

АНАЛІЗ МЕТОДІВ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ДІЛЯНОК РІЗНОЇ ПОТУЖНОСТІ ВУГІЛЬНОГО ПЛАСТА ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЇХ ПРИРОДНОЇ ТИПІЗАЦІЇ ЗА ВМІСТОМ ГЕРМАНІЮ (НА ПРИКЛАДІ ПЛАСТА С₆ ШАХТИ «ДНІПРОВСЬКА»)

¹Ишков В.В., ^{2,3}Козій Є.С., ⁴Чернобук О.І., ²Васильченко Н.В., ²Кузнецова С.С.
¹Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, Дніпро, Україна; ²Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна; ³Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, Україна; ⁴Джорджіан Манганез, Тбілісі, Грузія

Анотація. Встановлено що використання зваженого центроїдного медіанного методу кластерного аналізу, який запроваджено у професійних статистичних програмних платформах «STATISTICA» та «SPSS» є найбільш оптимальним для вільного від суб'єктивізму дослідника поділу ділянок вугільного пласта за вмістом германію на відповідні таксони. Це дозволить максимально використовувати вже наявну інформацію та інтерпретувати отримані результати у геолого-генетичних поняттях.

Вступ. Зараз вугілля є основним оціненим джерелом Ge в Україні, Китаї, Узбекистані, а також в Росії. Крім того, Ge-вугільні родовища розробляються в Англії, Канаді, США та інших країнах. Особлива практична важливість вивчення Ge-вугільних родовищ пов'язана з рішенням Ради національної безпеки та оборони України від 16 липня 2021 року «Про стимулювання пошуку, видобутку та збагачення корисних копалин, які мають стратегічне значення для сталого розвитку та обороноздатності держави» та Указом Президента України №306/2021, який вводить в дію це рішення. В цих документах руди Ge включені до переліку, що мають стратегічне значення для сталого розвитку та обороноздатності держави.

Останні досягнення. Особливості розподілу «елементів домішок», у різних геологічних об'єктах раніше були досліджені у роботах [1-22]. У той же час, аналіз методів об'єктивної (природної) типізації ділянок вугільного пласта різної потужності за концентраціями Ge у вугільному пласті с₆ раніше не виконувався.

Мета роботи: встановити та обґрунтувати найефективніший метод створення об'єктивної (природної) типізації ділянок вугільного пласта с₆ шахти «Дніпровська» різної потужності за концентраціями Ge.

Результати роботи. За допомогою програм Excel 2016 і Statistica 13.3 на початковому етапі обробки первинної геохімічної інформації розраховувалися значення основних описових статистичних показників, виконувалась побудова частотних гістограм вмісту і встановлення закону розподілу германію. В ході побудови графіків всі значення концентрацій Ge та потужності пласта нормувались для приведення вибірки до одного масштабу незалежно від одиниць виміру та розмаху вибірок.

Для досягнення поставленої в роботі мети у процесі досліджень було здійснено кластеризацію різними методами, які реалізовані у найпопулярніших професійних статистичних програмних платформах «STATISTICA» та «SPSS»; виконано їх аналіз та обґрунтовано вибір найбільш оптимального з них.

Результати кластеризації різними методами у вигляді дендрограм наведено на рис. 1 – рис. 5.

