

TADEUSZ KRYNICKI

Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych

## METODA WIELOKROTNYCH PROFILOWAŃ W ŚWIELE BADAŃ WYKONANYCH W ZSRR

UKD 550.835.5.02/05:681.3.03

W ZSRR daje się zaobserwować ciągły liczbowy wzrost prac wykonywanych metodą wielokrotnych profilowań\*. Przyczyną tego jest niewątpliwie poprawa jakości wyników, jaką uzyskuje się przy jej stosowaniu w wielu regionach o różnorodnej budowie geologicznej. Fakt ten znalazł odbicie w materiałach przedstawionych na sympozjum, na którym dokonano oceny stanu prac i wytyczono kierunki dalszego rozwoju metody wielokrotnych profilowań (3). Należy nadmienić, że w krajowej literaturze geofizycznej opisywano już wyniki uzyskiwane metodą wielokrotnych profilowań na obszarze Polski (1, 2). Wydaje się jednak celowe, w nawiązaniu do wygłoszonych na sympozjum referatów, zapoznać sejsmików z niektórymi problemami dotyczącymi metody wielokrotnych profilowań i sposobami ich rozwiązywania w ZSRR. Warto odnotować, że na wymienionym sympozjum wygłoszono ponad 20 referatów, dotyczących głównie praktycznej strony stosowania metod, ze względu jednak na szczupłość miejsca zostaną scharakteryzowane tylko wybrane zagadnienia, które mogą budzić szersze zainteresowanie.

### CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA EFEKTYWNOŚĆ METODY WIELOKROTNYCH PROFILOWAŃ

Efektywność metody wielokrotnych profilowań zależy od szeregu czynników, a przede wszystkim od:  
— metodyki prac polowych i zachowania podobnych warunków wzbudzania, przebiegu i rejestracji fal,  
— dokładności wprowadzenia poprawek statycznych i dynamicznych,  
— stopnia zachowania zasady wspólnego punktu odbicia na poszczególnych granicach.

### METODYKA PRAC POLOWYCH

Na geologiczną efektywność metody wielokrotnych profilowań w dużym stopniu wpływa stosowana geometria rozstawów. Przy prawidłowym wyborze schematów strzelania uzyskuje się maksymalny stosunek amplitud fal użytecznych do amplitud zakłóceń. Schematy strzelania ustala się na podstawie obrazu falowego, przy czym uwzględnia się pewne założenia co do geometrii rozstawów. Stosuje się rozstawy pozwalające uzyskiwać hodografy najintensywniejszych fal wielokrotnych o większej krzywiznie od hodografów fal jednokrotnych. Z reguły hodografy resztkowe dla kanałów najbardziej oddalonych od punktów strzałowych (PS) nie przekraczają wartości 1,5 fazy rejestrowanych fal. Jednocześnie dąży się, aby na bazie sumowania rozumianej jako odległość po profilu wyznaczoną przez sumowane kanały rejestrujące fale od wspólnego punktu odbicia, było zapewnione odpowiednie względne opóźnienie fal wielokrotnych w stosunku do jednokrotnych. Stwierdzono, że najlepsze parametry rozdzielczości kierunkowej metody będącej systemem interferencyjnym uzyskuje się w przypadku występowania opóźnienia liniowego. Ponadto zwraca się uwagę, aby krotność profilowania dla danego znaczenia funkcji opóźnienia była tak wysoka, że zapewni ona w dostatecznym stopniu osłabienie zakłóceń.

\* W praktyce metoda ta w Polsce nazywana jest metodą wielokrotnych pokryć.

Posiadając orientację w obrazie falowym, geometrię rozstawów i krotność profilowania ustala się na podstawie diagramów przedstawiających zbiór charakterystyk częstotliwości fal i odpowiadających im funkcji opóźnienia. Zaletą takiego sposobu określania geometrii rozstawów polega na wyeliminowaniu wpływu widma częstotliwości fal użytecznych i zakłóceń na ustalone parametry. Podstawowym zadaniem wpływającym na wybór geometrii rozstawów i krotności pokrycia jest określenie kinematycznych i dynamicznych charakterystyk fal użytecznych i zakłóceń.

