

УДК 622.1:553.679

Толкач О. М., к.т.н., доцент кафедри розробки родовищ корисних копалин ім. проф. Бакка М.Т. (Житомирський державний технологічний університет)

## ПОПЕРЕДНЯ ОЦІНКА СОРТНОСТІ ПІРОФІЛІТОВИХ СЛАНЦІВ КУР'ЯНІВСЬКОГО РОДОВИЩА

У статті проведено попередню оцінку сортності пірофілітових сланців Кур'янівського родовища на основі кластерного аналізу та виконано оцінку мінливості основних показників якості за напрямком падіння та простягання пласта.

**Ключові слова:** пірофілітові сланці, кластерний аналіз, мінливість показника якості.

**Вступ.** Аналіз вітчизняних та закордонних джерел показує можливість використання пірофілітових сланців у багатьох галузях народного господарства. Вивчення перспективності даної сировини дозволяє виділити понад 30 різних напрямків використання, що в поєднанні з прогнозом економічної ефективності зумовлює широку диференціацію вимог до якості сировини. Пірофілітові сланці є багатокомпонентною сировиною, основними критеріями якості яких для більшості напрямків використання є вміст  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ , втрати при гартуванні (ВПГ), що вимагає багатофакторної оцінки якості поклада із попереднім аналізом сировини на її сортність.

**Аналіз останніх досліджень.** У даній статті оцінку сортності пірофілітової сировини пропонується виконувати із застосування елементів кластерного аналізу. Він є процедурою багатовимірного аналізу різних показників, що характеризують ряд об'єктів [1-3], у результаті чого відбувається групування показників у класи (кластери). У свою чергу групування виконується таким чином, що об'єкти одного класу є однорідними та подібними в порівнянні з об'єктами інших класів. Відповідно сукупність показників якості, які належать до різних сортів пірофілітових сланців, поділяються на групи. Перевагою такого аналізу є те, що класифікація об'єктів здійснюється не за одним параметром, а за набором різних ознак.

Є різні методи кластерного аналізу [3], які ґрунтуються на застосуванні матриць схожості, оцінюванні функцій щільності статистичного розподілу, евристичних алгоритмах перебору, програмуванні. Серед ряду методів домінують два – ієрархічний та неієрархічний. У цій роботі виявлення сортності пірофілітових сланців Кур'янівського родовища виконувалося методом ієрархічного кластерного аналізу, який найбільше застосовується в статистичній обробці геологічних даних.

Ієрархічні методи кластеризації розрізняються між собою за способом оцінки відстані між кластерами при формуванні кластерів [4]: метод найближчого сусіда (простого зв'язування), метод самого дальнього сусіда, метод центроїда, метод міжгрупового середнього зв'язування, метод Варда.

**Викладення матеріалу та результати.** У даній роботі для кластерного аналізу було застосовано процедури, які реалізовані в програмному продукті "STATISTICA". В якості правила об'єднання в кластери було прийнято метод Варда, який відрізняється від інших методів тим, що для оцінки відстаней між кластерами у ньому використовується дисперсійний аналіз, в якому мінімізується сума квадратів для будь-яких двох кластерів, що формуються на кожному кроці. За міру схожості було прийнято евклідову відстань:

$$d(X_{ut}, X_{st}) = \left[ \sum_{j=1}^m (x_{uj} - x_{sj})^2 \right]^{1/2} \quad (1)$$

Для аналізу було вибрано одні із основних параметрів якості пірофілітової сировини, за якими ставляться вимоги у більшості галузей промисловості [5], а саме: показники вмісту  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $K_2O+Na_2O$  та ВПГ.

У результаті кластерного аналізу отримано дендрограму, зображену на рис. 1.

