

О.М. Толкач, аспір.  
Р.В. Соболевський, к.т.н., доц.  
Житомирський державний технологічний університет

## ОЦІНКА ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРНИХ ТА ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ КУР'ЯНІВСЬКОГО РОДОВИЩА ПІРОФІЛІТОВИХ СЛАНЦІВ

*Проведено кількісну оцінку точності і достовірності визначення основних структурних та якісних показників Кур'янівського родовища пірофілітових сланців із використанням абсолютного дельта-критерію розвіданості.*

**Вступ. Постановка завдання.** Кінцевим етапом геологічного вивчення надр є проведення геометризації структури родовища та якісних показників, оформлення результатів якої подається у вигляді комплексу моделей геологічних полів. Згідно з теорією геохімічного поля проф. П.К. Соболевського [1, 2], ці моделі, як і геополя ознак, повинні характеризуватися властивостями скінченності, однозначності, безперервності і плавності. Моделювання здійснюється шляхом відбудови топографічної функції перетину геополя за сукупністю результатів вимірювання, виконаних у окремих точках пласта. Через те, що геологорозвідку пластів родовищ проводять переважно більшістю за рідкою сіткою розміщення свердловин, можна говорити лише про наближену побудову топографічної поверхні показника, що досліджується. Очевидно, що необхідна ступінь зближення свердловин визначається практичними вимогами гірничої промисловості.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Точність побудови моделі родовища залежить, головним чином, від ступеня розвіданості родовища (кількості та якості геологорозвідувальної інформації, технічної точності вимірювань і визначень даних по перетинанню пласта), точності методу інтерполяції (побудови геометричної моделі). В роботах [3, 4] було встановлено, що для умов геологорозвідувальних даних Кур'янівського родовища пірофілітових сланців найбільш точним методом інтерполяції є метод Кріге. Правомірність інтерполяції за даним методом, як і за рядом інших, залежить від ступеня розвіданості родовища, оцінку якого можна провести за абсолютним дельта-критерієм розвіданості [1, 5].

**Викладення основного матеріалу.** За допомогою дельта-критерію розвіданості оцінюється очікувана за результатами геометризації точність прогнозу значення показника, що досліджується в будь-якій точці покладу [5]. При цьому вся геологорозвідувальна сітка поділяється на систему чотирикутників із вершинами – точками вимірювань (оцінювальних блоків). Кожній із вершин чотирикутника присвоюють умовні номери (від 1 до 4), починаючи із будь-якої вершини, зі збільшенням їх у міру обходження чотирикутника за (або проти) напрямком руху годинникової стрілки (рис. 1).

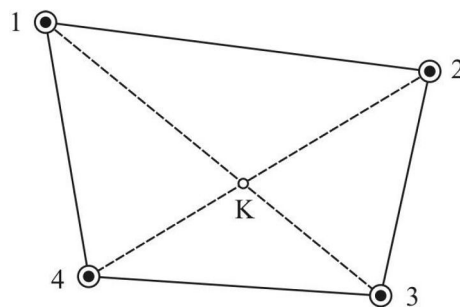


Рис. 1. Побудова оціночного блока (чотирикутника)

Для кожного блока визначаються довжини діагоналей 1–3 ( $R_1$ ) і 2–4 ( $R_2$ ), відстані 1–К ( $r_1$ ) і 2–К ( $r_2$ ) від вершин 1 та 2 до точки перетину діагоналей К, а також такі співвідношення відстаней:

$$x = \frac{r_1}{R_1}; \quad x' = \frac{r_2}{R_2}. \quad (1)$$

Для подальшої обробки приймаються тільки ті оціночні чотирикутні блоки, геометричні параметри яких задовольняють таким умовам [5]:

- внутрішні кути чотирикутника повинні знаходитись в межах від 25 до 155°;
- співвідношення  $x$  та  $x'$  повинні знаходитись у діапазоні від 0,3 до 0,7;
- співвідношення довжини найбільшої діагоналі  $R_{\max}$  до довжини найменшої  $R_{\min}$  не повинно перевищувати 2,6.



