

Janusz FRYDECKI

Wyniki unifikacji badań radiometrycznych wykonanych w otworach wiertniczych niecki mogileńskiej

Wykorzystanie wyników badań geofizyki wiertniczej jest praktycznie obecnie zdeterminowane wyłącznie przez poziom techniczny wykonawstwa tych badań — odpowiednio szeroki, optymalny asortyment badań, ich dokładność, standaryzację itp. Obok dobrze znanej i rozpracowanej elektrometrii, najpoważniejszą rolę w badaniach geofizycznych otworów wiertniczych odgrywają metody geofizyki jądrowej. Przy ich pomocy dokonuje się zarówno geologicznych jakościowych ocen profilu przewierconych utworów, jak też i ocen ilościowych. Określa się koncentracje w skałach różnych składników — minerałów, rud itp.

Największe wykorzystanie ilościowe PG obserwuje się przy określaniu koncentracji minerałów promieniotwórczych bądź materiału ilastego C_i (M. A. Hossin, 1960; W. N. Dachnow, 1962; W. W. Łarionow, 1963; M. Wesołowska-Bała, 1969; J. Frydecki, 1969*a, b*, 1970). Profilowanie natężenia promieniowania gamma wzbudzonego neutronami (PNG) dostarcza informacji o zawartości (koncentracji) w skale atomów lekkich i atomów o dużym przekroju czynnym na reakcje typu $(n-\gamma)$. Z uwagi na przewagę występowania wśród nich w przyrodzie atomów wodoru, długości drogi dyfuzji, spowolnienia i czasu życia neutronów zależą przede wszystkim od wilgotności skał (O. A. Barsukow, N. M. Blinowa, S. F. Wyborynych i in., 1958).

Ogólnie znane są możliwości określenia zbiornikowych parametrów skał według wskazań metod radiometrii. Duża liczba prac modelowych i wykonanych w warunkach otworopodobnych w ostatnich latach umożliwiła dosyć dokładne określenie charakteru zależności wskazań metod neutronowych od (przykładowo) objętościowej zawartości wodoru w porach skał dla różnych warunków pomiaru (różne średnice otworów, różne konstrukcje przyrządów, typy indykatorów itd). Jednak w praktyce przemysłowych badań geofizycznych metodyka określania porowatości skał zbiornikowych wg wskazań PNG czy też zailenia wg PG może być stosowana jedynie w charakterze orientacyjnym, ponieważ typowa aparatura radiometryczna stosowana do badań geofizycznych nie jest zunifikowana.

Z zakresu badań radiometrii wiertniczej na terenie niecki mogileńskiej wykonywano profilowanie natężenia naturalnego promieniowania gamma (PG) i profilowania natężenia promieniowania gamma wzbudzonego neutronami (PNG). Od szeregu lat wykonywane badania nie ustępują zbyt znacznie jakością materiałów w porównaniu z badaniami wykonywanymi aktualnie. Brak im jednak podstawowej cechy pozwalającej na ilościową interpretację wyników, a mianowicie standaryzacji. Wymienione badania wykonywano dotychczas aparaturą nie zunifikowaną, bez jakiegokolwiek wspólnego mianownika między diagramami z poszczególnych otworów. Wyniki tych badań nadają się dość dobrze do wykorzystania jakościowego, lecz ich interpretacja ilościowa jest praktycznie niemożliwa. W artykule przedstawiono próbę przystosowania starych, ale dobrych materiałów radiometrii wiertniczej do reinterpretacji ilościowej na drodze statystycznej dla celów standaryzacyjnych i następnie interpretacyjnych.

