

ZASTOSOWANIE AUTOMATYCZNYCH MASZYN LICZĄCYCH W INTERPRETACJI ZDJĘĆ GRAWIMETRYCZNYCH I MAGNETYCZNYCH

WIEKSZOŚĆ METOD LUB SPOSOBÓW służących do obliczania wyższych pochodnych, przeliczania anomalii na poziomy wyższe i niższe oraz służących do obliczania pól regionalnych i rezydualnych opiera się na zastosowaniu odpowiedniego wzoru i diagramu do mapy anomalii obserwowanych.

Proces otrzymywania z mapy anomalii obserwowanych tej czy innej wielkości polegający na zastosowaniu odpowiedniego wzoru i diagramu sprowadza się do czterech działań arytmetycznych, a więc do dodawania, odejmowania, mnożenia i dzielenia. Ponieważ każde dobrze wykonane zdjęcie grawimetryczne lub magnetyczne powinno być poddane interpretacji celem wysunięcia wniosków geologicznych, w związku z tym w miarę wzrostu ilości obserwacji polowych rośnie ilość materiału interpretowanego.

Nierzadko pracownice interpretacyjne otrzymują do opracowania tematy mające od kilku do kilkudziesięciu tysięcy punktów. W ten sposób ilość operacji arytmetycznych rośnie do tego stopnia, iż w pracowniach interpretacyjnych szereg osób całymi dniami, miesiącami zmuszona jest zajmować się jedynie odczytywaniem wartości z kół diagramów, ich mnożeniem, sumowaniem itp.

Wykonywanie tych żmudnych czynności przy użyciu jedynie ręcznych czy nawet elektrycznych arytmometrów staje się powodem hamowania postępu prac związanych z właściwą interpretacją materiału obserwowanego. Ponadto wykonywanie przez liczącego

jednostajnych czynności staje się powodem błędów w obliczeniach, które z kolei trudno uchwycić i w zasadzie operat może być sprawdzony przez powtórzenie wszystkich czynności obliczeniowych.

W niniejszej pracy pragnę zwrócić uwagę na pewne możliwości wykorzystania w celu interpretacji automatycznych maszyn liczących znajdujących się w kraju. Mam tu na myśli maszyny typu PARF-2, PARC, XYZ oraz zestaw maszyny statystycznej typu „Aritma”.

Dwie pierwsze maszyny są to automaty przekątnikowe, XYZ jest uniwersalną cyfrową maszyną elektryczną, zestaw „Aritma” jest przekątnikową maszyną statystyczną systemu kart dziurkowanych.

PIERWSZĄ PRACĘ NA TEMAT ZASTOSOWANIA automatycznych maszyn liczących do interpretacji zdjęć grawimetrycznych i magnetycznych opublikowali J.A. Sharpe i P. W. Fullerton (9). Autorzy tej pracy wskazują na możliwości zastosowania automatycznych maszyn liczących I.B.M. do następujących czynności: interpretacji ilościowej, obliczania pochodnych, przeliczania wartości anomalii na poziomy wyższe i niższe oraz do szeregu czynności typowych tylko dla interpretacji zdjęć magnetycznych, a więc np. do obliczania nie pomierzonych składowych pola magnetycznego Ziemi na podstawie mapy anomalii pomierzonej składowej.

Podany jest również przykład zastosowania maszyny I.B.M. w celu obliczenia rozkładu anomalii drugiej pochodnej pionowej na podstawie pomierzonych

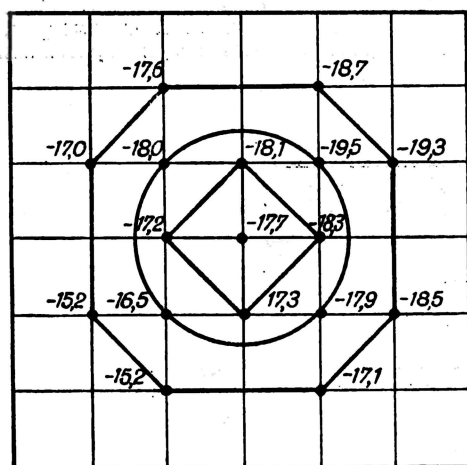
wartości anomalii magnetycznych składowej Z. Praca zawiera krótki opis programu ułożonego dla maszyny I.B.M. w wypadku, gdy do obliczeń używamy interpolowanej sieci trójkątów lub kwadratów. Program ten polega na przyjęciu kilku układów współrzędnych¹, w których maszyna wykonuje poszczególne operacje matematyczne. Całość operacji prowadzi do:

1) odczytania wartości w punkcie środkowym diagramu i wymnożenia go przez odpowiedni współczynnik,

2) odpowiedniego odczytania wartości leżących w odległości r_1 z sumowania ich i wymnożenia przez odpowiedni współczynnik,

3) tę samą czynność maszyna wykonuje dla dalszych promieni diagramu.

Czynności wymienione w punktach 1—3 nie są wykonywane w tej kolejności, w jakiej podano powyżej. Maszyna w odpowiedniej komórce swojej pamięci gromadzi przychodzące w różnym porządku iloczyny częściowe z poszczególnych okręgów. Gdy w pamięci maszyny zgromadzone są wszystkie informacje odnoszące się do danego punktu, maszyna wykonuje końcową czynność, sumuje wartości wymienione w punktach 1—3 i wybija obliczoną wartość pochodnej wraz ze współrzędną punktu, do którego ta wartość się odnosi.



$$\frac{\partial^2 g}{\partial z^2} = 17,6 g_0 + 1,6 \Sigma g(s) - 1,2 \Sigma g(s\sqrt{2}) - 2,4 \Sigma g(s\sqrt{5})$$

Ryc. 1. Rycina pomocnicza wskazująca na klasyczny sposób obliczania anomalii drugich pochodnych pionowych siły ciężkości na podstawie mapy wartości obserwowanych.

Czas obliczenia wartości pochodnej dla jednego punktu trwa od 15 do 45 sek. w zależności od typu urzędu I.B.M.

