

JOANNA DWORAKOWSKA

528.27/084 : 681.3.004.14

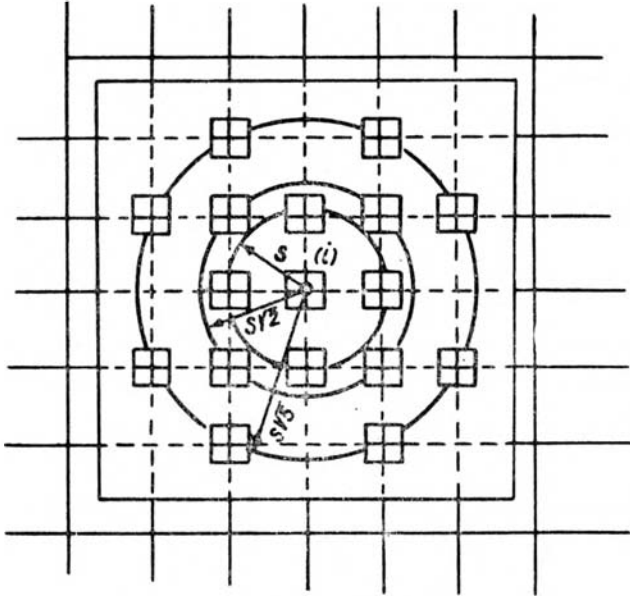
Prace badawcze w zakresie automatyzacji sporządzania katalogów i map grawimetrycznych

Duża pracochłonność sporządzania katalogów i map grawimetrycznych skłoniła Instytut Geologiczny do poszukiwania nowej metodyki i technologii sporządzania tych materiałów. W związku z tym Instytut Geologiczny zlecił Zakładowi Informatyki Geodezyjnej i Kartograficznej Instytutu Geodezji i Kartografii opracowanie metod i technologii sporządzania katalogów grawimetrycznych, map grawimetrycznych anomalii Bouguer'a w skali 1 : 50 000 oraz map anomalii regionalnych, resztkowych i gradientu pionowego.

Dotychczasowy, konwencjonalny sposób tworzenia grawimetrycznych materiałów pochodnych, w postaci katalogów i map grawimetrycznych, przebiegał następująco. Dane źródłowe stanowiły katalogi punktów półszczegółowych zdjęć grawimetrycznych oraz mapy topograficzne w skali 1 : 50 000 z naniesionymi położeniami punktów, na których wykonano zdjęcia grawimetryczne. Katalogi zawierały wysokości punktów grawimetrycznych i wartości przyspieszenia siły ciężkości. Dodatkowo uzupełniano je współrzędnymi geograficznymi punktów grawimetrycznych, odczytanymi graficznie za pomocą diagramów z map topograficznych w skali 1 : 50 000, oraz wartościami σ odczytanymi z map gęstości. Na podstawie tych danych obliczano „ręcznie” anomalie przyspieszenia siły ciężkości z uwzględnieniem redukcji Bouguer'a i Faye'a na punktach grawimetrycznych, a następnie tworzone mapę anomalii. Stanowiła ona podstawę opracowania map anomalii regionalnych, anomalii resztkowych i gradientu pionowego. Na mapę anomalii Bouguer'a z wyinterpolowanymi ręcznie izoliniami nakładano kalkę z wkreśloną siatką kwadratów o boku 1 km i ręcznie interpolowano wartości anomalii w narożach tej siatki. Wyinterpolowane w narożach wartości stanowiły podstawę obliczenia anomalii regionalnych, resztkowych i gradientu pionowego. W trakcie obliczeń posługiwano się diagramami kołowymi, pozwalającymi wybrać dla i -tego na-

roza siatki wartości w innych narożach, które to wartości podstawiano do odpowiednich wzorów. Diagram taki wyglądał jak na rysunku 1.

Tak więc, aby obliczyć wartość anomalii resztkowej, regionalnej i gradientu pionowego w jednym, i -tym, narożu, należało odczytać wartości anomalii Bouguer'a w siedemnastu narożach siatki kwadratów.



Rys. 1

Jak widać, taki proces wymagał dużego nakładu prac obliczeniowych, interpolacyjnych i kreślarskich, a ponadto trwał bardzo długo i stwarzał w wielu momentach możliwość popełniania błędów. Co prawda, przy wyznaczaniu współrzędnych φ , λ oraz tworzeniu katalogu anomalii Bouguer'a stosowano pracę „na dwie ręce”, lecz to znacznie przedłużało czas i podnosiło koszty opracowania.