де  $\bar{P}$  – середнє значення показника якості в точці перетину діагоналей:

$$P = \frac{P_1 + (P_3 - P_1)x + P_2 + (P_4 - P_2)x'}{2} \quad (4)$$

Очікувана за результатами геометризації точність прогнозу визначення основних структурних та якісних показників (точність моделі) в будь-якій точці покладу знаходиться за такою формулою:

$$R_p \leq t\Delta, \quad (5)$$

де  $t$  – числовий коефіцієнт, який для різних категорій запасів рівний 1,3 із імовірністю похибки 0,67.

Побудовані в ході геометризації ізолінії виконують дві основні функції: забезпечують прогнозування значення показника в будь-якій точці пласта в процесі застосування моделей; є межею зони заданого діапазону зміни значення показника.

На відміну від геологорозвідувальних робіт, де ізолінії показників якості застосовуються тільки з метою виділення кондиційних запасів та меж технологічних зон, маркшейдерсько-геологічні служби із застосуванням даних ізоліній вирішують значно ширше коло завдань. У процесі інформаційного забезпечення планування розвитку гірничих робіт ізолінії застосовуються для виконання прогнозування показників якості в окремих точках, для виділення ділянок високотехнологічних і недоцільних для відпрацювання запасів тощо. Оскільки положення виділених зон і меж служить основою для подальших техніко-економічних розрахунків, то похибки в їх положенні можуть призвести до прийняття хибних інженерних рішень. Тому оцінка точності, а саме попередній розрахунок похибки положення ізолінії, є необхідним елементом оцінки достовірності моделі родовища [1].

Як числова характеристика ступеня розбіжності фактичного і очікуваного за матеріалами геометризації положення ізолінії в роботі [1] запропоновано можливість використання середнього значення  $T$  відстаней між ними (рис. 3).

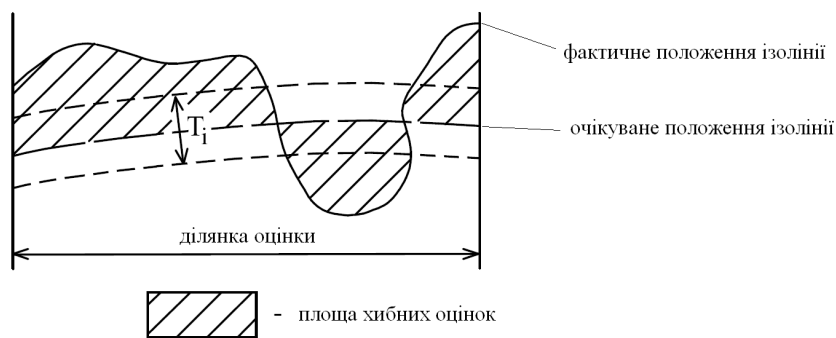


Рис. 3. Характеристика точності положення ізоліній

При співставленні матеріалів експлуатації та розвідки, величина  $T$  може бути визначена за формулою:

$$T = \frac{S_0}{L_T}, \quad (6)$$

де  $S_0$  – площа хибних оцінок значення показника якості, межами якої є контур ділянки оцінки та ізолінії за даними експлуатаційних та розвідувальних робіт;  $L_T$  – довжина ізолінії, побудованої за матеріалами геологорозвідувальних робіт.

Таблиця 1

Обрахунок дельта-критеріїв розвіданості покладу Кур'янівського родовища пірофілітових сланців

