

Gamma-karotázs adatok fúróluk- átmérő-, fúró-oldat- és közetsűrűség- figyelembevevő értelmezése számítógép felhasználásával

V A R G A J Á N O S

A dolgozat a gamma-karotázs adatainak olyan gépi feldolgozásával foglalkozik, mely figyelembe veszi a fúrólukátmérő változásait.

A tárgyalás módja alapjául az egyszeres foton-diszperziós modell szolgál: a tárgyalás során a gammaszórás gyengülési koefficiensét μ -t a hullámhossztól függetlennek, de a különböző fúró-oldatokkal és közetekkel változóknak tekintik.

A számítás végrehajtása során a szelvényt n rétegre osztják egyenlő rétegvastagsággal. Az értelmezést csúszóablak – módszerrel hajtották végre.

A számításokat ODR A-1204-es számítógépen végezték és a programot ALGOL-ODR A-programnyelven írták meg. A GAM-71 nevű program blokk-sémáját az egyik ábrán láthatjuk: ugyancsak megadja a szerző a kezelési utasítást és a számítás részletes menetét.

В работе рассматривается машинная обработка данных ГК с учетом изменения диаметра скважины.

В основе рассматриваемого метода лежит модель однократного фотонного рассеяния. Коэффициент ослабления гамма-излучения μ считается независимым от длины волны, но зависимым от состава бурового раствора и горных пород.

При вычислениях разрез рассчитывается на n пластов равной мощностью. Интерпретация осуществляется методом „скользящего окна”.

Вычисления проводились на ЭВМ ОДРА-1204 и программа была составлена на программном языке АЛГОЛ-ОДРА. Схема программы „ГAM-71” приводится на рисунке. Излагается инструкция пользования программой и подробно описывается ход вычислений.

Im Auftrag wird eine maschinelle Bearbeitung von Gamma-Karottage-Daten mitgeteilt, die die Änderungen des Bohrlochdurchmessers in Betracht zieht.

Der mitgeteilten Methode liegt das einfache Photon-Dispersions-Modell zu Grunde: im Laufe der Darstellung wird der Schwächungskoeffizient der Gammastrahlung: μ , als von der Wellenlänge unabhängig angenommen, während es sich mit den verschiedenen Bohrschlammen und Gesteinen ändert.

Im Laufe der Durchführung der Berechnung wird das Profil in n -Schichten von gleicher Mächtigkeit aufgeteilt. Die Interpretation wird mit der Methode des verschobenen Fensters vorgenommen.

Die Berechnungen wurden auf der Rechenmaschine ODR A-1204 durchgeführt und das Program in der Programm-sprache: ALGOL-ODR A zusammengestellt. Das Blokk-schema des Programms – GAM-71 – wird in einer Abbildung gezeigt, auch die Bedienungs-vorschrift und der Gang der Berechnung wird mitgeteilt.

Az ipari geofizika nagyszámú módszere között az egyik legelterjedtebb a gamma karotázs. Más módszerekkel együtt alkalmazva kőzettani tagolásra, a fúrólukszelvények korrelálására és ásványkincsek kimutatására használják.

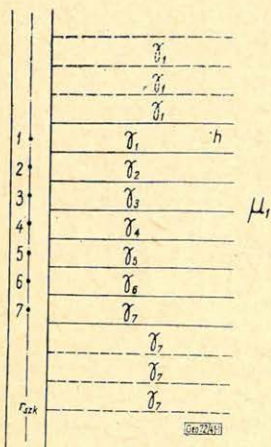
Figyelembe kell azonban venni, hogy a gamma karotázs mérési eredményeit erősen befolyásolják olyan faktorok, mint a radiometrikus berendezés tehetetlensége, a fúróluk szelvényét alkotó rétegek vastagsága, a detektoroknak a fúrólukhoz viszonyított helyzete, a fúróluk átmérő változásai.

A geofizikai irodalomból ezen tényezők hatásának becslése meglehetősen jól ismert. A görbék értelmezése tradicionális módon, ezen faktorok

figyelembevételével rendkívül munkaigényes. Viszont nélkülük téves következtetésekre juthatnak.

Jelen dolgozat a gamma karotázs adatainak olyan gépi feldolgozásával foglalkozik, mely figyelembe veszi a fúróluk-átmérő változásait.

A tárgyalásra kerülő módszer alapjául az egyszeres fotondiszperzió modelljét választottuk. Ennek során a gamma sugárzás gyengülési koefficiensét, μ -t, a hullámhossztól függetlennek és a különböző fúróoldatokkal (μ_0) és kőzetekkel (μ_1), változóknak tekintjük.