Zakład Informatyki Geodezyjnej i Kartograficznej opracował nowe metody upraszczające i skracające proces opracowywania pochodnych materiałów grawimetrycznych. Proces obliczeniowy realizowany jest za pomocą czterech programów rodziny GAL, napisanych w języku ALGOL 1204:

1. **GALKAT** — program obliczania współrzędnych geograficznych, normalnego przyśpieszenia siły ciężkości, redukcji Faye'a, redukcji Bouguer'a, anomalii przyśpieszenia siły ciężkości na punktach grawimetrycznych.

2. **DRUK B** — program wyprowadzania tablicy *B*.

3. GALINT — program interpolacji anomalii przyspieszenia siły ciężkości w narożach siatki kwadratów.

4. GALANOM — program obliczania anomalii regionalnych, anomalii resztkowych i gradientu pionowego.

W numerycznym procesie opracowania katalogów i map grawimetrycznych wykorzystano następujące urządzenia:

- automatyczny koordynatograf KART 2,
- urządzenie OPTIMA, służące do kodowania na taśmach papierowych danych z pomiarów grawimetrycznych,
- elektroniczną maszynę cyfrową ODRA 1204 z pamięcią bębnową.

Wobec braku koordynatografu umożliwiającego automatyczne kreślenie izolinii, opracowanie objęło jedynie zagadnienie automatycznej rejestracji współrzędnych punktów grawimetrycznych oraz automatycznych procesów obliczeniowych.

Pierwszym etapem opracowania jest stworzenie katalogu punktów grawimetrycznych. Aby otrzymać taki katalog należy dla każdego punktu grawimetrycznego dysponować następującymi danymi:

- numerem,
- wysokością H nad poziomem morza (lub nad wybranym poziomem odniesienia),
- współrzędnymi geograficznymi,
- pomierzoną wartością przyspieszenia siły ciężkości g ,
- gęstością podłoża, na którym znajduje się punkt grawimetryczny.

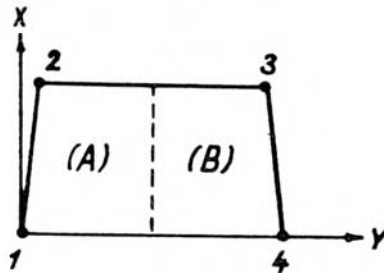
Wielkości g , H (dane z pomiaru w terenie) perforowane są według rosnącej numeracji punktów grawimetrycznych, co jest zgodne z uporządkowaniem ich w katalogu danych źródłowych. Jeśli dla któregoś z punktów umieszczonych w katalogu brak jest jednej z dwóch podstawowych informacji (wysokości lub przyspieszenia), to przy perforacji punkt taki jest pomijany.

W celu określenia współrzędnych geograficznych punktów grawimetrycznych mierzy się i automatycznie rejestruje na pięciokanałowej taśmie papierowej, za pomocą koordynatografu KART 2, ich współrzędne płaskie na mapie w skali 1 : 50 000, wyrażone w układzie lokalnym koordynatografu.

Poddany opracowaniu arkusz mapy składał się z dwóch części (A i B), na których uwidoczniono zasięgi obszarów o różnej gęstości σ . Pomiar i rejestrację współrzędnych wykonano oddzielnie dla każdej części arkusza, a dla danej części — oddzielnie dla każdego obszaru σ (kolejność pomiaru położenia punktów wewnątrz obszaru jednakowej gęstości jest dowolna). Zarejestrowane współrzędne płaskie punktów obu części arkusza transformuje się na jeden wspólny układ lokalny, którego oś y pokrywa się z dolną ramką arkusza mapy.

Następnie przelicza się współrzędne płaskie punktów po transformacji na współrzędne geograficzne φ , λ . Podstawę takiego przeliczenia stanowią:

- transformowane współrzędne płaskie punktów 1, 2, 3, 4,
- współrzędne geograficzne punktów 1, 2, 3, 4 odczytane z mapy,



Rys. 2

— transformowane współrzędne płaskie punktów grawimetrycznych. Gdyby siatka geograficzna w odwzorowaniu była siatką prostokątną, to współrzędne geograficzne i -tego punktu wyrażałyby się wzorami:

$$\varphi_i = \varphi_1 + \frac{x_i}{a},$$

$$\lambda_i = \lambda_1 + \frac{y_i}{b},$$

gdzie:

$$a = \frac{h}{df},$$

$$b = \frac{y_4}{dl},$$

$$df = (\varphi_2 - \varphi_1)',$$

$$dl = (\lambda_4 - \lambda_1)',$$

$$h = \frac{x_2 + x_3}{2}.$$

Ponieważ mapa wykonana jest w odwzorowaniu Gaussa-Krugera (walec w położeniu poprzecznym), występuje zagadnienie zbieżności południków i w związku z tym współrzędna y_i musi otrzymać poprawkę. Współrzędna y poprawiona wyraża się wzorem

