

Oksana LITWINIENKIO
(Z rosyjskiego przetłumaczył
i zredagował Adam DĄBROWSKI)

Metodyka interpretacji regionalnych zdjęć geofizycznych przy pomocy elektronicznych maszyn cyfrowych

W badaniach regionalnych — jak wiadomo — mamy do czynienia z trzema następującymi grupami zagadnień. Pierwsza z nich obejmuje wydzielanie wielkich regionów strukturalno-tektonicznych, ustalanie położenia i charakteru granic (a ściślej — stref połączeń) między tymi regionami. Drugą grupą zagadnień wiąże się z badaniami budowy geologicznej podłoża krystalicznego i kompleksu osadowego oraz ustalaniem związków między budową podłoża i kompleksu osadowego. Trzecia z nich wiąże się z poszukiwaniami i rozpoznaniem złóż jednego z surowców mineralnych lub całej ich grupy.

Zagadnienia pierwszej i drugiej grupy są rozwiązywane równolegle i stanowią podstawę badań związanych z poszukiwaniem i rozpoznaniem złóż surowców mineralnych. Interpretacja geofizycznych badań regionalnych składa się z następujących etapów:

1. Sformułowanie szeregu ścisłych, nieco sformalizowanych zadań geologicznych dla każdego regionu strukturalno-tektonicznego. Jest rzeczą oczywistą, że formułuje się te zagadnienia geologiczne, w których rozwiązywaniu istotną, a nawet decydującą rolę odgrywają metody geofizyczne.

2. Opracowanie metodyki interpretacji geofizycznej. Składa się ona z kompleksu zadań geofizycznych, którego zastosowanie zapewnia wykonanie interpretacji geofizycznej, tj. uzyskanie danych ilościowych o głębokości występowania i wzajemnym położeniu mas anomalnych i jakościowej analizy pól potencjalnych. Metody interpretacji mogą być uniwersalne, tj. stosowalne w szeregu zagadnień geologicznych i geofizycznych, jednakże winny one gwarantować wymaganą dokładność rozwiązania w zależności od dokładności danych wyjściowych. Przy interpretacji regionalnych zdjęć grawimetrycznych i magnetycznych trzeba przeliczyć bardzo dużą ilość informacji. W związku z tym oprócz stosowania tradycyjnych metod interpretacji należy opracować metodykę, obejmującą rozwiązywanie szeregu zadań przy pomocy elektronicznych maszyn cyfrowych.

3. I wreszcie etap trzeci — interpretacja geologiczna, której istota polega na tym, że na podstawie faktycznego materiału geologicznego i wyników interpretacji geofizycznej znajduje się odpowiedź na postawione pytania geologiczne.

Niniejszy artykuł ma za zadanie zaznajomić polskich specjalistów z metodyką opracowaną w Katedrze Geofizycznych Metod Badania Skorupy Ziemskiej Wydziału Geologicznego Moskiewskiego Uniwersytetu Państwowego.

Zatrzymamy się pokrótce nad grupą zagadnień geologicznych, zarysowujących się w różnych regionach strukturalno-tektonicznych, dla których rozwiązania zastosowano opracowaną metodykę. W przypadku obszarów platformowych zagadnienia te można sformułować w sposób następujący:

1. Badanie ukształtowania powierzchni podłoża krystalicznego.
2. Badanie struktur podłoża krystalicznego i składu utworów budujących podłoże.
3. Badanie kształtu, głębokości występowania i związku górnych krawędzi intruzji z powierzchnią podłoża.
4. Wydzielanie stref (bloków) podłoża, charakteryzujących się określonym składem i mających w rzucie poziomym przeważnie kształt prostokątów lub rombów.
5. Badanie zaburzeń dysjunktywnych typu wgłębnych rozłamów, stanowiących granice bloków. Z reguły z rozłamami tymi wiążą się ciała intruzywne.
6. Ustalenie związku między budową i urzeźbieniem podłoża krystalicznego a budową kompleksu osadowego i szeregu innych bardziej szczególnych zagadnień.

W strefach brzeżnych platformy w przypadku głęboko występującego podłoża problemy te przedstawiają się następująco:

1. Ustalenie związków między właściwościami skorupy ziemskiej (miąższości, głębokość występowania) a budową tektoniczną i miąższością pokrywy osadowej.
2. Wydzielenie stref zaburzeń typu regionalnych fleksur i uskoków i zbadanie ich położenia, morfologii, elementów zalegania i ich związku z budową skonsolidowanego podłoża. Z tymi strefami wiążą się zazwyczaj struktury pokrywy osadowej.
3. Badanie lokalnych zaburzeń tektonicznych (tak plikatywnych, jak i dysjunktywnych).
4. Określenie położenia, kształtu, rozciągłości i rozwoju struktur pokrywy osadowej w różnych piętrach strukturalno-tektonicznych i szeregu innych zagadnień.