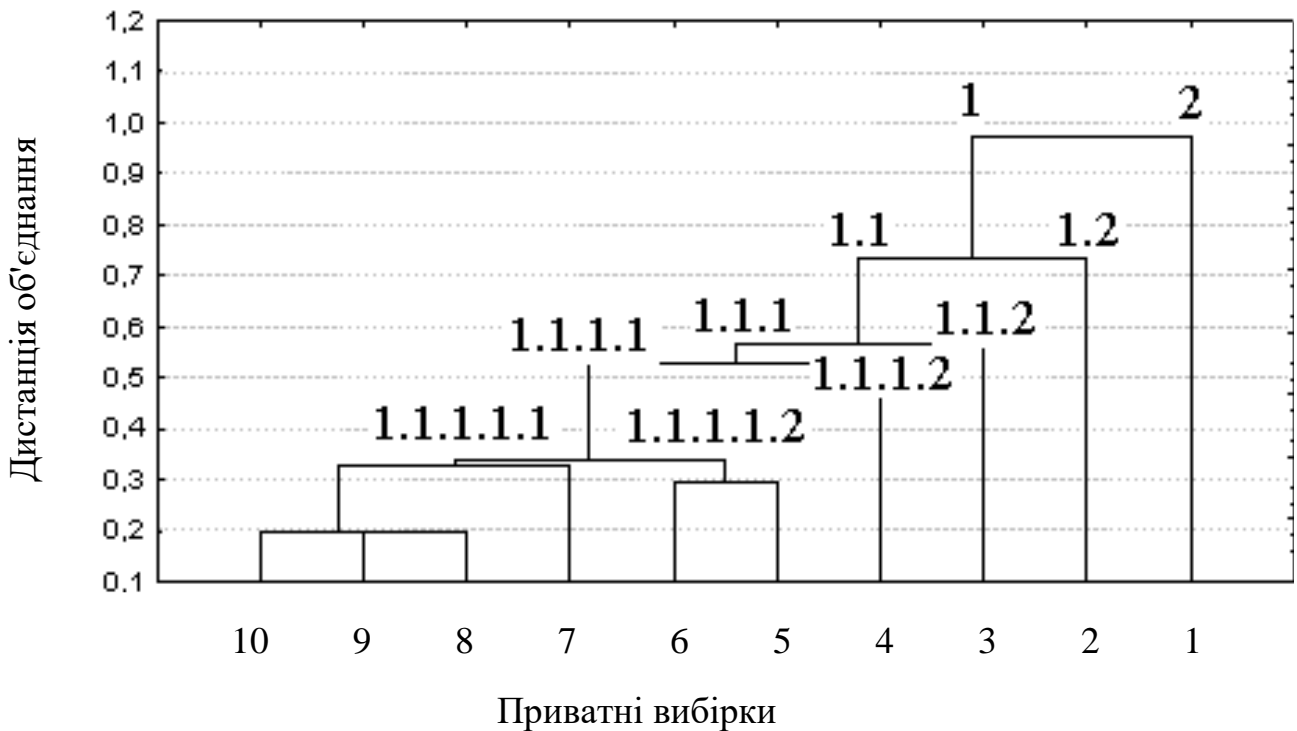


Рисунок 1 – Дендрограма результатів кластеризації методом одиночного зв'язку ділянок по вмісту Ge. Умовні позначення: 1, 2, 1.1, 1.2, 1.1.1, 1.1.2, 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.1.1.1.1, 1.1.1.1.2 – кластери