Brak unifikacji aparatury, chociaż nie ma wpływu na charakter zależności $I=f(x)$, gdzie I — rejestrowane natężenie promieniowania, zaś x (parametr fizyczny skały (np. porowatość Φ dla PNG lub zailenie C_i dla PG)¹, to jednak doprowadza do zmiany współczynników dyferencjacji profilu ($K_d = I_{max}/I_{min}$) dla różnych przyrządów, w przedziałach ± 15 — 20% , a nawet wyższych (I_{max} ; I_{min} — wskazania naprzeciw warstw o skrajnie różnej wartości parametru x). Nie ma więc możliwości porównania wyników pomiarów otrzymanych z różnych otworów wiertniczych przy pomocy różnej aparatury. Wzorcowanie zastosowane w jednym środowisku uwzględnia faktycznie tylko efektywność liczników i ewentualnie moc źródeł. Rozbieżność w zdolności rozdzielczej aparatury byłoby można uwzględnić, wzorcując przyrządy w dwóch środowiskach o wyraźnie dobrych, różnych właściwościach radiometrycznych.

Jeżeli wybrać za jednostkę skali różnicę wskazań w dwóch wzorcowych środowiskach $I_1 - I_2$, to wskazania w każdej badanej warstwie, wyrażone w jednostkach względnego różnicowego parametru natężenia (O. A. Barsukow, N. M. Blinowa i in., 1958.; Sz. A. Guberman, W. W. Łarionow, A. I. Cholin, 1961; W. W. Łarionow, 1963; B. J. Wendelsztejn, 1963; B. J. Wendelsztejn, W. W. Łarionow, 1964; J. Frydecki 1969a, b, 1970):

$$dI = \frac{I - I_2}{I_1 - I_2} \quad (1)$$

okażą się niezależnymi od współczynnika dyferencjacji (selektywności) aparatury. W praktyce zastosowanie tej metody wzorcowania jest niekiedy dość trudne. Przyczyny są następujące. Jako jedno ze wzorcowych środowisk wykorzystuje się często np. dla PNG wodę. Dotychczas nie udało się jednak dobrać drugiego wygodnego do zastosowania wzorcowego środowiska, o odpowiednio przesuniętych wskazaniach I_{ng} , które odznaczałoby się podobną stabilnością właściwości neutronowych i prostotą odtwarzalności w każdej pracowni geofizycznej. Po wykonaniu w bazie geofi-

¹ Oznaczenia wg J. Frydeckiego (1968).

zycznej standaryzacji aparatury w odniesieniu do dwóch środowisk, trudno zagwarantować jej niezmiennosc po przewiezieniu na otwór wiertniczy. Metodyka laboratoryjnej standaryzacji nie może być wykorzystana przy ustalaniu skal dla materiałów archiwalnych (profilów zarejestrowanych w otworach wiertniczych w ciągu minionych lat), niezdatnych bez standaryzacji do ilościowej interpretacji.

W świetle wymienionych trudności i wad metod wzorcowania na podstawie dwóch środowisk wzorcowych trzeba oprzeć się o metody wzorcowania przyrządu wg wskazań w dwóch warstwach oporowych w otworze wiertniczym (A. T. Iwankina, A. A. Morozowa, 1960; Z. Balowa, S. Plewa, 1960, 1961; Sz. A. Guberman, W. W. Łarionow, A. I. Cholin, 1961; R. Desbrandes 1968; S. J. Pirson, 1963; J. Frydecki, 1969a, b).

Za warstwy oporowe można przyjąć albo warstwy o znanym składzie chemicznym i znanej porowatości czy zaileniu, albo warstwy o stałych własnościach radiometrycznych. Otwory wiertnicze, w których dostatecznie dokładnie znana jest np. porowatość chociażby dwóch warstw, spotyka się dość rzadko. Opracowano więc metody wykorzystujące warstwy o stałych w zasadzie własnościach radiometrycznych (Sz. A. Guberman, M. I. Owczynnikowa, 1964; T. I. Kurtiew, 1967; J. Frydecki, 1970).

