

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ГЕОЛОГІЧНИХ НАУК
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

КОЗІЙ ЄВГЕН СЕРГІЙОВИЧ

УДК 553.94:550.428

ДИСЕРТАЦІЯ

ТОКСИЧНІ ТА ПОТЕНЦІЙНО ТОКСИЧНІ ЕЛЕМЕНТИ У ВУГІЛЬНИХ
ПЛАСТАХ ПАВЛОГРАДСЬКО - ПЕТРОПАВЛІВСЬКОГО
ГЕОЛОГО - ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ

Спеціальність 04.00.01 – «Загальна та регіональна геологія»

103 – Науки про Землю

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Є.С. Козій

Науковий керівник:

Ішков Валерій Валерійович
кандидат геолого - мінералогічних наук,
доцент

Київ – 2019

АНОТАЦІЯ

Козій Є.С. Токсичні та потенційно токсичні елементи у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 04.00.01 – загальна та регіональна геологія (103 – Науки про Землю). – Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» МОН України, Дніпро, 2019. – Інститут геологічних наук НАН України, Київ, 2019.

Дисертаційну роботу присвячено виявленню особливостей і встановленню закономірностей в розподілі токсичних і потенційно токсичних елементів (далі ТіПТЕ) у вугільних пластах Павлоградсько - Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу.

Відповідно до нормативних документів Державної комісії України по запасах корисних копалин (ДКЗ) до ТіПТЕ у вугіллі відносяться – миш'як, берилій, ртуть, фтор (токсичні елементи) і кобальт, марганець, нікель, свинець, хром, ванадій (потенційно токсичні елементи). Згідно «Інструкції по вивченню токсичних компонентів при розвідці вугільних і сланцевих родовищ» оцінка токсичних елементів у вугіллі проводиться на всіх стадіях геологорозвідувальних робіт, отримані дані згідно «Інструкції про зміст, оформлення і порядок подання в ДКЗ України матеріалів з геолого-економічної оцінки запасів вугілля і горючих сланців» направляються до ДКЗ.

На підставі аналізу і узагальненню опублікованих і фондových робіт вітчизняних та закордонних дослідників щодо вивчення ТіПТЕ у вугіллі загалом і у вугільних пластах Донецького басейну та Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району, зокрема матеріалів геологічної зйомки і геохімічних досліджень вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району шляхом порівняльно-геологічного аналізу,

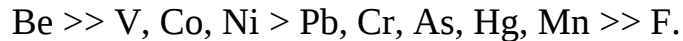
визначені основні риси розповсюдження цих елементів. Із використанням даних опису керну свердловин та геологічної документації гірничих виробок створено електронну базу геохімічного опробування вугільних пластів району.

Виявлені закономірності розподілу TiПТЕ між органічною та мінеральною складовою, а також між основними фракціями мінеральної частини вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району. Для цього в основних фракціях мінеральної частини вугільних пластів відбиралися зразки для подальших хімічних (встановлення вмісту TiПТЕ) та мінералого-петрографічних (дослідження текстурно-структурних особливостей і мінерального складу на трьох ієрархічних рівнях: «макроскопічно-мінералогічному» - «мікроскопічно-петрографічному» і «субмікроскопічно-рентгенокопічному») досліджень.

За результатами виконаних робіт встановлені «ряди спорідненості» та побудовані кругові діаграми вмісту TiПТЕ в мінеральній і органічній частині, а також стовпчаті діаграми вмісту TiПТЕ в основних мінеральних фракціях неорганічної складової головних вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району. Виявлено, що із сульфідною фракцією мінеральної частини вугільних пластів переважно пов'язані, крім токсичних елементів Hg і As, такі потенційно токсичні елементи, як Pb, Ni і Co. Із силікатною фракцією переважно пов'язані F, V, Mn, Cr і лише Mn, F переважно пов'язані із карбонатною фракцією. Берилій є єдиним елементом, що не накопичується ні в одній з виділених фракцій мінеральної частини вугільних пластів. Він пов'язаний переважно з органічною складовою вугільних пластів і має значимі тісні зворотні кореляційні зв'язки із зольністю вугілля. Фтор є єдиним елементом, переважно пов'язаним з мінеральною складовою вугільних пластів. Встановлені «Ряди спорідненості» TiПТЕ до фракцій мінеральної частини вугільних пластів мають вигляд:

сульфідної:	Hg, As >> Pb, Ni, Co > V, Cr, Mn, F >> Be;
силікатної:	F >> V, Mn > Cr, Pb, Hg, Ni, Co, As >> Be;
карбонатної:	Mn >> F > Pb, Ni, V, Hg, Co, Cr, As >> Be;

«Ряд спорідненості» TiПТЕ до органічної складової вугільних пластів:



Встановлено значимі тісні кореляційні зв'язки між концентраціями TiПТЕ, а також між вмістом TiПТЕ та потужністю вугільних пластів, вмістом сірки загальної і зольністю у вугільних пластах геолого-промислового району. Розраховані для цього рівняння регресії дозволяють прогнозувати концентрацію цих елементів у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району. Такий прогноз має слугувати основою для технологічних рішень, спрямованих на зниження вмісту TiПТЕ у продуктах та відходах вуглевидобутку.

В єдину геохімічну асоціацію об'єднувалися елементи, у яких зв'язок між вмістом визначається коефіцієнтом кореляції, що перевищує 0,5 з рівнем значимості не менше 95%. Отримані значимі тісні коефіцієнти кореляції дозволили виділити дві стійкі геохімічні асоціації між цими елементами:

– «миш'як - ртуть», що пов'язана із вмістом сірки загальної. Асоціація цих елементів зумовлена їх генетичним зв'язком з сульфідною мінералізацією зон підвищеної тріщинуватості тектонічної природи. Тісний прямий кореляційний зв'язок асоціації цих елементів з сіркою загальною і аналіз просторового розташування їх аномалій з геолого-структурними особливостями шахтопластів свідчить про накопичення цих елементів на постседиментаційному етапі формування вугленосних відкладів і їх генетичного зв'язку із зонами підвищеної тріщинуватості. Причому якщо великі розривні порушення грали в основному роль підвідних і транзитних каналів, то дрібні порушення і особливо зони тріщинуватості, що їх оперяють, виконували контролюючу функцію. Було отримано патенти України на корисні моделі, які можна застосовувати на вугільних родовищах для визначення зон підвищеної тріщинуватості, які ослаблюють вуглевмісні породи, ускладнюючи розробку вугільних пластів. В основу корисних моделей покладено ідею удосконалення способу визначення зон підвищеної тріщинуватості за вмістом ртуті і миш'яку у вуглепородному масиві, в якому шляхом побудови і аналізу карт цих елементів у вугільних пластах

забезпечується підвищення надійності та достовірності прогнозування зон тріщинуватості. Суть корисних моделей полягає у тому, що визначаються зони підвищеної тріщинуватості за вмістом ртуті і миш'яку на обраній ділянці вугільного родовища на основі побудованих карт концентрації цих елементів у вугільному пласті. Зазначена корисна модель дозволяє використовувати існуючі дані вмісту ртуті і миш'яку у вугільних пластах по пробах з геологорозвідувальних свердловин з новою метою – визначення зон підвищеної тріщинуватості у вуглевміщуючих осадових відкладах.

– «кобальт - нікель - свинець - хром - ванадій - марганець», що пов'язана із приконтактовими ділянками своєрідного збагачення вугільних пластів (як в покрівлі, так і в підшві) потужністю 0,15 - 0,2 м. Збагачення відбувалося ймовірніше за рахунок інтегрального впливу адсорбційного і окислювально-відновлювального геохімічних бар'єрів.

Крім того проведений дисперсійний аналіз не тільки підтверджує кореляцію вище приведених елементів із вмістом сірки загальної і потужності вугільних пластів, а й вказує на їх визначальний зв'язок.

З метою максимальної візуалізації особливостей просторового розподілу ТiПТЕ в основних робочих вугільних пластах на ділянках діючих шахт Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за допомогою геоінформаційної системи Golden Software Surfer 11 були побудовані прогнозні карти розповсюдження ТiПТЕ. Ці карти дозволять планувати технологічні заходи, спрямовані на зменшення вмісту ТiПТЕ у гірничій масі, що видобувається шахтами і направлені на мінімізацію екологічних збитків від роботи гірничодобувних підприємств, а також підприємств теплоенергетики.

Для виявлення особливостей розподілу ТiПТЕ у розрізі вугленосної товщі геолого-промислового району були побудовані графіки середнього вмісту ТiПТЕ по пластах і групах пластів. Зміна концентрації ТiПТЕ у вугільних пластах району в стратиграфічному розрізі має складноперіодичний характер з тенденцією підвищення вмісту As, Co, Pb, F, Cr у верхній групі, а Be, Mn, Hg, Ni і V в нижній групі пластів, що відображає зміну палеогеографічних умов їх накопичення.

Виконані дослідження дозволили уточнити існуючі уявлення про варіативність вмісту ТіПТЕ в основних робочих вугільних пластах, як по площі, так і у розрізі вугленосної товщі району, що в свою чергу дозволяє планувати технологічні заходи, спрямовані на зменшення вмісту ТіПТЕ у гірничій масі, що видобувається шахтами.

Розроблена класифікація вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району. Для цього був виконаний кластерний аналіз зваженим центроїдним методом та побудовані дендрограми результатів кластеризації. За вмістом ТіПТЕ основні вугільні пласти району природно поділяються на 7 груп, що відображає особливості накопичення цих елементів. Ця класифікація дає можливість виконати довготерміновий прогноз вмісту ТіПТЕ у гірничій масі і планувати заходи, направлені на зниження вмісту цих елементів у продуктах і відходах вуглевидобутку.

Величина вмісту різних елементів суттєво відрізняється між собою, тому в ході побудови карт, графіків, розрахунку коефіцієнтів кореляції і класифікації вугільних пластів по вмісту ТіПТЕ всі значення нормувались для приведення вибірок до одного масштабу.

Отримані результати мають важливе значення при вирішенні наукових та практичних завдань. Системний та комплексний підхід до оцінки вмісту цих елементів у вугільних пластах підвищує рівень обґрунтованості шляхів його ефективного прогнозу, що сприяє підвищенню рівня екологічної безпеки України і її сталого розвитку.

Ключові слова: токсичні і потенційно токсичні елементи, геохімічні асоціації, органічна і мінеральна складова вугільних пластів, фракції мінеральної частини вугільних пластів, зона тріщинуватості.

ABSTRACT

Koziy Ye.S. Toxic and potentially toxic elements in coal seams of Pavlohrad - Petropavlivka geological and industrial area. – Manuscript.

Thesis for the degree of a Candidate of Geological Sciences (Ph.D.) in specialism area 04.00.01 "General and regional geology" (103 – Earth Sciences). – Dnipro University of Technology of Ministry of Education and Science of Ukraine, Dnipro, 2019. – Institute of Geological Sciences of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2019.

The thesis concerns the analysis of features and determination of regularities in the distribution of toxic and potentially toxic elements (further TPTEs) in coal seams of Pavlohrad - Petropavlivka geological and industrial area of Donbas.

In accordance with the normative documents of the State Commission of Ukraine on Mineral Resources (SCR), TPTEs in the coal include arsenic, beryllium, mercury, fluorine (toxic elements) and cobalt, manganese, nickel, lead, chromium, vanadium (potentially toxic elements). According to the "Instruction on the study of toxic components in the exploration of coal and slate deposits" assessment of toxic elements in the coal is carried out at all stages of exploration works, obtained data in accordance with "Instruction on the content, design and procedure for submission to the SCR of Ukraine of materials for the geological and economic assessment of coal reserves and combustible shales" are sent to the SCR.

On the basis of analysis and generalization of published and stock materials by domestic and foreign researches about study of TPTEs in coal in general and in coal seams of Donetsk basin and Pavlohrad - Petropavlivka geological and industrial district, in particular, materials of geological surveying and geochemical investigation of coal seams of Pavlohrad - Petropavlivka geological and industrial district by means of comparative-geological analysis determines the main features of the distribution of these elements. Using the data of core description of wells and geological

documentation of mine openings, an electronic database for geochemical testing of coal seams of the district was created.

Regularities of distribution of TPTEs among organic and mineral components as well as among the basic fractions of the mineral part of the coal seams of Pavlohrad – Petropavlivka geological and industrial area have been determined.

To implement the idea, in the main fractions of the mineral part of the coal seams samples were taken for further chemical (determination of TPTEs content) and mineralogical-petrographic (study of textural-structural features and mineral composition at three hierarchical levels: "macroscopic-mineralogical" - "microscopic-petrographic" and "submicroscopic-X-ray") analysis.

According to the results of the research, "range of affinity" has been identified and circular diagrams of the TPTEs content in the mineral and organic part as well as in the main mineral fractions of the inorganic component of the main coal seams of Pavlohrad - Petropavlivka area have been generated. It has been revealed that with the sulfide fraction of the mineral part of the coal seams, mostly related besides the toxic elements Hg and As, such potentially toxic elements as Pb, Ni, Co, F, V, Mn, Cr are mostly related with the silicate fraction, and only Mn, F with carbonate fraction. Beryllium is the only element that does not accumulate in any of the selected fractions of the mineral part of the coal seams. It is related mainly to the organic component of coal seams and has significant close inverse correlation with the ash-content of coal. Fluorine is the only element that mainly related to the mineral component of coal seams.

The determined "range of affinity" of TPTEs to the fractions of the mineral part of the coal seams is as follows:

Hg, As >> Pb, Ni, Co > V, Cr, Mn, F >> Be for sulfide;

F >> V, Mn > Cr, Pb, Hg, Ni, Co, As >> Be for silicate;

Mn >> F > Pb, Ni, V, Hg, Co, Cr, As >> Be for carbonate.

"Range of affinity" of TPTEs for the organic component of coal seams is:

Be >> V, Co, Ni > Pb, Cr, As, Hg, Mn >> F.

Significant close correlations between TPTEs concentrations as well as between TPTEs content and the height of coal seams, total sulfur content and ash-content in coal

seams of geological and industrial area have been determined. Calculated for this purpose regression equations allow forecasting concentration of the elements in the coal seams of the Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial area. Such forecast should serve as the basis for technological solutions aimed at reducing the content of TPTEs in products and coal mining waste.

In a common geochemical association, united elements in which the relationship between the content are described by the correlation coefficient that exceeds 0.5 with a significance level of at least 95%. The obtained significant close correlation coefficients allowed distinguishing two stable geochemical associations between these elements:

- "arsenic - mercury", which is related to the content of total sulfur. The association of these elements is due to their genetic connection with the sulfide mineralization of the zones of increased fracture of the tectonic nature. The close direct correlation between the association of these elements with the total sulfur and the analysis of the spatial location of their anomalies with the geological and structural features of the mine seams shows the accumulation of these elements at the post-sedimentation stage of the formation of coal deposits and their genetic connection with zones of increased fracturing. Moreover, if large faults played basic role of supply and transit channels, then small faults and especially the fractured zones, that branch them, performed a controlling function. The patents of Ukraine were obtained for utility models that can be used in coal deposits to determine zones of increased fracture, which weaken coal-bearing rocks by complicating the excavation of coal seams. The basis of the useful models is the idea of improving the method of determining zones of increased fracture by the content of mercury and arsenic in a coal-rock mass, in which, by constructing and analyzing the maps of these elements in coal seams, an increase of prediction reliability of fractured zones is provided. The essence of useful models is in the fact that the zones of increased fracture by the content of mercury and arsenic within the selected area of the coal deposit are determined on the basis of the maps of the concentration of these elements in the coal seam. This useful model makes it possible to use the available data of mercury and arsenic content in coal seams from samples

extracted from exploration wells with a new purpose - determination of zones of increased fracture in coal-bearing sediment deposits.

– "cobalt - nickel - lead - chromium - vanadium - manganese", which is associated with contact areas of peculiar enrichment of coal seams (both in the coal roof and floor) with a coal height of 0.15 - 0.2 m. The enrichment was carried out mostly by integral influence of adsorption and redox geochemical barriers.

In addition, a dispersion analysis not only confirms the correlation of the abovementioned elements with the content of total sulfur and the height of the coal seams but also indicates their determinant link.

In order to visualize maximally the features of the spatial distribution of TPTEs in the main working coal seams at the sites of the existing mines of Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial area, the forecast maps of the spreading of TPTEs were constructed using geoinformation system Golden Software Surfer 11. These maps will allow planning technological measures aimed at reducing the content of TPTEs in mined rock and aimed at minimizing the environmental damage from the work of mining companies as well as companies of heat power industry.

Graphs of the weighted average content of TPTEs for seams and groups of seams were constructed to reveal the features of the distribution of TPTEs in the cross-section of the coal-bearing mass of the geological and industrial area. The variation of TPTEs concentration in the coal seams of the area in the stratigraphic section has a complex periodical character with a tendency to increase the content of As, Co, Pb, F, Cr in the upper group, and Be, Mn, Hg, Ni, and V in the lower group of seams that reflect variation of paleogeographical conditions of their accumulation.

Accomplished studies allowed clarifying the available ideas about the variation of the content of TPTEs in the main working coal seams both in area and in the cross-section of the coal-bearing mass of the area, which in turn allows us planning technological measures aimed at reducing the content of TPTEs in the rock mass being mined.

Classification of coal seams of Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial area has been developed. For this purpose, a cluster analysis has been performed

involving weighted centroid method, and dendrograms of clustering results has been constructed. According to the content of TPTEs, main coal seams of the area is divided naturally into 7 groups, which reflects the peculiarities of accumulation of these elements. This classification makes it possible to carry out a long-term forecast of the content of the TPTEs in mined rock and plan measures aimed at reducing the content of these elements in products and waste from coal mining.

Value of the content of different elements is significantly different, so during the construction of maps, graphs as well as while calculating correlation coefficients and developing classification of coal seams by the content of TPTEs all the data were normalized for common scale.

The obtained results are important for solving scientific and practical problems. Systematic and complex approach to evaluation of the content of these elements in coal seams increases the level of expediency of the ways of its effective forecast, which helps raise the level of ecological safety of Ukraine and its stable development.

Keywords: toxic and potentially toxic elements, geochemical associations, organic and mineral composition of coal seams, fractions of the mineral part of coal seams, fractured zone.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових наукових виданнях України

1. Ишков В.В. Новые данные о распределении токсичных и потенциально токсичных элементов в угле пласта c_6^H шахты «Терновская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района / В.В. Ишков, **Е.С. Козий** // Збірник наукових праць НГУ. – 2013. – № 41. – С. 201–208. *(особистий внесок – побудова карт, розрахунок рівнянь регресії, встановлення рядів спорідненості TiPTE з органічною частиною вугільного пласта та геохімічних асоціацій)*
2. Ishkov V.V. Definite peculiarities of toxic and potentially toxic elements distribution in coal seams of Pavlograd-Petropavlovka region // V.V. Ishkov, **E.S.Koziy**, A.L. Lozovoi // Збірник наукових праць НГУ. – 2013. – № 42. – С.18-23. *(особистий внесок – збір фактичного матеріалу, геологічна інтерпретація результатів аналізу)*
3. Ишков В.В. О распределении золы, серы, марганца в угле пласта c_4 шахты «Самарская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района // В.В. Ишков, **Е.С. Козий** // Збірник наукових праць НГУ. – 2014.–№ 44. – С. 178-186. *(особистий внесок – побудова карт, статистична обробка фактичного матеріалу)*
4. Ишков В.В. О классификации угольных пластов по содержанию токсичных элементов с помощью кластерного анализа // В.В. Ишков, **Е.С. Козий** // Збірник наукових праць НГУ. – 2014. – № 45. – С. 209 – 221. *(особистий внесок – порівняльний аналіз результатів кластерного аналізу різних методів)*
5. **Козій Є.С.** Особенности розподілу токсичных і потенційно токсичных элементов у вугіллі пласта c_{10}^B шахты «Сташкова» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району // Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка». – 2017. – № 132. – С. 157 – 172.
6. Ишков В.В. Про розподіл токсичных і потенційно токсичных элементов у вугіллі пласта c_{10}^B шахты «Дніпровська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу / В.В. Ишков, **Є.С. Козій** // Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка». – 2017. – №133. – С. 213–227. *(особистий*

внесок – побудова карт, регресійний аналіз, встановлення геохімічних асоціацій ТiПТЕ та висновки)

7. **Козій Є.С.** Класифікація вугілля основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району по вмісту токсичних і потенційно токсичних елементів / **Є.С. Козій**, В.В. Ішков // Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка». – 2018. – № 136. – С. 74 – 86. *(особистий внесок – розробка класифікації вугільних пластів по вмісту ТiПТЕ)*

***Статті у фахових наукових виданнях України,
що входять до міжнародних наукометричних баз***

8. Ішков В.В. Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта с₇^Н шахти «Павлоградська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району / В.В. Ішков, Є.С. Козій // Вісник Київського національного університету. Геологія. 2017. – № 79. – С. 59 – 66. *(особистий внесок – на основі спільних аналітичних робіт написана основна частина статті і зроблені всі висновки)*

9. Козій Є.С. Миш'як, берилій, фтор і ртуть у вугіллі пласта с₈^В шахти «Дніпровська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району // Вісник Дніпропетровського університету. Геологія-Географія. 2018. – № 26 (1). – С. 113 – 120.

Авторські свідоцтва і патенти

10. Патент № 124527, Україна, МПК G01V 9/00 Спосіб визначення зон тріщинуватості по вмісту ртуті у вуглепородному масиві / П.С. Пащенко, В.В. Ішков, **Є.С. Козій** (Україна); заявник і патентоволодар Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України – u 2017 11366; заявл. 20.11.2017; опубл. 10.04.2018; пріоритет від 10.04.2018, Бюл. №7. – 5 с. *(особистий внесок – порівняльний аналіз розташування зон підвищеної тріщинуватості та особливостей розподілу ртуті у вугільних пластах).*

11. Патент № 124528, Україна, МПК G01V 9/00 Спосіб визначення зон тріщинуватості по вмісту миш'яку у вуглепородному масиві / П.С. Пащенко,

В.В. Ішков, **Є.С. Козий** (Україна); заявник і патентоволодар Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України – у 2017 11370; заявл. 20.11.2017; опубл. 10.04.2018; пріоритет від 10.04.2018, Бюл. №7. – 5 с. (*особистий внесок – порівняльний аналіз розташування зон підвищеної тріщинуватості та особливостей розподілу миш'яку у вугільних пластах*).

***Тези доповідей та матеріали конференцій,
на яких були апробовані результати дисертації***

12. **Козий Е.С.** Среднесрочный прогноз содержания токсичных элементов в добываемой угольными шахтами горной массе / **Е.С. Козий**, В.В. Ишков, И.И. Курмелев // Матеріали міжнародної конференції «Прикладные задачи математики в механике, экономике, экологии». 19-23 жовтня 2010 року – Севастополь. – 2010. – С. 103–104.

13. Слепченко Д.Ю. Некоторые особенности угленакопления пласта c_8^H по результатам исследований элементов-примесей в угле / Д.Ю. Слепченко, **Е.С. Козий**, В.А. Терентьев // Матеріали міжнародної конференції «Географія, геоекологія, геологія: досвід наукових досліджень». 11-14 травня 2010 року. – Дніпропетровськ. – 2010. – С. 94.

14. Ишков В.В. Особенности распределения свинца в угольных пластах Красноармейского геолого-промышленного района Донбасса / В.В. Ишков, Д.В. Приходченко, **Е.С. Козий** // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників». 21-23 жовтня 2010 року. – Дніпропетровськ. – 2010. – С. 34–42.

15. **Козий Е.С.** О свинце в углях Красноармейского геолого-промышленного района Донбасса / **Е.С. Козий**, В.А. Терентьев // Матеріали міжнародної конференції «Географія, геоекологія, геологія: досвід наукових досліджень». 2011 року – Дніпропетровськ. – 2011. – С. 23–24.

16. Ишков В.В. О распределении токсичных и потенциально-токсичных элементов в угле пласта c_6^H шахты «Терновская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района / В.В. Ишков, **Е.С. Козий** // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників». 2-5 жовтня 2013 року – Дніпропетровськ. – 2013. – С. 49–55.

17. Ишков В.В. О распределении As, Hg, Be, F и Mn в угле пласта с₄ шахты «Самарская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района / В.В. Ишков, **Е.С. Козий** // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молодь, наука та інновації» – Дніпро: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2016. – С. 12–13.

18. **Koziy E.S.** About distribution of Co, Ni, Pb, Cr and V in coal layer c₄ of mine «Samarskaya» of Pavlograd-Petropavlovsk geological and industrial district / Materials of the International Forum for Students and Young Researchers «Widening our horizons». – Dnipro: SHEI «NМУ», 2017. – P. 64.

19. Ишков В.В. Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта с₇^Н шахти «Павлоградська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району / В.В. Ишков, **Є.С. Козій** // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Наукова весна». – Дніпро: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2017. – С. 2–3.

20. **Козій Є.С.** Розподіл токсичних елементів по пласту с₈^В шахти Західно-Донбаська Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району / **Є.С. Козій**, В.В. Ишков // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників». 04-05 жовтня 2017 року – Дніпро: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2017. – С. 265–275.

21. **Козий Е.С.** Токсичные элементы в угле пласта с₁ шахты «Благодатная» Павлоградско-Петропавловского геолого-промышленного района Донбасса / **Е.С. Козий**, В.В. Ишков // Конференція молодих вчених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ». – Дніпро: ІГТМ НАН України, 2017.

22. **Козій Є.С.** Токсичні елементи у вугіллі пласта с₅ шахти «Благодатна» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молодь, наука та інновації». – Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2017. – Т.8 – С. 6–8.

23. **Козій Є.С.** Миш'як, берилій, ртуть і фтор у вугіллі пласта c_4^2 шахти ім. М.І. Сташкова (Західний Донбас) // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасна геологічна наука і практика в дослідженнях студентів і молодих фахівців». – Кривий Ріг, 2018. – С. 118–126.

24. **Козій Є.С.** Двофакторний дисперсійний аналіз при вивченні токсичних і потенційно токсичних елементів у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського району // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Наукова весна». – Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2018. – Т.8 – С. 11–12.

25. **Koziy E.S.** Two-factor dispersion analysis in the study of toxic elements on an example of arsenic and mercury in the coal layer c_6^H of the mine "Ternovska" / Materials of the International Forum for Students and Young Researchers «Widening our horizons». – Dnipro: NTU «DP», 2018. – P. 30–31.

26. **Козій Є.С.** Розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів в мінеральній частині вугілля Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району / **Є.С. Козій, В.В. Ішков** // Збірник матеріалів наукової конференції «Сучасні проблеми літології осадових басейнів України і суміжних територій» до 100-річчя Національної академії наук України. – Київ: ІГН НАН України, 2018. – С. 35.

27. **Козій Є.С.** Особливості розподілу токсичних і потенційно токсичних елементів в основних вугільних пластах по розрізу Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу / **Є.С. Козій, В.В. Ішков** // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників» – 2018. - міжнар. конф.- 10-13 жовтня 2018 р. – Дніпро. – 2018. – С. 194–203.

28. **Козій Є.С.** Класифікація вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району по вмісту токсичних і потенційно токсичних елементів // Конференція молодих вчених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ». – Дніпро: ІГТМ НАН України, 2018.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	20
РОЗДІЛ I. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ПРОБЛЕМИ.....	27
1.1. Вивчення розподілу токсичних та потенційно токсичних елементів у світі	27
1.2. Вивчення розподілу токсичних та потенційно токсичних елементів в Україні.....	31
РОЗДІЛ II. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	36
РОЗДІЛ III. ГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	44
3.1. Стратиграфічна і літологічна характеристика.....	44
3.2. Тектонічна будова	50
3.3. Вугленосність та якісна характеристика вугілля.....	56
РОЗДІЛ IV. ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ТОКСИЧНИХ ТА ПОТЕНЦІЙНО ТОКСИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ	63
4.1. Особливості розподілу токсичних та потенційно токсичних елементів в мінеральній і органічній частині вугільних пластів.....	63
4.2. Особливості розподілу токсичних та потенційно токсичних елементів в окремих шахтопластах.....	70
4.2.1. Особливості розподілу миш'яку в окремих шахтопластах	70
4.2.2. Особливості розподілу берилію в окремих шахтопластах.....	83
4.2.3. Особливості розподілу кобальту в окремих шахтопластах.....	94
4.2.4. Особливості розподілу марганцю в окремих шахтопластах	107
4.2.5. Особливості розподілу нікелю в окремих шахтопластах	120
4.2.6. Особливості розподілу ртуті в окремих шахтопластах.....	132
4.2.7. Особливості розподілу свинцю в окремих шахтопластах	144
4.2.8. Особливості розподілу фтору в окремих шахтопластах.....	157
4.2.9. Особливості розподілу хрому в окремих шахтопластах	168
4.2.10. Особливості розподілу ванадію в окремих шахтопластах....	179
4.3. Класифікація вугільних пластів по вмісту токсичних та потенційно токсичних елементів.....	194

4.4. Особливості розподілу токсичних та потенційно токсичних елементів в основних вугільних пластах у розрізі вугленосної товщі району.....	210
4.5. Особливості розподілу токсичних та потенційно токсичних елементів по площі району досліджень на прикладі пласта с ₅	217
ВИСНОВКИ.....	229
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	233
ДОДАТОК А. Список публікацій за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації.....	256
ДОДАТОК Б. Патенти на корисні моделі.....	261

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ

ДСС	—	Донецька складчаста споруда
ТіПТЕ	—	токсичні і потенційно токсичні елементи
УКЩ	—	Український кристалічний щит
m	—	потужність вугільного пласта
A^d	—	зольність вугілля
S_t^d	—	вміст сірки загальної
H	—	глибина залягання підосви вугільного пласта
r	—	коефіцієнт кореляції
F	—	розрахункове значення критерію Фішера
$F_{кр}$	—	критичне значення критерію Фішера
kl	—	каолініт
py	—	пірит
ca	—	кальцит
q	—	кварц
h	—	гідрослюда
As	—	миш'як
Be	—	берилій
Co	—	кобальт
Mn	—	марганець
Ni	—	нікель
Hg	—	ртуть
Pb	—	свинець
F	—	фтор
Cr	—	хром
V	—	ванадій

ВСТУП

Актуальність теми. Прогнозування вмісту токсичних і потенційно токсичних елементів (далі ТіПТЕ) і їх просторового розповсюдження є необхідною складовою вирішення багатьох геолого-екологічних проблем сталого розвитку України, пов'язаних з видобутком, переробкою і використанням вугілля при мінімальній шкоді для навколишнього середовища. У свою чергу, зростання вимог до охорони навколишнього середовища зумовлює потребу в нових науково обґрунтованих методах прогнозу вмісту ТіПТЕ в гірничій масі, що видобувається шахтами та у відходах вуглевидобутку і вуглезбагачення, а також впливу підприємств вугільної теплоенергетики на навколишнє середовище. У вивченні ТіПТЕ у вугільних пластах першочерговим є визначення особливостей розподілу цих елементів в основних фракціях мінеральної частини вугільних пластів, що дає змогу розробляти технологічні схеми збагачення вугілля за вмістом цих елементів. Встановлення складу геохімічних асоціацій ТіПТЕ та геологічних чинників, що зумовлюють формування підвищеного вмісту цих елементів у вугільних пластах, дає змогу прогнозувати зміну їх концентрацій. Також розроблення класифікації основних вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом ТіПТЕ дозволяє довгостроково планувати заходи, спрямовані на зменшення концентрації цих елементів у продуктах та відходах вуглевидобутку. Особлива актуальність даного питання визначається Законом України «Про надра» [1], постановами Кабінету Міністрів України № 22 від 30.09.1995 р., та № 688 від 28.06.1997 р., а також нормативними документами ДКЗ [2]. Таким чином дослідження особливостей розповсюдження токсичних і потенційно токсичних елементів у вугільних пластах Павлоградсько - Петропавлівського району є **актуальною науковою задачею**.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана в рамках наступних держбюджетних науково-дослідних робіт державного ВНЗ «Національний гірничий університет» (згідно Наказу МОН України №1636 від 20.12.2017 – Національний технічний

університет «Дніпровська політехніка»): № Р-617 (державний реєстраційний номер №0112U004196) «Закономірності розподілу токсичних елементів в робочих пластах Донбасу», № Р-644 (державний реєстраційний номер №0117U001143) «Вивчення токсичних та потенційно токсичних елементів у вугільних пластах Павлоград-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу». Автор дисертації є одним з відповідальних виконавців звітів за результатами цих науково-дослідних робіт. Дана робота також відповідає напрямку державної наукової програми «Державна цільова екологічна програма проведення моніторингу навколишнього природного середовища» (постанова КМУ від 05.12.2007 №1376).

Мета і завдання дослідження. Мета роботи – встановлення особливостей розподілу ТіПТЕ у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу. Для досягнення мети в процесі дослідження вирішувались такі завдання: 1) встановити особливості розподілу ТіПТЕ в основних фракціях мінеральної частини вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району; 2) визначити зв'язки між концентраціями ТіПТЕ у вугільних пластах геолого-промислового району, а також їх геохімічні асоціації; 3) виконати комплексну інтерпретацію геолого-геохімічних даних задля виявлення геологічних чинників, які зумовлюють формування підвищених концентрацій ТіПТЕ у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району; 4) розробити класифікацію основних вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом ТіПТЕ.

Об'єкт дослідження: вугільні пласти Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Західного Донбасу.

Предмет дослідження: ТіПТЕ у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району та особливості їх розподілу.

Методи дослідження: у роботі для вирішення поставлених завдань з використанням системного підходу був застосований комплексний метод досліджень, який включав збір, аналіз і узагальнення матеріалів геологічної

зйомки і геохімічних досліджень вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району; створення електронної бази геохімічного опробування вугільних пластів з використанням даних опису керну свердловин та геологічної документації гірничих виробок; відбір проб мінеральної частини вугільних пластів для подальших хімічних (встановлення вмісту ТiПТЕ) та мінералого-петрографічних (дослідження текстурно-структурних особливостей і мінерального складу на трьох ієрархічних рівнях: «макроскопічно-мінералогічному» - «мікроскопічно-петрографічному» і «субмікроскопічно-рентгеноскопічному») досліджень; при вивченні відібраних проб був застосований комплекс мінералого-петрографічних методів та виконані розрахунки балансу розподілу ТiПТЕ між органічною та мінеральною складовою, а також між основними фракціями мінеральної складової вугільних пластів; при обробці, аналізі та узагальненні результатів застосовувалися генетичний, порівняльно-історичний методи та комплекс статистичних методів (дисперсійний, кореляційний, регресійний і кластерний аналізи), які були спрямовані на вирішення завдань та досягнення мети роботи. Обробку та інтерпретацію вихідних аналітичних даних здійснено за допомогою програм – Microsoft Excel, Statistica 7; для візуалізації результатів, зокрема побудови карт, застосовано геоінформаційну систему (ГІС): Golden Software Surfer 11.

Наукова новизна отриманих результатів:

Вперше:

- встановлено закономірності розподілу ТiПТЕ між органічною та мінеральною складовою, а також між основними фракціями мінеральної частини вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району і визначені «ряди спорідненості» цих елементів відносно органічної частини вугільних пластів, а також щодо сульфідної, силікатної та карбонатної фракцій мінеральної частини вугільних пластів району;

- доведено, що спільна концентрація Co, Ni, Pb, Cr, V і Mn у вугільних пластах району з утворенням геохімічної асоціації зумовлена їх спільним накопиченням в приконтактних ділянках вугільних пластів (як в покрівлі, так і в

підшві) з формуванням своєрідних зон збагачення потужністю 0,15 - 0,2 м. Берилій є єдиним елементом з усіх ТіПТЕ, який переважно пов'язаний з органічною складовою вугільних пластів;

– розроблено класифікацію основних вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом ТіПТЕ.

Практичне значення отриманих результатів полягає у:

– побудові прогнозних карт розповсюдження ТіПТЕ в основних робочих вугільних пластах на ділянках діючих шахт Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району, що дозволяє планувати техніко-технологічні заходи спрямовані на зменшення вмісту ТіПТЕ у гірничій масі, що видобувається шахтами;

– розрахунку рівнянь регресії, що дозволяють прогнозувати вміст ТіПТЕ у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району;

– отриманні патентів України № 124527 «Спосіб визначення зон тріщинуватості по вмісту ртуті у вуглепородному масиві» та № 124528 «Спосіб визначення зон тріщинуватості по вмісту миш'яку у вуглепородному масиві».

На основі отриманих результатів можна достовірно визначити сучасний вплив вуглевидобувних підприємств на еколого-геохімічний стан об'єктів довкілля. Вони можуть бути використані екологічними і природо-охоронними організаціями для еколого-геохімічного моніторингу та збереження навколишнього середовища.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна праця є результатом наукових і експериментальних самостійних досліджень автора. Усі основні результати та висновки отримані здобувачем самостійно. Дисертантом самостійно здійснено формулювання мети, завдань, обрано та самостійно здійснено комплекс методів досліджень, проведено інтерпретацію, обробку та аналіз отриманих результатів. Самостійно виконані усі завдання роботи.

Основні результати досліджень та висновки опубліковані у фахових виданнях та апробовані на наукових конференціях. Особистий внесок здобувача в

публікаціях, виконаних у співавторстві, полягає у створенні бази даних первинного аналітичного матеріалу, проведенні петрографо-мінералогічних досліджень, встановленні статистичних параметрів, побудові карт, інтерпретації результатів досліджень, формулюванні висновків.

