{m_0^2} \dots \frac{7}{10} \frac{8}{10} \frac{12}{10} \frac{12}{10} \frac{8}{10} \frac{7}{10}$$

Zastosujemy teraz wyrównanie grupowe za pomocą algorytmu Banachiewicza, dzieląc układ obserwacyjny na trzy następujące grupy:

- 1) obserwacje na ciągach ABC, niewiadome właściwe dz_1 ,
wiązące $dz_2 dz_3$
- 2) „ „ „ DEF, niewiadome właściwe $dz_4 dz_5$,
wiązące dz_3
- 3) „ „ „ GH, niewiadome właściwe dz_6 ,
wiązące dz_2 ,

Otrzymamy wówczas dla poszczególnych grup następujący rachunek:

Grupa 1	dz_1	dz_2	dz_3	1	S
Równania	A 1				1
błędów:	B -1	1		1	1
	C	-1	1	-1	-1
	2	-1	0	-1	0
Równania	-1	2	-1	2	2
normalne	0	-1	1	-1	-1
(tabela	1,414	-0,707	0	-0,707	0
pierwotna):		1,225	-0,816	1,225	1,633
tabela			0,577	0	0,577
wtórna:					

Grupa 2		dz_4	dz_5	dz_3	1	S
Równania	D	1		-1	0	0
błędów :	E	-1	1		2	2
	F		-1		1	0
Równania normalne		2	-1	-1	-2	-2
(tabela		-1	2	0	1	2
pierwotna):		-1	0	1	0	0
tabela		1,414	-0,707	-0,707	-1,414	-1,414
wtórna			1,225	-0,408	0	0,817
				0,577	-1,730	-1,153

Grupa 3		dz_6	dz_2	1	S
Równania	G	1		-2	-1
błędów :	H	-1	1	3	3
Równania normalne		2	-1	-5	-4
(tabela		-1	1	3	3
pierwotna):					
tabela		1,414	-0,707	-3,536	-2,829
wtórna :			0,707	0,707	1,414

Wybranie z tabel wtórnych równań zawierających niewiadome wiążące (fikcyjnych równań błędów) i uformowanie z nich równań normalnych dla wyznaczenia tych niewiadomych daje:

Równania	dz_2	dz_3	1	S
błędów	1,225	-0,816	1,225	1,633
Z grupy				
pierwszej,		0,577	0	0,577
drugiej,		0,577	-1,730	-1,153
trzeciej :	0,707		0,707	1,414
Równania normalne dla niewiadomych wiążących :	2	-1	2	3
	-1	1,333	-2	-1,666
Tabela wtórna:	1,414	-0,707	1,414	2,121
		0,913	-1,096	-0,183

Wyznaczenie niewiadomych wiążących z ostatnich równań daje: $dz_3 = 1,200$ $dz_2 = -0,400$. Podstawiając te wartości otrzymamy: z grupy (3) $dz_6 = 2,300$, z grupy (2) $dz_5 = 0,400$ $dz_4 = 1,800$, wreszcie z grupy (1) $dz_1 = 0,300$.

Jeżelibyśmy zgrupowali razem wszystkie te równania, z których wyznacza się niewiadome — tzn. równania każdej grupy, zawierające i niewiadome właściwe i wiążące, oraz równania do wyznaczenia niewiado-

mych wiążących, otrzymane w wyniku przekształcenia — to powstałaby następująca tabela:

dz_1	dz_2	dz_3	dz_4	dz_5	dz_6	1	S
1,414	-0,707	0				-0,707	0
		-0,707	1,414	-0,707		-1,414	-1,414
		-0,408		1,225		0	0,817
	-0,707				1,414	-3,536	-2,829
	1,414	-0,707				1,414	2,121
		0,913				-1,096	-0,183

w której umieściliśmy niewiadome według ich kolejności w numeracji.

Tabela ta reprezentuje jednoznaczny układ równań liniowych prowadzący do takiego samego układu równań normalnych, jaki otrzymamy z wyjściowego układu równań błędów. Możemy więc tabelę potraktować jako tabelę układu równań błędów niesprzecznych wzajemnie, prowadzących do szukanych wartości niewiadomych, oraz — przy założeniu tego samego, co w układzie wyjściowym błędu średniego pojedynczej obserwacji m_0 — do szukanych wartości średnich błędów tych niewiadomych. Wyrażając niewiadome jako funkcje liniowe fikcyjnych obserwacji w tym układzie [oznaczymy te fikcyjne obserwacje, tj. elementy kolumny wyrazów wolnych tabeli przez L_1 L_2 L_3 L_4 L_5 L_6 , tzn. na przykład $L_1 = 0,707$, $L_2 = 1,414 \dots$], otrzymamy bez większych trudności rachunkowych następujące związki:

$$dz_3 = \frac{1}{0,913} L_6 = 1,095 L_6$$

$$dz_2 = \frac{1}{1,414} (L_5 + 0,707 \cdot 1,095 L_6) = 0,707 L_5 + 0,547 L_6$$

$$dz_6 = \frac{1}{1,414} [L_4 + 0,707(0,707 L_5 + 0,547 L_6)] = 0,707 L_4 + 0,353 L_5 + 0,274 L_6$$

$$dz_5 = \frac{1}{1,225} (L_3 + 0,408 \cdot 1,095 L_6) = 0,816 L_3 + 0,365 L_6$$

$$dz_4 = \frac{1}{1,414} [L_2 + 0,707(0,816 L_3 + 0,365 L_6) + 0,707 \cdot 1,095 L_6] = 0,707 L_2 + \\ + 0,408 L_3 + 0,730 L_6$$

$$dz_1 = \frac{1}{1,414} [L_1 + 0,707(0,707 L_5 + 0,547 L_6)] = 0,707 L_1 + 0,354 L_5 + 0,274 L_6$$

Wyniki tego rachunku można ująć w następujące mnożenie krakowianowe:

$$\begin{pmatrix} dz_1 \\ dz_2 \\ dz_3 \\ dz_4 \\ dz_5 \\ dz_6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,707 \\ 1,414 \\ 0 \\ 3,536 \\ -1,414 \\ 1,096 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0,707 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,707 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,408 & 0,816 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,707 \\ 0,354 & 0,707 & 0 & 0 & 0 & 0,353 \\ 0,274 & 0,547 & 1,095 & 0,730 & 0,365 & 0,273 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,300 \\ -0,400 \\ 1,200 \\ 1,800 \\ 0,400 \\ 2,300 \end{pmatrix}$$

Sumując kwadraty współczynników rozwinięcia liniowego, czyli kwadraty elementów położonych w poszczególnych kolumnach tej tablicy, znajdziemy stosunki $Q = \frac{m_z^2}{m_0^2}$ dla poszczególnych niewiadomych:

$$\frac{m_z^2}{m_0^2} \dots 0,700 \quad 0,800 \quad 1,200 \quad 1,200 \quad 0,800 \quad 0,700$$

Przykład liczbowy II

W przerobionym poprzednio przykładzie liczbowym podzieliliśmy układ obserwacyjny na takie grupy, z których każda, traktowana jako samodzielny układ obserwacyjny, prowadzi do wyznaczonego układu równań normalnych (tzn. do układu równań o niezerowym wyznaczniku charakterystycznym). Czytelnik zechce to zinterpretować na rysunku 1, z którego wyraźnie widać geometrycznie omawianą wyznaczalność:

1) z danych grupy I (ciągi ABC) możliwe jest wyznaczenie niewiadomych tej grupy (rzędne punktów 1, 2, 3),

2) z danych grupy II (ciągi DEF) możliwe jest wyznaczenie niewiadomych tej grupy (rzędne punktów 3, 4, 5),

3) z danych grupy III (ciągi GH) możliwe jest wyznaczenie niewiadomych tej grupy (rzędne punktów 6, 2).

W praktyce geodezyjnej zachodzi niekiedy potrzeba takiego podziału na grupy, przy którym postulat wyznaczalności niewiadomych w niektórych grupach nie będzie spełniony. Zdarzy się to, np. jeżeli zechcemy wyrównywać grupowo łańcuch trójkątów, oparty na początku i na końcu o punkty stałe, dzieląc ten łańcuch na trzy lub więcej grup; czy też przy wyrównaniu sieci powierzchniowej, w której środkowe grupy nie będą oparte o punkty stałe; czy też przy wyrównaniu poligonu przy oparciu go o dwa punkty stałe, zaś podzieleniu układu obserwacyjnego na ilość grup większą od dwóch itp. Te przypadki wbrew temu, co by się mogło wydawać, nie nastroczają żadnych trudności ani rachunkowych, ani pojęciowych. Różnica będzie polegała jedynie na tym, że zamieniając tabelę

pierwotną takiego układu, tj. tabelę fikcyjnego nie dającego się rozwiązać układu równań normalnych, na tabelę wtórną algorytmu Banachiewicza otrzymamy niepełną tabelę wtórną, tzn. tabelę, w której ilość wierszy nie będzie równa ilości niewiadomych, lecz mniejsza od niej. Tak np. gdy od układu równań błędów:

x	y	z	u	1
3	2	4	2	0
4		2		2

przejdziemy na drodze wykonania znanych działań do tabeli układu równań normalnych:

25	6	20	6	8
6	4	8	4	0
20	8	20	8	4
6	4	8	4	0

i będziemy obliczali dla niej tabelę wtórną algorytmu Banachiewicza — stale w oparciu o tę samą zasadę wymagającą, aby elementy nieznanej tabeli wtórnej:

.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.

spełniły związki, które umówiliśmy się symbolizować krótko $[ik]=[IK]$, otrzymamy:

5,0	1,2	4,0	1,2	1,6
	1,6	2,0	1,6	-1,2
		0	0	0

Znaleziona tabela spełnia już warunek uzyskania identycznej tabeli współczynnikowej odpowiadającego jej układu równań normalnych, co i tabela wyjściowa układu równań błędów. Algebraicznie otrzymana tabela wyraża pod inną szatą formalną te same związki między niewiadomymi $xyzu$, co tabela układu wyjściowego.

Przeprowadzimy teraz wyrównanie grupowe w tym samym, co poprzednio układzie obserwacyjnym, zaliczając do pierwszej grupy obserwacje na ciągach $ABGH$, dające układ z obserwacjami nadliczbowymi, do drugiej grupy — obserwacje na ciągach CD , dające układ niewyznaczalny (dwie obserwacje dla wyznaczenia trzech wielkości), wreszcie do

grupy trzeciej obserwacje na ciągach $E F$, dające układ wyznaczalny bez spostrzeżeń nadliczbowych. Otrzymamy następujący rachunek:

Grupa I		dz_1	dz_6	dz_2	1	S
obs	A	1	0	0	0	1
	B	-1	0	1	1	1
	G	0	1	0	-2	-1
	H	0	-1	1	3	3
		2	0	-1	-1	0
		0	2	-1	-5	-4
		-1	-1	2	4	4
		1,414	0	-0,707	-0,707	0
			1,414	-0,707	-3,536	-2,829
				1,000	1,000	2,000
Grupa II		dz_3	dz_2	dz_4	1	S
obs	C	1	-1	0	-1	-1
	D	-1	0	1	0	0
		2	-1	-1	-1	-1
		-1	1	0	1	1
		-1	0	1	0	0
		1,414	-0,707	-0,707	-0,707	-0,707
			0,707	-0,707	0,707	0,707
Grupa III		dz_5	dz_4		1	S
obs	E	1	-1		2	2
	F	-1	0		1	0
		2	-1		1	2
		-1	1		-2	-2
		1,414	-0,707		0,707	1,414
			0,707		-2,121	-1,414
z grupy I		1	0		1	2
z grupy II		0,707	-0,707		0,707	0,707
z grupy III		0	-0,707		-2,121	-1,414
		1,500	-0,500		1,500	2,500
		-0,500	1,000		-2,000	-1,500
		1,225	-0,408		1,225	2,041
			0,913		-1,643	-0,731

Otrzymamy stąd układ równań dla niewiadomych wiążących:

	dz_2	dz_4	1	S
z grupy I	1	0	1	2
z grupy II	0,707	-0,707	0,707	0,707
z grupy III	0	-0,707	-2,121	-1,414
	1,500	-0,500	1,500	2,500
	-0,500	1,000	-2,000	-1,500
	1,225	-0,408	1,225	2,041
		0,913	-1,643	-0,731

Z ostatniej tabeli wtórnej, reprezentującej układ równań dla wyznaczenia niewiadomych wiążących znajdujemy: $dz_4 = 1,800$ oraz $dz_2 = -0,400$.

Podstawiając to do tabel wtórnych grupowych znajdujemy pozostałe niewiadome. Z grupy I: $dz_6 = 2,300$ $dz_1 = 0,300$. Z grupy II: $dz_3 = 1,200$. Z grupy III: $dz_5 = 0,400$.

III. Podamy obecnie dowód słuszności przeprowadzania wyrównania grupowego w oparciu o algorytm Banachiewicza, opisanego uprzednio i zilustrowanego przykładami liczbowymi.

Jeżeli w jakiegokolwiek tabeli liczbowej układu równań błędów:

$$a_r x + b_r y + c_r z + d_r u \dots + 1_r = v_r (r = 1, 2, 3 \dots n)$$

usuniemy pewien zespół wierszy zastępując go przez nowy zespół wierszy spełniający warunek, aby iloczyn każdego dwóch kolumn w nowym zespole był równy iloczynowi odpowiadających kolejnością kolumn w zespole usuniętym, wówczas tak przekształcona tabela układu równań błędów prowadzić będzie nadal do takiej samej, jak poprzednio tabeli układu równań normalnych Gaussa, a więc i do takich samych wartości niewiadomych oraz stosunków $Q = m^2/m_0^2$. Jeżeli rozumieć przez i oraz przez k dowolne kolumny w zespole usuniętym, zaś przez I oraz przez K odpowiadające im kolejnością kolumny w zespole nowym, wówczas omawiane przekształcenie wyrazić można przez wzór:

$$ik = IK$$

Przekształcenie takie nazwiemy „formalnie równoważnym”. Dla czynności podstawowych w zadaniu wyrównawczym — wyznaczenia niewiadomych i wyznaczenia stosunków Q — możemy bowiem zamiast tabelą wyjściową układu równań błędów operować tabelą przekształconą w opisany sposób, zachowując taki sam formalnie rachunek. Możemy też interpretować tabelę przekształconą jako tabelę współczynnikową fikcyjnego układu równań błędów, zastępującego zespół początkowy.