$$y_i^{(p)} = y_i + \text{sign} \left(y_i - \frac{y_4}{2} \right) \cdot w \cdot x_i \cdot r,$$

$$\text{gdzie: } w = \text{abs} \left(\frac{y_i - \frac{y_4}{2}}{\frac{y_4}{2}} \right) = \left| \frac{y_i \cdot 2}{y_4} - 1 \right|;$$

$$r = \frac{y_2}{h}.$$

A więc obliczając współrzędną λ i -tego punktu należy korzystać ze wzoru

$$\lambda_i = \lambda_1 + \frac{y_i^{(p)}}{b}.$$

Na podstawie współrzędnych geograficznych, wysokości, gęstości i wartości przyspieszenia siły ciężkości oblicza się następujące elementy:

— redukcję Faye'a z wzoru

$$R_F = 0,3086 H \text{ [mg]};$$

— normalne przyspieszenie siły ciężkości z wzoru Helmerta z 1901 r.

$$\gamma_0 = 978030 (1 + 0,005302 \sin^2 \varphi - 0,000007 \sin^2 2\varphi) \text{ [mg]};$$

— anomalie przyspieszenia siły ciężkości z wzoru

$$A = g_0'' - \lambda_0 \text{ [mg]};$$

gdzie g_0'' — pomierzona i zredukowana do geoidy wartość przyspieszenia siły ciężkości. Zastosowano tu łączną redukcję Bouguer'a i Faye'a

$$R_B + R_F = (0,3086 - 0,0419\sigma) H \text{ [mg]}.$$

Dane wejściowe i elementy obliczone tworzą katalog punktów grawimetrycznych. Każdemu punktowi grawimetrycznemu w katalogu przyporządkowanych jest dziesięć wartości o następującym znaczeniu:

- 1 Nr — numer porządkowy punktu,
- 2 Nr p — numer punktu na mapie,
- 3 φ — szerokość geograficzna,
- 4 λ — długość geograficzna,
- 5 H — pomierzona rzędna punktu,
- 6 g — pomierzone przyspieszenie siły ciężkości,
- 7 sigma — gęstość,
- 8 R. Faye — redukcja Faye'a,
- 9 γ_0 — normalne przyspieszenia siły ciężkości,
- 10 $g_0'' - \gamma_0$ — anomalia przyspieszenia siły ciężkości.

Punkty grawimetryczne w katalogu uporządkowane są według rosnących wartości φ , co jest równoznaczne z uporządkowaniem ich według rosnących wartości γ_0 .

Katalog punktów grawimetrycznych powstały w wyniku działania programu GALKAT wyprowadzany jest przez perforator na ośmiokanałową taśmę papierową. Wyniki grupowane są w partie odpowiadające wielkością zadrukowaniu jednej strony arkusza formatu A4 (po 30 punktów na stronie). Po odczytaniu taśmy na urządzeniu OPTIMA otrzymujemy katalog punktów grawimetrycznych, którego fragment przedstawia tablica 1.

Tablica 1.