Апробація результатів роботи. Основні результати роботи на окремих етапах її виконання були висвітлені на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях: VIII Міжнародній науковій студентській конференції «Прикладні задачі математики в механіці, економіці, екології», Севастопольський національний технічний університет (м. Севастополь, 2010); VII Міжнародній науковій конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Географія, геоекологія, геологія: досвід наукових досліджень», Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара (м. Дніпропетровськ, 2010); Міжнародній науково-технічній конференції «Форум гірників», Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет» (м. Дніпропетровськ, 2010); VIII Міжнародній науковій конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Географія, геоекологія, геологія: досвід наукових досліджень», Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара (м. Дніпропетровськ, 2011); Міжнародній науково-технічній конференції «Форум гірників», Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет» (м. Дніпропетровськ, 2013); IV Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молодь, наука та інновації», Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет» (м. Дніпро, 2016); 12th International Forum for Students and Young Researchers «Widening our horizons», State Higher Educational Institution «National Mining University» (Dnipro, 2017); VIII Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Наукова весна», Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет» (м. Дніпро, 2017); Міжнародній науково-технічній конференції «Форум гірників», Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет» (м. Дніпро, 2017); XV Конференції молодих вчених «Геотехнічні проблеми

розробки родовищ», Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (м. Дніпро, 2017); V Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молодь, наука та інновації», Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет» (м. Дніпро, 2017); XIV Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасна геологічна наука і практика в дослідженнях студентів і молодих фахівців», Криворізький національний університет (м. Кривий Ріг, 2018); IX Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Наукова весна», Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» (м. Дніпро, 2018); 13th International Forum for Students and Young Researchers «Widening our horizons» National Technical University Dnipro Polytechnic (Dnipro, 2018); «Сучасні проблеми літології осадових басейнів України і суміжних територій» до 100-річчя Національної академії наук України, Інститут геологічних наук Національної академії наук України (м. Київ, 2018); Міжнародній науково-технічній конференції «Форум гірників», Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» (м. Дніпро, 2018); XVI Конференції молодих вчених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ», Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (м. Дніпро, 2018).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 28 наукових роботах, в яких повністю відображені головні результати роботи (із них 8 без співавторів), серед них: 9 статей у наукових фахових виданнях України, в тому числі 2 з яких входять до переліку міжнародної наукометричної бази; 17 праць у матеріалах міжнародних та всеукраїнських наукових конференцій; 2 патенти України.

Структура та обсяг роботи визначається метою та завданнями дослідження. Дисертація складається із вступу, переліку умовних скорочень та позначень, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Робота містить 154 сторінки друкованого тексту, 173 рисунка, 122 таблиці, список

використаних джерел із 224 найменувань, 9 сторінок додатків. Загальний обсяг роботи 264 сторінки.

Автор глибоко вдячний за увагу, численні наукові консультації, слушні поради та допомогу науковому керівнику – кандидату геолого-мінералогічних наук В.В. Ішкову.

Щира подяка доктору геологічних наук, професору В.Ф. Приходченку, доктору геологічних наук, професору В.С. Савчуку, доктору геолого-мінералогічних наук, професору В.В. Лукінову за глибокий інтерес до роботи, конструктивні зауваження і пропозиції, консультації, поради, практичну допомогу, а також колективу кафедри геології та розвідки родовищ корисних копалин Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

За цінні наукові поради і консультації висловлюю подяку провідному науковому співробітнику відділу геології вугільних родовищ Інституту геологічних наук НАН України, доктору геологічних наук А.В. Івановій.

Окрема подяка директору навчально-наукового центру підготовки іноземних громадян В.І. Петровському за допомогу у вирішенні методичних та організаційних питань, підтримку та прекрасну робочу, творчу атмосферу.

РОЗДІЛ І. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ПРОБЛЕМИ

Аналіз джерел літератури, присвяченої вивченню елементів-домішок у вугіллі і прогнозу їх вмісту, дозволив виділити наступні основні напрямки досліджень: вплив вмісту елементів-домішок на особливості промислового використання вугілля, оцінка вмісту і особливостей розподілу токсичних елементів у вугіллі і породах, які його вміщують з метою прогнозу концентрацій цих елементів, загальні питання геохімії токсичних елементів у вугіллі.

1.1. Вивчення розподілу токсичних та потенційно токсичних елементів у світі

Майже всі елементи хімічної періодичної таблиці присутні у вугіллі [3-5]. Вважається, що початок вивчення елементів-домішок у вугіллі пов'язаний з Т. Річардсоном, який в 1848 році виявив цинк та кадмій у вугіллі [6]. У подальшому у вугіллі було виявлено: Li, P, Cl, Ti, V, Cr, Co, Ni, Cu, Ga, As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Id, Mo, Ag, Sn, Sb, Cs, Ba, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Ra, U. Дослідження того часу не мали загального систематичного підходу і носили більш за все пізнавальний характер.

Новий етап вивчення елементів-домішок розпочався після встановлення В.М. Гольдшмідтом і К.О. Петерсом в 1930 році германію в золі вугілля [7]. Роботи В.М. Гольдшмідта лягли в основу нових інтенсивних досліджень вугільних родовищ з метою виявлення в них розсіяних елементів. Ці дослідження перш за все показали значні, придатні для промислового використання концентрації германію у вугіллі, а також створили передумови для більш детального вивчення твердих горючих корисних копалин на вміст рідкісних елементів, що дало в свою чергу можливість розглядати їх як джерело попутної сировини. Саме з цього моменту розпочинається детальне систематичне дослідження елементів домішок у вугіллі.

Значний вклад в інтерпретацію геохімічних полів представляють геохімічні класифікації елементів, розроблені геохіміками: В.М. Гольдшмідтом, В.І. Вернадським та А.Є. Ферсманом [8-10].

Починаючи з 60-х років, після виявлення у вугіллі промислових запасів урану [11], інтерес до елементів-домішок різко зріс. У світі широко проводяться дослідження вугілля на наявність елементів-домішок, що сприяло доповненню і узагальненню уже відомої інформації. Був прийнятий перший в СРСР нормативний документ [12], який регламентує об'єми і види обов'язкових аналітичних дослідів вугілля на елементи домішки згідно із стадіями геологорозвідувальних робіт.

Найбільш істотний внесок цього періоду зробили дослідження П. Зубовіка, Т. Стадніченко, Д.Дж. Суейна, Г.Дж. Глускотера, Ф.Я. Саприкіна, В.Р. Клера, Я.Е. Юдовича, В.М. Ратинського [13-27]. Зокрема під редакцією Ф.Я. Саприкіна видано новий нормативний документ [28], регламентуючий порядок досліджень малих елементів у вугіллі, який до 1982 року був методичною основою для вивчення і оцінки вугільних родовищ на германій та інші елементи-домішки.

В 1982 році прийнятий діючий і нині нормативний документ під редакцією В.Р. Клера [29], який регламентує перелік токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі, які повинні обов'язково вивчатись при розвідці вугільних родовищ і чуттєвості їх визначень. Згідно з ним на пошуковій стадії вміст миш'яку, ртуті і фтору рекомендується визначати кількісними методами, а вміст берилію, кобальту, марганцю, нікелю, свинцю, хрому і ванадію – напівкількісними, з проведенням контрольних кількісних визначень в об'ємі 5-10%. На стадіях розвідки всі елементи визначають кількісними методами, якщо їх вміст перевищує встановлені значення. З цього періоду геологорозвідувальними організаціями колишнього СРСР цілеспрямовано досліджуються токсичні і потенційно токсичні елементи у вугіллі. Це дозволило отримати величезний об'єм фактичного матеріалу по всіх вугільних басейнах і родовищах колишнього СРСР і зокрема по Донбасу.

У світовій літературі багато публікацій, пов'язаних з токсичними елементами, які напряду мають вплив на ступінь екологічної безпеки у вугільній енергетиці. Зокрема, у багатьох наукових роботах [30-34] повідомлено про виділення токсичних елементів при спалюванні вугілля. Збільшення викидів

теплових електростанцій привернула увагу багатьох вчених до питання впливу елементів-домішок на навколишнє середовище, зокрема на здоров'я людини. Так, австралійський дослідник Далвей Джон Суейн досліджував вміст елементів на околицях електростанцій та можливі наслідки для здоров'я від цих елементів під час видобутку і використання вугілля [35-37]. Наголошував, що важливою властивістю летючої золи є те, що концентрація багатьох елементів збільшується зі зменшенням розміру частинок. Його основний дослідний інтерес був пов'язаний з геохімією ґрунтів, гірських порід і вугілля. Він є автором і співавтором декількох книг, зокрема: «Малі елементи у вугіллі» (1990) [4], «Екологічні аспекти малих елементів у вугіллі» (з Фарі Гударзі, 1995) [5], в яких обговорюється походження елементів у вугіллі, утворення торфу, геологічні і геохімічні аспекти вугільних пластів, геологія австралійського вугілля і видобуток вугілля в Австралії. Розглядаються методи аналізу елементів у вугіллі. Особлива увага приділяється ртуті, а також, з екологічної сторони, важливому мінералу піриту.

Потреба у вивченні поведінки токсичних елементів, які містяться в газоподібних продуктах спалювання вугілля, зумовлена декількома причинами [38]. Така важлива енергетична складова як вугільна промисловість буде широко використовуватись у цьому столітті завдяки своїм численним запасам, при цьому деякі токсичні елементи, що виділяються під час спалювання вугілля, мають значний вплив на екосистему, отже, і на здоров'я людини. Нинішні екологічні норми стосуються викидів токсичних елементів при спалюванні потенційно небезпечних і побутових відходів і, без сумніву, найближчим часом будуть висунуті більш жорсткі обмеження щодо процесів згорання, зокрема спалювання вугілля.

Несприятливим впливом малих елементів при спалюванні вугілля на здоров'я і екологію займався американський вчений Роберт Фінкельман [39-41]. Він тісно співпрацював в цьому напрямі з ученими китайських університетів.

Своїми роботами, пов'язаними з вивченням токсичних елементів, відомий іспанський дослідник Ксав'єр Квероль Карчельєр [42-43]. Вся його наукова

діяльність була направлена на вивчення зміни якості повітря під впливом природних джерел забруднення, виявлення джерел забруднення і їх впливу на здоров'я людини, рециркуляцію відходів від спалювання і геохімію вугілля. Квероль разом із співавторами дали загальне порівняння своїх результатів стосовно комбінацій токсичних елементів у іспанському вугіллі [44]. В більш пізній роботі було зроблено більш широке дослідження розподілу токсичних елементів, як у вугіллі, так і відходах [45]. Досліджувані елементи були розподілені на дві групи: ті, які мають у вугіллі неорганічну спорідненість (пов'язані з мінеральною частиною вугілля) та елементи пов'язані з органічною складовою вугілля.

Цілий ряд вчених вивчали взаємодію між елементами і сорбентами [46-50]. Дослідження були направлені на визначення різних мінеральних сорбентів для видалення сполук деяких токсичних елементів з гарячого димового газу. За своїм характером взаємодія сорбент-метал може бути хімічною, фізичною або їх поєднанням в залежності від температури.

Більшість токсичних елементів, які під час згорання частково або повністю переходять в газоподібний стан, схильні до конденсації та збагачення субмікронних частинок із значним відношенням поверхні до об'єму. Про тенденцію збагачення токсичними елементами в субмікронних частинках повідомляють багато авторів [51-62]. Субмікронні частинки мають шкідливі наслідки, оскільки вони тривалий час перебувають в атмосфері і мають велику ймовірність накопичення в легенях людини. Американські вчені Вільям Лінак і Джост Вендт підсумували попередні дослідження, щодо величини розподілу токсичних елементів в цих частинках [63].

Мінеральними речовинами у вугіллі займався індійський дослідник Раджендер Гупта [64]. Сферою його досліджень були спалювання вугілля, газоподібні забруднювачі при спаленні вугілля, моделювання еволюції летючих речовин. Взагалі в літературі відомо багато досліджень, які стосуються поведінки найбільш летючих елементів і їх газових емісій [65-74].

Метою більшості досліджень, в яких розглядається поведінка токсичних елементів при спалюванні вугілля, є зменшення рівнів викидів при збереженні високої ефективності самого його згорання. Досить багато літературних джерел містять відомості про дослідження щодо контролю над емісією токсичних елементів при спалюванні міських відходів [75-87], технології управління яких можливо застосовувати, зокрема і при спалюванні вугілля.

Значна увага зосереджена поширенню ртуті, хоча концентрація цього елемента у вугіллі, як правило, дуже низька, саме його захоплення системами пристроїв контролю забруднення є дуже проблематичною. Більш того Hg дуже токсична для здоров'я людини, а також небезпечна своїми біоаккумулятивними властивостями.

Після численних досліджень [88-99], виконаних для виявлення токсичних елементів і вивчення їх розподілу у вугіллі, прийнято, що склад і вміст токсичних елементів відрізняються для кожного вугілля в залежності від стадії вуглефікації. Проте знання стосовно розподілу цих елементів є дуже важливим для прогнозування їх виділень при згоранні вугілля.

1.2. Вивчення розподілу токсичних та потенційно токсичних елементів в Україні

Систематичне вивчення «малих» елементів у вугільних пластах Західного Донбасу було розпочато з 1955 року, згідно з Постановою Ради Міністрів СРСР від 27.07.1954 «Про складання карти поширення і вмісту германію в основних вугільних басейнах СРСР». З цього часу на всіх стадіях геологорозвідувальних робіт проводяться дослідження вугільних проб на германій та інші рідкісні елементи. Перше узагальнення результатів по германієності вугілля було виконано в 1960 році [100] для східної частини Західного Донбасу і в 1962 році [101] – для західної.

Надалі почали з'являтися роботи, присвячені проблемам вмісту токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі. Серед них необхідно відмітити дослідження А.Г. Дворнікова, С.І. Кирикилиці, М.А. Карасика, В.Ф. Шульги [102-119]. Вони були пов'язані з особливостями геохімії ртуті і направлені на пошуки

прихованого ртутного оруденіння. А також, зважаючи на те, що середній вміст ртуті у вугіллі Донбасу близько 1 г/т [120], а у вугіллі Микитівського ртутно-рудного поля всі 20 г/т і навіть більше в порівнянні, наприклад, із середнім вмістом ртуті у вугіллі США 0,2 г/т [121] – на використання вугілля Донбасу як мінеральної сировини на ртуть.

Починаючи з 1978 року, поряд із вивченням рідкометального зруденіння у вугіллі, починають проводити роботи, направлені на дослідження ТіПТЕ з метою визначення рівня концентрацій й геолого-геохімічних особливостей їх розподілу. Ці роботи виконували на всіх стадіях геологорозвідувальних робіт, дані про вміст ТіПТЕ у вугільних пластах на ділянках детальної розвідки розглядались ДКЗ СРСР одночасно з утвердженням запасів вугілля. Протягом 1983-1985 років проведено узагальнення матеріалів згідно з «Інструкцією по вивченню токсичних компонентів при розвідці вугільних і сланцевих родовищ». В цей час було виконано цілий ряд робіт, присвячених вивченню германієносності і галієносності вугілля Західного Донбасу В.В. Сергєєвим [122-124]. Результати цих досліджень можуть бути використані з метою прогнозу і пошуків промислових концентрацій германію і галію.

З оцінкою вугільних родовищ, як попутного джерела цінних металів і впливу токсичних елементів на навколишнє середовище, пов'язані роботи О.Р. Куліненка і Т.В. Барни [125-127]. З метою реконструкції умов торфонакопичення Т.В. Барною було проведено детальне вивчення «супутніх елементів» вугільного пласта c_{11} на шахті «ім. Героїв Космосу» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району по 24 перетинах.

Слід відмітити численні роботи А.Ф. Горового і Н.А. Горової [128-140], в яких розглядались шахти державних холдингових компаній Донбасу. Вони займались вивченням розподілу та вмісту токсичних елементів в продуктах видобутку і відходах переробки антрацитів шахтних полів ДХК «Свердловантрацит», «Ровенькиантрацит», «Антрацит» і «Донбасантрацит». По них був виконаний прогноз їх токсичності по пластах $h_7+h_7^B$, $h_8+h_8^B$ і $h_{10}+h_{10}^B$ за результатом яких, найбільш токсичні продукти видобутку і відходи переробки

антрацитів цих пластів характерні для шахтних полів, розміщених в південній частині Боково-Хрустальського геолого-промислового району, а для пластів $h_8+h_8^B$ і $h_{10}+h_{10}^B$ – вздовж південної частини Довжансько-Ровенецького і центральної частини Боково-Хрустальського районів. Авторами був створений кадастр токсичності гірничої маси, вугілля, золи вугілля, продуктів видобутку і відходів переробки вугілля, а також побудовані прогнози карти токсичності.

Численний за обсягом матеріал було отримано в рамках пошуково-ревізійних робіт Павлоградською геологорозвідувальною експедицією в період з 1989 по 1990 рік на малі елементи у вугіллі і товарній продукції шахт Західного Донбасу. На його основі був створений геологічний звіт по «Оцінці малих елементів в кам'яному вугіллі Донецького басейну» [141]. Проводилось вивчення малих елементів у вугіллі і товарній продукції шахт Західного Донбасу з метою визначення їх в якості попутних компонентів і ступеню їх впливу на навколишнє середовище, розглядався генезис аномального вмісту ртуті у вугільних пластах і вміщуючих породах Брагинівської ділянки. Ртутоносність вугілля і вміщуючих порід була досліджена трьома свердловинами. Здійснювалось узагальнення та систематизація даних за вмістом малих елементів, а також визначення рівня їх вмісту в товарній продукції шахт. Той факт, що вивчення малих елементів здійснювалось в товарній продукції шахт Західного Донбасу без прив'язки до місць відбору, вказує на потребу подальшого розвитку вивчення просторового розповсюдження токсичних і потенційно токсичних елементів по площі і у розрізі вугленосної товщі, яке повинно трансформуватися в закономірності розповсюдження цих елементів.

Значний внесок у вивченні токсичних і потенційно токсичних елементів, оцінкою і прогнозом їх вмісту у вугіллі в межах Чистяково-Сніжнянського геолого-промислового району, зокрема у системі вугілля - гірська маса - продукти збагачення, займались І.І. Курмельов, В.В. Ішков, М.А. Доброгорський, В.П. Шевченко, І.Л. Сафронов [142-147]. Розподілом деяких токсичних і потенційно токсичних елементів займались В.В. Ішков, І.І. Курмельов,

А.І. Чернобук [148-151]. Вивченням елементного складу вугілля при дослідженні вугільно-вуглеводневих формацій займалась Н.В. Вергельська [152-153].

Особливу увагу у вивченні просторового розповсюдження і прогнозу токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі і породах, які його вміщують, в основних робочих пластах геолого-промислових районів Донбасу приділяв В.В. Ішков [154-158].

Висновки:

Виконаний огляд і аналіз досліджень, присвячених вивченню ТіПТЕ у вугіллі, свідчить про те, що:

1. Відсутні дослідження, спрямовані на встановлення особливостей розподілу ТіПТЕ між органічною та мінеральною складовою і в основних фракціях мінеральної частини вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу, що стримує розробку технологій збагачення вугілля за вмістом ТіПТЕ з метою планування екологічних умов у вугледобувних та вуглепереробних регіонах;

2. Немає картографічної складової прогнозу вмісту ТіПТЕ в основних робочих шахтопластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району;

3. Не встановлені зв'язки між концентраціями ТіПТЕ і основними технологічними показниками, а також стійкі геохімічні асоціації між цими елементами, що розкривають їх природу і дозволяють прогнозувати їх вміст у гірничій масі, що видобувається шахтами, а також продуктах і відходах вуглезбагачення;

4. Не досліджено розподіл ТіПТЕ у вугільних пластах по розрізу вугленосної товщі і відсутня класифікація основних вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом ТіПТЕ.

Виходячи з вищевикладеного, можна сформулювати мету і завдання подальших досліджень:

Метою роботи є встановлення особливостей розподілу ТіПТЕ у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу.

Для досягнення поставленої в роботі мети необхідно вирішити такі завдання:

1) встановити особливості розподілу ТіПТЕ в основних фракціях мінеральної частини вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району;

2) визначити зв'язки між концентраціями ТіПТЕ у вугільних пластах геолого-промислового району, а також їх геохімічні асоціації;

3) виконати комплексну інтерпретацію геолого-геохімічних даних задля виявлення геологічних чинників, які зумовлюють формування підвищених концентрацій ТіПТЕ у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району;

4) розробити класифікацію основних вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом ТіПТЕ.

РОЗДІЛ II. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Згідно з нормативними документами ДКЗ [29], до токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі відносяться миш'як, берилій, ртуть, фтор (токсичні елементи) і кобальт, марганець, нікель, свинець, хром, ванадій (потенційно токсичні елементи). Вивчення вмісту цих елементів обов'язкові при розвідці вугільних родовищ. Вміст і розподіл ТіПТЕ аналізувались по фактичних шахтних даних геологічних служб вугледобувних підприємств і виробничих геологорозвідувальних та науково-дослідних організацій [141, 159-168].

На самому початку проводився аналіз літератури, вивчення фактичного матеріалу пов'язаного з розподілом і прогнозуванням ТіПТЕ [100-158].

Зібраний по темі досліджень матеріал і використані геологічні звіти [141, 159] характеризують вміст токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі 22 пластів, які відносяться до самарської світи C_1^3 (пласти c_1 , c_2 , c_2^1 , c_4 , c_4^2 , c_5^H , c_5 , c_5^B , c_5^{2B} , c_6^H , c_6 , c_6^B , c_6^1 , c_6^3 , c_7^H , c_7 , c_7^B , c_8^H , c_8 , c_9 , c_{10}^B , і c_{11}) нижнього відділу кам'яновугільного періоду. Для отримання найбільш об'єктивних і однорідних даних в роботі використовувались в основному результати напівкількісних і кількісних аналізів вугілля кернових проб полів шахт «Благодатна», «Тернівська», «Павлоградська», «Самарська», «Дніпровська», «ім. Героїв Космосу», «Західно-Донбаська», «Степова», «Ювілейна», «ім. М.І. Сташкова», а також резервних і розвідувальних площ і ділянок «Північно-Василівська», «Морозівська», «Свидівська», «Брагинівська», виконаних після 1983 року в центральних сертифікованих лабораторіях геологорозвідувальних організацій, отриманих виробничими і науково-дослідницькими підприємствами і організаціями. У ряді випадків вони доповнювались аналізами пластових секційних проб, відібраних борозновим методом [169] з гірничих виробок шахт і з дублікатів керну за участю співробітників геологічних служб вугледобувних підприємств і виробничих геологорозвідувальних організацій у період з 1981 по 2013 рік.

Перед відбором проб з гірничих виробок здійснювались заміри вугільних пачок, породних прошарків, за результатами яких визначались найбільш представницькі ділянки відбору проб. Обсяг контрольного випробування склав

5% від загального обсягу проб. Всього в роботі використані фактичні первинні матеріали геологорозвідувальних та науково-дослідних робіт [141, 159], що складають сумарно результати аналізів по 2256 пробах.

Всі аналітичні роботи виконувалися в центральних сертифікованих лабораторіях виробничих геологорозвідувальних організацій. Вміст Hg визначався атомно-абсорбційним аналізом, As [170], інші ТіПТЕ – кількісним емісійним спектральним аналізом [171]. На внутрішній лабораторний контроль направлено 6% дублікатів проб. Зовнішньому лабораторному контролю піддано 10% дублікатів проб. Якість результатів аналізів (правильність і відтворюваність) оцінювалася, як значимість середньої систематичної похибки, яка перевіряється за допомогою критерію Стюдента і значимість середньої випадкової похибки, яка перевіряється за допомогою критерію Фішера. Оскільки вказані вище похибки при рівні значимості 0,95 є не значимими, якість аналізів визнано задовільною.

На початковому етапі обробки первинної геохімічної інформації за допомогою програм Excel 2016 і Statistica 7.0 розраховувалися значення основних описових статистичних показників (вибіркового середнього арифметичного, його стандартної помилки, медіани, ексцесу, моди, стандартного відхилення, дисперсії вибірки, мінімального і максимального значення вмісту, коефіцієнту варіації, асиметрії вибірки), виконувалась побудова частотних гістограм вмісту і встановлення закону розподілу ТіПТЕ.

З метою виявлення складу геохімічних асоціацій, були розраховані коефіцієнти кореляції Пірсона (r) між вмістом ТіПТЕ. В єдину геохімічну асоціацію об'єднувалися елементи, у яких зв'язок між вмістом визначається коефіцієнтом кореляції, що перевищує 0,5, з рівнем значимості не менше 95 %.

Головна мета вивчення розподілу ТіПТЕ в основних робочих пластах полягає у виявленні ділянок з підвищеним ПДК, встановленні геохімічних асоціацій між ними, а також зв'язку з органічною і мінеральною складовою вугільних пластів.

При оцінці зв'язку токсичних і потенційно токсичних елементів з органічною або мінеральною частиною вугільних пластів використовувалися

коефіцієнти спорідненості з органічною речовиною F_o , що показує відношення вмісту елементів у вугіллі з малою ($<1,6$) і високою щільністю ($> 1,7$), коефіцієнти наведеної концентрації $F_{нк}$, що показують відношення вмісту елементів у фракції $i(C_i)$ до вмісту у вихідному вугіллі, коефіцієнти кореляції вмісту досліджуваних елементів і зольності вугілля і коефіцієнти наведеного вилучення елемента у фракції різної щільності.

З метою встановлення особливостей розподілу ТіПТЕ в різних фракціях мінеральної частини вугільних пластів автором відібрано з гірничих виробок і відходів вуглезбагачення 72 проби. Макроскопічно, за допомогою стандартних мінералогічних методів із матеріалу цих проб, були виділені сульфідні, силікатні і карбонатні фракції. Мінеральний склад фракцій контролювався застосуванням методів оптичної мікроскопії і рентгеноструктурного аналізу. По комплексу структурно-текстурних ознак визначались їх епігенетична чи сингенетична природа. Кількість вуглисто-мінеральних зростків по окремих фракціях не перевищувала 10%. Таким чином, ідентифікація мінерального складу неорганічної частини вугільних пластів відбувалася на 3 різномасштабних рівнях: макрорівню – візуально стандартними мінералогічними методами; мікрорівню – методами оптичної мікроскопії, за допомогою мікроскопів МІН-8 та МБС-9; ультрамікрорівню – методом рентгеноструктурного аналізу.

Для отримання закономірностей в розподілі ТіПТЕ по площі окремих шахопластів і по району в цілому використовувалася програма Golden Software Surfer 11, за допомогою якої були побудовані карти ізоконцентрат досліджуваних елементів [172-189]. В ході побудови карт, графіків і розрахунку коефіцієнтів кореляції всі значення ТіПТЕ нормувались за формулою:

$$X_{\text{норм}} = (X_i - X_{\text{min}}) / (X_{\text{max}} - X_{\text{min}}), \text{ де:}$$

X_i – результат одиничного значення концентрації елемента;

X_{max} – результат максимального значення концентрації елемента;

X_{min} – результат мінімального значення концентрації елемента.

Нормування здійснювалося для приведення вибірки до одного масштабу незалежно від одиниць виміру та розмаху вибірок.

При визначенні зон підвищеної тріщинуватості за вмістом миш'яку і ртуті у вуглепородному масиві [190,191, додаток Б], в кожній свердловині визначалися коефіцієнти аномально високого вмісту цих елементів, які розраховувались за вищеприведеною формулою нормування. За отриманими даними будувались карти концентрації цих елементів методом лінійної інтерполяції, визначалися зони з підвищеною тріщинуватістю – при значеннях ізоліній більше 0,5, зони середньої тріщинуватості – із значеннями ізоліній 0,3-0,5 та зони низької тріщинуватості – із значеннями ізоліній менше 0,3 (рис. 2.1).

З метою встановлення ступеня впливу таких факторів, як вміст сірки загальної у вугіллі, зольності та потужності вугільних пластів на розподіл токсичних елементів в роботі, використовувався двофакторний дисперсійний аналіз [192-193].

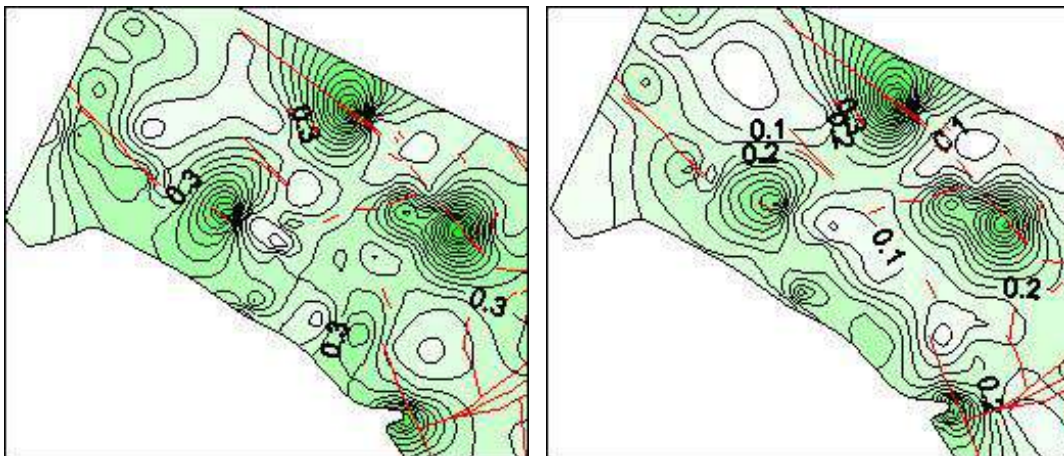


Рис 2.1. Ділянка шахтного поля пласта c_{10}^B (ш. Дніпровська)

Ілюстрація до патентів [190,191]

Дисперсійний аналіз сам по собі є сукупністю статистичних методів, призначених для перевірки гіпотез про зв'язок між досліджуваною ознакою і певними факторами, а також для встановлення ступеню впливу факторів та їх взаємодії між собою. Вперше цей метод було розроблено Роналдом Фішером в 1925 році [194].

Стандартні методики збору даних мають на увазі аналіз пласта за потужністю, зольністю та вмістом сірки загальної. Для того, щоб оцінити вплив цих факторів на токсичні і потенційно токсичні елементи, необхідно простежити їх концентрації. Для аналізу закономірностей взаємного впливу m , A^d і S_t^d на

токсичні і потенційно токсичні елементи зручно користуватися дисперсійним аналізом, як інструментом, який дозволяє встановити наявність впливу. Для більш точних результатів необхідно проводити аналіз одного шахтного поля або пласта, що потребує значного об'єму вихідних даних, але в свою чергу дозволяє оцінити вплив випадкових і неврахованих факторів за допомогою двофакторного дисперсійного аналізу з повтореннями. Наявні вихідні дані містять інформацію по ряду пластів. Це дозволяє ранжувати вихідні дані по m , A^d і S_t^d в межах, які характерні для Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району в цілому і отримати узагальнюючі результати по району, а не тільки по окремому пласту. Але застосування двофакторного дисперсійного аналізу з повтореннями для такого аналізу потребує значного збільшення об'єму вихідних даних і робить подібне дослідження витратним і громіздким. Тому, за наявними даними виконаний двофакторний дисперсійний аналіз без повторень, що дозволило без врахування випадкових факторів встановити взаємний вплив потужності, зольності і вмісту сірки загальної на розподіл токсичних і потенційно-токсичних елементів у вугільних пластах району. В пакеті аналізу електронних таблиць MS Excel вбудована процедура «Двофакторний дисперсійний аналіз без повторень», яка також містить дисперсії і середні арифметичні вибірок, значення міжгрупової та внутрішньогрупової дисперсії (MS) і відповідних варіацій (SS).

В ході дослідження для кожного елемента z були сформовані і розраховані по дві вибірки $f_z(m, A^d)$ і $f_z(S_t^d, A^d)$. Вони мають вигляд таблиць з визначеними інтервалами потужності, зольності вугільного пласта та вмісту сірки загальної, в які заносилися дані середніх значень вмісту токсичних та потенційно-токсичних елементів. Окремо для $f_z(m, A^d)$ і $f_z(S_t^d, A^d)$ складались факторні дисперсії MS, за формулою:

$$\text{Фактор вибірки } (f_z), \% = MS_1 \times 100 / (MS_1 + MS_2),$$

де f_z – фактор вибірки одного із факторів m , S_t^d або A^d для кожного елемента,

MS_1 – дисперсія першого фактора,

MS_2 – дисперсія другого фактора.

Якщо розрахункове значення критерію Фішера F менше $F_{кр}$ критичного ($F_{кр}$), то досліджувана величина не залежить від фактора, якщо розрахункове значення критерію Фішера більше або дорівнює $F_{кр}$, то досліджувана величина залежить від фактора, в тому випадку якщо воно набагато перевищує $F_{кр}$, то фактор є визначальним.

Для отримання результатів впливу трьох факторів, перехід між двома двофакторними дисперсійними аналізами здійснювався через A^d , який присутній в обох вибірках. Для цього більше значення фактора вибірки (A^d_{max}) ділимо на менше значення (A^d_{min}). Отриманий коефіцієнт k_A^d множимо на ті значення фактора вибірок m і S_t^d , де ϵ менше значення зольності вугілля. Далі всі фактори вибірки сумуємо і прирівнюємо до 100%.

Значення, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів, представляє собою частину суми цих трьох показників.

$$F_z = (100 \times f_z) / \sum f_z, \%$$

де $\sum f_z$ – сума факторів вибірок.

З метою класифікації основних вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району був проведений кластерний аналіз [195-197]. Як відомо, процедура класифікації – це систематизація об'єктів по апіорно заданих ознаках. Об'єктивною причиною практичного значення класифікації є складні проблеми зберігання, пошуку, використання величезних архівів емпіричних даних. Виникає необхідність скоротити кількість цих даних і при цьому не втратити занадто багато інформації, закладеної в них. Як правило, для цього використовуються кластерний аналіз, таксономія, розпізнавання образів, факторний аналіз.

Однією з найбільш ефективних процедур спрощення та мінімізації масиву даних для того, щоб полегшити його змістовну інтерпретацію, є кластеризація. Термін кластерний аналіз, вперше введений Тріоном (Tryon) в 1939 році [198], в даний час включає в себе більше 100 різних алгоритмів. Незважаючи на те, що кластерний аналіз відомий відносно давно, поширення ця група методів отримала

значно пізніше, ніж інші багатовимірні методи математичної статистики. Лише після публікації книги Р.Сокала і П.Сніта «Начала численної таксономії» в 1973 році [199] починають з'являтися перші дослідження з використанням цього методу. Однак, до цих пір в геологічних дослідженнях відомі лише поодинокі випадки вдалого застосування кластерного аналізу, незважаючи на його виняткову простоту і візуальну наочність. Викликає здивування наполегливість, з якою геологи досі використовують для вирішення задачі класифікації (об'єктів, ознак) такий складний метод, як факторний аналіз. Разом з тим кластерний аналіз не тільки набагато простіше і наочніше вирішує цю задачу, але і має незаперечну перевагу: результат його застосування не пов'язаний з втратою навіть частини вихідної інформації про відмінності об'єктів або кореляції ознак.

На відміну від інших методів, які використовують при вирішенні задач класифікації, кластерний аналіз не вимагає апріорних припущень про набір даних, що не накладає обмеження на подання досліджуваних об'єктів, дозволяє аналізувати показники різних типів даних (наприклад інтервальних, частотних, бінарних).

У кластерному аналізі вважається, що:

- а) вибрані характеристики допускають розбиття на кластери;
- б) одиниці виміру (чи їх масштаб) обрані правильно.

Вибір масштабу відіграє велику роль. Як правило, дані нормалізують відніманням середнього і діленням на стандартне відхилення, так що дисперсія дорівнює одиниці.

Методи кластерного аналізу можна розділити на дві групи: ієрархічні або неієрархічні. Кожна з груп включає безліч підходів і алгоритмів.

Суть ієрархічної кластеризації полягає в послідовному об'єднанні менших кластерів у великі або поділі великих кластерів на менші. Ієрархічні агломеративні методи характеризуються послідовним об'єднанням вихідних елементів і відповідним зменшенням числа кластерів. На початку роботи алгоритму всі об'єкти є окремими кластерами. На першому кроці найбільш схожі об'єкти об'єднуються в кластер. На наступних кроках об'єднання триває до тих

пiр, поки всi об'єкти не будуть складати один кластер. Загалом, немає припущень щодо числа кластерiв, рекомендується використовувати iєрархічні алгоритми.

Iєрархічні методи, на відміну від неiєрархічних, не визначають число кластерiв, а будують повне дерево вкладених кластерiв. Перевага цієї групи методiв в порiвнянні з неiєрархічними методами – їх наочність i можливість отримати детальне уявлення про структуру даних.

В якості основного методу вирішення поставленої задачі i досягнення мети досліджень в даній роботі був обраний метод зваженого центроїдного (медіанного) середнього. Цей вибір був обґрунтований в [195].

Висновок. Для вирішення поставлених в роботі наукових завдань i досягнення мети дослідження був використаний комплексний науковий підхід, який полягав в аналізі i узагальненні опублікованих i фондових літературних джерел; відборі проб i їх обробки; лабораторних дослідженнях, які включали мінералого-петрографічні методи, методи оптичної мікроскопії i рентгеноструктурний аналіз; побудові i аналізі карт розповсюдження ТiПТЕ; в застосуванні методiв математичної статистики (кореляційний, регресійний, дисперсійний i кластерний аналізи) при обробці i аналізі первинного фактичного матеріалу, отриманих результатiв i оцінки їх адекватності. Системний підхід виконаних досліджень полягав у дослідженні об'єкту на різних iєрархічних рівнях: «мінеральна i органічна частина вугільних пластiв» - «окремі шахтопласти» - «пласт по району i вугільні пласти у розрізі вугленосної товщі району».

