

JERZY BOKUN, DANUTA CHOWAŃSKA-OTYS
MARIA JĘDRZEJEWSKA, MARIA MAJEWSKA

528.27:550.312

Nowa metoda opracowania średnich wartości anomalii siły ciężkości na dużym obszarze i jej praktyczne zastosowanie

1. Wprowadzenie

Anomalie grawimetryczne, reprezentujące pole siły ciężkości ziemi, są podstawowymi danymi o masowym charakterze, którymi operuje się w nowoczesnych zastosowaniach grawimetrii w geodezji, geologii, górnictwie i innych. Przede wszystkim mają one — jak wiadomo — zastosowanie przy wyznaczaniu odchyłeń pionu i figury ziemi, przy opracowaniu sieci triangulacyjnej, sieci niwelacji precyzyjnej, jak też bardzo szerokie zastosowania przy pracach interpretacyjnych geologiczno-poszukiwawczych.

Posiadanie w odpowiedniej formie i o odpowiednio wysokiej dokładności anomalii grawimetrycznych na badanym obszarze oraz na powierzchni całej ziemi jest ściśle uzależnione od postępów nauki i techniki w tych zagadnieniach.

Przedstawienie anomalii grawimetrycznych na rozważanym dużym obszarze sposobem klasycznym, tj. w postaci map ich izolinii, nie odpowiada wszystkim wymaganiom, w szczególności ze względu na potrzeby zastosowania nowoczesnych obliczeń przy wykorzystaniu techniki elektronicznej, potrzeby szybkiej aktualizacji map, archiwizacji oraz z uwagi na charakter materiałów źródłowych.

Innym sposobem przedstawienia anomalii grawimetrycznych, odpowiadającym natomiast tym wymaganiom, może być zbiór średnich wartości anomalii reprezentujących małe i jednakowe pod względem wymiarów obszary. Ten sposób przedstawienia pola siły ciężkości dużych obszarów sugeruje między innymi Międzynarodowa Asocjacja Geodezji.

W Instytucie Geodezji i Kartografii, który podjął tę problematykę, została opracowana nowa metoda wyznaczeń i obliczeń średnich wartości anomalii grawimetrycznych. Metoda ta umożliwia wykorzystanie najnowszych wyników pomiarów grawimetrycznych oraz pozwala uzyskać dla elementarnych powierzchni, oprócz średnich wartości anomalii Faye'a,

równocześnie także średnie wartości anomalii Bouguera o stałej gęstości podłoża nad poziomem morza.

Na podstawie tej metody i opracowanej następnie szczegółowej technologii wykonano po raz pierwszy dla obszaru Polski wyznaczenie średnich wartości anomalii grawimetrycznych.

2. Metoda opracowania średnich wartości anomalii grawimetrycznych

Przystępując do ustalenia metody wyznaczenia średnich wartości anomalii Faye'a przeanalizowaliśmy przede wszystkim możliwość zastosowania „klasycznej” metody postępowania, która polega na określeniu średnich wartości anomalii na podstawie istniejących jednolitych map izolinii tych anomalii. Taki sposób postępowania stosowany był między innymi przez Międzynarodowe Biuro Grawimetryczne.

Zastosowanie metody klasycznej wymaga posiadania jednolitej mapy izolinii anomalii Faye'a (opracowanej dla całego obszaru kraju w jednolitym poziomie i jednostce oraz o odpowiednio wysokiej dokładności) lub posiadania równie jednolitej mapy izolinii anomalii Bouguera o stałej gęstości σ wraz z mapą średnich wysokości nad poziomem morza.

Wtedy jednak korzysta się ze starszych informacji o polu siły ciężkości, tj. nie w pełni aktualnych, z uwagi na długi — jak wiadomo — okres powstania takiej jednolitej mapy.

W Instytucie Geodezji i Kartografii zrezygnowano więc z zastosowania tej klasycznej metody, co było podyktowane troską o dokładniejsze wyznaczenie średnich wartości anomalii. Dokładność taka, odpowiadająca obecnym potrzebom, jest możliwa do osiągnięcia przez wykorzystanie wyników najnowszych szczegółowych i wysokodokładnych zdjęć grawimetrycznych. Zdjęcia tego rodzaju są wykonywane aktualnie w szeregu krajów prowadzących na szeroką skalę prace prospekcyjne metodą grawimetryczną. Zdjęcia te wykonywane nowoczesnymi precyzyjnymi grawimetrami, np. Sharpe, Askania, Worden, chociaż często przeprowadzane w sposób niejednolity oraz w różnych grawimetrycznych poziomach odniesienia, a opracowane w anomaliami Bouguera przy różnej lub zmiennej gęstości podłoża, pozwalają jednak na określenie średnich wartości anomalii grawimetrycznych w sposób wysokodokładny i szczegółowy, tj. dla małych pod względem powierzchni obszarów.

Jednym ze sposobów postępowania mogło być — po przeliczeniu materiałów źródłowych do jednolitego poziomu odniesienia grawimetrycznego — sporządzenie nowej mapy izolinii anomalii Faye'a, na podstawie której przeprowadzamy następnie określenie średnich wartości tych

anomalii dla elementarnych powierzchni. Ten sposób byłby jednak rozwiązaniem bardzo pracochłonnym, kosztownym i długotrwałym.

Opracowano więc specjalną metodę, która pozwala pominąć etap sporządzenia mapy izolinii anomalii Faye'a oraz umożliwia wykorzystanie w pełni dokładności wyżej wymienionych najnowszych źródłowych materiałów grawimetrycznych.

Metoda ta polega na wykonaniu następujących prac:

1. Wyznaczenie dla powierzchni przyjętych jako elementarne, średnich wartości anomalii grawimetrycznej, przedstawionej w konkretnym materiale źródłowym (przeważnie w postaci map izolinii anomalii Bouguera); w rezultacie otrzymuje się więc średnią wartość anomalii źródłowej, tj. w poziomie i przy gęstości podłoża przyjętej w tym materiale źródłowym.

2. Wprowadzenie do średnich wartości anomalii źródłowej, reprezentujących elementarne powierzchnie, poprawek redukcyjnych do jednolitego krajowego poziomu odniesienia grawimetrycznego oraz redukcji, przeliczających te wartości do wartości anomalii Bouguera o jednolitej ustalonej stałej gęstości podłoża. Do tych przeliczeń wykorzystuje się średnie wysokości n.p.m. dla elementarnych powierzchni.

3. Obliczenie średnich wartości anomalii Faye'a, reprezentujących elementarne powierzchnie, na podstawie rezultatów wymienionych w p. 2 przeliczeń i wprowadzenia redukcji dla przejścia z anomalii Bouguera do Faye'a.

4. Na podstawie tak obliczonych średnich wartości anomalii dla elementarnych obszarów można uzyskać średnie wartości anomalii Faye'a, jak też i Bouguera o stałej gęstości, reprezentujące obszary, które są dowolną wielokrotnością powierzchni elementarnej.

Proces wyznaczeń i obliczeń tą metodą — w której z wartości anomalii źródłowych poprzez proste tylko przeliczenia, uzyskuje się ostatecznie ujednolicone wartości średnich anomalii zarówno Faye'a, jak i Bouguera — jest łatwy i szybki w realizacji.