W szczególności więc czynności rachunkowe wykonywane w algorytmie Banachiewicza, jako sprowadzające się do przekształcenia tabeli prostokątnej:

$$\begin{array}{cccc} a_s & b_s & c_s & \dots l_s \\ a_p & b_p & c_p & \dots l_p \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \cdot \cdot \\ a_q & b_q & c_q & \dots l_q \end{array}$$

na tabelę stopniową („trójkątną“):

$$\begin{array}{cccc} A_1 & B_1 & C_1 & \dots L_1 \\ & B_2 & C_2 & \dots L_2 \\ & & C_3 & \dots L_3 \end{array}$$

przy zachowaniu warunków:

$$\begin{aligned} [AA] &= [aa] & [AB] &= [ab] & [AC] &= [ac] \dots [AL] &= [al] \\ [BB] &= [bb] & [BC] &= [bc] \dots [BL] &= [bl] & \text{a ogólnie } ik &= IK \\ [CC] &= [cc] \dots [CL] &= [cl] \end{aligned}$$

przekształcają układ wierszy, nad którym dokonano tej operacji na układ formalnie równoważny. Nie jest przy tym istotne, czy tabela przekształcana stanowi zespół wierszy, który może być uważany za tabelę współczynnikową wyznaczalnego układu równań, czy też to nie zachodzi, byleby był spełniony warunek:

$$ik = IK.$$

Weźmy teraz rozpatrywany przez Pranis-Praniewiczza układ równań błędów, dający się podzielić na grupy posiadające tę właściwość, że w każdej grupie występują pewne niewiadome jej tylko właściwe, tj. nie występujące w innych grupach, oraz pewne niewiadome występujące i w niektórych lub wszystkich innych grupach.

Jeżeli zestawimy tu układy równań normalnych dla każdej grupy oddzielnie, następnie przekształcimy tabele współczynnikowe tych równań normalnych na tabele stopniowe („tabele wtórne“) algorytmu Banachiewicza, po czym usuniemy z wyjściowego układu równań błędów wszystkie wiersze, zastępując je przez tabele wtórne grupowych równań normalnych, wówczas, na zasadzie tego, co było wyżej powiedziane, układ wyjściowy równań błędów został przekształcony na układ formalnie równoważny. Z tego układu zastępczego, reprezentowanego przez wszystkie tabele wtórne równań normalnych grupowych, usuńmy teraz „końcowe“ wiersze tych tabel, tzn. wiersze reprezentujące równania zawierające tylko niewiadome wiążące, przekształćmy je z zachowaniem równoważności formalnej, tj. utwórzmy z nich tabelę równań normalnych i tabelę wtórną algorytmu Banachiewicza, po czym dołączmy tę tabelę wtórną do układu zastępczego.

W wyniku opisanych przekształceń otrzymaliśmy tabelę *formalnie równoważną* tabeli wyjściowej układu równań błędów, lecz *reprezentującą układ równań bez spostrzeżeń nadliczbowych*. Układ ten bowiem jest reprezentowany przez tyle wierszy z każdej grupowej tabeli wtórnej, ile dana grupa posiada niewiadomych właściwych, oraz przez tyle wierszy tabeli wtórnej układu równań dla niewiadomych wiążących, ile tych niewiadomych występuje w całym układzie.

Tabele reprezentujące zastępczy układ równań błędów są przy tym tabelami stopniowymi, pozwalającymi z jednej strony na proste wyzna-

czenie niewiadomych (najpierw wiążących a następnie właściwych), z drugiej strony na proste obliczenie błędności niewiadomych. Skoro bowiem układ równań zastępczy jest układem jednoznacznym, można zeń bez trudności wyrazić niewiadome jako funkcje liniowe wyrazów wolnych i znaleźć stosunek Q dla każdej niewiadomej, sumując kwadraty współczynników przy wyrazach wolnych w jej rozwinięciu liniowym.

Wartości poprawek obserwacyjnych wyznacza się oczywiście jak zawsze przez podstawienie wartości niewiadomych do początkowego układu równań błędów.

Aby ocenić prostotę dowodu na podstawie algorytmu Banachiewicza, prosimy czytelnika o zapoznanie się z dowodem opartym na algorytmie Gaussowskim.

Znaleźć go można w pracy Pranis-Praniewiczza *Rukowodstvo po urawnitielnym wyczislениям запоłniaющей triangulacji I, II, III klassow*, Moskwa 1941, jak również w *Geodezji* prof. dra Czesława Kameli (Warszawa 1951, część II).

Prostota ujęcia krakowianowego, pozwalająca przy tym na wyznaczenie błędności niewiadomych, wynika z możliwości zinterpretowania algorytmu Banachiewicza jako postępowania rachunkowego, mającego określony cel wyrównawczy: przekształcenie pierwotnego układu równań błędów na inny prowadzący do takiegoż samego układu równań normalnych. W algorytmie Gaussa możliwość tej interpretacji nie zachodzi. Algorytm ten pomyślany był bowiem wyłącznie jako schemat rachunkowy, pozwalający na prostą realizację zadania czysto algebraicznego: rozwiązania układu równań liniowych.

Tym większą przyznać należy zasługę Pranis-Praniewiczowi, że nie znając algorytmu Banachiewicza, pozwalającego z tytułu swych zalet pojęciowych na prostej drodze rozwiązać zagadnienie wyrównania grupowego, zagadnienie to postawił i rozwiązał na tej — niesłychanie skomplikowanej — drodze, która była mu znana. Warto może nadmienić, że algorytm Banachiewicza może być też zastosowany do wyrównania grupowego w oparciu o teorię spostrzeżeń zaważunkowanych, czego jednak tu omawiać nie będziemy.

Na koniec zwrócimy uwagę na duże znaczenie, jakie może mieć metoda wyrównania grupowego przy rozwiązywaniu wielkich układów geodezyjnych za pomocą maszyn szybko rachujących (tzw. elektronowych). Takie maszyny przy dużej pojemności (jak np. budowana przez Polski Instytut Matematyczny) mogą operować tabelami równań liniowych o około 100 niewiadomych. Metoda wyrównania grupowego pozwoli wykorzystać taką maszynę do rozwiązania układu wyrównawczego o wielokrotnie większej ilości niewiadomych, o ile naturalnie układ daje się podzielić na odpowiednio wielką ilość grup i o ile w każdej grupie łączna

ilość niewiadomych wiążących i właściwych nie przekroczy stu. Wydaje się też słuszne, aby programy prac maszyn opracowane dla budowanych szybko liczących „maszyn przyszłości“ uwzględniały właśnie algorytm Banachiewicza. Ten algorytm bowiem czynić będzie — przy rachunku maszynowym — zbędną czynność układania równań normalnych. Sprowadza on bowiem wyrównanie do takiego przekształcenia znanej tabeli liczbowej:

$$\begin{array}{ccccccc} a_1 & b_1 & c_1 & d_1 & \dots & l_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 & d_2 & \dots & l_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 & d_3 & \dots & l_3 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{array}$$

na poszukiwaną stopniową tabelę liczbową:

$$\begin{array}{ccccccc} A_1 & B_1 & C_1 & D_1 & \dots & L_1 \\ & B_2 & C_2 & D_2 & \dots & L_2 \\ & & C_3 & D_3 & \dots & L_3 \\ & & & \dots & \dots & \dots \end{array}$$

o ilości wierszy równej lub mniejszej od ilości niewiadomych, aby iloczyn dwóch każdych kolumn tabeli danej był równy iloczynowi odpowiadających kolumn tabeli szukanej, co oznaczyliśmy krótko $ik=IK$.

Na przydatność algorytmu Banachiewicza przy rozwiązywaniu zadania wyrównawczego za pomocą sprzężonych zespołów arytmometrów zwracałem już uwagę w kilku publikacjach, między innymi w Biuletynie Geodezyjnego Instytutu Naukowo-badawczego (vide „Przegląd Geodezyjny“, marzec 1952, w którym podano też artykuł mgra inż. W. Senissona, opisujący skonstruowany przez niego zestaw arytmometrów Triumphantor). Wszystkie podane tam uwagi, dotyczące zalet algorytmu Banachiewicza, zachowują oczywiście swą aktualność dla przypadku posługiwania się zespołami arytmometrów przy wyrównaniu grupowym.

РЕЗЮМЕ

В данной работе доказывается, что метод группового уравнивания систем наблюдений, разработанный и обоснованный Пранис-Праневичом на базе понятия алгоритма последовательных делений Гаусса, не является специально связанным с этим алгоритмом, как это считают автор метода и его комментаторы.

Применение к методу группового уравнивания Пранис-Праневича алгоритма Баначевич-Холеского (метод квадратных корней не только ускоряет расчеты, но и позволяет одновременно кратко и прозрачно обосновать правильность

метода, а также определить ошибочность неизвестных (так нзв. весовые коэффициенты Q).

Под алгоритмом Банахевича понимается при этом всякое преобразование прямоугольной таблицы;

$$\begin{array}{ccccccc} a_1 & b_1 & c_1 & \dots & r_1 & l_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 & \dots & r_2 & l_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 & \dots & r_3 & l_3 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{array}$$

в таблицу:

$$\begin{array}{ccccccc} A_1 & B_1 & C_1 & \dots & R_1 & L_1 \\ & B_2 & C_2 & \dots & R_2 & L_2 \\ & & C_3 & \dots & R_3 & L_3 \\ & & & \dots & \dots & \dots \end{array}$$

под условием, чтобы произведение двух любых столбцов первой таблицы было равным произведению соответствующих столбцов другой таблицы, независимо от того, является ли определитель таблицы:

$$\begin{array}{ccccccc} [aa] & [ab] & [ac] & \dots & [ar] \\ [ab] & [bb] & [bc] & \dots & [br] \\ [ac] & [bc] & [cc] & \dots & [cr] \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ [ar] & [br] & [cr] & \dots & [rr] \end{array}$$

равным или отличным от нуля (в этом последнем случае количество строк другой таблицы меньше r).

RÉSUMÉ

Dans ce travail on démontre, que la méthode de compensation de groupe des systèmes d'observation, qui fut élaborée et justifiée par Pranis-Praniewicz en se basant sur la notion d'algorithme des divisions successives de Gauss, n'est point spécialement liée avec cet algorithme comme en pensait l'auteur de cette méthode et ses commentateurs. L'application à la méthode de compensation de groupe de Pranis-Praniewicz de l'algorithme de Banachiewicz-Choleski (méthode de racine cracovienne) non seulement accélère les calculs numériques, mais en même temps permet à une courte et bien claire justification du bien-fonde de la méthode ainsi qu'à une fixation d'erreur des inconnus (nommés coefficients de poids Q). Par la notion de l'algorithme de Banachiewicz on comprend aussi toute transformation d'une table numérique rectangulaire:

$$\begin{array}{ccccccc} a_1 & b_1 & c_1 & \dots & r_1 & l_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 & \dots & r_2 & l_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 & \dots & r_3 & l_3 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{array}$$

en une table numérique graduelle:

$$\begin{array}{ccccccc} A_1 & B_1 & C_1 & \dots & R_1 & L_1 \\ & B_2 & C_2 & \dots & R_2 & L_2 \\ & & C_3 & \dots & R_3 & L_3 \\ & & & \dots & \dots & \dots \end{array}$$

à condition cependant que le produit des chaque deux colonnes de la première table soit égal au produit des deux colonnes respectives de la deuxième table, indépendamment à ce que le déterminant de la table:

$$\begin{array}{cccc} [aa] & [ab] & [ac] & \dots [ar] \\ [ab] & [bb] & [bc] & \dots [br] \\ [ac] & [bc] & [cc] & \dots [cr] \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ [ar] & [br] & [cr] & \dots [rr] \end{array}$$

est différent ou non de zéro. (Dans ce dernier cas le nombre des lignes de la table graduelle est plus petit de r).

Stanisław Dmochowski

Normy pracy na autografach A5

Każde ustalenie wysokości normy pracy wymaga znajomości danej techniki pracy w jej najistotniejszych momentach, a ponadto znajomości przepisów i zarządzeń ustalających sposób normowania pracy.

W okresie przechodzenia na system premiowy płac, który wymagał opracowania naraz wielu norm pracy w krótkim czasie, nie było możliwości dokładnego ich analizowania. Normy powstawały wówczas w oparciu o większe lub mniejsze doświadczenie wykonawców, przypominających sobie niejednokrotnie dawniej uzyskiwaną wydajność pracy. Wzrost zadań produkcji zmuszał często do coraz większego różnicowania czynności technicznych i ustalenia dla nich odpowiednich norm częściowych. W ten sposób powstawały nowe normy, które nie były wypróbowane, i można je było kontrolować jedynie tylko przez porównanie z normami czynności podobnych. Te słabo ustalone normy stawały się normami obowiązującymi mimo przeświadczenia, że nie są one w pełni słuszne. Tak np. o ile pewna norma łączna, skupiająca w sobie kilka norm częściowych, była ustalona dość dobrze, to rozbitcie jej na normy częściowe niejednokrotnie nie było trafne. Gorzej jeszcze przedstawiała się sprawa norm związanych z nowymi działaniami produkcji. Każdy nowy katalog norm pracy różnił się od poprzedniego ilością pozycji katalogowych, a dawne błędy tkwiły w nim nadal. Przyczyną tego był brak możliwości wnikliwego i starannego przeanalizowania norm starych i nowych.

Pewna kontrola norm pracy była przeprowadzana w ubiegłych latach. Opierała się ona jednak na wątpliwych danych statystycznych, a ustalenie norm na podstawie danych o faktycznym zużyciu czasu na wykonanie określonego zadania jest w istocie zaparafowaniem danego stanu rzeczy i nie wnosi postępu do procesu technologicznego.

Normy powinny przyczyniać się do zwiększania wydajności pracy, gdyż „bez wzrostu wydajności pracy nie może być w ogóle mowy o wykonaniu Planu 6-letniego“, a „wzrost wydajności pracy realizuje się na podstawie stosowania uzgodnionych naukowo-technicznych norm pracy i poprzez systematyczne poprawianie i usprawnianie tych norm“ (H. Minc).

Ustalone w dalszej części artykułu normy pracy zasługują na nazwę technicznych norm pracy. Techniczną jest ta norma pracy, która

została ustalona drogą szczegółowej analizy. Przy jej opracowaniu powinny być zaprojektowane takie warunki pracy, które zapewniają uzyskanie największej wydajności. W szczególności należy przyjąć:

a) że wykonawca, mający właściwe kwalifikacje, dobrze opanował technikę produkcji i nabrał w niej należytej wprawy, dzięki czemu uzyskał wydajność wyższą od wydajności średniej wszystkich wykwalifikowanych wykonawców danego odcinka pracy;

b) że w pracy będą wykluczone wszelkie zbyteczne działania i ruchy;

c) że organizacja miejsca pracy będzie przeprowadzoną prawidłowo i

d) że czas roboczy będzie należycie wykorzystany.

Rozwijając postawione zagadnienie ograniczono się do wycinka pracy obserwatora na autografie A5, a mianowicie: przeanalizowano kreślenie w ołówku sytuacji i warstwic, z wyłączeniem czynności strojenia modelu.