РОЗДІЛ III. ГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕНЬ

Павлоградсько - Петропавлівський геолого - промисловий район займає південно-східну частину Західного Донбасу. Він витягнутий в північно-західному напрямку близько на 100 км, при ширині нижньокарбонових вугленосних відкладів орієнтовно 20 км, і має площу біля 2000 км². На заході він межує з Новомосковським, на півночі – з Лозівським і на сході – з Красноармійським геолого-промисловими районами. В межах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району розташовано 10 вугільних шахт: «ім. Героїв Космосу», «Благодатна», «Павлоградська», «Тернівська», «Західно-Донбаська», «Самарська», «Дніпровська», «ім. М.І. Сташкова», «Степова» і «Ювілейна» (рис. 3.1).

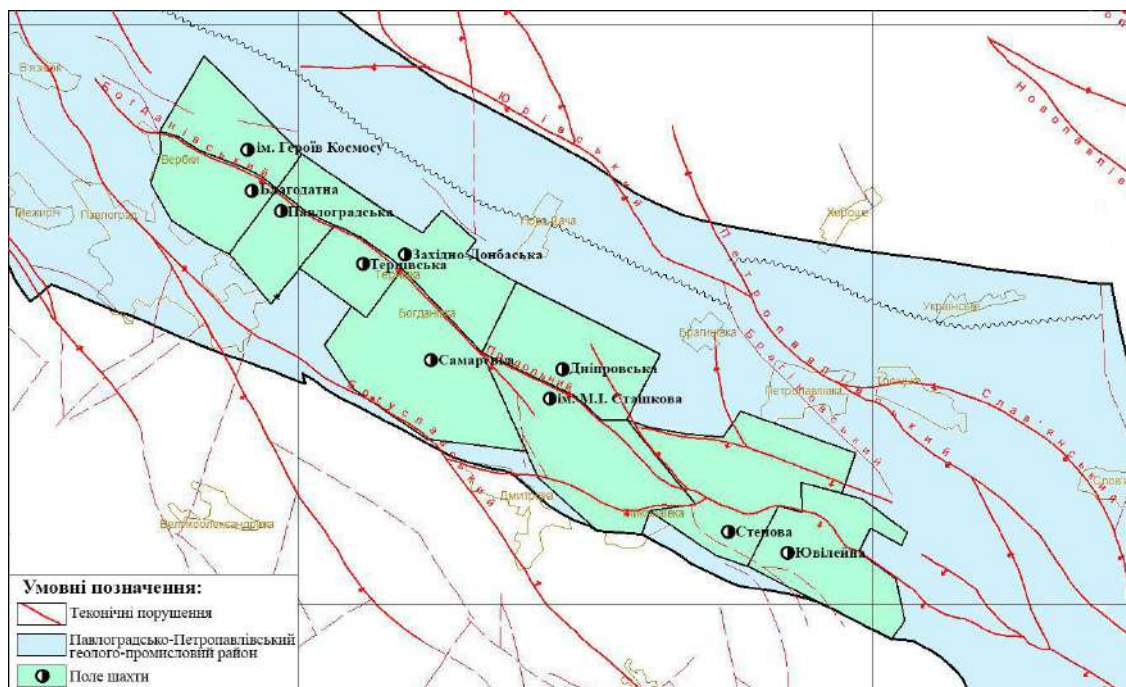


Рис. 3.1. Схема тектонічної будови та структури шахтних полів району досліджень (зі звіту М.І. Євдошука, Н.В. Вергельської та ін., 2014 [200].

З доповненнями автора)

3.1. Стратиграфічна і літологічна характеристика

Павлоградсько-Петропавлівський геолого - промисловий район і прилегла територія (рис. 3.2, 3.3) сформовані двома різко відмінними між собою за своїм структурно-речовинним комплексом порід утвореннями: докембрійським

кристалічним фундаментом і фанерозойським осадовим чохлам. В геологічній будові докембрію беруть участь складнодислоковані магматичні, метаморфізовані і метасоматичні утворення, які в межах досліджуваної території залягають на різних глибинах в різних її частинах. Глибина залягання докембрійських утворень змінюється від 100 м в південно-західній частині території, до 10-12 км в північно-східній [201]. В районі м. Павлоград вони представлені вивітрилими, в значній мірі розсланцьованими темно-сірими біотитовими гнейсами з апліто-пегматитовими прожилками [202].

Відклади фанерозою, які формують осадочний чохол, залягають на корі вивітрювання кристалічних порід докембрійського фундаменту із кутовою і регіональною стратиграфічною незгідністю. У крайній південно - західній частині території поширені тільки відклади кайнозою, загальна потужність яких, зазвичай, не перевищує 100 м. На відміну від неї, в північно-східній частині потужність і повнота розрізу поступово збільшуються, досягаючи найбільшого значення 10-12 км в крайній північно-східній частині території, яка належить до Дніпровського грабену [201].

На докембрійських кристалічних утвореннях фундаменту із кутовою незгідністю спорадично залягають девонські відклади. В Павлоградсько-Петропавлівському геолого - промисловому районі відклади девону представлені аркозовими пісковиками, аргілітами і доломітизованими вапняками з тонкими прошарками зеленкуватих монтморілонітових глин. Їх потужність зменшується у західному напрямку від 15-20 м до 3-5 м і до повного виклинювання в районі м. Новомосковськ. Ці утворення віднесені до фаменського ярусу верхнього девону (новотроїцька світа) [201].

Кам'яновугільні відклади в межах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району залягають із кутовою незгідністю і стратиграфічною перервою на утвореннях девону або із великою кутовою і стратиграфічною незгідністю на докембрійському кристалічному фундаменті. Потужність цих утворень змінюється від нуля в смузі ерозійного виклинювання на границі з УЩ до 6,5-7,4 км в північно-східній частині території [201].

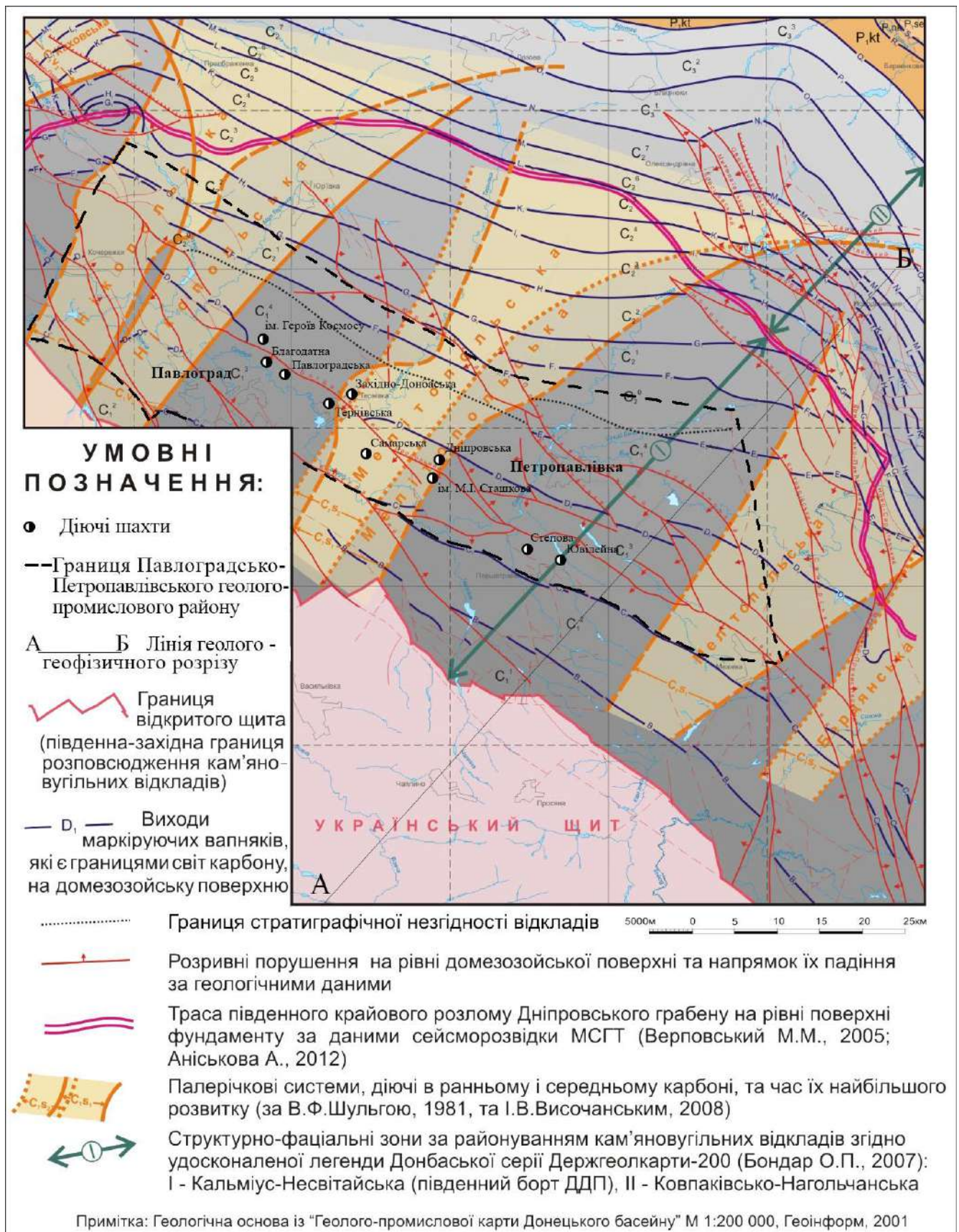


Рис. 3.2. Оглядова геологічна карта домезозойських відкладів Павлоградсько-Петропавлівського геологопромислового району і прилеглої території із палеорічковими системами карбону (зі звіту ДГЕ «Дніпрогеофізика», 2017 [201]. З доповненнями автора)

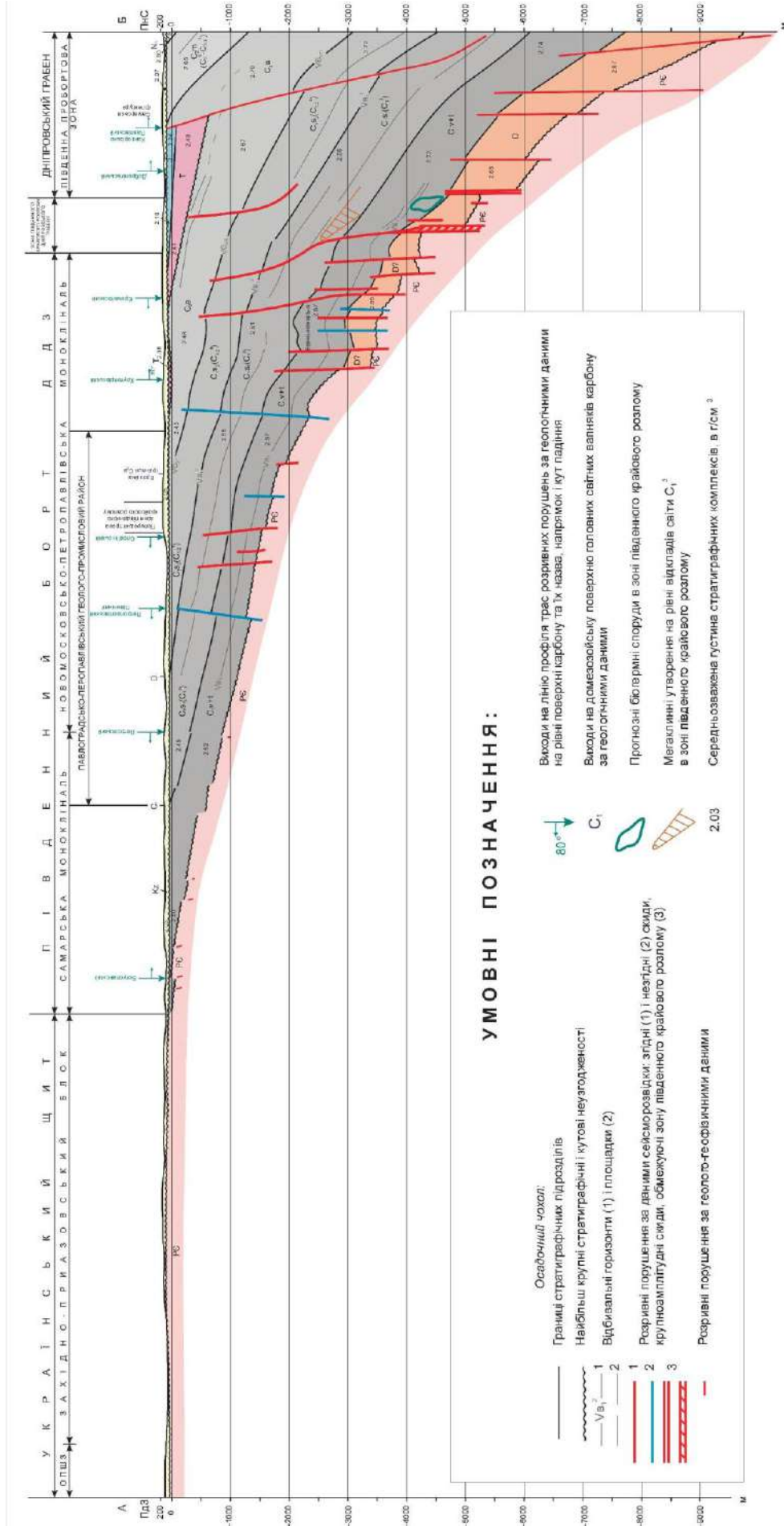


Рис. 3.3. Схематичний геолого-геофізичний розріз Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району і прилеглої території (зі звіту ДГЕ «Дніпрогеофізика», 2017 [201]. 3 доповненнями автора)

Нижній відділ карбону представлений турнейським, візейським та серпуховським ярусами і за прийнятою стратиграфічною схемою поділяється на мокроволноваську серію $C_1^1(A)$, межівську $C_1^2(B)$, самарську $C_1^3(C)$ і кальміуську $C_{1-2}^4(D)$ світи [203]. За сейсмічними даними найбільша потужність цих утворень досягає 5,0-5,2 км у північно-східній частині території [201].

Мокроволноваська серія $C_1^1(A)$. Відклади серії перекривають утворення докембрію або відклади новотроїцької світи верхнього девону і складаються із карбонатних пачок турнейського та ранньовізейського віку. За верхню границю серії прийнята підосва вапняку B_1 вищезалягаючої межівської світи. На денну поверхню породи мокроволноваської серії виходять біля границі з УЩ, загальна їх потужність становить 210-280 м [201].

Межівська світа $C_1^2(B)$. Нижня границя світи проходить по підосві вапняку B_1 , верхня – по підосві вапняку C_1 вищезалягаючої самарської світи [204]. Розріз світи представлений верхньовізейськими утвореннями, переважно морськими глинисто-алевролітовими відкладами з прошарками піщанику і малопотужними вапняками, а також континентальними утвореннями, а саме вугільними пластами, вуглистими аргілітами і алювіальними пісковиками. Загальна потужність світи в межах території зменшується в північно-західному напрямку від 510 м до 290 метрів [201].

Самарська світа $C_1^3(C)$. Нижня границя світи проходить по підосві вапняку C_1 , верхня – по підосві вапняку D_1 вищезалягаючої кальміуської світи [204]. Вона представлена утвореннями ранньосерпуховського віку і характеризується значним розвитком вугільних пластів і прошарків. Самарській світі притаманна дрібноциклічна будова, яка представлена складним, але закономірним перешаруванням аргілітів, алевролітів, пісковиків, пластів вапняку і вугілля. Середній літологічний склад світи: аргіліти – 28,5%, алевроліти – 47,2%, пісковики – 19,9%, вапняки – 1,4%, вугілля – 3%, при потужності 510-650 м в Петропавлівському районі [205]. В Західному Донбасі світа є основною промислово-вугленосною товщею, яка містить до 70 вугільних пластів та

прошарків, з яких 20 мають робочу потужність. На північний схід та захід вугленосність самарської світи зменшується [201].

Кальміуська світа C_{1-2}^4 (D). Обсяг світи прийнятий в межах від підосви вапняка D_1 до вапняка $D_5^{8\text{верх.}}$, вище якого знаходиться башкирський ярус середнього карбону [203]. Характерною особливістю розрізу світи є переважаючий обсяг морських відкладів над континентальними, наявність багаточисленних зближених вапняків в її верхній частині [201]. Середній літологічний склад Кальміуської світи: аргіліти – 30%, алевроліти – 40,2%, пісковики – 25,4%, вапняки – 4,3%, вугілля – 0,1%, при потужності 210-580 м в Петропавлівському районі [205].

Відклади середнього відділу карбону представлені в повному обсязі тільки в північно-східній частині території. Вони представлені башкирським (в інтервалі між вапняками $D_5^{8\text{верх.}}$ та K_3) та московським (між вапняками K_3 та N_2) ярусами. Середній відділ карбону за світним поділом підрозділяється на 8 світ: амвросіївську – C_2^0 (E), мандрикинську – C_2^1 (F), моспинську – C_2^2 (G), смолянинівську – C_2^3 (H), білокалитвинську – C_2^4 (I), кам'янську – C_2^5 (K), алмазну – C_2^6 (L) та горлівську – C_2^7 (M) [203], які по черзі виходять на домезозойську поверхню у північній, північно-східній і східній частинах території (рис. 3.1). За геофізичними даними [201] відклади середнього відділу карбону сформовані потужною, до 1750 м, товщою циклічних відкладів, які представлені чергуванням теригенних порід з підлеглою кількістю прошарків вапняків та вугілля.

Верхньокам'яновугільні відклади в межах території карти представлені авіловською світою касимівського ярусу, яка виділяється в стратиграфічних межах від підосви вапняку O_1 до підосви вапняку P_1 і досягає потужності 720-760 м. Світа містить більше пісковиків, в порівнянні із залягаючими нижче світами, і характеризується збільшенням у верхній частині розрізу червонокольорових глинистих прошарків [201].

На різновікових утвореннях кам'яновугільних відкладів з великою стратиграфічною і кутовою незгідністю залягають мезозойські відклади, які розповсюджені тільки у північній частині території із потужністю 600-700 м.

Вони приурочені до північного схилу Новомосковсько-Петропавлівської монокліналі і представлені тріасовою і юрською системами [201].

Відклади кайнозою залягають плащеподібно, із значною стратиграфічною і кутовою незгідністю на еродованій поверхні кам'яновугільних, мезозойських і докембрійських утворень. Вони представлені палеогеновою, неогеновою та четвертинною системами. У південно-західній частині площі вони залягають на вивітрених утвореннях докембрію з потужністю від декількох метрів до 100 м. У північно-східній частині території вони залягають на різновікових відкладах карбону та мезозою з потужністю до 140-160 м [201].

3.2. Тектонічна будова

Західний Донбас розташований на південному борті Дніпровсько-Донецької западини. Він займає площу, яка знаходиться в басейні річки Самари, лівої притоки річки Дніпра, яка простягається у вигляді полоси шириною 40-50 км від річки Кальміус на південному сході до річки Ворскла на північному заході [206] і охоплює північну частину Дніпропетровської, південну частину Харківської і західну частину Донецької областей.

Поверхня докембрійських кристалічних утворень в межах південного борту ДДЗ ступінчасто, по площинах розломів, занурюється на північний схід у напрямку Донецького грабену і Донецької складчастої споруди (ДСС), від глибин 300-500 м до 3,5 - 4,5 км біля південного крайового розлому, також збільшується потужність осадового чохла і стратиграфічна повнота його розрізу. Занурення поверхні фундаменту зростає при наближенні до зони південного крайового розлому від 2-3° до 5-6° [201]. У межах цієї тектонічної структури палеозойський структурний поверх складений товщею кам'яновугільних відкладів і малопотужними утвореннями девону, які залягають на поверхні кристалічного фундаменту.

Більша частина території Західного Донбасу розташована в межах Самарської глиби [207]. Ця глиба (рис. 3.4) обмежена з трьох сторін великими розломами: на півночі – Михайлівсько-Юр'ївським, на заході – Карабіновським і

на сході – Криворізько-Павлівським. Південну межу глиби визначає піднятий край Українського докембрійського кристалічного щита.

На захід від Самарської глиби знаходиться Придніпровська глина, яка обмежена на сході Карабіновським, на півночі Михайлівсько-Юр'ївським і на заході Ворсклівським розломами. На схід від Самарської глиби розташовується Кальміуська глина, яка обмежена від неї Криворізько-Павлівським розломом. Із заходу на схід в Самарському блоці виділяють Павлоградський грабен, обмежений на заході Карабіновським, на сході – Павлоградсько-Вязівським скидами. Богданівський горст, обмежений із сходу Богданівським скидом і Петропавлівським грабеном, розташованим між Богданівським і Морозівським скидами. В межах зазначених блоків другого порядку відмічається цілий ряд скидів з меншими ампліудами зміщення порід, аж до мікроскидів з амплітудою 1-2 м і менше [208].

Докембрійський кристалічний фундамент Самарської глиби займає нижчий гіпсометричний рівень по відношенню до фундаменту Придніпровської глиби, але більш високий у порівнянні з Кальміуською глиною. Геологічні комплекси порід Західного Донбасу, що складають ці глиби, утворюють кілька структурних поверхів. На нижньому структурному поверсі кристалічних порід докембрію залягає осадовий чохол, в якому виділяються два наступних структурних поверхи, які розділені кутовими незгідностями і значними стратиграфічними перервами: другий структурний поверх, який складений палеозойськими, головним чином піщано-глинистими, утвореннями девону, карбону і пермі, що залягають незгідно на складчастій основі докембрію першого поверху, та третій, який представлений мезо-кайнозойськими утвореннями, що залягають незгідно на палеозойських породах другого поверху.

В межах південного борту ДДЗ палеозойський структурний поверх складений товщею відкладів карбону та малопотужними утвореннями девону, що, як і породи докембрію, розсічені численними розломами, на відміну від відкладів третього поверху, які порушені лише деякими розломами, що мають тривалу історію свого розвитку (Михайлівсько-Юр'ївський, Орловський та ін.) [208]. При

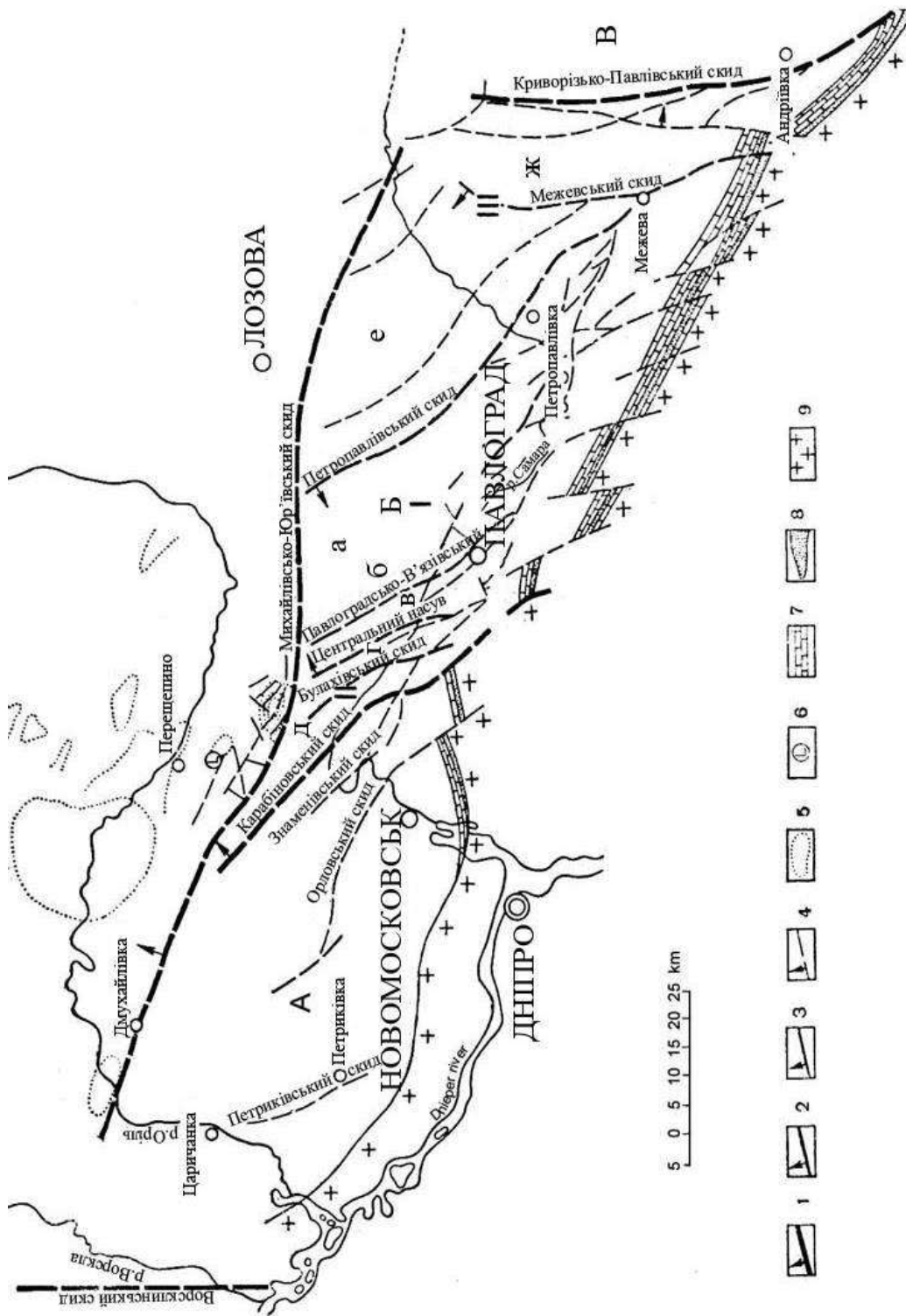


Рис. 3.4. Тектонічна схема Західного Донбасу [208]:

блоки I порядку: А - Придніпровська глиба, Б - Самарська глиба, В - Кальміуська глиба; блоки II порядку: I - Центральний, II - Західний, III - Східний; блоки III порядку: а - Середній, б - Самарський, в - Павлоградський, г - Булахівський, д - Карабінівський, е - Петропавлівський, ж - Межівський; скиди: 1 - першого порядку, 2 - другого порядку, 3 - третього порядку, 4 - четвертого порядку; 5 - купола; 6 - соляні штоки; 7 - вапняки; 8 - девон; 9 - докембрій

такій структурній будові, коли на жорсткому кристалічному фундаменті району знаходиться невелика за потужністю осадова товща, характер тектоніки визначається рухами блоків фундаменту. Крім зазначених великих розломів, що утворюють головні структурні елементи району (глиби), в товщі середньо - палеозойських відкладів відбувалося утворення скидів менших амплітуд, які розбили основні глиби на вузькі видовжені блоки другого і наступних порядків, що мають в плані форму подовжених прямокутників і рідше – неправильних багатокутників.

На території Західного Донбасу відклади карбону змінюються як за потужністю, так і за літологічним складом. Загальний регіональний нахил кам'яновугільних порід на північний схід під кутом 3-12°. Цій товщі притаманні розвиток розривної тектоніки, плікативних дислокацій і блокова структура, яка пов'язана переважно з рухами кристалічного фундаменту. Порухи представлені скидами північно-західного простягання з круто похилими площинами зміщувачів 50-70° [209]. В межах Новомосковсько-Петропавлівської монокліналі плікативні дислокації мають підпорядкований характер і виражені дрібною хвилястістю пластів, малоамплітудними флексурними перегинами, антиклінальними та сполученими з ними синклінальними складками [201].

Збільшення ступеня вуглефікації вугілля нижнього карбону відбувається від периферії ДДЗ і південно-західної частини Донбасу в напрямку центральних частин цих структур. Окремі світи збільшують свою потужність з південного заходу на північний схід, від Українського кристалічного щита до центральної частини ДСС [210].

Розривні порушення малої амплітуди у вугільних пластах Західного Донбасу представлені двома видами: тектонічними і атектонічними. Тектонічні порушення представлені скидами малої амплітуди переважно північно-західного простягання, які в свою чергу генетично зв'язані з формуванням розривних порушень великої амплітуди. Атектонічні порушення являються скидами переважно північно-східного простягання. Їх формування пов'язано з умовами накопичення осадків [211].

В межах південного борту ДДЗ найбільш поширеною формою плікативних структур є дрібна полога хвилястість, яка найбільш розвинута у відкладах нижнього карбону Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району, де кам'яновугільна товща має відносно невелику потужність. У північно-східному напрямку, по мірі зростання потужності карбону, хвилястість пластів зменшується і збільшуються більш складні плікативні форми [201].

Головною тектонічною структурою осадового чохла є розлога Новомосковсько-Петропавлівська монокліналь (рис. 3.5) [201]. Вона розбита скидами з крутим падінням переважно північно-західного простягання і падінням зміщувачів, як на південний захід, так і на північний схід. По цих скидах монокліналь розділяється на блоки другого порядку, які представляють собою структури типу горстів і грабенів. Це насамперед паралельні і змичні скиди з кутами падіння площин від 35 до 80°, причому для крупних скидів характерні пологі кути (35-50°), а для середніх і дрібних скидів – круті (60-80°) [201]. В межах монокліналі відсутня інтенсивна лінійна складчастість, яка розвинута на більшій частині території ДДЗ. Їй притаманні тільки антиклінальні складки штампового і прирозломного типів.

Складки штампового типу, до яких відносяться сундучні симетричні і асиметричні пологі брахіскладки і куполоподібні підняття, які утворились внаслідок вертикальних рухів блоків фундаменту, виявлені гірничими виробками і свердловинами в Павлоградсько-Петропавлівському геолого-промисловому районі поблизу Богданівського розлому [201].

На даний час відсутня загальна класифікація розривних порушень в межах Західного Донбасу, в тому числі Новомосковсько-Петропавлівської монокліналі. За найбільш поширеною, згідно узагальнюючих робіт по Західному Донбасу класифікації розломів за морфологічними ознаками, виділяються наступні п'ять груп: крайові, крупні (міжблокові), середні (внутрішньоблокові), дрібні (оперяючі) і мікроскиди [201].

Крайові розломи представлені Криворізько-Павлівським розломом, який відділяє ДДЗ і ДСС, і Михайлівсько - Юр'ївським розломом, який розмежовує

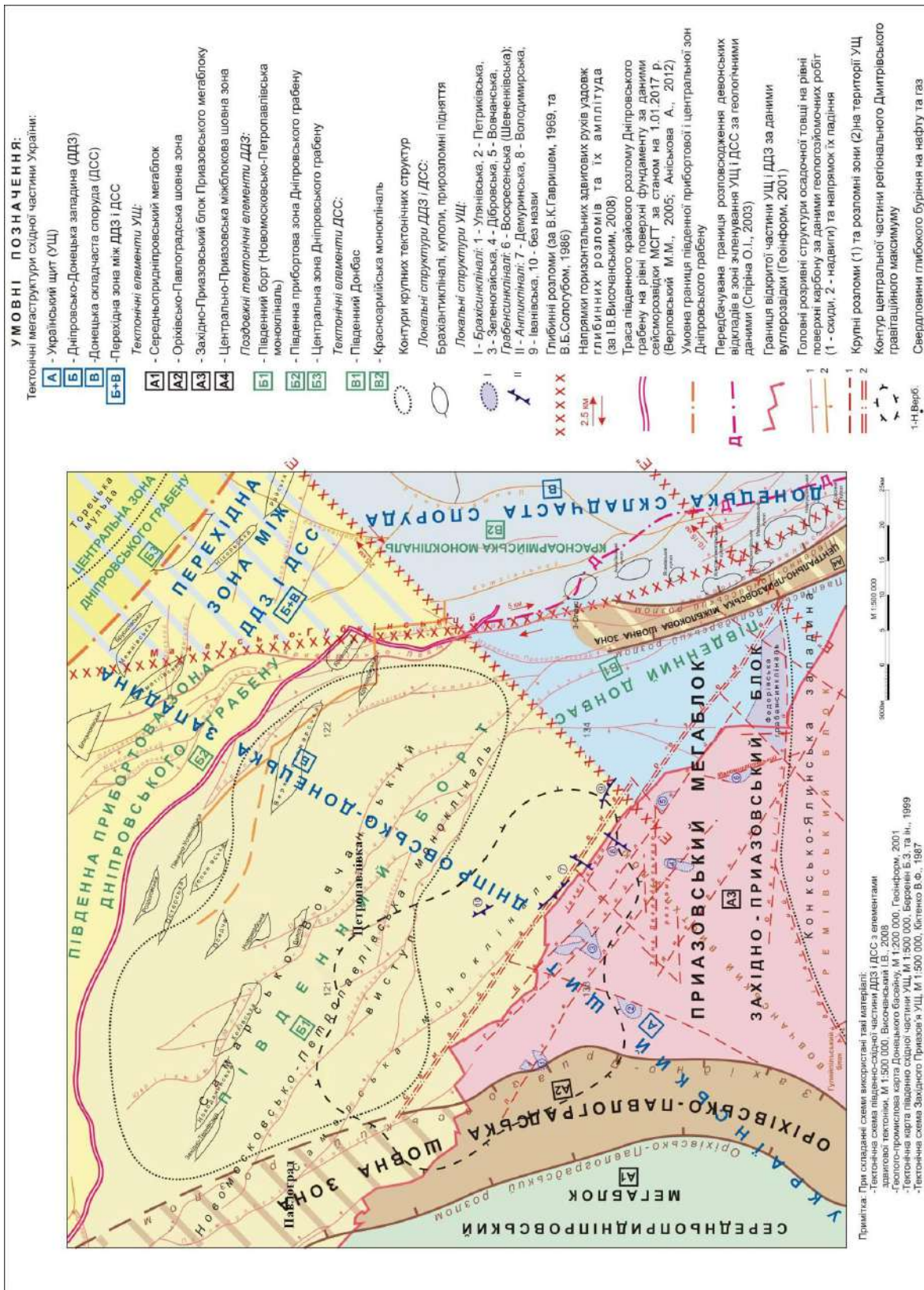


Рис. 3.5. Оглядова тектонічна схема Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району і прилеглої території (зі звіту ДГЕ «Дніпрогеофізика», 2017 [2011])

південний борт ДДЗ і Дніпровський грабен. Крупні розломи представлені Богданівським, Богуславським, Брагіновським, Єремеевським (Новопавлівським), Іванівським, Крутоярівським, Морозівським, Муравсько-Пречистівським, Петропавлівським, Північним, Самарським, Слов'янським і Юр'ївським. Це міжблокові скиди, які мають північно-західне простягання і південно-західне падіння площин скидів з кутами від 35° до 70° і протяжність декілька десятків кілометрів з амплітудою вертикального зміщення порід до 150-340 м [201]. Більшість середніх скидів мають північно-західне простягання і південно-західне або північно-східне падіння площин скидів з кутами $40-70^\circ$, протяжністю від 3,5 до 50 км і амплітудою від 10 до 175 м. До них відносяться В'язівський, Північно-Східний, Іванівський, Петропавлівський, Повздовжній та ін. Середні розломи представлені в більшій мірі діагональними скидами, які складають 60 % всіх розривних порушень [201]. Дрібні (оперяючі) розломи генетично пов'язані з крайовими, крупними та середніми розривними порушеннями, мають невелику глибину закладення. Їх довжина складає від 2 до 20 км з амплітудою вертикального зміщення до 80 м (Благодатненський, Вербоватівський, Вербський - 2, Нижнянський, Новов'язівський, Слов'янський-2, Степнянський та ін.). Мікроскиди представлені малоамплітудними розломами (до 10-25 м), які безпосередньо пов'язані з більш значимими розривними порушеннями і впевнено виявляються гірничими виробками шахт [201].

3.3. Вугленосність та якісна характеристика вугілля

Західний Донбас є північно-західним продовженням кам'яновугільних відкладів «промислового Донбасу». Палеографічні особливості торфонакопичення в Донецькому басейні визначались наявністю області відкритого моря на північному сході і області мінерального живлення на південному заході території. Цей палеографічний план і визначив зміну ряду властивостей вугілля в напрямку Пд.Зх. – Пн.Сх. [126]. У вертикальному розрізі вугленосність нижнього карбону не є постійною, вона поступово збільшується від

основи світи $C_1^2(B)$, досягаючи максимуму в світі $C_1^3(C)$, а потім різко знижується в світі $C_{1-2}^4(D)$.

Потужність вугленосної формації нижнього карбону збільшується в північно-східному і східному напрямках. За особливостями будови, ступенем вугленасиченості, умовами осадконакопичення і торфонакопичення у вугленосній формації нижнього карбону виділяються три підформації [209]. В основі вугленосної формації, між вапняками V_1 і V_{10} , знаходиться нижня слабовугленосна болотяно-морська трансгресивна підформація нижньої частини світи C_1^2 . Вище неї, між вапняками V_{10} і C_5 , знаходиться середня високовугленосна болотяно-лагунна регресивно - трансгресивна підформація. Верхньою слабовугленосною болотяно-морською трансгресивною підформацією завершується розріз вугленосної формації нижнього карбону. В ній різко зменшується загальна вугленосність і відсутня промислова вугленосність. Верхня її межа (покрівля вапняку D_1^{2b} світи $C_{1-2}^4(D)$) співпадає з межею нижньо- і верхньосерпуховського під'ярусів серпуховського ярусу [209].

Вугільні пласти в нижньому карбоні зустрічаються у відкладах всіх світ, за винятком мокроволноваської серії $C_1^1(A)$, яка складена карбонатними породами турнейського і нижньовізейського віку.