Badania obrazu falowego przeprowadza się na podstawie obliczeń prędkości efektywnych i wyodrębnienia na sejsmogramach, uzyskanych podczas wcześniej wykonanych prac, najbardziej intensywnych fal i sporządzenia dla nich hodografów teoretycznych. Ponadto opracowuje się sejsmogramy syntetyczne z wykreśleniem samych odbić jednokrotnych i jednokrotnych łącznie z wielokrotnymi. Sejsmogramy oblicza się dla różnych wariantów modelu ośrodka. Jednak trudności w uwzględnieniu przebiegu fal, ich pochłaniania i rozproszenia powodują, że sejsmogramy połowe różnią się często od sejsmogramów syntetycznych. Prowadzi to do zniekształcenia dynamiki poszczególnych fal i obrazu falowego w całości, a więc i do zmniejszenia roli sejsmogramów syntetycznych. Najbardziej przydatnymi materiałami służącymi do rozpoznania obrazu falowego są dane pionowych profilowań sejsmicznych, na podstawie których ustalenie fal wielokrotnych nie stwarza większych trudności. Wykorzystując wyniki pionowych profilowań sejsmicznych łatwo jest określić kinematyczne i dynamiczne właściwości fal jednokrotnych i wielokrotnych.

Powyższa analiza obrazu falowego wykonana jest w zasadzie przed rozpoczęciem prac polowych metodą wielokrotnych profilowań. Następnie dla sprawdzenia obliczeń wykonuje się pomiary obrazu falowego, najczęściej w formie sondowań. Z kolei na wybranym profilu lub jego części prowadzi się prace połowe i trzeba pokreślić, że z reguły bogatsza metodyka niż to wynika z analizy obrazu falowego, np. stosuje się 12 lub 24-krotne pokrycie. Prace te są najczęściej prowadzone z zastosowaniem aparatur 48-kanałowych i rozstawów skrajnych. Pozwala to w następstwie na opracowywanie materiałów polowych dla różnych wariantów geometrii rozstawów, poprawek dynamicznych, filtracji i wzmocnienia. Trzeba tu podkreślić, że opracowanie przekrojów czasowych przeprowadza się przeważnie z wykorzystaniem maszyn cyfrowych, co ułatwia i przyspiesza proces przetwarzania. Jeżeli zachodzi potrzeba, podobny cykl polowych prac metodycznych powtarzany jest na innych profilach. Po ustaleniu w ten sposób parametrów metodyki przystępuje się do prac produkcyjnych. Niewątpliwie taki sposób postępowania jest ułatwiony ze względu na istnienie dużego zaplecza naukowo-badawczego, dysponującego własnymi, metodyczno-doświadczalnymi zespołami polowymi.

W pracach produkcyjnych stosuje się najczęściej 6 i 12-krotne profilowanie i rozstawy skrajne. Odległości między kanałami wynoszą w większości 50 m,

niekiedy zaś 75 i 100 m. Rozstawy odległe do 3000 m od PS należą do rzadkości. Trzeba podkreślić, że poglądy na temat roli długości rozstawu, a ściślej jego odległości od PS uległy pewnym modyfikacjom. Tak np. Urupow i Muszina stwierdzają, że nie zawsze wybrana geometria rozstawu na podstawie obrazu falowego, uwzględniająca stosunek amplitud widm i prędkości pozornych bądź efektywnych fal użytecznych do zakłócających, prowadzi do żądanych wyników. Przyczyną tego, ich zdaniem, jest niedocenicenie innych czynników wpływających na efektywność metody wielokrotnych profilowań. Przykładem mogą tu być wyniki uzyskane w centralnej i południowo-wschodniej części płyty rosyjskiej, gdzie przy stosowaniu rozstawów odległych od PS o 2–3 km, jakość przekrojów jest gorsza niż w przypadku rozstawów do 1500 m.

Wykonane w tych regionach prace metodyczne, polegające na stosowaniu rozstawów o różnych odległościach skrajnych kanałów od PS wykazały, że przy zbyt małych odległościach — do 300 m — jakość wyników jest podobna do uzyskiwanych przy pojedynczym profilowaniu, przy dużych zaś odległościach, wynoszących 2400 m, obserwuje się pogorszenie wyników wskutek niezachowania zasady wspólnego punktu odbicia, jako że w obszarach tych występują granice erozyjne będące źródłem licznych fal dyfrakcyjnych, które utrudniają uzyskanie odbić od tych samych punktów.