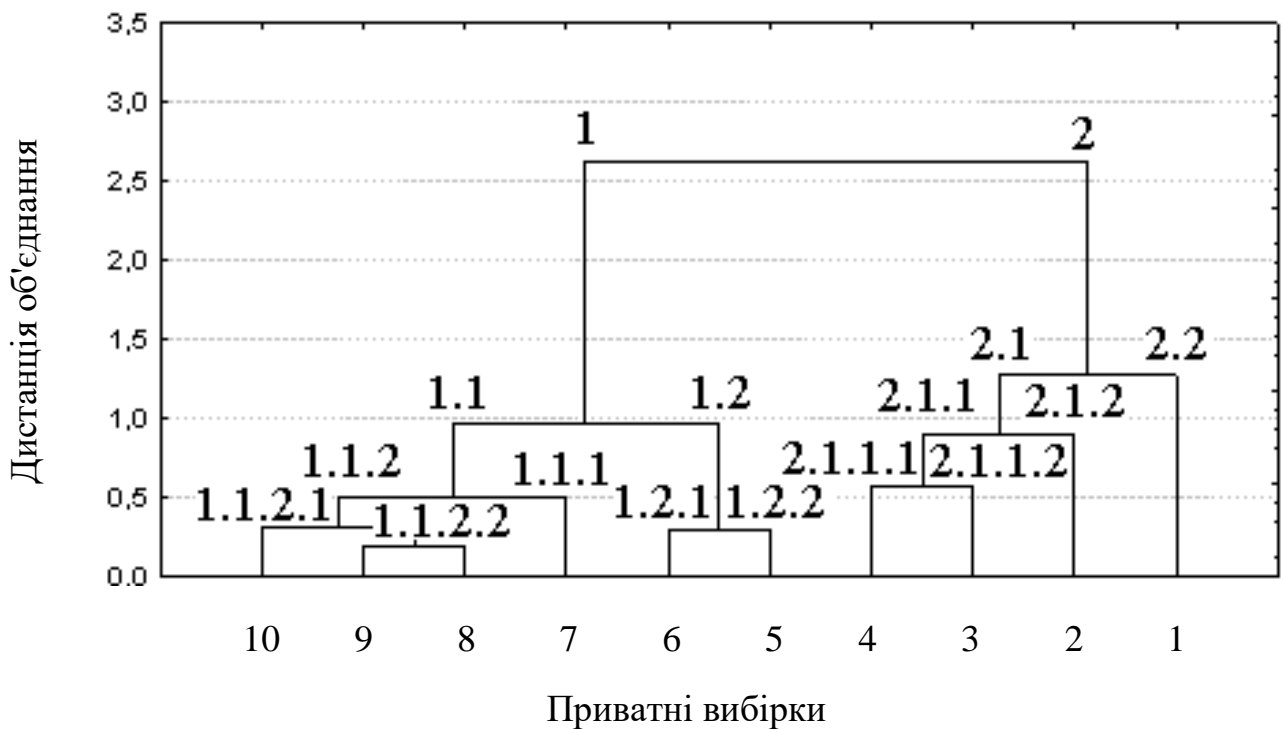


Рисунок 2 – Дендрограма результатів кластеризації методом повного зв'язку ділянок по вмісту Ge. Умовні позначення як на рис. 1.

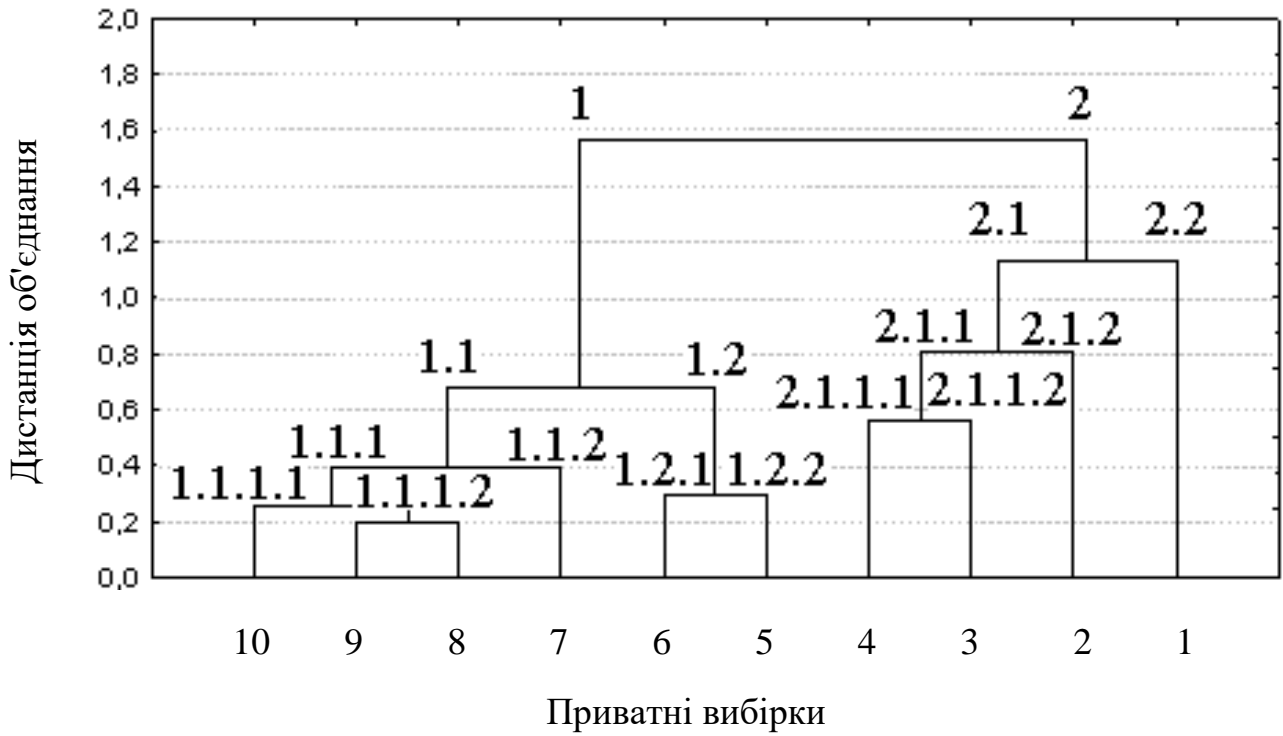


Рисунок 3 – Дендрограма результатів кластеризації методом незваженого середнього зв'язку ділянок по вмісту Ge. Умовні позначення як на рис. 1.