Strona 1		Pas....		Slup....				
Godlo.....	R. Faye	sigma	g	H	lambda	psi	Nr. p.	Nr.
2.13	+67.99	2.13	981 076.57	220.32	17 02.17	50 45.03	506	1
2.13	+63.28	2.13	981 087.20	205.06	17 04.05	50 45.07	501	2
2.13	+66.82	2.13	981 082.96	216.52	17 03.54	50 45.09	502	3
2.13	+69.24	2.13	981 078.11	224.36	17 02.93	50 45.09	504	4
2.13	+67.83	2.13	981 077.96	219.79	17 01.50	50 45.09	505	5
2.13	+68.93	2.13	981 079.68	223.35	17 02.28	50 45.22	503	6
2.13	+67.92	2.13	981 075.58	220.08	17 03.09	50 45.23	507	7
2.13	+65.12	2.13	981 086.79	211.01	17 04.97	50 45.25	500	8
2.13	+66.45	2.13	981 080.99	215.34	17 01.08	50 45.53	495	9
2.13	+67.20	2.13	981 082.49	217.75	17 04.66	50 45.59	496	10
2.13	+65.19	2.13	981 084.89	211.23	17 05.18	50 45.62	497	11
2.13	+65.00	2.13	981 079.81	210.62	17 01.83	50 45.63	477	12
2.13	+65.88	2.13	981 085.35	213.49	17 04.10	50 45.65	498	13
2.14	+64.25	2.14	981 108.65	208.20	16 51.83	50 45.86	883	14
2.14	+73.96	2.14	981 098.85	239.65	16 50.92	50 45.92	1548	15
2.14	+74.73	2.14	981 099.03	242.15	16 51.03	50 46.09	1547	16
2.14	+66.74	2.14	981 106.54	216.26	16 51.53	50 46.10	1577	17
2.14	+71.93	2.14	981 102.32	233.08	16 50.52	50 46.12	1546	18
2.14	+74.64	2.14	981 100.04	241.87	16 50.67	50 46.23	1545	19
2.14	+69.87	2.14	981 104.11	226.41	16 50.35	50 46.31	884	20
2.14	+70.95	2.14	981 102.66	229.92	16 50.01	50 46.59	886	21
2.14	+64.32	2.14	981 109.21	208.42	16 51.14	50 46.70	1576	22
2.14	+66.23	2.14	981 107.26	214.60	16 50.40	50 46.73	885	23
2.14	+68.65	2.14	981 105.86	222.47	16 50.20	50 47.05	887	24
2.14	+65.44	2.14	981 108.50	212.05	16 50.51	50 47.14	1575	25
2.12	+78.89	2.12	981 099.58	255.63	16 50.75	50 56.71	1010	26
2.12	+81.36	2.12	981 096.96	263.64	16 50.89	50 56.94	1011	27
2.12	+85.85	2.12	981 094.74	278.18	16 51.17	50 57.06	1455	28
2.12	+63.31	2.12	981 080.65	205.15	17 02.03	50 57.07	1137	29
2.12	+82.16	2.12	981 095.44	266.23	16 54.82	50 57.11	1458	30
133.13	981 133.13	133.13	981 133.13	133.13	133.13	133.13	133.13	133.13
133.19	981 133.19	133.19	981 133.19	133.19	133.19	133.19	133.19	133.19
133.23	981 133.23	133.23	981 133.23	133.23	133.23	133.23	133.23	133.23
133.23	981 133.23	133.23	981 133.23	133.23	133.23	133.23	133.23	133.23
133.41	981 133.41	133.41	981 133.41	133.41	133.41	133.41	133.41	133.41
133.44	981 133.44	133.44	981 133.44	133.44	133.44	133.44	133.44	133.44
133.47	981 133.47	133.47	981 133.47	133.47	133.47	133.47	133.47	133.47
133.88	981 133.88	133.88	981 133.88	133.88	133.88	133.88	133.88	133.88
133.97	981 133.97	133.97	981 133.97	133.97	133.97	133.97	133.97	133.97
134.01	981 134.01	134.01	981 134.01	134.01	134.01	134.01	134.01	134.01
134.03	981 134.03	134.03	981 134.03	134.03	134.03	134.03	134.03	134.03
134.06	981 134.06	134.06	981 134.06	134.06	134.06	134.06	134.06	134.06
134.37	981 134.37	134.37	981 134.37	134.37	134.37	134.37	134.37	134.37
134.46	981 134.46	134.46	981 134.46	134.46	134.46	134.46	134.46	134.46
134.71	981 134.71	134.71	981 134.71	134.71	134.71	134.71	134.71	134.71
134.73	981 134.73	134.73	981 134.73	134.73	134.73	134.73	134.73	134.73
134.75	981 134.75	134.75	981 134.75	134.75	134.75	134.75	134.75	134.75
134.92	981 134.92	134.92	981 134.92	134.92	134.92	134.92	134.92	134.92
135.04	981 135.04	135.04	981 135.04	135.04	135.04	135.04	135.04	135.04
135.45	981 135.45	135.45	981 135.45	135.45	135.45	135.45	135.45	135.45
135.62	981 135.62	135.62	981 135.62	135.62	135.62	135.62	135.62	135.62
135.65	981 135.65	135.65	981 135.65	135.65	135.65	135.65	135.65	135.65
136.13	981 136.13	136.13	981 136.13	136.13	136.13	136.13	136.13	136.13
136.26	981 136.26	136.26	981 136.26	136.26	136.26	136.26	136.26	136.26
150.40	981 150.40	150.40	981 150.40	150.40	150.40	150.40	150.40	150.40
150.76	981 150.76	150.76	981 150.76	150.76	150.76	150.76	150.76	150.76
150.93	981 150.93	150.93	981 150.93	150.93	150.93	150.93	150.93	150.93
150.95	981 150.95	150.95	981 150.95	150.95	150.95	150.95	150.95	150.95
151.00	981 151.00	151.00	981 151.00	151.00	151.00	151.00	151.00	151.00