Rozpatrzmy teraz główne tezy metodyki interpretacji regionalnych zdjęć grawimetrycznych. Jak już wspomniano, interpretacja opiera się na określonych zadaniach geofizycznych, rozwiązywanych przy pomocy elektronicznych maszyn cyfrowych średniej klasy. Maszyny BESM-3, 4 charakteryzują się szybkością $2 \cdot 10^4$ działań na sekundę, mają pamięć operatywną równą 4096 miejscom i 4 bębny magnetyczne, z których

każdy posiada około 16 tysięcy znaków oraz pamięć zewnętrzną na taśmie magnetycznej.

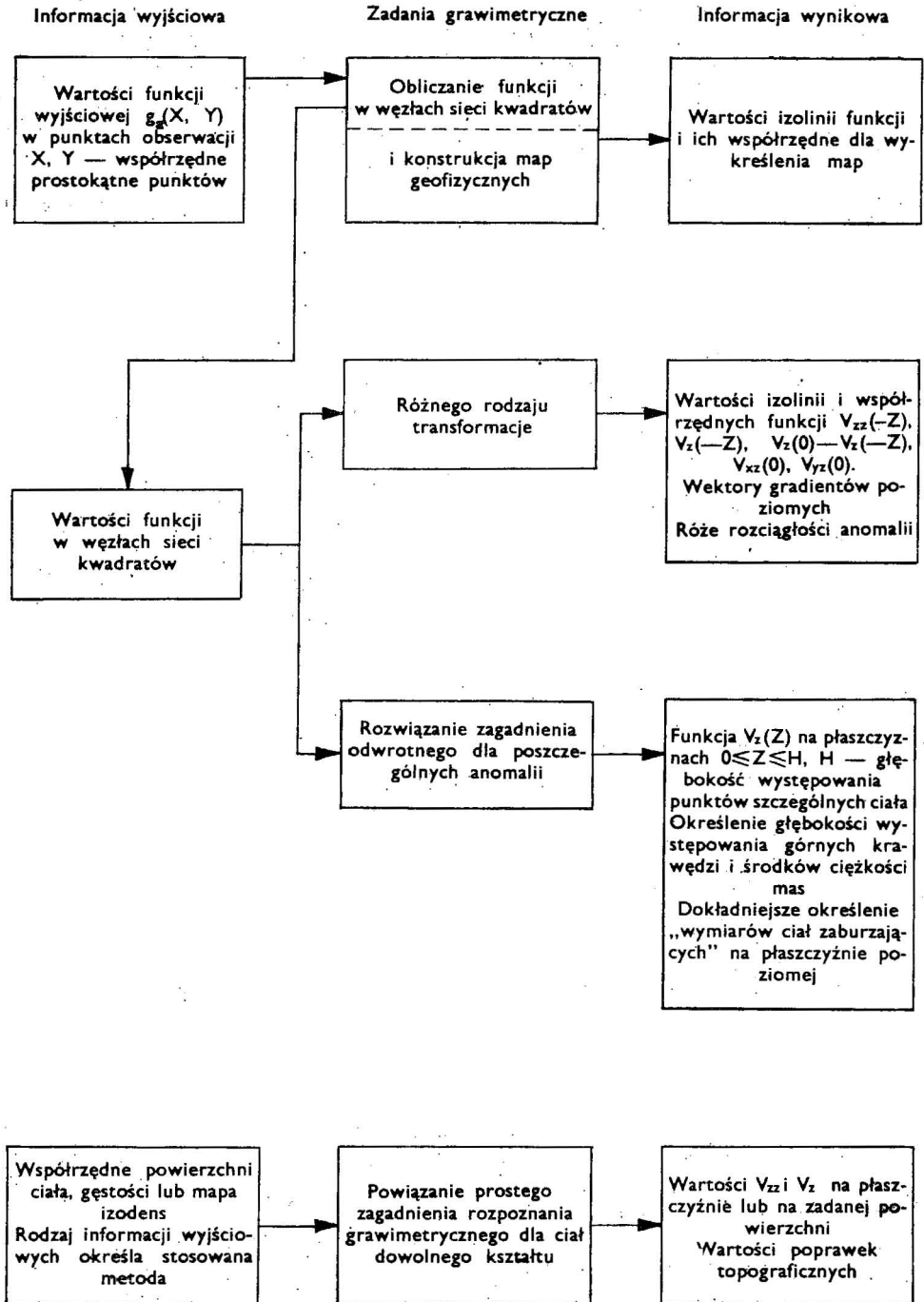
Rozwiązanie każdego poważnego problemu geofizycznego jest bardzo pracochłonne i wymaga: a — opracowania algorytmu, w miarę możliwości optymalnego; b — opracowania schematu obliczeniowego wraz z oceną jego dokładności po wypróbowaniu go na różnego typu modelach dla wyboru parametrów obliczeń i oceny skuteczności opracowanej metody; c — wypróbowania metody na wynikach obserwacji polowych. Wiadomo, że optymalny algorytm jest pojęciem względnym, może on być optymalny w określonym sensie. Przy opracowaniu rozpatrywanej metodyki przyjęto, że opracowanie optymalnego algorytmu polega na wyborze takiej kolejności działań, która by zabezpieczała niezbędną dokładność obliczeń, sprowadzała do minimum ich objętość i zabezpieczała najlepsze wykorzystanie maszyny.