1. ábra $\Phi_{uz. 1.}$ Fig. 1.

A számítás végrehajtása során a szelvényt „ n ” rétegre osztjuk fel, melyek egyenlő, h , rétegvastagsággal bírnak. Az értelmezést „csúszó-ablak” módszerrel végezzük.

Minden értelmezési lépésnél a szelvény két rétegből álló szakaszát vesszük figyelembe, melynek szerkezetét az 1. ábrán mutatjuk be.

A fúróluk tengelyének i pontjában az eredő intenzitás az elfogadott korlátozások és a közeg geometriájának figyelembevételével a következő egyenlettel írható le:

$$I_i = K \left(\gamma_0 P_0 + \sum_{j=1}^{j=7} \gamma_j P_{ij} \right) \quad (1)$$

- ahol: I_i – a műszer-leolvasás az i fúróluk-tengely pontban
 P_{ij} – foton beérkezés valószínűsége j alrétegből az i pontban (a műszerbe)
 P_0 – foton belépés valószínűsége a fúróoldatból i pontba;
 γ_j – alréteg fajlagos aktivitása;
 γ_0 – a fúróoldat fajlagos aktivitása;
 k – arányossági tényező.

P_0 -ra a fentebb elfogadott egyszeres foton-diszperzió esetén igaz a következő képlet:

$$P_0 = \frac{1}{4\pi} \int_{-r_{pr}}^{+\infty} \int_0^{r_{szk}} \int_0^{2\pi} \frac{e^{-\mu_0 \sqrt{r^2+z^2}}}{r^2+z^2} r dr \cdot dz \cdot d\varphi, \quad (2)$$

- ahol r_{pr} a műszer sugara;
 r_{szk} a fúróluk sugara
 μ_0 – a fúróoldat lineáris elnyelési együtthatója.

A (2) képlet φ szerinti integrálása után adódik

$$P_0 = \frac{1}{2} \int_{r_{pr}}^{r_{szk}} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{-\mu_0 \sqrt{r^2+z^2}}}{r^2+z^2} r dr \cdot dz. \quad (3)$$

Ha a következő helyettesítéseket elvégezzük:

$$x = \mu_0 \sqrt{r^2 + z^2}; \quad z = z$$

$$dx = \frac{-\mu_0 r dr}{\sqrt{r^2 + z^2}}; \quad dz = dz, \quad (4)$$

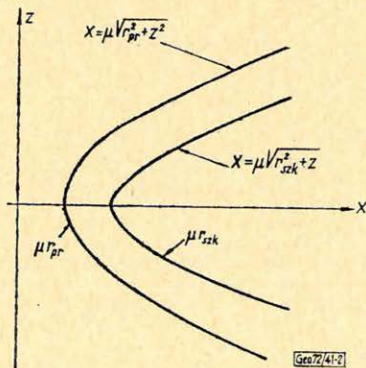
akkor (3) a következő módon írható:

$$P_0 = \frac{1}{2} \int_{\mu_0 \sqrt{r_{pr}^2 + z^2}}^{\sqrt{r_{szh}^2 + z^2}} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{-x}}{x} dx dz. \quad (5)$$

Ez a helyettesítés lehetséges, mivel az átalakítás Jakobiánja:

$$\left| \begin{array}{cc} \frac{dz}{dx} & \frac{dz}{dz} \\ \frac{dr}{dx} & \frac{dr}{dz} \end{array} \right| = \frac{1}{\mu_0} \frac{x}{\sqrt{x^2 - \mu_0^2 z^2}} \quad (6)$$

az integrálás tartományában sehol sem zérus. Az integrálás tartománya a 2. ábrán látható.



2. ábra Φ_{uz} . 2. Fig. 2.