№ з/п	Оціночний блок	$S_{\delta_{\Delta}},$ М <sup>2</sup>	$x$	$x'$	$\frac{R_{\max}}{R_{\min}}$	Найменування показника											
						$m_{пл},$ М			Вміст SiO <sub>2</sub> , %			Вміст Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %			ВПГ		
						$ \Delta $	$P_{cp.}$	$\delta_{cp.},$ %	$ \Delta $	$P_{cp.}$	$\delta_{cp.},$ %	$ \Delta $	$P_{cp.}$	$\delta_{cp.},$ %	$ \Delta $	$P_{cp.}$	$\delta_{cp.},$ %
1	св.29-св.30-св.23-св.5	11591	0,68	0,7	1,03	0,09	1,16	7,76	2,92	66,66	4,38	0,06	0,57	10,53	0,56	4,55	12,31
2	св.23-св.30-св.27-св.31	4184	0,427	0,695	2,058	0,21	1,09	19,27	2,41	70,43	3,42	0,02	0,51	3,92	0,58	4	14,5
3	св.27-св.30-св.7-обн.41	4377	0,336	0,643	2,21	0,09	1,11	8,11	4,03	66,25	6,08	0,24	0,76	31,58	0,39	4,7	8,3
4	св.5-св.23-св.42-св.20	1790	0,659	0,609	1,237	0,15	1,09	13,76	2,95	70,82	4,17	0,14	0,51	27,45	0,22	4,37	5,03
5	св.27-св.7-обн.43-св.14	1588	0,648	0,51	1,043	0,05	1,17	4,46	10,11	63,73	15,86	0,14	0,5	28	1,13	5,73	19,72
6	св.27-св.7-обн.41-св.31	3852	0,463	0,407	1,893	0,04	1,16	3,45	9,77	68,67	14,23	0,05	0,56	8,93	0,17	4,57	3,72
7	св.42-св.23-св.31-св.13	1303	0,518	0,521	1,44	0,05	1,12	4,46	3,91	69,9	5,59	0,05	0,56	8,93	1,06	8,65	12,25
8	св.20-св.42-св.21-св.12	507	0,655	0,636	1,218	0,04	1,08	3,7	0,4	73,2	0,55	0,23	0,57	40,35	0,23	4,2	5,48
9	св.20-св.42-св.13-св.19	1687	0,523	0,378	1,388	0,07	0,99	7,07	0,27	68,76	0,39	0,15	0,58	25,86	0,62	4,79	12,94
10	св.31-св.27-обн.41-св.3	5547	0,59	0,412	1,37	0,03	1,22	2,46	7,27	62,82	11,57	0,14	0,57	24,56	2,37	5,17	45,84
11	св.25-св.5-св.10-св.22	11963	0,558	0,413	1,518	0,29	1,06	27,36	7,45	59,18	12,59	0,09	0,67	13,43	1,99	7,32	27,19
12	св.21-св.31-св.11-св.1	2031	0,668	0,616	1,166	0,14	1,13	12,39	0,06	68,71	0,09	0,05	0,72	6,94	1,17	4,89	23,93
13	св.19-св.13-св.11-св.1	1189	0,635	0,567	1,709	0,05	1,03	4,85	0,93	65,37	1,42	0,07	0,73	9,59	0,46	5,44	8,46
14	св.14-обн.43-обн.33-св.3	5236	0,427	0,465	1,115	0,14	1,28	10,94	4,97	55,3	8,99	0,3	0,64	46,88	2,75	6,48	42,44
15	св.14-обн.43-обн.33-обн.32	3900	0,564	0,623	1,242	0,11	1,27	8,66	1,49	56,59	2,63	0,33	0,65	50,77	0,54	7,12	7,58
16	св.11-св.31-св.3-св.9	2552	0,468	0,69	1,424	0,16	1,26	12,7	8,13	62,81	12,94	0,26	0,84	30,95	2,04	6,28	32,48
17	св.1-св.11-св.9-св.8	1382	0,503	0,508	1,505	0,25	1,07	23,36	1,09	64,49	1,69	0,34	0,88	38,64	0,45	5,7	7,89
18	св.18-св.11-св.3-св.17	5007	0,363	0,361	1,328	0,13	0,99	13,13	3,35	61,25	5,47	0,2	0,68	29,41	0,19	6,62	2,87
19	св.22-св.10-св.9-св.17	11713	0,724	0,492	1,241	0,08	1,04	7,69	6,37	60,24	10,57	0,4	0,93	43,01	1,03	7,17	14,37
20	св.1-св.8-св.16-св.37	3199	0,497	0,288	1,661	0,12	0,91	13,19	3,73	65,26	5,72	0,03	0,61	4,92	0,8	5,23	15,3
21	св.3-обн.33-св.15-св.17	6879	0,412	0,484	1,023	0,19	1,12	16,96	3,72	55,16	6,74	0,13	0,52	25	0,46	7,73	5,95
Середнє значення абсолютного дельта-критерію розвіданості						$\bar{\Delta} = 0,118$			$\bar{\Delta} = 4,063$			$\bar{\Delta} = 0,163$			$\bar{\Delta} = 0,915$		
Середньоквадратичне відхилення показника						$\sigma = 0,2057$			$\sigma = 6,687$			$\sigma = 0,231$			$\sigma = 1,5302$		
Показник умови правомірності інтерполяції						0,574			0,608			0,706			0,598		
Очікувана точність планового положення ізолінії $T$ , м						9,35			9,9			11,51			9,75		

