

УДК 553.982: 550.42

**А.М. Єрофєєв<sup>1</sup>, В.В. Ішков<sup>2</sup>, Є.С. Козій<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,  
м. Харків, Україна

<sup>2</sup>Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,  
м. Дніпро, Україна

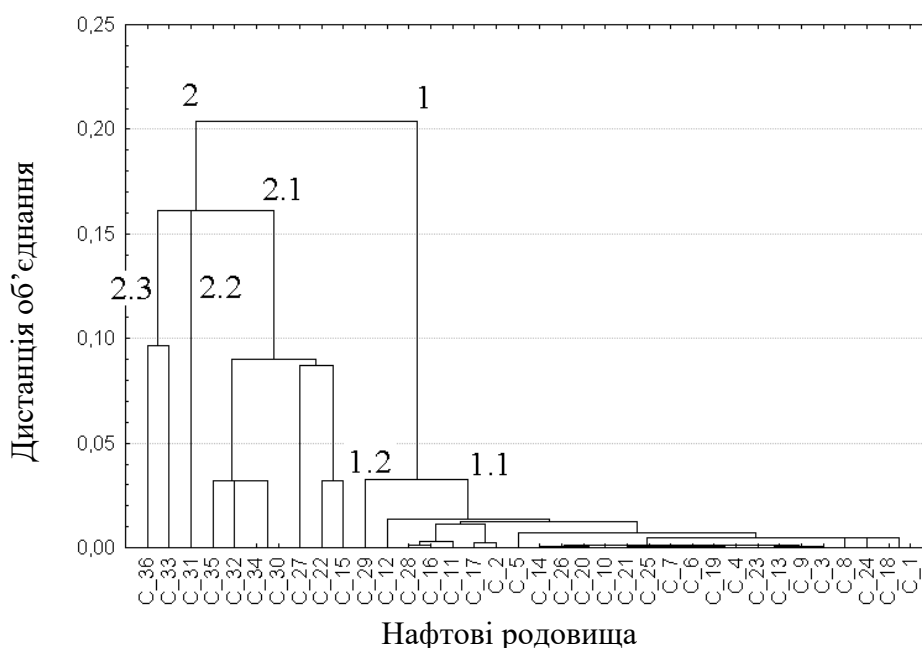
## **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ КЛАСТЕРІЗАЦІЇ ДО РОДОВИЩ НАФТИ ЗА ВМІСТОМ ВАНАДІЮ**

*Виконано кластерний аналіз вмісту ванадію 36 родовищ Дніпровсько-Донецької западини: Бахмачського, Прилуцького, Краснозаярського, Качалівського, Кременівського, Карайкозовського, Коробочкинського, Куличихінського, Ліповодолинського, Монастирищенського, Матлаховського, Малосорочинського, Ново-Миколаєвського, Перекопівського, Прокопенківського, Радченковського, Распашновського, Софіївського, Суходолівського, Солонцівського, Солохівського, Талалаївського, Тростянецького, Турутинського, Харківцівського, Щуринського, Юр'ївського, Ярошівського, Хухрянського, Сагайдацького №1, Сагайдацького №13, Кибицівського №5, Кибицівського №51, Кибицівського №52, Кибицівського №56 та Кибицівського №1 різними методами аналізу результатів кластеризації та обґрунтовано вибір найбільш оптимального з них для подальшої розробки природної класифікації родовищ за вмістом металів у нафтах.*

**Ключові слова:** ванадій, родовище нафти, рентгено-флуоресцентний аналіз, метали, кластерний аналіз, дендрограма, зважений центроїдний метод.