Metoda ta może być także zastosowana każdorazowo, gdy zachodzi potrzeba bieżącej aktualizacji takiego opracowania średnich wartości anomalii dla elementarnych powierzchni.

Z tych to względów, jak też z uwagi na aspekty ekonomiczne, przedstawiona metoda ma zdecydowaną przewagę nad metodą klasyczną.

Oczywiście metoda ta, analogicznie jak metoda klasyczna i jak wszelkie metody sporządzenia jednolitej mapy izolinii anomalii na dużym obszarze (np. całego kraju), wymaga ujednolicenia poziomu odniesienia materiałów źródłowych. W wypadku dużej różnorodności tych materiałów jest to problem trudny, który odrębnie omówimy.

3. Zagadnienie ujednolicenia poziomu odniesienia grawimetrycznego materiałów źródłowych

Poziom odniesienia grawimetrycznego na dużym obszarze (np. całego kraju), powinien być zabezpieczony przez zespół punktów sieci podstawowej kraju. Wykonując konsekwentnie wszelkie zdjęcia grawimetryczne w oparciu o sieć krajową uzyskanoby całokształt materiałów źródłowych w jednolitym poziomie odniesienia. W praktyce, ze względu na potrzeby gospodarcze, zdjęcia grawimetryczne wyprzedzają często opracowanie sieci krajowej i oparte są na lokalnych sieciach podstawowych w różnorodnych poziomach odniesienia. Przyczyną niejednorodności poziomu może być też specyfika niektórych szczegółowych zdjęć prospekcyjnych oraz dokonany w ostatnich latach postęp w zakresie dokładności pomiarów grawimetrycznych (np. przejście od grawimetrów Nörngaarda do grawimetrów Sharpe lub Askania Gs 11).

W związku z tym istnieje problem doprowadzenia tych materiałów źródłowych do jednolitego poziomu odniesienia, tj. do poziomu dokładnej, najnowszej sieci krajowej, opracowanej w systemie poczdamskim.

Taka sytuacja, szczególnie w stosunku do większości zdjęć prospekcyjnych, istniała także w naszym kraju.

W celu przejścia do jednolitego poziomu należy dla każdego materiału źródłowego wyznaczyć odpowiednie poprawki redukcyjne (δg).

Przy opracowaniu jednolitych map izolinii anomalii dla całego obszaru kraju jak też wyznaczeniu średnich wartości anomalii metodą klasyczną, należałoby takie poprawki δg określić dla każdego punktu grawimetrycznego.

W naszej metodzie poprawki δg wystarczy określić tylko dla powierzchni elementarnych. Ta metoda nie wymaga bowiem przeprowadzenia łącznego wyrównania wszystkich lokalnych sieci w oparciu o sieć krajową, co jest zazwyczaj trudne w realizacji z uwagi na specyfikę tych sieci. Wystarczy więc całkowicie opracowanie przebiegu izolinii poprawek δg (w formie roboczych mapek) oddzielnie dla każdego wykorzystywanego źródłowego materiału grawimetrycznego.

Przebieg izolinii poprawek δg przeprowadza się na podstawie analizy porównawczej podstawowej sieci lokalnej, na której oparty jest konkretny źródłowy materiał grawimetryczny, z podstawową siecią krajową, bądź ponadto z innymi sieciami lokalnymi. Podstawą porównania powinny być wszystkie identyczne punkty tych sieci. W pierwszym etapie konieczne jest określenie przebiegu izolinii poprawek δg dla najlepszych zdjęć grawimetrycznych, tj. najbardziej zbliżonych poziomem do jednolitego poziomu reprezentowanego przez podstawową sieć krajową.

Dokładność określenia wielkości i przebiegu izolinii poprawek δg zależy od jakości materiału źródłowego i ilości punktów porównania.

Wprowadzenie poprawek δg do poszczególnych średnich wartości anomalii źródłowej dla elementarnej powierzchni, daje w rezultacie w ujednoliconym poziomie średnie wartości anomalii na całym opracowywanym obszarze (np. całego kraju).

Ten sposób rozwiązywania zagadnienia ujednolicenia poziomu odniesienia grawimetrycznego materiałów źródłowych, dostosowany do specyfiki metody opracowania średnich wartości anomalii, pozwala na szybkie rozwiązanie tego problemu i to dla dowolnego pod względem powierzchni obszaru.

4. Technologia wyznaczeń i obliczeń średnich wartości anomalii grawimetrycznych

4.1. Ogólne ustalenia

Na podstawie przedstawionej w p. 2 metody, opracowana została szczegółowa technologia wyznaczeń i obliczeń średnich wartości anomalii Faye'a, która pozwala na równoczesne określenie średnich wartości anomalii Bouguera o stałej gęstości podłoża σ . Zgodnie z założeniami, opracowana technologia przewiduje wyznaczenie na podstawie grawimetrycznych materiałów źródłowych, średnich wartości anomalii dla elementarnej powierzchni o określonych wymiarach $\Delta\varphi$ i $\Delta\lambda$.

Wyznaczone, na podstawie źródłowych materiałów (przeważnie izolinie anomalii Bouguera o zmiennej gęstości podłoża σ), średnie wartości oprócz przeliczeń do wartości anomalii Faye'a służą także do obliczenia średnich wartości anomalii Bouguera o stałej gęstości σ .

Technologia ustala określenie średnich wartości anomalii Bouguera w 2 wariantach stałej gęstości podłoża n.p.m., tj.

a) $\sigma = 2,67 \text{ g cm}^{-3}$ — wartość przyjmowana jako średnia gęstość skorupy ziemskiej (sialu),

b) $\sigma = 2,39 \text{ g cm}^{-3}$ — wartość pozwalająca na przejście anomalii Bouguera do Faye'a przez wprowadzenie prostej redukcji $0,1 H$ (gdzie H wysokość n.p.m.), a jednocześnie bliska średniej gęstości podłoża n.p.m. w Polsce.

Omawiana technologia operuje konkretnymi założeniami, dotyczącymi wymiarów elementarnych powierzchni ($\Delta\varphi = 1'15''$, $\Delta\lambda 1'52,5''$) i ich wielokrotności (cztero- i szesnastokrotnej), oraz wartości stałych średnich gęstości n.p.m. σ , które odpowiadają warunkom polskiemu, przy czym wymiary powierzchni są zgodne ze standardowym międzynarodowym podziałem map.

Technologia ta może być również w pełni zastosowana w wypadku przyjęcia innych wymiarów powierzchni elementarnych oraz innych wartości wyżej wymienionych parametrów, należy wtedy tylko zmienić odpowiednio współczynniki we wzorach przeliczeniowych.

4.2. Przeprowadzenie wyznaczeń średnich wartości anomalii z materiałów źródłowych dla elementarnych powierzchni

Materiały źródłowe, stanowiące zgodnie z omówioną metodą podstawę wykonania opracowania, są w większości wynikami pomiarów lokalnych i regionalnych, przeprowadzonych dla potrzeb prospekcyjnych. Ze względu na niejednorodność tych danych grawimetrycznych przyjmuje się jako zasadę wykorzystanie przede wszystkim materiałów najnowszych o najwyższej (pierwszej) jakości, uzupełniając je kolejno materiałami drugiej i trzeciej jakości.