Większość zadań grawimetrycznych jest wyrażona w skomplikowanych formach matematycznych, które należy sprowadzić do postaci schematu obliczeniowego. Do opracowania schematu obliczeniowego przyjmuje się jedną z znanych liczbowych metod rozwiązania danego zadania (I. S. Berezin, N. P. Zidkow, 1962) lub wykonuje rozwiązanie indywidualne. Następnie dokonuje się oceny dokładności wybranej liczbowej metody. Teoretyczna ocena dokładności, dokonywana powszechnie przyjętymi sposobami, daje z reguły maksymalne wartości błędów i nie zawsze może uwzględniać dokładność informacji wyjściowych. Prócz tego ocena ta nie we wszystkich przypadkach zależy od parametrów schematu obliczeniowego. W związku z tym liczbowe metody rozwiązania należy wypróbować na rzeczywistych modelach i wyraźnie określić zakres skuteczności stosowanej metody.

Opracowanie optymalnych algorytmów i opracowanie schematów obliczeniowych dla zadań, których zbiór stanowi podstawę metodyki, opiera się m.in. na podanych poniżej zasadach. Algorytm i metoda rozwiązania winny zapewniać uzyskanie wyniku z dokładnością, odpowiadającą dokładności informacji wyjściowych. Jednocześnie algorytmy winny być automatyczne i posiadać szerokie możliwości logiczne. Jest to niezbędne, aby przy pomocy algorytmu można było badać rodzaj funkcji wyjściowej, dokonywać analizy jej dokładności i odrzucać wartości funkcji obciążone dużymi błędami. Te ostatnie występują nieuchronnie w masie danych wyjściowych, a ich błąd przekracza średni błąd obserwacji.

W zależności od funkcji wyjściowej i wyników przeprowadzonej analizy dokonuje się wyboru schematu obliczeniowego i jego parametrów oraz analizy dokładności wyników. Opierając się na dokonanej ocenie, algorytm przewiduje nadanie i wybór parametrów. Parametry winny zależeć od dokładności rozwiązania i dokładności parametrów wyjściowych. Jeżeli wszystkie dane wyjściowe mają tę samą dokładność, metoda winna zapewniać stałą dokładność wszystkich wartości wyników.

Program realizujący algorytm składa się z szeregu oddzielnych bloków, które zestawione według różnych parametrów, uczestniczą w wykonaniu szeregu zadań. Tego typu skuteczne algorytmy powodują, że czasochłonność pracy ludzkiej i maszynowej jest mała, użytkowanie programu jest proste, zaś rozwiązanie jednego zadania uzyskuje się w postaci dogodnej dla rozwiązania następnych zadań.



Zgodnie z tymi kryteriami opracowano i stosuje się przez szereg lat następujący kompleks zadań geofizycznych, rozwiązywanych przy pomocy elektronicznych maszyn cyfrowych (tab. 1), stanowiących podstawę interpretacji geofizycznej:

1. Automatyczne przygotowanie danych wyjściowych.
2. Opracowywanie map geofizycznych przy pomocy elektronicznych maszyn cyfrowych.
3. Różne transformacje pól potencjalnych w górnej półprzestrzeni oraz obliczanie wyższych pochodnych poziomych i pionowych. Opracowywanie map tła „regionalnego” $V_z(Z)$ i map anomalii resztkowych $V_z(O) - V_z(Z)$. Konstrukcja róż kierunków.
4. Różne liczbowe metody rozwiązywania prostych zagadnień rozpoznania grawimetrycznego w przypadku ciał zaburzających bądź to posiadających różnego rodzaju prawidłowe kształty geometryczne, bądź też ograniczonych dowolną powierzchnią. Przyjmuje się przy tym stałą lub zmienną gęstość ciała zaburzającego, wyrażoną w postaci mapy izodens lub prawa zmian gęstości.
5. Rozwiązanie niepoprawnego zagadnienia fizyki matematycznej — odwrotnego zadania rozpoznania grawimetrycznego na podstawie przeliczania pól potencjalnych na płaszczyźnie położone bliżej ciał zaburzających.