Z przytoczonych dwóch zagadnień łatwiejszym jest analiza norm dla opracowań warstwicowych, gdyż można ją traktować zupełnie odrębnie. Natomiast zagadnienie norm dla opracowań sytuacyjnych jest trudniejsze, ze względu na powiązanie czynności „sytuacyjnych” z opracowaniem rzeźby terenu.

Analizę można rozpocząć od postawienia pytania: od jakich czynników zależy stopień trudności w kreśleniu sytuacji na autografach A5? Na stopień trudności opracowania sytuacji składają się cztery grupy czynników:

I — gęstość samej sytuacji,

II — jakość (pod względem fotograficznym) negatywów zdjęć lotniczych,

III — sposób podania przez polowca odczytanej sytuacji, która ma stanowić treść mapy i

IV — ukształtowanie terenu w sensie trzeciej współrzędnej (Z)

Analizując samą pracę na autografach A5 należy zauważyć, że ten sam stereogram (model) można opracować przy bazie „normalnej” i powiększonej oraz przy ruchach szybkich i powolnych. Należy tu jednak zauważyć, że zmiany te nie mają wpływu na sam stereogram, gdyż w nim nic się nie zmienia. Ponieważ pracę na autografie należy zasadniczo wykonywać przy nastawieniach autografu na ruchy powolne, a model opracowywać przy bazie normalnej, przeto całą analizę norm pracy przeprowadzono przy tych założeniach.

Do ustalania stopnia trudności w grupie I mogą służyć odpowiednio przygotowane wzory sytuacji. Wzór taki, to jakaś powierzchnia zamknięta konturem, zawierająca pewien rysunek, z którym związana jest ściśle określona pracochłonność.

Należy przyjąć, że wewnątrz konturu istnieje pewne jednolite „załączenie” jakiegoś rysunku. Jednostką charakteryzującą wzór jest określony „stopień trudności” opracowania 1 dm² powierzchni, czyli pewna

pracochłonność. Ta pracochłonność jest normą, którą można wyrażać w godzinach na jednostkę wyrobu (będzie to *norma czasu*) lub odwrotnie — w jednostkach wyrobu na jednostkę czasu (będzie to *norma wyrobu*). W poniżej przeprowadzonych wywodach mowa jest o normie czasu.

Model jako przedmiot pracy obserwatora

Ten sam rysunek umieszczony na powierzchni np. cztery razy większej lub cztery razy mniejszej będzie przedstawiał mniejszy lub większy stopień trudności, o ile polem pracy obserwatora będzie tyle samo razy powiększona lub zmniejszona powierzchnia pracy (model). W pierwszym przypadku następuje „rozrzedzenie“, a w drugim — „zagęszczenie“ rysunku.

Jeśli jednak obserwator w swej pracy na A5 osiąga te efekty (powiększenia lub pomniejszenia) dzięki odpowiednim nastawieniom przełączników autografu, to owe powiększenia lub pomniejszenia, widziane w obrazie modelu na sekcji, nie mówią bezpośrednio o stopniu trudności, z jakim miał do czynienia obserwator przy opracowywaniu modelu. Przelążnienia przełączników nie mają bowiem żadnego wpływu na ruchy znacznika pomiarowego po modelu.

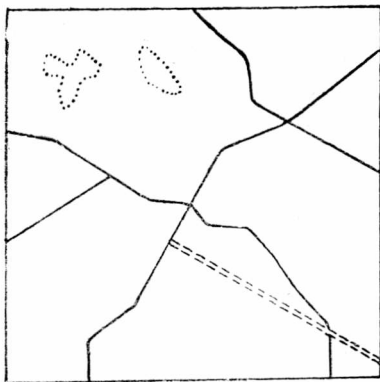
Z powyższego wynika, że przedmiotem pracy obserwatora jest model a nie sekcja mapy, którą obsługuje pomoc kreślarska obserwatora. Jedynie w przypadku opracowań w skali 1:10 000 na podstawie zdjęć lotniczych w skali 1 : 10 000, 1 : 20 000 z 1 : 20 000 itp. pole modelu będzie identyczne z polem sekcji mapy.

Ponieważ każdy centymetr drogi znacznika pomiarowego wymaga stałej, napiętej uwagi i ruchów obserwatora, przeto rzeczą najistotniejszą będzie długość prowadzonej linii, mierzona na modelu.

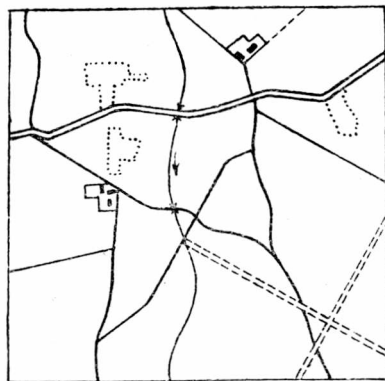
Wzory sytuacyjne i warstwiczne

Ze względu na zagadnienie generalizacji sytuacji zależnie od skali opracowania oraz ze względu na łatwiejszą i lepszą ocenę stopni trudności jakiegos opracowania wygodnie jest korzystać z dobrze opracowanych wzorów sytuacyjnych i warstwicznych. Przyjmijmy, że posiadamy jakieś dwa komplety wzorów, np. podane na str. 56 i 57.

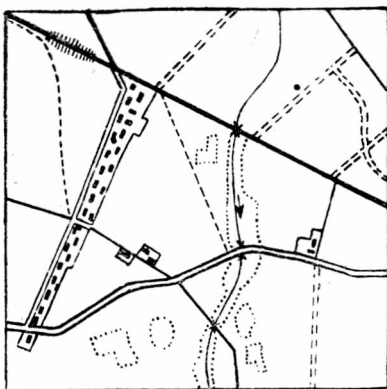
Wzory takie powinny w sposób równomierny obejmować cały wachlarz możliwości naszych terenów tak pod względem sytuacji, jak i warstwic. Równomierność tę należy rozumieć w ten sposób, aby pracochłonności kolejnych wzorów tworzyły postęp arytmetyczny, a to z tego względu, żeby ewentualny błąd w ocenie jakiejś roboty na podstawie tych wzorów był jeden i ten sam, niezależnie od stopnia trudności roboty. Wzory powinny



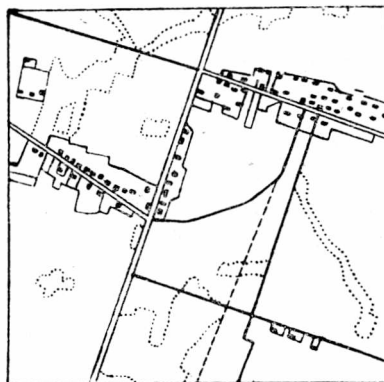
Nr 1



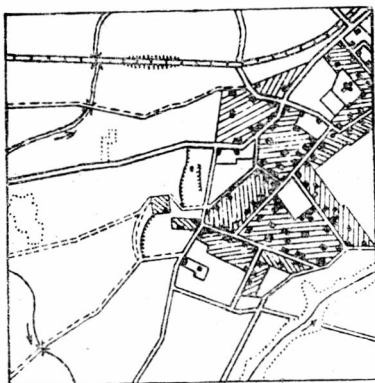
Nr 2



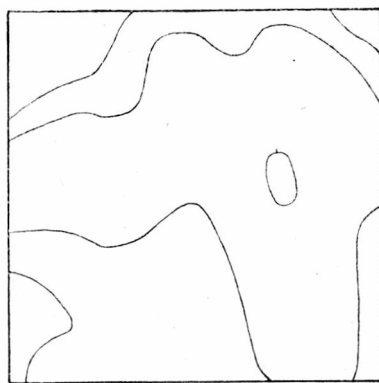
Nr 3



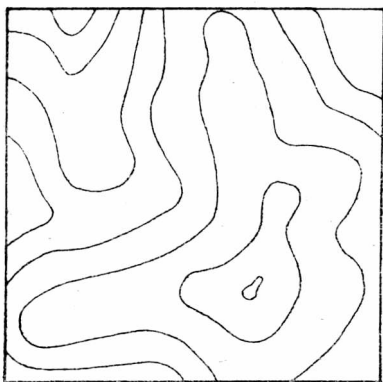
Nr 4



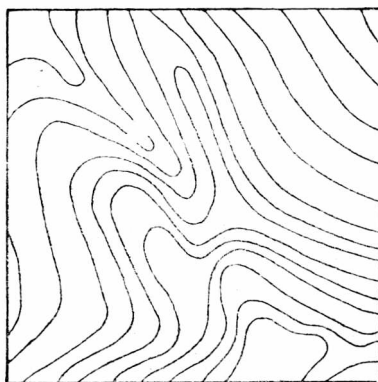
Nr 5



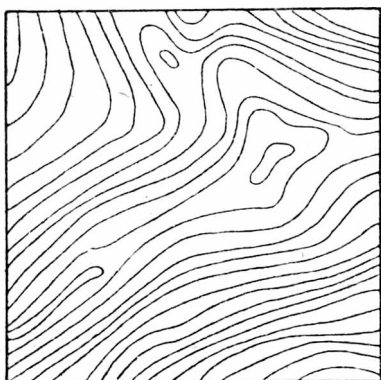
Nr 1



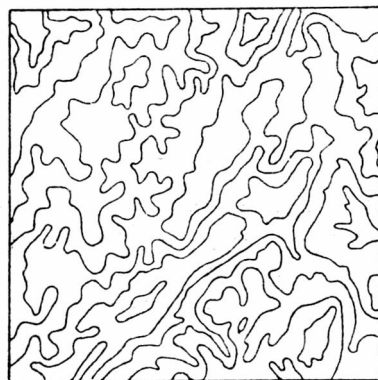
Nr 2



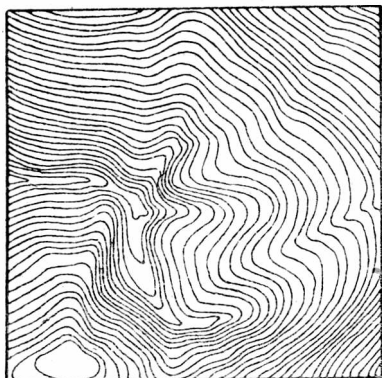
Nr 3



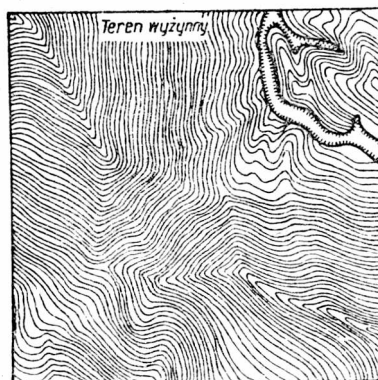
Nr 4



Nr 5



Nr 6



Nr 7

obejmować przypadki od najłatwiejszych do najtrudniejszych. Maksymalna ich liczba powinna być w ten sposób dobrana, aby oceniający określoną robotę mógł na ich podstawie zaszeregować z w y m a g a n ą p e w n o ś c i ą daną robotę do określonego wzoru. W praktyce ocena ta z reguły odbywać się będzie „na oko“. Jeśli dla pewnej kolekcji wzorów nasunie się wątpliwość, do którego z sąsiednich wzorów zaliczyć robotę (gdyż do żadnego z sąsiednich wzorów nie pasuje), to fakt ten będzie miał swą przyczynę w zbyt małej liczbie przygotowanych wzorów. Jeżeli ponadto między pracochłonnościami wzorów będzie istniała duża różnica, będzie to najlepszym wskaźnikiem potrzeby uzupełnienia kolekcji nowymi wzorami.

Najwłaściwszym ustaleniem liczby wzorów powinna być jeszcze praktycznie, tj. na oko, uchwytna między nimi różnica w rysunku (w pracochłonnościach). Dla w ten sposób ustalonej liczby wzorów powinny być opracowane normy. Taka kolekcja wzorów i norma pozwoli na dokładne ustalenie stopni trudności roboty (a zatem pracochłonności) oraz usunie często spotykaną w praktyce „sztuczność“ podziału na stopnie trudności wykonanej roboty, występującą nawet w przypadkach oceny małych powierzchni, jakimi są np. pojedyncze stereogramy.

Absolutna ocena wzorów wg jednej zasady

W kolekcji wzorów musi być spełniona jedna i ta sama zasada, na podstawie której wzory te zostały wycenione. Zasadę tę należy ustalić biorąc pod uwagę wszystkie istotne okoliczności, wpływające na stopień trudności dowolnego wzoru, które zostały poprzednio podane. Wystarczy ograniczyć się do czynników pierwszej grupy, ponieważ czynniki innych grup mogą być brane do analizy osobno. W grupie pierwszej wpływają na stopień trudności wzoru następujące czynniki:

1. długość linii sytuacyjnych,
2. ilość punktów charakterystycznych (obiektów punktowych), jak np. punkty załamania prostych lub linii krzywych (będą tu wszystkie naroża budynków i użytków),
3. ilość i długość przesuwów wolnych (ruch jałowy),
4. zadrzewienie szczegółów sytuacyjnych.

Uzasadnienia:

Ad 1. Kreślenie, a właściwie prowadzenie linii sytuacyjnych, wymaga koordynacji trzech ruchów: x , y , z . przy czym ruch „ z “ jest bardziej kłopotliwy, aniżeli dwa poprzednie. Ponieważ ruch „ z “ odbija się na dokładności kreślonej sytuacji, nie można o nim zapominać. Zasadniczo więc każda linia sytuacyjna jest linią przestrzenną i wymaga operowania wszystkimi trzema ruchami.

Szczególnym przypadkiem linii przestrzennej sytuacyjnej będzie linia

płaska, równoległa do płaszczyzny poziomej terenu. Linia taka to poniekąd warstwica, a zatem nie wymaga ruchu „z”. Będzie to jeden z najprostszych przypadków kreślenia linii. Takie przypadki zachodzą z reguły przy oprowadzaniu konturów budynków na podstawie ich dachów, posiadających spady na wszystkie strony. Owych przypadków szczególnych jest jednak zbyt mało, aby je wyodrębnić. Należy raczej osobno potraktować wszystkie zabudowania — jak to zostało zrobione w ogólnej klasyfikacji (punkt 2 tej grupy).

Można zatem przyjąć za typowy, najogólniejszy przypadek linii sytuacyjnej, czyli linii przestrzennej, taki przypadek, dla którego będzie zachodziła zależność: im dłuższa linia, tym czas na jej wykonanie powinien być proporcjonalnie dłuższy (zasada I). Należy jednak prócz długości linii ustalić jeszcze typ terenu, dla którego byłaby ustalona norma typowa. To zagadnienie łączy się ściśle z czwartą grupą czynników, wpływających na stopień trudności sytuacji. Norma typowa powinna być ustalona w oparciu o nasz teren przeciętny (opracowany na autografach) przy przyjęciu takich deniwelacji terenów, które już powinny być opracowywane metodami stereoskopowymi, a których tym samym nie można już opracowywać drogą przetwarzania zdjęć lotniczych.