Особливістю світи $C_1^2(B)$ є широкий розвиток морських відкладів. Пласти нерідко виклинюються і заміщуються пісковиками, алевролітами, аргілітами. Промислова вугленосність пов'язана з її верхньою частиною. На території Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району робочої потужності набувають вугільні пласти v_6 і v_8 середньої високовугленосної підформації потужністю 0,45–0,75 м [204]. Як правило, вугільні пласти мають непостійну потужність і просту будову. Вугілля середньо- і малозольне, характеризується збільшеною сірчистістю і виходом летких речовин. В межах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району вугілля світи характеризується високими показниками спікливості і коксівності і може бути використане, як сировина для коксохімічної промисловості і отримання рідкого палива [212].

На території Західного Донбасу промислова вугленосність приурочена до відкладів світи $C_1^3(C)$ нижньої частини серпуховського ярусу, що за потужністю складає близько 27% всієї потужності нижнього карбону, вміщує 55% загальної кількості вугільних пластів і складає близько 60% потужності всієї вугільної маси у відкладах нижнього карбону [208]. Потужність цієї світи, яка знаходиться між маркуючими вапняками C_1 і D_1 досягає 800 м. Вона охоплює 64 вугільних пласти і прошарки загальною потужністю 1,7 – 15,7 м, із яких 17 мають промислове значення. Також до світи відносяться близько 20 вугільних пластів, які спорадично досягають робочої потужності. Коефіцієнт вугленосності світи варіює в межах 0,2 - 3,8 % [206].

Треба зазначити, що вугленосність нижнього карбону не є постійною, зокрема загальна кількість вугільних пластів зменшується з південного заходу на північний схід від Українського кристалічного щита в напрямку осьової частини Донецького прогину. Площі з найбільшим розвитком вугільних пластів відповідають зоні потужності відкладів світи C_1^3 300 – 500 м [213]. Світа представлена вугільними пластами $c_0 - c_{17}$, з яких c_1 , $c_5 - c_{11}$, при середній потужності 0,7-0,8 м мають промислове значення [204]. За умовами утворення осадків і умовами вугленакопичення світа C_1^3 значно відрізняється від всіх інших світ нижнього карбону, з огляду вугленосності впливає [208], що вугільні пласти в ній розподілені вкрай нерівномірно, як у вертикальному розрізі, так і за площею їх розповсюдження. Характерно, що для західної частини розглянутої території вугільні пласти зосереджені головним чином в нижній і середній частинах світи. На південний схід більш вугленасиченими є середня і верхня частини розрізу світи. Розподіл вугленосності по площі відбувається також нерівномірно. Найбільш висока вугленосність приурочена до південної частини Павлоградського району, менш вугленасиченим є Петропавлівський район. Збільшення ступеню вуглефікації нижнього карбону по площі Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району відбувається в північно-східному напрямку від кристалічного масиву в напрямку Донецької структури [207, 214]. Серед вугільних пластів промислового значення на більшій частині

території може бути виділено до 12 стійких і відносно стійких пластів (c_{13} , c_{10}^2 , c_{10} , c_9^1 , c_9 , c_7 , c_6^1 , c_6 , c_5 , c_4^2 , c_1^2 , c_1) і 5 нестійких вугільних пластів (c_{13}^1 , c_{12}^2 , c_8^1 , c_4^1 , c_3^1). На території Павлоградсько - Петропавлівського геолого - промислового району серед промислових пластів найбільш розповсюдженими є c_1 , c_5 , c_6 , c_7 і c_{10} [208].

Відмінності в фізико-географічних і геологічних умовах накопичення відкладів окремих світів в нижньому карбоні зумовили їх різну вугленосність. Світи містять різну кількість вугільних пластів, різних за потужністю, ступенем стійкості і площинним поширенням. Загальна середня потужність всіх вугільних шарів в нижньому карбоні дорівнює 20,7 м і відповідає середній потужності теригенної товщі нижнього карбону, рівній 1740 м. Це свідчить про порівняно високу вугленосність нижньокарбонових утворень, коефіцієнт вугленосності яких складає 1,2% [208].

Вугільні пласти Західного Донбасу, в цілому, мають відносну стійкість будови і потужності. Окремі шари вугілля зберігають робочу потужність на площі кількох районів і навіть майже на всій розглянутій території. В межах вугленосної товщі залягають пласти відносно малої потужності 0,7 - 0,8 м, вугільні пласти потужністю 1,0 - 1,5 м зустрічаються рідко. В літологічному складі вміщуючих порід переважають алевроліти і аргіліти, які разом формують до 70 % вугленосної товщі.

В Павлоградсько-Петропавлівському геолого-промисловому районі із всього нижнього карбону розробляються і мають промислову потужність тільки пласти самарської світи. Її потужність змінюється від 300 м на заході геолого-промислового району до 700 м на сході [215]. В ній за особливостями петрографічного складу і хіміко-технологічними властивостями виділяють дві групи вугільних пластів: нижню (c_1 – c_6) і верхню (c_7 – c_{12}). Вугільні пласти нижньої групи мають більшу ступінь вуглефікації, характеризуються більш високим вмістом вуглецю, значенням величини теплоти згорання і меншим вмістом вологи, ніж пласти верхньої групи [216].

Петрографічний склад вугілля в стратиграфічному розрізі змінюється значно більше, ніж по площі розповсюдження пластів [217]. Невелика потужність нижнього карбону зумовлює в цілому відносно невелику зміну ступеня вуглефікації вугілля за глибиною, що не робить істотного впливу на зміну властивостей і якості вугілля в стратиграфічному розрізі [208].

Вугілля Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району в порівнянні з Західним Донбасом в цілому найменш сірчисте і має середні значення вмісту золи – 9,0 - 9,3% [141]. Збільшення сірчистості вугілля відбувається в східному і північно-східному напрямках і складає для західної частини геолого-промислового району 1,8%, для східної – 2,1%, при середньому значенні – 1,9% [218]. Спостерігається ясно виражене збільшення вмісту вуглецю в північно-східному напрямку і досить повільне його зростання по простяганню з північного заходу на південний схід і в цілому по району складає 78-83% [141]. Найбільш високі значення вмісту вуглецю спостерігаються для вугільного пласта c_1 . Середні значення виходу летких речовин по Павлоградсько-Петропавлівському району становить 38-42% [141].

Візейське і нижньосерпухівське вугілля ($C_1^2(B)$, $C_1^3(C)$) істотно відрізняється від верньосерпухівського ($C_{1-2}^4(D)$), як за петрографічним складом, так і за хіміко-технологічними властивостями [219]. Для світ $C_1^2(B)$ і $C_1^3(C)$ в основному майже на всій території Західного Донбасу характерним є гумусове вугілля, що відноситься до спорового дюрону, чи близьких до нього різновидів, яким притаманний знижений вміст компонентів групи вітриніту, збільшений вміст компонентів групи лейптиніту і групи фюзиніту. Особливо багате на спорові речовини вугілля світи $C_1^3(C)$. Вугілля світи $C_{1-2}^4(D)$ має високий вміст компонентів групи вітриніту, малий вміст фюзиніту і зовсім незначну кількість компонентів групи лейптиніту [219].

Вугілля пластів світи C_1^3 Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району відповідає маркам Д, ДГ і Г. Вугілля марки Д частково розповсюджене у західній частині Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району, ДГ – переважно у центральній частині і Г – у східній [219].

Вугілля шахт «ім. Героїв Космосу», «Благодатна», «Павлоградська», «Тернівська», «Дніпровська» належить до марки ДГ, решта до марки Г. Вугілля пластів резервних ділянок представлене марками Д, ДГ і Г [219].

Довгополуменеве вугілля за петрографічним складом гумусове, щільне, має чорний колір з буруватим відтінком. Вугілля переважно відноситься до кларено – дюрену та дюрену. Вміст групи вітриніту для пластів світи C_1^3 складає 52 - 54%. Група інертиніту в залежності від світи становить від 15 до 22%. Характерною рисою петрографічного складу вугілля марки Д є перевага кількості мацералів групи ліптиніту над кількістю групи інертиніту [220]. Калорійний еквівалент вугілля складає 0,54 - 0,62, при відносній енергетичній цінності органічної маси у межах 0,51-0,54. Вугілля даної марки можна використовувати в якості енергетичного і комунально-побутового палива з перспективою використання в хімічній та частково коксохімічній промисловості [219].

Довгополуменеве газове вугілля за петрографічним складом відноситься переважно до дюрено-кларену. [220]. Характеризується невеликими показниками відбиття вітриніту, високими значеннями теплоти згоряння і підвищеними – спікливості і коксівності [219]. Теплота згорання (Q^{daf}) горючої маси вугілля нижнього карбону для Павлоградсько-Петропавлівського району складає 7900-8500 ккал/кг при середньому значенні 8200 ккал/кг (34,36 МДж/кг). Підвищені показники (до 8700 ккал/кг) для всіх вугільних пластів притаманні для північно-східної частини району. Для нижньої групи пластів характерна більш висока теплота згорання, ніж для верхніх, але одночасно істотної різниці по вмісту вуглецю не відмічається [141]. Відомо, що введення до складу шихти вугілля Павлоградсько-Петропавлівського району, у тому числі слабоспікливого, викликає збільшення рідкої фази пластичної маси шихт і її термічної стабільності. Це забезпечує високі спікливі та коксівні властивості вугільної шихти. Також в цілому для вугілля Західного Донбасу характерною особливістю є те, що при більш високому виході леткої речовини залишковий вихід з нього менший, ніж із вугілля «промислового Донбасу» [221]. У перспективі запаси цього вугілля є

основою для виготовлення формованого коксу і отримання синтетичного палива. Зараз головним напрямом використання вугілля є енергетика [219].

Вугільні пласти самарської світи марки Г в Павлоградсько-Петропавлівському районі, як і в цілому в Західному Донбасі за петрографічним складом не відрізняються від вугілля марки ДГ [220]. Основним напрямом використання вугілля східної частини Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району є коксохімічна промисловість. Товарна продукція шахт вугілля марки Г характеризується меншою порівняно з маркою ДГ незначними вологістю (1,7-2,7%) і сірчистістю (1,51 %). Відбивна здатність вітриніту змінюється в інтервалі 0,65 - 0,76 %, при середньому значенні 0,69 %. Товщина пластичного шару складає 11-12 мм [219].

Загалом вугілля всього нижнього карбону, при порівняно невеликій товщині пластичного слою, створює легкоплавку і малов'язку пластичну масу і дає добре спікливий, проплавлений кокс [222]. В порівнянні з вугіллям середнього карбону промислового Донбасу вугілля Західного Донбасу характеризуються більшою пластометричною усадкою, яка по площі Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району змінюється в межах 30-70 мм. Зміна показників якості вугілля, відображаючих ступінь вуглефікації для вугілля світи C_1^3 геолого-промислового району відбувається зонально [216]. Зростання ступеню вуглефікації відбувається в північно-східному напрямі. Зони розповсюдження вугілля різних по вмісту вуглецю, води і теплотворної здатності простягаються з північного заходу на південний схід, в напрямку, майже співпадаючому з простяганням вугільних пластів [216].

РОЗДІЛ IV. ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ТОКСИЧНИХ ТА ПОТЕНЦІЙНО ТОКСИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

4.1. Особливості розподілу токсичних та потенційно токсичних елементів в мінеральній і органічній частині вугільних пластів

Мінеральна речовина неорганічної складової вугільних пластів може бути з самого початку привнесена в басейн палеоторфонакопичення у вигляді механічних суспензій різного ступеня дисперсності, істинних і колоїдних розчинів, в першу чергу постійними або тимчасовими водними потоками, накопичуватися в зонах розвантаження підземних вод, випадати з атмосферними опадами і пилюватими частинками атмосфери. Крім того, всі організми, включаючи рослини, вміщують ту чи іншу кількість неорганічної речовини. Потрапляючи в басейн палеоторфонакопичення, мінеральна речовина піддається складному впливу фізико-хімічних і біохімічних процесів, які часто призводять до утворення нових мінеральних фаз, більш стійких до змінених термодинамічних параметрів і хімічних умов середовища, а також змінюють форми існування і особливості міграції хімічних сполук. Після формування пластів подальші процеси діагенезу і катагенезу вугленосної товщі тільки підсилюють перетворення вихідної неорганічної складової. Вихідні і новоутворені фази неорганічної складової вугільних пластів можуть знаходитись у вигляді окремих кристалів, їх зростків, зерен неправильної форми і їх агрегатів різного ступеня дисперсності, у вигляді ізоморфних домішок в кристалічних решітках, органомінеральних сполук і сорбованих форм в твердому, рідкому і газоподібному стані, бути генетично пов'язаними, як з органічною частиною вугільних пластів, так із їх мінеральною складовою. З метою встановлення особливостей розподілу ТіПТЕ у різних фракціях мінеральної частини вугільних пластів було відібрано в гірничих виробках і відходах вуглезбагачення 72 проби [223]. Макроскопічно, за допомогою стандартних мінералогічних методів із матеріалу цих проб були виділені сульфідні, силікатні і карбонатні фракції. Мінеральний склад фракцій контролювався застосуванням методів оптичної мікроскопії і рентгеноструктурного аналізу. По комплексу структурно-текстурних ознак визначались їх епігенетична чи сингенетична природа. Кількість вуглисто-

мінеральних зростків по окремих фракціях не перевищувало 10%. Таким чином, ідентифікація мінерального складу неорганічної частини вугільних пластів відбувалася на 3 різномасштабних рівнях: макрорівню – візуально стандартними мінералогічними методами; мікрорівню – методами оптичної мікроскопії за допомогою мікроскопів МІН-8 та МБС-9; ультрамікрорівню – методом рентгеноструктурного аналізу. Сульфідна фракція складена переважно епігенетичним і сингенетичним піритом. Зазвичай зустрічаються агрегати кристалів епігенетичного піриту розміром від перших міліметрів до тисячних часток міліметрів. Окремі кристали та агрегати сингенетичного піриту найчастіше меншого розміру. Конкреційні утворення у вигляді окремих відносно округлих, сплюснених, або лінзоподібних жовен можуть досягати до 150 мм довжини. Дуже часто агрегати піриту утворюють зростки з вугіллям та глинистими мінералами. За даними рентгеноструктурного аналізу у сульфідній фракції присутні, крім піриту, марказит, галеніт, халькопірит, сфалерит, а також нетипові мінерали: піролюзит, каолініт, кварц, гематит. Але треба ще раз зазначити, що ці мінерали були ідентифіковані тільки по результатах рентгеноструктурного аналізу. Отже, їх розмір відповідає ультрамікрорівню. Силікатна фракція представлена переважно включеннями піщано-глинистих порід, агрегатами мінералів глини і гідрослюди. Включення піщано-глинистих порід зазвичай представлені тонкими прошарками або лінзами у вугільних пластах. Серед них переважають аргеліти, алевроліти зустрічаються суттєво рідше. Методами оптичної мікроскопії в піщано-глинистих породах діагностовано кварц і глинисто-гідрослюдисту речовину (каолініт-ілітового складу). Окремі агрегати глинисто-гідрослюдистого складу утворюють незначні прошарки, лінзи та заповнюють тонкі тріщини в пластах вугілля. За даними рентгеноструктурного аналізу у силікатній фракції присутні кварц, каолініт, ілліт, мусковіт, дикіт, накріт, монтморилоніт, галлуазит, а також нетипові мінерали: пірит, кальцит і сидерит. Карбонатна фракція відрізняється досить обмеженим, практично мономінеральним складом. Єдиним мінералом, що визначено під час досліджень на макро- та мікрорівні у складі фракції був кальцит. Тільки за даними рентгеноструктурного аналізу у цій фракції, крім кальциту, було ще встановлено доломіт, сидерит, анкерит, а також нетипові мінерали: каолініт та ілліт.

На рис. 4.1 у вигляді кругових діаграм наведено розподіл ТіПТЕ між органічною та мінеральною складовою вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району.

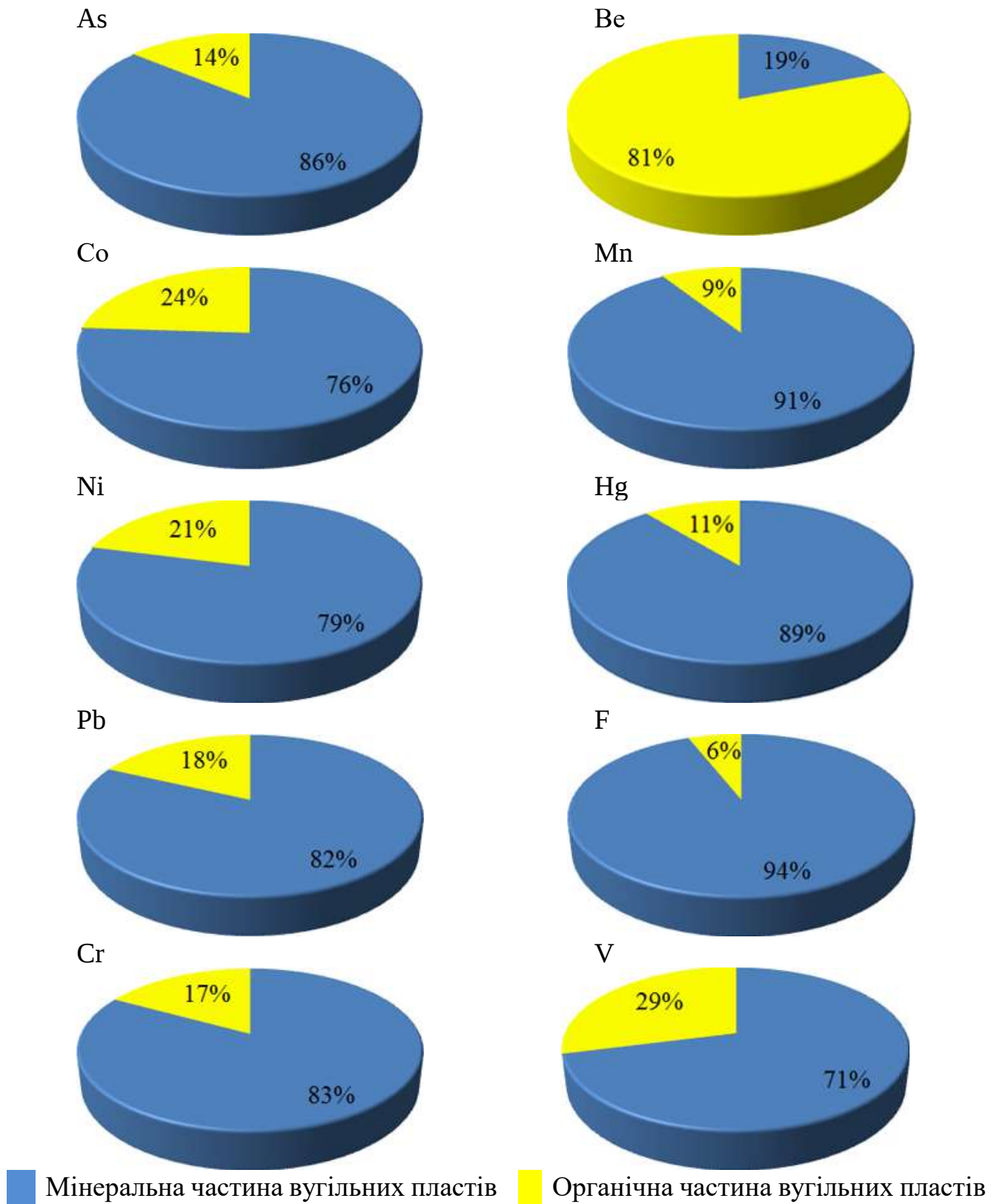


Рис.4.1. Розподіл ТіПТЕ між органічною та мінеральною складовою вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району

На рис. 4.2 у вигляді стовпчатих діаграм наведено результати аналізу особливостей розподілу ТіПТЕ у виділених фракціях мінеральної частини вугільних пластів.

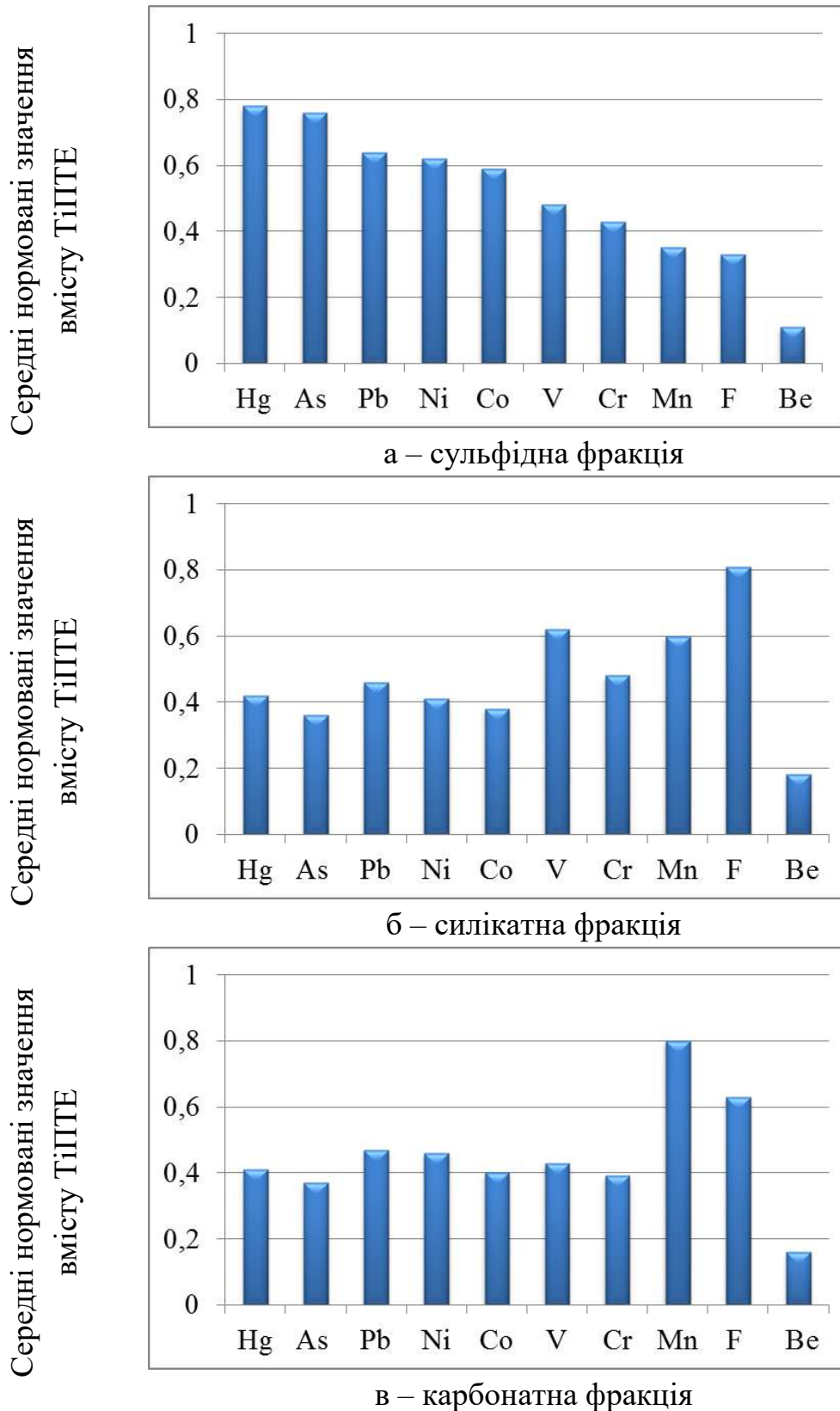


Рис. 4.2. Розподіл ТіПТЕ між основними фракціями мінеральної частини вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району

Висновки:

1. Сульфідна фракція (рис. 4.3-7) представлена в основному епігенетичним і сингенетичним піритом. Ряд спорідненості: Hg, As $\gg$ Pb, Ni, Co $>$ V, Cr, Mn, F $\gg$ Be. Середній вміст Hg в 6,7, а As в 4,2 рази вище в епігенетичному піриті, чим в сингенетичному. По розрізу пластів чітко проявлено збагачення Hg і As сингенетичного піриту на ділянках, що примикають до його меж. Причому в зоні підшови воно істотно нижче, ніж в зоні покрівлі. Із сульфідною фракцією мінеральної частини вугільних пластів переважно пов'язані, крім токсичних елементів Hg і As, такі потенційно токсичні елементи, як Pb, Ni, Co (рис. 4.2 а).



Рис. 4.3-4. Сингенетичний пірит у вугіллі



Рис.4.5. Збагачення приконтактової зони пласта сульфідами

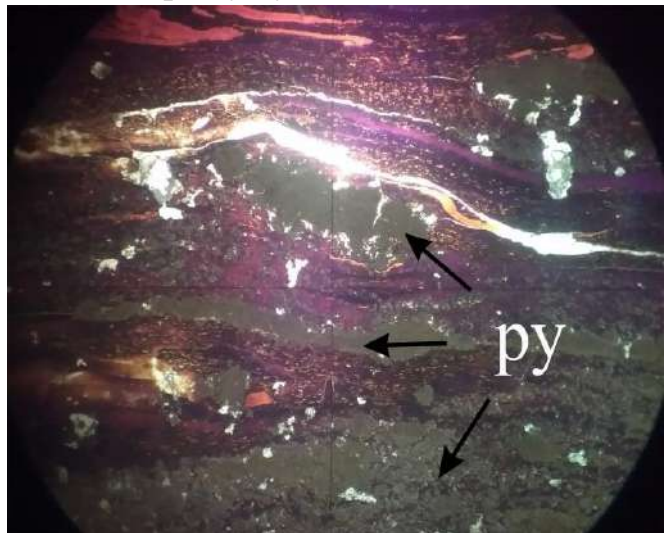
Рис. 4.6. Пірит у вугіллі
Ніколі ||, збільш.90х



Рис. 4.7. Епігенетична сульфідна мінералізація у вугіллі

2. Силікатна фракція (рис. 4.8-11) складена переважно включеннями піщано-глинистих порід, агрегатами мінералів глин і гідрослюд. Ряд спорідненості: $F \gg V, Mn > Cr, Pb, Hg, Ni, Co, As \gg Be$. По розрізу пластів в силікатній сингенетичній фракції із приконтактних зон відзначено істотне збільшення вмісту всіх ТіПТЕ за винятком Be. В силікатній епігенетичній фракції помітно зростає вміст всіх ТіПТЕ (особливо Hg) за винятком Be. Із силікатною фракцією мінеральної частини вугільних пластів переважно пов'язані F, V, Mn і Cr (рис. 4.2 б).



Рис. 4.8. Сингенетична силікатна фракція у вугіллі

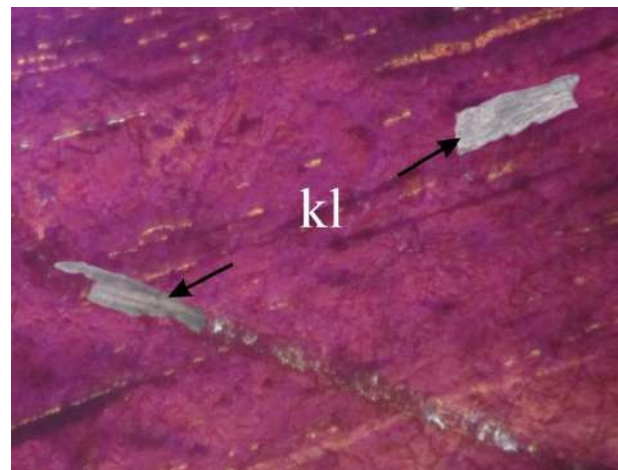


Рис. 4.9. Каолініт у вугіллі
Ніколі ||, збільш.90х



Рис. 4.10. Сингенетична силікатна фракція у вугіллі

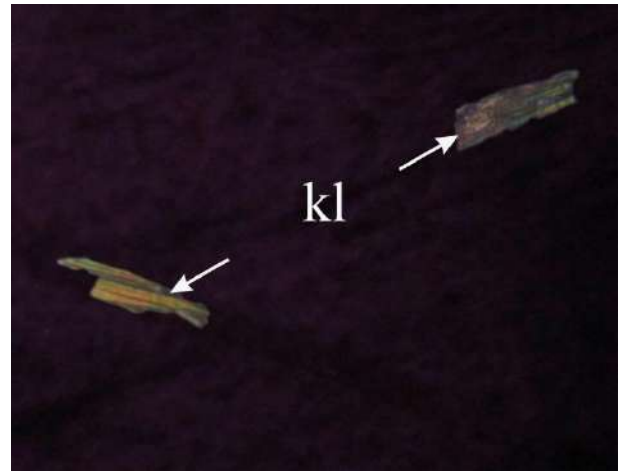


Рис. 4.11. Каолініт у вугіллі
Ніколі +, збільш.90х

3. Карбонатна фракція (рис. 4.12-15) складається здебільшого з кальциту. Ряд спорідненості: $Mn \gg F > Pb, Ni, V, Hg, Co, Cr, As \gg Be$. По розрізу пластів в карбонатній сингенетичній фракції на ділянках, які примикають до зон контакту спостерігається істотне збільшення вмісту Mn, F, V, Ni, Co і Pb . Із карбонатною фракцією мінеральної частини вугільних пластів переважно пов'язані лише Mn і F (рис. 4.2 в).



Рис. 4.12. Епігенетична карбонатна мінералізація у вугіллі

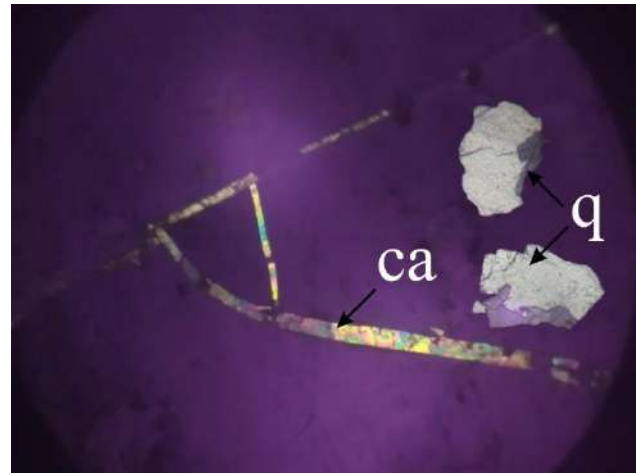


Рис. 4.13. Кальцит і кварц у вугіллі.
Ніколі +, збільш.90х

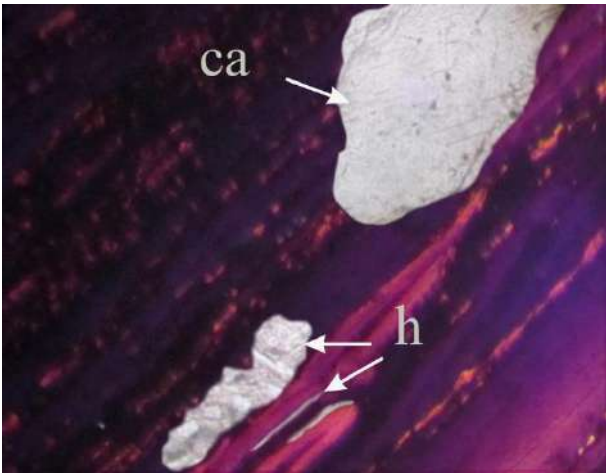


Рис. 4.14. Кальцит і гідрослюда у вугіллі. Ніколі ||, збільш.90х

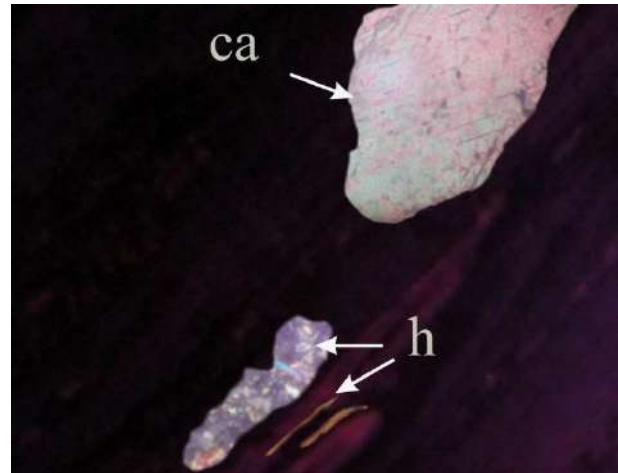
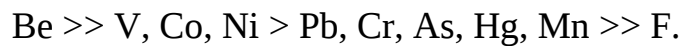


Рис. 4.15. Кальцит і гідрослюда у вугіллі. Ніколі +, збільш.90х

4. Берилій є єдиним елементом, що не накопичується ні в одній з виділених фракцій мінеральної частини вугільних пластів. Він пов'язаний переважно з органічною складовою вугільних пластів (рис. 4.1, 4.2). «Ряд спорідненості» ТіПТЕ до органічної складової вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району має вигляд:



4.2. Особливості розподілу токсичних та потенційно токсичних елементів в окремих шахтопластах

4.2.1. Особливості розподілу миш'яку в окремих шахтопластах

Концентрація As у вугіллі пласта с₈^В в межах поля шахти «Західно-Донбаська» (рис. 4.16) змінюється в значному діапазоні, від 3,29 г/т до 365,75 г/т і не пов'язана з напрямком падіння, глибиною, потужністю вугільного пласта та зольністю вугілля. Середнє значення вмісту миш'яку по пласту складає 52,35 г/т. Найбільша його локація знаходиться в північно-західній частині шахтного поля. Вона просторово пов'язана із свердловиною № 6377.

Миш'як формує геохімічну асоціацію із ртуттю ($r = 0,97$) та його концентрація корелює із вмістом у вугіллі сірки загальної ($r = 0,90$). Лінійні рівняння регресії:

$$\text{As} = -0,0101 + 0,9884 \times \text{Hg};$$

$$\text{As} = 0,0458 + 0,7457 \times \text{S}_t^d.$$

За допомогою дисперсійного аналізу були визначені коефіцієнти, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл миш'яку, вони наведені у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл миш'яку (ш. Західно-Донбаська, c_8^B)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,001
Зольність вугілля	0,006
Вміст сірки загальної	0,993

По шахті «Дніпровська» розглянуто пласти c_8^H , c_8^B і c_{10}^B . По пласту c_8^H вміст миш'яку змінюється в інтервалі від 4,32 г/т до 41,14 г/т. Він не пов'язаний з глибиною, потужністю та зольністю вугілля. Середнє значення вмісту миш'яку по пласту складає 12,49 г/т. Можна виділити три зони підвищеного вмісту миш'яку. Найбільше значення пов'язане із свердловиною в центральній частині шахтного поля (рис. 4.17) і приурочене до тектонічних розривів південно-західного простягання. Воно представлене свердловиною №Н32344 із вмістом миш'яку 41,14 г/т. На південний захід від неї розташована свердловина №7874 (A_s – 35,06 г/т). І на південному сході знаходиться свердловина №Н34114 із вмістом миш'яку 38,38 г/т. Мінімальне значення відзначено в свердловині №3388 і становить 4,32 г/т, розташована вона в північно-західній частині ділянки.

Концентрація миш'яку корелює із вмістом у вугіллі сірки загальної ($r = 0,5314$). Лінійне рівняння регресії: $A_s = 0,1525 + 0,4972 \times S_t^d$.

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл миш'яку (ш. Дніпровська, c_8^H)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,478
Зольність вугілля	0,253
Вміст сірки загальної	0,269

Вміст миш'яку по пласту c_8^B змінюється в межах від 12,04 г/т до 57,82 г/т, він не пов'язаний з глибиною, потужністю та зольністю вугілля. Середнє значення по пласту складає 24,58 г/т. Можна виділити чотири зони підвищеного вмісту миш'яку. Найбільше значення пов'язане із свердловиною №Н32395 в північній частині шахтного поля (рис. 4.18), із вмістом миш'яку 57,82 г/т, воно пов'язане з розломом північно-західного простягання. На північний захід від неї розташована свердловина №3326, із вмістом миш'яку 53,42 г/т. На захід від вище приведених свердловин знаходиться свердловина №12409, As -48,31 г/т. На південному заході ділянки розташована свердловина №Н32354, As -47,57 г/т. Мінімальне значення вмісту миш'яку вугільного пласта c_8^B відзначено в свердловині №Н32489, яка знаходиться між вище приведеними свердловинами поряд із свердловиною №12409 і становить 12,04 г/т.