Z tak wytypowanych materiałów wyznacza się dla każdej elementarnej powierzchni średnią wartość anomalii Bouguera (A_B) lub średnią wartość anomalii Faye'a (A_F), w zależności od rodzaju materiałów źródłowych.

Średnią wartość anomalii (A_B lub A_F) dla poszczególnych elementarnych powierzchni określa się na podstawie przebiegu izolinii i wartości anomalii przedstawionych na mapach źródłowych dla tego obszaru.

Wyznaczenie na podstawie grawimetrycznych map źródłowych wartości A_B lub A_F należy przeprowadzić następująco:

1. W wypadku regularnego przebiegu izolinii anomalii — oszacowując, bezpośrednio wizualnie tę wartość.
2. W wypadku nieregularnego i skomplikowanego przebiegu anomalii — przez podział obszaru powierzchni elementarnej na dowolną ilość równych pod względem powierzchni części, dla których można już bezpośrednio wizualnie oszacować średnią wartość anomalii. W tym wypadku średnią wartość dla elementarnej powierzchni wyznaczy się jako średnią arytmetyczną oszacowanych średnich wartości dla poszczególnych części tego elementarnego obszaru.

Metoda opracowania umożliwia przeprowadzenie wyznaczeń wartości A_B lub A_F nawet z materiałów źródłowych bardzo niejednorodnych. W szczególnym wypadku, gdy elementarna powierzchnia jest podzielona na części granicą, oddzielającą materiały źródłowe, które różnią się pod względem przyjętej gęstości podłoża n.p.m. (σ), poziomu odniesienia grawimetrycznego lub znacznie różniących się pod względem jakości, należy średnie wartości anomalii wyznaczać odrębnie dla każdej z tych części, a następnie odpowiednio przeliczyć do wartości A_B lub A_F , reprezentujących całą powierzchnię elementarną.

4.3. Zasadnicze wzory i proces obliczeniowy średnich wartości anomalii Faye'a i Bouguera dla obszarów odpowiadających powierzchniom elementarnym

Na podstawie wyznaczonych z materiałów źródłowych średnich wartości anomalii A_B lub A_F dla elementarnej powierzchni przeprowadza się obliczenie średnich wartości anomalii Faye'a (A_F) i Bouguera dla stałej gęstości $\sigma = 2,39 \text{ g cm}^{-3}$ ($A_{B(1)}$) i $\sigma = 2,67 \text{ g cm}^{-3}$ ($A_{B(2)}$) dla tej powierzchni.

W celu obliczenia ostatecznych wartości A_F , $A_{B(1)}$ i $A_{B(2)}$ należy do wartości A_B i A_F , wyznaczonych z materiałów źródłowych, wprowadzić redukcje:

a) do jednolitego poziomu odniesienia grawimetrycznego (δg),

b) do jednolitych stałych gęstości podłoża ($\delta_{(1)}$ i $\delta_{(2)}$),

oraz przeprowadzić odpowiednie przeliczenie z anomalii Bouguera do anomalii Faye'a (lub odwrotnie w zależności od źródłowych danych).

Przy tych przeliczeniach należy posługiwać się wartościami średnich wysokości n.p.m. (H_{sr}) reprezentującymi także odpowiednio powierzchnie elementarne i ich wielokrotności. Jak wiadomo obecnie wiele krajów europejskich dysponuje opracowaniami średnich wysokości [13], [4].

Zasadnicze wzory obliczeniowe są następujące:

1) dla materiału źródłowego opracowanego w anomaliiach Bouguera:

$$\begin{aligned} A_{B(0)} &= A_B + \delta g \\ A_{B(1)} &= A_{B(0)} + \Delta A_{B(1)} \\ A_{B(2)} &= A_{B(0)} + \Delta A_{B(2)} \end{aligned}$$

gdzie

$$\begin{aligned} \Delta A_{B(1)} &= 0,0419 (\sigma - \sigma_{(1)}) H_{sr} \\ \Delta A_{B(2)} &= 0,0419 (\sigma - \sigma_{(2)}) H_{sr} \end{aligned}$$

2) dla materiału źródłowego opracowanego w anomaliiach Faye'a:

$$\begin{aligned} A_{F(0)} &= A_F + \delta g \\ A_{B(1)} &= A_{F(0)} - R_{B(1)} \\ A_{B(2)} &= A_{F(0)} - R_{B(2)} \end{aligned}$$

gdzie

$$\begin{aligned} R_{B(1)} &= 0,0419 \sigma_{(1)} H_{sr} \\ R_{B(2)} &= 0,0419 \sigma_{(2)} H_{sr} \end{aligned}$$

oraz dla obliczenia ostatecznych wartości anomalii Faye'a:

$$A_F = A_{B(0)} + R_B$$

gdzie

$$R_B = 0,0419 \sigma H_{sr}.$$

Przy czym średnie wartości anomalii Bouguera (A_B) lub Faye'a (A_F^*) są wyznaczane z materiałów źródłowych dwukrotnie tj. przez I i II wykonawcę i obliczane jako średnie z tych dwóch wyznaczeń:

$$A_F^* = \frac{1}{2}(A_{FI} + A_{FII}),$$

$$A_B = \frac{1}{2}(A_{BI} + A_{BII})$$

gdzie indeksy I i II oznaczają odpowiednio pierwsze i drugie wyznaczenie.

Analogicznie obliczane są poprawki redukcyjne do poziomu grawimetrycznego materiału źródłowego dla przejścia do jednolitego poziomu grawimetrycznego:

$$\delta g = \frac{1}{2}(\delta g I + \delta g II).$$

Wartość poprawki δg określać powinni obydwa wykonawcy (I i II) niezależnie, z mapy przebiegu izolinii poprawek δg , opracowanej dla danego materiału źródłowego. Wartość δg reprezentuje powierzchnię elementarną. Wartość σ oznacza we wzorach średnią gęstość podłoża n.p.m. w g cm^{-3} przyjętą przy opracowaniu materiałów źródłowych, natomiast wartości $\sigma_{(1)} = 2,39 \text{ g cm}^{-3}$ i $\sigma_{(2)} = 2,67 \text{ g cm}^{-3}$ są przyjęte do obliczeń ostatecznych średnich wartości anomalii Bouguera $A_{B(1)}$ i $A_{B(2)}$.

Na podstawie określonych wartości $A_{B(1)}$, $A_{B(2)}$ i A_F dla powierzchni elementarnej można obliczyć średnie wartości tych anomalii reprezentujące obszary, będące odpowiednio przyjętą wielokrotnością tych powierzchni elementarnych.

Opracowana przez nas technologia przewiduje taki sposób przeprowadzenia obliczeń na jednym formularzu, który przedstawia w syntetycznej formie zasadnicze dane wyjściowe oraz zestawienie ostatecznych wyników obliczeń.