Po tych uwagach dochodzimy do pojęcia typowego określonej linii sytuacyjnej, położonej na określonym deniwelacjach terenie. I dla takiego przypadku powinna być ustalona odpowiednia norma typowa.

Kończąc na powyższym należy dodać, że zagadnienie to jest dalej rozwinięte (str. 61), w trakcie rozpatrywania czwartej grupy czynników wpływających na stopień trudności sytuacji.

Ad 2. Wydzielając tę grupę szczegółów sytuacyjnych należy podkreślić, że owe punkty charakterystyczne powinny być przez obserwatora w pewnym stopniu „wystudiowane”, tj. położenie ich starannie wyznaczone. Do punktów charakterystycznych należy zaliczyć: naroża i załamania budynków, załamania wszystkich linii konturowych użytków, dróg, rowów i ich rozwidleń, punkty poligonowe, triangulacyjne i niwelacyjne, krzyże, figury, słupy, maszty itp. Ta grupa szczegółów wymaga innego czasu na ich wniesienie na mapę, aniżeli grupa obiektów liniowych.

Tu nawiasowo należy wspomnieć, że operowanie pojęciem „budynek” jest nieściśle, gdyż nie zawsze budynek musi mieć cztery rogi, a ponadto pojęcie to nie obejmuje wszystkich szczegółów punktowych.

W przypadku drobnych skal (1:20 000) budynek o najprostszych kształtach można traktować jako „jeden obiekt punktowy”, a to z tego względu, że pozycja wyjściowa do wyznaczenia jego 4-ech naroży będzie praktycznie jednym punktem.

I tu podobnie jak przy obiektach sytuacyjnych liniowych można po-

stawić zasadę: im więcej szczegółów punktowych jest do wykreślenia, tym czas na ich wykreślenie powinien być proporcjonalnie dłuższy (zasada II). Tu nie ma znaczenia deniwelacja terenu, gdyż czas, potrzebny na osiągnięcie pozycji wyjściowej do naniesienia punktu, należy zaliczyć do czasu „wolnych przesuwów“.

Omówione powyżej dwa zagadnienia: kreślenia linii sytuacyjnych i punktów charakterystycznych, to czynności konkretne pracy obserwatora. Czas poświęcony na te czynności to czas pracy efektywnej. Efekty tej pracy są widoczne dla każdego w każdym czasie, gdyż zostają zmaterializowane w postaci rysunku na mapie. Z tego względu towarzyszące im ruchy na przyrządzie można nazwać ruchami (przesuwami) pracy efektywnej, a odpowiadający im czas czasem pracy efektywnej. Według tych określeń czas pracy efektywnej będzie się równał sumie dwóch czasów (czas na wykreślenie linii sytuacyjnych — t_1 i czas na naniesienie punktów charakterystycznych — t_2). Wygodnie będzie związek ten przedstawić następującym równaniem: $[t_2] = (t_1 + t_2)$.

Wszystkie ruchy pracy efektywnej dla określonej treści mapy (czy stereogramu) są niezależne od obserwatora, tzn. każdy obserwator będzie je wykonywał w sposób identyczny, robiąc np. tyle samo ruchów korbą x i y co i inny obserwator — w przeciwnym bowiem razie otrzymano by inny plan.

Ad 3. Między każdym ruchem pracy efektywnej istnieje zasadniczo ruch pracy wolny, nie dający na mapie żadnego rysunku. Jest on konieczny po to, by móc przesunąć znaczek pomiarowy do pozycji wyjściowej dla ruchu pracy efektywnej.

Może się zdarzyć niejednokrotnie, że między kolejnymi ruchami pracy efektywnej nie będzie ruchu pracy wolnej. Na przykład gdy obserwator będzie kreślił jednym ciągiem linię sytuacyjną łamaną, niemniej jednak w miejscach załamań musi zwolnić ruch, aby oddać dokładnie charakter załamania. Stąd też dla uproszczenia ewentualnego liczenia ilości ruchów wolnych należy przyjąć zasadę, że po każdym ruchu pracy efektywnej następuje ruch pracy wolnej.

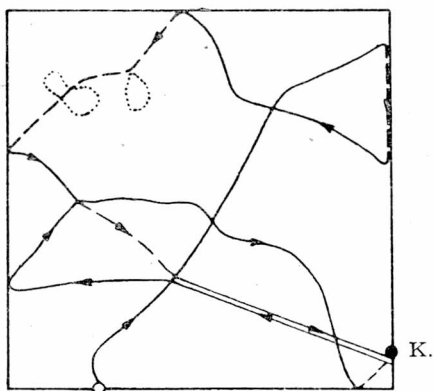
Pozostaje jeszcze do omówienia sprawa długości ruchów wolnych.

Rozpatrując to zagadnienie należy kierować się zasadą ekonomii ruchów wolnych, tj. tak postępować, aby całkowita suma ruchów była jak najmniejsza. Nie będzie to zadanie proste i dlatego też każdy obserwator, a nawet jeden i ten sam obserwator, na określonym obiekcie pracy będzie korzystał z różnych dróg przesuwów wolnych, co w wyniku da różne sumy ruchów wolnych. Ten właśnie moment różni istotnie powyżej omówioną grupę czynności, określonych pracą efektywną, od czynności określonych „pracą wolną“.

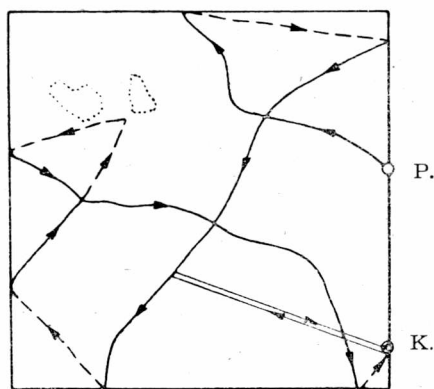
W przypadku kiedy do wykreślenia sytuacja jest mało skomplikowana, łatwo będzie wybrać, jaki przesuw (ruch) wolny zastosować, aby był w ogólnej sumie efekt najekonomiczniejszy. W przypadku wykreślenia sytuacji skomplikowanej należy działać według wypróbowanej najlepszej zasady. Po krótkim rozejrzeniu się w treści wykreślonej mapy (stereogramu) należy sobie ustalić plan działania, uwzględniający sąsiednią, już wykreśloną sytuację. Następnie należy rozbić stereogram opracowywany na pewne kompleksy przez naniesienie na mapę konturów tych kompleksów i opracowywać po kolei każdy kompleks oddzielnie. Konturem kompleksu powinny być jakieś wyraźne linie sytuacyjne. Taki system zapobiega przeoczeniu szczegółów, które wówczas wymagają długich ruchów przesuwu tam i z powrotem.

Aby zagadnienie ruchów wolnych nabrało konkretnego wyrazu, należy rozważyć je na określonym wzorze sytuacyjnym. Użyjemy do tego celu wzoru sytuacyjnego nr 1.

Sytuację tego wzoru, jako mało skomplikowaną, nie trzeba będzie wykonywać kompleksami. Ustalenie planu wykreślenia jest łatwe, można np. rozpocząć wykreślanie od miejsca oznaczonego kółkiem na rys. 1 lub tak, jak pokazano na rys. 2:



P. Rys. 1



Rys. 2

Linie przerywane oznaczają ruchy wolne, linie czarne — ruchy pracy efektywnej; strzałki — kierunek ruchu znaczka pomiarowego; duża kropka czarna — koniec ruchu.

Całkowita długość linii przerywanych tak na rys. 1 jak i 2 wynosi 8 cm. Zgodność tych wyników jest oczywiście przypadkiem, który może zachodzić częściej w przypadkach prostych sytuacji i logicznego planu pracy.

W identyczny sposób przeanalizowany został wzór sytuacyjny nr 2. Wyniki kolejnych trzech kombinacji dały: 13, 15 i 19 cm.

W celu wyciągnięcia pewnych wniosków odnośnie zależności długości ruchu wolnego od długości ruchu pracy, przeanalizowane zostały wszystkie wzory sytuacyjne, podane na str. 56 i 57.

Wyniki odniesione zostały do powierzchni 1 dcm² i okazały się następujące:

wzór nr 1	długość ruchu wolnego	32 cm
„ nr 2	„ „ „	60 „
„ nr 3	„ „ „	100 „
„ nr 4	„ „ „	130 „
„ nr 5	„ „ „	180 „

Wypisane powyżej wartości długości ruchów wolnych posłużą w dalszym ciągu do wyprowadzenia: 1) normy czasu, obejmującej trzy pierwsze punkty grupy I oraz 2) wyprowadzenia reguły ogólnej, odnośnie związku, jaki zachodzi między ruchami pracy a ruchami wolnego przesuwu. Wypisane wartości długości ruchów wolnych powinny być teoretycznie liczbami najmniejszymi dla określonego wzoru. Ze względu jednak na to, że nie można wymagać od obserwatora dłuższego studiowania wzoru pod względem ekonomii ruchów wolnych, liczby te są przeciętnymi.

Norma czasu dla pierwszych trzech czynników grupy I: $[t_{123}]$

Wyprowadzona poniżej norma będzie normą częściową normy całkowitej.

W celu jej przeliczenia należy zmierzyć wszystkie długości linii konturowych, analizowanych wzorów sytuacyjnych, policzyć na każdym wzorze ilość punktów charakterystycznych i uwzględnić odpowiadające im długości ruchów wolnych przesuwów. Ponadto należy ustalić pewne jednostki sprawności pracy obserwatora.

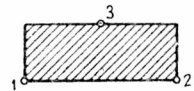
W tym celu przyjęto, że sprawność w kreśleniu linii sytuacyjnej, położonej na terenach „o najmniejszych deniwelacjach autogrametrycznych“ wynosi 20 sek/1cm; sprawność w nanoszeniu punktów charakterystycznych wynosi 20 sek/1 obiekt punktowy oraz szybkość ruchu wolnego do ruchu pracy jest jak 4:1. Ostatni ten stosunek mówi, że ok. 4-krotnie więcej drogi przebywa znaczek pomiarowy przy ruchu wolnym, aniżeli przy ruchu pracy na jednostkę czasu.

Uwagi co do sprawności:

a) w kreśleniu linii sytuacyjnej: w końcowej części niniejszego artykułu została ustalona na drodze doświadczałnej sprawność kreślenia warstwicy na 17,4 sek/1cm długości. Ponieważ linia sytuacyjna, położona na terenach „o najmniejszych deniwelacjach autogrametrycznych“, czyli tzw. linia sytuacyjna typowa, jest najbardziej zbliżona stopniem trudności w jej

wykreśleniu do linii warstwicowej, przeto przyjęto sprawność jej kreślenia na 20 sek/1cm. Linie sytuacyjne położone na terenach o większych deniwelacjach, będą posiadały sprawność kreślenia odpowiednio mniejszą (patrz dalej).

b) w nanoszeniu punktów charakterystycznych: większość punktów charakterystycznych może należeć do zabudowań, które można traktować jako obiekty punktowe. A obiekt punktowy, to taki szczegół, który można nanieść z jednej pozycji wyjściowej, czyli między kolejnymi przesuwami pracy (praktycznie nie ma przesuwów wolnych). Ponadto przy nanoszeniu na mapę drobnych zabudowań (a tak będzie zawsze przy skali opracowania 1 : 20 000), prostokątny budynek można nanosić trzema punktami. Rozmieszczenie ich wskazuje rys. 3.



Rys. 3

Nanoszenie czterema narożami jest niecelowe ze względu na to, że zawsze konieczne będzie ich skorygowanie. Na naniesienie takiego obiektu punktowego przewidziano 20 sek, a zatem średnio na punkt charakterystyczny 5 sek. Z tych założeń wychodząc, tablica 1, poz. 2 zawiera ilość obiektów punktowych, co oczywiście na wynik samego rachunku nie wpłynie, gdyż albo: $440 \text{ ob. pt} \times 20 \text{ s} = 8800 \text{ sek}$ albo $(440 \times 4) \text{ punktów char.} \times 5 \text{ sek} = 8800 \text{ sek}$, co wychodzi na jedno.

Stopień trudności naniesienia punktu czy 1 cm linii sytuacyjnej nie zależy od skali zdjęć lotniczych.

Dane wyjściowe, pomierzone na wzorach przedstawiają się następująco:

Tablica 1

Pozycja	Wyszczególnienie	Wzór sytuacyjny Nr					Sprawność
		1	2	3	4	5	
1	długość 1. sytuac. cm	96	196	300	288	360	20 sek/cm
2	liczba punktów char.	8	38	153	350	440	20 sek/ob. pt
3	długość ruchów woln. cm	32	60	100 jedn. na 1 dcm ²	130	180	5 sek/cm

Tablica 1 zawiera wszystkie dane do obliczenia czasów roboczych $[t_{123}]$ dla pierwszych pięciu wzorów sytuacyjnych.

Obliczenia czasu można ująć w podobną jak wyżej tabelkę. (tabl. 2 str. 64)

Ostatni wiersz tablicy 2 podaje ilość potrzebnego czasu na opracowanie 1 dcm² każdego z pięciu wzorów sytuacyjnych. Będą to czasy częściowe, wchodzące w skład ogólnego czasu normowanego dla danego wzoru.

Pozostaje jeszcze do rozstrzygnięcia wyprowadzenie reguły ogólnej, dającej związek między długością ruchów pracy a ruchami wolnymi, czyli ustalenie stosunku długości obu ruchów.

Tablica 2

Po- zycja	Wyszczególnienie	Wzór sytuacyjny Nr					Symbol
		1	2	3	4	5	
1	długość 1. syt. sek	1920	3820	6000	5760	7200	t_1
2	liczba punktów sek	160	760	3060	7000	8800	t_2
3	czas pr. efekt. sek	2080	4680	9060	12760	16000	$[t_{12}]$
	długość r. wol. sek	160	300	500	650	900	t_3
	razem sek	2240	4980	9560	13410	16900	$[t_{123}]$
	$[t_{123}]$ min.	38	83	160	224	282	
	godz.	0,633	1,384	2,667	3,734	4,701	na 1 dcm ²

Porównanie tych długości może być dokonane najwygodniej w jednostkach czasu, a to ze względu na to, że mamy do czynienia z różnymi elementami składowymi (jedne są w mierze centymetrowej, drugie liczy się na punkty).

Dla czynności ruchów wolnych należy czas liczyć w i d e n t y c z n y sposób jak czas dla czynności ruchów pracy, tj. np. po 1 sek/cm, w przeciwnym bowiem razie mielibyśmy wynik skażony. Ponieważ w poprzednim zagadnieniu był ustalony ten sam czas na 1 cm sytuacji i 1 obiekt punktowy, przeto wszystkie wartości trzech pozycji tablicy 1, po przemnożeniu kolejno przez: 1 sek/cm, 1 sek/pt, 1 sek/cm zostaną wyrażone w jednostkach czasu.