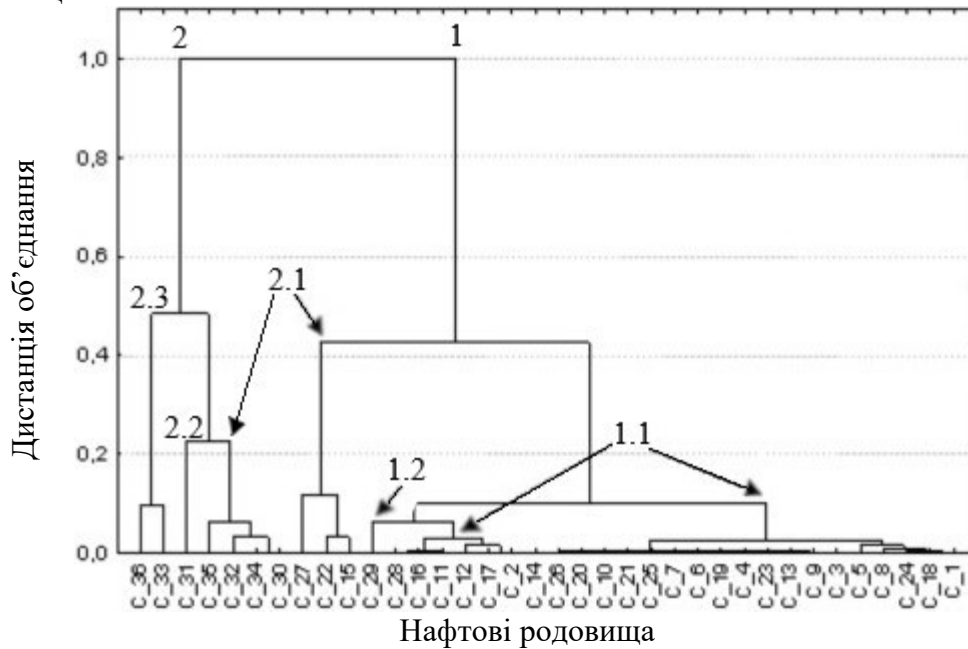
Підвищений інтерес до проблем накопичення та міграції металів у нафті пов'язаний з актуальними науково-технічними питаннями генезису вуглеводнів, з можливістю їх промислового вилучення в процесі переробки нафт із метою подальшої реалізації, як супутньої сировини, а також можливістю визначати екологічні ризики використання цих нафт як сировини для виробництва нафтопродуктів і, в першу чергу, бензину та дизельного палива. Як відомо, метали в мікрокількостях входять до складу нафт з різних регіонів світу. Високий вміст металів, зокрема ванадію і нікелю, є також серйозною проблемою при переробці нафтової сировини, так як призводить до незворотної дезактивації каталізаторів в результаті відкладення металів на активній поверхні, блокування порового простору і руйнування структури каталізатора. Крім цього, неорганічні сполуки

ванадію, що утворюються при переробці нафти сприяють високотемпературної корозії поверхонь обладнання, зниження терміну служби турбореактивних, дизельних і котельних установок, газової корозії активних елементів газотурбінних двигунів і зростання екологічно шкідливих викидів в навколишнє середовище. Разом з тим, метали, в тому числі рідкісні і рідкоземельні, є цінними попутними компонентами, вміст яких в нафтах і залишках їх переробки може бути можна порівняти і навіть перевищувати їх вміст в рудних джерелах [1]. Для виконання кластерного аналізу в програмних платформах «STATISTICA» та «SPSS» пропонується сімейство ієрархічних агломеративних методів, двоходового об'єднання та ітеративний дивізійний метод середніх [2].