Przed przejściem do szczegółowej charakterystyki liczbowych metod rozwiązywania wymienionych zadań, należy podkreślić następujące momenty. Wiele różnorodnych zadań grawimetrii stosowanych w rozwiązywaniu różnych interpretacji ma to samo wyrażenie matematyczne. Tak np. jest w przypadku obliczania poprawek topograficznych i efektu grawimetrycznego powierzchni kontaktowych dwóch ośrodków o różnych głębokościach. Czasami szereg zadań grawimetrycznych można zrealizować tą samą metodą liczbową, gdy algorytm przewiduje zmiany parametrów, dokładności obliczeń i funkcji wynikowej. W związku z tym wymienione w pierwszych trzech punktach zadania grawimetryczne można przeprowadzać przy zastosowaniu tego samego programu, który w zależności od zaprogramowanego sposobu obliczeń i dokładności informacji wyjściowych i wyników automatycznie dostraja się do odpowiednich parametrów i przeprowadza obliczenia zadanych funkcji. Podstawą tego programu jest algorytm opracowania obserwacji na płaszczyźnie i aproksymacja funkcji wyjściowej wielomianami algebraicznymi z zastosowaniem metody najmniejszych kwadratów (M. La Porte, 1962; O. Litwinienko, W. R. Melichow, 1967). Funkcję wyjściową, zadaną w węzłach regularnej siatki, aproksymuje się wielomianami algebraicznymi drugiego stopnia (paraboloidą) dla któregoś z kwadratów. Współczynniki wielomianu znajduje się metodą najmniejszych kwadratów, przy czym jego wolny wyraz jest równy wartości funkcji w węzle sieci, a współczynniki przy wyrazach pierwszego stopnia — X i Y — są równe poziomym pochodnym zadanej funkcji.

Rozwiązując zadania rozpoznawania grawimetrycznego zadaje się wartości $\Delta g_{an}(X, Y)$ w punktach obserwacji i ich współrzędne. W tym przypadku funkcjami wynikowymi mogą być wartości $\Delta g_{an}(S_i, S_j)$ w węzłach sieci kwadratów o zadanym boku S , wartości poziomych gradientów V_{xz} , V_{yz} i wektorów gradientów poziomych oraz wartości izolinii funkcji

wynikowych i ich współrzędne. To ostatnie zadanie wchodzi jako oddzielny blok (podprogram) do wszystkich programów, które przewidują, że funkcja wynikowa winna być przedstawiona w postaci mapy w płaszczyźnie poziomej lub pionowej.

Rozpatrywany program interpretacji stosuje się jako wstępny przy automatycznym przygotowywaniu informacji wyjściowych dla wszystkich zadań wymagających wartości funkcji wyjściowej w węzłach sieci kwadratów, a także dla opracowania map geofizycznych różnego rodzaju transformacji funkcji wyjściowej. Przy opracowywaniu map algorytm i program przewidują eliminację wartości funkcji wyjściowej obciążonej błędami przekraczającymi trzykrotny średni jej błąd, ocenę zachowania warunków zdjęcia i generalizację przebiegu izolinii w zależności od dokładności funkcji wyjściowej.

Przy transformacji funkcji wyjściowej do wyższych pochodnych pionowych i na płaszczyzny górnej półprzestrzeni stosuje się metodę opartą na obliczaniu całki Poissona, przy czym przyjmuje się rdzeń funkcji podcałkowej w jawnej postaci. Rdzeń ten tworzy współczynniki zbioru krzywizn (O. K. Litwinienko, 1960a, b; O. K. Litwinienko, W. R. Melichow i in., 1967). Całki oblicza się według uogólnionego wzoru prostokątów, ponieważ udowodniono (I. S. Berezin, N. P. Židkow, 1962), że w klasie funkcji potencjalnych metoda ta jest optymalna. W obliczeniach informację wyjściową stanowią wartości funkcji w sieciach kwadratów. Program, przy pomocy którego realizuje się to zadanie, ma także strukturę blokową. Jeden z bloków służy do statystycznego opracowania funkcji wyjściowej lub transformowanej dla obliczenia róż kierunków izolinii. Róż te są analogiczne do stosowanych w zdjęciu mikromagnetycznym.