Przykład takiego zasadniczego formularza (tzw. G-I) podany jest w załączeniu (zał. 1). W naszym przykładzie jedna karta formularza zawiera dane dla dwóch obszarów o wymiarach $\Delta\varphi = 5,0'$ i $\Delta\lambda = 7,5'$ oraz składa się z 2 części.

W części pierwszej podane są:

— dane ewidencyjne materiałów źródłowych łącznie z typem grawimetru, którym wykonano pomiary (np. A — Askania Gs11, S — Sharpe, N — Nörsgaard, W — Worden itd.);

— wartości wyjściowe wyznaczone z materiałów źródłowych dla elementarnej powierzchni, tj. A_{BI} (wyznaczone przez I wykonawcę), A_B , δg , σ i H_{sr} ;

— redukcje ze względu na zmianę gęstości z σ do wartości $\sigma_{(1)}$ i $\sigma_{(2)}$ oraz do anomalii Faye'a.

Wartości średnie dla arkusza:				1 : 5 000									5 000	10 000	25 000	5 000	10 000	25 000	5 000	10 000	25 000	25 000	Uwagi			
Nr mater. wyjścio- wych	In- stru- ment	Nr Nr ark.		A_{BI}	A_B	$\delta_g I$	δ_g	$A_{B(o)}$	σ	H	$\Delta A_{B(1)}$	$\Delta A_{B(2)}$	R_B	$A_{B(1)}$	$A_{B(1)}$	$A_{B(1)}$	$A_{B(2)}$	$A_{B(2)}$	$A_{B(2)}$	A_F	A_F	A_F	A_F (kontr.) z (1) i (2)			
1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
134	N	a	1	137	+4,20	+4,18	-1,90	-1,90	+2,28	1,9	184	-3,78	-5,94	+14,65	-1,50	+0,11					+16,93					
"	"			138	+6,40	+6,40	-1,90	-1,90	+4,50	1,9	178	-3,65	-5,74	+14,17	+0,85						-3,66					+18,67
"	"			153	+5,15	+5,12	-1,90	-1,90	+3,22	1,9	178	-3,65	-5,74	+14,17	-0,43						-1,24					+17,39
"	"			154	+7,20	+7,15	-1,90	-1,90	+5,25	1,9	182	-3,74	-5,87	+14,49	+1,51						-2,52					+19,74
					$\Sigma A_B + \Sigma \delta_g =$		+15,25		+15,25			-14,82	-23,29	+57,48	+0,43	+0,11				-8,04	-2,01	+72,73	+18,18			
134, 95	N, SA		2	139	—	+2,73	—	—	+2,73	2,39	167	0	-1,96	+16,72	+2,73						+0,77		+19,45			
95	S, A			140	+6,72	+6,72	+0,01	+0,01	+6,73	2,15	158	-1,59	-3,44	+14,23	+5,14						+3,29		+20,96			
134, 95	N, SA			155	—	+3,79	—	—	+3,79	2,39	165	0	-1,94	+16,52	+3,79						+1,85		+20,31			
95	S, A			156	+8,36	+8,35	+0,03	+0,03	+8,38	2,15	156	-1,57	-3,40	+14,05	+6,81						+4,98		+22,43			
					$\Sigma A_B + \Sigma \delta_g =$		+21,63		+21,63			-3,16	-10,74	+61,52	+18,47	+4,62				+10,89	-2,72	+83,15	+20,79	+20,64		
134, 44	N, SA		3	169	—	+1,44	—	—	+1,44	2,39	168	0	-1,97	+16,82	+1,44						-0,53		+18,26			
134, 44	N, SA			170	—	+3,70	—	—	+3,70	2,39	171	0	-2,01	+17,12	+3,70						+1,69		+20,82			
44	S, A			185	+7,55	+7,56	-0,08	-0,08	+7,48	1,8	157	-3,88	-5,72	+11,84	+3,60						+1,76		+19,32			
44	S, A			186	+9,31	+9,33	-0,08	-0,08	+9,25	1,8	162	-4,00	-5,91	+12,22	+5,25						+3,34		+21,47			
					$\Sigma A_B + \Sigma \delta_g =$		+21,87		+21,87			-7,88	-15,61	+58,00	+13,99	+3,50				+6,26	+1,56	+79,87	+19,97	+20,63		
134, 95	N, SA		4	171	—	+5,63	—	—	+5,63	2,39	164	0	-1,92	+16,42	+5,63						+3,71		+22,05			
95	S, A			172	+9,72	+9,74	+0,05	+0,05	+9,79	2,15	160	-1,61	-3,49	+14,41	+8,18						+6,30		+24,20			
134, 95	N, SA			187	—	+7,68	—	—	+7,68	2,39	158	0	-1,85	+15,82	+7,68						+5,83		+23,50			
95	S, A			188	+11,30	+11,30	+0,07	+0,07	+11,37	2,15	154	-1,55	-3,36	+13,87	+9,82						+8,01		+25,24			
					$\Sigma A_B + \Sigma \delta_g =$		+34,47		+34,47			-3,16	-10,62	+60,52	+31,31	+7,83				+23,85	+5,96	+94,99	+23,75			
					$\Sigma A_B + \Sigma \delta_g =$		+93,22		+93,22			-29,02	-60,26	+237,52	+64,20	+16,06				+32,96	+8,23	+330,74	+82,69	Hśr 1 : 25 000 = 166		
95	S, A	b	1	141	+9,16	+9,16	0,00	0,00	+9,16	2,15	146	-1,47	-3,18	+13,15	+7,69						+5,98		+22,31			
"	"			142	+11,38	+11,37	0,00	0,00	+11,37	2,15	138	-1,39	-3,01	+12,43	+9,98						+8,36		+23,80			
"	"			157	+10,64	+10,65	+0,02	+0,02	+10,67	2,15	142	-1,43	-3,09	+12,79	+9,24						+7,58		+23,46			
"	"			158	+13,03	+13,02	+0,01	0,00	+13,02	2,15	138	-1,39	-3,01	+12,43	+11,63						+10,01		+25,45			
					$\Sigma A_B + \Sigma \delta_g =$		+44,22		+44,22			-5,68	-12,29	+50,80	+38,54	+9,64				+31,93	+7,98	+95,02	+23,76			
95	S, A		2	143	+13,74	+13,74	0,00	0,00	+13,74	2,15	138	-1,39	-3,01	+12,43	+12,35						+10,73		+26,17			
"	"			144	+16,00	+16,01	0,00	0,00	+16,01	2,15	130	-1,31	-2,83	+11,71	+14,70						+13,18		+27,72			
"	"			159	+15,58	+15,57	0,00	0,00	+15,57	2,15	138	-1,39	-3,01	+12,43	+14,18						+26,56		+28,00			
"	"			160	+18,04	+18,04	0,00	0,00	+18,04	2,15	132	-1,33	-2,88	+11,89	+16,71						+15,16		+29,93			
					$\Sigma A_B + \Sigma \delta_g =$		+63,36		+63,36			-5,42	-11,73	+48,46	+57,94	+14,48				+51,63	+12,91	+111,82	+27,96	+27,91		
95	S, A		3	173	+12,08	+12,06	+0,03	+0,03	+12,09	2,15	156	-1,57	-3,40	+14,05	+10,52						+8,69		+26,14			
"	"			174	+14,52	+14,50	+0,02	+0,02	+14,52	2,15	148	-1,49	-3,22	+13,33	+13,03						+11,30		+27,85			
"	"			189	+13,80	+13,80	+0,05	+0,05	+13,85	2,15	154	-1,55	-3,36	+13,87	+12,30						+10,49		+27,72			
"	"			190	+16,18	+16,17	+0,04	+0,04	+16,21	2,15	151	-1,52	-3,29	+13,60	+14,69						+12,92		+29,81			
					$\Sigma A_B + \Sigma \delta_g =$		+56,67		+56,67			-6,13	-13,27	+54,85	+50,54	+12,64				+43,40	+10,85	+111,52	+27,88	+27,92		
95	S, A		4	175	+17,31	+17,31	+0,01	+0,01	+17,32	2,15	140	-1,41	-3,05	+12,61	+15,91						+14,27		+29,93			
"	"			176	+20,06	+20,05	0,00	0,00	+20,05	2,15	134	-1,35	-2,92	+12,07	+18,70						+17,13		+32,12			
"	"			191	+18,82	+18,81	+0,03	+0,02	+18,83	2,15	145	-1,46	-3,16	+13,06	+17,37						+15,67		+31,89			
"	"			192	+21,39	+21,38	+0,02	+0,02	+21,40	2,15	136	-1,37	-2,96	+12,25	+20,03						+18,44		+33,65			
					$\Sigma A_B + \Sigma \delta_g =$		+77,60		+77,60			-5,59	-12,09	+49,99	+72,01	+18,00				+65,51	+16,38	+127,59	+31,90			
					$\Sigma A_B + \Sigma \delta_g =$		+241,85		+241,85			-22,82	-49,38	+204,10	+219,03	+54,76				+192,47	+48,12	+445,95	+111,50	Hśr 1 : 25 000 = 142		