Omówiona praca jest pierwszą i zarazem najbardziej podstawową ze wszystkich, które dotychczas ukazały się w literaturze światowej, dlatego poświęciłem jej nieco więcej miejsca. Po niej pojawia się szereg prac, które rozszerzają krąg możliwości zastosowania automatycznych maszyn liczących do coraz nowych zagadnień związanych z interpretacją zdjęć grawimetrycznych i magnetycznych.

W roku 1953 W. Heiskanen (4) publikuje pracę na temat zastosowania elektronowych maszyn liczących do izostatycznych redukcji anomalii siły ciężkości.

Adaptacja redukcji izostatycznych na maszyny liczące dokonana została przez W. Heiskanena w ten sposób, iż rozkład mas kompensujących odpowiadał każdemu sektorowi Hayforda od A do II, zastąpiony został przez linię materialną, stąd nazwa tej metody — „Massline Method”.

¹ Ile i jakie, zależy od kształtu sieci interpretacyjnej oraz od użytego diagramu.

T. J. Kukkamäki (7) uściśla tę metodę, podając bardziej dokładne wzory służące do obliczania za pomocą maszyn elektronowych działania mas kompensujących jako linii materialnej. Z tymi dwiema pracami łączy się opracowanie M. H. P. Botta (2) dotyczące zastosowania maszyn elektronowych do obliczania poprawek topograficznych.

W roku 1954 S. M. Simpson (10) zastosował maszynę elektronową typu Whirlwind I w celu aproksymowania pola regionalnego siły ciężkości za pomocą układu krzywych wielomianu stopnia drugiego, trzeciego i czwartego oraz do sporządzania mapy rozkładu gęstości na podstawie znanego rozkładu anomalii rezydualnych.

Ten sam problem przez aproksymowanie pola regionalnego układem krzywych wielomianów ortogonalnych starali się rozwiązać C. H. G. Oldham i D. B. Sutherland (8), stosując maszynę elektronową typu Ferrut.

Następna praca z tego zakresu (6) ma charakter bardzo ogólny — wskazuje, jakie czynności w grawimetrii i magnetometrii mogą być wykonane przez maszyny elektronowe. Autor wymienia tu takie czynności jak: interpretacja sieci kwadratów, wyodrębnienie z obserwowanego pola anomalii lokalnych i regionalnych, przeliczanie anomalii na poziomy niższe itd. Ponadto zwraca uwagę na możliwości za-

Nr.p.	g ₀	Σg(s)	Σg(s√2)	Σg(s√5)	a-g ₀	bΣg(s)	cΣg(s√2)	dΣg(s√5)	δ ² g/δz ²
1	-17,7	-18,1	-19,5	-18,7					
		-18,3	-17,9	-19,3					
		-17,3	-16,5	-18,5					
		-17,2	-18,0	-17,1					
				-15,2					
				-15,2					
				-17,0					
				-17,6					
		-70,9	-71,9	-138,6	-311,5	-113,4	+86,3	+332,6	-6,0

Fig. 1. Auxiliary figure showing the classical method for calculating anomalies of second vertical derivatives of gravity using the map of observed values.

stosowania maszyn w celu wprowadzenia różnych poprawek do wartości obserwowanych anomalii siły ciężkości, np. do otrzymywania szeregu map przy zastosowaniu zmiennych gęstości powierzchniowych.

Podobny charakter nosi praca T. J. Bevana i P. W. Fullertona.

Z prac rosyjskich na ten temat znana mi jest tylko jedna (5), opisująca budowę urządzenia modelującego, zbudowanego specjalnie do obliczania pól regionalnych, lokalnych i wyższych pochodnych anomalii siły ciężkości. Wartości modelowanego pola grawitacyjnego lub magnetycznego przedstawione są jako napięcia odpowiednich punktów stołu obliczeniowego prądu stałego.

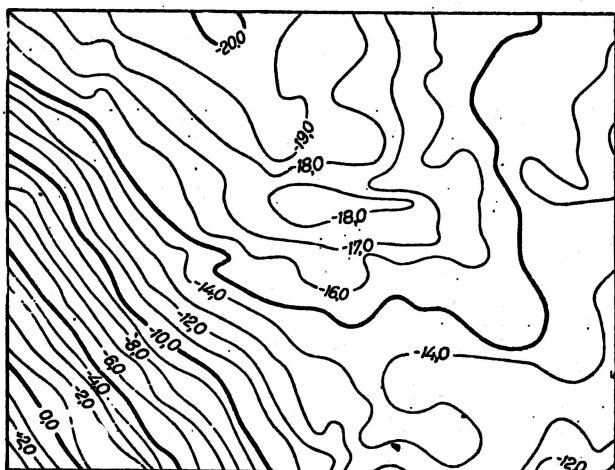
Wydałość tego urządzenia nie jest tak duża jak maszyny automatycznej, ale i koszt eksploatacji tego urządzenia jest znikomy.

ZWYKŁY SPOSÓB PROWADZENIA OBLICZEŃ PRZY INTERPRETACJI ZDJĘĆ GRAWIMETRYCZNYCH I MAGNETYCZNYCH

Zanim przejdę do omówienia wyników uzyskanych za pomocą maszyn liczących, pragnę przypomnieć, jak wygląda cykl obliczeniowy bez użycia ma-

szyn automatycznych, np. przy obliczaniu drugich pochodnych pionowych siły ciężkości. W zasadzie sprowadza się on do omówienia ryc. 1 i można go ująć w następujących punktach:

- 1) wyinterpolowanie sieci kwadratów,
- 2) wypisanie współrzędnych punktu środkowego diagramu,
- 3) odczytanie wartości w punkcie środkowym diagramu,
- 4) odczytanie wartości w czterech punktach pierwszego okręgu diagramu i ich zsumowanie,
- 5) odczytanie w czterech punktach drugiego okręgu diagramu i zsumowanie ich,
- 6) odczytanie w ośmiu punktach trzeciego koła diagramu i zsumowanie ich,
- 7) wymnożenie wartości wymienionej w p. 3 przez współcz. W_0 ,
- 8) wymnożenie wartości wymienionej w p. 4 przez współcz. W_1 ,
- 9) wymnożenie wartości wymienionej w p. 5 przez współcz. W_2 ,
- 10) wymnożenie wartości wymienionej w p. 6 przez współcz. W_3 ,
- 11) zsumowanie iloczynów wymienionych w punktach 7—10. Wszystkie te czynności ujęte są w tabelę, która zamieszczona jest również na ryc. 1.