Célszerűnek tűnik az integrálás tartományát két részre osztani és megcserélni az integrálás sorrendjét. Mivel az integrál alatti függvény z szerint páros (egyenlő eggyel), a szimmetrikus tartományok szerinti integrálok megkétszereződnek.

$$\begin{aligned}
P_0 &= \int_{\mu_0 r_{pr}}^{\mu_0 r_{szk}} \int_0^{\sqrt{\frac{x^2}{\mu_0^2} - r_{pr}^2}} \frac{e^{-x}}{x} dx \cdot dz + \int_{\mu_0 r_{szk}}^{\infty} \int_{\sqrt{\frac{x^2}{\mu_0^2} - r_{szk}^2}}^{\sqrt{\frac{x^2}{\mu_0^2} - r_{pr}^2}} \frac{e^{-x}}{x} dx \cdot dz = \\
&= \int_{\mu_0 r_{pr}}^{\mu_0 r_{szk}} \sqrt{\frac{x^2}{\mu_0^2} - r_{pr}^2} \cdot \frac{e^{-x}}{x} \cdot dx + \int_{\mu_0 r_{szk}}^{\infty} \sqrt{\frac{x^2}{\mu_0^2} - r_{pr}^2} \cdot \frac{e^{-x}}{x} dx - \\
&\quad - \int_{\mu_0 r_{szk}}^{\infty} \sqrt{\frac{x^2}{\mu_0^2} - r_{szk}^2} dx = \int_{\mu_0 r_{szk}}^{\infty} \sqrt{\frac{x^2}{\mu_0^2} - r_{pr}^2} \frac{e^{-x}}{x} dx - \\
&\quad - \int_{\mu_0 r_{szk}}^{\infty} \sqrt{\frac{x^2}{\mu_0^2} - r_{szk}^2} \frac{e^{-x}}{x} dx = \beta - \alpha_{szk}, \tag{7}
\end{aligned}$$

ahonnan:

$$\beta = \frac{1}{\mu_0} \int_{r_{pr}}^{\infty} \sqrt{x^2 - r_{pr}^2} \frac{e^{-x}}{x} dx; \quad \alpha_{szk} = \frac{1}{\mu_0} \int_{\mu_0 r_{szk}}^{\infty} \sqrt{x^2 - r_{szk}^2} \frac{e^{-x}}{x} dx; \tag{8}$$

Abban az esetben, ha $r_{szk} \rightarrow \infty$, az utolsó integrál 0-hoz tart. A mért sugárzás-intenzitásra a fúróoldatban igaz a következő kifejezés:

$$I^M = K \frac{\gamma_0}{\mu_0} \int_{\mu_0 r_{pr}}^{\infty} \sqrt{x^2 - \mu^2 r_{pr}^2} \frac{e^{-x}}{x} dx = K \gamma_0 \beta, \tag{9}$$

ahonnan

$$K = \frac{I^M}{\gamma_0 \beta}. \tag{10}$$

Az utolsó I^M mérést a fúróoldat-tárolóban mérhetjük, vagy a fúrólyuk olyan szakaszán, ahol nagy kaverna található. Az I^M mérésére még alkalmas kavernaméretet V. V. Larionov kísérleti adataiból lehet megkapni (Radiometrija szkvazsin, „Nyedra” kiadó, Moszkva, 1969). (10) figyelembevételével (1) átírható a következő formában:

$$I_i = \frac{I^M}{\beta \gamma_0} \left[\gamma_0 P_\sigma + \sum_{j=1}^{j=7} \gamma_j P_{ij} \right] \tag{11}$$

vagy

$$\sum_{j=1}^{j=7} \frac{\gamma_j}{\gamma_0} P_{ij} = \frac{I_i \beta}{I_M} + \alpha_{szk} - \beta \quad (12)$$

Részletesebben (12) a következő formában írható fel:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\gamma_0} (\gamma_1 P_{11} + \gamma_2 P_{12} + \gamma_3 P_{13} + \gamma_4 P_{14} + \gamma_5 P_{15} + \gamma_6 P_{16} + \gamma_7 P_{17}) &= \frac{I_1 \beta}{I_M} + \alpha_{szk} - \beta \\ \vdots & \\ \frac{1}{\gamma_0} (\gamma_1 P_{71} + \gamma_2 P_{72} + \gamma_3 P_{73} + \gamma_4 P_{74} + \gamma_5 P_{75} + \gamma_6 P_{76} + \gamma_7 P_{77}) &= \frac{I_7 \beta}{I_M} + \alpha_{szk} - \beta \end{aligned} \quad (13)$$

A (13) egyenletrendszerben ismeretlenek a γ_j/γ_0 paraméterek. Ezeket az alábbi megközelítések alapján számíthatjuk ki:

A gamma sugárzás intenzitása I pontban (az I alréteggel szemben) a közet gamma aktivitása miatt a 4, 3, 2 és 1 alrétegek intenzitásából tevődik össze, melyek vastagsága $4h$ és fajlagos aktivitása $\gamma_1 A_2$ pontban (a 2. alréteggel szemben) a gamma sugárzás intenzitása, mely 5, 4, 3, 2 és 1 az alrétegek gamma aktivitásából ered, melyek vastagsága 3. A_3 pontban a gamma sugárzás a 6, 5, 4, 3, 2 és 1 alréteg gamma aktivitásából ered, melyek vastagsága 2. A 4 pontban a gamma sugárzás a 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 alrétegek gamma aktivitásából ered.