Wynik obliczeń można przedstawić w tablicy 3.

Tablica 3

Po- zycja	Wyszczególnienie	Wzór sytuacyjny Nr				
		1	2	3	4	5
		sekundach				
1	długość linii sytuacyjnej	96	196	300	288	360
2	liczba obj. punktowych	8	38	153	350	440
3	suma (1+2) — wyraża ruchy pracy	104	234	453	638	800
4	długość ruchów wolnych	32	60	100	130	180
5	iloraz $\frac{(1+2)}{4}$	3,5	3,9	4,5	4,9	4,4

Ostatni wiersz tablicy 3 zawiera stosunek długości obu ruchów.

Stałość ilorazów jest wyraźna. Małe wahania są usprawiedliwione pewną trudnością ustalenia najmniejszej liczby (długości)

przesuwów wolnych. Wzięta średnia arytmetyczna z pięciu wartości ilarazów wynosi 4,2 lub okrągło 4.

W ten sposób regułę ogólną można wyrazić słowami: długość ruchów wolnych jest czterokrotnie mniejsza od długości ruchów pracy.

Reguła ta pozwala na ustalenie długości ruchów wolnych (w) w cm na 1 dcm² powierzchni dla każdego nowego wzoru sytuacyjnego na podstawie: a) pomierzonych długości linii sytuacyjnych (s) w cm na 1 dcm² powierzchni 1, b) przeliczenia ilości obiektów punktowych (o), gdzie $o = \frac{1}{4}$ ilości punktów charakterystycznych na 1 dcm² oraz przeliczenia według wzoru:

$$w = \frac{s + o}{4}$$

Ad 4. (zadrzewienie szczegółów sytuacyjnych). Znak: t_4 . Ostatnim czynnikiem, który może wpływać utrudniająco na kreślenie sytuacji, a wymienionym w grupie I, jest częściowe zadrzewienie szczegółów sytuacyjnych, które mają być wniesione na mapę. Czynniki ten będzie występował z reguły tam, gdzie na terenach leśnych są zakładane lub już pobudowane osiedla. Z tej grupy, należy wyłączyć obszary czysto leśne, chociażby one posiadały dukty czy też pojedyncze siedliska leśniczych.

W przypadku całkowitego pokrycia drzewami pojedynczych zabudowań nie może być mowy o ich nanoszeniu autogrametrycznie. Podobnie rzecz będzie się miała i z warstwicami terenów zwarto zalesionych. Te przypadki muszą być wkreślane na mapę innymi sposobami i nie mogą wchodzić w zakres norm autogrametrycznych.

Ponieważ zadrzewienie przykrywa fragmenty sytuacji, przeto ciągły, liniowy sposób jej kreślenia jest często niemożliwy. Pozostaje sposób punktowego opracowania. Naniesienie na mapę takich punktów wymaga dłuższego ich „studiowania” aniżeli punktów odkrytych. Czas na naniesienie takiego punktu ustalić można na 10 sek, a zatem można przyjąć zasadę, że czas potrzebny do naniesienia zakrytych punktów charakterystycznych jest dwukrotnie większy, aniżeli punktów odkrytych. W celu ustalenia wysokości norm dla określonych sytuacji można byłoby wyjść z tablicy 2, w której poz. 2 należałoby przemnożyć przez 2. Zestawienie osobnych tablic (norm) dla terenów zalesionych może być pominięte. Wygodniej będzie stosować pewien procentowy dodatek do normy katalogowej, liczony od przepracowanej powierzchni zalesionej.

Ustalenie tego procentu zostało tu pominięte ze względu na prostotę zagadnienia. Jest rzeczą zrozumiałą, że dodatek ten będzie niestałym składnikiem normy.

Jakość fotograficzna negatywów (grupa II)

Do oceny jakości fotograficznej negatywów zdjęć lotniczych, opracowywanych na autografie, konieczne jest wykonanie na filmach odpowiednich wzorów. Wzory takie mogłyby być dwa: dla negatywów normalnych o współczynniku trudności 1,0 i dla negatywów nienormalnych o współczynniku 1,25.

Przy ocenie jakości fotograficznej negatywów należy podchodzić od strony plastyki modelu. Plastyka modelu łączy się najsilniej z łatwiejszym lub trudniejszym kreśleniem warstwic, gdyż większe wymagania stawia się jakości fotograficznej negatywów gdy chodzi o warstwice, aniżeli o sytuację.

Katalog norm pracy powinien być ułożony dla negatywów normalnych, a zatem dla współczynnika 1,0. Przypadki negatywów nienormalnych (ciemnych, jasnych, pozbawionych wielu szczegółów sytuacyjnych) powinny być uwzględniane zależnie od okoliczności. Ustalanie dla nich normy powinno opierać się na odpowiednich normach katalogowych przemnożonych przez współczynnik 1,25, gdyż jakość fotograficzna negatywów kładzie swe piętno na wszystkie etapy pracy obserwatora.

Sposób podania treści sytuacji przez odczytującego (gr. III). Znak: t_{III}

Treść przysłej mapy powinna być wyraźnie i niedwuznacznie podana obserwatorowi na zdjęciu lotniczym w sposób bezpośredni lub pośredni: Sposób bezpośredni — to sytuacja wkreślona wprost na zdjęcie lotnicze. Sposób pośredni — to na przykład sytuacja wkreślona na kalkę przypiętą do zdjęcia lotniczego.

Forma podania i jasność treści są elementami, które składają się na trzecią grupę czynników trudności. Ocenę odnośnie do formy i jasności podanej treści przeprowadzać może na przykład inspektor DKG, przy ocenie jakości roboty. Będzie to ocena tzw. „czytelności sytuacji odczytanej“, nie posiadająca nic wspólnego z tym, czy wszystko zostało odczytane.

Zależnie od stopnia czytelności sytuacji odczytanej można ustalić następujące trzy przypadki:

- a) dla powiększeń zdjęć lotniczych (1 : 5 000) i kreślonej sytuacji w ołówku, przy średniej jakości roboty współcz. 1,1,
- b) jak wyżej, ale przy dobrej jakości roboty współcz. 1,0,
- c) dla powiększeń zdjęć lotniczych (1 : 5 000) i kreślonej sytuacji w tuszu lub na kalce przypiętej do powiększeń (1 : 5 000) i kreślonej sytuacji w ołówku współcz. 0,9.

Czas na czynność odczytania powinien być liczony w wysokości czasu przeznaczonego na kreślenie linii sytuacyjnych i punktów charakterystycznych.

stycznych odpowiedniego wzoru sytuacyjnego, czyli czas na odczytanie przez obserwatora wynosi $[t_{12}]$ właściwego wzoru sytuacyjnego.

Czynnik czytelności sytuacji odczytanej nie rozciąga się jednakowo na wszystkie elementy składowe normy pracy, gdyż dotyczy tylko czynności kreślenia sytuacji (t_1) i nanoszenia punktów charakterystycznych (t_2) stąd $t_{III} = [t_{12}] = (t_1 + t_2)$ w jednostkach czasu.

Dla pełnej wygody korzystającego z katalogu norm, należy w katalogu przewidzieć odpowiednie pozycje dla każdego wzoru sytuacyjnego i współczynników: 1,1, 1,0 i 0,9 (patrz fragment katalogu norm). Stąd też w przykładzie obliczenia norm czasu (tabl. 5) są przeznaczone osobne kolumny (4, 11, 18) dla tych trzech współczynników. Pozycje te (t_{III}) stanowią stały, osobny składnik ogólnej normy czasu na określony wzór sytuacyjny. Kolejno w normach, przy ich liczeniu, należy uwzględnić:

$$t_{III} = 1,1 [t_{12}] \text{ lub } 1,0 [t_{12}] \text{ lub } 0,9 [t_{12}].$$

Aby ułatwić sobie ocenę najekonomiczniejszego kreślenia sytuacji, wygodnie będzie przed przystąpieniem do jej kreślenia ustalić na odczytanym zdjęciu lotniczym kontur stereogramu opracowywanego, aby wyeliminować przypadkowość ruchów wolnych.

Wpływ deniwelacji terenu na kreślenie sytuacji (grupa IV)

We wstępie niniejszego artykułu zostało podkreślone, że zasadniczo każdą linię sytuacyjną prowadzi się trzema ruchami (x, y, z) i że ruch „z” jest najbardziej kłopotliwy. Skoordynowanie tych trzech ruchów jest konieczne, a w przypadku złej koordynacji ucierpieć musi dokładność wykreślonej linii sytuacyjnej. Dobre skoordynowanie ruchów można osiągnąć przy płynnym i spokojnym ich prowadzeniu. Jest rzeczą zrozumiałą, że ruch najmniej sprawny będzie decydował o tempie pracy ruchów pozostałych. W wyniku tego faktu każdy centymetr linii sytuacyjnej będzie tym wolniej prowadzony, im ruch tarczą nożną (z) będzie musiał być większy. Stąd też linie sytuacyjne prowadzone po modelu wysokogórskim będą wymagały dłuższego czasu opracowania aniżeli tej samej długości linie sytuacyjne na modelu mało falistym. Po stwierdzeniu tych okoliczności mamy udowodnione to, że tempo prac sytuacyjnych jest związane z deniwelacją terenu (a tym samym zależy od odpowiedniego wzoru warstwicowego) oraz posiadamy ustaloną orientację, w którą stronę (tj. na plus czy też na minus) poprawiać przyjętą, typową normę czasu, aby otrzymać nową normę na wykreślenie linii sytuacyjnej, położonej na terenie bardziej falistym.

Odpowiedź na pytanie: o ile należy poprawić typową normę czasu (str. 7), aby otrzymać nowe normy czasu dla linii sytuacyjnych, położonych

na terenie o większych deniwelacjach — daje nam przeanalizowanie ruchu tarczą nożną. Ruch ten jest zasadniczo przerywany, gdyż chcąc na przykład stale znaczek pomiarowy podnosić (lub opuszczać) należy przenosić (odrywać) nogę od tarczy nożnej autografu, co z kolei musi wpływać hamująco na ruchy x i y . Ta właśnie częstotliwość przerywania ruchów jest miernikiem oceny wielkości poprawki. Ocenę tę można wyrazić odpowiednim współczynnikiem, przez który należy przemnożyć wartość typowej normy czasu, aby otrzymać nową normę czasu.

Tak np. linie sytuacyjne, położone na terenach o deniwelacjach jak na wzorach warstwicowych 1 i 2, które zawierają warstwice w odstępach na przykład 5 m, nie wymagają częstego przerywania ruchów nawet na długim odcinku linii sytuacyjnej. Wzór warstwicowy 5 również mało posiada przerywań, a w odróżnieniu od wzorów 1 i 2 ma „cofanie” ruchu tarczy nożnej. Cofanie to nie wpływa hamująco na ruchy x i y . Stąd słuszne będzie trzy powyższe wzory warstwicowe uznać jako jeden stopień trudności. Ponieważ są to jednocześnie „najniższe deniwelacje” terenów opracowywanych autogrametrycznie, przeto zgodnie z uwagami na str. 59 wszystkie linie sytuacyjne położone na takich terenach można uważać za typowe linie przestrzenne i przyjąć dla nich 1,0 (jedność) jako współczynnik trudności za deniwelację.

W drugim stopniu trudności będą linie sytuacyjne na wzorach warstwicowych 3 i 4, dla których współczynnik za deniwelację przyjęto 1,15, a w trzecim stopniu trudności będą linie sytuacyjne na wzorach warstwicowych 6 i 7 o współczynniku — 1,30.

Wyjściowymi wartościami do ustalenia norm czasu dla linii sytuacyjnych położonych na wzorach warstwicowych 3 i 4 oraz 6 i 7 będą zasadniczo wartości norm typowych (wzór 1, 2 i 5), które kolejno w tym celu przemnożono przez współczynniki 1,15 i 1,30 (patrz tablica 5). W ten sposób przeliczone zostały kolumny 8 i 9; 15 i 16 oraz 22 i 23 w przykładzie obliczenia norm czasu, załączonej tablicy 5.

Takie wyprowadzenie tych nowych norm czasu traktuje automatycznie wszystkie elementy składowe normy ostatecznej (zbiorowej) jako zależne od stopnia trudności za deniwelację. Ta zależność faktycznie nie jest słuszna, gdy chodzi na przykład o składnik normy czasu, wynikający z „czytelności sytuacji odczytanej”, i właściwie składnik ten nie powinien podlegać przemnożeniu przez wspomniane współczynniki: 1,15 i 1,30. Ze względu na uproszczenie rachunku, element „czytelności sytuacji odczytanej” nie został jednak wyodrębniony.

*

Opierając się na odpowiednich zarządzeniach oraz na artykule pt. „Metodyka technicznego normowania pracy” (zeszyt 8—9 z 1950 r. „Ekonomiki

i Organizacji Pracy⁴⁾) została sporządzona tablica 4, przedstawiająca wszystkie składniki normy pracy.

Całkowity czas normowany można podzielić na pięć czasów składowych:

1. czas przygotowawczo-zakończeniowy,
2. czas główny,
3. czas pomocniczy,
4. czas na przerwy,
5. czas obsługi stanowiska roboczego.

Z wymienionych tu czasów, czas główny był przedmiotem właściwej analizy wszystkich czynników, wpływających z analizowanego procesu technologicznego kreślenia sytuacji na A5.

Pozostałe czasy są przeznaczone na czynności wymienione w odpowiednim miejscu tablicy 4 i byłoby zbyteczne jeszcze raz je wyliczać. Należy jedynie podkreślić, że czynności dotyczą obowiązków i praw obserwatora. Tak np. do jego praw będzie należał czas przewidziany na wypoczynek w czasie pracy, za który ma również wynagrodzenie, gdyż czas ten wliczony jest do normy: przewidziane ilości czasów są tej wysokości, aby pracownik mógł należycie wykonać wymienione czynności.

Z krótkiego i prostego podsumowania czasów, przewidzianych na różne czynności, przypada w ciągu 1 dnia (6 godzinnego) pracy obserwatora na pracę główną 4 godz. 17 min., a na inne czynności 1 godz. 43 min., co łącznie stanowi 6 godzin, tj. jeden dzień roboczy obserwatora.