Jako produkt uboczny działania programu GALKAT powstaje tablica *B*, która jest w pewnym sensie syntezą treści katalogu. Do wyprowadzenia na taśmę papierową tablicy *B* służy program DRUK B. Zawiera ona numery punktów grawimetrycznych, ich współrzędne płaskie w układzie transformowanym oraz anomalie przyspieszenia siły ciężkości z redukcji Bouguer'a i Faye'a. Tablica ta spełnia dwojaką rolę:

- wiadomości w niej zawarte pozwalają w prosty sposób stworzyć podkład do sporządzenia mapy anomalii Bouguer'a,
- stanowi ona jedną z danych, niezbędnych do dalszych obliczeń.

Graficzna forma tablicy przedstawia się następująco:

665	+1883	+6469	-33,94
960	+1885	+6840	-32,26
842	+1886	+2180	- 5,43
1266	+1892	+2694	-10,15
964	+1893	+7038	-31,56
397	+1895	+4505	-27,76
687	+1897	+5609	-35,29
843	+1905	+2042	- 3,35
809	+1918	+1871	- 1,80

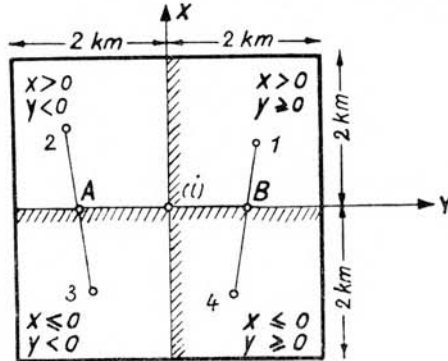
Ze względów wspomnianych wyżej (brak koordynatografu do automatycznego kreślenia izolinii), mapę anomalii Bouguer'a wykonano ręcznie. W trakcie interpolacji stwierdzono istnienie anomalii, których wartości różniły się istotnie od wartości w najbliższym ich otoczeniu. Powstał problem, czy punkty te włączyć do interpolacji, czy też pominąć. Jest to zagadnienie istotne, gdyż mapa anomalii Bouguer'a stanowi podstawę opracowania map anomalii regionalnych, anomalii resztkowych i gradientu pionowego. W związku z tym, decyzję odrzucenia czy włączenia niektórych punktów do interpolacji powinna podejmować osoba kompetentna, znająca zagadnienia grawimetrii. Stąd płynie wniosek, że w trakcie opracowywania materiałów grawimetrycznych przez ośrodki elektronicznej techniki obliczeniowej, należy zapewnić stałą współpracę ze specjalistami w dziedzinie oceny i interpretacji tych materiałów.

Następna faza opracowania grawimetrycznych materiałów pochodnych realizowana jest przez działanie programu GALINT. Program ten realizuje interpolację wartości anomalii przyspieszenia siły ciężkości w narożach siatki kwadratów o boku 1 km (przyjęto siatkę pokrywającą się z siatką kilometrową na mapie w skali 1 : 50 000). Wartości anomalii interpolowane są liniowo na podstawie:

- współrzędnych płaskich naroży siatki kwadratów,
- współrzędnych płaskich punktów grawimetrycznych,
- wartości anomalii na punktach grawimetrycznych.

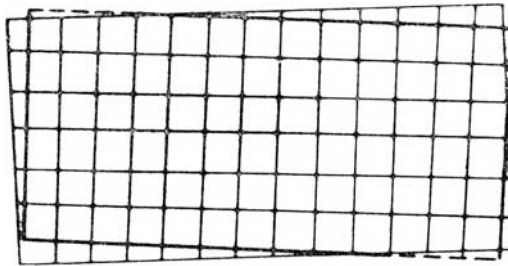
Zasada interpolacji jest następująca. Dla i -tego naroża siatki kwadratów wybiera się punkty grawimetryczne leżące w odległości $d \leq 2$ km. Spośród tych punktów wybierane są takie cztery, aby

- odległości tych punktów od naroża siatki były minimalne,
- punkty były rozmieszczone w różnych ćwiartkach lokalnego układu współrzędnych, o początku umieszczonym w i -tym narożu.



Rys. 3

Jeśli nie istnieją takie cztery punkty, to nie przeprowadza się interpolacji anomalii w narożu, co sygnalizowane jest tymczasowym przyjęciem anomalii w tym punkcie równej 999.99. W takim przypadku należy spróbować przeprowadzić interpolację ręcznie, a gdy i to nie daje rezultatu — zapisać zero w odpowiednim miejscu taśmy.