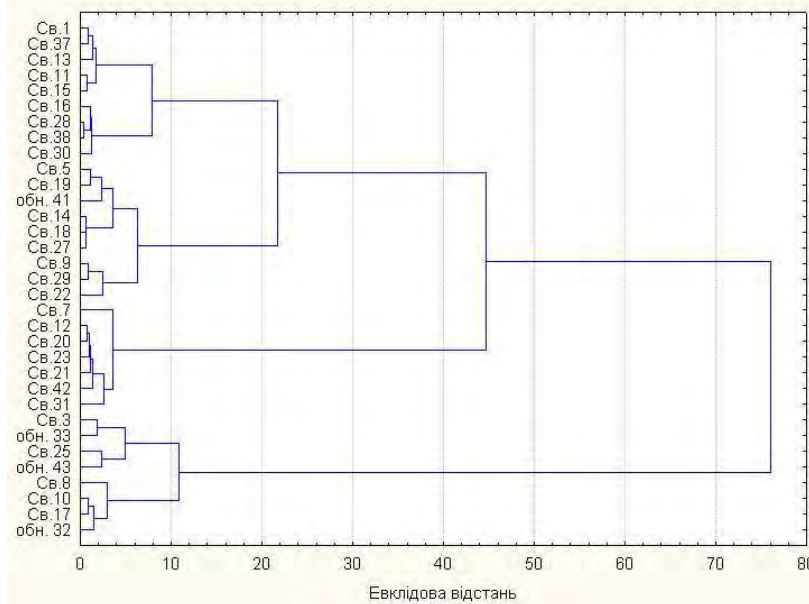


Рис. 1. Дендрограма класифікації даних, виконана методом Варда

На рис. 1 видно, що при середніх значеннях евклідової відстані вертикаль, проведена до осі дистанцій, перетинає 3 гілки дендрограми, які відносяться до різних кластерів (прогнозованих технологічних типів):

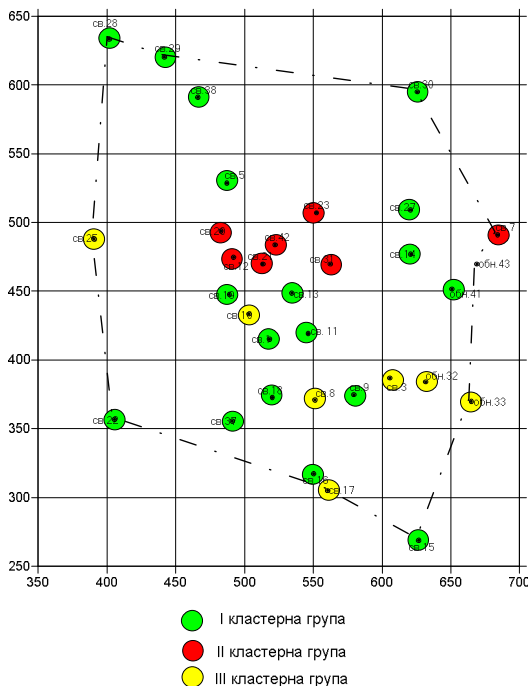


Рис. 2. Модель просторового розміщення кластерів для умов Кур'янівського родовища

групуються в центральній частині; кластери III групи групуються переважно в південно-східній частині родовища.

I технологічний тип (св. 1, св. 37, св. 13, св. 11, св. 15, св. 16, св. 28, св. 38, св. 30, св. 5, св. 19, обн. 41, св. 14, св. 18, св. 27, св. 9, св. 29, св. 22);

II технологічний тип (св.7, св.12, св.20, св.23, св.21, св.42, св.31);

III технологічний тип (св.3, обн.33, св.25, обн.43, св.8, св.10, св.17, Св.32).

Так як кожен із трьох виділених технологічних типів об'єднує окремі кластери (точки відбору проб), координати яких є відомими, у роботі пропонується побудувати модель просторового розміщення кластерів (рис. 2).

На побудованій моделі прослідковується певна закономірність у групуванні кластерів, тобто у розміщенні технологічних типів пірофілітових сланців: кластери I групи в основному розміщені в північно-західній, північно-східній, центральній та південних частинах родовища; кластери II групи чітко

Як показують результати аналізу моделі, сировина даного родовища розміщена зонально, що треба обов'язково враховувати при більш детальній розвідці даного родовища (при визначенні оптимальних місць закладання розвідувальних свердловин).