Ryc. 2. Anomalie siły ciężkości w red. Bouguera. Do interpretacji tego zdjęcia zastosowano częściową automatyzację obliczeń za pomocą maszyny PARF-2.

Fig. 2. Bouguer gravity anomalies. For the interpretation of this photo the partial automation of computation was applied using the PARF-2 digital computer.

Jak już było wspomniane, pracownicy biur interpretacyjnych są zmuszeni powtarzać cykl obliczeniowy ujęty w punktach od 2 do 11 godziną po godzinie, dzień po dniu, miesiąc po miesiącu. Poprawa w tym zakresie może nastąpić poprzez zautomatyzowanie obliczeń związanych z interpretacją zdjęć grawimetrycznych i magnetycznych. Automatyzację rachunku można przeprowadzić dwojako:

- 1) przez tzw. częściową automatyzację rachunku, polegającą na zastosowaniu maszyn liczących dla wykonania czynności wymienionych w punktach 7—11.
- 2) przez tzw. całkowitą automatyzację rachunku, pod którą rozumiem wykonywanie wszystkich czynności wymienionych w 2—11 przez automat liczący.

CZĘŚCIOWA AUTOMATYZACJA OBLICZEŃ

Nie trudno zauważyć, iż prawie wszystkie wzory służące do obliczania wyższych pochodnych oraz wzory służące do przeliczania anomalii na poziomy wyższe i niższe dają się zapisać jako iloczyny dwóch krakowianów jednokolumnowych. Dla przykładu: ogólną postać wzorów służących do obliczania drugich pochodnych pionowych siły ciężkości

można przedstawić w formie iloczynu krakowianów:

$$P'' = C/S^3 \begin{Bmatrix} W_0 \\ W_1 \\ W_2 \\ W_3 \\ \vdots \\ \vdots \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} G_0 \\ G_1 \\ G_2 \\ G_3 \\ \vdots \\ \vdots \end{Bmatrix} \quad (1)$$

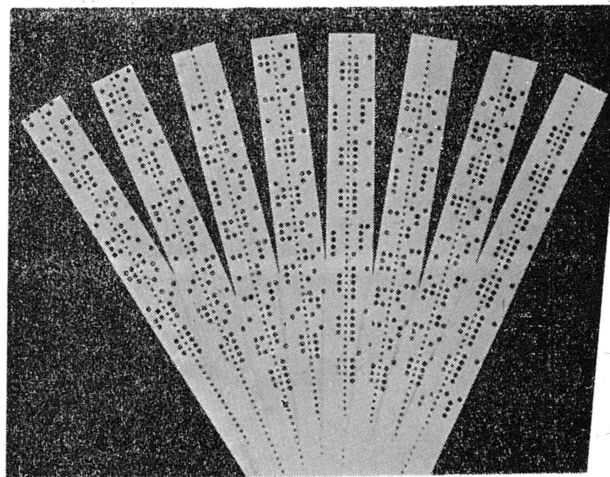
gdzie P'' = oznacza drugą pochodną pionową siły ciężkości

G_0 = jest wartością anomalii siły ciężkości w punkcie środkowym diagramu

$G_1, G_2, G_3, \dots$ — są sumami anomalii z okręgów 1, 2, 3...

$W_0, W_1, W_2, W_3, \dots$ — są współczynnikami

C — jest również współczynnikiem, a S jest jednostką sieci kwadratów.



Ryc. 3. Taśma dziurkowana z maszyny PARF-2 odpowiadająca liczbom odnoszącym się do interpretowanych punktów grawimetrycznych (Fot. J. Janik).

Fig. 3. Punched type of PARF-2 computer corresponding to the figures of interpreted gravimetric points. Phot. J. Janik.

Wzór (1) może przyjąć jeszcze prostszą formę, jeżeli wprowadzimy:

$$C/S^3 W_0 = K_0; \quad C/S^3 W_1 = K_1; \quad C/S^3 W_2 = K_2$$

wtedy:

$$P'' = \begin{Bmatrix} K_0 \\ K_1 \\ K_2 \\ K_3 \\ \vdots \\ \vdots \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} G_0 \\ G_1 \\ G_2 \\ G_3 \\ \vdots \\ \vdots \end{Bmatrix} \quad (2)$$

Podobnie wszelkie wzory służące do przeliczenia anomalii z poziomu przyjętego za zerowy „w górę” dają się sprowadzić do iloczynu dwu krakowianów jednokolumnowych:

$$G^{+Z} = \begin{Bmatrix} M_0 \\ M_1 \\ M_2 \\ M_3 \\ M_4 \\ \vdots \\ \vdots \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} G_0 \\ G_1 \\ G_2 \\ G_3 \\ G_4 \\ \vdots \\ \vdots \end{Bmatrix} \quad (3)$$

gdzie: $G+Z$ — jest wartością anomalii przeliczoną na wysokość Z . $M_0, M_1, M_2 \dots$ są odpowiednimi współczynnikami.

Ogólny wzór służący do przeliczania anomalii „w dół” różni się tylko współczynnikami w stosunku do wzoru (3).