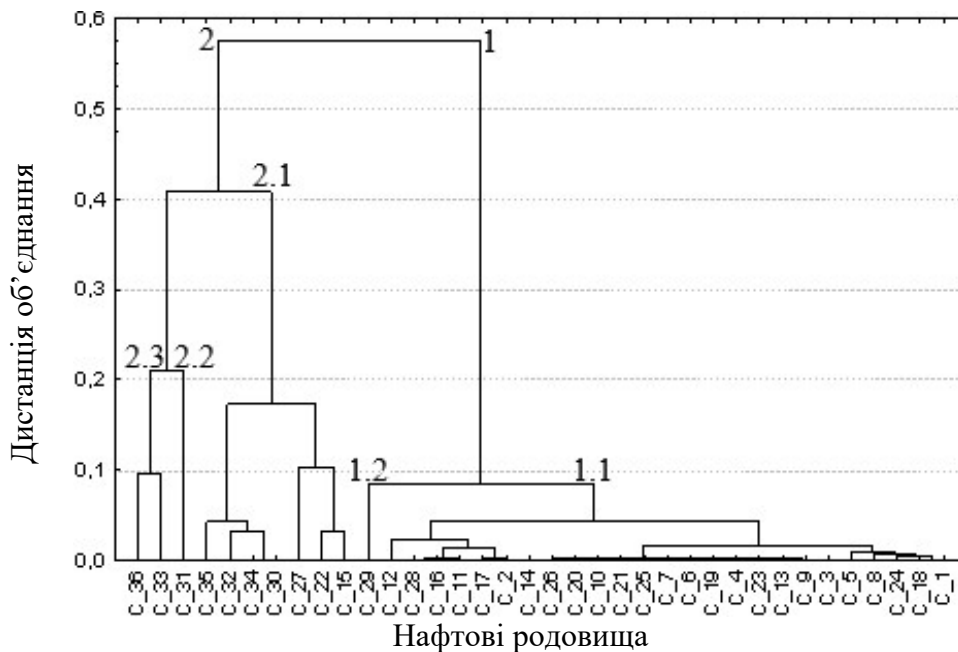


**Рис. 1.** Дендрограма результатів кластеризації методом одиночного зв'язку родовищ по вмісту V у нафтах. Умовні позначення: 1, 2, 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 2.3 – кластери; C\_1 – Бахмачське родовище, C\_2 – Прилуцьке родовище, C\_3 – Краснозаярське родовище, C\_4 – Качалівське родовище, C\_5 – Кременівське родовище, C\_6 – Карайкозовське родовище, C\_7 – Коробочкинське родовище, C\_8 – Куличихінське родовище, C\_9 – Ліповодолинське родовище, C\_10 – Монастиріщенське родовище, C\_11 – Матлаховське родовище, C\_12 – Малосорочинське родовище, C\_13 – Ново-Миколаєвське родовище, C\_14 – Перекопівське родовище, C\_15 – Прокопенківське родовище, C\_16 – Радченковське родовище, C\_17 – Распашновське родовище, C\_18 – Софіївське родовище, C\_19 – Суходолівське родовище, C\_20 – Солонцівське родовище, C\_21 – Солохівське родовище, C\_22 – Талалаївське родовище, C\_23 – Тростянецьке родовище, C\_24 – Турутинське родовище, C\_25 – Харківцівське родовище, C\_26 – Щуринське родовище, C\_27 – Юр'ївське родовище, C\_28 – Ярошівське родовище, C\_29 – Хухрянське родовище, C\_30 – Сагайдацьке №1 родовище, C\_31 – Сагайдацьке №13

родовище, С\_32 - Кибицівське №5 родовище, С\_33 – Кибицівське №51 родовище, С\_34 – Кибицівське №52 родовище, С\_35 – Кибицівське №56 родовище, С\_36 – Кибицівське №1 родовище.