Minden további lépésnél a 7. alréteghez egy újabb vastagságú alréteg adódik, melynek fajlagos aktivitása γ_7 . Ezzel egyidejűleg a felső rétegek egyenként elmaradnak. Azután, hogy az első 7 alréteg gamma-intenzitását meghatároztuk a (13) egyenletrendszer megoldásával a számítások első ciklusa lezáródik. A kiszámított γ_j értékekből a γ_4 értéket valóságosnak tekintjük.

A következő ciklusok számítása során az összes, fent már említett számítás megismétlődik, de minden egyes ciklusban a 7 réteges szelvény egy h lépéssel lejjebb kerül; minden egyes ciklusban valóságosnak csak azt a γ_j értéket tekintjük, mely a középső alrétegre vonatkozik.

Hogy a közeg-tér egy tetszőlegesen kiválasztott pontjából a γ -foton a műszert elérje, szükséges, hogy „élve maradjon” a fűrőlyuk faláig, és onnan a műszerig.

Egy ilyen esemény valószínűsége kiszámítható a valószínűségek szorzásáról szóló tétel alapján:

$$P(A \cdot B) = P(A) \cdot P(A/B),$$

ahol a B esemény: a γ -fotonnak a fűrőlyuk falához érése, az A esemény: a γ -fotonnak a fűrőlyuk falától a műszerig való eljutása.

Ez utóbbi figyelembevételével a γ -fotonnak a j alrétegtől a műszerhez, azaz i ponthoz való eljutásának valószínűségét a következő képlettel írhatjuk le:

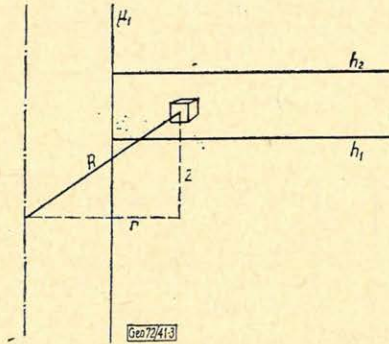
$$P_{ij} = \int_0^{2\pi} \int_{h_1}^{h_2} \int_{r_{szk}}^{\infty} \frac{e^{-\mu_0 r_{szk}} \frac{\sqrt{z^2 + r^2}}{r} e^{-\mu_1 (r - r_{szk})} \frac{\sqrt{z^2 + r^2}}{r}}{4 \pi R^2} r dr \cdot dz \cdot d\varphi, \quad (14)$$

φ szerint integrálva és (14)-t átrendezve

$$P_{ij} = \frac{1}{2} \int_{h_1}^{h_2} \int_{r_{szk}}^{\infty} \frac{e^{-\frac{(\mu_0 - \mu_1) r_{szk}}{r}} \frac{\sqrt{z^2 + r^2}}{r} e^{-\mu_1 \frac{\sqrt{z^2 + r^2}}{r}}}{z^2 + r^2} r \cdot dr \cdot dz \quad (14/a)$$

Jelöljük $(\mu_0 - \mu_1)r_{szk} = \mu_{eff} \cdot t$, akkor

$$P_{ij} = \frac{1}{2} \int_{h_1}^{h_2} \int_{r_{szk}}^{\infty} \frac{\exp\left(\mu_{eff} \frac{\sqrt{z^2 + r^2}}{r}\right) \cdot \exp\left(\mu_1 \frac{\sqrt{z^2 + r^2}}{r}\right)}{z^2 + r^2} r \, dr \cdot dz, \quad (15)$$



3. ábra Фиг. 3. Fig. 3.