Obliczenie średnich wartości anomalii Faye'a i Bouguera dla $\sigma_{(1)} = 2,39$ i $\sigma_{(2)} = 2,67$ g cm⁻³

Arkusz.....

P-I

Wartości średnie dla arkusza					1 : 5 000									
Nr mater. wyjściowych	Instru-ment	Nr Nr ark.			A_{BI}	A_B	$\delta_g I$	δ_g	$A_{B(0)}$	σ	H	$\Delta A_{B(1)}$	$(A_{B(1)})$	$A_{B(1)}$
1	2	3			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
111	A	c-a	164	0,1	+21,60	+21,55	-0,92	-0,92	+20,63	2,20	232	-1,85	+18,78	
			4	0,9	+19,80	+19,90	-0,92	-0,92	+18,98	2,30	232	-0,87	+18,11	
		c-b	151	0,8	+20,90	+20,85	-0,93	-0,93	+19,92	2,20	221	-1,76	+18,16	+18,18
			2	0,2	+20,20	+20,30	-0,93	-0,93	+19,37	2,30	221	-0,83	+18,54	
							$\Sigma A_B + \Sigma \delta_g =$	+78,90		+78,90			-5,31	+73,59
111	A		165	0,3	+21,50	+21,50	-0,92	-0,92	+20,58	2,20	246	-1,96	+18,62	+18,29
			3	0,7	+20,00	+20,00	-0,92	-0,92	+19,08	2,30	246	-0,93	+18,15	
			166	0,7	+21,00	+21,00	-0,92	-0,92	+20,08	2,20	238	-1,89	+18,19	+17,89
			3	0,3	+19,00	+19,00	-0,92	-0,92	+18,08	2,30	238	-0,90	+17,18	
							$\Sigma A_B + \Sigma \delta_g =$	+77,82		+77,82			-5,68	+72,14
111	A		167	0,3	+20,00	+20,00	-0,93	-0,92	+19,08	2,30	209	-0,79	+18,29	+17,68
			4	0,7	+20,00	+20,00	-0,93	-0,92	+19,08	2,20	209	-1,66	+17,42	
			183	0,2	+17,50	+17,50	-0,92	-0,92	+16,58	2,20	202	-1,61	+14,97	+13,65
			4	0,8	+15,00	+15,00	-0,92	-0,92	+14,08	2,30	202	-0,76	+13,32	
							$\Sigma A_B + \Sigma \delta_g =$	+68,82		+68,82			-4,82	+64,00
111	A		184	0,7	+14,20	+14,10	-0,92	-0,92	+13,18	2,20	184	-1,46	+11,72	+11,91
			4	0,3	+14,00	+13,95	-0,92	-0,92	+13,03	2,30	184	-0,69	+12,34	
			194	0,1	+15,50	+15,50	-0,90	-0,90	+14,60	2,30	224	-0,84	+13,76	+14,42
			4	0,9	+15,40	+15,30	-0,90	-0,90	+14,40	2,40	224	+0,09	+14,49	
							$\Sigma A_B + \Sigma \delta_g =$	+55,21		+55,21			-2,90	+52,31
1	A		195	0,1	+15,80	+15,80	-0,90	-0,90	+14,90	2,30	224	-0,84	+14,06	+14,63
			2	0,9	+15,50	+15,50	-0,90	-0,90	+14,60	2,40	224	+0,09	+14,69	
			196	0,7	+15,50	+15,45	-0,91	-0,90	+14,55	2,30	221	-0,83	+13,72	+14,04
			2	0,3	+15,60	+15,60	-0,91	-0,90	+14,70	2,40	221	+0,09	+14,79	
							$\Sigma A_B + \Sigma \delta_g =$	+58,75		+58,75			-1,49	+57,26
1	A		241	0,1	+17,60	+17,55	-0,89	-0,89	+16,66	2,40	260	+0,11	+16,77	+17,71
			3	0,9	+17,50	+17,50	-0,89	-0,89	+16,61	2,50	260	+1,20	+17,81	
			213	0,1	+18,40	+18,50	-0,90	-0,90	+17,60	2,30	211	-0,80	+16,80	+16,61
			1	0,9	+17,30	+17,40	-0,90	-0,90	+16,50	2,40	211	+0,09	+16,59	
							$\Sigma A_B + \Sigma \delta_g =$	+67,37		+67,37			+0,60	+67,97
1	A		230	0,3	+22,50	+22,50	-0,90	-0,90	+21,60	2,30	208	-0,78	+20,82	+21,11
			3	0,7	+22,10	+22,05	-0,90	-0,90	+21,15	2,40	208	+0,09	+21,24	
			231	0,9	+25,30	+25,40	-0,90	-0,90	+24,50	2,30	210	-0,79	+23,71	+23,70
			4	0,1	+24,30	+24,40	-0,90	-0,90	+23,50	2,40	210	+0,09	+23,59	
							$\Sigma A_B + \Sigma \delta_g =$	+90,75		+90,75			-1,39	+89,36
1	A		248	0,1	+25,10	+25,20	-0,90	-0,90	+24,30	2,30	204	-0,77	+23,53	+23,18
			4	0,9	+23,90	+23,95	-0,90	-0,90	+23,05	2,40	204	+0,09	+23,14	
			137	0,2	+21,20	+21,10	-0,94	-0,94	+20,16	2,10	180	-2,19	+17,97	+17,78
			1	0,8	+20,20	+20,10	-0,94	-0,94	+19,16	2,20	180	-1,43	+17,73	
							$\Sigma A_B + \Sigma \delta_g =$	+86,67		+86,67			-4,30	+82,37
					$\Sigma A_B + \Sigma \delta_g =$	+303,54		+303,54			-6,58	+296,96		

W drugiej części zamieszczone są w formie zestawień ostateczne wyniki obliczeń, tj. kolejno wartości $A_{B(1)}$, $A_{B(2)}$ i A_F dla powierzchni elementarnej oraz jej 4- i 16-krotnej wielokrotności.