Rys. 4

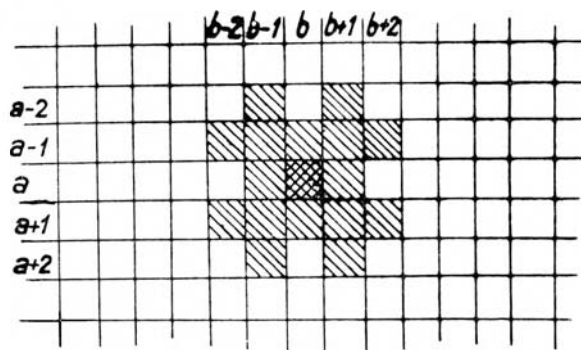
W wyniku działania programu GALINT otrzymuje się dwukolumnową tablicę SIW, która zawiera numery siatki kwadratów i odpowiadające im anomalie przyspieszenia siły ciężkości. Po ręcznym uzupełnieniu anomalii, które nie zostały wyinterpolowane maszynowo, tablica SIW jest daną wejściową do programu GALANOM, służącego do obliczenia wartości ano-

malii regionalnych, anomalii resztkowych i gradientu pionowego w narożach siatki kwadratów o boku 1 km.

W wyniku działania programu GALANOM tablica SIW jest przekształcana w tablicę REG, czyli w tablicę siatki kwadratów rozszerzonej i uzupełnionej do regularnego prostokąta.

Tablica REG zawiera: w przypadku naroża siatki znajdującego się w obrębie arkusza mapy — wyinterpolowaną wartość anomalii, w przypadku naroża znajdującego się poza obrębem arkusza — wartość anomalii równą zeru.

Tablica REG stanowi podstawę obliczenia anomalii regionalnych, anomalii resztkowych i gradientu pionowego. Z tablicy tej wybierane są maszynowo wartości anomalii w narożach, niezbędne do obliczenia wyżej wymienionych elementów.



Rys. 5

Jeżeli obliczenia prowadzimy dla naroża, które w tablicy REG ma wskaźniki (a, b) , to wybierane są następujące wartości:

— dla obliczenia anomalii regionalnej:

$g_{a-2, b-1}$, $g_{a-1, b-2}$, $g_{a+1, b-2}$, $g_{a+2, b-1}$, $g_{a+2, b+1}$, $g_{a+1, b+2}$, $g_{a-1, b+2}$, $g_{a-2, b+1}$ — co odpowiada wybraniu wartości anomalii w narożach oddległych od (a, b) o $s\sqrt{5}$ przy $s = 1$ km.

Anomalia regionalna wyraża się wzorem

$$\Delta g_R = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 g_i;$$

— dla obliczenia anomalii resztkowej:

$$g_{a,b}$$

Anomalia resztkowa, jako różnica między anomalią przyśpieszenia siły ciężkości z redukcji Bouguer'a i Faye'a a anomalią regionalną, wyraża się wzorem

$$\Delta g_L = g(0) - \Delta g_R;$$

— dla obliczenia gradientu pionowego:

$$g_{a,b},$$

$g_{a-1, b}, g_{a, b+1}, g_{a+1, b}, g_{a, b-1}$ — punkty oddalone od (a, b) o s ,

$g_{a-1, b-1}, g_{a-1, b+1}, g_{a+1, b+1}, g_{a+1, b-1}$ — punkty oddalone od (a, b) o $s\sqrt{2}$,

$g_{a-2, b-1}, g_{a-1, b-2}, g_{a+1, b-2}, g_{a+2, b-1}, g_{a+2, b+1}, g_{a+1, b+2}, g_{a-1, b+2},$

$g_{a-2, b+1}$ — punkty oddalone od (a, b) o $s\sqrt{5}$.

Gradient pionowy liczono z wzoru Baranova:

$$\frac{\partial g}{\partial z} = \frac{1}{s} \left\{ 23,0518g(0) - 4,1587 \sum_{i=1}^4 g_i(s) + 0,6287 \sum_{i=1}^4 g_i(s\sqrt{2}) - \right. \\ \left. - 1,1165 \sum_{i=1}^8 g_i(s\sqrt{5}) \right\}.$$

Wyniki programu GALANOM wyprowadzane są na ośmiokanałową taśmę papierową z jednoczesnym grupowaniem ich w partie odpowiadające zadrukowaniu jednej strony arkusza formatu A4 (po 50 punktów na stronę). Na każdej stronie znajduje się pięć kolumn o następującym znaczeniu:

- 1) numer porządkowy,
- 2) współrzędne x, y naroża siatki w opisie siatki kilometrowej, uwidocznionej na mapie w skali 1 : 50 000,
- 3) anomalia regionalna,
- 4) anomalia resztkowa,
- 5) gradient pionowy.