A következő helyettesítéseket hajtjuk végre:

$$\begin{aligned} x &= \mu_{eff} \frac{\sqrt{z^2 + r^2}}{r}; & r &= \frac{\mu_{eff}}{\mu_1} \frac{y}{x}; \\ y &= \mu_1 \sqrt{z^2 + r^2}; & z &= \frac{y}{\mu_1} \sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2} \end{aligned} \quad (16)$$

Ezen helyettesítések lehetségesek, mivel az átalakítás Jakobiánja az integrálás tartományában nem lesz zérus:

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial z}{\partial x} & \frac{\partial z}{\partial y} \\ \frac{\partial r}{\partial x} & \frac{\partial r}{\partial y} \end{vmatrix} = \frac{y \cdot \mu_{eff}}{\mu_1^2 x \sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}}$$

(16) figyelembevételével a (15) kifejezés lesz:

$$P_{ij} = \frac{1}{2} \frac{\mu_{eff}^2}{\mu_1} \int \frac{\exp(-x) \cdot dx}{x^2 \sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}} \int \exp(-y) dy \quad (17)$$

A (17) képlet integrálási határait nem nehéz meghatározni a 4. ábra alapján, melyen a (16) helyettesítések elvégzése után az integrálás területét ábrázoltuk. A 4. ábra alapján látható, hogy P_{ij} -re igaz a következő összefüggés:

$$P_{ij} = \frac{1}{2} \frac{\mu_{eff}^2}{\mu_1} \left[\int_{\mu_{eff}}^{r_{szk}} \frac{\mu_{eff}}{r_{szk}} \sqrt{h_2^2 + r_{szk}^2} \frac{\exp(-x)}{x^2 \sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}} dx \cdot \int_{\frac{\mu_1}{\mu_{eff}} r_{szk}}^{\frac{\mu_1 h_2}{\sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}}} \exp(-y) dy - \int_{\mu_{eff}}^{\frac{\mu_{eff}}{r_{szk}} \sqrt{h_1^2 + r_{szk}^2}} \frac{\exp(-x)}{x^2 \sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}} dx \cdot \int_{\frac{\mu_1 r_{szk}}{\mu_{eff}}}^{\frac{\mu_1 h_1}{\sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}}} \exp(-y) dy \right] \quad (18)$$

$$P_{ij} = \frac{1}{2} \frac{\mu_{eff}^2}{\mu_1}$$

$$\left[\int_{\mu_{eff}}^{\frac{\mu_{eff}}{r_{szk}} \sqrt{h_2^2 + r_{szk}^2}} \frac{\exp \left[-x \left(1 + \frac{\mu_1 r_{szk}}{\mu_{eff}} \right) \right] - \exp \left[-x \left(1 + \frac{\mu_1 h_2}{\sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}} \right) \right]}{x^2 \sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}} dx - \int_{\mu_{eff}}^{\frac{\mu_{eff}}{r_{szk}} \sqrt{h_1^2 + r_{szk}^2}} \frac{\exp \left[-x \left(1 + \frac{\mu_1 r_{szk}}{\mu_{eff}} \right) \right] - \exp \left[-x \left(1 + \frac{\mu_1 h_1}{\sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}} \right) \right]}{x^2 \sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}} dx \right] \quad (19)$$

Használjuk a következő jelöléseket:

$$\frac{1}{2} \frac{\mu_{eff}^2}{\mu_1} = D, \quad \frac{\mu_{eff}}{r_{szk}} \sqrt{\left(\frac{Kh}{2} \right)^2 + r_{szk}^2} = B_{\frac{Kh}{2}},$$

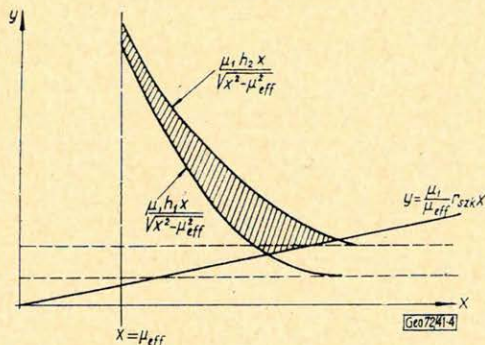
$$\frac{e^{-x \left(1 + \frac{\mu_1 r_{szk}}{\mu_{eff}} \right)}}{x^2 \sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}} = E, \quad \frac{e^{-x \left(1 + \frac{\mu_1 \frac{Kh}{2}}{\sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}} \right)}}{x^2 \sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}} = E_{\frac{Kh}{2}} \quad (20)$$

ahol $k = 1, 2, \dots, n$, és $h_2 - h_1 = h$.

(20) figyelembevételével (19) lesz:

$$P_{ij} = D \int_{\mu_{eff}}^{B_{\frac{Kh}{2}}} \left(E - E_{\frac{Kh}{2}} \right) dx - \int_{\mu_{eff}}^{B_{\frac{(K-2)h}{2}}} \left(E - E_{\frac{(K-2)h}{2}} \right) dx, \quad (21)$$

A (21) képlet alapján, mely általános képlet a P_{ij} koefficiensek számítására, nem nehéz a konkrét számításokhoz szükséges képlet előállítását.