Dokładność obliczeń funkcji transformowanych wynosi kilka procent (O. K. Litwinienko, W. R. Melichow i in., 1967), czas obliczeń jednej wartości — około 0,2 sekundy dla maszyn BESM-3. Optymalne parametry wybiera się na podstawie dokładności materiału wyjściowego i głębokości występowania mas anomalnych (*l.c.*). Badania teoretyczne i próby obliczeń wykazały przy tym, że mając na uwadze ten sam cel przekształceń, większe znaczenie ma wybór optymalnych parametrów niż metody. Dla rozwiązania prostego zadania grawimetrycznego, kiedy całkowanie wykonuje się dla określonej objętości ciała dowolnego kształtu, opracowano kilka sposobów rozwiązań (O. K. Litwinienko, W. A. Makarow, 1962; O. K. Litwinienko, W. R. Melichow i in., 1968), w których w zależności od kształtu ciała anomального, czasu obliczeń i ich dokładności ciało aproksymuje się sumą prostych ciał o prawidłowych kształtach. Mogą to być poziome równoległosciany (w przypadku ciał o ograniczonej lub skomplikowanej formie), połączenie pionowych równoległoboków w pobliżu punktu obliczeń (wewnątrz okręgu o pewnym promieniu) i linii materialnych na zewnątrz tego okręgu (w przypadku powierzchni kontaktowych) oraz cienkie płytki poziome (dla obliczeń w przypadku ograniczonych struktur, stwierdzonych badaniami sejsmicznymi). Dokładność tych metod wynosi 2—7%, czas obliczeń waha się od 0,001 do 0,008 p.sek dla jednego punktu wynikowego (p — ilość punktów na powierzchni badanego ciała). Informacje wyjściowe są podawane w różny sposób dla każdej metody (O. K. Litwinienko, W. R. Melichow i in., 1968).

Jednym z najbardziej skomplikowanych zagadnień grawimetryczno-

-magnetycznych jest zadanie odwrotne, kiedy należy określić głębokość zalegania i kształt obiektów anomalnych. Wiadomo, że zadanie to ma jednoznaczne rozwiązanie tylko w przypadku zachowania dodatkowych warunków. Najważniejszym warunkiem jest znajomość i stałość wielkości kontrastu gęstości. W interpretacji wielkość ta jest albo nieznaną, albo podaną z tak dużym błędem, że rozwiązanie odwrotnych zadań na podstawie funkcji, zadanych na płaszczyźnie obserwacji, przy pomocy zwykłych metod (np. drogą doboru krzywych teoretycznych lub sposobem analitycznym) daje tylko graniczne wartości głębokości zalegania; kształt można określić tylko wtedy, kiedy prawidłowo podano przybliżenie zerowe (W. K. Iwanow, 1962). Opracowano więc różne schematy obliczeniowe (m. in. opracowali je: B. A. Andrejew, W. M. Berezkin, W. N. Diwicyn, M. I. Łapina, I. G. Kłuszyn, A. N. Strachow, M. A. Telepin, S. W. Szałajew i inni) stosując różnorodnie metody matematyczne dla przeliczania funkcji potencjalnych w kierunku mas zaburzających. Omówione zadanie należy do grupy niepoprawnych, a więc nawet przy niewielkich błędach funkcji wyjściowej jego przybliżone rozwiązanie, na dowolnych poziomach poniżej powierzchni obserwacji, może znacznie odbiegać od rozwiązania ścisłego.

W. K. Iwanow (1956) i A. N. Tichonow (1963) opracowali ogólną metodę rozwiązywania niepoprawnych zadań z zakresu fizyki matematycznej — metodę regularyzacji. Pozwala ona uzyskać przybliżone rozwiązanie, bliskie ścisłemu, w klasie funkcji charakteryzujących się ciągłą pochodną. Dokładność rozwiązania przybliżonego odpowiada dokładności funkcji wyjściowej.

Na podstawie metody regularyzacji opracowano automatyczne algorytmy (W. R. Melichow, 1967; A. N. Tichonow, W. B. Głasko i in, 1968), wykorzystujące aproksymacje funkcji wyjściowej trygonometrycznym szeregiem Fouriera, zawierającym tylko cosinusy. Dzięki zastosowaniu specjalnych tablic skrócono do minimum czas obliczeń. W przypadku jednej płaszczyzny, gdy znamy wartość funkcji wyjściowej w 1000—12000 punktach, obliczenia trwają 10—15 minut.