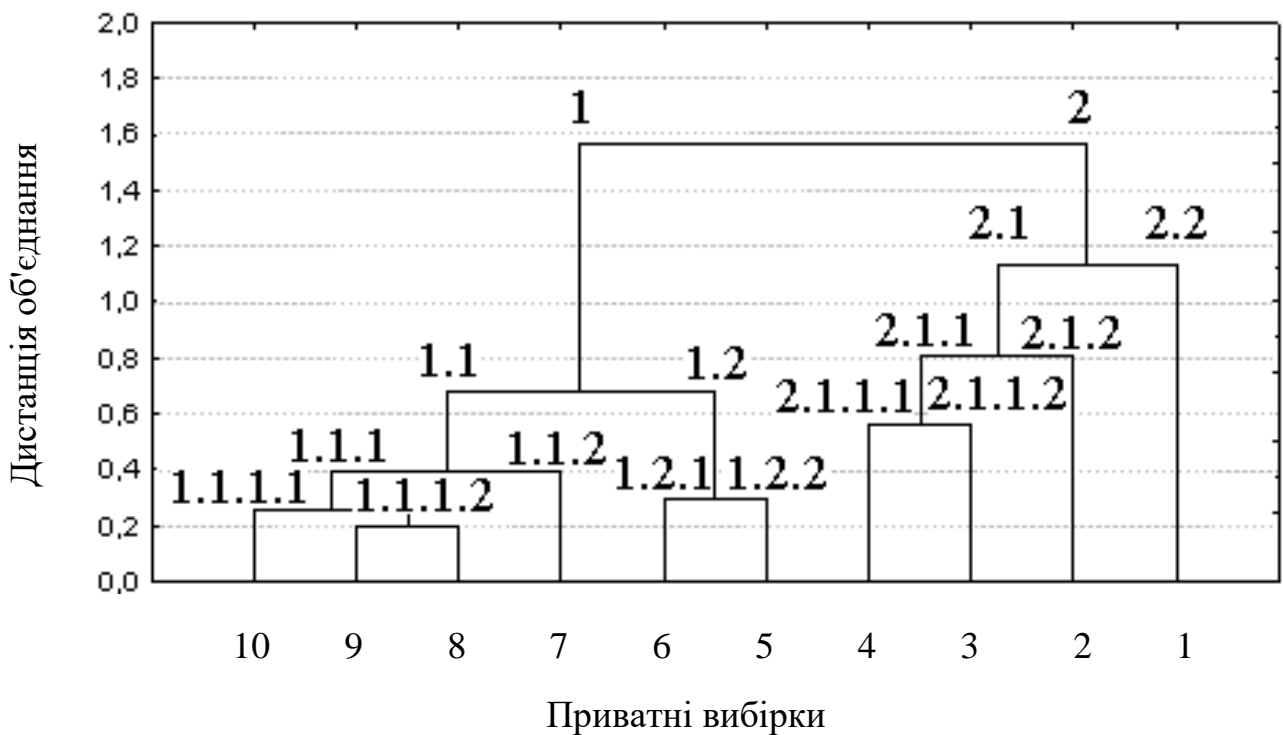


Рисунок 4 – Дендрограма результатів кластеризації методом зваженого середнього зв'язку ділянок по вмісту Ge. Умовні позначення як на рис. 1.