4. ábra Φuz. 4. Fig. 4.

Példaként bemutatjuk a P_{11} és P_{44} képletek számítására szolgáló képleteket.

A javasolt értelmezési vázlat geometriája alapján a P_{11} a γ -foton-belépés valószínűségét jelenti az 1. fűrőlyuk-tengely pontba az első $4h$ vastagságú rétegből:

Így:

$$P_{11} = D \left[\int_{\mu_{eff}}^{\frac{B}{2} \frac{7h}{2}} (E - E_{\frac{7h}{2}}) dx + \int_{\mu_{eff}}^{\frac{B}{2} \frac{h}{2}} (E - E_{\frac{h}{2}}) dx \right] \quad (22)$$

A P_{44} γ -foton belépés valószínűségét jelenti a negyedik h vastagságú alrétegbe a 4. fűrőlyuk tengely pontba. Jelentése a következő képlet alapján határozható meg:

$$P_{44} = 2D \left[\int_{\mu_{eff}}^{\frac{B}{2} \frac{h}{2}} (E - E_{\frac{h}{2}}) dx \right] \quad (23)$$

Könnyen belátható, hogy a (22) és (23) integrál alatti mennyiségek egyforma szerkezetűek. Ha a következő jelölést használjuk:

$$\int_{\mu_{eff}}^{\frac{B}{2} \frac{Kh}{2}} (E - E_{\frac{Kh}{2}}) dx = R_{\frac{Kh}{2}}$$

akkor a (13) egyenletrendszer matrix-elemei:

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| a | b | c | d | | | |
| e | f | b | c | d | | |
| g | b | f | b | c | d | |
| d | c | b | f | b | c | d |
| | d | c | b | f | b | g |
| | | d | c | b | f | e |
| | | | d | c | b | a |

melyek a következő formákban adhatók meg:

$$\begin{aligned}
 a &= D \left(R \frac{7h}{2} + R \frac{h}{2} \right), & e &= D \left(R \frac{7h}{2} - R \frac{h}{2} \right), \\
 b &= D \left(R \frac{3h}{2} - R \frac{h}{2} \right), & g &= D \left(R \frac{7h}{2} - R \frac{3h}{2} \right), \\
 c &= D \left(R \frac{5h}{2} - R \frac{3h}{2} \right), & f &= 2 D R \frac{h}{2}, \\
 d &= D \left(R \frac{7h}{2} - R \frac{5h}{2} \right),
 \end{aligned}$$

A szemléletesség kedvéért az egyforma P_{ij} -ket egyforma betűkkel jelöltük. A betűket a kockák megfelelő indexeivel helyettesítve könnyen azonosíthatók a megfelelő P_{ij} -vel.

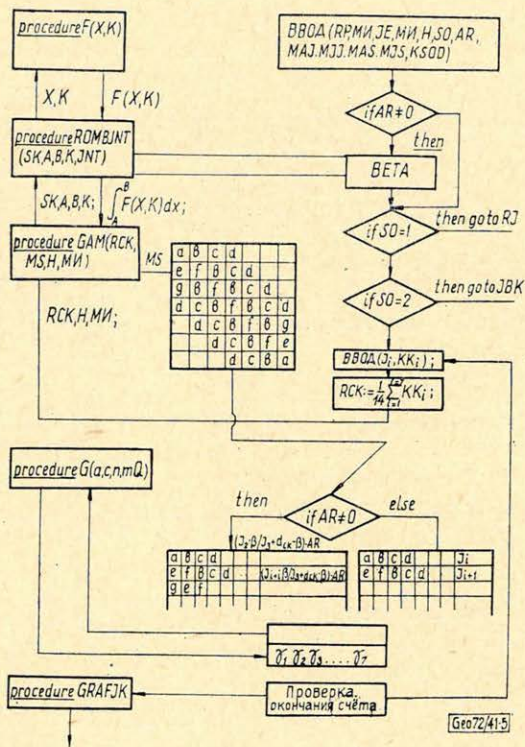
Miután (13) egyenletrendszer együtthatóit meghatároztuk, megoldhatjuk a rendszert γ_j/γ_0 szerint. A fűróldat fajlagos aktivitásának ismeretében, melynek meghatározása nem jelent nehézséget, megállapíthatjuk a fűrólyuk szelvényében levő rétegek fajlagos aktivitását. A fajlagos aktivitást a tartalom-együtthatóval beszorozva kapjuk az ekvivalens radioaktív elem tartalmat egy adott rétegben (az eredmény $\mu\Gamma$ ekvivalens U -ben fejezhető ki 1 gramm közetre).