Dzieląc wykres na przedziały i uśredniwszy wskazania w każdym przedziale można zbudować rozkład amplitud dla każdego kompleksu (Sz. A. Guberman, M. I. Owczynnikowa, 1964). Wówczas przyjmując założenie o stałym co do danej własności rozkładzie warstw danego kompleksu w danym rejonie wynika, że rozkład amplitud na wykresach otrzymanych z metod radiometrycznych dla tego kompleksu warstw także powinien być jednakowy we wszystkich otworach wiertniczych danego rejonu. Rozkład amplitud otrzymanych w różnych otworach będzie rzeczywiście pokrywał się, jeżeli przyrządy będą ściśle zunifikowane i amplitudy I będą odczytywane w jednej skali. Jednak, jak wspomniano o tym poprzednio, zarówno w latach ubiegłych, jak i obecnie PG i PNG rejestruje się aparaturą nie zunifikowaną. Skala na każdym z wykresów jest więc inna i odpowiednio rozkład amplitud, uzyskany z odpowiednich części przekroju, jest różny. Uwzględniając fakt, że aparatura różni się tylko współczynnikiem dyferencjacji przekroju, podczas gdy charakter zależności $I = f(x)$ jest stały, to różnice w uzyskanych rozkładach polegają tylko na tym, że krzywe rozkładu, otrzymane z różnych otworów, będą rozciągnięte lub zawężone i przesunięte o pewną wielkość. W ten sposób przy pomocy liniowych przekształceń (przesunięcie i zawężenie lub rozciągnięcie) wszystkie krzywe rozkładu mogą być sprowadzone do jednej postaci, tzn. wszystkie wykresy będą sprowadzone do jednej wspólnej skali. Parametry liniowego przekształcenia — przesunięcie i współczynnik zawężenia — pozwalają określić związek między skalami.

Powyższy wywód będzie słuszny tylko w przypadku, jeżeli spełniona jest podstawowa hipoteza, że rozkład warstw wg danego parametru jest stały na danym odcinku przekroju. To założenie sprawdzono w odniesieniu do niecki mogileńskiej we wcześniejszej pracy (J. Frydecki, 1970).

Opierając się na przedstawionych wyżej rozważaniach autor proponuje system przeprowadzania ujednociania wyników badań zakładając, że statystyczny rozkład amplitud odpowiada pewnemu modelowi rozkładu tych amplitud w funkcji głębokości otworu, a nie w funkcji ilości przypadków. Ta modyfikacja ma pewną przewagę w stosunku do przedstawionych wyżej założeń teoretycznych, a mianowicie umożliwia opracowanie materiałów również w przypadku zmian miąższości lub redukcji poszczególnych warstw badanego profilu. W takim przypadku należy wybrać dające się korelować ze sobą poziomy, o których można sądzić, że odpowiadające im parametry w danym rejonie są stabilne (J. Frydecki, 1970), i korelować te parametry na zasadzie regresji z jakimś przyjętym (założonym) modelem rozkładu amplitud w funkcji głębokości. Może być to np. uśredniony rozkład ze wszystkich rozpatrywanych wierceń. Dla i -tego otworu:

$$dI_i = A_i I_i + B_i, \quad (2)$$

gdzie:

$$A_i = \frac{1}{I_{1i} - I_{2i}}, \quad (3)$$

$$B_i = \frac{-I_{2i}}{I_{1i} - I_{2i}}, \quad (4)$$

Równanie (2) wskazuje na liniowość zależności $dI = f(I)$, co pozwala na wnioskowanie liniowości zmian skal między poszczególnymi otworami.

W przypadku zachowania warunku stabilności rozkładu amplitud dla wybranych poziomów reperowych lub profilu, winna się dla nich zachować wartość względnego różnicowego parametru natężenia dI (1), (2) i biorąc m warstw reperowych z badanych n otworów winien zostać spełniony postulat:

$$\left. \begin{aligned} A_1 I_{11} + B_1 &= A_2 I_{21} + B_2 = \dots = A_i I_{i1} + B_i = \dots = A_n I_{n1} + B_n \\ A_1 I_{12} + B_1 &= A_2 I_{22} + B_2 = \dots = A_i I_{i2} + B_i = \dots = A_n I_{n2} + B_n \\ &\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ A_1 I_{1j} + B_1 &= A_2 I_{2j} + B_2 = \dots = A_i I_{ij} + B_i = \dots = A_n I_{nj} + B_n \\ &\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ A_1 I_{1m} + B_1 &= A_2 I_{2m} + B_2 = \dots = A_i I_{im} + B_i = \dots = A_n I_{nm} + B_n \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Spełnienie powyższego postulatu dla i -tego otworu ($i = 1, 2, \dots, n$) oraz j -tej warstwy ($j = 1, 2, \dots, m$) pozwala na znalezienie związków przekształcenia na nowe układy współrzędnych. Przyjmując za wzorcowy otwór i -ty, otrzymamy dla j -tej warstwy w k -tym otworze:

$$A_k I_{kj} + B_k = A_i I_{ij} + B_i \quad (6)$$

a stąd równanie liniowej transpozycji z układu k na układ i :

$$I_{ij} = A_{ki} I_{kj} + B_{ki} \quad (7)$$

gdzie parametry transpozycji A_{ki} , B_{ki} wyrażają się wzorami:

$$A_{ki} = \frac{A_k}{A_i}, \quad (8)$$

$$B_{ki} = \frac{B_k - B_i}{A_i}. \quad (9)$$

Zatem został spełniony postulat liniowości transpozycji układów skal pomiędzy otworami (7) i korzystając z metody najmniejszych kwadratów, dla m warstw w i -tym otworze wzorcowym i k -tym otworze przekształcanym uzyska się układ równań normalnych:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{j=1}^m I_{ij} &= A_{ki} \sum_{j=1}^m I_{kj} + m B_{ki}, \\ \sum_{j=1}^m (I_{ij} I_{kj}) &= A_{ki} \sum_{j=1}^m (I_{kj})^2 + B_{ki} \sum_{j=1}^m I_{kj}. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

W oparciu o wzory Cramera zostaną określone parametry transpozycji z k -tej skali na skalę i -tą.

Zatem rozkłady amplitud wykresów PG oraz PNG, otrzymane z różnych otworów rozpatrywanego rejonu, mogą być sprowadzone do jednej skali za pomocą liniowych przekształceń.

Sprowadzenie wykresów PG oraz PNG, otrzymanych w różnych otworach, do jednej skali pozwala na podjęcie ilościowej interpretacji danych radiometrycznych, w szczególności zaś ułatwia określenie porowatości i zailenia skał zbiornikowych. W tym celu można przeskalować jeden wykres według porowatości (PNG) i zailenia (PG), a wszystkie pozostałe sprowadzić do wspólnej skali. Wzorcowy wykres można przeskalować mając np. do dyspozycji szczegółowo zbadany laboratoryjnie rdzeń z przekroju danego otworu, albo poprzez określenie porowatości (zailenia) w dwóch dowolnych warstwach, przy znanej charakterystyce zależności $I=f(x)$.

Badanie rozkładu amplitud na wykresach PNG lub PG daje również i szereg innych efektów np., jeżeli stwierdzono, że pewna miąższość profilu ma stabilną charakterystykę rozkładu porowatości, to znając charakter zależności $Ing=f(\Phi)$ lub $Ig=f(Ci)$ dla otworów o jednakowej konstrukcji, można ustalić przebieg tych zależności dla innych warunków otworowych.

Można też kontrolować stabilność pracy aparatury w otworze przy wykorzystaniu rozkładu amplitud. Istotnie, jeżeli zbudujemy wykresy rozkładów dla dwóch różnych części przekroju, to ich wzajemne położenie w nowym profilu winno być stałe. W przypadku zaś niestabilnej pracy aparatury (przemieszczanie zera, skoki natężenia itd.), odpowiednie rozkłady będą różne.