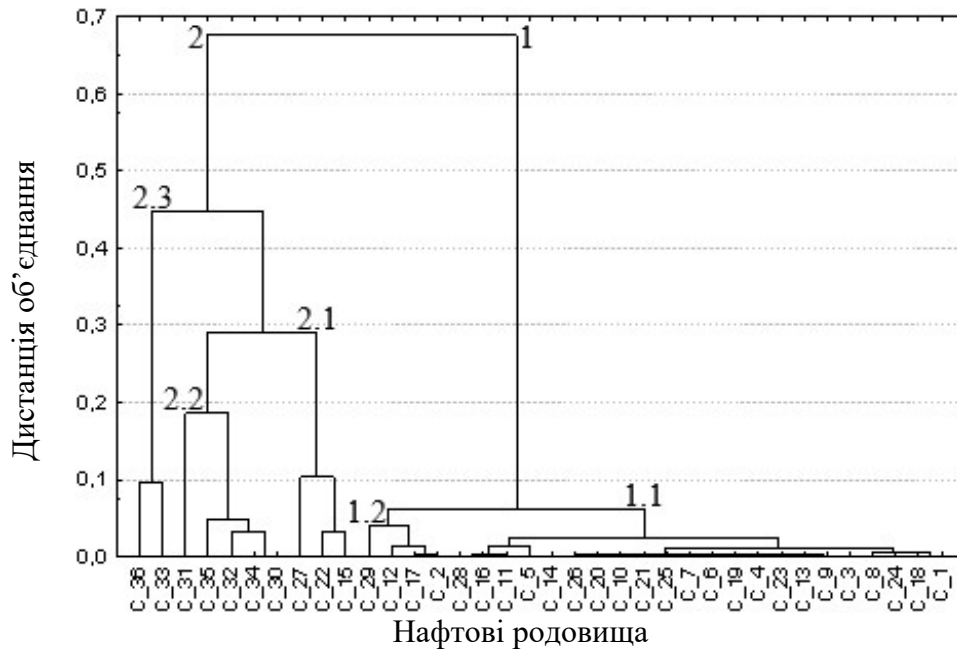
**Рис. 2.** Дендрограма результатів кластеризації методом повного зв'язку родовищ по вмісту V у нафтах. Умовні позначення як на рис. 1.



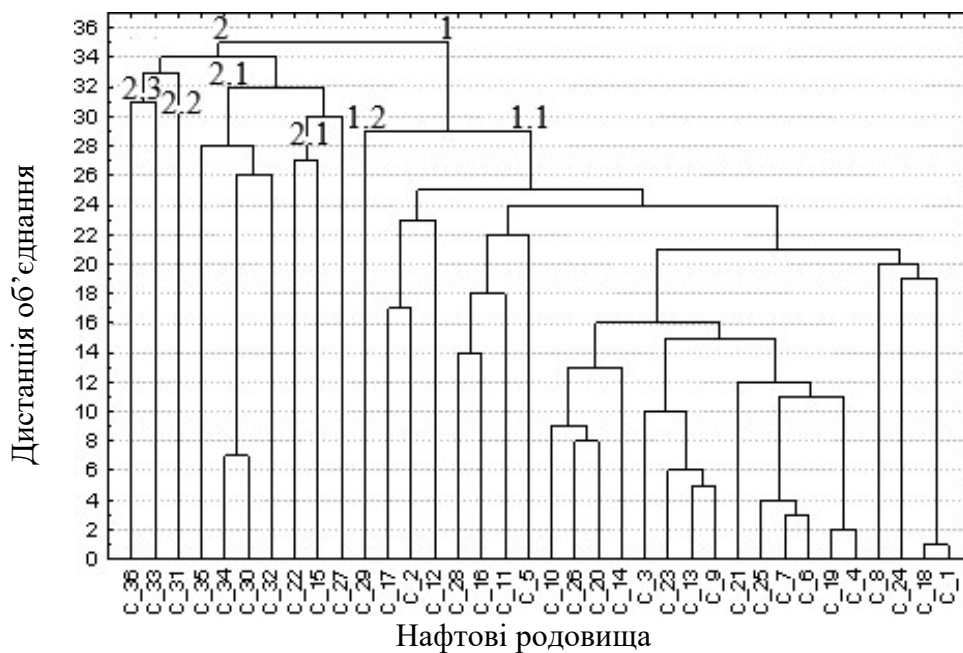
**Рис. 3.** Дендрограма результатів кластеризації незваженим методом середнього зв'язку родовищ по вмісту V у нафтах. Умовні позначення як на рис. 1.