W wypadku szczególnym (wymienionym w p. 4.2), tj., gdy średnią wartość anomalii Bouguera wyznacza się odrębnie dla poszczególnych części powierzchni elementarnej, obliczenia pomocnicze dotyczące określenia wartości A_B przeprowadza się również dwukrotnie niezależnie na formularzach P-I i P-II (patrz zał. 2). Układ formularzy G-I i P-I pozwala na przeprowadzanie bieżących kontroli sumowych.

Ostateczne wyniki obliczeń zestawione w części drugiej formularza G-I, można również dodatkowo skontrolować na podstawie następującej zależności:

$$A_F = A_{B(1)} + R_{B(1)},$$

gdzie

$$R_{B(1)} = 0,0419 \sigma_{(1)} H_{sr}$$

oraz

$$A_F = A_{B(2)} + R_{B(2)},$$

gdzie

$$R_{B(2)} = 0,0419 \sigma_{(2)} H_{sr}$$

korzystając przy tym ze średnich wysokości H_{sr} wyznaczonych dla tych obszarów.

5. Zastosowanie metody opracowania średnich wartości anomalii siły ciężkości w Polsce

Istniejący w Polsce stan zaawansowania badań w zakresie pola siły ciężkości, zarówno od strony naukowej, jak i praktycznej, pozwalał w pełni i z uzyskaniem dużych efektów ekonomicznych zastosować opracowaną przez nas metodę i technologię. Materiały praktycznych badań, wykonanych w tym zakresie zarówno w Polsce, jak i innych krajach, są w większości związane z potrzebami prospekcyjnymi.

Specyfika prac prospekcyjnych, z punktu widzenia naukowych i praktycznych potrzeb geodezyjnych jak i geofizyki ogólnej, stanowi o ich zasadniczej przydatności ze względu na tendencję do osiągania maksymalnych dokładności pomiarów i powierzchniowy, odpowiednio szczegółowy, rozkład tych prac.

Z drugiej strony specyfika ta komplikuje możliwości jednolitego ujęcia wyników tych badań, które cechuje: koncentrowanie się na różnej wielkości, zachodzących częściowo na siebie, obszarach, stosowanie lokalnych poziomów odniesienia (zwłaszcza dla prac o małym zasięgu) i różnorodnych zmiennych gęstości podłoża σ .

Również i takie czynniki jak zmiany standardu dokładnościowego grawimetrów i postęp w kierunku udoskonalania systemu odniesienia po-

miarów grawimetrycznych — jakie wystąpiły w ostatnich latach — wpłynęły na niejednorodny charakter tych badań. Wyniki ich stanowią jednak źródłowy materiał, który jest podstawą dla opracowań ogólnych, tj. również dla określeń średnich wartości anomalii siły ciężkości.

1		3		5		7		9		11		13		15	
	18		20		22		24		26		28		30		32
33		35		37		39		41		43		45	38-N-58 1,9	47	
	50		52		54		56		58		60		62		64
65		67		69		71	134-N-53 1,9	73		75		77		79	
	82		84		86		88		90		92		94		96
97		98		101		103		105		107		109		111	
	114		116		118		120		122		124		126		128
129		131		133		135		137		139		141		143	
	146		148		150		152		154		156		158		160
161		163		165		167		169		171		173	95-SA-65 2,15	175	
	178		180	44-SA-62 1,8	182		184		186		188		190		192
193		195		197				201		203		205		207	
	210		212		214		216		218		220		222		224
225		227		229		231		233		235		237		239	
	242		244		246		248		250		252		254		256

— Granice wykorzystanych materiałów źródłowych

— Granica zmiany gęstości podłoża (6)

116 Nr materiału wg IGiK

A,S,N,M Instrument (Askania, Sharpe, Nörsgaard, materiały mapowe)

65/66 Rok wykonania zdjęcia

2,0 Wartość gęstości podłoża 6 w gcm^{-3} przyjętej dla zdjęcia

Rys. 1

Jak wynika z powyższych rozważań zastosowanie opracowanej przez nas metody i technologii jest ze względów przede wszystkim praktycznych i ekonomicznych, zdecydowanie lepszym rozwiązaniem w stosunku do metody klasycznej. Wobec tego zdecydowano dokonać wdrożenia naszej metody do praktycznych prac w Polsce w zakresie średnich wartości anomalii siły ciężkości.

Zgodnie z założeniami technologii i uwzględniając warunki naszego kraju, przyjęto, że ostatecznym rezultatem prac w Polsce mają być średnie wartości anomalii Faye'a oraz anomalii Bouguera dla dwóch stałych gęstości podłoża σ n.p.m. $\sigma_{(1)} = 2,39 \text{ g cm}^{-3}$ i $\sigma_{(2)} = 2,67 \text{ g cm}^{-3}$; jako powierzchnię elementarną przyjęto obszar o wymiarach $1'15'' \times 1'52,5''$.

Ważnym zagadnieniem przy praktycznej realizacji technologii było przeprowadzenie odpowiedniej analizy materiałów źródłowych pod względem możliwości ich wykorzystania do tych prac.

Większość analizowanych materiałów źródłowych przedstawiona jest w postaci anomalii Bouguera o zmiennej gęstości podłoża nad poziomem morza, przy czym dla terenów górskich i podgórskich uwzględniony jest wpływ redukcji topograficznej.

Obszary objęte poszczególnymi zdjęciami źródłowymi, o granicach odpowiadających przeważnie strukturom geologicznym, częściowo wzajemnie zachodziły na siebie, co utrudniało dodatkowo wybór odpowiednich materiałów.

Kierując się założeniami metody, wybrano w pierwszej kolejności materiały o najwyższej jakości tj. pomiary wykonane wysokodokładnymi grawimetrami z określeniem wysokości punktów zdjęcia metodą niwelacji geometrycznej lub trygonometrycznej.

W następnej kolejności wykorzystano pomiary o niższej dokładności (np. grawimetrami typu Nörngaarda). Przykład szkicu grawimetrycznych materiałów źródłowych podano na rysunku 1.

Odrębnym ważnym zagadnieniem był proces wyznaczenia poprawek redukcyjnych δg dla doprowadzenia materiałów źródłowych do jednolitego poziomu grawimetrycznego.