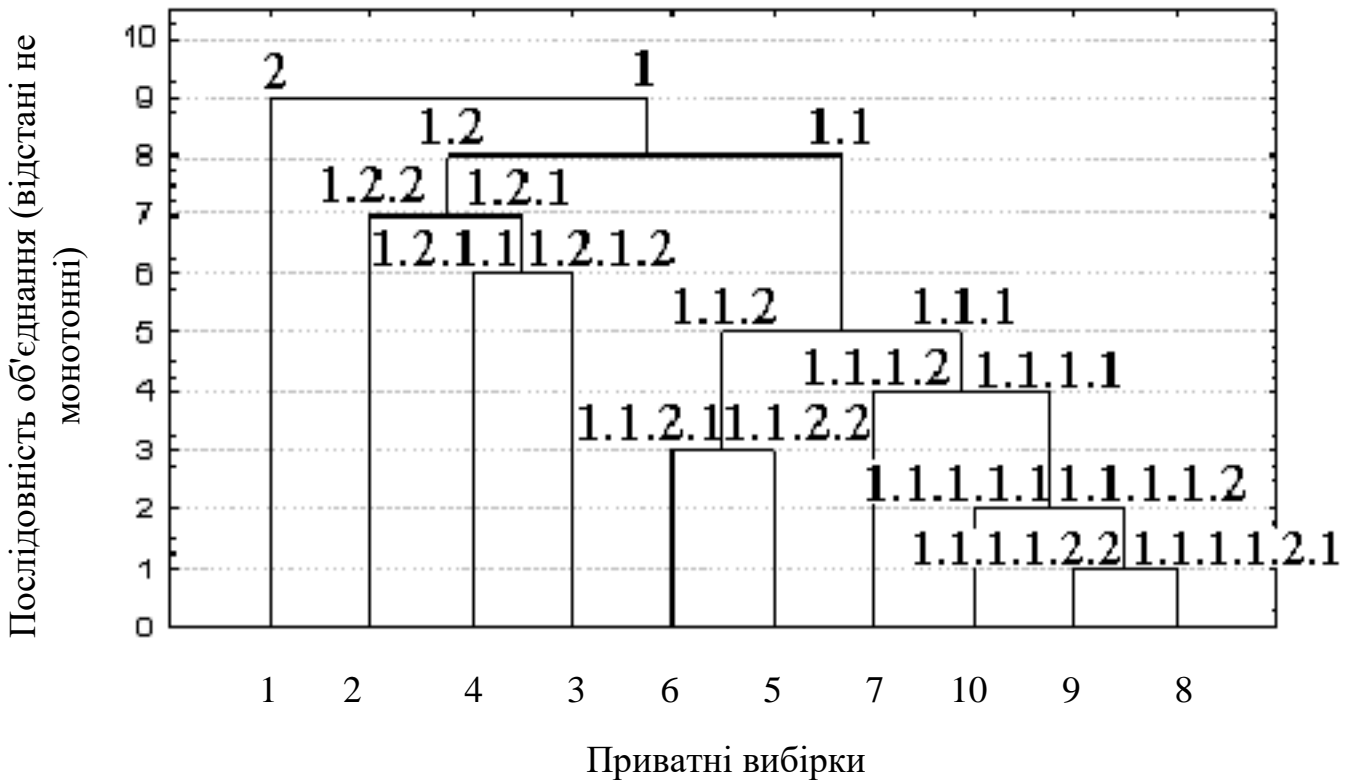


Рисунок 5 – Дендрограма результатів кластеризації зваженим центроїдним медіанним методом ділянок по вмісту Ge. Умовні позначення як на рис. 1.

Аналіз дендрограми на (рис. 5) на відміну від наведених раніше (рис. 1, рис. 2, рис. 3 та рис. 4) дозволяє не тільки досягти найбільш стійкого поділу всієї сукупності ділянок, що розглядаються, але й максимальної візуалізації розбиття об'єктів по класам на різних масштабних рівнях при апріорній відсутності гіпотез щодо числа кластерів та їх форми. При цьому впевнено виділяється наявність та структура кластерів незалежно від масштабного рівня їх формування, чітко простежується послідовність об'єднання окремих родовищ та їх груп у результуючий кластер. Наявність цих переваг у даному випадку дозволяє максимально використовувати вже існуючу інформацію для розробки природних типізацій ділянок вугільних пластів за вмістом Ge та інтерпретувати отримані результати у геологічних поняттях.