Zdaniem Urupowa i Muszina metoda wielokrotnych profilowań (nawet przy zastosowaniu zapisu cyfrowego i różnych wariantów poprawek) nie daje spodziewanych wyników, mimo że pomiary pionowych profilowań sejsmicznych wskazują na możliwość rejestracji odbić, jeżeli w przekroju brak jest dostatecznie równych i gładkich granic odbijających. W pracach produkcyjnych, zależnie od budowy geologicznej i intensywności powierzchniowych fal zakłócających, grupuje się różne ilości geofonów na kanał, najczęściej 8–16. Wzbudzanie fal prowadzi się z reguły w głębokich otworach poniżej spągu strefy małych prędkości (SMP), odpalenie ładunków w otworach płytkich należy do rzadkości. W przypadku grupowania otworów płytkich stwierdzono, że ilość refleksów wielokrotnych tzw. cieni ulega zmniejszeniu. Podczas prac polowych prowadzonych metodą wielokrotnych pokryć podkreśla się konieczność zachowania (wszędzie) zbliżonych warunków wzbudzania, podobnie zresztą jak i parametrów odbioru. W zasadzie przed sumowaniem filtruje się kanały rejestrujące fale od wspólnych punktów odbicia. Jednocześnie wyrównywuie się intensywność zapisu dla tych kanałów. Operacje te wykorzystuje się w przypadku przetwarzania cyfrowego danych metody wielokrotnych profilowań.

#### METODYKA PRAC INTERPRETACYJNYCH

Na wstępie warto odnotować, że znaczna część materiałów uzyskanych metodą wielokrotnych profilowań z zapisem analogowym przetwarzana jest cyfrowo. Dzięki temu można stosować różne procesy opracowania, co przyczynia się do podniesienia efektywności badań. Stwierdzono dużą zależność jakości uzyskiwanych wyników od dokładności obliczenia i wprowadzenia poprawek statycznych i dynamicznych. Uważa się, że przy dokładnym wprowadzeniu poprawek, efektywność metody wielokrotnych profilowań jest duża, nawet przy stosunku amplitudy fali użytecznej do zakłóceń równym 0.5–2. W związku z tym zagadnieniu propraców poświęca się bardzo dużo uwagi, co znajduje wyraz w opracowaniu szeregu algorytmów i programów umożliwiających ich automatyczną korektę na maszynach matematycznych.

#### Obliczanie poprawek statycznych

Obliczania powyższego dokonuje się w zasadzie w dwóch kolejnych etapach. W etapie pierwszym

prowadzi się obliczanie poprawek w zespołach terenowych do czego wykorzystuje się dane o prędkościach uzyskiwane najczęściej drogą mikrosejsmokratażu odwróconego, tj. odpalania sondy zapalnikowej w otworze. Etap drugi obejmuje korektę poprawek, którą przeprowadza się na podstawie hodografów fal odbitych nanoszonych przez pracowników działów interpretacji lub też jest ona wykonywana automatycznie na maszynach matematycznych. Niezależnie od tego jaki stosuje się sposób korekty, poprawek zwiększenie ich dokładności sprowadza się do określenia dla każdego kanału na profilu poprawek na wspólny punkt odbicia lub odbioru. Przedtem jednak wprowadza się poprawki dynamiczne. Podobny sposób postępowania jest zresztą stosowany u nas w kraju, stąd jego szersze omawianie wydaje się zbędne, warto natomiast zatrzymać się przy algorytmach i programach, za pomocą których dokonuje się automatycznej korekty poprawek statycznych na maszynach matematycznych.

Opracowano w zasadzie 4 algorytmy dla korekty poprawek statycznych, oznaczonych symbolami: KSP-2, KSP-3, KSP-4 i KSP-5. Algorytm KSP-2 oparto na wyrównywaniu serii hodografów, odpowiadających wspólnym punktom odbicia, bądź hodografów zbitych dla wspólnych punktów odbioru. Algorytm KSP-3, podobnie jak poprzedni, wyrównuje hodografy uzyskiwane w czasie prac prowadzonych metodą wielokrotnych profilowań, lecz jest uproszczony i pozwala na zmniejszenie czasu pracy maszyny. Algorytm KSP-4 przewiduje wstępne sumowanie zapisu sejsmicznego z obliczonymi i wprowadzonymi poprawkami statycznymi i dynamicznymi. Sumować można kanały odpowiadające wspólnym punktom odbicia lub odbioru. Na zsumowanych przekrojach śledzi się korelujące się najpewniej granice. Wartości czasowych przesunięć na poszczególnych kanałach względem uśrednionej linii, rozpatrywane są jako poprawki korekcyjne. Algorytm KSP-5 umożliwia określenie poprawek statycznych jako różnicy między hodografem przewodniej fali odbitej, zarejestrowanej na rozstawie, a hiperbolą obliczoną na podstawie wartości poprawek dynamicznych dla pewnego czasu i odległości rozstawu od PS. Zaletą algorytmu jest usunięcie wpływu zmian prędkości poniżej poziomu odniesienia. Możliwe błędy w poprawkach statycznych, spowodowane przypadkowymi pomyłkami w korelacji fazowej fal, korygowane są algorytmem zbliżonym do algorytmu KSP-2. Wszystkie algorytmy zostały przetestowane na znacznej ilości materiałów. Przebadano przy tym wpływ następujących parametrów na jakość granic sejsmicznych:

- 1) wielkość błędów wstępnie obliczonych poprawek statycznych,
- 2) wielkość rozrzutu faz analizowanych hodografów fal odbitych,
- 3) systematycznych błędów w obliczeniach poprawek statycznych.

Wykonana analiza jakości wyników wykazała dużą przydatność algorytmu KSP-2, dającego dokładność korekty do 2–3 ms, przy błędach wstępnego obliczenia wynoszących 10–15 ms. Przy zastosowaniu algorytmu KSP-2 błędy w określeniu fazy dochodzące nawet do 10–15 ms teoretycznie nie wpływają na dokładność korekty poprawek statycznych. Nieco mniejsze dokładności korekty poprawek uzyskuje się przy korzystaniu z algorytmu KSP-3. Dotychczas najszerszej stosuje się algorytm KSP-4, co wynika z wystarczającej dokładności poprawek, nawet w przypadku popełniania błędów w korelacji fal na sejsmogramach wzdłuż profilu. Jednakże przy słabej znajomości poprawek dynamicznych bądź występowania upadów granic odbijających wskazana jest wstępna korekta poprawek dynamicznych.

#### Obliczanie poprawek dynamicznych

Obliczenia poprawek dynamicznych i statycznych rozbić można na 2 etapy. Pierwszy z nich to obliczanie poprawek na podstawie danych o średnich

prędkościach, a drugi to automatyczna korekta poprawek. Należy podkreślić, że prawie zawsze dokonuje się korekty poprawek dynamicznych, która może być właściwie przeprowadzona przy zastosowaniu odpowiednio szybko liczących maszyn matematycznych.

Stosowane w praktyce przetwarzania danych metody wielokrotnych pokryć algorytmy korekty poprawek dynamicznych opierają się na hiperbolicznej aproksymacji hodografów fal odbitych. Jednocześnie w wielu przypadkach uwzględnia się możliwość przedstawienia hodografu hiperbolicznego, dla określonego modelu ośrodka w formie dwóch składowych: hiperboli obliczonej według przybliżonych wartości prędkości i paraboli drugiego stopnia.

Na podstawie kształtu aproksymujących krzywych i kolejności wykonywanych czynności, podczas przetwarzania danych metody wielokrotnych profilowań, można wyróżnić następujące warianty algorytmów korekty poprawek dynamicznych:

1. Sumowanie odbywa się z wykorzystaniem szeregu hiperbol, zmiennych w czasie i obliczonych przy założeniu  $V_{gr} = \text{const}$ . Ujemną stroną tego sposobu jest zmienna w czasie właściwość kierunkowości metody.

2. Sumowanie wykonywane jest z zastosowaniem grupy hiperbol, stałych dla określonych czasów, przy założeniu stałego przyrostu czasu na skrajnym kanale. Wariant ten wymaga stosunkowo dużo czasu pracy maszyny matematycznej, lecz nie wywołuje zniekształceń sygnałów sejsmicznych związanych ze zmianą krzywej prędkości w czasie.

3. Wycinek przekroju czasowego, czyli pewną ilość kanałów rejestrujących fale od wspólnych punktów odbicia, sumuje się przy stosowaniu różnych poprawek dynamicznych, kolejno zmienianych. Uzyskane najważniejsze amplitudy fal odbitych na przekroju świadczą o właściwym doborze poprawek dla określonych czasów.

4. Składanie odbywa się z wykorzystaniem grupy hiperbol, będących sumą hiperboli pojedynczej — wyjściowej, zmieniającej się w czasie według przyjętego rozkładu prędkości i składowej parabolicznej.