Миш'як має тісний зв'язок із ртуттю ($r = 0,7408$) і його концентрація корелює з вмістом у вугіллі сірки загальної ($r = 0,8579$). Лінійні рівняння регресії:

$$As = 0,1063 + 0,7759 \times Hg;$$

$$As = 0,0708 + 0,9736 \times S_t^d.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл миш'яку (ш. Дніпровська, c_8^B)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,049
Зольність вугілля	0,289
Вміст сірки загальної	0,662

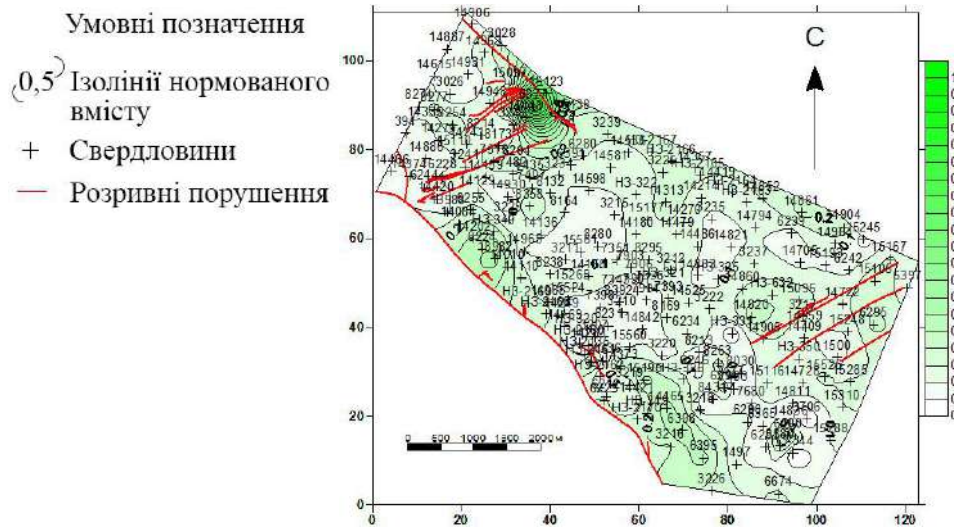


Рис. 4.16. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту As у вугіллі пласта c_8^B (ш. Західно-Донбаська)

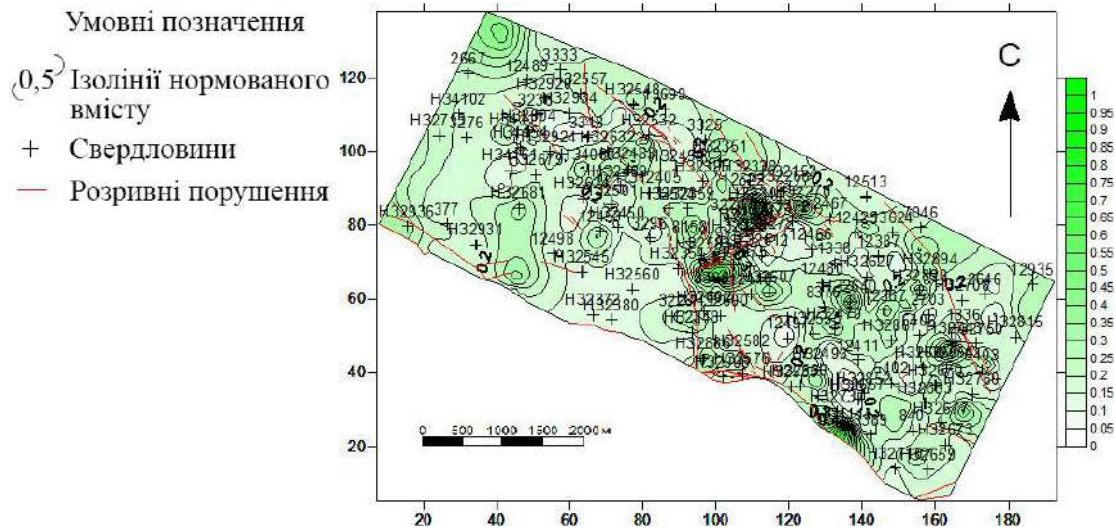


Рис. 4.17. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту As у вугіллі пласта c_8^H (ш. Дніпровська)

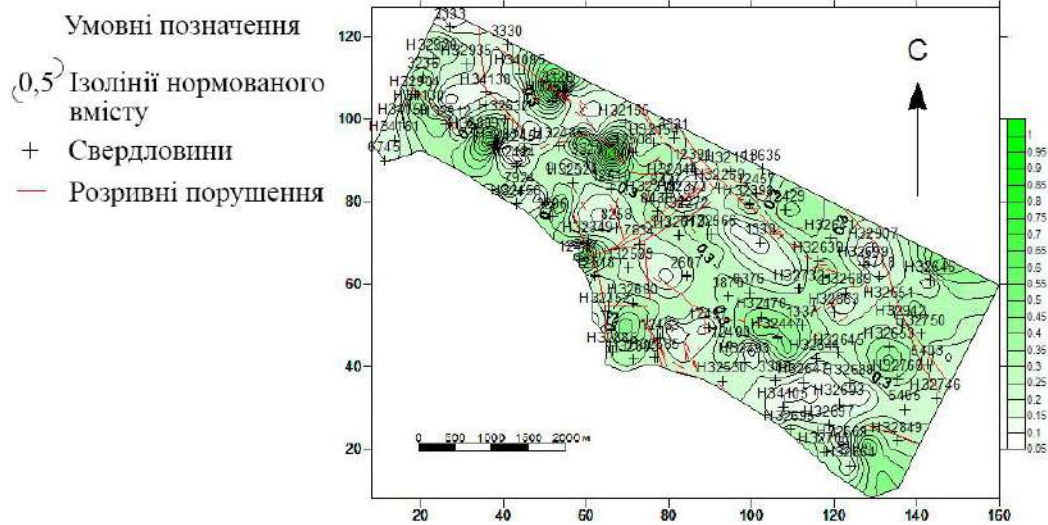


Рис. 4.18. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту As у вугіллі пласта c_8^B (ш. Дніпровська)

По пласту c_{10}^B вміст цього елементу змінюється в інтервалі від 6,91 г/т до 32,58 г/т, при середньому значенні 12,36 г/т. Вміст As не пов'язаний з глибиною, потужністю та зольністю вугілля. Можна виділити три зони підвищеного вмісту миш'яку. Найбільше значення пов'язане із свердловиною №НЗ2351 в північній частині шахтного поля (рис. 4.19), із вмістом миш'яку 32,58 г/т. На південний схід від неї в південно-східній частині ділянки розташована свердловина №НЗ2840, із вмістом миш'яку 27,43 г/т. На південний захід від неї знаходиться свердловина №5405, As-26,26 г/т, яка приурочена до розривних порушень південно-східного простягання. Мінімальне значення вмісту миш'яку вугільного пласта c_{10}^B відзначено в свердловині №НЗ4095, яка знаходиться в північній частині ділянки і становить 6,91 г/т. Свердловина приурочена до розривного порушення південно-східного простягання.

Миш'як пов'язаний із ртуттю ($r = 0,61$) і має тісний кореляційний зв'язок із вмістом у вугіллі сірки загальної ($r = 0,93$). Лінійні рівняння регресії:

$$As = 0,0531 + 0,5707 \times Hg;$$

$$As = 0,0378 + 0,9777 \times S_t^d.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл миш'яку (ш. Дніпровська, c_{10}^B)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,036
Зольність вугілля	0,043
Вміст сірки загальної	0,921

По шахті «Благодатна» розглянуто пласти c_1 , c_5 і c_8^H . По пласту c_1 вміст As змінюється в діапазоні від 10,43 г/т до 78,61 г/т і не пов'язаний з напрямком падіння, глибиною, потужністю вугільного пласта та зольністю вугілля. Середнє значення вмісту миш'яку по пласту складає 35,15 г/т. Найбільша локація As знаходиться в північній частині шахтного поля (рис. 4.20). Вона просторово пов'язана із свердловиною № 8410.

Миш'як формує геохімічну асоціацію із ртуттю ($r = 0,90$) та його концентрації кореляційно пов'язані із вмістом у вугіллі сірки загальної ($r = 0,92$). Лінійні рівняння регресії:

$$As = 0,0957 + 0,9414 \times Hg;$$

$$As = 0,1369 + 1,0221 \times S_t^d.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл миш'яку (ш. Благодатна, c_1)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,028
Зольність вугілля	0,355
Вміст сірки загальної	0,617

Найбільша локація вмісту миш'яку по пласту c_5 становить 65,65 г/т, пов'язана із свердловиною № 8469, яка знаходиться в північній частині шахтного поля (рис. 4.21), також значні локації цього елементу приурочені до свердловин № Н32194 (62,47 г/т) на південному сході і № Н3191 (52,98 г/т) на сході ділянки. Концентрація As у вугіллі пласта змінюється від 9,57 г/т до 65,65 г/т і не пов'язана з глибиною, потужністю вугільного пласта та зольністю вугілля. Середнє значення вмісту миш'яку по пласту складає 29,81 г/т.

Миш'як формує геохімічну асоціацію із ртуттю ($r = 0,88$) і має тісний кореляційний зв'язок із вмістом у вугіллі сірки загальної ($r = 0,96$). Лінійні рівняння регресії:

$$As = 0,0639 + 0,9284 \times Hg;$$

$$As = 0,067 + 0,951 \times S_t^d.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл миш'яку (ш. Благодатна, c_5)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,041
Зольність вугілля	0,119
Вміст сірки загальної	0,840

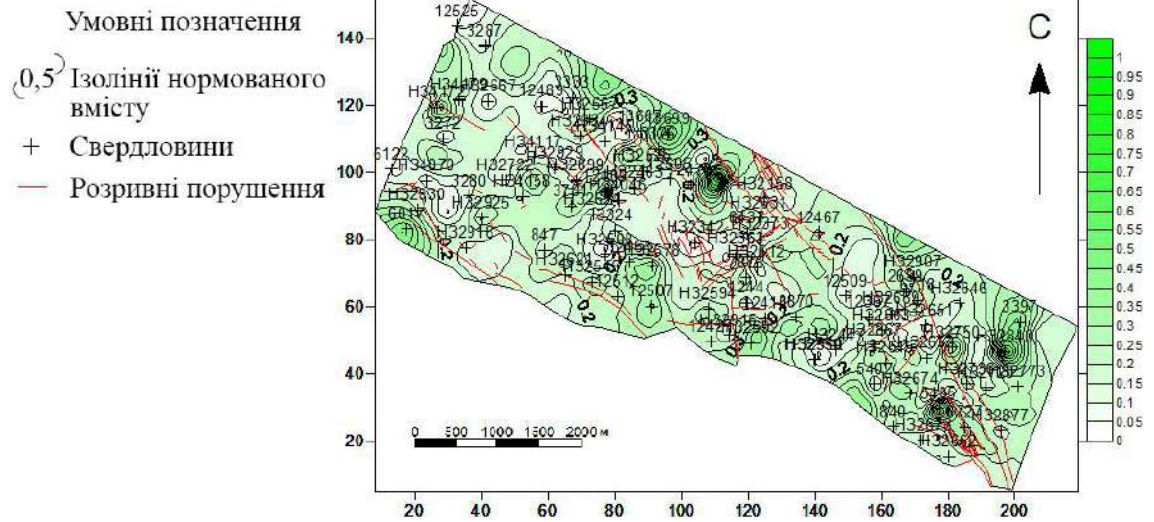


Рис. 4.19. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту As у вугіллі пласта c_{10}^B (ш. Дніпровська)

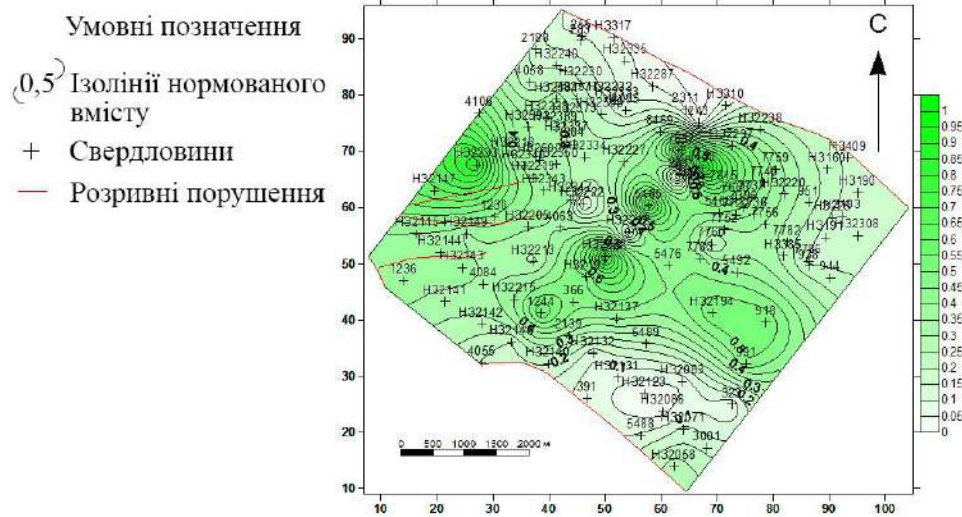


Рис. 4.20. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту As у вугіллі пласта c_1 (ш. Благодатна)

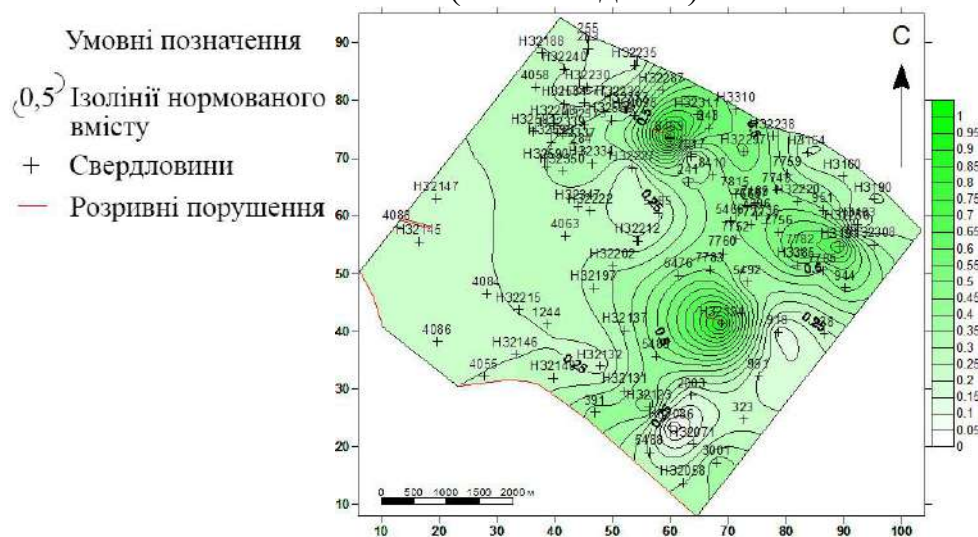


Рис. 4.21. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту As у вугіллі пласта c_5 (ш. Благодатна)

Вміст As у вугіллі пласта c_8^H характеризуються значними варіаціями. Він змінюється в межах від 5,46 г/т до 426,73 г/т і не пов'язаний з напрямком падіння, глибиною, потужністю вугільного пласта та зольністю вугілля. Середнє значення вмісту миш'яку по пласту складає 124,2 г/т. Найбільше значення вмісту As знаходиться в південній частині шахтного поля (рис. 4.22). Воно просторово співпадає із свердловиною №НЗ2086.

Миш'як формує геохімічну асоціацію із ртуттю ($r = 0,94$) і його концентрація корелює із вмістом у вугіллі сірки загальної ($r = 0,96$).

Лінійні рівняння регресії:

$$As = -0,1172 + 1,1079 \times Hg;$$

$$As = -0,0385 + 1,045 \times S_t^d.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл миш'яку (ш. Благодатна, c_8^H)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,001
Зольність вугілля	0,006
Вміст сірки загальної	0,993

Вміст As по пласту c_7^H шахти «Павлоградська» змінюється в межах від 4,01 г/т до 20,34 г/т. Він не пов'язаний з напрямком падіння, глибиною, потужністю вугільного пласта та зольністю вугілля. Середнє значення вмісту миш'яку по пласту складає 9,27 г/т. Найбільше значення вмісту As знаходиться в південно-східній частині шахтного поля (рис. 4.23). Воно просторово співпадає із свердловиною № НЗ2118. Миш'як формує геохімічну асоціацію із ртуттю ($r = 0,77$) та його концентрації кореляційно пов'язані із вмістом у вугіллі сірки загальної ($r = 0,79$). Лінійні рівняння регресії:

$$As = 0,1436 + 0,7889 \times Hg;$$

$$As = 0,2385 + 0,7269 \times S_t^d.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл миш'яку (ш. Павлоградська, с₇^н)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,005
Зольність вугілля	0,174
Вміст сірки загальної	0,821

На фоні однорідних значень вмісту миш'яку по пласту с₄ шахти «Самарська» можна виділити найбільшу аномалію вмісту миш'яку (рис. 4.24). Вона знаходиться в північно-східній частині шахтного поля і приурочена до свердловини №12428 із вмістом As 78,34 г/т, з північного сходу її границею є межа шахтного поля, з південного сходу обмежена свердловинами №12833 і №12479. З північного заходу обмежена свердловинами №372 і №8037. З південного заходу – №12435. Також значні аномалії миш'яку приурочені до свердловин №8066 (45,17 г/т), №6981 (48,66 г/т), №Н34033 (43,15 г/т) і №1459 (42,37 г/т). Вміст миш'яку не залежить від напрямку падіння, глибини, потужності вугільного пласта та концентрації сірки загальної.

Миш'як корелює із берилієм ($r = 0,58$), марганцем ($r = 0,67$), ртуттю ($r = 0,65$), фтором ($r = 0,81$), а також із зольністю вугілля ($r = 0,66$). Лінійні рівняння регресії:

$$As = 0,0534 + 0,2975 \times Be; \quad As = 0,0931 + 0,4738 \times Mn;$$

$$As = 0,1144 + 0,5568 \times Hg; \quad As = 0,028 + 0,831 \times F;$$

$$As = 0,1004 + 0,4868 \times A^d.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл миш'яку (ш. Самарська, с₄)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,002
Зольність вугілля	0,980
Вміст сірки загальної	0,018

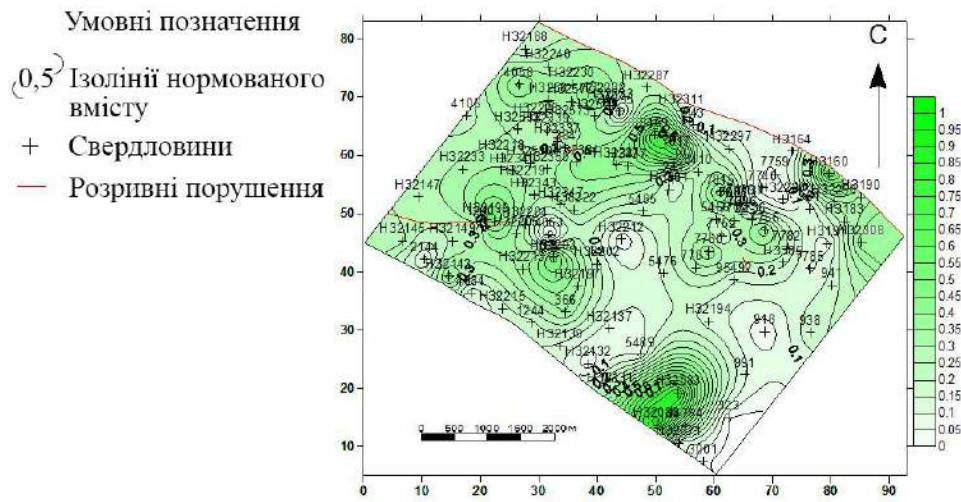


Рис. 4.22. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту As у вугіллі пласта c_8^H (ш. Благодатна)

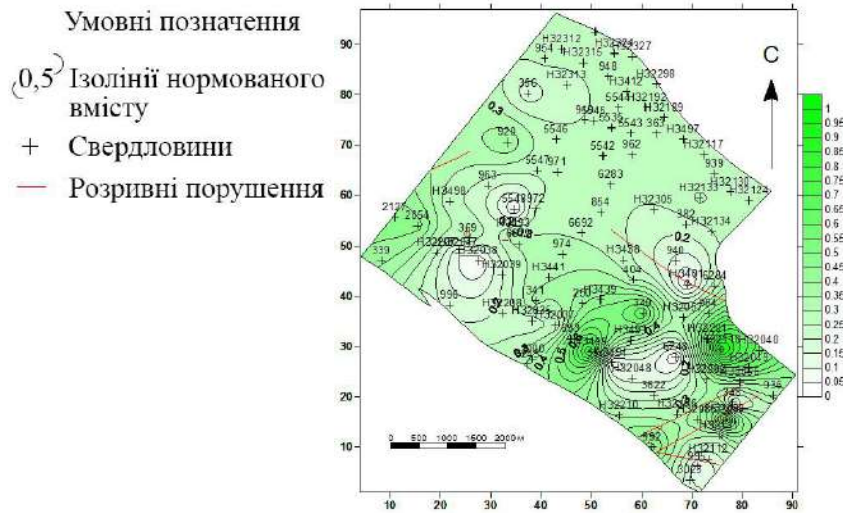


Рис. 4.23. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту As у вугіллі пласта c_7^H (ш. Павлоградська)

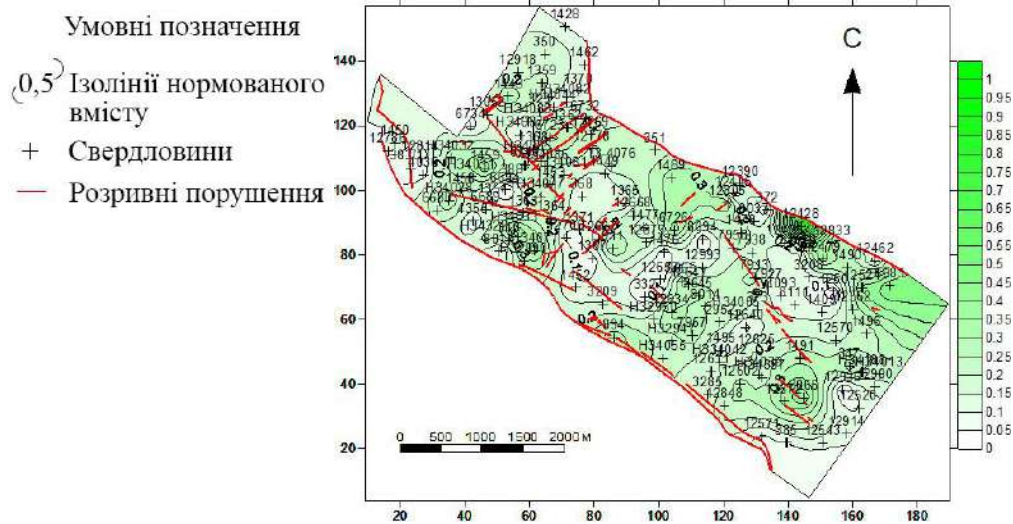


Рис. 4.24. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту As у вугіллі пласта c_4 (ш. Самарська)

По шахті «ім. М.І. Сташкова» розглянуто пласти c_4^2 і c_{10}^B . Найбільші зони підвищеного вмісту миш'яку по пласту c_4^2 розташовані в північній частині шахтного поля (рис. 4.25). Концентрація As змінюється в межах від 15,86 г/т до 45,54 г/т. Середнє значення по пласту складає 24,71 г/т. Найбільша кумуляція цього елементу приурочена до свердловини №НЗ177 в північній частині шахтного поля. Його вміст не залежить від глибини, потужності пласта та зольності вугілля.

Встановлено тісний кореляційний зв'язок між вмістом миш'яку і сірки загальної у вугіллі пласта ($r = 0,96$), концентрацією ртуті ($r=0,85$) та свинцю ($r=0,84$). Лінійні рівняння регресії:

$$As = 0,0537 + 0,975 \times S_t^d; \quad As = 0,0223 + 0,8838 \times Hg; \quad As = 0,0169 + 0,7946 \times Pb.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл миш'яку (ш. ім. М.І. Сташкова, c_4^2)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,043
Зольність вугілля	0,039
Вміст сірки загальної	0,918

Вміст миш'яку по пласту c_{10}^B змінюється в діапазоні від 6,31 г/т до 40,41 г/т і не пов'язаний з напрямком падіння, глибиною, потужністю вугільного пласта та зольністю вугілля. Середнє значення складає 17,27 г/т. Найбільші значення вмісту миш'яку знаходяться в південно-східній частині шахтного поля (рис. 4.26). Вони приурочені до свердловин №13247 і №13180 із значеннями 35,31 г/т і 40,41 г/т відповідно. Миш'як формує геохімічну асоціацію із ртуттю ($r = 0,81$) та його концентрації кореляційно пов'язані із вмістом у вугіллі сірки загальної ($r = 0,89$). Лінійні рівняння регресії:

$$As = 0,0626 + 0,7174 \times Hg; \quad As = 0,1267 + 0,7734 \times S_t^d.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл миш'яку (ш. ім. М.І. Сташкова, c_{10}^B)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,005
Зольність вугілля	0,052
Вміст сірки загальної	0,943

По пласту c_6^H шахти «Тернівська» можна виділити дві найбільші зони підвищеного вмісту миш'яку (рис. 4.27). Перша зона знаходиться в центральній частині шахтного поля і пов'язана із свердловинами №1417 – 241 г/т, №2606 – 270 г/т, і №6230 із вмістом миш'яку 280 г/т. Вона обмежена свердловинами №1426, №2588, №1402, №909 і розташована на ділянці перетину серії розломів північно-західного і південно-західного простягання. Друга зона знаходиться в південній частині шахтного поля і представлена свердловиною №6217, в якій вміст As складає 230,6 г/т, вона обмежена свердловинами №2678, №6213, №5863 і №5862. Величина зміни вмісту миш'яку по шахтному полю складає від 29 до 280 г/т.

Миш'як формує геохімічну асоціацію із ртуттю ($r = 0,78$) і має тісний кореляційний зв'язок із вмістом у вугіллі сірки загальної ($r = 0,91$) і зольністю вугілля ($r = 0,53$). Лінійні рівняння регресії:

$$As = 0,1777 + 0,7423 \times Hg; \quad As = 0,0265 + 0,9573 \times S_t^d; \quad As = 0,1418 + 0,5874 \times A^d.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.12.

Таблиця 4.12 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл миш'яку (ш. Тернівська, c_6^H)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,002
Зольність вугілля	0,031
Вміст сірки загальної	0,967

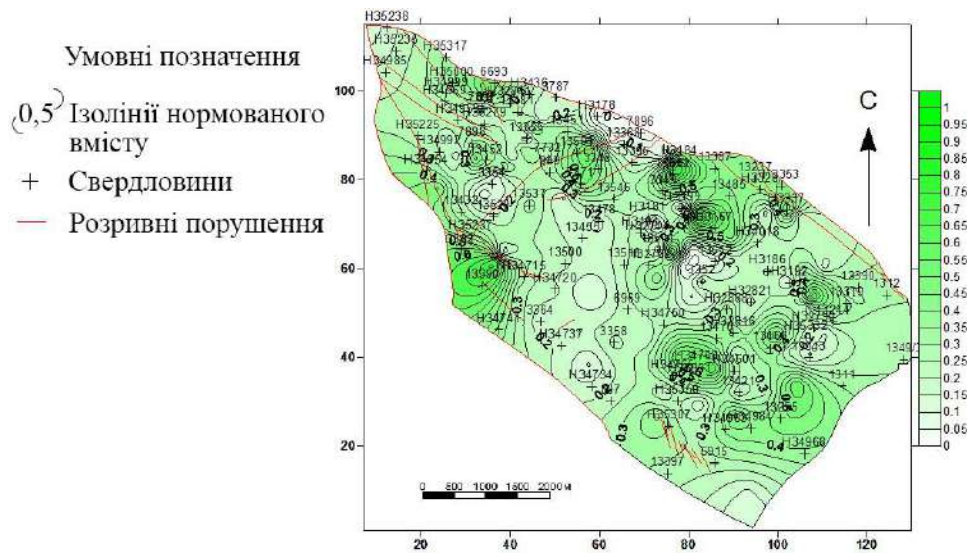


Рис. 4.25. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту As у вугіллі пласта c_4^2 (ш. ім. М.І. Сташкова)

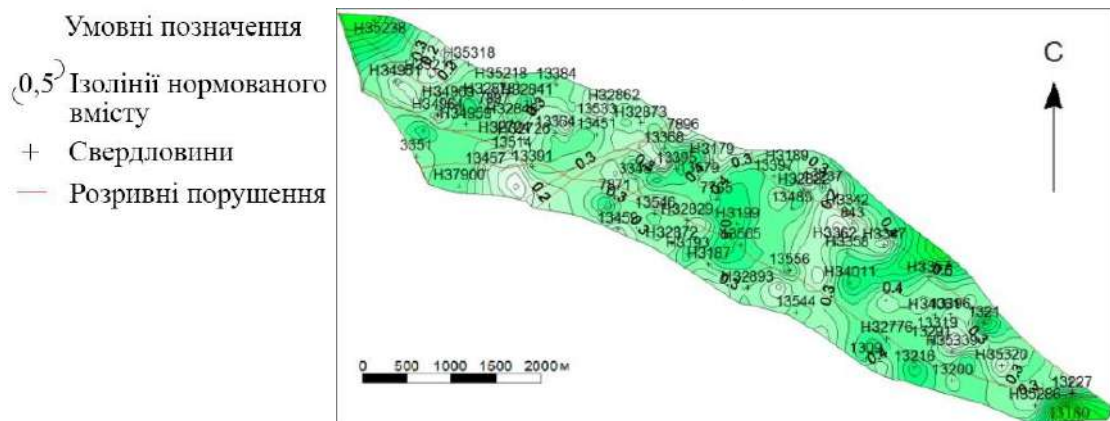


Рис. 4.26. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту As у вугіллі пласта c_{10}^B (ш. ім. М.І. Сташкова)

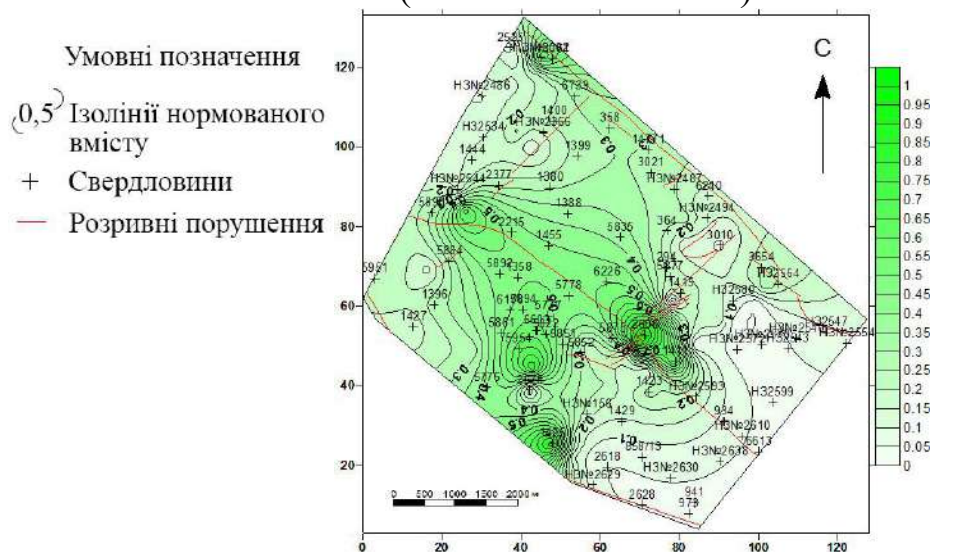


Рис. 4.27. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту As у вугіллі пласта c_6^H (ш. Тернівська)

Висновки до розділу 4.2.1:

1. Регіональна складова вмісту миш'яку збільшується переважно в південно-східному і північно-східному напрямку.

2. У цілому вміст миш'яку не залежить від зольності вугілля, глибини залягання і потужності пластів. У більшості досліджуваних шахтопластів концентрації миш'яку мають тісні прямі кореляційні зв'язки із вмістом сірки загальної S_t^d (91,7% шахтопластів), що підтверджується результатами дисперсійного аналізу. Таким чином, із зменшенням вмісту сірки загальної концентрація миш'яку зменшується.

3. Найбільш стійкою геохімічною асоціацією є As – Hg (75% шахтопластів). Геохімічні асоціації As – Hg – Pb і As – Hg – Be – Mn – F встановлені відповідно у вугіллі пластів c_4^2 шахт «ім. М.І. Сташкова» і c_4 «Самарська», причому в другому випадку спостерігається зв'язок концентрацій миш'яку із зольністю вугілля.

4. Ділянки з аномально високим вмістом миш'яку просторово поєднані із зонами підвищеної тріщинуватості, які генетично пов'язані з окремими середньо- та малоамплітудними розривними порушеннями.

4.2.2. Особливості розподілу берилію в окремих шахтопластах

По шахті «Західно-Донбаська» концентрація Be у вугіллі пласта c_8^b варіює в межах від 0,18 г/т до 9,48 г/т (рис. 4.28), при середньому значенні – 5,48 г/т. Найбільша локація берилію знаходиться в південній частині шахтного поля в районі свердловини №14336. Вміст цього елемента не залежить від глибини, потужності пласта та вмісту сірки загальної у вугіллі.

Спостерігається тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом Be і зольністю вугілля ($r = -0,96$) та фтором ($r = -0,90$). Лінійні рівняння регресії:

$$Be = 0,9453 - 1,2272 \times A^d;$$

$$Be = 0,9441 - 1,2848 \times F.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.13.

Таблиця 4.13 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл берилію (ш. Західно-Донбаська, с₈^В)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,031
Зольність вугілля	0,963
Вміст сірки загальної	0,006

По пласту с₈^В шахти «Дніпровська» вміст берилію змінюється в інтервалі від 2,05 г/т до 5,83 г/т. Середнє його значення складає 4,44 г/т. Вміст берилію не залежить від глибини, потужності пласта та вмісту сірки загальної у вугіллі. Найбільше значення вмісту берилію знаходиться в центральній частині шахтного поля (рис. 4.29) і представлене свердловиною №12417 (Be – 5,83 г/т). Також свердловини із значним його вмістом розташовані на північному заході (№333, Be – 5,828 г/т, № Н32914, Be – 5,801 г/т) та на північному сході (№ Н32708, Be – 5,803 г/т).

Встановлено середній зворотний кореляційний зв'язок між вмістом берилію і зольністю вугілля ($r = -0,64$) та фтором ($r = -0,65$). Лінійні рівняння регресії:

$$Be = 0,8173 - 0,7752 \times A^d;$$

$$Be = 0,8428 - 0,8156 \times F.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.14.

Таблиця 4.14 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл берилію (ш. Дніпровська, с₈^В)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,063
Зольність вугілля	0,662
Вміст сірки загальної	0,275

По пласту с₈^В концентрація берилію варіює в межах від 0,31 г/т до 4,3 г/т. Середнє значення вмісту берилію по пласту складає 3,65 г/т. Найбільше значення вмісту берилію знаходиться в південно-східній частині шахтного поля (рис. 4.30) і приурочене до свердловини №Н32656 (Be – 4,3 г/т). Також свердловини із значним вмістом берилію розташовані на півдні (№12463 Be – 4,29 г/т) та на півночі шахтного поля (№Н32346 Be – 4,29 г/т).

Спостерігається тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом Be і зольністю вугілля ($r = -0,96$) та фтором ($r = -0,84$). Лінійні рівняння регресії:

$$Be = 0,9783 - 0,9301 \times A^d;$$

$$Be = 1,0215 - 0,7658 \times F.$$

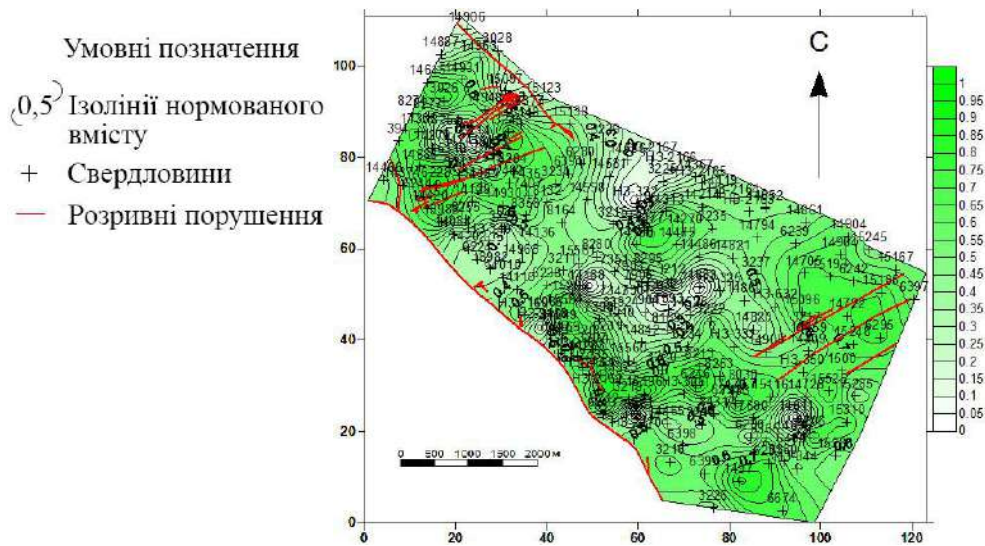


Рис. 4.28. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Ве у вугіллі пласта c_8^B (ш. Західно-Донбаська)

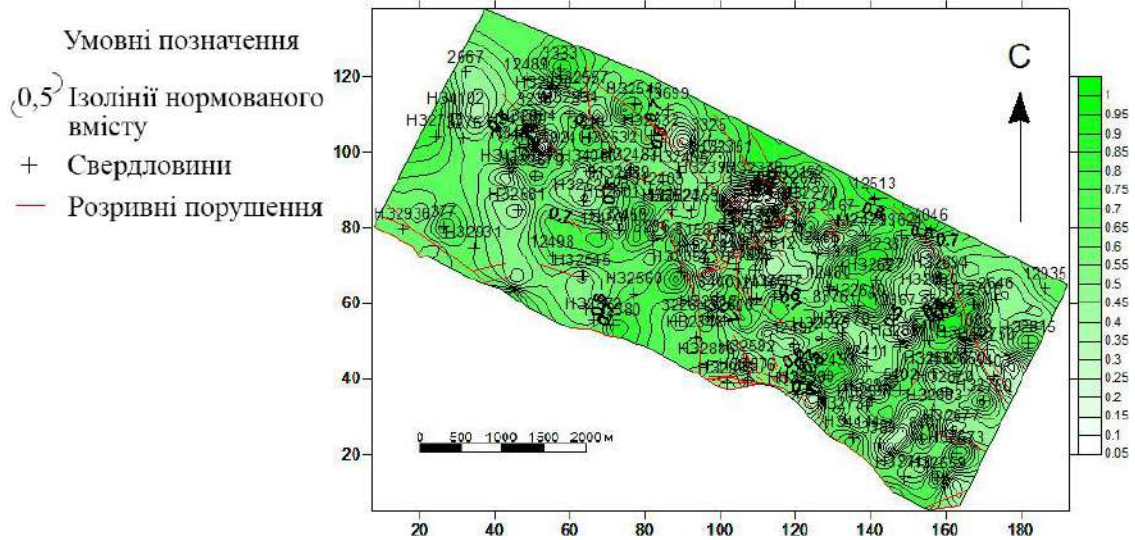


Рис. 4.29. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Ве у вугіллі пласта c_8^H (ш. Дніпровська)

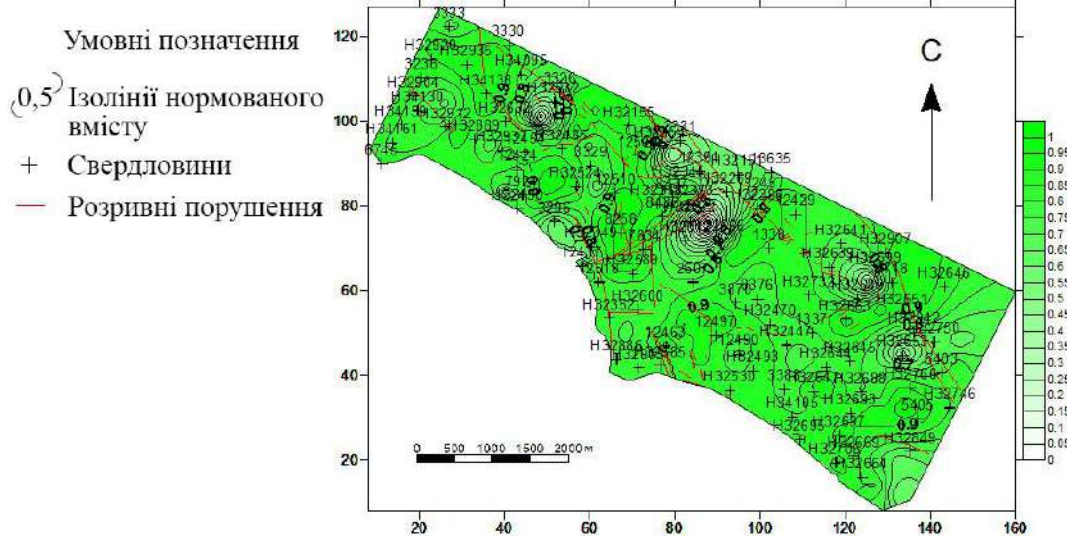


Рис. 4.30. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Ве у вугіллі пласта c_8^B (ш. Дніпровська)

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.15.