Висновок. В результаті виконаних досліджень встановлено що використання зваженого центроїдного медіанного методу кластерного аналізу, який запроваджено у професійних статистичних програмних платформах «STATISTICA» та «SPSS» є найбільш оптимальним для вільного від суб'єктивізму дослідника поділу ділянок вугільного пласта за вмістом Ge на відповідні таксони.

Побудовані дендрограми кластеризації ділянок вугільного пласта за вмістом Ge можуть бути використані як основа для розробки природної типізації вугільних пластів для геолого-економічної оцінки. Це дозволить максимально використовувати вже наявну інформацію та інтерпретувати отримані результати у геолого-генетичних поняттях, що надає можливість її

використання для комплексного використання мінеральної сировини, вирішення стратегічних питань сталого розвитку України.

Список літератури

1. Козар, М.А., Ішков, В.В., Козій, Є.С., Стрельник, Ю.В. (2021). Токсичні елементи мінеральної та органічної складової вугілля нижнього карбону Західного Донбасу. *Геологічна наука в незалежній Україні: Збірник тез наукової конференції Ін-ту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України*, 55-58.
2. Nesterovskyi, V., Ishkov, V., Kozii, Ye. (2020). Toxic and potentially toxic elements in the coal of the seam c₈^h of the "Blagodatna" mine of Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial area. *Visnyk Of Taras Shevchenko National University Of Kyiv: Geology*, 88(1), 17-24. <http://doi.org/10.17721/1728-2713.88.03>
3. Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S., Chernobuk, O.I., Lozovyi A.L. (2022). Results of dispersion and spatial analysis of the germanium distribution in coal seam c₈^b of Zahidno-Donbaska mine field (Ukraine). *Proceedings of the XXVIII International Scientific and Practical Conference. «Science and practice, actual problems, innovations»*, July 19-22, 2022, Milan, Italy, 66-73. <https://doi.org/10.46299/ISG.2022.1.28>
4. Ішков, В.В. (2009). Кобальт и ванадий в угле основных рабочих пластов Алмазно-Марьевского геолого-промышленного района Донбасса. *Науковий вісник НГУ*, (10), 48-53.
5. Ішков, В.В., Нагорный, В.Н. (2005). О закономерностях накопления ртути в угольных пластах Красноармейского геолого-промышленного района. *Науковий вісник НГУ*, (2), 84-88.
6. Ішков, В.В. (2009). Мышьяк и фтор в угольных пластах Лисичанского геолого-промышленного района. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*, 33(1), 5-16.
7. Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S. (2022). Nickel distribution in the oils of the Dnipro-Donetsk basin. Сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции «Современные тенденции геологоразведочной и нефтяной инженерии», 14-15 апреля 2022 года, г. Алматы, 161-166.
8. Kozii, Ye.S. (2021). Toxic elements in the c₁ coal seam of the Blahodatna mine of Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial area of Donbas. *Geo-Technical Mechanics*, (158), 103-116. <https://doi.org/10.15407/geotm2021.158.103>
9. Kozii, Ye.S. (2021), Arsenic, mercury, fluorine and beryllium in the c₁ coal seam of the Blahodatna mine of Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial area of western Donbas. *Geo-Technical Mechanics*, (159), 58-68. <https://doi.org/10.15407/geotm2021.159.058>
10. Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S. (2019). Analysis of the distribution of chrome and mercury in the main coals of the Krasnoarmiiskiy geological and industrial area. *Tectonics and Stratigraphy*, (46), 96-104. <https://doi.org/10.30836/igs.0375-7773.2019.208881>
11. Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S. (2020). Peculiarities of lead distribution in coal seams of Donetsk-Makiivka geological and industrial area of Donbas. *Tectonics and Stratigraphy*, (47), 77-90. <https://doi.org/10.30836/igs.0375-7773.2020.216155>
12. Ішков, В.В., Козій, Є.С. (2014). О распределении золы, серы, марганца в угле пласта с₄ шахты «Самарская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района. *Збірник наукових праць НГУ*, (44), 178-186.
13. Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S. (2021). Distribution of arsene and mercury in the coal seam k₅ of the Kapitalna mine, Donbas. *Mineralogical Journal*, 43(4), 73-86. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.43.04.073>
14. Козій, Є.С., Ішков, В.В. (2017). Класифікація вугілля основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району по вмісту токсичних і потенційно токсичних елементів. *Геотехнічна механіка*, (136), 74-86.
15. Ішков, В.В., Козій, Є.С., Труфанова, М.О. (2020). Особливості онтогенезу уролітів жителів Дніпропетровської області. *Мінерал. журн.*, 42 (4), 50-59. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.42.04.050>
16. Ішков, В.В., Сердюк, Е.А., Слипенький, Е.В. (2003). Особенности применения методов кластерного анализа для классификации угольных пластов по содержанию токсичных и потенциально токсичных элементов (на примере Красноармейского геолого-промышленного района). *Сб. науч. тр. НГУ*, 19(1), 5-16.
17. Yerofieiev, A.M., Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S., Bartashevskiy, S.Ye. (2021). Research of clusterization methods of oil deposits in the Dnipro-Donetsk depression with the purpose of creating their classification by