Oznaczmy je $N_0, N_1, N_2 \dots$, wtedy:

$$G+Z = \begin{Bmatrix} N_0 \\ N_1 \\ N_2 \\ N_3 \\ N_4 \\ \vdots \\ \vdots \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} G_0 \\ G_1 \\ G_2 \\ G_3 \\ G_4 \\ \vdots \\ \vdots \end{Bmatrix} \quad (4)$$

Dysponując wzorami (2), (3), (4) łatwo zauważyć, że jeżeli dla wybranego punktu chcemy obliczyć wartości: P'' , $G+Z$, $G-Z$, to najłatwiej to uczynić mnożąc przez siebie następujące krakowiany:

$$\begin{Bmatrix} K_0 & M_0 & N_0 \\ K_1 & M_1 & N_1 \\ K_2 & M_2 & N_2 \\ K_3 & M_3 & N_3 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} G_0 \\ G_1 \\ G_2 \\ G_3 \\ G_4 \\ \vdots \\ \vdots \end{Bmatrix} \quad (5)$$

Jeżeli interesuje nas rozkład wartości P'' , $G+Z$, $G-Z$ oraz innych wielkości na określonym obszarze, to wtedy mamy do czynienia z wielokolumnowym krakowianem G . Proces obliczania w tym przypadku daje się zapisać w sposób następujący:

$$\begin{Bmatrix} K_0 & M_0 & N_0 & \dots \\ K_1 & M_1 & N_1 & \dots \\ K_2 & M_2 & N_2 & \dots \\ K_3 & M_3 & N_3 & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} G_0 & G'_0 & G''_0 & \dots & G^n_0 \\ G_1 & G'_1 & G''_1 & \dots & G^n_1 \\ G_2 & G'_2 & G''_2 & \dots & G^n_2 \\ G_3 & G'_3 & G''_3 & \dots & G^n_3 \\ G_4 & G'_4 & G''_4 & \dots & G^n_4 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{Bmatrix} \quad (6)$$

gdzie przez G' , $G'' \dots G^n$ oznaczono sumy anomalii dla punktów na mapie o numerze kolejnym 2, 3 ... n.

Jeżeli wykonamy mnożenie krakowianów (6), to jako wynik otrzymujemy tabelę:

$$\begin{Bmatrix} P'_1 & G^{+Z}_1 & G^{-Z}_1 \\ P'_2 & G^{+Z}_2 & G^{-Z}_2 \\ P'_3 & G^{+Z}_3 & G^{-Z}_3 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots \end{Bmatrix} \quad (7)$$

Widać z niej, że pierwsza kolumna podaje nam obliczone wartości drugiej pochodnej dla punktów 1, 2, 3, ..., n, druga wartości anomalii przeliczone na wysokość Z i trzecia wartości anomalii przeliczone („obniżone”) na poziom $-Z$.

Podany powyżej sposób zastosowaliśmy praktycznie do interpretacji zdjęcia grawimetrycznego przedsta-

wionego na ryc. 2. Dla interpretacji tego zdjęcia rozbudowaliśmy krakowian współczynników do ośmiu kolumn, każda z nich zawierała odpowiednie współczynniki dla obliczenia:

$$1) \frac{\partial g}{\partial z} \text{ wzorem Baranova}$$

$$2) \frac{\partial g}{\partial z^2} \text{ wzorem I Elkinsa}$$

$$3) \frac{\partial g}{\partial z^4} \text{ wzorem Petersa}$$

$$4) \text{ „obniżenia” na } -h = 1,5 \text{ km wzorem Trejo}$$

$$5) \text{ „podwyższenia” na } +h = 1,5 \text{ km wzorem Petersa}$$

$$6) \text{ „podwyższenia” na } +2h = 3,0 \text{ km wzorem Petersa}$$

$$7) \text{ anomalii regionalnych z okręgu o promieniu 5 km}$$

$$8) \text{ anomalii regionalnych metodą Egyeda}$$

Obszar, dla którego przeprowadziliśmy obliczenia (ryc. 2), zawierał 336 punktów, dla których można było obliczyć poszczególne wielkości, stąd krakowian G zawierał 336 kolumn składających się z elementów G_0 do G_7 .

ZASTOSOWANIE MASZYN PRZEKAŹNIKOWEJ PARF 2

Tak przygotowany operat przekazany został do Katedry Geodezji Wyższej i Obliczeń Geodezyjnych AGH dysponującej maszyną liczącą PARF-2. Przy użyciu tej maszyny i przy odpowiednim ustawieniu rachunku uzyskujemy 100% pewności wyniku, która bez użycia maszyny osiągalna jest przez powtarzne przeliczenie wszystkich punktów. Obecnie w Katedrze Geodezji Wyższej i Obliczeń Geodezyjnych kończy się montaż nowej przekąźnikowej maszyny liczącej PARC. Ma ona posiadać oprócz innych udogodnień dużą sprawność liczenia. Jeżeli maszyna ta spełni pokładane w niej nadzieje, to zastosowanie jej do nakreślonego programu częściowej automatyzacji obliczeń związanych z interpretacją zdjęć grawimetrycznych przyniesie skrócenie czasu obliczeń 4–6 razy.

Na ryc. 3 przedstawione są odcinki taśmy dziurkowanej odpowiadające kolumnom krakowianu G przy użyciu w obliczeniach maszyny PARF-2.

ZASTOSOWANIE UNIWERSALNEJ ELEKTRONOWEJ MASZYNY CYFROWEJ XYZ

Zastosowanie maszyny XYZ² w celu częściowej automatyzacji obliczeń związanych z interpretacją zdjęć grawimetrycznych przy wykorzystaniu podanych powyżej wzorów przynosi dopiero poważny sukces ekonomiczny. Maszyna ta wykonuje teoretycznie około 1000 operacji arytmetycznych i logicznych w ciągu sekundy, lecz praktycznie zapewnia ona co najmniej 10-krotne skrócenie czasu obliczeń w porównaniu do wprawnego rachmistrza.

Maszynę XYZ zastosowaliśmy w celu obliczenia inwersów krakowianów współczynników związanych z tak zwaną metodą krakowianową aproksymowania pola regionalnego siły ciężkości (3).