Opisane wyżej metody opracowywania wykresów nie rozwiązują zagadnienia unifikacji aparatury, pozwalają jednak wykorzystać do ilościowej interpretacji

Tabela 1

Unifikacja liniowa wyników PG w otworach niecki mogileńskiej

Nazwa otworu	Odchylenie standardowe zmiennej x	Odchylenie standardowe zmiennej y	Standardowy błąd oceny regresji y względem x	Standardowy błąd oceny regresji x względem y	Lewy przedział ufności współczynnika przy x	Prawy przedział ufności współczynnika przy x	Lewy przedział ufności wyrazu wolnego	Prawy przedział ufności wyrazu wolnego	Współczynnik korelacji	Równanie regresji liniowej y względem x	Równanie regresji liniowej x względem y
	σ_x	σ_y	σ_{yx}	σ_{xy}							
Bojanice 1	637	693	159	146	0,6006	1,5180	-917	+770	-0,973	$y = 1,0593x - 73$	$x = 0,8943y + 156$
Dąbrówka geo 1	751	721	12,5	13,0	0,9367	0,9829	+103	+182	-1,000	$y = 0,9598x + 142$	$x = 1,0415y - 148$
Dębica 1	525	390	21,3	28,6	0,6865	0,7990	+321	+547	-0,999	$y = 0,7427x + 434$	$x = 1,3424y - 577$
Kłęcko geo 2	198	446	42,9	19,0	1,5822	2,9006	-1890	-90	+0,995	$y = 2,2414x - 988$	$x = 0,4420y + 449$
Kłęcko geo 3	437	446	25,6	25,1	0,8399	1,1975	-480	+288	+0,998	$y = 1,0187x - 94$	$x = 0,9784y + 99$
Kościeszki 1	713	580	134	165	0,5297	1,0515	-460	+485	-0,973	$y = 0,7906x + 12$	$x = 1,1972y + 74$
Modliszewko 1	566	693	8,7	7,1	1,1963	1,5230	+79	+161	-1,000	$y = 1,2247x + 120$	$x = 0,8164y - 98$
Myszęcin 1	791	693	150	171	0,5075	1,2025	-363	+947	-0,976	$y = 0,8550x + 292$	$x = 1,1150y - 246$
Niestronno 1	624	390	47,8	76,4	0,5150	0,7279	-345	+315	-0,992	$y = 0,6214x - 15$	$x = 1,5850y + 69$
Owieczki 1	402	638	98,3	61,9	0,8247	2,3115	-1123	+670	+0,988	$y = 1,5681x - 226$	$x = 0,6226y + 168$
Przysieka 1	707	693	74,5	76,0	0,7812	1,1684	-456	+318	-0,994	$y = 0,9748x - 69$	$x = 1,0140y + 91$
Recz 1	474	693	124	84,9	0,9568	1,9205	-915	+482	-0,984	$y = 1,4387x - 217$	$x = 0,6727y + 190$
Świątniki 1*	1090	738	85,0	126	0,4342	0,9082	-354	+885	+0,993	$y = 0,6712x + 266$	$x = 1,4700y - 359$
Świątniki 1**	887	580	84,7	129	0,5139	0,7789	-10	+494	-0,989	$y = 0,6464x + 242$	$x = 1,5141y - 330$
Trzemżał 1	353	693	52,5	27,0	1,6809	2,2310	-897	-219	-0,997	$y = 1,9559x - 558$	$x = 0,5083y + 290$
Waliszewo 1	547	446	45,9	56,3	0,5547	1,0645	-305	+843	+0,995	$y = 0,8096x + 269$	$x = 1,2221y - 305$
Wągrowiec IG 1	773	446	95,9	166	0,1854	0,9399	-391	+1610	+0,977	$y = 0,5627x + 610$	$x = 1,6949y - 916$
Zalesie 1	692	446	172	267	0,1611	1,3489	-928	+2464	+0,923	$y = 0,5939x + 768$	$x = 1,4336y - 783$