Просторове розміщення кластерних груп співпадає із локалізацією технологічних типів сировини на моделі (рис. 3).

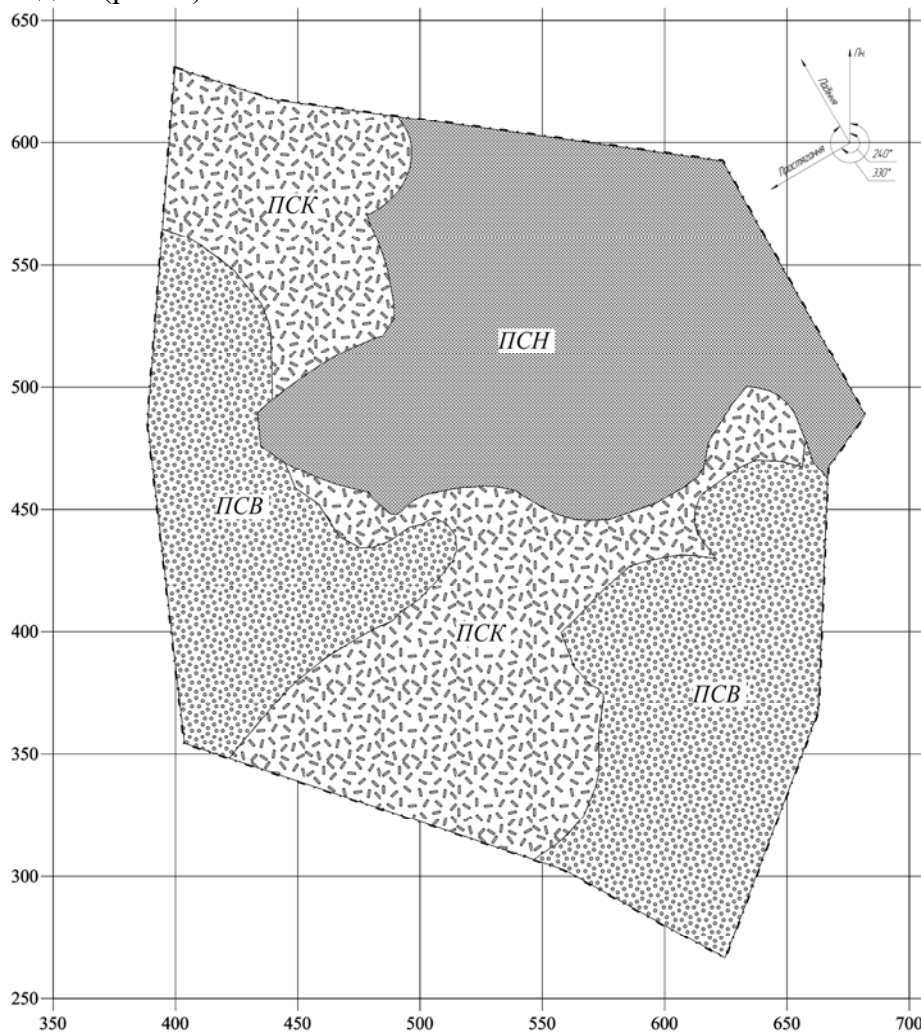


Рис. 3. Технологічні типи пірофілітових сланців на Кур'янівському родовищі: пірофілітовий сланець для наповнювачів (ПСН), пірофілітовий сланець для кераміки (ПСК), пірофілітовий сланець для вогнетривів (ПСВ)

Наявність на родовищі різних технологічних сортів обумовлена певною закономірністю мінливості показників якості, тому в роботі було проведено оцінку мінливості основних якісних показників. В свою чергу мінливість просторових геологічних показників є важливим природним фактором, який визначає вибір системи розвідувальних робіт, щільність та орієнтування сітки розвідувальних виробок та геометрію проб, що відбираються.

Для чисельної характеристики мінливості основних показників якості пірофілітових сланців Кур'янівського родовища було виконано розрахунок параметрів варіації.