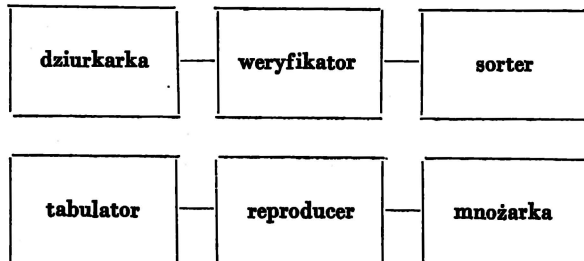
Na ryc. 4 przedstawione są karty dziurkowane, które zastępują (odpowiadają) pierwszą kolumnę inwersu 20×20 przy aproksymowaniu pola regionalnego układem krzywych wielomianu stopnia trzeciego.

Wyniki otrzymane przez zastosowanie częściowej automatyzacji obliczeń do interpretacji zdjęcia grawimetrycznego przedstawionego na ryc. 2 uwidocznione są na ryc. 5.

² Maszyna XYZ (Biuro Obliczeń i Programów ZPDM, Warszawa) może być z powodzeniem użyta również do całkowitej automatyzacji obliczeń grawimetrycznych, prace te znajdują się w toku.

CAŁKOWITA AUTOMATYZACJA OBLICZEŃ

Próbe całkowitej automatyzacji obliczeń związanych z interpretacją zdjęć grawimetrycznych przeprowadziliśmy, stosując zestaw statystycznej maszyny przekątnikowej systemu kart dziurkowanych typu „Aritma” produkcji czechosłowackiej. Zestaw ten składał się z elementów przedstawionych na ryc. 6.



Ryc. 6. Schemat blokowy zestawu: przekątnikowej maszyny statystycznej systemu kart dziurkowanych typu „Aritma”.

Fig. 6. Block scheme of relay statistic computer of „Aritma” — type punched card system. This set was used for full automation of computations for the interpretation of gravimeter and magnetic surveys.

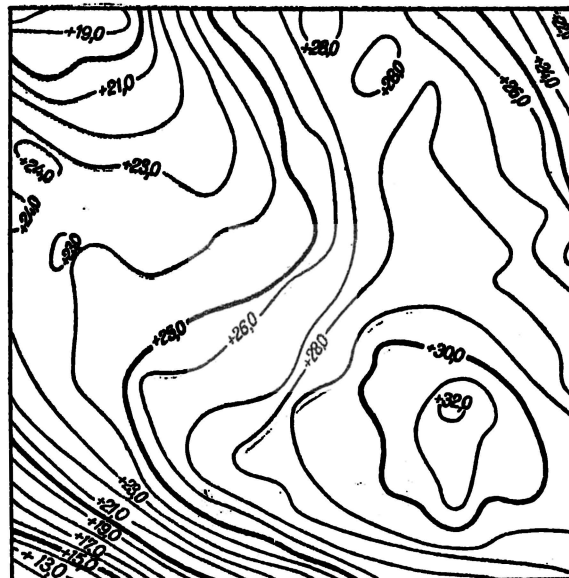
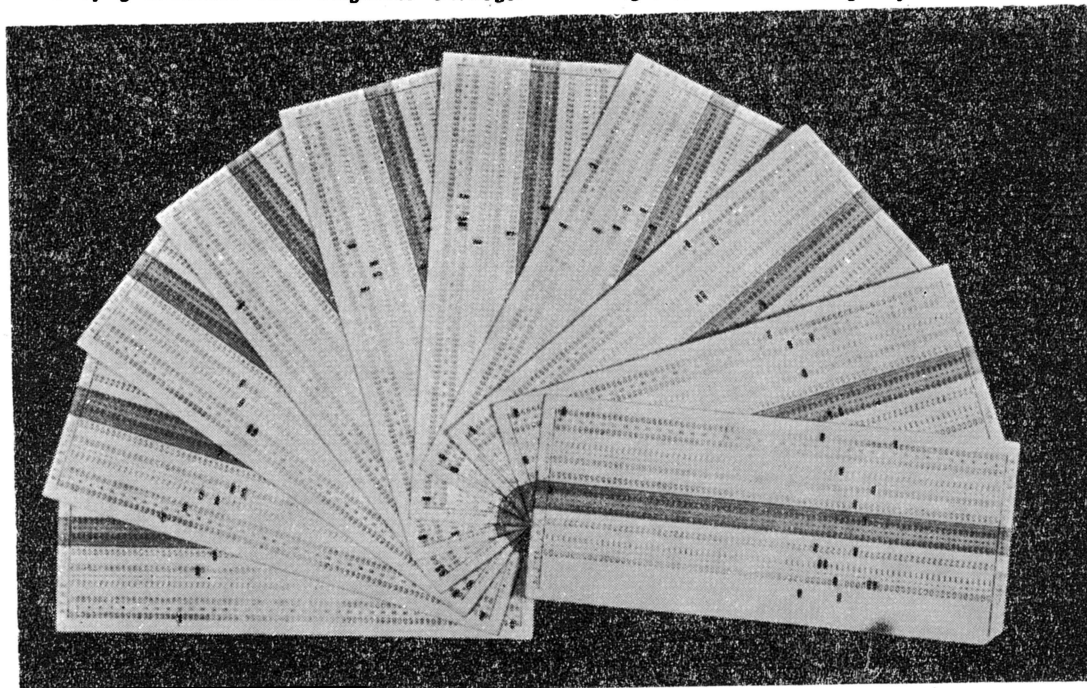


Fig. 7. Bouguer gravity anomalies.

Ryc. 7. Anomalie siły ciężkości w red. Bouguera.



Ryc. 4. Karty dziurkowane z uniwersalnej cyfrowej maszyny elektronicznej XYZ, użyte do aproksymowania pola regionalnego siły ciężkości układem krzywych wielomianu stopnia trzeciego za pomocą tzw. metody krakowianowej. (Fot. J. Janik).

Fig. 4. Punched cards of universal electronic digital computer XYZ, applied for approximation of the regional field of gravity by means of system of third-degree polynomials curves, using so-called Cracovian method. Phot. J. Janik.

Poniżej podany jest krótki opis zastosowania tego zestawu do obliczenia rozkładu drugiej pochodnej siły ciężkości na podstawie zdjęcia grawimetrycznego z ryc. 7.