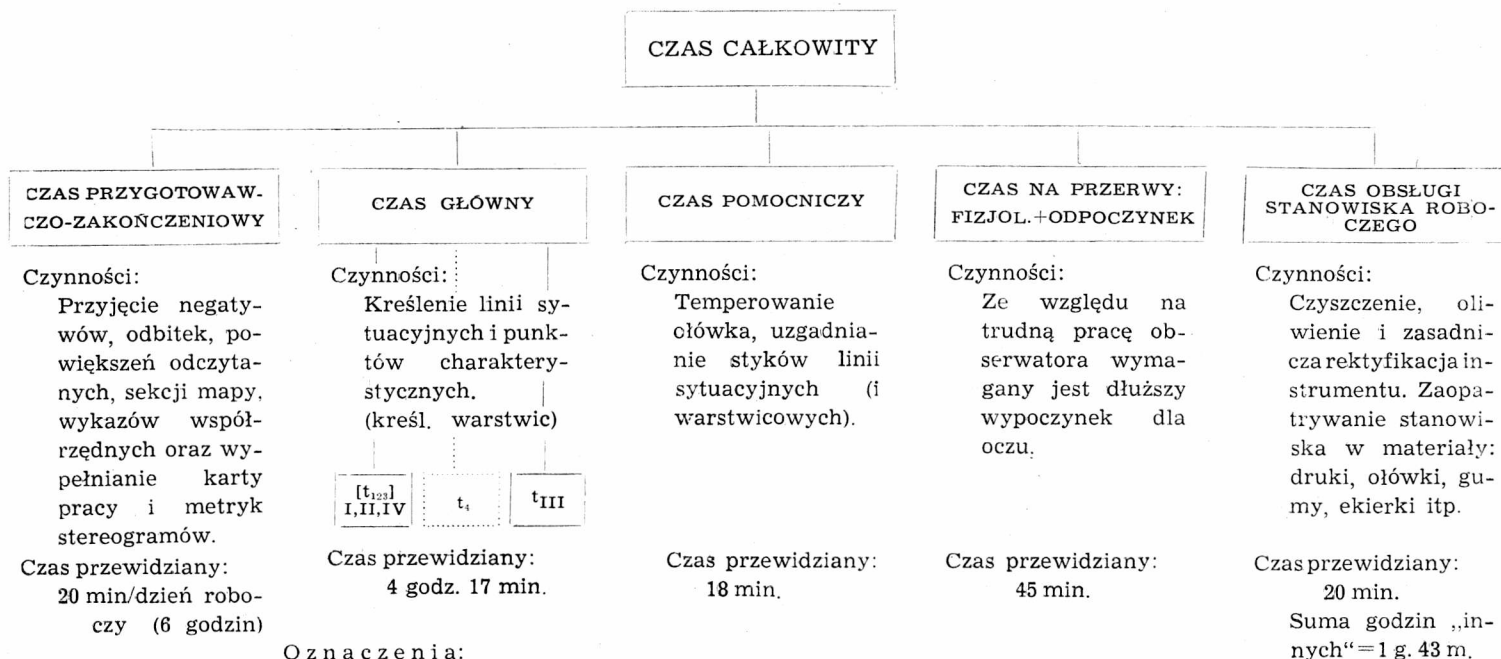
Stosunek dwóch tych czasów $\frac{1 \text{ godz. 43 min.}}{4 \text{ godz. 17 min.}} = \frac{103 \text{ min.}}{257 \text{ min.}}$ wynosi 0,4. Wartość tego stosunku, nazwijmy go „mnożnikiem czasu“, będzie potrzebna (prócz innych danych) do obliczenia wartości kolumn 6, 13 i 20 tablicy 5.

Wielkość tego mnożnika określa w jakim stosunku do siebie są czasy: główny i pozostałe (tj. wszystkie inne). Im mnożnik ten jest większy, tym organizacja całej pracy jest gorsza. Dążeniem zatem kierownictwa i wykonawstwa powinno być jak najwydatniejsze zmniejszenie tego mnożnika przez poprawienie organizacji stanowiska pracy, którą można osiągnąć, przez racjonalne zmniejszenie czasów: a) przygotowawczo-zakończeniowego, b) obsługi stanowiska roboczego, a nawet i c) czasu pomocniczego.

Konkretnie w przypadku a) i b) należałoby obserwatorowi dostarczać niezbędnych materiałów, pozostawiając mu jedynie wypełnianie kart pracy i metryk stereogramu, a w przypadku c) podnieść jakość prac wykonywanych. Natomiast jeśli chodzi o czas na przerwy, to kosztem tego czasu nie należy zwiększać wydajności pracy, lecz przeciwnie na-

Schematyczne przedstawienie składników normy pracy
dla kreślenia sytuacji na A5
(dla kreślenia warstwic)

Tablica 4



Oznaczenia:

t_{123} — jest to suma czasów, uwzględniająca pierwsze trzy czynniki grupy I (str. 6) wraz z stroną fotograficzną negatywów i deniwelacją terenu.

t_{III} — jest to czas za „czytelność zdjęć odczytanych”.

$\square$ — ramka oznaczająca stałe składniki normy czasu.

t_4 — jest to czas za „zadrzewienie” terenu, — niestały składnik normy czasu.

leży pilnować, aby czas na odpoczynek był w pełni i równomiernie wykorzystywany przez obserwatora.

Obecnie można będzie przystąpić do obliczania norm czasu dla opracowań sytuacyjnych 1 : 20 000 ze zdjęć 1 : 20 000 we wszystkich możliwych wariantach. Przykład takiego obliczenia ilustruje nam tablica 5.

Przeliczone normy czasu należy umieścić w katalogu w ujęciu podanym niżej. Fragment takiego katalogu przedstawia tablica 6, gdzie każda norma czasu ma swój numer katalogowy.

Pozostaje jeszcze do rozważenia ostatnie pytanie: z jaką dokładnością może być wyznaczona norma czasu, skoro zastosowano do klasyfikacji na przykład 5 wzorów na sytuację (str. 56).

Przy rozpatrywaniu tego pytania, aby nie komplikować zbytnio samych obliczeń, można ograniczyć się do przeanalizowania przypadków najczęściej spotykanych. Tak na przykład najczęściej spotykane przypadki będą w granicach wzorów sytuacyjnych od 1 do 5, dla terenów o deniwelacjach według wzorów warstwicowych 3 i 4 oraz przy współczynniku za „czytelność sytuacji odczytanej” równym 1,0 i przy normalnej jakości negatywów. Dla tych warunków szereg kolejnych norm będzie następujący: (wypisane z „Fragmentu katalogu norm” — tablica 6):

Wzór synt.	Norma czasu	Różnice	„Pół-różnice“
w godzinach			
5	14,75		
4	11,71	3,04	1,52
3	8,34	3,37	1,68
2	4,32	4,02	2,01
1	1,96	2,36	1,18
			średnio 1,60

Wartości te odnoszą się do 1 dcm² powierzchni.

Z powyższego zestawienia widać, że największy możliwy błąd w ocenie wystąpi wówczas, gdy zdarzy się robota, którą należałoby zaklasyfikować do nieistniejącego wzoru pośredniego między wzorem 2 i 3 i to wtedy, gdy ten wzór pośredni będzie przypadał dokładnie w połowie między tymi wzorami. A ponieważ najbliższym wzorem synt. będzie istniejący wzór 2 lub 3, przeto do jednego z nich robota zostanie zaklasyfikowana. W tym przypadku w ocenie pracochłonności roboty powstanie błąd równy połowie różnicy, tj. wynoszący 2,01 godz. na 1 dcm² powierzchni klasyfikowanej.

Jeśli następnie zważymy, że powierzchnią klasyfikowaną będzie każdorazowo 1 dcm² (wynika on z rozmiarów zdjęć lotniczych i 60% pokrycia w szeregu), to błąd jednej oceny pracochłonności wynosić będzie 2,01 g.

Tablica 5

Przykład obliczenia **norm czasu** dla opracowań sytuacyjnych 1 : 20 000 ze zdjęć 1 : 20 000 na A5

W obliczeniu zostały uwzględnione następujące czynniki:

- 1) z I-ej gr. — $[t_{123}]$, a zatem bez t_1 (za zastrzeżenie sytuacji)
- 2) z II „ gr. — strona fotograficzna negatywów *normalna* — 1,0
- 3) z III „ gr. — „czytelność sytuacji odczytanej” — t_{III} dla współcz. 1,1 — 1,0 i 0,9
- 4) z IV „ gr. — dla terenów o deniwelacjach wg wzorów warstwicznych.

Nr. nor- my	Wzór syt.	Dla współcz. 1.1 „czytelność synt. odczytanej”							Dla współcz. 1.0 „czytelność synt. odczytanej”							Dla współcz. 0.9 „czytelność synt. odczytanej”										
		Czas główny				Czasz inne 0,4 × (5)	Norma czasu dla terenów o deniw. wg wzorów warst- wicznych			Czas główny				Czasz inne 0,4 × (12)	Norma czasu dla terenów o deniw. wg wzorów warstwicznych			Czas główny				Czasz inne 0,4 × (19)	Norma czasu dla terenów o deniw. wg wzorów warstwicznych			
		[t ₁₂₃]	t _{III} =	razem 3 + 4	1, 2, 5		3, 4	6, 7	[t ₁₂₃]	t _{III} =	razem 10 + 11	1, 2, 5	3, 4		6, 7	[t ₁₂₃]	t _{III} =	razem 17 + 18	1, 2, 5	3, 4	6, 7					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23				
FO6-Z	5	4,701	4,895	9,596	3,838	13,43	15,44	17,46	4,701	4,450	9,151	3,660	12,81	14,75	16,68	4,701	4,005	8,706	3,482	12,19	14,02	15,85				
Z	4	3,734	3,887	7,621	3,048	10,67	12,27	13,87	3,734	3,534	7,268	2,907	10,18	11,71	13,23	3,734	3,181	6,915	2,766	9,68	11,13	12,58				
Z	3	2,667	2,769	5,436	2,174	7,61	8,75	9,89	2,667	2,517	5,184	2,074	7,25	8,34	9,43	2,667	2,265	4,932	1,973	6,91	7,95	8,98				
Z	2	1,384	1,430	2,814	1,126	3,94	4,53	5,12	1,384	1,300	2,684	1,074	3,76	4,32	4,89	1,384	1,170	2,554	1,022	3,58	4,12	4,65				
Z	1	0,633	0,641	1,274	0,510	1,78	2,05	2,31	0,633	0,583	1,216	0,484	1,70	1,96	2,21	0,633	0,525	1,158	0,463	1,62	1,86	2,11				
						w godz/1dcm ²									w godz/1 dcm ²									w godz/1 dcm ²		
gdzie t _{III} =1,1 [t ₁₂]									=1,0 [t ₁₂]									=0,9 [t ₁₂]								

Przebieg obliczeń:

Obliczenia przeprowadzone zostały dla trzech wariantów (1,1 1,0 i 0,9) w jednakowy sposób.

W przypadku wariantu 1,1 (kol. 3—9) przebieg był następujący:

- kol. 3 zawiera dane wzięte z tablicy 2 — są to sumy pierwszych trzech czasów I-ej grupy czynników,
- kol. 4 zawiera czasy przewidziane na odczytanie zdjęcia lotniczego przez obserwatora na A5. W danym przypadku czas na odczytanie przyjęto w wysokości równej 1,1 $[t_{12}]$ gdzie wartość $[t_{12}]$ oznacza czasy pracy efektywnej dla odpowiednich wzorów sytuacyjnych, wzięte również z tablicy 2.
- kol. 6 zawiera wszystkie czasy inne, których odpowiednie wartości przeliczone zostały wg zależności: kol. 6 = $0,4 \times$ kol. 5, zgodnie z uwagami na ten temat na str. 24.
- kol. 7 zawiera typowe normy czasu odpowiednich wzorów sytuacyjnych. Typowe — gdyż normy te odnoszą się jednocześnie do wzorów warstwicznych 1, 2, 5 (patrz str. 8 i 21). Kol. 7 = kol. 5 + kol. 6 z dokładnością do 0,01 godz.
- kol. 8 = kol. 7 przemnożona przez 1,15 (patrz str. 21 i 22)
- kol. 9 = kol. 7 „ „ 1,30 (patrz str. 21 i 22) } z dokładnością do 0,01 godz.

Fragment katalogu norm dla opracowań sytuacyjnych w skali 1:20 000
ze zdjęć 1:20 000

Nr normy	Wzór sytuacyjny	Współcz. „czytel. sytuacji odczyt.”	Norma czasu dla terenów o deniwelacji wg wzorów warstwicowych		
			1, 2, 5	3 i 4	6 i 7
1	2	3	4	5	6
F06-Z	5	1,1			17,46
		1,0			16,68
		0,9			15,85
		1,1		15,44	
		1,0		14,75	
		0,9		14,02	
		1,1	13,43		
		1,0	12,81		
	0,9	12,19			
	4	1,1			13,87
		1,0			13,23
		0,9			12,58
		1,1		12,27	
		1,0		11,71	
		0,9		11,13	
		1,1	10,67		
		1,0	10,18		
	0,9	9,68			
	3	1,1			9,89
		1,0			9,43
		0,9			8,98
		1,1		8,75	
		1,0		8,34	
		0,9		7,95	
1,1		7,61			
1,0		7,25			
0,9	6,91				
2	1,1			5,12	
	1,0			4,89	
	0,9			4,65	
	1,1		4,53		
	1,0		4,32		
	0,9		4,12		
	1,1	3,94			
	1,0	3,75			
0,9	3,58				
1	1,1			2,31	
	1,0			2,21	
	0,9			2,11	
	1,1		2,05		
	1,0		1,96		
	0,9		1,86		
	1,1	1,78			
	1,0	1,70			
0,9	1,62				
w godz. na 1 dcm².					

Uwaga 1. W przypadku opracowywania negatywów nienormalnych pod względem fotograficznym wszystkie normy czasu należy przemnożyć przez współczynnik 1,25.

W innym przypadku, gdy klasyfikacja odbywać się będzie między wzorem 3 i 4, to odpowiedni błąd wyniesie 1,68 godz. A ponieważ dane zestawienie norm czasu i wzorów uznane zostało za przypadek pospolity, przeto słusznie będzie przyjąć jako błąd średni w ocenie pracochłonności 1,60 godz./ dcm^2 (co stanowi jednocześnie wartość średniej arytmetycznej wszystkich wartości ostatniej kolumny zestawienia).

Gdybyśmy mieli wszystkie „ $\frac{1}{2}$ różnice“ jednakowej wielkości, a nie zmieniające się tak jak w naszym przypadku, to należałoby przyjąć jako wartość najprawdopodobniejszą błędu średniego oceny pracochłonności 0,7 ($\frac{1}{2}$ różnicy). Praktycznie weźmy wartość $\pm 1,60$ godz./ dcm^2 .

Uwzględniając z kolei, że: 1) przeciętna ilość opracowywanej powierzchni przez obserwatora równa się 16 dcm^3 na 1 miesiąc, a zatem miesięczny błąd sumaryczny wynosi $\pm 1,60 \cdot \sqrt{16} = \pm 6,4$ godz. oraz że 2) obserwator osiąga 240 normogodzin w miesiącu, to będziemy mogli twierdzić, że na 240 normogodzin przypada $\pm 6,4$ godz. błędu, co stanowi 2,7% błędu w ustaleniu normogodzin, jak i w wynagrodzeniu miesięcznym pracownika.