Так як на Кур'янівському родовищі поклад має пластоподібну форму, потужністю до 1,5 м, дослідження мінливості показників якості виконувалось у площині пласта. При цьому, дослідження мінливості виконувалось за азимутом падінням (азимут 330°) та простягання (азимут 240°) пласта (рис. 4). Дані показників мінливості подано в таблиці.

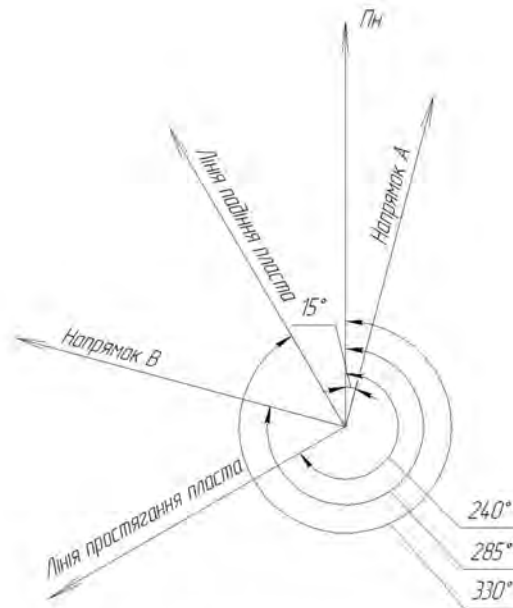


Рис. 4. Основні напрямки побудови емпіричної варіограми

Таблиця

Розрахунок параметрів варіації для основних показників якості Кур'янівського родовища пірофілітових сланців

Якісний показник		Показник варіації							$v_{пад.}/v_{пр.}$
		$x_{max}$	$x_{min}$	$x$	Середнє лінійне відхилення	Дисперсія	Стандартне відхилення	Коеф-нт варіації ( $v$ )	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Пад.	32,37	20,12	26,64	3,64	17,79	4,22	<b>0,16</b>	<b>1,07</b>
	Пр.	38,56	24,18	31,22	3,71	22,29	4,72	<b>0,15</b>	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Пад.	1,26	0,24	0,7	0,23	0,08	0,29	<b>0,41</b>	<b>1,41</b>
	Пр.	1,19	0,54	0,74	0,17	0,05	0,22	<b>0,29</b>	
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	Пад.	1,96	0,09	0,68	0,39	0,25	0,5	<b>0,74</b>	<b>1,07</b>
	Пр.	2,11	0,34	0,92	0,5	0,4	0,64	<b>0,69</b>	
TiO <sub>2</sub>	Пад.	0,72	0,12	0,52	0,1	0,02	0,15	<b>0,28</b>	<b>1,75</b>
	Пр.	0,79	0,51	0,63	0,08	0,01	0,1	<b>0,16</b>	
ВПГ	Пад.	7,85	4,03	5,45	0,93	1,29	1,14	<b>0,21</b>	<b>1,1</b>
	Пр.	8,68	4,36	6,71	1,35	2,3	1,52	<b>0,23</b>	
Вологість	Пад.	0,3	0,05	0,14	0,07	0,005	0,07	<b>0,5</b>	<b>1,39</b>
	Пр.	0,2	0,05	0,15	0,04	0,003	0,05	<b>0,36</b>	
Пористість	Пад.	10,02	1,27	5,88	2,43	5,9	2,43	<b>0,41</b>	<b>1,71</b>
	Пр.	10,02	5,14	7,26	1,37	2,98	1,72	<b>0,24</b>	

Аналіз отриманих даних показав, що просторова мінливість основних показників якості пірофілітових сланців, яка виражається коефіцієнтом варіації, характеризується близькими значеннями для показників Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O, ВПГ за падінням та простяганням пласта і збільшеними його значеннями за падінням, ніж за простяганням для Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, вологості та пористості в 1,45-1,75 разів, що дає можливість проводити оцінювання показників якості при плануванні видобувних робіт.