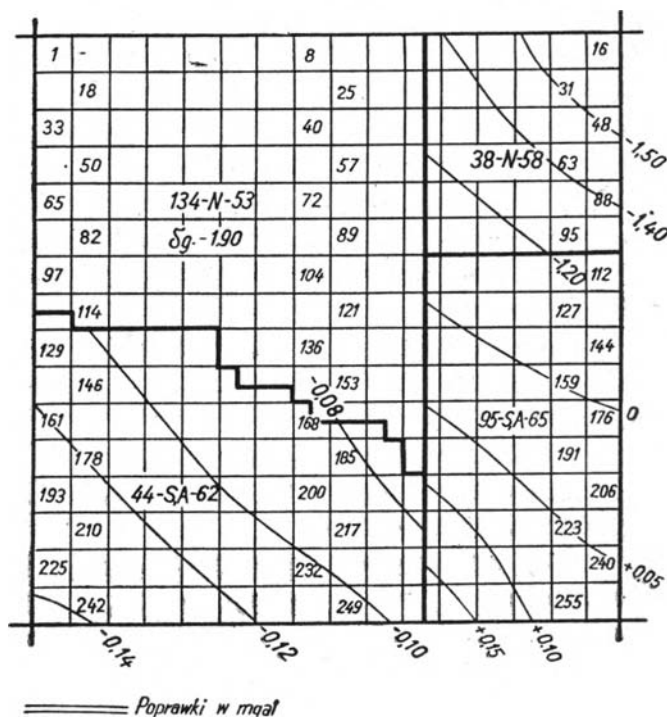
Dla wybranych materiałów źródłowych należało określić różnice poziomu sieci lub zdjęcia materiału źródłowego w stosunku do przyjętego jednolitego poziomu grawimetrycznego, a następnie, zgodnie z metodą, wyznaczyć graficznie izolinie poprawek redukcyjnych δg .

Wielkości poprawek i ich gradient poziomy są funkcją jakości materiału źródłowego. Przykład zestawienia poprawek δg podano na rysunku 2. Ponieważ potrzeba ujednolicenia poziomu odniesienia grawimetrycznego występuje także przy rozwiązywaniu szeregu innych zagadnień grawimetrii, wyznaczone graficznie izolinie poprawek δg dla poszczególnych

materiałów źródłowych stanowią doskonałą podstawę do tego ujednoliceń.

Analizy wymagała również sprawa określenia wartości gęstości podłoża σ dla poszczególnych powierzchni elementarnych w związku z różnorodnością sposobów określania tych wartości w poszczególnych materiałach źródłowych.

Szkic przebiegu poprawek (δg)



przeprowadzono w Państwowym Przedsiębiorstwie Geodezyjnym pod bezpośrednim nadzorem naukowym autorów niniejszej pracy.

W celu przeprowadzenia niezależnej kontroli jakości zasadniczego opracowania wytypowane zostały, korzystając z częściowego nakładania się niektórych materiałów źródłowych, niewielkie obszary kontrolne. Dla tych obszarów stanowiących około 8% całości opracowania i rozłożonych w przybliżeniu równomiernie, wyznaczono średnie wartości anomalii z takich materiałów źródłowych, które nie były wykorzystane w zasadniczym opracowaniu. Wyznaczenia i obliczenia kontrolne przeprowadzono analogicznie, jak opracowanie zasadnicze.

Wyniki porównań opracowania kontrolnego z zasadniczym stanowiły obiektywny, interesujący materiał dla przeprowadzonej analizy dokładności.

Szczegółowa analiza dokładności, dotycząca omawianego opracowania przeprowadzona została w Instytucie Geodezji i Kartografii. Wyniki tej analizy stanowią odrębną pracę zamieszczoną w tym samym Zeszyte Prac IGiK [11].

6. Uwagi i wnioski końcowe

Dokładności średnich wartości anomalii, jakie można uzyskać naszą metodą przy wykorzystaniu najnowszych wyników prac prospekcyjnych, pozwalają na rozwiązanie szeregu zagadnień w zastosowaniach grawimetrycznych, zgodnie ze współczesnymi wymaganiami oraz w sposób wysokodokładny i odpowiadający aktualnym możliwościom pomiarowym grawimetrii.

Jako przykład służyć może wyznaczenie składowych względnego odchylenia pionu, w którym średnie wartości anomalii mogą najprawdopodobniej mieć zastosowanie dla określenia wpływu pola siły ciężkości, poruszając już od strefy odległej o 5 km od opracowywanego punktu.

Ostateczną formą przedstawienia średnich wartości anomalii grawimetrycznych, obejmujących duże obszary może być oprócz omówionych zestawień liczbowych (np. zał. 1) także przedstawienie w postaci kartograficznej. Mapy średnich wartości anomalii pola siły ciężkości, w skalach uzależnionych od wymiarów powierzchni, dla których przedstawia się te średnie, są bardzo dogodne dla praktycznego wykorzystania np. przy wyznaczaniu składowych względnego odchylenia pionu.

Zarówno forma opracowania anomalii grawimetrycznych w postaci zbioru ich średnich wartości, jak i forma przedstawienia kartograficznego, umożliwiają przeprowadzanie bieżącej aktualizacji dla dowolnej części obszaru objętego opracowaniem. W ten sposób, w miarę uzyskiwania wy-

ników nowych, dokładniejszych pomiarów grawimetrycznych na danym obszarze, jest możliwa szybka i łatwa w realizacji wymiana danych na nowe na dowolnym fragmencie obszaru opracowania, obejmującym całkowitą liczbę powierzchni elementarnych.

Należy podkreślić, że duża dynamika prac geologiczno-poszukiwawczych i geodezyjnych w zakresie pomiarów grawimetrycznych, występująca w wielu krajach, w tym również i w Polsce, stanowi realną podstawę do prowadzenia takiej aktualizacji.

W tej sytuacji opracowana przez nas metoda i technologia będzie mogła mieć stałe zastosowanie, tym bardziej, że wykazuje ona również duże zalety z punktu widzenia ekonomicznego.