* górny odcinek pomiarowy, ** dolny odcinek pomiarowy

Unifikacja liniowa wyników PNG w otworach niecki mogileńskiej

Tabela 2

Nazwa otworu	Odchylenie standardowe zmiennej x	Odchylenie standardowe zmiennej y	Standardowy błąd oceny regresji y względem x	Standardowy błąd oceny regresji x względem y	Lewy przedział ufności współczynnika przy x	Prawy przedział ufności współczynnika przy x	Lewy przedział ufności wyrazu wolnego	Prawy przedział ufności wyrazu wolnego	Współczynnik korelacji	Równanie regresji liniowej y względem x	Równanie regresji liniowej x względem y
	σ_x	σ_y	σ_{yx}	σ_{xy}							
Bojanice 1	1530	1820	320	280	0,9220	1,4145	-35,21	+5,81	+0,984	$y = 1,16825x - 15$	$x = 0,8281y + 15$
Dębica 1	1340	1820	400	290	0,9839	1,6667	-28,11	+17,30	+0,976	$y = 1,3253x - 5$	$x = 0,7185y + 7$
Kłęcko 1	1840	2560	110	790	0,4242	2,0886	-76,72	+53,42	+0,903	$y = 1,2564x - 12$	$x = 0,6483y + 22$
Kłęcko 2	1110	2210	530	270	0,4721	3,3882	-0,3054	+77,18	+0,971	$y = 1,93015x + 38$	$x = 0,4880y - 17$
Kłęcko 3	500	1870	800	210	1,1439	5,6187	-558,5	-47,10	+0,903	$y = 3,3813x - 303$	$x = 0,2410y + 94$
Kościuszki 1	4660	2210	810	1710	-0,0902	+0,9724	-47,97	+100,8	+0,930	$y = 0,4411x + 26$	$x = 1,9599y - 34$
Modliszewko 1	2190	1870	170	200	0,7432	0,9571	+0,65	+19,6	+0,996	$y = 0,8501x + 10$	$x = 1,1667y - 11$
Mysłęcin 1	1670	1820	390	360	0,7970	1,3347	-42,3	+8,0	+0,977	$y = 1,0658x - 17$	$x = 0,8951y + 20$
Niestronno 1*	5890	2270	350	890	0,3004	0,4629	+25,6	+50,2	+0,988	$y = 0,3817x + 38$	$x = 2,5599y - 94$
Niestronno 1**	1130	2170	920	480	0,6079	2,8584	-178,1	+34,96	+0,906	$y = 1,7332x - 72$	$x = 0,4734y + 51$
Owiczki 1	1970	1820	870	940	0,3010	1,3203	+12,5	+67,6	+0,877	$y = 0,8106x + 40$	$x = 0,9497y - 26$
Przysieka 1	1570	1820	330	280	0,8964	1,3755	-55,15	-7,3	+0,984	$y = 1,13595x - 31$	$x = 0,8517y + 30$
Recz 1	1360	1980	250	170	1,1135	1,7803	-15,3	+23,3	+0,992	$y = 1,4469x + 4$	$x = 0,6804y - 2$
Świątniki 1*	2850	2270	520	650	0,5261	1,0309	-93,6	-2,4	+0,974	$y = 0,7785x - 48$	$x = 1,2181y + 68$
Świątniki 1**	2740	2040	200	270	0,5153	0,9681	-7,8	+37,8	+0,995	$y = 0,7417x + 15$	$x = 1,3348y - 19$
Trzemiżał 1	1980	1980	470	470	0,5375	1,4073	-12,5	+49,6	+0,972	$y = 0,9724x + 19$	$x = 0,9709y - 14$
Waliszewo 1	950	1870	600	300	0,9872	2,7294	-132,4	+5,9	+0,947	$y = 1,8531x - 63$	$x = 0,4830y + 39$
Wągrowiec IG 1	820	1820	350	160	1,6806	2,6741	-35,97	+8,1	+0,981	$y = 2,1775x - 14$	$x = 0,4419y + 8$
Zalesie 1	1680	1820	510	470	0,6938	1,3857	-43,5	+19,4	+0,961	$y = 1,0397x - 12$	$x = 0,8875y + 18$

* górny odcinek pomiarowy ** dolny odcinek pomiarowy

obszerny materiał nagromadzony w ciągu szeregu ostatnich lat. W przyszłości, po wprowadzeniu aparatury zunifikowanej metody te mogą być wykorzystane w celu kontroli jakości zarejestrowanych wykresów, jak również i w charakterze narzędzia badań przekrojów geologicznych. W pracy przeprowadzono unifikację wyników badań radiometrii wg podanych tu zasad metodą najmniejszych kwadratów. Obliczenia prowadzono za pomocą EMC. Wyniki przytoczono w tabelach 1 i 2.