Interesujące są spostrzeżenia Urupowa i Muszina, dotyczące poprawek dynamicznych. Stwierdzają oni bowiem, że poprawki dynamiczne obliczone na podstawie danych prędkości średnich mierzonych w otworach często nie zapewniają sumowania fal w fazie, czego przyczyną jest nieuwzględnianie załamania fal na granicach sejsmicznych oraz zjawiska pseudoanizotropii i pseudorozproszenia. Trudności uwzględniania załamania promieni sejsmicznych wzrastają wraz ze złożonością budowy geologicznej i sposoby ich przezwyciężania są znane.

Znacznie trudniej jest uwzględnić wspomniane zjawiska pseudoanizotropii i pseudorozproszenia. Stosunkowo często spotykane są przypadki, gdy rozmiary źródła anizotropii, którym może być cyklicznie powtarzająca się warstwa lub ich grupa, posiadają miąższość zbliżoną do długości fal. W takich przypadkach, przy względnie szerokim paśmie częstotliwości fali odbitej, pewne składowe (np. niskoczęstotliwościowe) rozchodzą się bez zauważalnego przejawiania anizotropii, inne zaś (wysokoczęstotliwościowe) wykazują dużą anizotropię. Można mówić, że występuje tu nie anizotropia, lecz pseudoanizotropia. Przyczyną pseudoanizotropii według Urupowa i Muszina są przede wszystkim uwarstwienia ośrodka i regularna szczelinowatość. Wynikiem pseudoanizotropii jest różnica w wartościach prędkości efektywnych, obliczonych na podstawie fal występujących na sejsmogramach odtwarzanych na różnych filtracjach.

Należy odnotować, że pseudoanizotropia przejawia się szczególnie intensywnie na antyklinach i w pobliżu stref zaburzeń tektonicznych. Wahań wartości prędkości efektywnych i poprawek dynamicznych z powodu powyższych zjawisk są znaczne, co

prowadzi do pogarszania wyników. Tak więc, jeżeli skały osadowe charakteryzują się pseudorozproszeniem lub pseudoanizotropią, obliczone prędkości efektywne nie mogą być przeliczone na prędkości średnie, na podstawie których określa się poprawki dynamiczne. Dysponując krzywą prędkości średnich, uzyskaną w wyniku pomiarów wykonanych w otworze w warunkach ośrodka pseudoanizotropowego, nie można prawidłowo obliczyć poprawek dynamicznych, które zapewniałyby złożenie fal użytecznych w fazie. W celu uzyskania dobrych wyników metodą wielokrotnych profilowań w przypadku występowania omawianych zjawisk wykonuje się automatyczną korektę poprawek dynamicznych lub ich bezpośrednio określenie na podstawie diagramów parametrycznych, po usunięciu zniekształceń wywołanych falami wielokrotnymi. Jednocześnie wskazane jest, podczas sumowania i obliczania poprawek dynamicznych, korzystać z danych uzyskiwanych przy tej samej filtracji.

#### Algorytmy i programy przetwarzania danych sejsmicznych na maszynach matematycznych

Oprócz algorytmów i programów umożliwiających przeprowadzenie automatycznej korekty poprawek statycznych i dynamicznych opracowano szereg innych. Kompleks istniejących programów do cyfrowego przetwarzania można umownie podzielić na 2 grupy: a) wstępnego i b) właściwego przetwarzania. W grupie wstępnego opracowania znajdują się programy zabezpieczające przygotowanie wyjściowych danych sejsmicznych dla właściwego przetwarzania. Programy wstępnego etapu, których jest około 10, zapewniają określenie optymalnych poprawek statycznych i dynamicznych, jak również pozwalają na zorientowanie się w istniejącym obrazie falowym i ogólnych zarysach budowy badanego obszaru, co jest niezbędne przy ustalaniu dalszych procesów właściwego przetwarzania.

Spośród programów właściwego przetwarzania można wymienić następujące, które umożliwiają:

- automatyczną regulację amplitud,
  - stosowanie filtracji prostej, odwrotnej i wahlarzowej,
  - sumowanie z wprowadzaniem poprawek statycznych i dynamicznych,
  - zmienne w czasie kierunkowe mieszanie przekroju czasowego,
  - uzyskanie rozwiniętych wykresów prędkości efektywnych,
  - przekształcanie przekroju czasowego w głębokościowy, z zachowaniem dynamiki zapisu i uwzględnieniem migracji promieni sejsmicznych,
  - wprowadzenie danych przetwarzania na plotter;
- ponadto są stosowane i istnieją programy do:

- przeprowadzania autokorelacji i retrokorelacji,
- wyrównywania amplitud i przeprowadzania retrokorelacji na podstawie amplitud,
- wyrównywania widma częstotliwościowego kanału,
- określania funkcji wzajemnej korelacji,
- odejmowania impulsów (kanał — retrokorelacja) dla osłabienia fal wielokrotnych.