Program obliczeń polegający na ustaleniu odpowiedniej kolejności poszczególnych czynności oraz ustawieniu zespołu maszyn dla programu obliczenia drugich pochodnych wykonali G. Kudelski i J. Kordylewski.

Program polegał na mnożeniu przez stały czynnik i dodawaniu do siebie dwóch wartości z tego samego okręgu¹ leżących na osi x-ów lub y-ów i ciąglego

presortowania kart. Uruchomiono również odpowiedni program kontroli całego rachunku. Program ten dla zainteresowanych od strony matematycznej problemem interpretacji za pomocą maszyn ukazuje się we wspólnej publikacji w jednym z czasopism matematycznych.

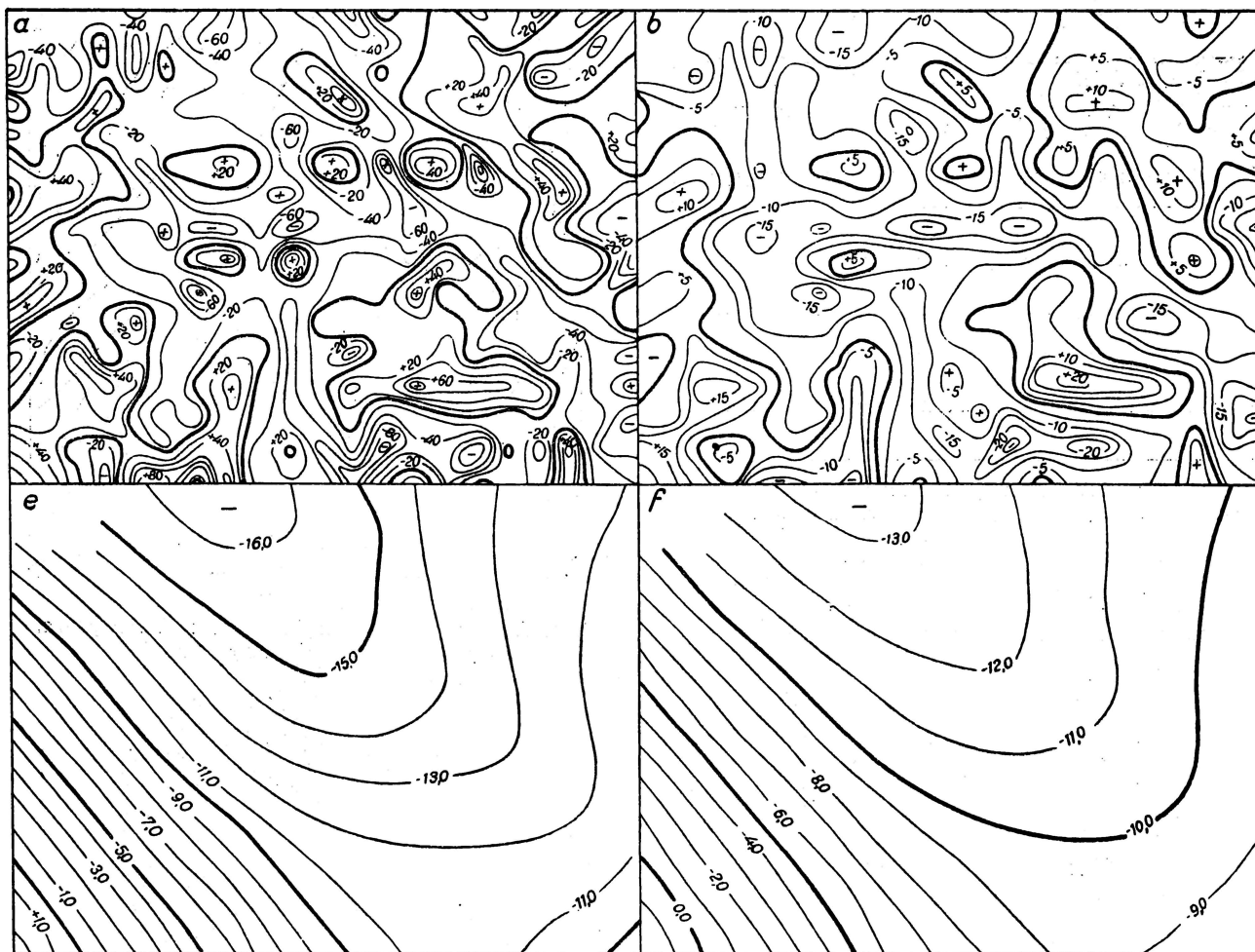
Obliczenie rozkładu drugich pochodnych pionowych siły ciężkości, posługując się zestawem typu „Aritma”, daje się zamknąć w następującym cyklu:

1) dziurkujemy na kartach współrzędne punktu,

dla którego chcemy obliczyć $\frac{\partial g}{\partial z^2}$ oraz wartość

anomalii w tym punkcie. Dane odnoszące się do jednego punktu dziurkujemy na odrębnej karcie;

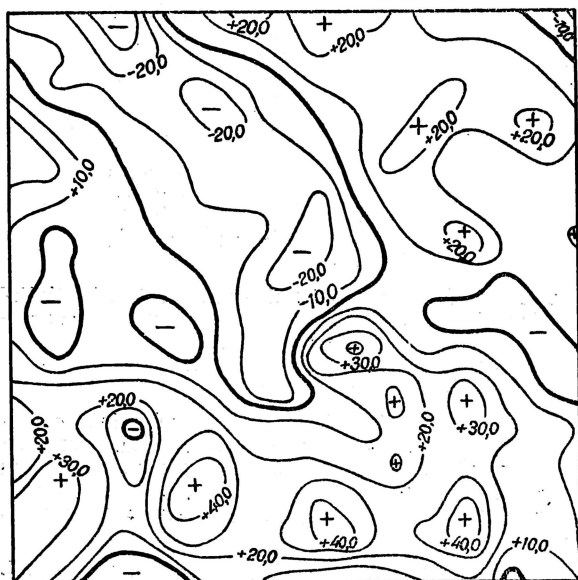
¹ Program ten zastępuje w pewnym sensie diagram przedstawiony na ryc. 1. Zastąpiony on jest ciągiem automatycznych czynności, przy pomocy których maszyna odczytuje wartości anomalii w odpowiednich punktach diagramu w kolejności przewidzianej programem