Po odczytaniu taśmy wyników na urządzeniu OPTIMA otrzymujemy powyższe informacje w formie graficznej przedstawionej w tablicy 2.

Przytoczone tablice zaczerpnięte zostały z przykładu testowego, nie dotyczącego żadnego konkretnego obszaru Polski.

Opracowana metodyka i technologia pozwala dodatkowo na jednoznaczne uzgadnianie anomalii w pasach styków map w skali 1 : 50 000.

W skład wykonanego opracowania weszły następujące materiały:

- 1) katalog punktów grawimetrycznych,
- 2) wykaz wartości anomalii regionalnych, anomalii resztkowych i gradientu pionowego w narożach siatki kwadratów,
- 3) taśmy dziurkowane z danymi wymienionymi w punktach 1 i 2,
- 4) mapy anomalii Bouguer'a, anomalii resztkowych i gradientu pionowego.

Na arkuszu mapy w skali 1 : 50 000 wziętym do opracowania znajdowało się 1536 punktów grawimetrycznych. W przeliczeniu na 1 punkt orientacyjny koszt wyniósł około 6 zł, bez prac kreślarskich oraz interpolacji izoanomalii.

Tablica 2.

Strona 7

Godło	Pas...	Slup...	
301 39 70	-34.72	-1.68	-31.79
302 39 71	-34.72	-.38	-.43
303 39 72	-33.55	+.30	+5.43
304 40 42	+8.45	+.30	+3.22
305 40 43	+6.36	+.86	+19.88
306 40 44	+4.37	-.23	-5.21
307 40 45	+2.14	-.14	-2.16
308 40 46	+.05	+.03	-1.58
309 40 47	-2.02	+.05	+1.39
310 40 48	-4.00	-.13	-1.19
311 40 49	-6.33	+.13	+1.18
312 40 50	-8.46	+.18	+1.91
313 40 51	-10.69	+.09	+1.89
314 40 52	-12.71	-.29	-4.70
315 40 53	-14.77	-.30	-2.26
316 40 54	-16.71	-.46	-5.39
317 40 55	-18.63	-.42	-5.03
318 40 56	-20.57	-.01	+1.30
319 40 57	-22.42	-.08	-2.07
320 40 58	-24.29	+.22	+4.99
321 40 59	-26.20	+.15	+2.65
322 40 60	-28.06	-.14	-1.44
323 40 61	-29.84	-.65	-10.82
324 40 62	-31.45	-.58	-4.93
325 40 63	-32.93	-.87	-11.01
326 40 64	-34.19	-.72	-8.96
327 40 65	-35.09	-.58	-7.18
328 40 66	-35.64	-.40	-3.42
329 40 67	-35.87	-.28	-2.87
330 40 68	-37.04	-.04	-.53
331 40 69	-35.59	-.36	-7.02
332 40 70	-34.93	-.56	-1.24
333 40 71	-34.34	-.57	-10.72
334 41 42	+7.49	+.09	+1.09
335 41 43	+5.35	-.30	-10.21
336 41 44	+3.27	-.19	-1.76
337 41 45	+1.21	-.21	-4.56
338 41 46	-1.00	+.13	+5.70
339 41 47	-3.05	+.03	+1.16
340 41 48	-5.34	-.03	-2.06
341 41 49	-7.43	+.01	-.80
342 41 50	-9.67	+.26	+6.28
343 41 51	-11.71	-.29	-4.79
344 41 52	-13.89	-.26	-1.15
345 41 53	-15.89	-.61	-9.36
346 41 54	-17.91	-.57	-9.14
347 41 55	-19.73	-.34	-3.65
348 41 56	-21.65	-.01	-.91
349 41 57	-23.51	+.01	-1.08
350 41 58	-25.36	+.09	+.70

Dla porównania dokładności wyznaczenia współrzędnych geologicznych bezpośrednio za pomocą diagramów oraz pośrednio za pomocą koordynatografu automatycznego i komputera, porównano wyniki dla 50 punktów rozłożonych w przybliżeniu równomiernie na mapie w skali 1 : 50 000. Średnie różnice między wartościami wyznaczonymi różnymi metodami wynoszą:

$$\begin{aligned} \text{dla } \varphi &\mp 0,02', \\ \text{dla } \lambda &\mp 0,04', \end{aligned}$$

Biorąc pod uwagę dokładności wyznaczenia wszystkich elementów wchodzących do obliczenia anomalii przyspieszenia siły ciężkości z redukcji Bouguer'a i Faye'a, można przeprowadzić analizę dokładności wyznaczenia anomalii.