Таблиця 4.15 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл берилію (ш. Дніпровська, c_8^B)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,034
Зольність вугілля	0,951
Вміст сірки загальної	0,015

По пласту c_{10}^B вміст берилію змінюється в межах від 0,93 г/т до 4,22 г/т, при середньому значенні – 3,36 г/т. Найбільша локація берилію знаходиться в південно-західній частині шахтного поля (рис. 4.31), в районі свердловини №НЗ2508. Вміст Ве не залежить від глибини, потужності пласта та вмісту сірки загальної у вугіллі.

Виявлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом берилію і зольністю вугілля ($r = -0,95$) та фтором ($r = -0,86$). Лінійні рівняння регресії:

$$Be = 4,2014 - 0,1104 \times A^d; \quad Be = 5,2449 - 0,0173 \times F.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.16.

Таблиця 4.16 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл берилію (ш. Дніпровська, c_{10}^B)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,016
Зольність вугілля	0,976
Вміст сірки загальної	0,008

По пласту c_1 шахти «Благодатна» концентрація Ве у вугіллі пласта змінюється в межах від 1,02 г/т до 3,47 г/т, при середньому значенні – 2,72 г/т. Найбільша локація берилію знаходиться в південній частині шахтного поля (рис. 4.32), в районі свердловини №НЗ2058. Вміст Ве не залежить від глибини, потужності пласта та вмісту сірки загальної у вугіллі.

Спостерігається тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом Ве і зольністю вугілля ($r = -0,77$) та фтором ($r = -0,74$). Лінійні рівняння регресії:

$$Be = 0,9384 - 0,7214 \times A^d; \quad Be = 0,973 - 0,6377 \times F.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.17.

Таблиця 4.17 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл берилію (ш. Благодатна, с₁)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,126
Зольність вугілля	0,763
Вміст сірки загальної	0,111

По пласту с₅ його вміст змінюється в діапазоні від 1,67 г/т до 5,24 г/т, при середньому значенні – 3,92 г/т. Найбільша локація берилію знаходиться в північно-західній частині шахтного поля (рис. 4.33) в районі свердловини №НЗ2228. Вміст Ве не залежить від глибини, потужності пласта та вмісту сірки загальної у вугіллі.

Концентрація берилію корелює із зольністю вугілля ($r = -0,89$) та фтором ($r = -0,90$). Лінійні рівняння регресії:

$$Be = 0,8768 - 0,8961 \times A^d; \quad Be = 0,9109 - 0,9947 \times F.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.18.

Таблиця 4.18 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл берилію (ш. Благодатна, с₅)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,067
Зольність вугілля	0,889
Вміст сірки загальної	0,044

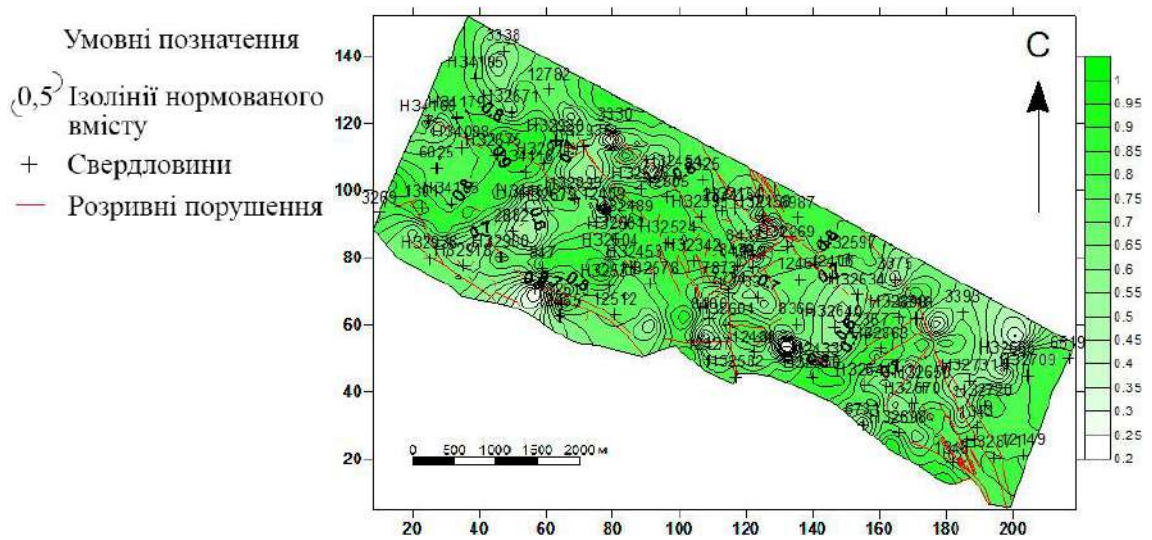


Рис. 4.31. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Ве у вугіллі пласта c_{10}^B (ш. Дніпровська)

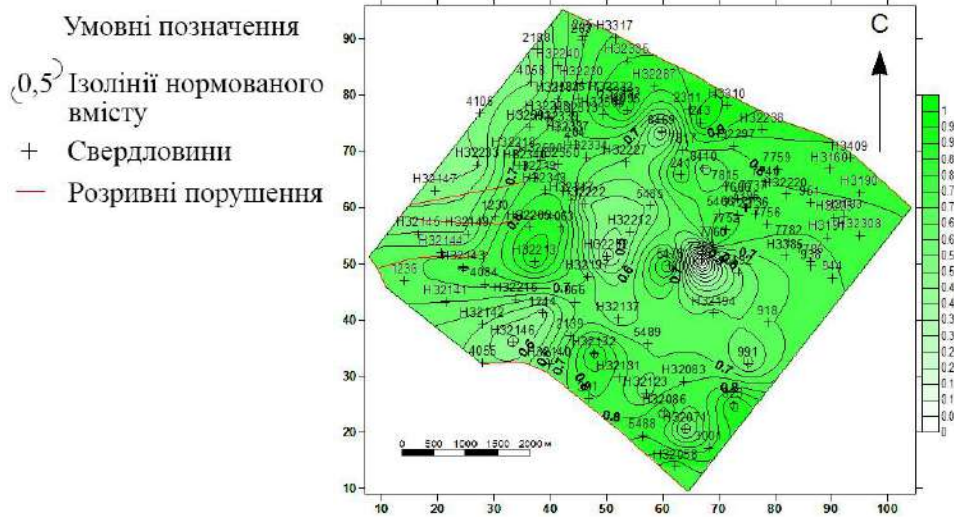


Рис. 4.32. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Ве у вугіллі пласта c_1 (ш. Благодатна)

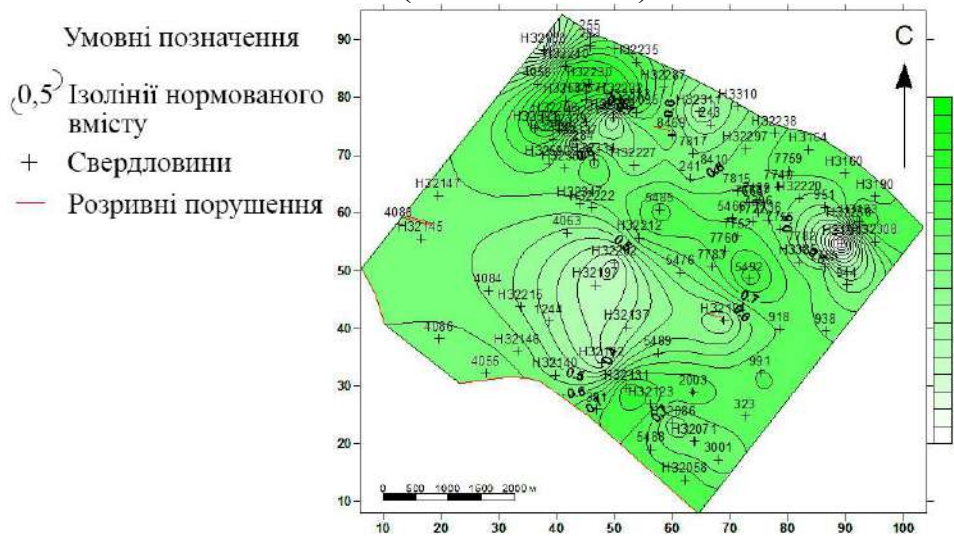


Рис. 4.33. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Ве у вугіллі пласта c_5 (ш. Благодатна)

Коливання концентрації Ве у вугіллі пласта c_8^H змінюється від 1,33 г/т до 5,94 г/т, при середньому його значенні 3,63 г/т. Найбільші значення вмісту берилію знаходяться в північно-східній частині шахтного поля на ділянці свердловин №7815, №7740, №7752 (рис. 4.34). Концентрація Ве не залежить від глибини, потужності пласта та вмісту загальної сірки у вугіллі.

Спостерігається тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом берилію і зольністю вугілля ($r = -0,94$) та фтором ($r = -0,91$). Лінійні рівняння регресії: $Be = 0,8771 - 0,8705 \times A^d$; $Be = 0,931 - 0,9465 \times F$.

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.19.

Таблиця 4.19 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл берилію (ш. Благодатна, c_8^H)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,024
Зольність вугілля	0,973
Вміст сірки загальної	0,003

Вміст берилію по пласту c_7^H шахти «Павлоградська» змінюється в межах від 1,87 г/т до 3,65 г/т, при середньому значенні – 2,95 г/т. Найбільші значення вмісту берилію знаходяться в південній частині шахтного поля (рис. 4.35) на ділянці свердловин №995 і №348. Концентрація Ве не залежить від глибини, потужності пласта та вмісту загальної сірки у вугіллі.

Виявлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом Ве і зольністю вугілля ($r = -0,88$), фтором ($r = -0,81$). Лінійні рівняння регресії:

$$Be = 0,9131 - 1,0225 \times A^d; \quad Be = 0,9173 - 0,9943 \times F.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.20.

Таблиця 4.20 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл берилію (ш. Павлоградська, c_7^H)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,017
Зольність вугілля	0,978
Вміст сірки загальної	0,005

По пласту c_4 шахти «Самарська» можна виділити три найбільш значні зони підвищеного вмісту берилію (рис. 4.36). Концентрація берилію коливається по

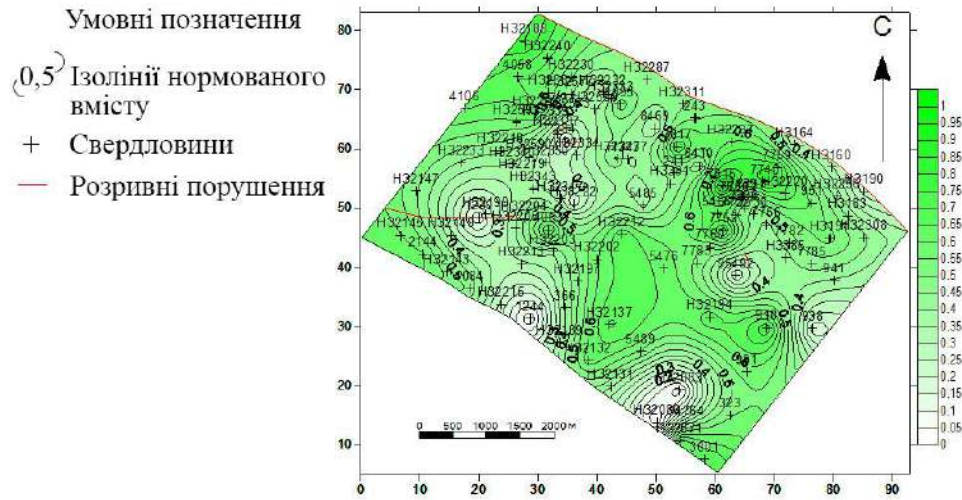


Рис. 4.34. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Be у вугіллі пласта c_8^H (ш. Благодатна)

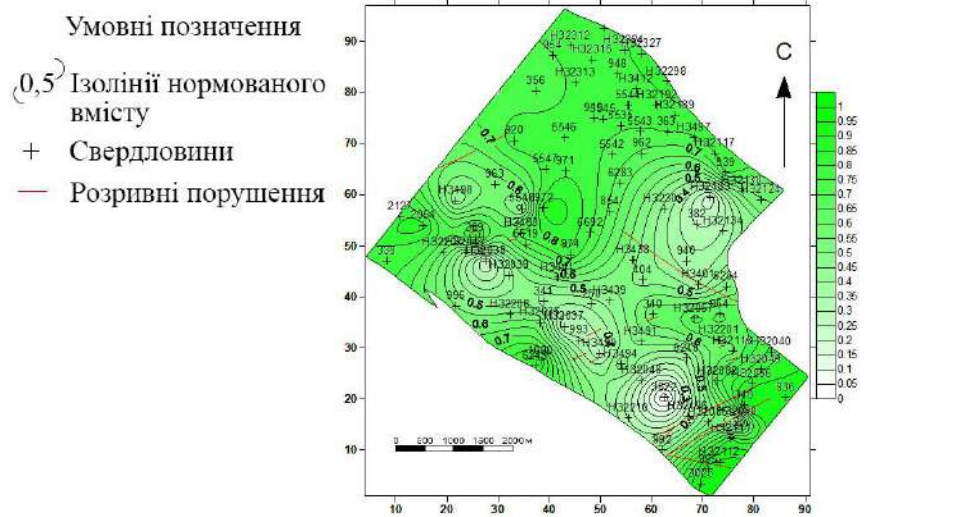


Рис. 4.35. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Be у вугіллі пласта c_7^H (ш. Павлоградська)

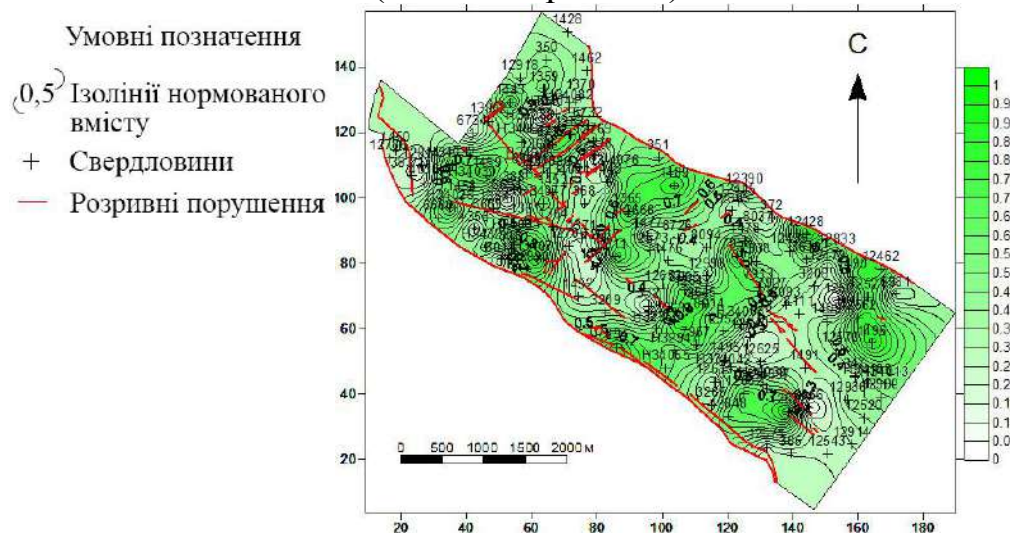


Рис. 4.36. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Be у вугіллі пласта c_4 (ш. Самарська)

шахтному полю від 0,23 г/т до 4,2 г/т, при середньому вмісті 2,23 г/т. Перша найбільша зона із вмістом берилію 4,2 г/т знаходиться на північному сході ділянки і пов'язана з свердловиною №1242. З північного сходу її границею є межа шахтного поля, з південного сходу обмежена свердловинами №12833 і №12479. З північного заходу обмежена свердловинами №372 і №8037. З південного заходу – свердловиною №12435. Також зони підвищеного вмісту берилію приурочені до свердловин №12572 (4,17 г/т) і №Н34071 (4,00 г/т). Кумуляція берилію не залежить від глибини, потужності пласта та вмісту загальної сірки у вугіллі.

Встановлено середні прямі кореляційні зв'язки між вмістом Ве і зольністю вугілля ($r = 0,63$), фтором ($r = 0,64$), миш'яком ($r = 0,58$), марганцем ($r = 0,64$) та ртуттю ($r = 0,64$). Лінійні рівняння регресії:

$$\text{Ве} = 0,3099 + 0,9218 \times A^d; \quad \text{Ве} = 0,2346 + 1,282 \times F; \quad \text{Ве} = 0,274 + 1,137 \times \text{As};$$

$$\text{Ве} = 0,3009 + 0,8763 \times \text{Mn}; \quad \text{Ве} = 0,3336 + 1,0717 \times \text{Hg}.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.21.

Таблиця 4.21 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл берилію (ш. Самарська, с₄)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,002
Зольність вугілля	0,946
Вміст сірки загальної	0,052

По пласту с₄² шахти «ім. М.І. Сташкова» концентрація Ве змінюється в інтервалі від 2,49 г/т до 4,77 г/т. Середнє значення по пласту складає 4,06 г/т. Найбільша локація цього елемента приурочена до свердловини №13447, яка знаходиться в південно-східній частині ділянки (рис. 4.37). Його вміст не залежить від глибини, потужності пласта та вмісту загальної сірки у вугіллі.

Встановлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом берилію і зольністю вугілля ($r = -0,73$), концентрацією марганцю ($r = -0,62$) та фтору ($r = -0,59$).

Лінійні рівняння регресії:

$$\text{Ве} = 0,8358 - 0,7453 \times A^d; \quad \text{Ве} = 0,8688 - 0,6047 \times \text{Mn}; \quad \text{Ве} = 0,8367 - 0,5158 \times F.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.22.

Таблиця 4.22 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл берилію (ш. ім. М.І. Сташкова, c_4^2)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,055
Зольність вугілля	0,733
Вміст сірки загальної	0,212

По пласту c_{10}^B вміст Ве у вугіллі пласта коливається від 2,27 г/т до 4,67 г/т, при середньому значенні – 3,87 г/т. Найбільша локація вмісту берилію знаходиться на південному сході шахтного поля (рис. 4.38), на ділянці свердловини №13353. Концентрація Ве не залежить від глибини, потужності пласта та вмісту загальної сірки у вугіллі.

Просліджується тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом Ве і зольністю вугілля ($r = -0,83$). Лінійне рівняння регресії: $Be = 0,8697 - 1,005 \times A^d$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.23.

Таблиця 4.23 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл берилію (ш. ім. М.І. Сташкова, c_{10}^B)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,017
Зольність вугілля	0,978
Вміст сірки загальної	0,005

По пласту c_6^H шахти «Тернівська» фіксуються три значні зони підвищеного вмісту берилію на фоні значної загальної мінливості. Його концентрація варіює від 1,6 г/т до 10,5 г/т, при середньому 4,26 г/т. Перша зона знаходиться в північній частині шахтного поля (рис. 4.39) і пов'язана із свердловинами НЗ №2502 і №2492 з вмістом берилію 10,5 і 10,3 г/т відповідно. Друга зона знаходиться в південно-західній частині ділянки і пов'язана із свердловинами №1422 і №6217 із вмістом берилію 8,9 і 8,6 г/т відповідно. На схід від неї розташована третя зона, яка приурочена до свердловини №1411 із вмістом 8,9 г/т. Концентрація берилію не залежить від глибини та потужності вугільного пласта. Спостерігається середній прямий кореляційний зв'язок між вмістом берилію і зольністю вугілля ($r = 0,66$), вмістом загальної сірки ($r = 0,59$), кумуляцією марганцю ($r = 0,68$), ртуті ($r = 0,56$) та фтору ($r = 0,59$).

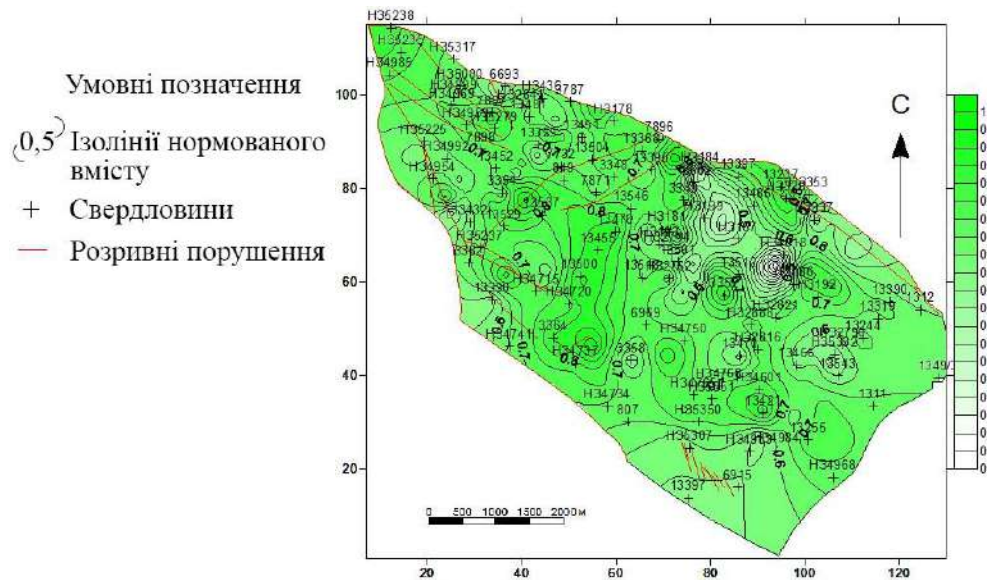


Рис. 4.37. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Ве у вугіллі пласта c_4^2 (ш. ім. М.І. Сташкова)

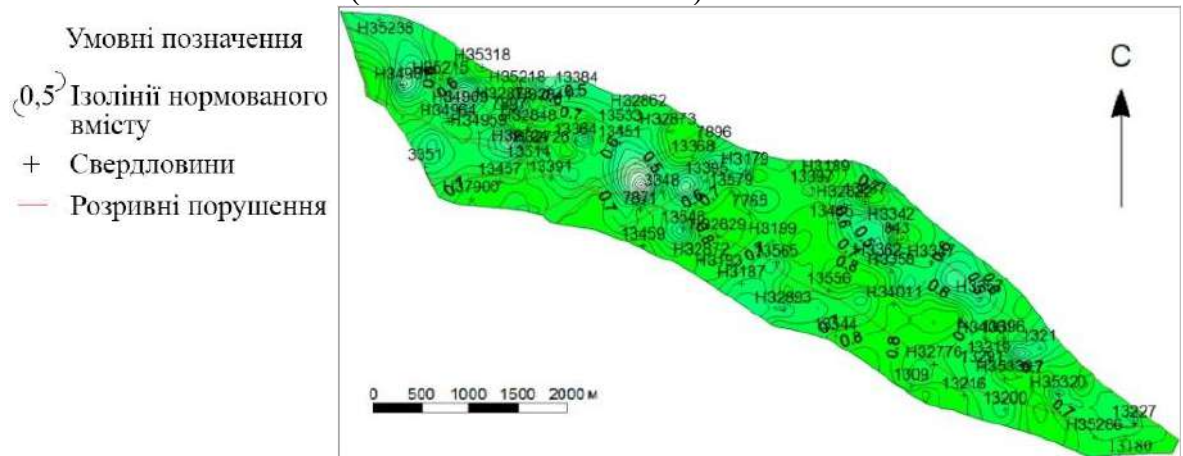


Рис. 4.38. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Ве у вугіллі пласта c_{10}^B (ш. ім. М.І. Сташкова)

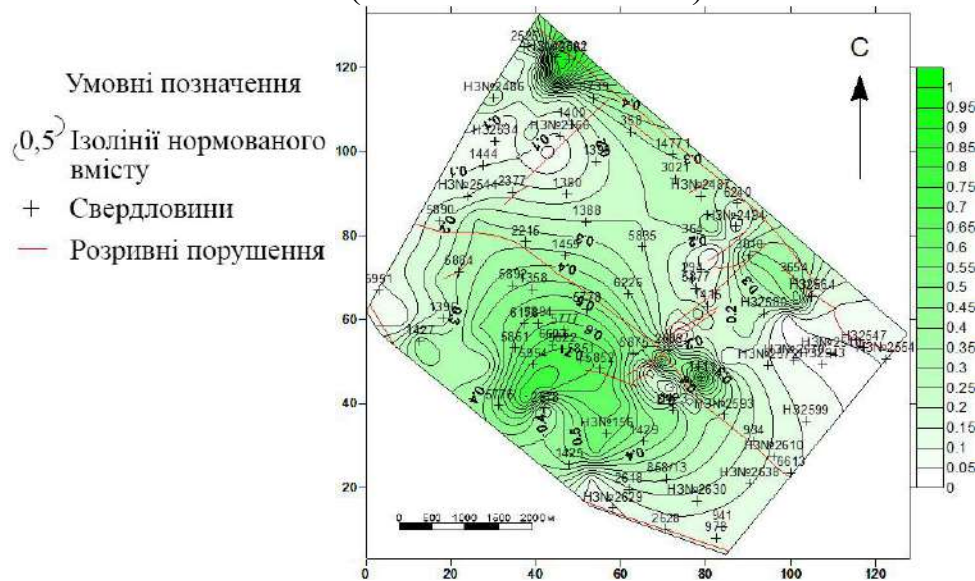


Рис. 4.39. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Ве у вугіллі пласта c_6^H (ш. Тернівська)

Лінійні рівняння регресії:

$$\text{Be}=0,0293+1,0964 \times A^d; \quad \text{Be}=0,1274+0,6338 \times S_t^d; \quad \text{Be}=0,0036+1,0813 \times \text{Mn};$$

$$\text{Be}=0,2188+0,5459 \times \text{Hg}; \quad \text{Be}=0,0264+0,8774 \times F.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.24.

Таблиця 4.24 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл берилію (ш. Тернівська, c_6^H)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,029
Зольність вугілля	0,954
Вміст сірки загальної	0,017

Висновки до розділу 4.2.2:

1. Регіональна складова вмісту берилію збільшується переважно в південно-західному напрямку, в бік УКЩ.

2. В цілому вміст берилію не залежить від вмісту сірки загальної, глибини залягання і потужності пластів. В переважній більшості досліджуваних шахтопластів концентрації берилію мають тісні зворотні кореляційні зв'язки із зольністю вугілля A^d (93,3% шахтопластів), що підтверджується результатами дисперсійного аналізу. Отже, із збільшенням мінеральних домішок у вугільних пластах концентрація берилію зменшується.

3. В більшості досліджень шахтопластів берилій не формує геохімічних асоціацій ні з одним $TiPTE$ (83% шахтопластів). Тільки при проявленні позитивного кореляційного зв'язку із зольністю вугілля спостерігається формування геохімічних асоціацій в одному випадку $Be - F - Hg - Mn - As$, а в другому $Be - F - Hg - Mn$, відповідно у вугіллі пластів c_4 «Самарська» і c_6^H «Тернівська».

4.2.3. Особливості розподілу кобальту в окремих шахтопластах

Концентрація кобальту по пласту c_8^B шахти «Західно-Донбаська» змінюється в межах від 1,75 г/т до 22,69 г/т (рис. 4.40). Середнє значення його вмісту по пласту складає 10,43 г/т. Максимальне значення встановлене в

центральної частині ділянки і приурочене до свердловини №14180. Концентрація Со не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля

Встановлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом кобальту і потужністю вугільного пласта ($r = -0,73$), тісний прямий кореляційний зв'язок з кумуляцією марганцю ($r = 0,87$), нікелю ($r = 0,86$), свинцю ($r = 0,86$), хрому ($r = 0,87$), та ванадію ($r = 0,86$). Лінійні рівняння регресії:

$$\text{Co} = 0,506 - 0,4422 \times m; \quad \text{Co} = 0,0969 + 0,8182 \times \text{Mn}; \quad \text{Co} = 0,0933 + 0,7952 \times \text{Ni};$$

$$\text{Co} = 0,0732 + 0,8185 \times \text{Pb}; \quad \text{Co} = 0,1211 + 0,7789 \times \text{Cr}; \quad \text{Co} = 0,105 + 0,7893 \times \text{V}.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.25.

Таблиця 4.25 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл кобальту (ш. Західно-Донбаська, с₈^В)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,943
Зольність вугілля	0,018
Вміст сірки загальної	0,039

По пласту с₈^В шахти «Дніпровська» концентрація кобальту коливається в інтервалі від 3,99 г/т до 16,52 г/т, при середньому значенні його вмісту 8,99 г/т. Візуально за вмістом кобальту поле шахти можна розділити на три зони. Зона найменших значень його вмісту простягається з півдня на північ і частково – на північний захід. Зона середніх значень розташована в північно-східній і південно-східній частині ділянки. Зона найбільших значень знаходиться в північно-західній і південно-західній частині шахтного поля. Найбільше значення вмісту кобальту приурочене до свердловини №НЗ2560 (Со 16,52 г/т) в південно-західній частині шахтного поля (рис. 4.41). Західніше розташована свердловина №НЗ2355 (Со – 16,08 г/т). В північно-західній частині ділянки знаходяться свердловини №НЗ2675 і №НЗ4131, які разом формують зону підвищеного вмісту кобальту із значеннями 14,92 і 14,91 г/т відповідно. Кумуляція кобальту не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Спостерігається тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом кобальту і потужністю вугільного пласта ($r = -0,88$), тісний прямий зв'язок з

кумуляцією марганцю ($r = 0,76$), нікелю ($r = 0,79$), свинцю ($r = 0,77$), хрому ($r = 0,79$), ванадію ($r = 0,82$). Лінійні рівняння регресії:

$$Co = 0,9779 - 0,9116 \times m; \quad Co = 0,0872 + 0,7856 \times Mn; \quad Co = 0,0217 + 0,9224 \times Ni;$$

$$Co = 0,108 + 0,7423 \times Pb; \quad Co = 0,0845 + 0,8251 \times Cr; \quad Co = 0,1311 + 0,781 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.26.

Таблиця 4.26 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл кобальту (ш. Дніпровська, с₈^Н)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,986
Зольність вугілля	0,008
Вміст сірки загальної	0,006

По пласту с₈^В вміст кобальту змінюється в межах від 4,03 г/т до 11,82 г/т. Середнє його значення складає 7,69 г/т. Кумуляція Со не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля. Найбільше значення вмісту кобальту (Со – 11,82 г/т) знаходиться в західній частині ділянки (рис. 4.42), біля границі шахтного поля, і приурочена до свердловини №Н32504. На південний схід від неї розташовані свердловини №Н32354 і №12417, із вмістом кобальту 11,5 г/т і 10,29 г/т відповідно, які приурочені до зони перетину розломів. В північно-західній частині ділянки знаходяться свердловини №Н32675 і №Н34131, які разом формують зону підвищеного вмісту кобальту із значеннями 14,92 і 14,91 г/т відповідно. На південному сході ділянки розташована свердловина №Н32712 (Со – 11,59 г/т).

Виявлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом кобальту і потужністю вугільного пласта ($r = -0,78$), тісний прямий кореляційний зв'язок з кумуляцією марганцю ($r = 0,75$), нікелю ($r = 0,68$), свинцю ($r = 0,55$), хрому ($r = 0,62$), ванадію ($r = 0,74$). Лінійні рівняння регресії:

$$Co = 0,935 - 0,8734 \times m; \quad Co = 0,0892 + 0,9583 \times Mn; \quad Co = 0,1366 + 0,7142 \times Ni;$$

$$Co = 0,2533 + 0,5359 \times Pb; \quad Co = 0,1338 + 0,741 \times Cr; \quad Co = 0,0897 + 0,8226 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.27.