Отже, найбільша мінливість на досліджуваній ділянці родовища характерна для лінії падіння пласта, а найменша – для лінії простягання. Виходячи із цього, можна надавати певні

рекомендації для обґрунтування раціональних параметрів геологорозвідувальної сітки свердловин: згущення сітки необхідно інтенсивніше проводити саме по лінії падіння пласта, а також при експлуатаційній розвідці – підземні виробки проходити за падінням пласта.

**Висновки.** У результаті ієрархічного кластерного аналізу отримані вибірки, точки яких належать кластерам, представляють можливу сортність пірофілітових сланців. Аналіз моделі просторового розміщення кластерів для умов Кур'янівського родовища дав можливість виявити закономірність у групуванні кластерів, тобто в розміщенні технологічних типів пірофілітових сланців. Просторова мінливість основних показників якості пірофілітових сланців характеризується близькими значеннями коефіцієнту варіації за падінням і простяганням покладу для  $Al_2O_3$ ,  $Na_2O+K_2O$ , ВПГ та його збільшенням за падінням у 1,41-1,75 разів для  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ , вологості, пористості, що дає можливість оцінювати мінливість показників якості при плануванні видобувних робіт.

1. Капутин Ю. Е. Геостатистика в горно-геологической практике / Ю. Е. Капутин, А. И. Ежов, С. Хенли. – Апатиты : КНЦРАН, 1995. – 191 с.
2. Толкач О. М. Виявлення сортності пірофілітових сланців Кур'янівського родовища на основі кластерного аналізу / О. М. Толкач // Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених. – Д. : Державний ВНЗ "НГУ", 2012. – С.190–191.
3. Никифоров И. А. Статистический анализ геологических данных / И. А. Никифоров. – Оренбург : ОГУ, 2010. – 170 с.
4. Михалеви́ч И. М. Применение математических методов при анализе геологической информации с использованием компьютерных технологий : учеб. пособие / И. М. Михалеви́ч, С. П. Примина. – Иркутск : Иркут. гос. ун-т, 2006. – Ч. III. – 115 с.
5. Лукашенко Н. Г. Отчет о доразведке Курьяновского месторождения пиррофиллитового сланца (Житомирская обл., УССР) / Н. Г. Лукашенко, И. С. Носов, В. А. Надопта. – Володарск-Волынский : Волынская ГРЭ ПО Западкварцсамоцветы, 1990. – 167 с.
6. Толкач О. М. Методика багатофакторної геометризації Кур'янівського родовища пірофілітових сланців / О. М. Толкач, Р. В. Соболевський // Маркшейдерське забезпечення геотехнологій: наук.-практ. конф., 15-16 тр. 2013 р.: тези доп. – Д. : НГУ, 2013. – С. 23–29.

Рецензент: д.т.н., професор Рокочинський А. М. (НУВГП)

**Tolkach O. M., Candidate of Engineering, Associate Professor of the Department of Mining named after prof. Bakka M.T. (Zhytomyr State Technological University)**

#### **PRELIMINARY EVALUATION OF PYROPHYLLITE RAW MATERIAL GRADES OF KURUANOVSKY DEPOSIT**

At the article the preliminary evaluation of pyrophyllite raw material grades of Kuruanovsky deposit was made based on the cluster analysis. An evaluation of basic quality indicators in the direction of dip and strike of the layer was made.

**Keywords: pyrophyllite raw material, stabilization of quality, multifactorial geometrization, technological zone.**

**Толкач А. Н., к.т.н., доцент кафедри разработки месторождений полезных ископаемых им. проф. Бакка Н.Т. (Житомирский государственный технологический университет)**

#### **ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРТНОСТИ ПИРОФИЛЛИТОВЫХ СЛАНЦЕВ КУРЬЯНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

В статье проведена предварительная оценка сортности пиррофиллитовых сланцев Курьяновского месторождения на основе кластерного анализа и выполнена оценка изменчивости основных показателей качества по направлению падения и простирания пласта.

**Ключевые слова: пиррофиллитовые сланцы, кластерный анализ, изменчивость показателя качества.**