Do unifikacji profilowań gamma (PG) wykorzystano amplitudy natężeń dla sprawdzonych wcześniej stabilnych poziomów „gamma — 0”, „gamma — 1” i „izolatora podstawowego” (J. Frydecki, 1970) oraz dodatkowo równie stabilnych poziomów: „poziomu węglanowego”, stanowiącego wapienie czyste, nie zailone oksfordu, oraz „izolatora dolnego”, stanowiącego w oksfordzie nadkład marglisty izolujący „poziom węglanowy”. Do unifikacji PNG wykorzystano amplitudy natężeń poziomów „gamma — 0”, „gamma — 1”, „izolatora podstawowego”, „izolatora dolnego”, przeciętnych iłowców doggerskich, iłowców liasowych, iłowców retyckich oraz maksymalne amplitudy spotykane wzdłuż całego profilu. Amplitudy te stanowiły wartość zmiennej niezależnej x w równaniu regresji, zaś jako wartości wzorcowe, względem których przeprowadzono normalizację, przyjęto tu średnie arytmetyczne amplitud z poszczególnych otworów wiertniczych.

Komplet danych z każdego otworu poddawano testowi istotności, sprawdzając czy współczynnik przy zmiennej niezależnej x w równaniu regresji jest istotnie różny od wielkości 0,000, co zostało dla wszystkich danych spełnione. Obliczenia prowadzono przy założonym z góry poziomie ufności 0,05, tj. prawdopodobieństwie 0,95.

Zakład Geofizyki Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4

Nadesłano dnia 18 czerwca 1971 r.

PIŚMIENNICTWO

- BALOWA Z., PLEWA S. (1960) — Próba wyznaczenia porowatości na podstawie pomiarów neutron-gamma. Geofizyka Poszukiwawcza i Kopalniana, nr 6—7, p. 60—67. Kraków.
- BALOWA Z., PLEWA S. (1961) — Wyznaczanie porowatości skał na podstawie metod radiometrii kopalnianej. Geofizyka Poszukiwawcza i Kopalniana nr 2, p. 94—100. Kraków.
- DESBRANDES R. (1968) — Théorie et Interpretation des diagraphies. Editions Technic. Paris.
- FRYDECKI J. (1968) — Oznaczenia w geofizyce wiertniczej. Prz. geol., 16, p. 391—394, nr 8. Warszawa.
- FRYDECKI J. (1969a) — Przyczynki metodyczne z zakresu geofizyki wiertniczej w aspekcie poszukiwań złóż bituminów. Prz. geol., 17, p. 197—201, nr 4. Warszawa.