A fenti matematikai modell alapján, a Lengyel Népköztársaságban gyártott ODR A-1204 típusú számítógépre írtuk meg a számításokat végző programot Algol-Odra nyelven. Neve: „Program GAM-71”. A program blokk-sémája az 5. ábrán látható.

A program központi része az, mely a (24) képlet alapján számítja az együtthatók számértékét és melynek neve: „GAM”. Az integrálok jelentése, melyek a P_{ij} együtthatók számításához szükségesek, a ROMBLINT programrészben határozódnak meg, melyet az integrál alatti kifejezéseket számító $F(x, k)$ rész előz meg.

A program a mérési adatok bevitelét háromféle módon teszi lehetővé (a feldolgozás módszerei $SO = 1, SO = 2, SO = 3$):

a) a gamma karotázás és a kavernometria adatai egymással párhuzamosan vannak a szalagon a mélységgel szinkronizálva ($SO = 3$).



5. ábra Физ. 5. Fig. 5.

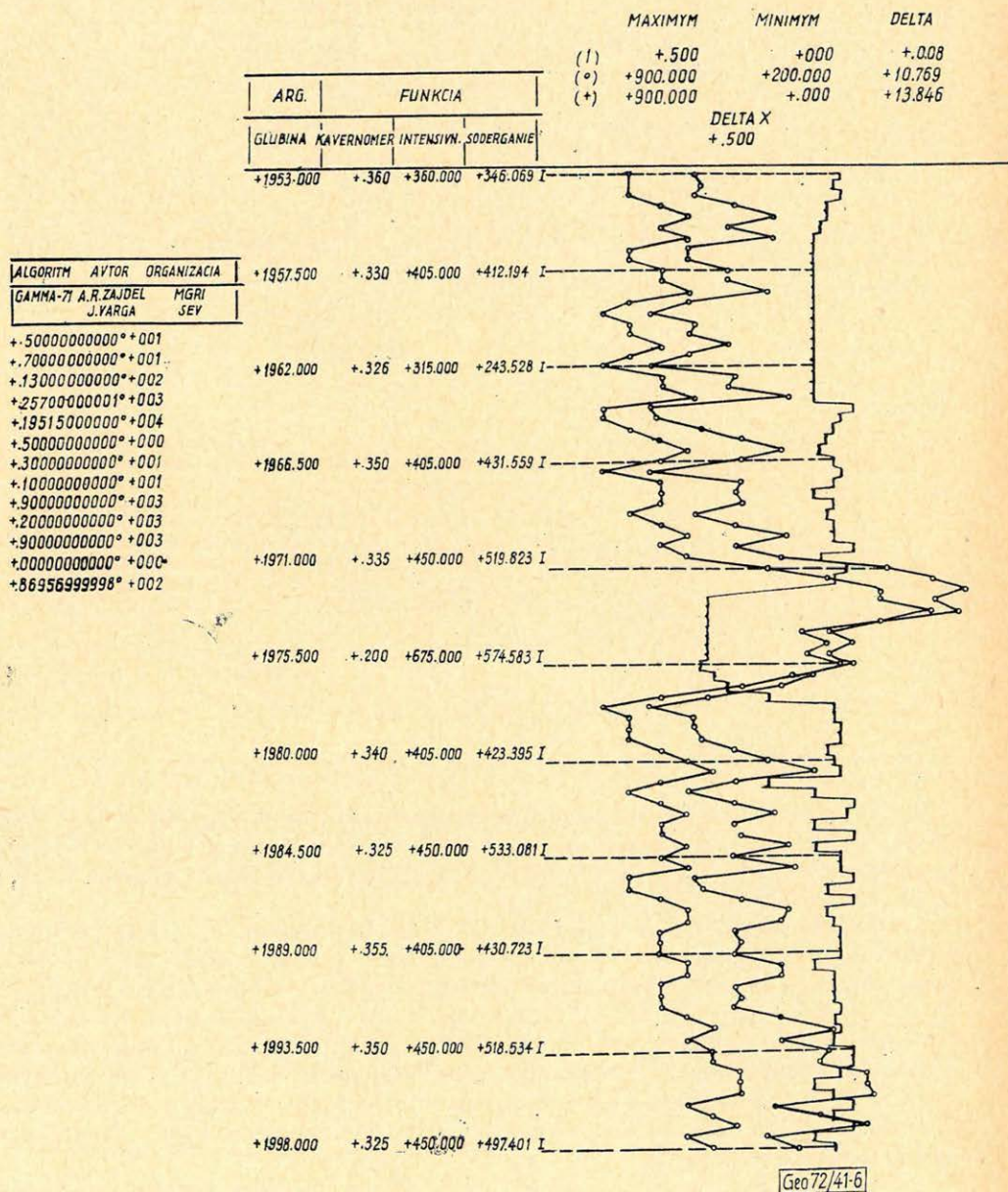
Ebben az esetben egymással párhuzamosan kerülnek a gépbe a karotázsgörbe és a kavernometria adatai. Az első ciklustól eltekintve minden esetben $I-I$ karotázás és kavernometriai adat jut a gépbe. A beolvasás végét a tízszer egymásután leütött 10^7 szám jelenti.