2) wydrukowane karty weryfikujemy w weryfikatorze w celu sprawdzenia, czy w trakcie dziurkowania nie popełniono jakichś omyłek;

Ryc. 5. Wyniki przedstawione na ryc. od a do h otrzymano prawie równocześnie przez zastosowanie częściowej automatyzacji obliczeń przy pomocy maszyny liczącej PARF-2.

a — anomalie gradientu pionowego siły ciężkości (Baranow — 1956), b — anomalie drugiej pochodnej pionowej siły ciężkości (Elkins), c — anomalie czwartej pochodnej pionowej siły ciężkości (Peters), d — anomalie siły ciężkości przeliczone na poziom $-1,5$ km (Trejo), e — anomalie siły ciężkości przeliczone na poziom $+1,5$ km (Peters), f — anomalie siły ciężkości przeliczone na poziom $+3,0$ km (Peters), g — anomalie regionalne siły ciężkości obliczone przy użyciu diagramu o promieniu 5 km, h — anomalie regionalne siły ciężkości obliczone metodą Egyeda



Ryc. 9. Anomalie drugiej pochodnej pionowej siły ciężkości (Elkins I) otrzymane wskutek całkowitej automatyzacji rachunku za pomocą zestawu maszyn automatycznych typu „Aritma”.

Fig. 9. Anomalies of second vertical derivative of gravity (Elkins I) were obtained using the full automation of computations by means of automatic „Aritma” — type digital computer.

3) tak sprawdzone karty wędnują do sortera, gdzie są przesortowane w zależności od ułożonego programu liczenia;

4) z sortera przechodzą do mnożarki, w której jak sama nazwa mówi, wykonywane są odpowiednie mnożenia nanoszone na odpowiednich kartach w formie dziurek (ryc. 8 — na pierwszej stronie okładki) — jedna karta odpowiada jednemu punktowi;

5) w reproducerze wykonywane są czynności przenoszenia informacji z jednych kart na drugie;

6) w tabulatorze następuje sumowanie wyników częściowych i wybijanie ostatecznych wyników na tabulogramach.

Całość operacji wymienionych w pkt. 1—6 przy obliczeniu drugiej pochodnej pionowej dla jednego punktu trwa 1—2 minut.

Górna granica — 2 minuty ma miejsce tylko wówczas, gdy obliczenia przeprowadzane są dla co najmniej kilkuset punktów jednocześnie. Już przy kilku tysiącach punktów czas ten skraca się do jednej minuty. Na ryc. 9 przedstawiony jest wynik zastosowania maszyny typu „Aritma” do obliczenia rozkładu anomalii drugich pochodnych na podstawie zdjęcia grawimetrycznego z ryc. 7.

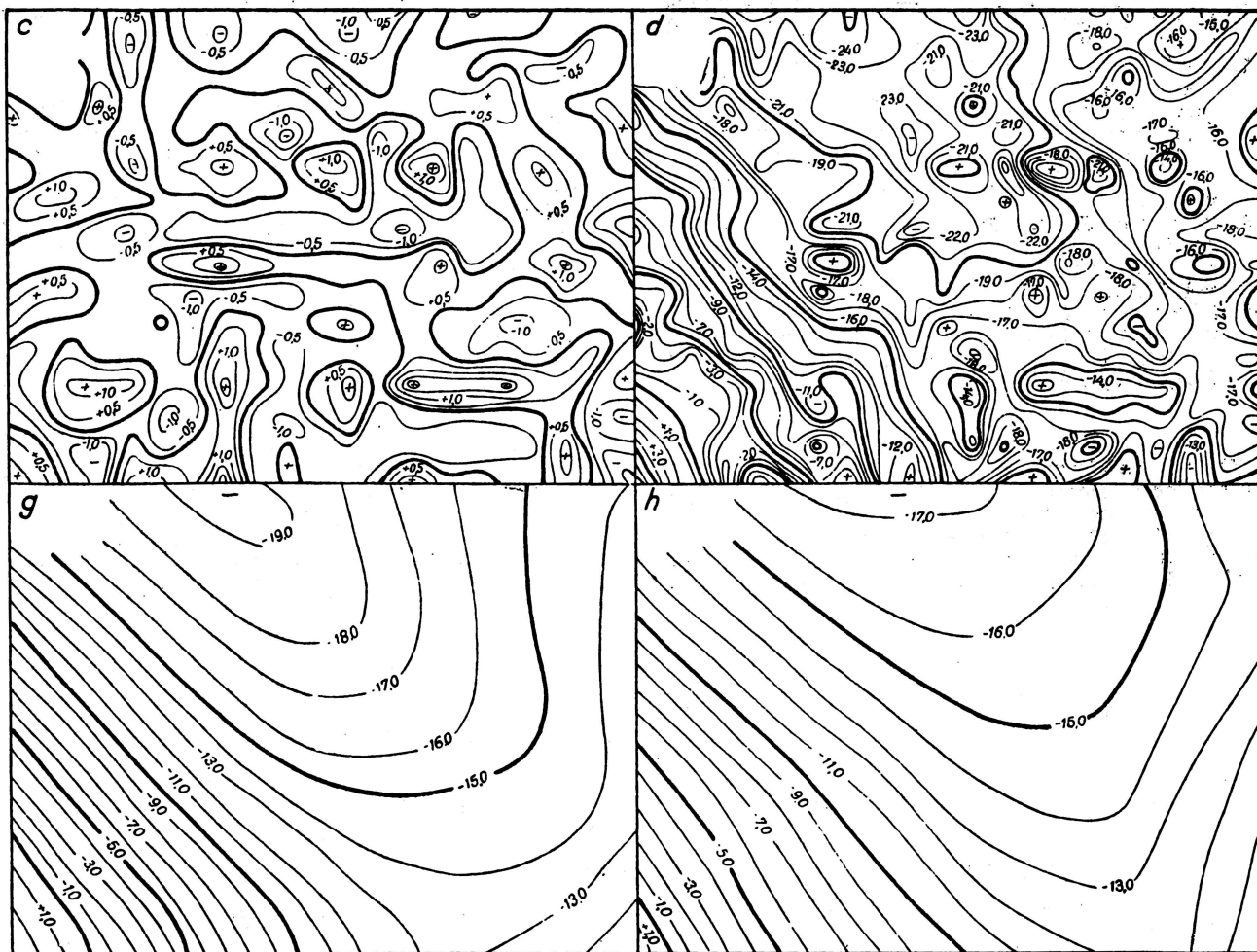


Fig. 5. Results shown in figure are being obtained almost simultaneously using the partial automation of computation by means of PARF-2 digital computer.