Drogą kolejnych przybliżeń na ustalonych płaszczyznach szukamy minimum pewnego funkcyjonału, wynikającego z teorii regularyzacji. Wykazuje, że jeżeli to minimum występuje w pewnej normie, to przybliżenie odpowiadające temu minimum jest rozwiązaniem zbliżonym do ścisłego. Przy błędach funkcji wyjściowej $\delta \rightarrow 0$ rozwiązanie przybliżone dąży do ścisłego tym szybciej, im mniejszy jest zadany krok funkcji wyjściowej. A zatem teoria metody regularyzacji pozwala na określenie głębokości, na której istnieje możliwość rozwiązania zadania, tj. przestrzeni, gdzie $0 \leq Z \leq H$. Odtworzenie z wymaganą dokładnością funkcji w obszarze istnienia możliwości rozwiązania pozwala ściślej określić kształt i rozmiary ciała anomalnego, a także zwiększyć dokładność określenia masy ciał izometrycznych o około jeden rząd wielkości. Jeżeli dla pewnych wartości Z następstwo regularyzowanych przybliżeń nie ma szukanego minimum w pewnej normie, oznacza to, że na tych głębokościach nie ma rozwiązania. W przypadku ciał mających wydłużony, pokładopodobny kształt obszar braku rozwiązania odpowiada górnym brzegom mas anomalnych. W przypadku ciał o nieprawidłowych kształtach problem rozmieszczenia i zdefiniowania punktów szczególnych nie został jeszcze

rozwiązany. Prawdopodobnie algorytm pozwala w tym przypadku określić głębokość punktu znajdującego się między górnym brzegiem a środkiem ciężkości masy. Dla ciał zbliżonych do kuli nie ma rozwiązań, począwszy od otoczenia środka ciężkości ciała. Wyniki obliczeń wszystkich wymienionych zadań geofizycznych są wykorzystywane w interpretacji materiałów.

Przy przeliczeniu Δg_{an} w górną półprzestrzeń w pewnym stopniu słabnie wpływ anomalii resztkowych, powodowanych przez niewielkie masy (struktury) zalegające stosunkowo niegłęboko. Mapy tła regionalnego można wykorzystywać przy tym do badania czynników występujących głęboko. Jeżeli w rejonie badań stwierdzono zależność między anomalią resztkową i strukturami kompleksu osadowego, to rozciągłość anomalii resztkowych winna odpowiadać rozciągłości struktur. W tym przypadku celowe jest przeprowadzanie analizy kierunków anomalii resztkowych przy pomocy róż kierunków anomalii V_{zz} .

Dla wydzielenia stref zaburzeń typu uskoku lub fleksur stosuje się mapy wektorów gradientów poziomych lub mapy V_{xz} i V_{yz} . Przeliczając funkcje potencjalne w dolną półprzestrzeń, można dokładniej określić rozmiary i kształt oraz masę ciała anomального niż na podstawie funkcji wyjściowych. Dla pewnych form można określić głębokość występowania górnych powierzchni mas anomalnych. Jeśli z danych geologicznych wynika, iż w górnym piętrze strukturalnym nie ma kompleksu intruzywnego, to zgodność głębokości występowania mas, określonych na podstawie anomalii Δg_{an} i Z_{an} , przeliczonych w górną półprzestrzeń, będzie wskazywać na to, że masy te znajdują się w podłożu krystalicznym. Można więc ocenić rząd wielkości głębokości zalegania podłoża krystalicznego nie dysponując danymi sejsmicznymi.

Obliczenia prostych zadań geofizycznych stosuje się m.in. dla określenia wpływu znanych granic gęstościowych w kompleksie osadowym, w badaniach procesu rozwoju struktur, wydzieleniu niejednorodności petrograficznych podłoża krystalicznego przez porównanie Δg_{lok} i Δg_{an} , gdzie Δg_{lok} — grawitacyjny wpływ morfologii podłoża.

Przy rozwiązywaniu problemów wymienionych na początku niniejszego artykułu stosuje się kompleks rozpatrzonych powyżej zadań. Przykładem może tu być wydzielenie dużych bloków podłoża. Granice bloków śledzić można na podstawie następujących właściwości: 1) występowania stref dużych gradientów siły ciężkości zarówno na mapach wyjściowych, jak i transformowanych; 2) zespołów anomalii magnetycznych, związanych z tymi strefami; 3) — zmian kierunków, zaznaczających się na różach kierunków anomalii resztkowych i magnetycznych i na podstawie konfiguracji tych anomalii; 4) wyraźnego wzrostu gradientów poziomych przy przeliczaniu Z_{an} i Δg_{an} (V_z/Z) w dolną półprzestrzeń; 5) zachowania się funkcji $V_z(Z)$ (V_z/O) w strefie dużych gradientów.

Wyniki obliczeń rozpatrzonych zadań stanowią podstawę wstępnej interpretacji geologicznej. Każda interpretacja jest bez wątpienia ujęciem subiektywnym. Opierając się na naszych doświadczeniach, nie obejmujących wprawdzie wszystkich możliwości omawianego kompleksu zadań, można jednak wyznaczyć następującą kolejność analizy wyjściowych pól

grawimetrycznych i wyników obliczeń, przeprowadzonych na ich podstawie.