A fúróluk két átmérő-adata alapján meghatározzuk az átlagos értéket és a **GAM** programrészen meghatározódnak a (24) matrix koeficiensei. Ezek után a (13) egyenletrendszer szabad tagjainak oszlopmatrixa készül el. Attól függően, hogy a fúróluk száraz ($AR = 0$), vagy aktív fúróoldattal van feltöltve ($AR \neq 0$), változik a számítás módszere. Ezután a (13) egyenletrendszer megoldására kerül sor a **G** programrész segítségével. A számítások eredményei a **GRAFJK** programrésszel kinyomtatódnak táblázat és grafikon formájában. A következő karotázás és kavernometriai görbepont bevitelével a fent leírt ciklus ismétlődik.

b) A karotázás és a kavernometriai görbék külön-külön szalagon találhatóak ($SO = 2$).

Ebben az esetben a gépbe a két görbe adatai egymás után jutnak be, a számítás ugyanazon módon ismétlődik, mint az első esetben. Ezen esetekben negatív jelenség az, hogy korlátoznunk kell a karotázsgörbék hosszát.

c) A kavernometriai görbe hiányzik ($SO = I$).



6. ábra Фиг. 6. Fig. 6.

Ebben az esetben a fúrólyuk átmérőjét állandónak tételezzük fel. A koeficiens matrix (24) az átmérő állandósága miatt szintén állandó lesz, ezért egyszer kell csak számítani az egész fúrólyuk hosszára.

A továbbiakban a szabad tagok oszlopa képződik ($LK-6$), ahol ezen tagok száma, az előzőekhez hasonlóan attól függ, hogy a fúrólyuk száraz, vagy aktív fúróoldattal töltött. Az ($K-6$) oszlopos egyenletrendszer megoldása a 6. procedura egyszeri alkalmazásával történik.

Az eredménykijelzés módja hasonló az előző esetekhez.

A fent leírt programot a radioaktív elem-tartalom meghatározására (μI ekv. U 1 gramm közetre) a markovszki térség (irkutszki terület) egy fúrólyukának 1950–2050 m -s szakaszán próbálták ki. A számítások eredményeit a 6. ábrán mutatjuk be. A karotázsgörbe 1. pontjának számítása „a” és „b” esetekben 1.0 percre, „c” esetben 2 percre tart.

„GAM-7I” program kezelési utasítása.

A grafikon címének lyukszalagon történő beadásával kezdődik a program munkája. Formája:

GLUBINA: KAVERNOMER: INTENSIVN: SODERGANIE:

Ezután a perforátoron megjelenik a program címe és a *WAIT* operátoron megjelenik: *PRIGOTOV MATERIAL*. A monitor tetszőleges billentyűjének lenyomása után a program munkája folytatódik.

Ezután a paraméterek bevitele történik a következő formában:

RP – a műszer sugara m -ben;

MUC – az oldat μ -je l/m -ben;

MU2 – a közet μ -je l/m -ben;

IE – etalon mérés;

HN – a kezdeti mélység m -ben;

H – lépés (az elementáris rétegek vastagsága) m -ben;

SO – a karotázis diagram gépbevitelének módja;

AR – a fúróoldat aktivitása;

MAI – maximális intenzitás;

MII – minimális intenzitás;

MAS – maximális tartalom;

MIS – minimális tartalom;

KSOD – tartalom együttható.

SO értékétől függően kerül a gépbe a mérési adatsor.

A gép működése közben a 23. billentyűnek bekapcsolt állapotban kell lennie.