a — anomalies of vertical gravity gradient (Baranow 1956), b — anomaly of second vertical derivative of gravity (Elkins), c — anomalies of fourth vertical derivative of gravity (Peters), d — gravity anomalies calculated for horizon — 1,5 km (Trejo), e — gravity anomalies calculated for horizon + 1,5 km (Peters), f — gravity anomalies calculated for horizon + 3 km (Peters), g — regional anomalies of gravity calculated using the 5 km radius diagram, h — regional anomalies of gravity calculated by Egyed method

WNIOSKI KOŃCOWE

Na podstawie dokonanych prób z zastosowaniem automatycznych maszyn liczących do interpretacji zdjęć grawimetrycznych i magnetycznych można już wysnuć następujące wnioski.

1. Automatyzacja procesów obliczeniowych w omawianym zakresie może być dokonana dwójako:

a) przez częściową automatyzację obliczeń polegającą na wykorzystaniu wzorów (6) i (7) oraz automatycznych urządzeń liczących,

b) przez całkowitą automatyzację obliczeń przy użyciu automatów tej klasy co uniwersalna maszyna elektronowa XYZ lub zestaw maszyn statystycznej systemu kart dziurkowanych typu „Aritma”.

Należy tu jeszcze nadmienić, że oba sposoby są prawie równorzędne w naszych warunkach ekonomicznych. Przez wprowadzenie częściowej automatyzacji przy dobrym ustawieniu rachunku można uzyskać wyniki podobne jak i przy całkowitej automatyzacji.

2. Zastosowanie automatycznych maszyn liczących wysokiej klasy skraca czas obliczeń przeciętnie 4–8 razy, podnosi jakość opracowań przez wyeliminowa-

nie pomyłek w obliczeniach. Ponadto stwarza możliwość jednoczesnego otrzymywania wielu wariantów interpretacyjnych. To ostatnie jest szczególnie ważne, gdy chodzi o przesłanie końcowych wyników interpretacji w zależności od zmiany lub zmienności takiego czy innego parametru wchodzącego w grę w obliczeniach.

Użycie maszyn stwarza możliwości zastosowania nowych, bardzo precyzyjnych metod interpretacyjnych, których użycie bez zaplecza maszynowego jest niemożliwe.

Zastosowanie maszyn tej klasy co XYZ lub „Aritma” obniża koszt przeciętnego opracowania minimum o 50%.

LITERATURA

1. Bevan T. J., Fullerton P. W. — Digital Computers Can Help Geophysicists. „World Oil” 1957, nr 145/4.
2. Bott M. H. P. — The Use of Electronic Digital Computers for the Evaluation of Gravimetric Terrain Corrections. „Geophysical Prospecting” 1959, nr 1. vol. VII.
3. Fajkiewicz Z. — The Use Cracovian Computation in Estimating the Regional Gravity. „Geophysics” 1959, nr 3, vol. XXIV.
4. Heiskanen W. — Isostatic reductions of the Gravity Anomalies by the Aid of High Speed Computing Machines. „Publ. Isostatic Inst. I.A.G.” 1953, nr 28.
5. Kłuszin I. G., Nikolskij T. — Rozdzielenie grawitacyjnego pola na regionalnego i lokalnego składających się z pomocą szeregów szeregu ustroju. „Praktyczna Geofizyka” 1959, wyp. 22.

6. Kogbetliantz E. G. — Electronic Computers Aid Geophysical Interpreters. „The Oil and Gas Journal” 1956, nr 67, vol. 54.
7. Kukkamäki T. J. — Gravimetric Predictions with Electronic Computers. „Publ. Inst. I.A.G.” 1955, nr 30.
8. Oldham C. H. G., Sutherland D. B. — Orthogonal Polynomials: their Use in Estimating the Regional Effect. „Geophysics” 1955, nr 2, vol. 20.
9. Sharpe J. A., Fullerton P. W. — An Application of Punched Card Methods in Geophysical Interpretation. „Geophysics” 1952, nr 4, vol. XVIII.
10. Simpson S. M. — Least Squares polynomial fitting to Gravitational Data and Density Plotting by Digital Computers. „Geophysics” 1954, nr 2, vol. 19.

SUMMARY

The results of application of automatic digital computers for interpretation of gravimeter and magnetic surveys are presented.

Application of computers may be done in two ways: 1) by partial automation of computations using formulae (6—7) and digital computer, 2) by full auto-

mation of computations using the computers of such class as universal, electronic, digital computer XYZ or the set of statistical machines of „Aritma” — type punched card system.

The tests completed proved that the application of automatic digital computers of high class shortens 4—8 times the calculating time, raises the quality of elaborations, reduces about 50 per cent the costs of average elaboration and allows to introduce new precise methods of interpretation impossible if no machines of such class are applied.

РЕЗЮМЕ

В работе представлены результаты применения автоматических счётных машин при интерпретации гравиметрических и магнитических снимков.

Применение машин может совершаться двумя путями: 1) путём частичной автоматизации вычислений заключающейся в использовании формул (6) и (7), и счётных автоматов: 2) путём полной автоматизации вычислений, с применением машин класса универсальной счётной электронной машины УХЗ или агрегата статистической машины системы перфорированных карт, типа „Aritma”.