Так як вміст металів у нафтах родовищ що розглядаються досить рівномірно заповнюють весь інтервал значень, без суттєвих аномалій, що набагато перевищують типовий розкид, то нормування вихідних значень вмісту металів кожного із родовищ здійснювалось за формулою  $X_i \text{ норм.} =$

$(X_i - X_{\max.}) / (X_{\max.} - X_{\min.})$ , де  $X_i$  норм. - одиничне нормоване значення вмісту металу у нафті,  $X_i$  - одиничне значення вмісту металу у нафті,  $X_{\max.}$  - максимальне значення вмісту металу у нафті, мінімальне значення вмісту металу у нафті.



**Рис. 4.** Дендрограма результатів кластеризації зваженим методом середнього зв'язку родовищ по вмісту V у нафтах. Умовні позначення як на рис. 1.



**Рис. 5.** Дендрограма результатів кластеризації зваженим центроїдним методом родовищ по вмісту V у нафтах. Умовні позначення як на рис. 1.

В результаті виконаних досліджень встановлено що використання зваженого центроїдного методу кластерного аналізу, який запроваджено у професійних статистичних програмних платформах «STATISTICA» та «SPSS» є найбільш оптимальним для вільного від суб'єктивізму дослідника поділу нафтових родовищ за вмістом металів (зокрема ванадію) на таксони.

Побудовані дендрограми кластеризації родовищ за вмістом ванадію у нафтах можуть бути використані як основа для розробки класифікацій цих родовищ для екологічної та технологічної оцінки у майбутньому. Це дозволить максимально використовувати вже наявну інформацію для розробки природних класифікацій родовищ за вмістом металів (зокрема ванадію) у нафтах та інтерпретувати отримані результати у геологічних поняттях, що надає можливість її використання для пошуків нових родовищ, комплексного використання мінеральної сировини, вирішення актуальних екологічних та промислово-технологічних питань сталого розвитку України.

Запропонований у роботі методичний підхід може бути використано в подальшому для поділу інших груп геологічних об'єктів на природні таксони.

#### Список літератури

1. Шпирт М.Я., Нуkenов Д.Н., Пунанова С.А., Висалиев М.Я. (2013). Принципы получения соединений ценных металлов из горючих ископаемых. Химия твердого топлива. №2. С. 3-8.

2. Єрофєєв А.М., Ішков В.В., Козій Є.С. (2021). Вплив основних геолого-технічних показників Качалівського, Куличихінського, Матлаховського, Малосорочинського та Софіївського родовищ на вміст ванадію у нафті. Міжнародна науково-технічна конференція «Український гірничий форум ». С. 177-186.

**A.M. Yerofieiev<sup>1</sup>, V.V. Ishkov<sup>2</sup>, Ye.S. Kozii<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv

<sup>2</sup>Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

## **APPLICATION OF CLUSTERIZATION METHODS TO OIL DEPOSITS BY VANADIUM CONTENT**

*The cluster analysis of vanadium content of 36 deposits of the Dnipro-Donetsk basin was performed: Bakhmachsky, Pryluky, Krasnozayarsky, Kachalivsky, Kremenovsky, Karaykozovsky, Korobochkinsky, Kulychikhinsky, Lipovodolinsky, Monastyryshchensky, Matlachevsky, Malosochinsky, Malosochovsky, Malosochovsky, Malosochivsky, Sukhodolivsky, Solontsivsky, Solokhivsky, Talalayevsky, Trostyanetsky, Turutynsky, Kharkivtsy, Shchurynsky, Yuryevsky, Yaroshivsky, Khukhryansky, Sagaidatsky №1, Sagaidatsky №13, Kybytsivsky №5, Kybytsivsky №52 №, Kybytsy 1 by different methods of analysis of clustering results and the choice of the most optimal of them for further development of natural classification of deposits by metal content in oils is substantiated.*

**Key words:** *vanadium, oil field, X-ray fluorescence analysis, metals, cluster analysis, dendrogram, weighted centroid method.*