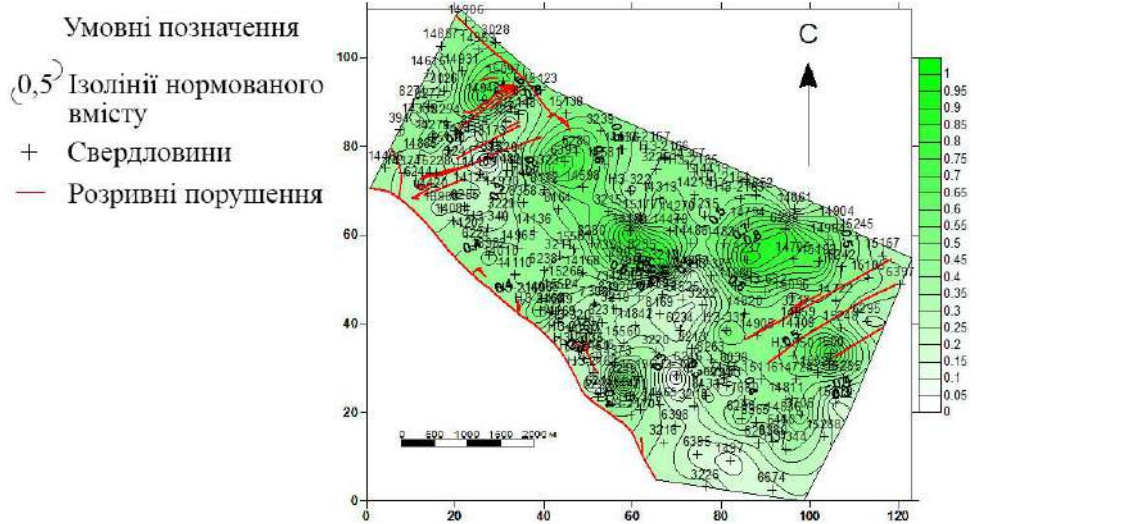


Рис. 4.40. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Co у вугіллі пласта c_8^B (ш. Західно-Донбаська)

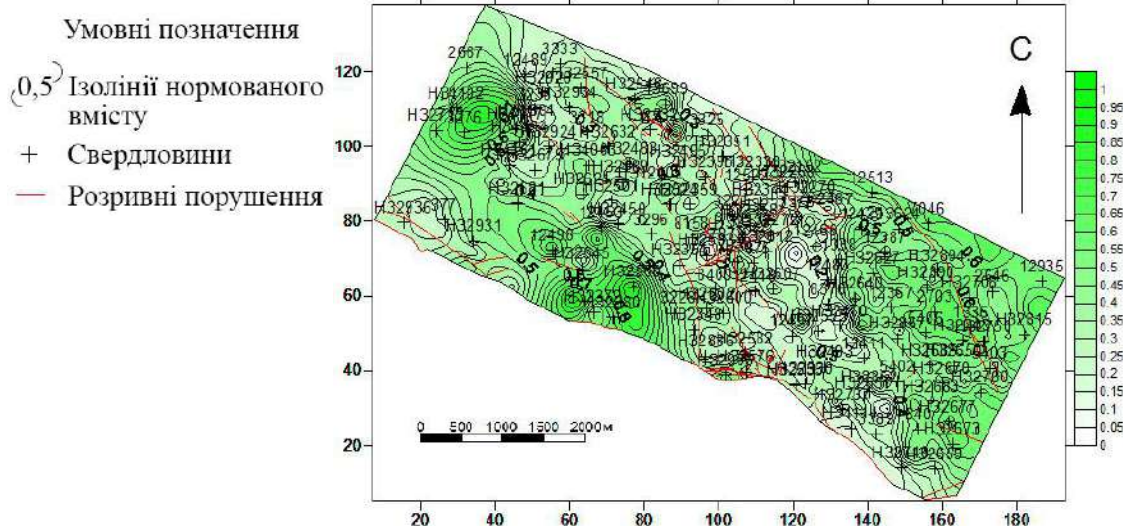


Рис. 4.41. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Co у вугіллі пласта c_8^H (ш. Дніпровська)

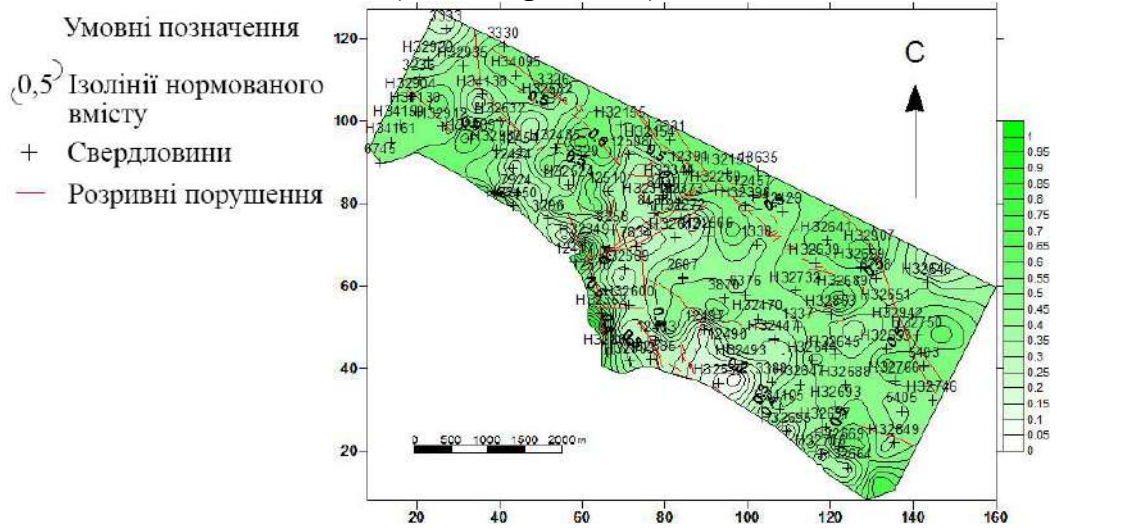


Рис. 4.42. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Co у вугіллі пласта c_8^B (ш. Дніпровська)

Таблиця 4.27 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл кобальту (ш. Дніпровська, с₈^В)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,895
Зольність вугілля	0,025
Вміст сірки загальної	0,08

По пласту с₁₀^В концентрація кобальту варіює в межах від 3,57 г/т до 14,95 г/т. Середнє значення концентрації кобальту по пласту складає 8,27 г/т. Максимальне значення встановлене в крайній західній частині ділянки (рис. 4.43) і приурочене до свердловини №НЗ2038. Концентрація Со не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом кобальту і потужністю вугільного пласта ($r = - 0,81$), тісний прямий кореляційний зв'язок з кумуляцією марганцю ($r=0,60$), нікелю ($r = 0,77$), свинцю ($r = 0,72$), хрому ($r = 0,68$), ванадію ($r = 0,81$). Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} \text{Со} &= 0,9441 - 0,8465 \times m; & \text{Со} &= 0,1907 + 0,5231 \times \text{Mn}; & \text{Со} &= 0,1405 + 0,7712 \times \text{Ni}; \\ \text{Со} &= 0,1465 + 0,7322 \times \text{Pb}; & \text{Со} &= 0,1866 + 0,5982 \times \text{Cr}; & \text{Со} &= 0,1125 + 0,8395 \times \text{V}. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.28.

Таблиця 4.28 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл кобальту (ш. Дніпровська, с₁₀^В)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,972
Зольність вугілля	0,01
Вміст сірки загальної	0,018

По пласту с₁ шахти «Благодатна» вміст кобальту змінюється в межах від 1,61 г/т до 8,59 г/т, при середньому значенні його вмісту 5,75 г/т. Максимальне значення встановлене в крайній північній частині ділянки (рис. 4.44) і приурочене до свердловини №8469. Кумуляція кобальту не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Виявлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом кобальту і потужністю вугільного пласта ($r = - 0,89$), тісний прямий кореляційний зв'язок з

кумуляцією марганцю ($r=0,65$), нікелю ($r = 0,75$), свинцю ($r = 0,70$), хрому ($r = 0,77$), ванадію ($r = 0,82$). Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} Co &= 1,0503 - 0,9972 \times m; & Co &= 0,292 + 0,6676 \times Mn; & Co &= 0,1819 + 0,761 \times Ni; \\ Co &= 0,153 + 0,7353 \times Pb; & Co &= 0,2461 + 0,7082 \times Cr; & Co &= 0,2427 + 0,6617 \times V. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.29.

Таблиця 4.29 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл кобальту (ш. Благодатна, c_1)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,779
Зольність вугілля	0,043
Вміст сірки загальної	0,178

По пласту c_5 концентрація кобальту варіює в межах від 6,31 г/т до 20,76 г/т. Середнє його значення по пласту складає 10,02 г/т. Максимальне значення встановлене в східній частині ділянки (рис. 4.45) і приурочене до свердловини №НЗ191. Концентрація Co не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом кобальту і потужністю вугільного пласта ($r = -0,91$), тісний прямий кореляційний зв'язок з кумуляцією марганцю ($r= 0,8551$), нікелю ($r = 0,8466$), свинцю ($r = 0,8303$), хрому ($r = 0,8761$), ванадію ($r = 0,8785$). Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} Co &= 0,506 - 0,4422 \times m; & Co &= 0,0725 + 0,7966 \times Mn; & Co &= -0,0186 + 0,9002 \times Ni; \\ Co &= -0,0709 + 0,8439 \times Pb; & Co &= 0,0234 + 0,8045 \times Cr; & Co &= 0,0151 + 0,8543 \times V. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.30.

Таблиця 4.30 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл кобальту (ш. Благодатна, c_5)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,975
Зольність вугілля	0,013
Вміст сірки загальної	0,012

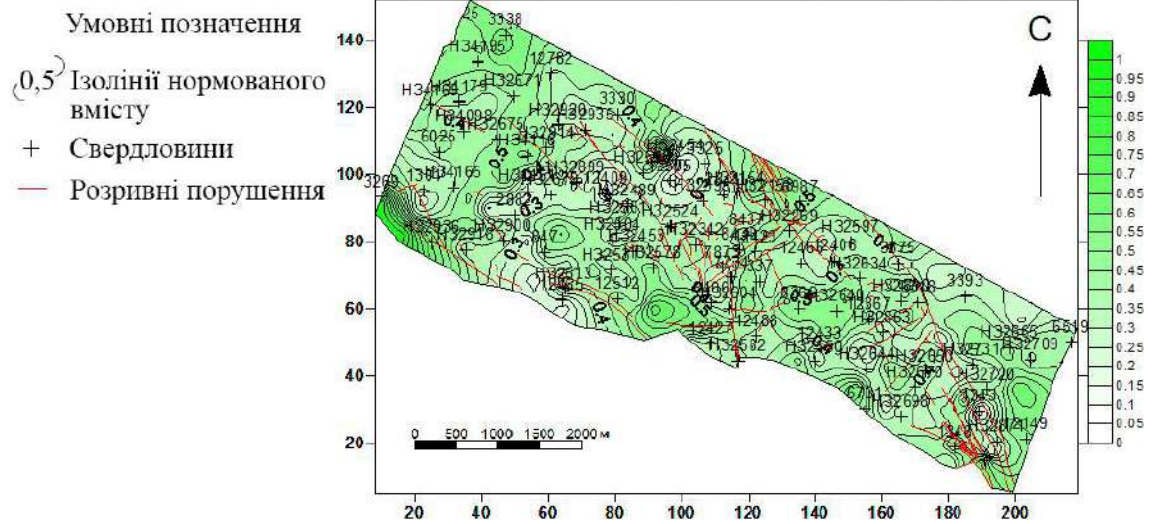


Рис. 4.43. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту S_o у вугіллі пласта c_{10}^B (ш. Дніпровська)

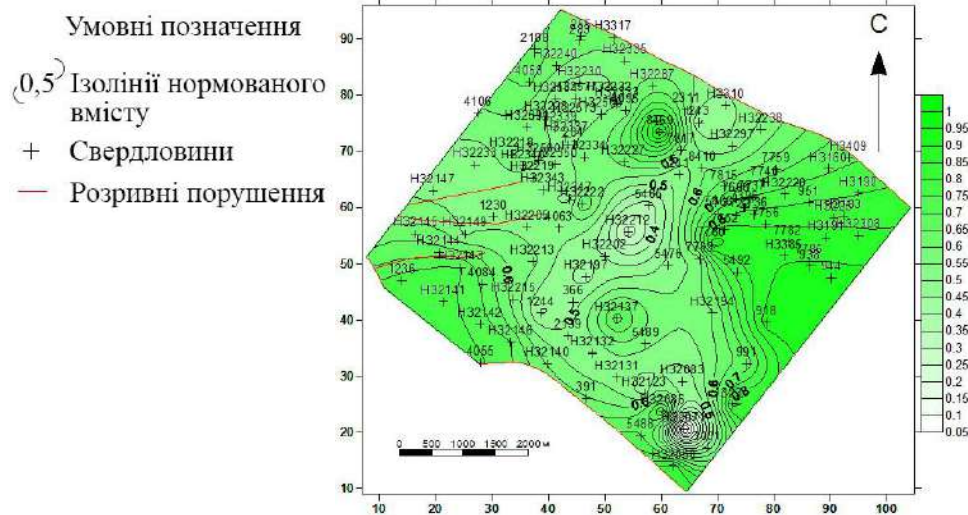


Рис. 4.44. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту S_o у вугіллі пласта c_1 (ш. Благодатна)

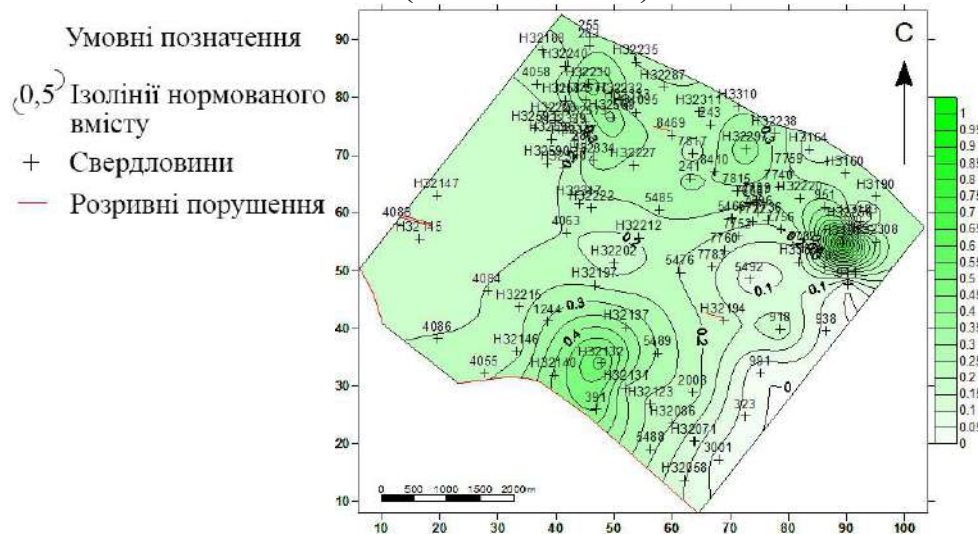


Рис. 4.45. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту S_o у вугіллі пласта c_5 (ш. Благодатна)

Вміст кобальту по пласту c_8^H змінюється в межах від 1,24 г/т до 12,11 г/т, при середньому значенні його вмісту 7,54 г/т. Максимальні значення встановлені в західній і північно-західній частині шахтного поля. Найбільша локація кобальту знаходиться на північному заході ділянки (рис. 4.46) і приурочена до свердловини №4095. Концентрація Co не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Виявлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом кобальту і потужністю вугільного пласта ($r = -0,91$), тісний прямий кореляційний зв'язок з кумуляцією марганцю ($r=0,80$), нікелю ($r = 0,78$), свинцю ($r = 0,85$), хрому ($r = 0,88$) та ванадію ($r = 0,88$). Лінійні рівняння регресії:

$$Co = 0,9954 - 0,8555 \times m; \quad Co = 0,182 + 0,7816 \times Mn; \quad Co = 0,2779 + 0,6913 \times Ni;$$

$$Co = 0,1806 + 0,8153 \times Pb; \quad Co = 0,1459 + 0,8812 \times Cr; \quad Co = 0,1231 + 0,8673 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.31.

Таблиця 4.31 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл кобальту (ш. Благодатна, c_8^H)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,951
Вміст мінеральних домішок	0,016
Вміст сірки загальної	0,033

По пласту c_7^H шахти «Павлоградська» концентрація кобальту змінюється в інтервалі від 3,17 г/т до 10,22 г/т. Середнє значення вмісту по пласту складає 6,33 г/т. Максимальне значення встановлене в західній частині шахтного поля (рис. 4.47), на ділянці свердловини №Н32038. Концентрація Co не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом кобальту і потужністю вугільного пласта ($r = -0,80$), тісний прямий кореляційний зв'язок з кумуляцією марганцю ($r=0,76$), нікелю ($r = 0,66$), свинцю ($r = 0,85$), хрому ($r = 0,84$) та ванадію ($r = 0,74$). Лінійні рівняння регресії:

$$Co = 0,6346 - 0,5463 \times m; \quad Co = 0,1622 + 0,727 \times Mn; \quad Co = 0,1721 + 0,5291 \times Ni;$$

$$Co = 0,1261 + 0,7604 \times Pb; \quad Co = 0,0844 + 0,8552 \times Cr; \quad Co = 0,1645 + 0,7873 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.32.

Таблиця 4.32 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл кобальту (ш. Павлоградська, с₇^н)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,694
Зольність вугілля	0,084
Вміст сірки загальної	0,223

По пласту с₄ шахти «Самарська» вміст кобальту змінюється в межах від 1,5 г/т до 10,8 г/т, при середньому значенні 5,82 г/т. Найбільше значення приурочене до свердловини №8066, яка знаходиться на південному сході ділянки (рис. 4.48). Кумуляція кобальту не залежить від потужності та вмісту загальної сірки у вугіллі.

Встановлено тісний прямий кореляційний зв'язок між вмістом кобальту і кумуляцією нікелю ($r=0,94$), хрому ($r = 0,66$), зольністю вугілля ($r=0,57$) та зворотний зв'язок з глибиною залягання підшви вугільного пласта ($r = -0,55$).

Лінійні рівняння регресії:

$$Co=0,1594+0,7842 \times Ni;$$

$$Co=0,2376+0,5439 \times Cr;$$

$$Co=0,3295+0,636 \times A^d;$$

$$Co=0,5817-0,3831 \times H.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.33.

Таблиця 4.33 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл кобальту (ш. Самарська, с₄)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,02
Зольність вугілля	0,785
Вміст сірки загальної	0,196

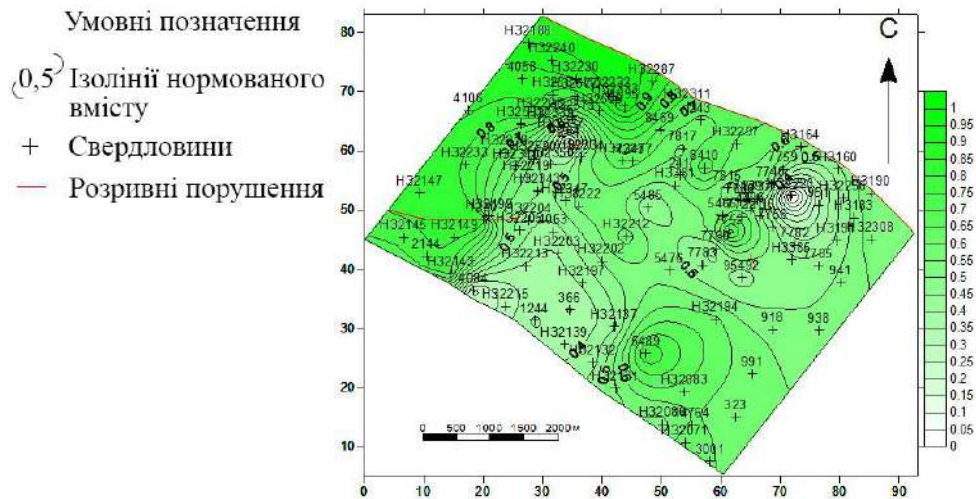


Рис. 4.46. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Co у вугіллі пласта c_8^H (ш. Благодатна)

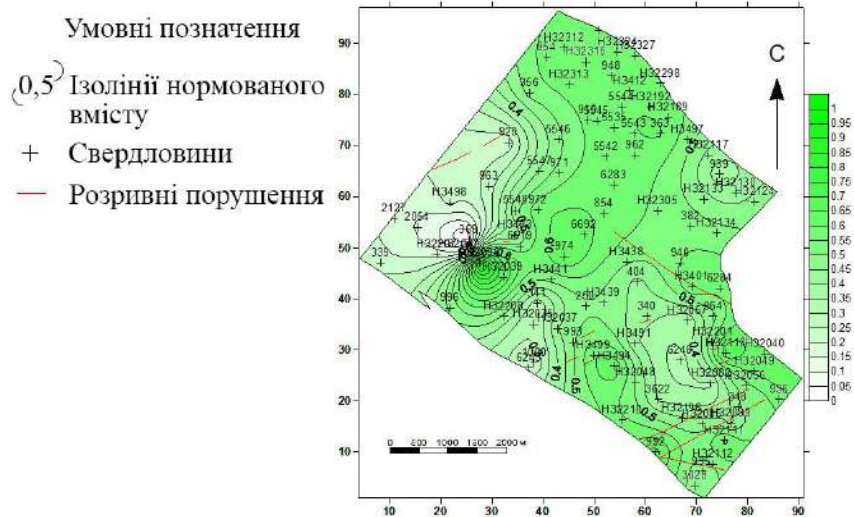


Рис. 4.47. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Co у вугіллі пласта c_7^H (ш. Павлоградська)

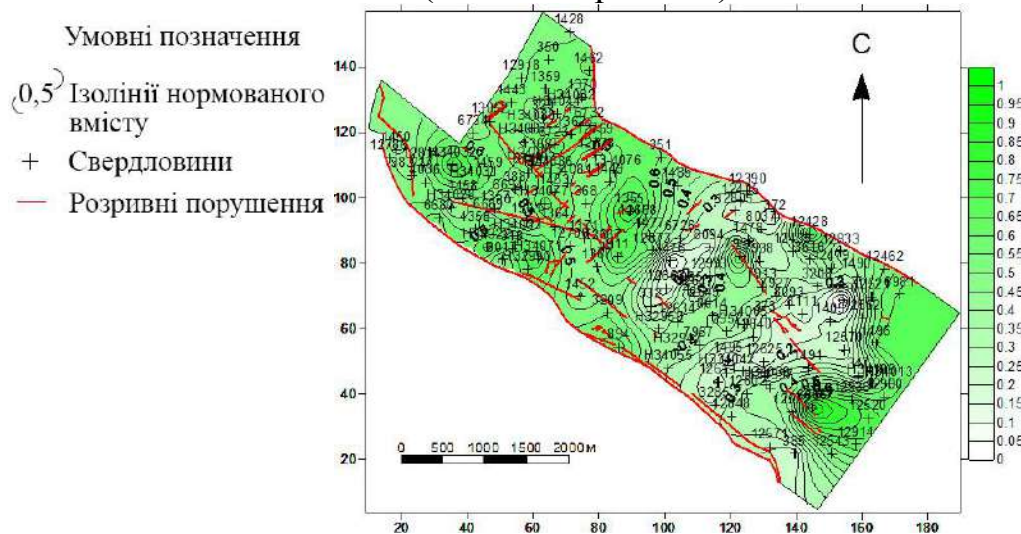


Рис. 4.48. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Co у вугіллі пласта c_4 (ш. Самарська)

По пласту c_4^2 шахти «ім. М.І. Сташкова» значення вмісту кобальту варіює в інтервалі від 4,63 г/т до 9,72 г/т. Середнє значення по пласту складає 7,29 г/т. Найбільша локація цього елементу пов'язана з свердловиною №13255, яка знаходиться в південно-східній частині ділянки (рис. 4.49). Його вміст не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Виявлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом кобальту і потужністю вугільного пласта ($r = -0,87$), прямий зв'язок з концентрацією нікелю ($r=0,74$), хрому ($r=0,81$) та ванадію ($r=0,80$). Лінійні рівняння регресії:

$$Co = 0,8708 - 0,8249 \times m;$$

$$Co = 0,054 + 0,763 \times Ni;$$

$$Co = 0,0422 + 0,8631 \times Cr;$$

$$Co = 0,1788 + 0,6451 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.34

Таблиця 4.34 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл кобальту (ш. ім. М.І. Сташкова, c_4^2)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,668
Зольність вугілля	0,012
Вміст сірки загальної	0,32

По пласту c_{10}^B коливання концентрації кобальту складає від 9,3 г/т до 31,57 г/т. Середнє його значення по пласту складає 14,76 г/т. Максимальна локація цього елементу встановлена в центральній частині шахтного поля (рис. 4.50), на ділянці свердловин №Н32831 і №13485, із значеннями 31,57 і 31,15 г/т відповідно. Концентрація Co не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом кобальту і потужністю вугільного пласта ($r = -0,69$), тісний прямий зв'язок з кумуляцією марганцю ($r=0,66$), нікелю ($r = 0,73$), свинцю ($r = 0,74$), хрому ($r = 0,72$), ванадію ($r = 0,76$). Лінійні рівняння регресії:

$$Co = 0,6099 - 0,6884 \times m; \quad Co = 0,0167 + 0,6431 \times Mn; \quad Co = -0,0757 + 0,8738 \times Ni;$$

$$Co = -0,0354 + 0,857 \times Pb; \quad Co = 0,0209 + 0,7489 \times Cr; \quad Co = 0,0083 + 0,8301 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.35.

Таблиця 4.35 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл кобальту (ш. ім. М.І. Сташкова, c_{10}^B)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,649
Зольність вугілля	0,091
Вміст сірки загальної	0,261

Концентрація кобальту по пласту c_6^H шахти «Тернівська» змінюється від 1,5 г/т до 11,2 г/т. Середнє його значення по пласту складає 6,95 г/т. Найбільша локація його вмісту приурочена до свердловини №3022, яка знаходиться на сході шахтного поля (рис. 4.51).

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.36.

Таблиця 4.36 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл кобальту (ш. Тернівська, c_6^H)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,004
Зольність вугілля	0,633
Вміст сірки загальної	0,363

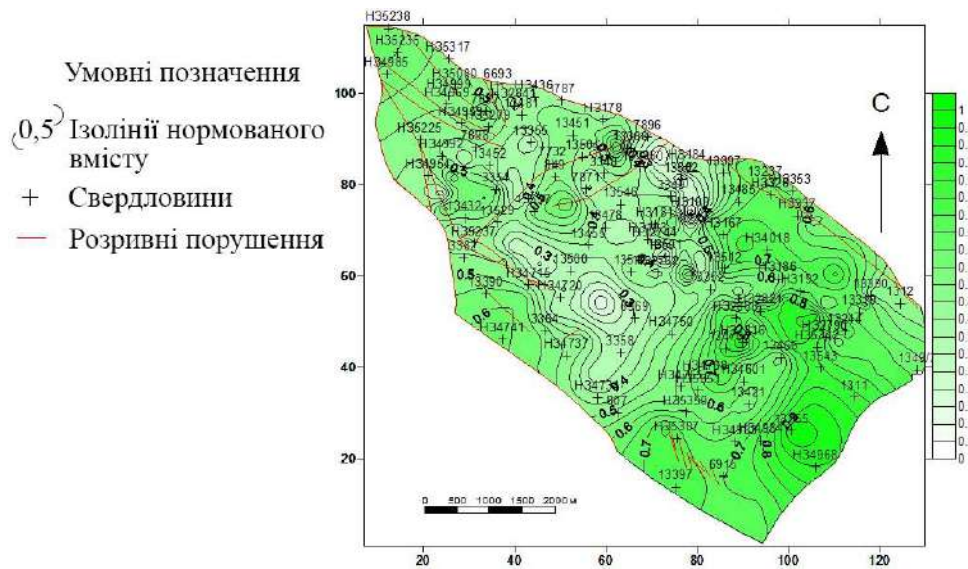


Рис. 4.49. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Co у вугіллі пласта c_4^2 (ш. ім. М.І. Сташкова)

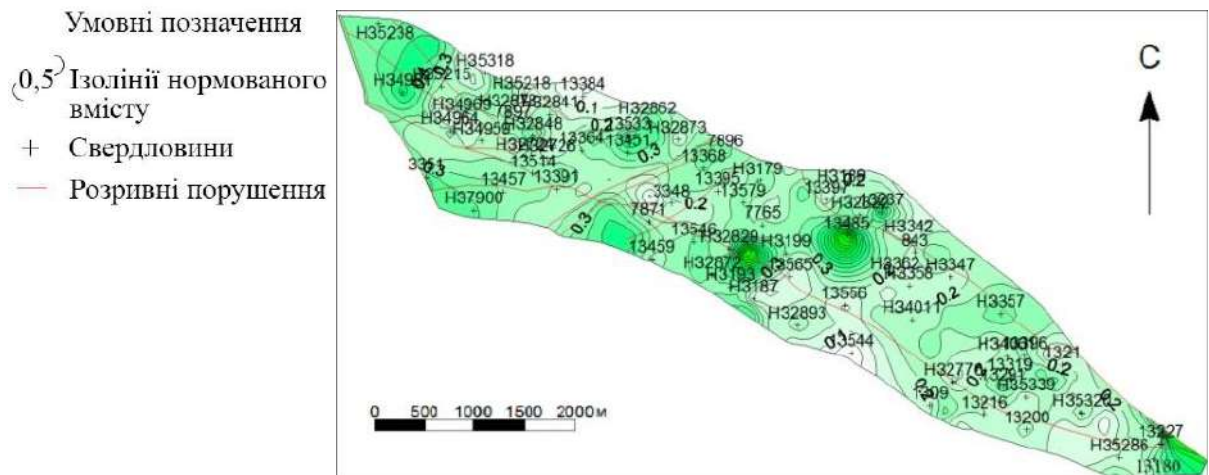


Рис. 4.50. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Co у вугіллі пласта c_{10}^B (ш. ім. М.І. Сташкова)

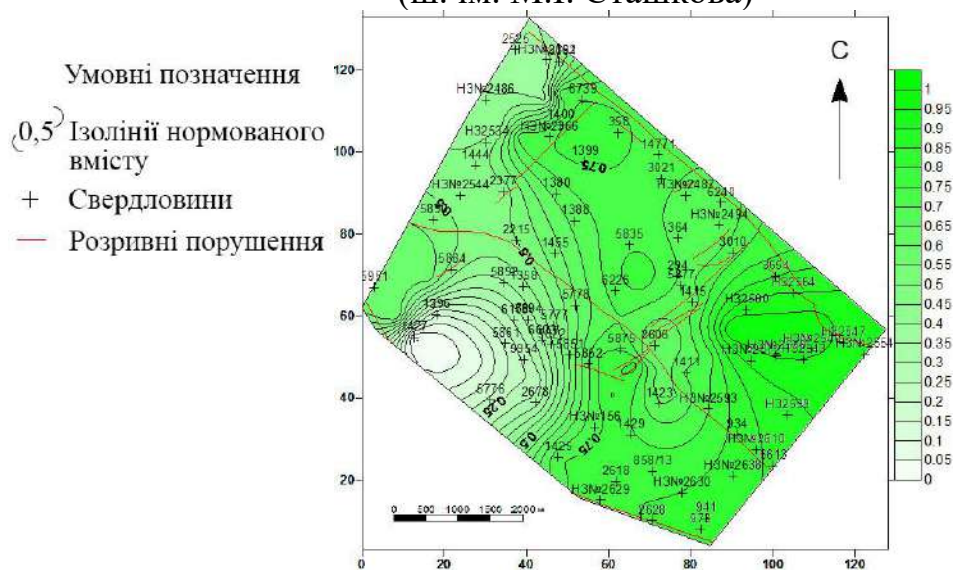


Рис. 4.51. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Co у вугіллі пласта c_6^H (ш. Тернівська)

Висновки до розділу 4.2.3:

1. Регіональна складова вмісту кобальту збільшується переважно в південно-східному і північно-західному напрямках.

2. Загалом вміст кобальту не залежить від зольності вугілля, глибини залягання і вмісту сірки загальної. В переважній більшості досліджуваних шахтопластів концентрації кобальту пов'язані зворотним тісним кореляційним зв'язком з їх потужністю (90,9% шахтопластів), що підтверджується результатами дисперсійного аналізу. Із збільшенням вкладу зон збагачення цього елементу в загальних потужностях пластів вміст кобальту збільшується.

3. Найбільш стійкою геохімічною асоціацією є $\text{Co} - \text{Mn} - \text{Ni} - \text{Pb} - \text{Cr} - \text{V}$ (81,82% шахтопластів).

4.2.4. Особливості розподілу марганцю в окремих шахтопластах

Вміст марганцю по пласту c_8^B шахти «Західно-Донбаська» коливається від 42,93 г/т до 270,02 г/т, при середньому значенні вмісту марганцю по пласту 131,14 г/т. Найбільша локація приурочена до ділянки пласта біля свердловини №15193, яка знаходиться в північно-східній частині шахтного поля (рис. 4.52). Кумуляція Mn не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля. Виявлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом марганцю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,83$), тісний прямий зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,87$), нікелю ($r = 0,93$), свинцю ($r = 0,94$), хрому ($r = 0,94$), ванадію ($r = 0,93$). Лінійні рівняння регресії:

$$\text{Mn}=0,9658-0,8618 \times m; \quad \text{Mn}=0,0065+0,9209 \times \text{Co}; \quad \text{Mn}=0,0204+0,9106 \times \text{Ni};$$

$$\text{Mn}=-0,0064+0,9461 \times \text{Pb}; \quad \text{Mn}=0,0519+0,8928 \times \text{Cr}; \quad \text{Mn}=0,0325+0,907 \times \text{V}.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.37.

Таблиця 4.37 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл марганцю (ш. Західно-Донбаська, c_8^B)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,742
Зольність вугілля	0,050
Вміст сірки загальної	0,208

По пласту c_8^H шахти «Дніпровська» концентрація марганцю змінюється в межах від 37,48 г/т до 193,19 г/т. Середнє значення вмісту марганцю по пласту складає 99,34 г/т. Візуально за вмістом марганцю поле шахти можна розділити на три зони (рис. 4.53). Зона найменших значень його вмісту простягається з півдня на північ і частково – на північний захід. Зона середніх значень розташована в північно-східній і південно-східній частині ділянки. Зона найбільших значень знаходиться в північно-західній і південно-західній частині шахтного поля. Найбільше значення пов'язане із свердловиною №Н32560 (Mn – 193,19 г/т), яка знаходиться в південно-західній частині шахтного поля. На південь від неї біля границі шахтного поля розташована свердловина №Н32402 (Mn – 182,08 г/т). На захід від вище приведених свердловин знаходиться свердловина №Н32355 (Mn – 177,69 г/т). В північно-західній частині ділянки розташовані свердловини №Н32675 і №Н34131, які разом формують зону підвищеного вмісту марганцю із значеннями 156,77 і 182,20 г/т відповідно. Концентрація цього елементу не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Спостерігається тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом марганцю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,88$), тісний прямий кореляційний зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,76$), нікелю ($r = 0,79$), свинцю ($r = 0,79$), хрому ($r = 0,79$), ванадію ($r = 0,83$). Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} \text{Mn} &= 0,9617 - 0,8894 \times m; & \text{Mn} &= 0,1027 + 0,7378 \times \text{Co}; & \text{Mn} &= 0,0264 + 0,9061 \times \text{Ni}; \\ \text{Mn} &= 0,1079 + 0,7374 \times \text{Pb}; & \text{Mn} &= 0,0888 + 0,8083 \times \text{Cr}; & \text{Mn} &= 0,1329 + 0,7699 \times \text{V}. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.38.

Таблиця 4.38 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл марганцю (ш. Дніпровська, c_8^H)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,990
Зольність вугілля	0,005
Вміст сірки загальної	0,005

По пласту c_8^B вміст марганцю варіює в інтервалі від 46,64 г/т до 210,71 г/т, при середньому значенні 111,9 г/т. Кумуляція цього елементу не залежить від глибини залягання пласту, вмісту загальної сірки та зольності вугілля. Найбільше

значення пов'язане із свердловиною №НЗ2504 (Mn – 210,71 г/т), яка знаходиться в західній частині шахтного поля (рис. 4.54). На південний схід від неї біля границі шахтного поля розташована свердловина №НЗ2354 (Mn – 181,7 г/т), яка приурочена до зони перетину розломів. На південь від неї знаходиться свердловина №НЗ2348 (Mn – 170,32 г/т).

Встановлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом марганцю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,95$), тісний прямий кореляційний зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,75$), нікелю ($r = 0,84$), свинцю ($r = 0,67$), хрому ($r = 0,79$), ванадію ($r = 0,91$). Лінійні рівняння регресії:

$$Mn=0,8397-0,8308 \times m; \quad Mn=0,1226+0,5849 \times Co; \quad Mn=0,0764+0,6876 \times Ni;$$

$$Mn=0,1913+0,5096 \times Pb; \quad Mn=0,0613+0,7407 \times Cr; \quad Mn=0,0328+0,7886 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.39.