- FRYDECKI J. (1969b) — Wykorzystanie metody PNG do określenia porowatości wapieni jurajskich synklinorium warszawskiego. *Geofizyka i Geologia Naftowa*, nr 10—11 (154—155), p. 324—330. Kraków.
- FRYDECKI J. (1970) — Geofizyczne zależności określone dla parametrów skał izolujących w synklinorium mogiłęńskim. *Kwart. geol.*, **14**, p. 495—505, nr 3. Warszawa.
- HOSSIN M. A. (1960) — Calcul des saturation en eau par la methode du ciment argileux (formule d'Archie generalise). *Bull. de L'Association Française des Techniciens du Petrole*, Mars., p. 237—242. Paris.
- PIRSON S. J. (1963) — Handbook of well log analysis for oil and gas formation evaluation. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New York.
- WESOŁOWSKA-BAŁA M. (1969) — Określanie zailenia skał na podstawie metod profilowania gamma. *Prz. geol.*, **17**, p. 508—511, nr 10. Warszawa.
- БАРСУКОВ О. А., БЛИНОВА Н. М., ВЫБОРНЫХ С. Ф., ГУЛИН Ю. А., ДАХНОВ В. Н., ЛАРИОНОВ В. В., ХОЛИН А. И. (1958) — Радиоактивные методы исследования нефтяных и газовых скважин. Гостоптехиздат. Москва.
- ВЕНДЕЛЬШТЕЙН Б. Ю. (1963) — Альбом палеток и номограмм для интерпретации данных геофизических методов исследования скважин. Гостоптехиздат. Москва.
- ВЕНДЕЛЬШТЕЙН Б. Ю., ЛАРИОНОВ В. В. (1964) — Использование данных промышленной геофизики при подсчете запасов нефти и газа. Изд. Недра. Москва.
- ГУБЕРМАН Ш. А., ОВЧИННИКОВА М. И. (1964) — Некоторые возможности использования статистических характеристик геологического разреза. *Известия Академии Наук СССР, серия геофизическая*, стр. 1021—1029, № 7. Москва.
- ГУБЕРМАН Ш. А., ЛАРИОНОВ В. В., ХОЛИН А. И. (1961) — Возможности использования данных радиометрии скважин для оценки пористости пород. Гостоптехиздат. Москва.
- ДАХНОВ В. Н. (1962) — Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин. Гостоптехиздат. Москва.
- ИВАНКИНА А. Т., МОРОЗОВА А. А. (1960) — Составление детального скоростного разреза по диаграммам нейтронного гаммакаротажа. *Разведочная и промышленная геофизика*, вып. 34. Москва.
- КУРТЕВ Т. И. (1967) — Количественная интерпретация результатов радиометрических исследований глинистых песчаников. *Разведочная Геофизика*, вып. 23, стр. 89—93, Изд. Недра. Москва.
- ЛАРИОНОВ В. В. (1963) — Ядерная геология и геофизика. Гостоптехиздат. Москва.

Януш ФРИДЕЦКИ

РЕЗУЛЬТАТЫ УНИФИКАЦИИ РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ В БУРОВЫХ СКВАЖИНАХ МОГИЛЕНСКОЙ МУЛДЫ

Резюме

Определение свойств пород коллекторов (глинистость, пористость) на основании данных буровой радиометрии в настоящее время используется только в ориентировочном, показательном смысле, из-за отсутствия унификации радиометрической аппаратуры. Большое количество радиометрических исследований, выполненных в минувшие годы, благодаря

своему качеству, позволяет производить количественную интерпретацию, однако, из-за отсутствия стандартизации, а отсюда и сравнимости результатов, не могут полностью использоваться. В представленной работе автор вывел зависимость, создающую возможность для регрессивной унификации ранее проведенных радиометрических исследований, путем статистической обработки их результатов. Доказано, что в случае установленной стабильности радиометрических свойств выбранных опорных пластов, возможна линейная транспозиция масштабов измерений в отдельных скважинах к избранному стандартному масштабу.

Опираясь на проверенные в ранее выполненных работах стабильные опорные горизонты для Могиленской мульды, путем линейной регрессии, произведена унификация масштабов каротажа гамма и нейтрон-гамма для этого района. Получены очень высокие коэффициенты корреляции, от 0,877 до 1,000, при принятой вероятности 0,95.

Janusz FRYDECKI

RESULTS OF UNIFICATION OF RADIOMETRIC RESEARCH MADE IN BORE HOLES WITHIN THE MOGILNO TROUGH

Summary

Determination of reservoir rock properties (clay content, porosity) using data of bore hole radiometry is now applied as orientation and indication method only, mainly due to a lack in the unification of radiometric devices. Numerous results of the radiometric investigations made in the recent years, may, owing to their significance, be used in quantitative interpretation but, on account of the standardization and, in consequence of this, of the parallelization of the results — they cannot be applied completely. In his works the present author has introduced some parameters allowing the previous radiometric investigations to be unified by means of the statistical elaboration of their results. It has been demonstrated that in the case of the ascertained stability of radiometric features of the selected key beds, a linear transposition of the measurement scales of the individual bore holes into a selected standard scale seems to be possible.

Based on the stable horizons found in the Mogilno trough, proved already in the previous studies, the author has unified the measurement scale of gamma and neutron-gamma loggings for this region by means of linear regression. Considerably high correlation coefficients were obtained, from 0,877 to 1,000, the anticipated probability being 0.95.