Похибка  $T$  пов'язана із відстанню між точками вимірювань, точністю прогнозування значення показника якості за допомогою моделі і складністю топофункції його розміщення таким виразом:

$$T = 0,41 \frac{\overline{L\Delta}}{\sigma}, \quad (7)$$

де  $\overline{L}$  – значення середньоарифметичної відстані між геологорозвідувальними свердловинами, яке застосовується при інтерполюванні в процесі побудови ізоліній;  $\overline{\Delta}$  – середньоарифметичне значення дельта-критеріїв розвіданості по оціночним чотирикутним блокам;  $\sigma$  – стандартне середньоквадратичне відхилення показників якості від їх середнього значення.

Побудова ізоліній є правомірною лише тоді, коли частка закономірної складової перевищує 50 %, тобто характеристика загальної мінливості повинна перевищувати характеристику випадкової мінливості показника якості не менше ніж у два рази. Відповідно із ймовірністю 0,68 побудова ізоліній є правомірною, якщо виконується така умова:

$$\frac{\overline{\Delta}}{\sigma} \leq 0,8. \quad (8)$$

Результати проведених досліджень наведено в таблиці 1.

**Висновок.** Проведені дослідження основних структурних та якісних показників Кур'янівського родовища пірофілітових сланців із використанням абсолютного дельта-критерію розвіданості показали, що результати геологорозвідки задовольняють вимогам для виконання геометризації покладу. Відповідно, побудовані моделі в ході геометризації можуть бути використані для підрахунку запасів.

#### Список використаної літератури:

1. *Рогова Т.Б.* Горно-геометрический мониторинг геотехногенных систем : учеб. пособие / *Т.Б. Рогова, С.В. Шаклеин.* – Кемерово : ГУ КузГТУ, 2011. – 140 с.
2. *Букринский В.А.* Вопросы геометризации физико-технических и горно-геологических показателей месторождения для моделирования на ЦВМ : учеб. пособие / *В.А. Букринский.* – М. : Московский институт радиоэлектроники и горной электромеханики, 1966. – 127 с.
3. *Толкач О.М.* Обґрунтування оптимального методу інтерполяції геологорозвідувальних даних на базі програмного забезпечення SERFER / *О.М. Толкач, Р.В. Соболевський* // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2011. – № 1 (56). – С. 135–141.
4. *Толкач О.М.* Оцінка стійкості методів інтерполяції до зміни кількості вихідних даних при геометризації Кур'янівського родовища пірофілітових сланців / *О.М. Толкач, Р.В. Соболевський* // доповіді Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, студентів та представників виробництва «Маркшейдерське забезпечення геотехнологій», 19–20 травня 2011 р. – Дніпропетровськ : НГУ, 2011. – С. 175–183.
5. *Рогова Т.Б.* Методические рекомендации по проведению количественной оценки степени соответствия геологических моделей месторождения угля его истинному состоянию / *Т.Б. Рогова и др.* – М. ; Кемерово, 2011. – 86 с.

ТОЛКАЧ Олександр Миколайович – аспірант кафедри геотехнологій ім. проф. М.Т. Бакка Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- маркшейдерія;
- технологія видобування корисних копалин.

СОБОЛЕВСЬКИЙ Руслан Вадимович – кандидат технічних наук, доцент, заступник завідувача кафедри маркшейдерії Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- маркшейдерія;
- технологія видобування декоративного каменю.

Стаття надійшла до редакції 29.05.2012