Ten wynik w postaci procentu (2,7) mówi nam, że i poszczególne normy czasu wykazane w katalogu nie powinny być z większą dokładnością wyprowadzone jak 2,7%. Asekurując się na wszelkie inne przypadki, gdyż analizą był objęty mały fragment norm, można przyjąć dokładność norm katalogowych na 1,5%.

Wobec powyższego wypada sprawdzić, który znak za przecinkiem norm czasu katalogu jest jeszcze potrzebny?

Tak np. dla 17,46—1,5% wynosi $\pm 0,26$ godz. max

„ 10,18 „ „ 0,15 godz.

„ 1,62 „ „ 0,02 godz. min.

Aby cały katalog wyglądał jednolicie i żeby był spełniony warunek krańcowy (wyrażony w trzecim wierszu), przy zachowaniu którego cel będzie osiągnięty, należy: normy czasu w katalogu wykazywać z drugim znakiem za przecinkiem. Wniosku tego nie należy jednak uogólniać, lecz tylko uznać go za słuszny dla przeanalizowanych wzorów sytuacyjnych.

Nawiązując do uwag poprzednio podanych warto podkreślić, że przy określonym wachlarzu robót, dokładność wyceny roboty zależy od ilości wzorów sytuacyjnych. Z drugiej jednak strony dowolne powiększenie ilości wzorów sytuacyjnych musi być ograniczone przez samą trudność wyceny określonej roboty „na oko“.

*Normy pochodne**

Założmy, że mamy ustalone normy pracy dla opracowań autogrametrycznych 10 000 z 10 000 lub 20 000 z 20 000. Jak już poprzednio wyjaśniono, oznacza to, że stereogram wykreślony na sekcji jest wiernym i bezpośrednim odzwierciedleniem modelu, utworzonego na autografie w stosunku 1 : 1. Podkreślone było również, że model ten to powierzchnia pracy obserwatora i z tej powierzchni należy sądzić o pracochłonności i stopniach trudności samej pracy. Po tej powierzchni obserwator przesuwa znaczek pomiarowy, bacząc, by stale dotykał terenu (modelu) oraz, przy kreśleniu sytuacji, by nie schodził z wykreślanej linii sytuacyjnej. Wychodząc z tego założenia ustalono podstawowe zasady obliczenia wynagrodzenia obserwatora za pracę (str. 59, 60). Zasady te pozostają słuszne bez względu na skalę zdjęć lotniczych tworzących model. Również i sprawność w przesuwaniu znaczka pomiarowego po modelu nie jest związana ze skalą zdjęć lotniczych.

Wspomniane opracowania, np. 20 000 z 20 000, skoro mają ustalone normy pracy, można potraktować jako wyjściowe do ustalenia norm pochodnych. Tak np. z norm 20 000 z 20 000 można wyprowadzić normy dla 20 000 z 15 000 lub 20 000 z 25 000. Należy to w ten sposób rozumieć, że ze zdjęć lotniczych w skali 1 : 15 000 lub 1 : 25 000 trzeba wykonać opracowanie w skali 1 : 20 000. Można tu wspomnieć, że nie chodzi w danym przypadku o ekonomię kosztów z punktu widzenia przedsiębiorstwa, lecz jedynie o wynagrodzenie wykonawcy. Wynagrodzenie to, w przypadku prac 1 : 1 (jakimi są 10 000 z 10 000 lub 20 000 z 20 000) jak i różnych od tego stosunku, powinny być oparte na tej samej zasadzie. Aby tę zasadę utrzymać, należy wyprowadzić normy dla prac 20 000 z 15 000 i 20 000 z 25 000 z posiadanych już norm 20 000 z 20 000. Oczywiście, skoro normy wyjściowe (20 000 z 20 000) były ustalone dobrze, to i normy pochodne będą również dobre. Momentem usprawiedliwiającym tego rodzaju postępowanie jest to, że we wszystkich trzech przypadkach (wyjściowym i dwóch pochodnych) chodzi o ocenę pracy, wykonanej w jednej skali opracowania (w naszym przypadku 1 : 20 000).

Nieco innym zagadnieniem od powyższego byłoby porównywanie między sobą dwóch opracowań wykonanych w różnych skalach, np. 1 : 10 000 i 1 : 20 000. Tu różnica leżałaby przede wszystkim w pewnej generalizacji sytuacji, wynikającej z różnych skal opracowania mapy. Jeśli między jedną skalą mapy a drugą nie występują szczegóły różnie generalizowane, to i porównanie norm pracy może być dokonane w całej rozciągłości.

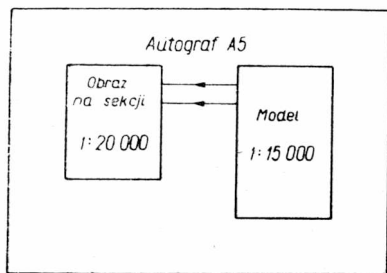
* W tym rozdziale, ze względu na większą zręczność operowania skrótem w pisaniu, zastosowano następujące uproszczenia, dotyczące skal. I tak zamiast pisać 1 : 10 000 z 1 : 10 000, pisano 10 000 z 10 000 itp.

W tym ostatnim przypadku można będzie również opierając się na jednej normie pracy (traktując ją jako wyjściową), ustalić drugą normę, uważając ją jako pochodną normy pierwszej. Ta okoliczność pozwala z dużym powodzeniem na porównywanie norm pracy np. 10 000 z 10 000 z normami pracy 20 000 z 20 000 o ile były ustalone odrębnie, ale w oparciu o identycznie pracochłonne wzory sytuacyjne. Różnice w porównaniach tych norm mogą być niewielkie; duże — będą wskazywały na istniejące w normach błędy.

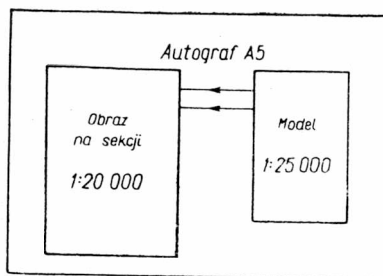
Wracając do postawionego zagadnienia norm 20 000 z 15 000 i 20 000 z 25 000, należy ponadto zwrócić uwagę, że zbytnia rozpiętość skal zdjęć lotniczych (tu 1 : 15 000 i 1 : 25 000) musi być również ograniczona. O granicach tych będzie decydowała czytelność zdjęcia lotniczego i to tylko w skali drobniejszej (1 : 25 000). Druga granica (1 : 15 000) łączy się z ekonomią pracy z zwiększonymi kosztami opracowania lotniczego, polowego i kameralnego.

Aby zagadnienie norm pochodnych rozwiązać, należy sobie zdać sprawę z tego, jakie stosunki zachodzą między modelem w autografie a jego obrazem na sekcji mapy, oraz w jaki sposób można ocenić pracę obserwatora.

Niech rys. 4 i 5 oznaczają symbolicznie stosunki między modelem a jego obrazem na sekcji.



Rys. 4



Rys. 5

Rys. 4 wyraża, że model w skali zdjęć lotniczych 1 : 15 000, o powierzchni prostokąta prawego daje na sekcji mapy powierzchnię wielkości prostokąta lewego. Pod słowem „daje“ należy również rozumieć to, że kreślenie w ołówku obrazu modelu na sekcji mapy zachodzi jednocześnie z przesuwaniem znacznika pomiarowego po modelu, czyli że są to czynności jednoczesne. Model ten daje powierzchniowo mniejszy prostokąt. Wszystkie szczegóły sytuacyjne będą pomniejszone w stosunku do swego oryginału, to jest w stosunku do powierzchni pracy obserwatora. Pomniejszenie liniowe będzie w stosunku 15 : 20 = 3 : 4, czyli: w s p ó ł c z y n n i k

pomniejszenia liniowego wynosi 0,75. Aby zatem móc sądzić, jakiemu wzorowi sytuacyjnemu odpowiada model (powierzchnia pracy obserwatora), należy wszystkie wzory sytuacyjne, odpowiadające opracowaniom 20 000 z 20 000 pomniejszyć liniowo o współczynnik 0,75. Ten nowy komplet wzorów (sytuacyjnych lub warstwicowych) będzie służył do oceny stopnia trudności samego modelu poprzez sekcję mapy. I to będzie pierwsza czynność, zmierzająca do oceny pracy obserwatora: ocena stopnia trudności modelu poprzez sekcję mapy.

Drugą czynnością będzie pomiar i wyrażenie w dcm² powierzchni opracowanego obrazu na sekcji mapy. (Jednostką wyrobu jest powierzchnia, wyrażona w dcm². Ta właśnie jednostka, dcm² czy km², potrzebna będzie jednocześnie do sprawozdawczości z wykonania planów produkcyjnych przez odpowiedni wydział produkcyjny). Ze względu na to, że i w tym przypadku należy ocenić ilość pracy dokonanej przez obserwatora w powiązaniu jej z modelem, jako powierzchnią pracy bezpośredniej, trzeba będzie przeliczyć w odniesieniu do modelu jej pochłonność.

Istotą tego postępowania jest przyporządkowanie powierzchni obrazu, to jest powierzchni pomierzonej na sekcji, odpowiedniej wartości normy pracy. Jednostką powierzchni obrazu musi być 1 dcm² jako jednostka wyrobu potrzebna do przeliczenia wynagrodzenia obserwatora.

Skoro został oceniony stopień trudności modelu wg wzorów i znane są wartości norm wyjściowych (20 000 z 20 000) dla tych wzorów, to można będzie w sposób prosty przyporządkować 1 dcm² obrazu odpowiednie wartości norm.

Technicznie całe zagadnienie sprowadza się do przemnożenia przez współczynnik powierzchniowy norm wyjściowych, aby otrzymać normy pochodne. W danym przypadku, tj. dla opracowań 20 000 z 15 000 współczynnik ten wynosi: $\left(\frac{20}{15}\right)^2 = (1,3 \dots)^2 = 1,78$. Przemnożeniu będą podlegały normy czasu, a to dlatego, że ze stosunkowo większej powierzchni modelu otrzymuje się obraz mniejszy, oraz aby pokryć powierzchnię sekcji należy przepracować więcej modeli 1 : 15 000.

Cały rachunek norm czasu można ująć w dwu tablicach.

Tablica 7 zawiera dane wyjściowe, w których oprócz zróżnicowania sytuacyjnego istnieje zróżnicowanie warstwicowe. Tablica ta podaje normy w odniesieniu do 1 dcm² modelu. Odpowiadająca mu powierzchnia obrazu wynosić będzie:

$$\frac{1}{(1,3 \dots)^2} = \frac{1}{1,78} = 0,562 \text{ dcm}^2.$$

Tablica 7

Powierzchnia		Wzór warst- wi- cowy	Norma czasu na 1 dcm² dla wzoru sytuacyjnego Nr				
obrazu	modelu						
w dcm²			1	2	3	4	5
			w godzinach				
0.562	1	1 i 2	1,70	3,76	7,25	10,18	12,83
		3 i 4	1,96	4,32	8,34	11,71	14,75
		6 i 7	2,21	4,89	9,43	13,23	16,68

$\times 1,78 \dots \times 1,78 \dots$ mnożnik $\dots \times 1,78$.

Po przemnożeniu otrzymujemy tablicę 8:

Tablica 8

Powierzchnia		Wzór warst- wi- cowy	Norma czasu na 1 dcm ² dla wzoru sytuacyjnego Nr				
obrazu	modelu						
w dcm ²			1	2	3	4	5
		w godzinach					
1	1.78	1 i 2	3,03	6,69	12,91	18,12	22,84
		3 i 4	3,49	7,69	14,85	20,84	26,26
		6 i 7	3,93	8,70	16,79	23,55	29,69

Tablica ostatnia różni się od poprzedniej tym, że 1 dcm² powierzchni odnosi się do obrazu a nie do modelu, jak było w poprzedniej tablicy. W związku z tym i normy czasu w tablicy ostatniej odniesione zostały do jednostkowej powierzchni obrazu czyli sekcji mapy.

W ten sposób otrzymaliśmy wszystkie potrzebne dane odnośnie do elementów katalogu norm pracy do obliczenia normogodzin pracy obserwatora na A5 w przypadku opracowywania mapy 1 : 20 000 ze zdjęć lotniczych wykonanych w skali 1 : 15 000.

Pozostaje jeszcze obliczyć w analogiczny sposób podobne dane dla przypadku 20 000 z 25 000 i do tego przypadku odnosi się rys. 6.

Bez szczegółowego uzasadnienia, jak to było przeprowadzone dla opracowań 20 000 z 15 000, podane zostaną obliczenia w skrócie:

1. Wzory wyjściowe (20 000 z 20 000) należy powiększyć liniowo o współczynnik powiększenia liniowego $\left(\frac{25}{20}\right) = 1,25$, aby na ich podstawie móc ustalać stopień trudności opracowań 20 000 z 25 000. I wówczas ocenę modelu dokonuje się poprzez sekcję na podstawie powiększonych wyjściowych wzorów (sytuacyjnych bądź warstwicowych).

2. Współczynnik powierzchniowy wynosi: $\left(\frac{20}{25}\right)^2 = 0,8^2 = 0,64$. Przez ten współczynnik (0,64) należy pomnożyć wyjściowe normy czasu (20 000

z 20 000), aby otrzymać pochodne normy czasu (20 000 z 25 000). I następnie 1 dcm² modelu odpowiada $\frac{1}{0,64} = 1,56$ dcm² obrazowi na sekcji mapy.

Tablica 9

Powierzchnia		Wzór warst- wi- cowy	Norma czasu na 1 dcm ² dla wzoru sytuacyjnego Nr				
obrazu	modelu						
w dcm ²			1	2	3	4	5
		w godzinach					
1,56	1	1 i 2	1,70	3,76	7,25	10,18	12,83
		3 i 4	1,96	4,32	8,34	11,71	14,75
		6 i 7	2,21	4,89	9,43	13,23	16,68

$\times 0,64 \dots \times 0,64 \dots$ mnożnik $\dots \times 0,64$.

Tablica 10

Powierzchnia		Wzór warst- wi- cowy	Norma czasu na 1 dcm ² dla wzoru sytuacyjnego Nr				
obrazu	modelu						
w dcm ²			1	2	3	4	5
			w godzinach				
1	0,64	1 i 2	1,09	2,41	4,64	6,52	8,21
		3 i 4	1,25	2,76	5,34	7,49	9,44
		6 i 7	1,41	3,13	6,04	8,47	10,68

W ten sposób otrzymaliśmy dla opracowań autogrametrycznych 20 000 z 25 000 wszystkie potrzebne dane odnośnie elementów katalogu norm pracy.