Analiza map wyjściowych i transformowanych polega na klasyfikacji anomalii na podstawie następujących cech: rozciągłości, kształtu izolinii, rozmiarów i natężenia. Na podstawie tych cech wydziela się na różnych mapach obszary (strefy), w obrębie których występują anomalie tego samego typu. Następnie porównuje się strefy, wydzielone na mapach ΔT_{an} lub Z_{an} , ze strefami na mapach V_{zz} (lub anomalii resztkowych).

Jeżeli głębokość występowania na obszarze badań podłoża krystalicznego nie przekracza 2,5—3,0 km, to zazwyczaj strefy wydzielone na podstawie pól magnetycznych i pionowych pochodnych pokrywają się w ogólnych zarysach. To pokrywanie się wykazuje w sposób istotny, że charakter anomalii V_{zz} , wydzielonych na podstawie regionalnych zdjęć grawimetrycznych, jest uwarunkowany głównie składem i budową górnych partii podłoża krystalicznego. Ważnymi elementami charakteryzującymi pole są pozorne rozciągłości anomalii i ich azymuty. Przy wykorzystaniu róż kierunków prowadzi się ich liczbową analizę statystyczną. Na różach wydziela się rozciągłości dominujące i podporządkowane. Dominującej rozciągłości odpowiada maksimum na róży, a więc rozciągłość ta jest charakterystyczna dla względnej (w procentach) większości anomalii. Rozciągłości podporządkowanej odpowiada także maksimum na róży, ale mniejsze od maksimum rozciągłości dominującej. A zatem rozciągłość podporządkowana jest charakterystyczna dla stosunkowo mniejszej ilości anomalii. Szczególnie ważna jest dokładna analiza rozciągłości podporządkowanych i analiza przejścia rozciągłości dominujących w podporządkowane i odwrotnie. Przy nakładaniu się na siebie fałdowań różnego wieku zachodzi przebudowa poprzedniego planu strukturalnego. Dlatego też, jeżeli w jakiejś strefie wyróżnia się rozciągłość dominująca, charakterystyczna dla całej strefy, to kierunek ten można uważać za charakterystyczny dla najmłodszej fazy tektonogenezy danego obszaru. Tego rodzaju analiza rozciągłości pozwala ustalić związek między strefami z punktu widzenia ich przebudowy. Wiadomo, że skład utworów podłoża krystalicznego wiąże się z fałdowaniami i budową tektoniczną tego podłoża. W związku z tym dysponując konkretnym materiałem geologicznym, można na podstawie omówionej analizy przedstawić geologiczną interpretację wydzielonych stref.

Jeżeli głębokość występowania podłoża krystalicznego przekracza 2,5—3,0 km, to strefy wydzielone na mapach Z_{an} i V_{zz} nie pokrywają się wzajemnie, zaś charakter anomalii tych dwóch wielkości jest różny. W tym przypadku anomalie V_{zz} uzyskane w wyniku regionalnych zdjęć grawimetrycznych odwzorowują głównie zasadnicze rysy budowy pokrywy osadowej. Dlatego też należy następnie porównywać anomalie V_{zz} ze strukturami znanymi z wyników badań refleksyjnych.

Jeśli korelacja ta da wynik pozytywny, wówczas położenie anomalii dostatecznie wyraźnie określa lokalizację i rozciągłość struktur. Analiza róż rozciągłości V_{zz} — biorąc pod uwagę konkretne materiały geologiczne (dane o rozciągłości fałdowań i różnych piętrach strukturalno-tektonicznych) — dostarcza informacji o rozwoju struktur, zmianie rozciągłości fałdowań od górnego piętra strukturalnego do dolnego, o przesunięciu kul-

minacji структур в плоскости и в пьоне, т. е. о загаднениях важных в поисках нефти и газа.

Методыку эту, омовоную в способ бардо схематичны в згледу на ограничоную обьекто артыкулу, стосовано в поводженем в вилу регионех ЗСРР.

Вывражам глбонку вдзичносо дрови А. Дабровскиему, котры взиал на себе труд зредаговония минеязего артыкулу и преттумачения го на язык польски.

Wydział Geologii
Państwowego Uniwersytetu Moskiewskiego
Nadesłano dnia 25 grudnia 1968 r.