Warto nadmienić, że na bazie algorytmu i programu przekształcania przekroju czasowego w głębokościowy wykonuje się analizy dynamiki obrazu falowego w ujęciu powierzchniowym, jak również i w płaszczyznach pionowych. Jest to swego rodzaju rozwiązywanie zadania trójwymiarowego, które ma istotne znaczenie dla prac poszukiwawczych. Wiadomo bowiem, że obraz falowy jest odzwierciedleniem budowy geologicznej, a dynamika fal odbitych świadczy o właściwościach fizycznych granic sejsmicznych.

Z powyższego wynika, jak szeroki jest stosowany zakres przetwarzania cyfrowego, co niewątpliwie przyczynia się do zwiększenia efektywności badań sejsmicznych.

## Przetwarzanie danych sejsmicznych w przypadku występowania intensywnych fal wielokrotnych

W przypadku, gdy regularne zakłócenia o wysokich wartościach prędkości pozornych są intensywne, a stosowana geometria rozstawów nie zapewnia ich dostatecznego tłumienia, co bardzo często zdarza się przy rejestracji złożonych refleksów wielokrotnych, na przekrojach czasowych opracowanych metodą wielokrotnych profilowań może występować zanik pewnych osi zgodności faz lub pojawianie się innych nie obserwowanych na sejsmogramach. Zmiany takie, zdaniem Bepjatowa, są najczęściej związane z zakłóceniami, które w wyniku sumowania ulegały zniekształceniu zarówno pod względem kształtu zapisu, jak i czasu występowania. Zakłócenia te mimo sumowania pozostały intensywne i pod względem energii dominują nad falami jednokrotnymi. Zakłócenia mogą przejawiać się w postaci osi zgodności faz, podobnie jak i rzeczywiste granice sejsmiczne. Niekiedy, przy pewnych kinematycznych i dynamicznych właściwościach regularnych fal zakłócających i określonych parametrach geometrii rozstawu, osi zgodności faz tych fal mogą być nachylone. Przy pobieżnej ocenie przekroju i niedostatecznym uwzględnieniu omawianego zjawiska, fale zakłócające łatwo uznać można za odbite od rzeczywistych granic sejsmicznych. Omawiane fale zakłócające znikają, jeżeli zamiast rozstawów skrajnych zastosować rozstawy środkowe, względnie będą one posiadać przeciwne upady, przy strzelaniu z odwrotnego kierunku w stosunku do rozstawu. Ta cecha pozwala rozpoznawać fale zakłócające o dużych prędkościach pozornych.

Zmiany w obrazie falowym na przekroju czasowym zależnie od kierunku strzelania, zdaniem Bepjatowa, nie można tłumaczyć różnym efektem tłumienia fal wielokrotnych, ponieważ stosowane rozstawy posiadały podobną długość i odległość od PS, tak więc ich zdolność wytłumienia fal była identyczna. Przeprowadzone badania teoretyczne wymienionego zjawiska wykazały, że występuje ono wskutek stosowania rozstawów w niedostatecznym stopniu tłumiących złożone fale wielokrotne o dużej intensywności. W przypadku zwiększenia krotności profilowania z 3–6 do 12 zjawisko to zanikało. Jednocześnie badaniami stwierdzono, że kształt osi zgodności faz fal zakłócających zależy od różnic prędkości fal wielokrotnych i jednokrotnych, geometrii rozstawu i krotności pokrycia. Tak więc podkreśla się, że powyższe zjawisko należy mieć na uwadze przy projektowaniu schematów strzelania i przetwarzania danych metody wielokrotnych profilowań.