Na tym można uważać zagadnienie norm pochodnych za wyczerpane.

*

W celu wyczerpania postawionego tematu, należy jeszcze chociaż po-
krótko przedstawić analizę opracowań warstwicowych na A5.

Analiza ta jest dużo prostsza od poprzedniej, gdyż i sama technika kreś-
lenia warstwicy jest prostsza. Tak np. obserwator przy prowadzeniu warst-
wic ogranicza się tylko do dwóch ruchów x i y, przy których tarcza nożna
pozostaje w spoczynku. Tu również zbędne będą odczytane zdjęcia lot-
nicze. Inaczej również przedstawia się sprawa prowadzenia warstwicy przez
teren zalesiony. To zalesienie terenów, gdy jest rzadkie i widać dno lasu
— jest nawet momentem ułatwiającym prowadzenie warstwicy; gdy jest
gęste i nie widać dna lasu jest momentem uniemożliwiającym kreślenie
warstwicy, a w każdym razie dokładność takiej warstwicy obniża się po-
ważnie.

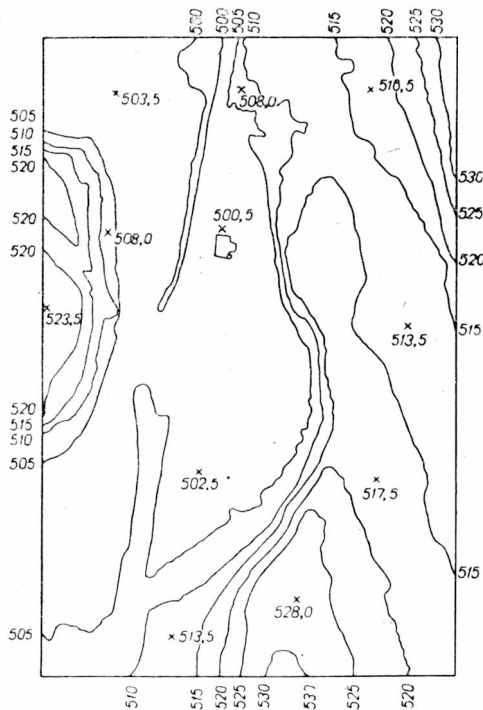
Przy kreśleniu (prowadzeniu) warstwic największe trudności mogą występować na obszarach dużych łąk i pastwisk przy słabej jakości fotograficznej negatywów, gdyż partie te mogą posiadać mało odfotografowanych szczegółów sytuacyjnych, co osłabia plastykę modelu.

Na stopień trudności wzoru warstwiczowego będą się składały:

1. długość wykreślanej warstwicy, bez względu na zmienność jej kierunku,

2. jakość fotograficzna negatywów, z którą łączy się plastyka modelu.

U w a g a. Plastyka modelu, związana z wielkością bazy zdjęć lotniczych tworzących model, jest sprawą odrębną w tym zagadnieniu i nie musi być brana pod uwagę, gdyż wszystkie zdjęcia lotnicze, przeznaczone do opracowań stereoskopowych, niezależnie od ich skali mają 60% pokrycia. Stąd też opracowania np. 10 000 z 10 000 i 20 000 z 20 000 różnią się jedynie długością linii warstwicznych na jednostkę powierzchni przy tych samych cięciach warstwicznych.



Rys. 6

którego negatywy należało uznać za normalne pod względem jakości fotograficznej.

Załączony rys. 6 przedstawia układ warstwic kreślonych na próbę czasu.

Sprawa ruchów wolnych (str. 60) jest zupełnie drugorzędna, gdyż niezależnie od wzoru warstwiczowego ogólna długość ruchów wolnych, przy dwukierunkowym określeniu warstwic, nie może przekraczać połowy wartości obwodu modelu, czyli $7 + 18 = 25$ cm (przy zdjęciach lotniczych 18×18 cm i 60% pokrycia w szeregu).

Kolumna 3 tablicy 11 podaje dla siedmiu wzorów warstwicznych (str. 81) ogólne długości linii warstwicznych w cm na 1 dm^2 powierzchni wzoru dla opracowań 20 000 z 20 000.

W celu ustalenia sprawności kreślenia dowolnej linii warstwicznej przeprowadzona została próba na czas opracowania pewnego stereogramu,

Próba ta dała wyniki następujące: 183 cm długości linii warstwicznych plus 11 punktów wysokościowych, rozproszonych na całym stereogramie, w czasie 53 minuty. Powierzchnia modelu 1,85 dcm².

Owe 11 punktów wysokościowych można potraktować jako sprawdzenie wykonanej roboty względnie jako potrzebne punkty charakterystyczne terenu. Sprawność prowadzenia warstwiec po modelu wypadła według rachunku:

$$183 \text{ cm} - (53 \text{ min}) = 3180 \text{ sek.}$$

$$\frac{1 \text{ cm}}{183} = \frac{?}{3180}$$

stąd

$$\text{sprawność } \chi = \frac{3180}{183} = 17,4 \text{ sek/1 cm.}$$

Dla przypomnienia można tę sprawność porównać ze sprawnością prowadzenia linii sytuacyjnej: 20 sek/1 cm (str. 11).

Zmierzając do ustalenia norm czasu dla opracowań warstwicznych, należy dalej postępować analogicznie jak przy wyprowadzaniu norm na sytuację. I tak, opierając się na tablicy 4, przy postawieniu tych samych stosunków czasowych, przyjmiemy ten sam mnożnik 0,4, który będzie potrzebny do wyprowadzenia „czasów innych“ na podstawie czasu głównego. Całe wyprowadzenie norm opracowania warstwicowego zostało ujęte w tablicy 11.

Przykład obliczenia norm czasu dla opracowań warstwicznych 1 : 20 000 ze zdjęć 1 : 20 000 na A5.

W obliczeniu zostały uwzględnione następujące czynniki:

1. długość wykreślonej warstwy według odpowiednich wzorów warstwicznych,
2. jakość fotograficzna negatywów — normalna = 1,0.

Tablica 11

Nr normy	Wzór warstwicy	Długość linii warstw. w cm/dcm ²	Sprawność w cm/sek	Czas główny		Czasy inne	Norma czasu
				w sek.	w godz.	w godz.	
1	2	3	4	5	6	7	8
	1	84	17.4	1462	0,406	0,162	0,57
	2	176		3062	0,851	0,340	1,19
	3	320		5568	1,547	0,619	2,17
	4	500		8700	2,416	0,966	3,38
	5	416		7238	2,011	0,804	2,81
	6	952		16565	4,602	1,841	6,44
	7	2000		34800	9,667	3,867	13,53

Ostatnia kolumna tablicy 11 wskazuje na złe dobranie stopni trudności wzorów warstwicznych. Wzór nr 5 nie znajduje się na swoim miejscu.

Pracochłonności wzorów nie tworzą postępu arytmetycznego, a szczególnie wzory 4, 6 i 7, które tworzą raczej postęp geometryczny. Będzie to miało duży, ujemny wpływ na dokładność oceny ewent. robót zbliżonych do tych wzorów.

Przy opracowaniu tej analizy, zasadniczo zostały poruszone wszystkie osobliwe momenty, wpływające na sposób ustalenia i wysokość normy pracy dla opracowań autogrametrycznych na A5 z uwzględnieniem wyłącznie pracy obserwatora.

Należy przypuszczać, że opierając się na tej analizie, którą można nazwać naukowo-techniczną, można będzie w przyszłości wprowadzić pewne poprawki, szczególnie w stosunku do przyjętych różnorodnych sprawności pracy. W każdym razie analiza ta może w dużym stopniu spopularyzować temat, tak od strony norm, jak i techniki pracy na przyrządach stereoskopowych.

РЕЗЮМЕ

В системе оплаты труда, опирающейся на премирование или на сдельщину, необходимо иметь правильно разработанные нормы выработки, позволяющие устанавливать высоту вознаграждения за работу, в зависимости от количества выполненных нормо-единиц.

Всякому установлению норм выработки должен предшествовать полный научный анализ всех факторов, влияющих на производительность труда.

В настоящей статье проведен анализ этих факторов при выполнении действия вычерчивания контуров и горизонталей на автографе А5 (фирмы Вильд).

В частности анализу подверглось составление брульона карты в масштабе 1 : 20 000 в карандаше на основе аэроснимков, выполненных в масштабе 1 : 20 000 (или в масштабе 1 : 15 000 и 1 : 25 000).

В процессе проведенного анализа открыто постоянство отношения между длиной рабочего движения (длиной контурной линии) и длиной свободного движения при вычерчивании контуров на автографе А5. Отношение это выражается числом четыре и независимо от категории трудности образца.

Выводу норм выработки предшествовал хронометраж работы при вычерчивании горизонталей. По данным хронометража установлено, что производительность вычерчивания горизонталей можно принять равную 17,4 сек/1 см линии: при этом эту производительность надо отождествлять с производительностью ведения измерительной марки по сторомодели а не карандаша по планшету.

Опираясь на различные образцы контуров и горизонталей (рис. 1 и 2), а также на установленную производительность вычерчивания контурных линий и горизонталей, можно было вывести нормы выработки (табл. 6 и 11), учитывающие категории трудности принятых образцов.

RÉSUMÉ

Dans le système de paiement du travail basé sur le principe soit de primes, soit de travail à la tâche proprement dit, il est nécessaire de posséder des normes de travail bien élaborées. Ces normes de travail (tables) doivent déterminer le montant de paiement du travail selon le nombre des unités exécutées de travail.

En principe, chaque détermination d'une norme de travail doit être précédée par une analyse scientifique de tous les facteurs qui exercent une influence sur la productivité du travail.

Dans cet article l'auteur fait l'analyse de ces facteurs pour une opération de dessin des situations et des courbes de niveau au moyen de l'autographe A5 de la maison Henri Wild.

En particulier on a fait une analyse des élaborations au crayon des cartes en échelle 1 : 20000 reproduites d'après les aérophotogrammes de la même échelle 1 : 20000 (ainsi que d'après les aérophotogrammes 1 : 15000 et éventuellement 1 : 25000).

Au cours de l'analyse on a découvert une relation constante entre les longueurs des mouvements de travail (longueurs des lignes de situation) et les longueurs des mouvements libres pendant une opération de dessin au moyen de l'autographe A5. Cette relation s'exprime par le nombre „quatre“ et elle est indépendante du degré de difficulté du modèle.

La détermination des normes de travail fut précédée par une chronométrie de l'opération du dessin des courbes de niveau.

Il résulte de cette chronométrie que le rendement de l'opération du dessin des courbes de niveau est égal à 17.4 secondes pour 1 cm de ligne. Mais il faut remarquer que ce rendement doit être identifié avec le rendement de l'opération de conduite d'un marque de mesure sur le modèle stéréoscopique et non avec le rendement de l'opération de conduite d'un crayon sur un segment de la carte.

En se basant sur quelques modèles concernant la situation et les courbes de niveau (dessin 1 et 2) ainsi que sur un rendement fixé des opérations du dessin des lignes de la situation et des courbes de niveau, on a déterminé des normes de temps (tables 6 et 11) qui prennent en considération le degré de difficulté des ces modèles.

Komunikaty Komitetu Geodezji Polskiej Akademii Nauk

ZEBRANIE PLENARNE KOMITETU GEODEZJI PAN

W dniu 11 listopada 1954 r. odbyło się kwartalne zwyczajne plenarne posiedzenie Komitetu Geodezji PAN.

Na posiedzeniu tym rozpatrzono szczegółowo plan prac naukowo-badawczych katedr geodezyjnych wyższych uczelni technicznych w Polsce, nadesłany do zaopiniowania przez Ministerstwo Szkolnictwa Wyższego. W r. 1955 plan obejmuje działalność naukowo-badawczą 25 katedr geodezyjnych, w tym 12 katedr na Wydziale Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej i Wydziale Geodezji Górniczej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie oraz 13 katedr na innych wydziałach (niegeodezyjnych) wyższych uczelni technicznych. Plan na rok 1955 obejmuje tematy ze wszystkich dziedzin geodezji i kartografii, włączając również geodezyjne urządzenia terenów rolnych i leśnych.

Ponadto Komitet omówił na posiedzeniu plenarnym wiele spraw bieżących, związanych z organizacją badań naukowych w zakresie geodezji i kartografii, zatrzymując się dłużej nad zagadnieniem organizacji państwowej służby czasu.

ZEBRANIE NAUKOWE KOMITETU GEODEZJI PAN

Staraniem Komitetu Geodezji Polskiej Akademii Nauk w dniu 11 listopada 1954 r. w gmachu PAN odbyło się 4 zebranie naukowe geodetów, na którym członkowie delegacji PAN na V Kongres Międzynarodowej Unii Geodezyjno-Geograficznej w Rzymie przedstawili krótkie sprawozdanie z prac Asocjacji Geodezyjnej. Na zebraniu obecnych było około 100 osób reprezentujących wszystkie ośrodki geodezyjne w kraju.

Na X Kongres MUGG Polska Akademia Nauk delegowała: Michała Odlanickiego, Fryderyka Koebecke, Henryka Leśnioka oraz Ludwika Winiewicza. Prace Asocjacji Geodezyjnej podczas X Kongresu odbyły się w dniach 13—25 września 1954 r. w 5 sekcjach: triangulacji, niwelacji precyzyjnej, astronomii geodezyjnej, grawimetrii oraz geoidy.

Członkowie polskiej delegacji zapowiedzieli bardziej szczegółowe sprawozdanie, które ukaże się na łamach „Geodezji i Kartografii” w drugiej połowie 1955 roku.



SPIS TREŚCI

J. Różycki — Uwagi dotyczące uchwał IX Konferencji Międzynarodowej Unii Geodezyjnej i Geofizycznej w sprawie odwzorowania kartograficznego dla międzynarodowych prac geodezyjnych i map topograficznych	3
S. Hausbrandt — Metoda wyrównania grupowego Pranis-Praniewicza w ujęciu krakowianowym	35
S. Dmochowski — Normy pracy na autografach A5	53

СОДЕРЖАНИЕ

Я. Ружицки — Примечания к решениям IX Конференции Международного Геодезического и Геофизического Объединения по вопросу картографической проекции для целей международных геодезических работ и топографических карт	28
С. Гаусбрандт — Метод группового уравнивания Пранис-Праневича в матричном (краковянском) рассмотрении	50
С. Дмоховски — Нормы выработки на автографах А5	82

SOMMAIRE

J. Różycki — Les remarques concernant les résolutions de la IX-ième Conférence Internationale de l'Union Géodésique et Géophysique en ce qui concerne la représentation cartographique pour les travaux géodésiques internationaux et les cartes topographiques	31
S. Hausbrandt — La méthode de compensation de groupe de Pranis-Praniewicz en conception des cracoviens	51
S. Dmochowski — Normes de travail des autographes A5	82

Cena zł 10,—