PIŚMIENNICTWO

- LA PORTE M. (1962) — Elaboration rapide des cartes gravimetriques, deduite de l'anomalie de Bouger a l'aide d'une calculatrice electronique. Geophys. Prosp., 10, p. 238—257, nr 3. Haga.
- БЕРЕЗИН И. С., ЖИДКОВ Н. П. (1962) — Методы вычислений. 1, 2. Физматгиз. Москва.
- ЖОГОЛЕВ Е. А., ТРИФОНОВ Н. П. (1964) — Курс программирования. Из-во „Наука”. Москва.
- ИВАНОВ В. К. (1956) — Обратная задача теории потенциала для тела, близкого к данному. Изв. АН СССР, сер. математ., 20, № 6, стр. 793—818. Москва.
- ИВАНОВ В. К. (1962) — Интегральные уравнения первого рода и приближенное решение обратной задачи потенциала. ДАН СССР, сер. математ., 142, № 5, стр. 998—1000. Москва.
- ЛИТВИНЕНКО О. К. (1960 а) — Применение вычислительных машин для разделения локальных и региональных аномалий. Прикладная геофизика., в. 25, стр. 130—140. Гостоптехиздат. Москва.
- ЛИТВИНЕНКО О. К. (1960 б) — Подготовка геофизических карт для обработки их на быстродействующих электронных машинах. Разведочная и промысловая геофизика, вып. 37, стр. 61—63. Гостоптехиздат. Москва.
- ЛИТВИНЕНКО О. К., МАКАРОВ В. А. (1962) — Решение прямой задачи гравиразведки для трехмерных тел (сейсмических структур) с помощью электронных машин. Прикладная геофизика, вып. 33, стр. 155—160. Гостоптехиздат. Москва.
- ЛИТВИНЕНКО О. К., МЕЛИХОВ В. Р., РУСЬЯНОВ Ю. Г., РУКИН М. Д. (1967) — Применение электронных цифровых вычислительных машин в гравиразведке. Вып. 1, Серия: Региональная разведочная и промысловая геофизика, № 20. ОНТИ ВИЭМС МГ СССР. Москва.
- ЛИТВИНЕНКО О. К., РУСЬЯНОВ Ю. Г. (1967) — Построение гравиметрических карт с помощью ЭЦВМ. Серия: Региональная разведочная и промысловая геофизика, № 17. ОНТИ ВИЭМС МГ СССР, Москва.
- ЛИТВИНЕНКО О. К., МЕЛИХОВ В. Р., РУСЬЯНОВ Ю. Г., РУКИН М. Д. (1968) — Применение электронных цифровых вычислительных машин в гравиразведке. Вып. 2, Серия: Региональная разведочная и промысловая геофизика, № 29. ОНТИ ВИЭМС, МГ СССР. Москва.
- МЕЛИХОВ В. Р. (1967) — Использование рядов Фурье для трансформации потенциальных полей на ЭЦВМ. Вестник МГУ, сер. геологич. № 3, стр. 3—20. Москва.

- ТИХОНОВ А. Н. (1963) — О решении некорректно поставленных задач и методе регуляризации. ДАН СССР, 151, № 3, стр. 501—504. Москва.
- ТИХОНОВ А. Н., ГЛАСКО В. Б., ЛИТВИНЕНКО О. К., МЕЛИХОВ В. Р. (1968) — О продолжении потенциала в сторону возмущающих масс в гравиметрической и магнитной разведках на основе метода регуляризации. Изв. АН СССР, сер. Физика Земли, № 12, стр. 30—47. Москва.

Оксана ЛИТВИНЕНКО

МЕТОДИКА ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ СЪЕМОК ПРИ ПОМОЩИ ЭЛЕКТРОННЫХ ЦИФРОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Резюме

Припомнив проблемы, имеющие место при региональных геофизических исследованиях, в статье приведены этапы, которые составляют интерпретацию этих исследований. На Кафедре Геофизических Методов Исследования Земной Коры Геологического Факультета Московского Государственного Университета разработана методика интерпретации результатов геофизических исследований при помощи электронных цифровых вычислительных машин. Приведены геологические проблемы, которые можно решить, применяя описанную методику. Кратко охарактеризованы вычислительные машины, применяемые для этих целей, описаны этапы, необходимые для численного решения приведенных в работе геофизических задач. Дается очередность операций, которые выполняет вычислительная машина, получаемые результаты очередных этапов вычислений и их точность. В конце приведены показатели, касающиеся очередности анализа выходящих материалов и результатов, произведенных на их основании вычислений.

Oksana LITWINIENKO

METHOD OF INTERPRETING REGIONAL GEOPHYSICAL SURVEYS BY MEANS OF ELECTRONIC COMPUTERS

Summary

The paper deals with the problems related to the regional geophysical research, and concerns the interpretation phases of this research. A method of interpreting the results of regional geophysical surveys using electronic computers has been elaborated at the Department of Geophysical Methods of Earth's Crust Examination, Geological Faculty, Moscow University. This paper also presents some geological problems which may be solved by means of the method considered. The author shortly characterizes the instruments used during the interpretation, and discusses the phases related to certain numerical solutions of geophysical tasks presented in the paper. Moreover, the author describes the successive operations executed by electronic computers, gives the results obtained during the individual interpretation phases, and emphasizes their exactness. To the end of the paper, she gives some recommendations concerning the succession in the analysis of the original materials, and of the results of the calculations made on the basis of these materials.