## UZYSKIWANE WYNIKI I KIERUNKI ROZWOJU METODY

Zastosowanie metody wielokrotnych profilowań w różnych jednostkach geologicznych, charakteryzujących się odmienną budową wglębną i warunkami powierzchniowymi, przyniosło generalną poprawę jakości uzyskiwanych wyników. Polega ona na zwiększeniu zasięgu głębokościowego, lepszym śledzeniu granic płytszych i pewniejszym wyznaczeniu stref dyslokacyjnych oraz osłabianiu fal wielokrotnych. W niektórych regionach ZSRR, jak np. na Sachalinie, omawianą metodą uzyskano najlepsze wyniki w pracach prowadzonych dotychczas złożoną metodą i różnymi metodami, łącznie z metodą regulowanego odbioru kierunkowego. Niewątpliwie znacznie zwiększono efektywność metody wielokrotnych profilowań stosując przetwarzanie cyfrowe, mimo prowadzenia dużej części prac polowych aparatami z zapisem analogowym.

Dalszą poprawę jakości wyników metodą wielokrotnych profilowań osiągnąć się przez:

- 1) szersze stosowanie aparatów z zapisem cyfrowym,
- 2) doskonalenie sposobów obliczenia i korekty poprawek statycznych i dynamicznych,
- 3) rozbudowę istniejących i opracowanie nowych programów cyfrowego przetwarzania danych, co wy-

maga zastosowania nowoczesnych maszyn matematycznych.

Jednocześnie podkreśla się, że metoda wielokrotnych profilowań z powodzeniem może być stosowana w obszarach o stosunkowo prostej budowie geologicznej, tj. tam, gdzie występują względnie równe granice, nie powodujące rozproszenia fal, a fale szkodliwie posiadają prędkości efektywne znacznie różniące się od prędkości fal użytecznych. Wybór geometrii rozstawów powinien być poprzedzony analizą częstotliwościowych charakterystyk kierunkowości i istniejącego obrazu falowego. Ponadto stosowana geometria rozstawów powinna zapewniać sumowanie fali użytecznych w fazie, w związku z tym należy oddawać pierwszeństwo rozstawom, dla których odległość skrajnych kanałów od PS nie przekracza 1,5–2 km.

## LITERATURA

1. Krynicki T., Midura A., Orłowski W. — Przegląd wyników badań sejsmicznych. Biul. PPG 1972, nr 1.
2. Pepeł A., Betlej K., Krynicki T. — Stosowanie wielokrotnych pokryw w badaniach sejsmicznych. Prz. geol. 1972, nr 1.
3. Praca zbiorowa pod red. A. K. Urupowa i W. J. Mieszbieja — Sejsmiczeskije issledowanija metodom obszczej głubinnoj toczki (materiały seminara). Moskwa, 1972.

## SUMMARY

Materials presented at the symposium devoted to seismic studies made by the method of multiple profiling, which took place in the USSR in 1972, are discussed in the paper. Factors influencing the effectiveness of this method are given and method of interpretation of results is discussed. Moreover, mode of calculation of dynamic corrections and transformation of seismic data, in case of occurrence of intense multiple waves, is shown; algorithms are enumerated and programmes of seismic data processing by electronic machines are demonstrated. Some of the results obtained and perspectives for future developments of the method are mentioned.

## РЕЗЮМЕ

Изложены материалы, представленные на симпозиуме по сейсмическим работам методом многократного профилирования, состоявшемся в СССР в 1972 г. Указаны факторы, влияющие на эффективность этого метода. Описана методика интерпретации, способы вычисления поправок и преобразования сейсмических данных при наличии интенсивных многократных волн, приведены алгоритмы и программы переработки сейсмических данных на ЭВМ. Обсуждаются получаемые результаты и направления развития метода в будущем.

## SPROSTOWANIE

W artykule E. Gawor-Biedowej pt. „Rozwój poglądów na przynależność systematyczną niektórych rodzajów rodziny *Anomaliniidae* Cushman, 1927”, drukowanym w „Przeglądzie Geologicznym” nr 7, 1974, wkraśli się następujące błędy:

Strona	Wiersz		jest	powinno być
	od góry	od dołu		
307		13	<i>Valvulinidae</i>	<i>Valvulinidae</i>
309	3		<i>Cibicididae</i>	<i>Cibicididae</i>
309		10	<i>Cibicidae</i>	<i>Cibicididae</i>
310		34	<i>Laticarina</i>	<i>Laticarinina</i>
310		32	<i>Frauzenau</i>	<i>Frauzenau</i>
310		6	<i>Almaelininae</i>	<i>Almaelininae</i>
311	11		<i>Anomaliniidae</i>	<i>Anomaliniinae</i>
311	12		1932	1952