L I T E R A T U R A

- [1] Arnold K.: Die Freiluftanomalien im europäischen Bereich Veröff. des Geodätischen Instituts in Potsdam Nr 25. Berlin 1964.
- [2] Bakker G.: Maps of mean elevations free-air and Bouguer anomalies for a grid of 3' lat. by 5' longt. Delft 1963.
- [3] Bokun J.: Przygotowanie i opracowanie materiałów grawimetrycznych dla potrzeb polskiej sieci astronomiczno-geodezyjnej i sieci niwelacji precyzyjnej I klasy. Prace IGiK t. VI, z. 1 (13), 1958.
- [4] Bokun J., Chowańska D., Majewska M.: Metoda przeprowadzenia wyznaczeń i obliczeń dotyczących opracowania mapy średnich wysokości w Polsce. Prace IGiK, t. XIII z. 2, 1966.
- [5] Bokun J., Chowańska-Otyś D., Jędrzejewska M., Majewska M.: Zagadnienie rozkładu względnych odchyłań pionu w Polsce. Prace IGiK t. XV, z. 2 (35), 1968.
- [6] Bokun J., Jędrzejewska M., Majewska M.: Metody apriorycznej i wycisleniowej średnich znaczeń anomalii Faye'a i Bouguera. IGiK Warszawa — Sofia 1968.
- [7] Coron S.: Anomalies moyennes a l'air libre et anomalies moyennes de Bouguer. Comm. Grav. Int. Paris 1962.
- [8] Etat des travaux gravimetriques France. Comm. Grav. Int., Paris 1965.
- [9] Gerke K., Watermann H.: Die Karte der mittleren Freiluftanomalien für Gradabteilungen 6'X10' von Westdeutschland D.G.K. B 46/II München 1959.
- [10] Jędrzejewska M.: Zagadnienie przyjęcia stałej gęstości przy opracowaniu map anomalii Bouguera. Prace IGiK t. XIII, z. 2 (29), 1966.
- [11] Jędrzejewska M.: Analiza dokładności opracowania średnich wartości anomalii Faye'a i Bouguera. Prace IGiK, t. XVII, z. 1 (40), 1970.
- [12] Ljustich J. N.: Schiemy anomalii siły ciężkości dla całej Ziemi. Izw. AN ZSRR S. geof., nr 5, 1954.
- [13] Schleusener A.: Karte der mittleren Höhen von Zentraleuropa. D.G.K. B. 60 München 1960.
- [14] Tablicy Koordynat Gaussa-Krügera i tablicy rozmiarów ramok i płaszczyzn trapezów topograficznych siomok. Moskwa 1963.
- [15] Tengström E.: The present state of the Test Work in the Westalps. Comm. Grav. Int. Paris 1965.

Rękopis dostarczono Redakcji w listopadzie 1969 r.

ЕЖИ БОКУН, ДАНУТА ХОВАНЬСКА-ОТЫСЬ,
МАРИЯ ЕНДЖЕЕВСКА, МАРИЯ МАЕВСКА

НОВЫЙ МЕТОД РАЗРАБОТКИ СРЕДНИХ АНОМАЛИЙ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ НА БОЛЬШОЙ ТЕРРИТОРИИ И ЕГО ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Резюме

Гравиметрические аномалии, представляющие поле силы тяжести земли, являются основными данными, массового характера, которые используются при современных применениях гравиметрии в геодезии, геологии, горном деле и других. Наличие гравиметрических аномалий в соответствующей форме и с соответствующей высокой точностью на исследуемой территории, а также на поверхности всей земли тесно связано с возможностями прогресса в этих областях науки и техники. Современным способом представления гравиметрических аномалий является множество средних значений этих аномалий, представляющих малые и одинаковые по размеру территории.

В Институте геодезии и картографии был разработан новый метод определения и вычисления средних значений гравиметрических аномалий. Этот метод позволяет использовать новейшие результаты гравиметрических измерений, а также позволяет получить для элементарных поверхностей кроме средних значений аномалий Фая одновременно также средние значения аномалий Буге для постоянной плотности основы.

Этот метод выглядит следующим образом:

I. Определение для поверхностей, принятых за элементарные, ($\Delta\varphi = 1'15''$, $\Delta\lambda = 1'52,5''$), средних значений гравиметрической аномалий, представленной в конкретном материале первоисточников (главным образом, гравиметрические снимки, выполненные для геолого-разведочных поисков, обрабатываемые чаще всего в виде изолиний аномалий Буге); так что в результате получают среднее значение аномалий первоисточника, то есть в горизонталь и при плотности основы, принятых в этом первоисточнике.

II. Введение в средние значения исходных аномалий, представляющих элементарные поверхности, поправок приведения (δg) к единому по стране уровню гравиметрического отнесения, а также приведения, пересчитывающие эти значения на значения аномалий Буге с единой постоянной плотностью основы. Для этих вычислений используется средние высоты над уровнем моря, например, для элементарных поверхностей.

III. Вычисление средних значений аномалий Фая, представляющих элементарные поверхности, на основании результатов вышеуказанных вычислений и введения приведения для перехода от аномалий Буге к Фая.

IV. На основании вычисленных таким образом средних значений аномалий Фая для элементарных территорий можно получить средние значения аномалий Фая, а также и Буге с постоянной плотностью, представляющие территории, которые являются произвольной многократностью элементарной поверхности.

Окончательной формой представления средних значений гравиметрических аномалий, охватывающих большие территории, может быть карта; масштаб карты зависит от размеров поверхности, для которой представляются эти средние. По мере получения результатов новых, более точных гравиметрических измерений на данной территории, становится возможной быстрая и легкая в реализации замена данных новыми в произвольном фрагменте территории разработки.

JERZY BOKUN, DANUTA CHOWAŃSKA-OTYS,
MARIA JĘDRZEJEWSKA, MARIA MAJEWSKA

A NEW METHOD OF DETERMINING THE MEAN ANOMALIES OF GRAVITY ON A WIDE AREA, AND ITS PRACTICAL APPLICATION

Summary

Gravimetric anomalies representing the Earth's field of gravity are the basic elements of mass character which are being made use of in the modern application of gravimetry in geodesy, geology, mining, etc. On the possession of gravimetric anomalies in a suitable form and a proper high accuracy for an investigated region and for the whole Earth surface depends closely any progress made than can be achieved in this type of scientific and engineering problems. Hence, a collection of mean values of these anomalies representing small areas, identical in extent, is a truly modern method of presenting gravimetric anomalies.

In the Institute of Geodesy and Cartography a new method has been developed how to determine and calculate such mean values of gravimetric anomalies. By means of this method it is possible to take advantage of the most recent results of gravimetric surveys and thus to obtain for elementary surfaces, apart from the mean values of Faye's anomalies, at the same time also the mean values of Bouguer's anomalies for a constant density of the substratum.

The details of this new method are:

I. Determination for surfaces assumed to be elementary ($\Delta\varphi = 1'15''$, $\Delta\lambda = 1'52,5''$) their mean values of gravimetric anomaly, this anomaly presented by definite source material (mostly in the form of a gravimetric survey made for geological exploration purposes, in most cases determined in the form of isolines of Bouguer's anomalies); hence there is obtained the mean value of the source anomaly, i.e. in horizontal plane, and for the densities of the substratum assumed in this source material.

II. Introduction into the mean values of the source anomaly which values represent elementary surfaces, of corrections (δg) reducing to a uniform national standard of gravimetric reference, and of reductions which recalculate these values to the values of the Bouguer anomaly with its uniform constant density of the substratum σ . For these recalculations are used the mean altitudes a.s.l. for the elementary surfaces.

III. Calculations of the mean values of Faye's anomalies, these values representing elementary surfaces, on the basis of the results obtained from the above mentioned recalculations, and introduction of reductions in order to pass from Bouguer's anomalies to Faye's anomalies.

IV. Using as basis the mean values thus obtained of the anomalies for the elementary areas, one can obtain the mean values of constant density of the Bouguer as well as the Faye anomalies, representing areas which are arbitrarily chosen multiplicities of the elementary area.

The ultimate form of presenting the mean values of gravimetric anomalies covering large areas can be a map; the scale of the map depends on the extent of the size of the small areas for which these mean values are to be presented. At the rate how additional and more accurate results are obtained in the given area from gravimetric surveys, it will be a rapid and easy matter to exchange for any fragment of the investigated area previous data for new data.