metal content (on the vanadium example). *Scientific Papers of Donntu Series: "The Mining and Geology"*, 83-93. [https://doi.org/10.31474/2073-9575-2021-1\(25\)-2\(26\)-83-93](https://doi.org/10.31474/2073-9575-2021-1(25)-2(26)-83-93)

18. Ишков, В.В., Лозовой, А.Л. (2001). О закономерностях распределения токсичных и потенциально токсичных элементов в угольных пластах Павлоград – Петропавловского района. *Наук. вісник НГА України*, (2), 57-61.

19. Yerofieiev, A.M., Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S. (2021). Influence of main geological and technical indicators of Kachalivskiy, Kulychykhinskyi, Matlakhovskiy, Malosorochynskiy and Sofiiivskiy deposits on vanadium content in the oil. *International Scientific&Technical Conference «Ukrainian Mining Forum»*. 177-185.

20. Ишков, В.В., Козий, Е.С. (2021). Накопление Со и Мп на примере пласта с₅ Западного Донбасса как результат их миграции из кор выветривания Украинского кристаллического щита. *Материалы XVI Международного совещания по геологии россыпей и месторождений кор выветривания «Россыпи и месторождения коры выветривания XXI века: задачи, проблемы, решения»*, 160-162.

21. Ishkov, V., Kozii, Ye. (2020). Distribution of mercury in coal seam с₇^н of Pavlohradskaya mine field. *Scientific Papers of DONNTU Series: "The Mining and Geology"*, 1(23)-2(24), 26-33. [https://doi.org/10.31474/2073-9575-2020-3\(23\)-4\(24\)-26-33](https://doi.org/10.31474/2073-9575-2020-3(23)-4(24)-26-33)

22. Ishkov, V.V., Koziy, E.S. (2017). About peculiarities of distribution of toxic and potentially toxic elements in the coal of the layer с₁₀^в of the Dneprovskaya mine of Pavlogradsko-Petropavlovskiy geological and industrial district of Donbass. *Geo-Technical Mechanics*, (133), 213-227.

ANALYSIS OF MINING AND GEOLOGICAL CONDITIONS FOR THE FORMATION OF AN INTERNAL DUMP

¹*Kuantay A.S., doctoral student*

Scientific adviser: ²Babii K.V., Doctor of Technical Sciences

¹*Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan*

²*M.S. Poliakov Institute of Geotechnical Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipro, Ukraine*

A characteristic feature of open-pit mining is a systematic increase in the volume of stripping operations due to a gradual (6.0-7.5 m/year) increase in the depth of open pits. Consequently, the land areas occupied by dumps are increasing [1].

The general classification of dumps can be presented in the form of the following scheme (fig.1).

The need to use the developed space of the quarry to accommodate overburden rocks from an ecological point of view is beyond doubt. However, even today, the use of systems with internal dumping in deposits with inclined formations is very limited. This is explained as the complexity of the use of such systems (a rather expensive mechanism of excavation is in the first 10-12 years, when the priority block is being worked out) and insufficiently investigated processes of opening and dumping during the transition to an internal dump [6].

For example, according to the types of dumping, several deposits can be noted. The Kounrad deposit is located in the Central part of Kazakhstan, 17 km north of Lake Balkhash and is represented by copper-molybdenum mineralization, confined to the granodiorite porphyrites stock. The main ore minerals: chalcopyrite, molybdenum, pyrite, the main components of ores: copper, molybdenum, silver. The design