1. Wyznaczenie współrzędnej φ z dokładnością 0,02' pociąga za sobą błąd wyznaczenia γ_0 wynoszący $\pm 0,040$ mgl.

2. Wyznaczenie wysokości H n.p.m. punktu grawimetrycznego z dokładnością $\mp 0,05$ m (niwelacja geometryczna) warunkuje dokładność wyliczenia poprawki Bouguer'a i Faye'a z błędem $\mp 0,011$ mgl.

3. Średni błąd określenia „ g ” punktu grawimetrycznego obliczony na podstawie punktów powtarzanych wynosi $\mp 0,064$ mgl.

Stąd średni błąd wyznaczenia anomalii przyspieszenia siły ciężkości, jako pierwiastek z sumy kwadratów poszczególnych błędów wynosi:

$$\begin{aligned} m_0 &= \pm \sqrt{(0,040)^2 + (0,011)^2 + (0,064)^2} = \\ &= \mp \sqrt{0,001600 + 0,000121 + 0,4096} = \pm 0,076 \text{ mgl.} \end{aligned}$$

Podany wyżej opis prac przeprowadzonych w Zakładzie pozwala ocenić efektywność technologii automatycznego opracowywania, w porównaniu z klasycznym procesem opracowywania materiałów grawimetrycznych.

Efektywność ta mogłaby zostać jeszcze zwiększona przez zastosowanie wydajnego koordynatografu, umożliwiającego kreślenie izolinii. Dysponując takim koordynatografem można by rozszerzyć zakres prac o sprawdzanie hipotez grawimetrycznych na etapie interpretacji wyników pomiarów.

Całość prac wykonano w Zakładzie Informatyki Geodezyjnej i Kartograficznej. Ogólne kierownictwo tematu należało do mgr inż. Eugeniusza Pianko. Materiały źródłowe i pomocnicze udostępnił Instytut Geologiczny, a konsultacji w zakresie zagadnień grawimetrycznych udzielali przedstawiciele tego Instytutu — mgr inż. Wacław Bujnowski i mgr Elżbieta Bronowska.

L I T E R A T U R A

- [1] *Hausbrandt S.*: Rachunki geodezyjne. Warszawa, 1953
- [2] *Fajklewicz Z.*: Zastosowanie pojęcia rezyduum grawimetrycznego do opracowania metody wydzielenia anomalii lokalnej z pola obserwowanego i porównanie jej z kilkoma istniejącymi metodami. Warszawa, 1961
- [3] *Kamela Cz.*: Geodezja dynamiczna. Warszawa, 1955
- [4] *Sorokin L. W.*: Grawimetria i rozpoznanie grawimetryczne. Warszawa, 1956

Recenzował: doc. dr Jerzy Bokun

Rękopis złożono w Redakcji w marcu 1973 r

ИОАННА ДВОРАКОВСКА

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ В ОБЛАСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ СОСТАВЛЕНИЯ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ КАТАЛОГОВ И КАРТ

Резюме

Разработанная предварительная технология в области номерного процесса изготовления гравиметрических каталогов и карт учитывает применение компьютера ODRA 1204 с барабанной памятью, автоматического координатографа KART 2 и оборудования для кодирования данных на 8-канальной бумажной ленте.

Из-за отсутствия координатографа, позволяющего автоматически вычерчивать изолинии, разработкой был охвачен только вопрос автоматической регистрации координат гравиметрических пунктов, а также автоматических вычислительных процессов.

Разработанная методика и технология позволяют дополнительно однозначно согласовывать аномалии на стыках карт в масштабе 1 : 50 000.

Приведённое описание работ позволяет оценить эффективность технологии автоматической обработки по сравнению с классическим процессом обработки гравиметрических материалов.

JOANNA DWORAKOWSKA

RESEARCH WORK IN THE FIELD OF AUTOMATION OF PREPARING GRAVIMETRICAL CATALOGUES AND MAPS

Summary

The elaborated preliminary technology in the numerical process of compiling gravimetrical catalogues and maps includes the use of an ODRA 1204 computer with a drum memory, an automatic coordinatograph KART 2, and devices for coding the data obtained on an 8-channel paper band.

Due to the lack of a coordinatograph for drawing isolines automatically, the elaboration covered only the problem of automatic recording the coordinates of gravimetrical points and of automatic calculating processes.

In addition, the methodics and technology developed by the author make possible an accurate adjustment of anomalies in the contact zones of maps drawn in 1 : 50 000 scale.

From the description of research work given in the paper one can appraise the effectiveness of the technology of automatic work, compared with the classical way of working up gravimetrical materials.