Таблиця 4.39 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл марганцю (ш. Дніпровська, с₈^В)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,997
Зольність вугілля	0,001
Вміст сірки загальної	0,002

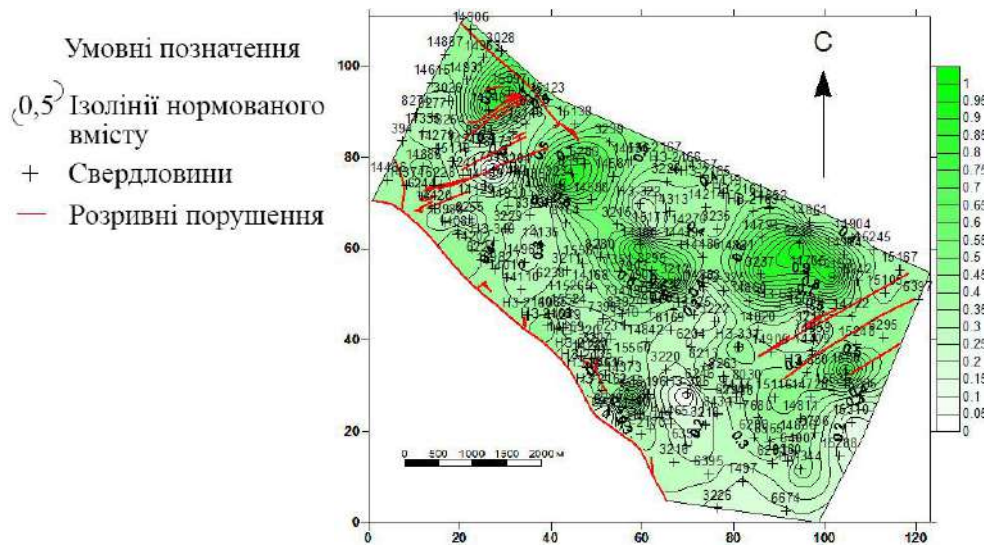


Рис. 4.52. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Mn у вугіллі пласта c_8^B (ш. Західно-Донбаська)

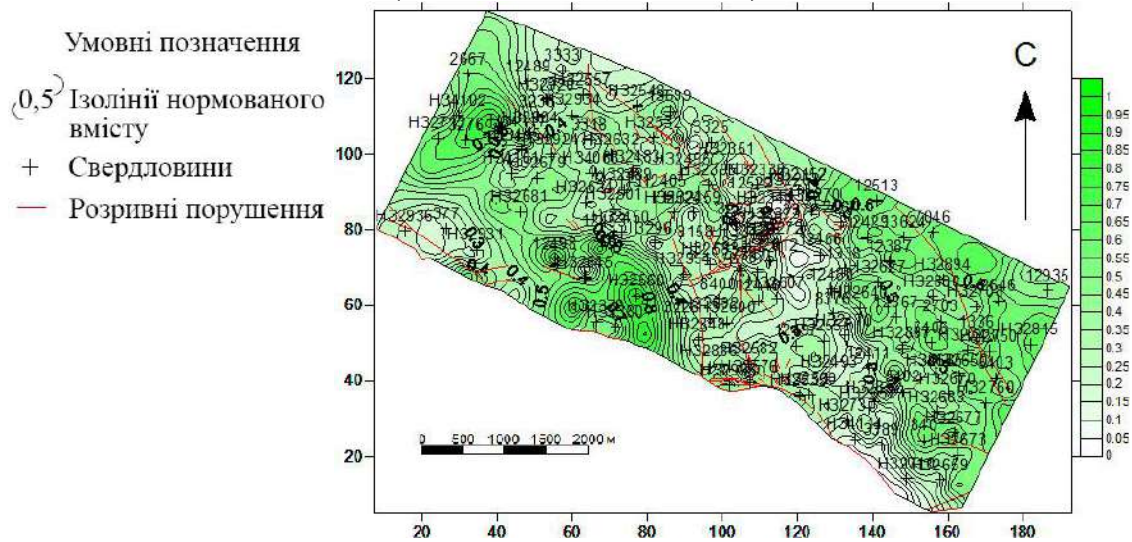


Рис. 4.53. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Mn у вугіллі пласта c_8^H (ш. Дніпровська)

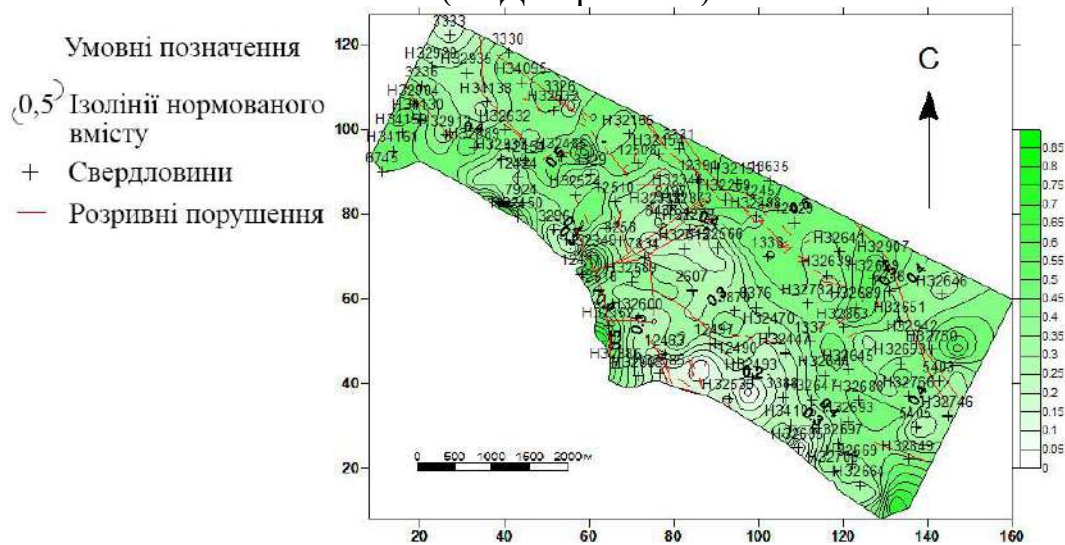


Рис. 4.54. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Mn у вугіллі пласта c_8^B (ш. Дніпровська)

По пласту c_{10}^B концентрація марганцю змінюється від 19,37 г/т до 124,65 г/т. Середнє значення вмісту марганцю по пласту складає 64,14 г/т. Найбільша локація приурочена до ділянки пласта біля свердловини №12507, яка знаходиться в південній частині шахтного поля (рис. 4.55). Кумуляція Mn не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Виявлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом марганцю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,73$), тісний прямий кореляційний зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,60$), нікелю ($r = 0,67$), свинцю ($r = 0,62$), хрому ($r = 0,59$), ванадію ($r = 0,72$). Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} Mn &= 0,9658 - 0,8618 \times m; & Mn &= 0,1462 + 0,6756 \times Co; & Mn &= 0,1579 + 0,7562 \times Ni; \\ Mn &= 0,1634 + 0,7189 \times Pb; & Mn &= 0,2004 + 0,5939 \times Cr; & Mn &= 0,12 + 0,8524 \times V. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.40.

Таблиця 4.40 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл марганцю (ш. Дніпровська, c_{10}^B)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,955
Зольність вугілля	0,010
Вміст сірки загальної	0,035

По пласту c_1 шахти «Благodatна» значення вмісту марганцю коливаються від 109,61 г/т до 226,34 г/т, при середньому значенні 162,33 г/т. Найбільша локація приурочена до ділянки пласта біля свердловини №7760, яка знаходиться в центральній частині шахтного поля (рис. 4.56). Кумуляція марганцю не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Виявлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом марганцю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,79$), тісний прямий кореляційний зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,65$), нікелю ($r = 0,57$), свинцю ($r = 0,50$), хрому ($r = 0,69$), ванадію ($r = 0,61$). Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} Mn &= 0,8492 - 0,868 \times m; & Mn &= 0,0739 + 0,6364 \times Co; & Mn &= 0,1495 + 0,5586 \times Ni; \\ Mn &= 0,1691 + 0,4715 \times Pb; & Mn &= 0,1573 + 0,5999 \times Cr; & Mn &= 0,1963 + 0,4814 \times V. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.41.

Таблиця 4.41 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл марганцю (ш. Благодатна, с₁)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,899
Зольність вугілля	0,057
Вміст сірки загальної	0,044

По пласту с₅ вміст марганцю змінюється від 56,21 г/т до 157,31 г/т. Середнє значення по пласту складає 79,57 г/т. Найбільша локація приурочена до ділянки пласта в районі свердловини №НЗ191, яка знаходиться в східній частині шахтного поля (рис. 4.57). Кумуляція Mn не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний кореляційний зворотний зв'язок між вмістом марганцю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,7637$), тісний прямий кореляційний зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,8551$), нікелю ($r = 0,7792$), свинцю ($r = 0,7898$), хрому ($r = 0,8337$), ванадію ($r = 0,8120$). Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} \text{Mn} &= 0,4473 - 0,4497 \times m; & \text{Mn} &= -0,0045 + 0,9179 \times \text{Co}; & \text{Mn} &= -0,0408 + 0,8893 \times \text{Ni}; \\ \text{Mn} &= -0,1033 + 0,8617 \times \text{Pb}; & \text{Mn} &= -0,0072 + 0,8218 \times \text{Cr}; & \text{Mn} &= -0,0086 + 0,8477 \times \text{V}. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.42.

Таблиця 4.42 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл марганцю (ш. Благодатна, с₅)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,991
Зольність вугілля	0,004
Вміст сірки загальної	0,005

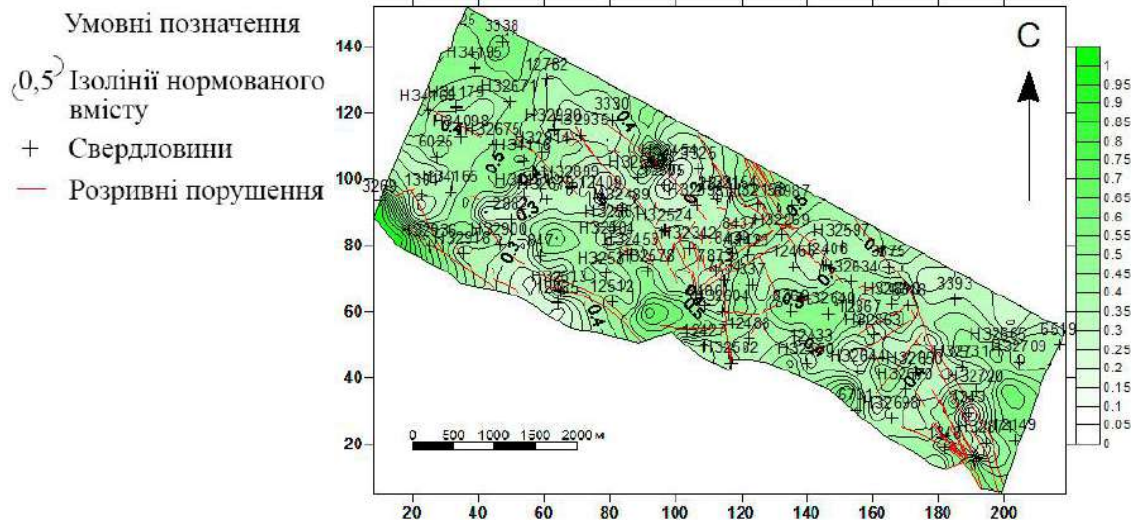


Рис. 4.55. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Mn у вугіллі пласта c_{10}^B (ш. Дніпровська)

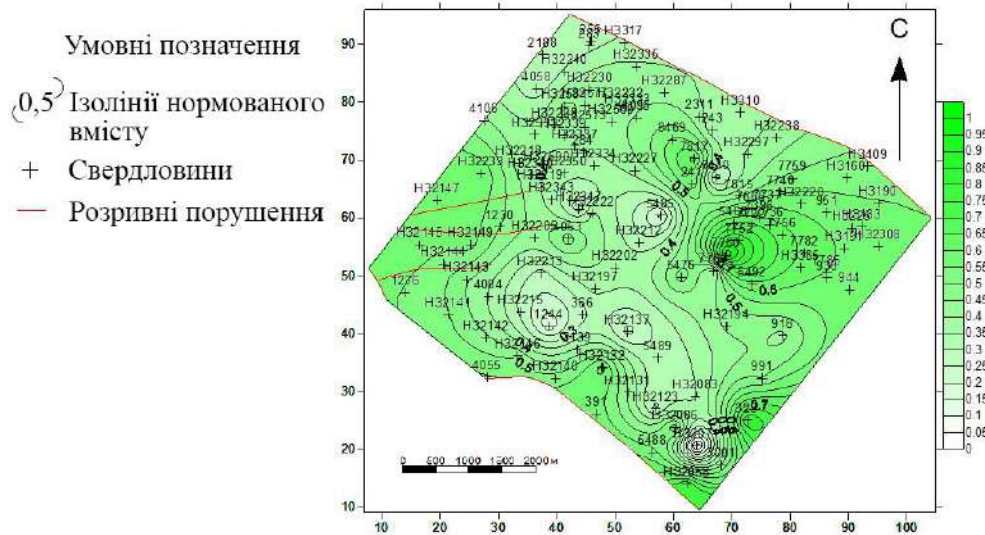


Рис. 4.56. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Mn у вугіллі пласта c_1 (ш. Благодатна)

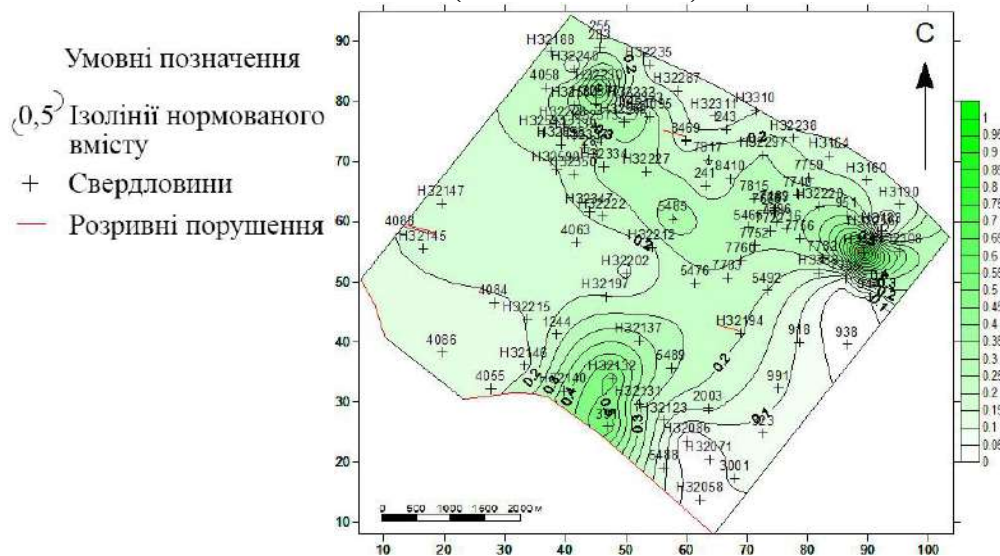


Рис. 4.57. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Mn у вугіллі пласта c_5 (ш. Благодатна)

Концентрація марганцю по пласту c_8^H варіює від 53,98 г/т до 190,25 г/т, при середньому значенні його вмісту 123,29 г/т. Найбільша локація приурочена до ділянки пласта в районі свердловини №4095, яка знаходиться в північно-західній частині шахтного поля (рис. 4.58). Кумуляція Mn не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Спостерігається тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом марганцю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,86$), тісний прямий кореляційний зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,80$), нікелю ($r = 0,75$), свинцю ($r = 0,86$), хрому ($r = 0,83$), ванадію ($r = 0,85$). Лінійні рівняння регресії:

$$Mn = 0,9161 - 0,8383 \times m; \quad Mn = 0,0295 + 0,8267 \times Co; \quad Mn = 0,2112 + 0,6817 \times Ni;$$

$$Mn = 0,0933 + 0,8487 \times Pb; \quad Mn = 0,0885 + 0,8537 \times Cr; \quad Mn = 0,053 + 0,8658 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.43.

Таблиця 4.43 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл марганцю (ш. Благодатна, c_8^H)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,990
Зольність вугілля	0,008
Вміст сірки загальної	0,002

По пласту c_7^H шахти «Павлоградська» вміст марганцю змінюється від 92,95 г/т до 219,41 г/т. Середнє його значення по пласту складає 142,73 г/т. Найбільше значення приурочено до ділянки пласту біля свердловини №НЗ2038, яка знаходиться в західній частині шахтного поля (рис. 4.59). Кумуляція Mn не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Виявлено тісний кореляційний зворотний зв'язок між вмістом марганцю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,83$), тісний прямий кореляційний зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,76$), нікелю ($r = 0,74$), свинцю ($r = 0,81$), хрому ($r = 0,75$), ванадію ($r = 0,77$). Лінійні рівняння регресії:

$$Mn = 0,6045 - 0,6173 \times m; \quad Mn = 0,0058 + 0,865 \times Co; \quad Mn = 0,0552 + 0,6482 \times Ni;$$

$$Mn = 0,0544 + 0,8005 \times Pb; \quad Mn = 0,0314 + 0,851 \times Cr; \quad Mn = 0,0674 + 0,9045 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.44.

Таблиця 4.44 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл марганцю (ш. Павлоградська, с₇^н)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,597
Зольність вугілля	0,066
Вміст сірки загальної	0,337

По пласту с₄ шахти «Самарська» концентрація марганцю коливається в межах від 37 г/т до 116 г/т, при середньому значенні 55,47 г/т. Можна виділити три найбільші зони його підвищеного вмісту (рис. 4.60). Перша знаходиться на північному сході ділянки, біля границі шахтного поля і пов'язана з ділянкою свердловини №12428 (Mn–116 г/т). Західніше від неї розташована свердловина №7958 (Mn–113 г/т), а на південний схід від вище приведених свердловин, на південному сході шахтного поля знаходиться свердловина №8066 (Mn–107 г/т).

Встановлено тісний прямий кореляційний зв'язок між вмістом марганцю і зольністю вугілля ($r=0,96$), кумуляцією нікелю ($r=0,72$), ртуті ($r=0,74$), фтору ($r = 0,67$), миш'яку ($r = 0,67$) та берилію ($r = 0,64$). Лінійні рівняння регресії:

$$Mn = 0,0182 + 1,0143 \times A^d; \quad Mn = 0,0141 + 0,5644 \times Ni; \quad Mn = 0,0902 + 0,8936 \times Hg;$$

$$Mn = 0,0266 + 0,9795 \times F; \quad Mn = 0,0393 + 0,9542 \times As; \quad Mn = 0,0003 + 0,4617 \times Be.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.45.

Таблиця 4.45 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл марганцю (ш. Самарська, с₄)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,009
Зольність вугілля	0,985
Вміст сірки загальної	0,006

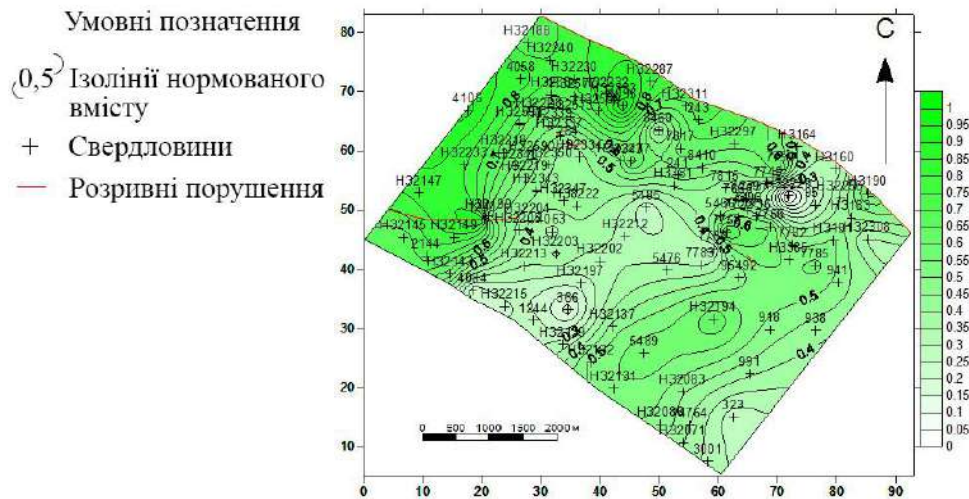


Рис. 4.58. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Mn у вугіллі пласта c_8^H (ш. Благодатна)

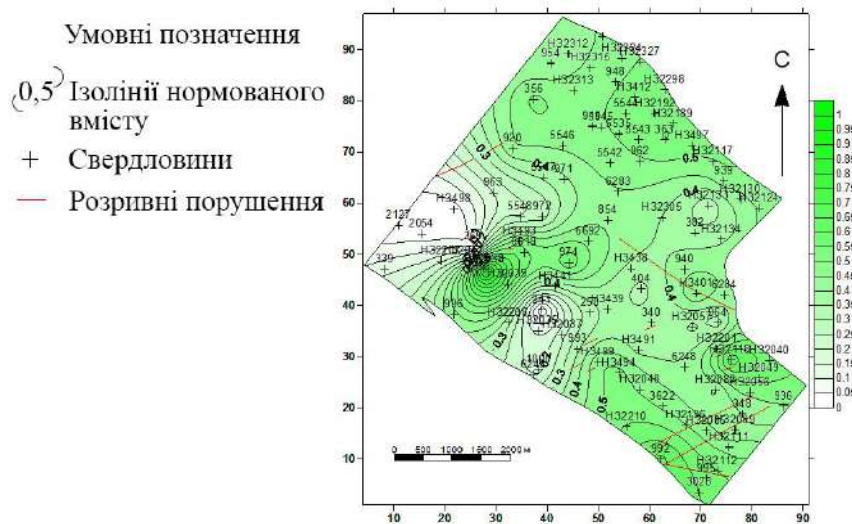


Рис. 4.59. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Mn у вугіллі пласта c_7^H (ш. Павлоградська)

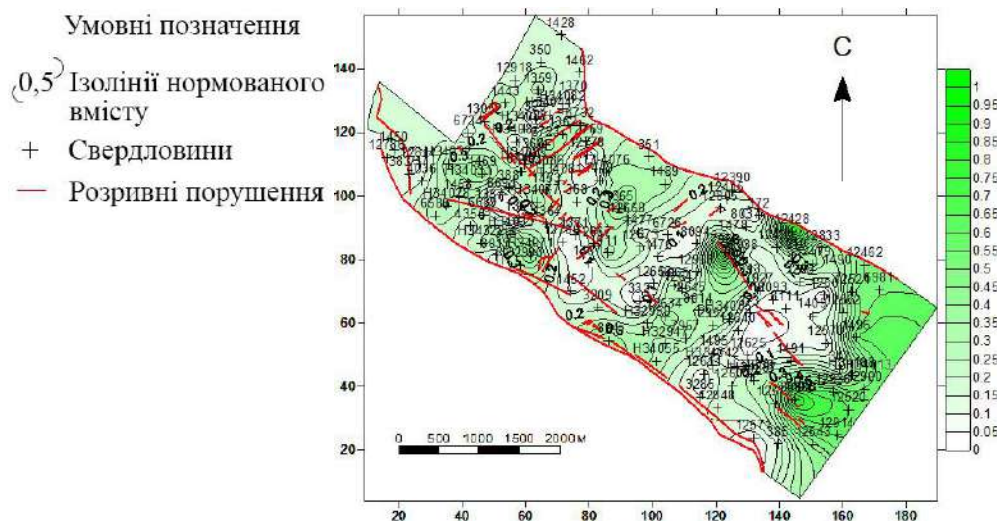


Рис. 4.60. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Mn у вугіллі пласта c_4 (ш. Самарська)

По пласту c_4^2 шахти «ім. М.І. Сташкова» значення вмісту марганцю змінюється в інтервалі від 36,73 г/т до 93,72 г/т. Середнє значення по пласту складає 54,06 г/т. Найбільша локація цього елементу приурочена до свердловини №Н3180, яка знаходиться в північно-східній частині шахтного поля (рис. 4.61). Його вміст не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та потужності вугільного пласта.

Виявлено тісний прямий кореляційний зв'язок між вмістом марганцю і зольністю вугілля ($r = 0,79$), фтору ($r=0,64$) та зворотний з вмістом берилію ($r= -0,62$). Лінійні рівняння регресії:

$$Mn=0,1347+0,8367 \times A^d; \quad Mn = 0,1358+0,5722 \times F; \quad Mn=0,7429-0,6407 \times Be.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.46.

Таблиця 4.46 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл марганцю (ш. ім. М.І. Сташкова, c_4^2)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,035
Зольність вугілля	0,949
Вміст сірки загальної	0,016

Кумуляція марганцю по пласту c_{10}^B варіює від 50,29 г/т до 184,53 г/т. Середнє значення його вмісту по пласту складає 97,93 г/т. Найбільша локація цього елементу встановлена в центральній частині шахтного поля (рис. 4.62) і приурочена до свердловин №Н32831 і №13485 із значеннями 184,53 і 181,09 г/т відповідно. Концентрація Mn не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Виявлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом марганцю і потужністю вугільного пласта ($r = - 0,69$), тісний прямий кореляційний зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,66$), нікелю ($r = 0,69$), свинцю ($r = 0,72$), хрому ($r = 0,72$) та ванадію ($r = 0,72$). Лінійні рівняння регресії:

$$Mn = 0,7748-0,7873 \times m; \quad Mn=0,1873+0,6844 \times Co; \quad Mn=0,0392+0,8603 \times Ni;$$

$$Mn=0,0732+0,8612 \times Pb; \quad Mn =0,1254+0,7672 \times Cr; \quad Mn = 0,1233+0,8123 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.47.

Таблиця 4.47 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл марганцю (ш. ім. М.І. Сташкова, с₁₀^В)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,638
Зольність вугілля	0,034
Вміст сірки загальної	0,328

Вміст марганцю по пласту с₆^Н шахти «Тернівська» змінюється від 20 г/т до 160 г/т. Середнє його значення по пласту складає 58,18 г/т. Можна виділити три зони підвищеного вмісту марганцю. Перша зона розташована в північній частині шахтного поля (рис. 4.63) і пов'язана із свердловинами НЗ№2502 і №2492 із вмістом марганцю 140 і 160 г/т відповідно. Наступна зона знаходиться в південно-західній частині ділянки і приурочена до свердловин №6217 і №1422 із вмістом марганцю 110 і 130 г/т відповідно. На схід від неї розташована третя зона, яка пов'язана з свердловиною №1411 із вмістом 127 г/т. Концентрація марганцю не залежить від глибини та потужності вугільного пласта.

Спостерігається тісний прямий кореляційний зв'язок між вмістом марганцю і зольністю вугілля ($r = 0,95$), вмістом загальної сірки ($r = 0,57$), кумуляцією берилію ($r=0,95$), ртуті ($r = 0,57$) та фтору ($r = 0,88$). Лінійні рівняння регресії:

$$Mn=0,0318+0,9813 \times A^d; \quad Mn=0,1228+0,5579 \times S_t^d; \quad Mn = 0,0056+0,895 \times Be;$$

$$Mn=0,1993+0,5031 \times Hg; \quad Mn = 0,0297+0,7838 \times F.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.48.

Таблиця 4.48 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл марганцю (ш. Тернівська, с₆^Н)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,019
Зольність вугілля	0,971
Вміст сірки загальної	0,010

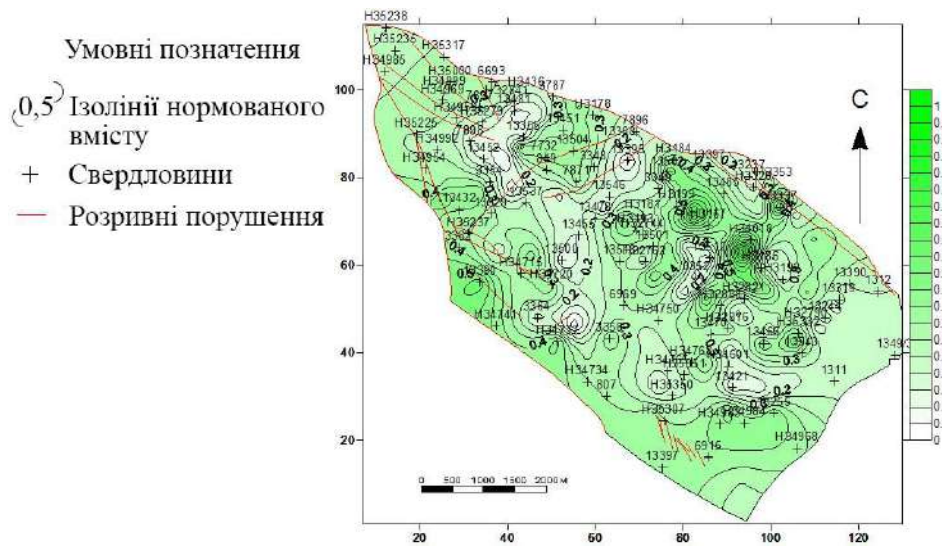


Рис. 4.61. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Mn у вугіллі пласта c_4^2 (ш. ім. М.І. Сташкова)

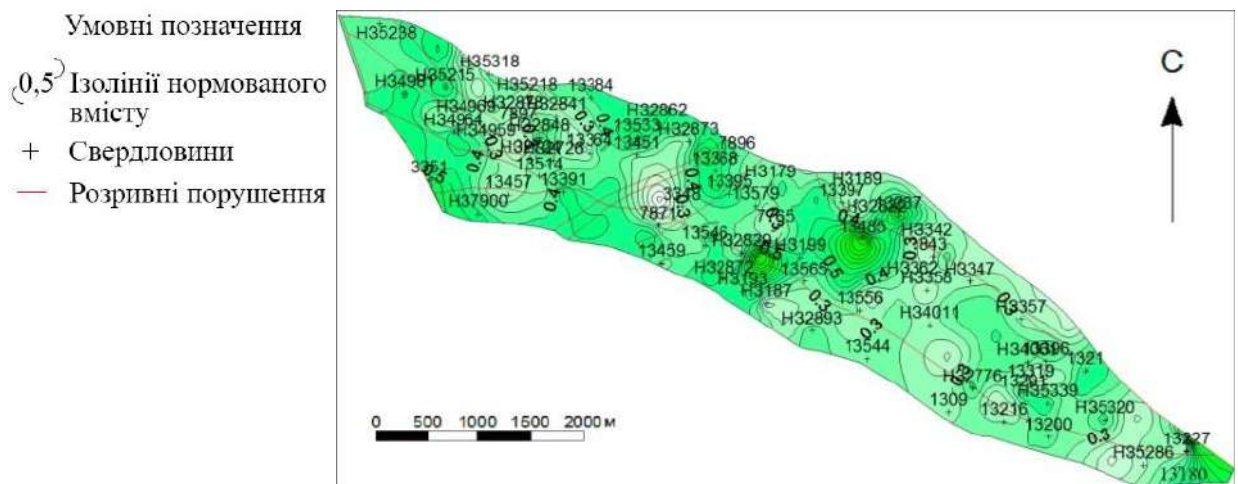


Рис. 4.62. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Mn у вугіллі пласта c_{10}^B (ш. ім. М.І. Сташкова)

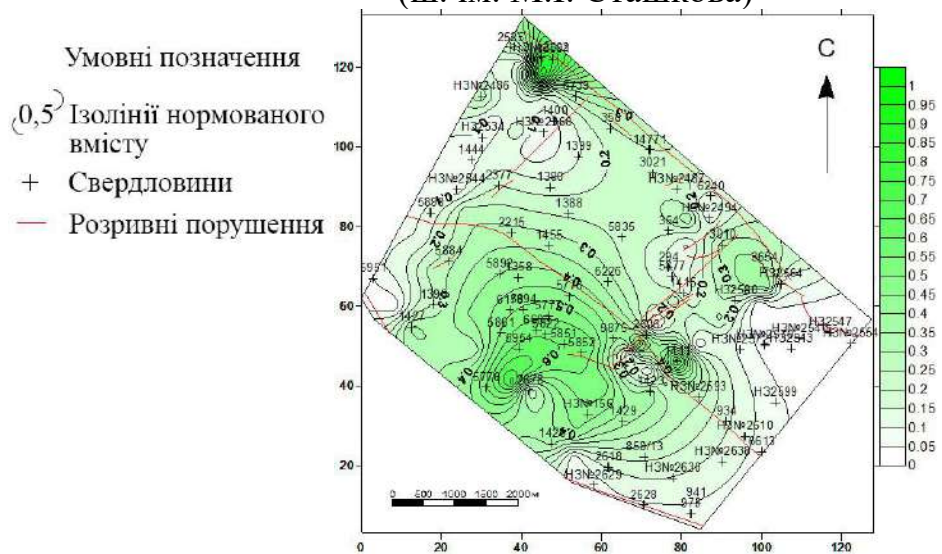


Рис. 4.63. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Mn у вугіллі пласта c_6^H (ш. Тернівська)

Висновки до розділу 4.2.4:

1. Регіональна складова вмісту марганцю збільшується переважно в північно-східному напрямку.

2. У цілому вміст марганцю не залежить від зольності вугілля, глибини залягання і вмісту сірки загальної. У більшості досліджуваних шахтопластів концентрації марганцю мають тісні зворотні кореляційні зв'язки з їх потужністю (70% шахтопластів), що підтверджується результатами дисперсійного аналізу.

3. Найбільш стійкою геохімічною асоціацією є $Mn - Co - Ni - Pb - Cr - V$ (75% шахтопластів).

4.2.5. Особливості розподілу нікелю в окремих шахтопластах

Значення вмісту нікелю по пласту c_8^B шахти «Західно-Донбаська» змінюється в інтервалі від 4,51 г/т до 49,09 г/т. Середнє значення по пласту складає 22,53 г/т. Ділянка з найбільшою локацією нікелю знаходиться в північній частині шахтного поля в районі свердловини №3234 (рис. 4.64). Вміст Ni не залежить від глибини, концентрації загальної сірки та зольності вугілля.

Виявлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом нікелю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,84$), тісний прямий кореляційний зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,86$), марганцю ($r = 0,93$), свинцю ($r = 0,92$), хрому ($r = 0,94$), ванадію ($r = 0,91$). Лінійні рівняння регресії:

$$Ni = 0,4858 - 0,4409 \times m; \quad Ni = 0,0165 + 0,9347 \times Co; \quad Ni = 0,0348 + 0,9511 \times Mn;$$

$$Ni = 0,0036 + 0,9599 \times Pb; \quad Ni = 0,0668 + 0,8949 \times Cr; \quad Ni = 0,0415 + 0,9244 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.49.

Таблиця 4.49 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл нікелю (ш. Західно-Донбаська, c_8^B)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,995
Зольність вугілля	0,003
Вміст сірки загальної	0,002

По пласту c_8^H шахти «Дніпровська» вміст нікелю змінюється в межах від 5,43 г/т до 27,93 г/т. Середнє значення нікелю по пласту складає 14,64 г/т. За

вмістом нікелю поле шахти можна розділити на три зони. Зона найменших значень його вмісту простягається з півдня на північ і частково – на північний захід. Зона середніх значень розташована в північно-східній і південно-східній частині ділянки. Зона найбільших значень знаходиться в північно-західній і південно-західній частині шахтного поля. Найбільше значення пов'язане із свердловиною №НЗ2560 (Ni – 27,93 г/т), яка знаходиться в південно - західній частині шахтного поля (рис. 4.65). На південь від неї біля границі шахтного поля розташована свердловина №НЗ2402 (Ni – 27,57 г/т). На захід від вище приведених свердловин розташована свердловина №НЗ2355 (Ni – 27,19 г/т). На північний захід від свердловини №НЗ2355 знаходиться свердловина №НЗ2927 (Ni – 20,98 г/т). На північ від неї в північно-західній частині ділянки знаходиться свердловина №НЗ2675 із значенням вмісту нікелю 22,43 г/т. Кумуляція нікелю не залежить від глибини, концентрації загальної сірки та зольності вугілля.

Спостерігається тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом нікелю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,89$), тісний прямий кореляційний зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,79$), марганцю ($r = 0,79$), свинцю ($r = 0,79$), хрому ($r = 0,81$), ванадію ($r = 0,84$). Лінійні рівняння регресії:

$$\text{Ni} = 0,9139 - 0,795 \times m; \quad \text{Ni} = 0,1403 + 0,6738 \times \text{Co}; \quad \text{Ni} = 0,1294 + 0,7048 \times \text{Mn};$$

$$\text{Ni} = 0,151 + 0,6583 \times \text{Pb}; \quad \text{Ni} = 0,1327 + 0,725 \times \text{Cr}; \quad \text{Ni} = 0,1735 + 0,6866 \times \text{V}.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.50.

Таблиця 4.50 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл нікелю (ш. Дніпровська, с₈^В)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,984
Зольність вугілля	0,009
Вміст сірки загальної	0,007

По пласту с₈^В концентрація нікелю змінюється в діапазоні від 9,14 г/т до 23,81 г/т (рис. 4.66). Середнє його значення по пласту складає 15,99 г/т. Кумуляція Ni не залежить від глибини, концентрації загальної сірки та зольності вугілля. Найбільше значення пов'язане із свердловиною №НЗ2712 (Ni – 23,81 г/т), яка знаходиться в південно-східній частині шахтного поля. На півдні ділянки

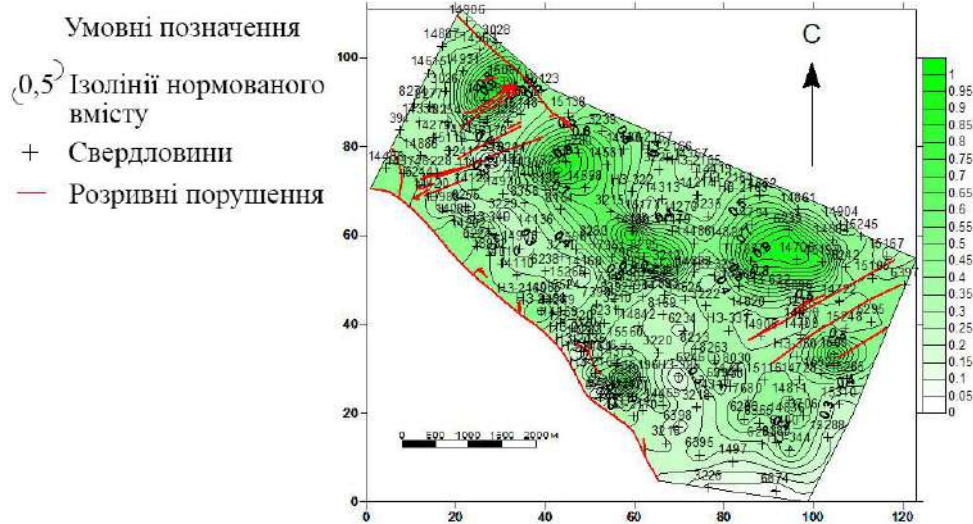


Рис. 4.64. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Ni у вугіллі пласта c_8^B (ш. Західно-Донбаська)

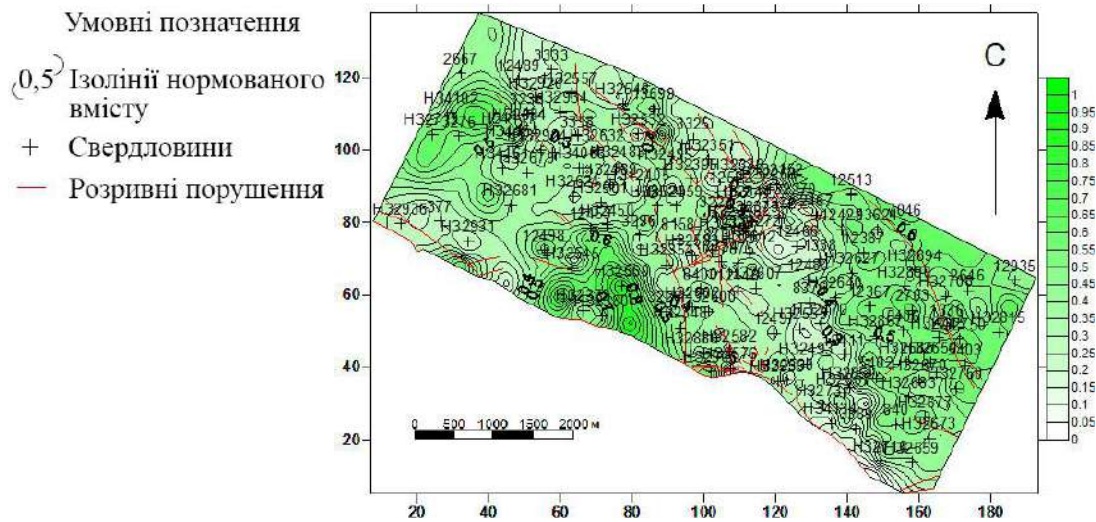


Рис. 4.65. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Ni у вугіллі пласта c_8^H (ш. Дніпровська)

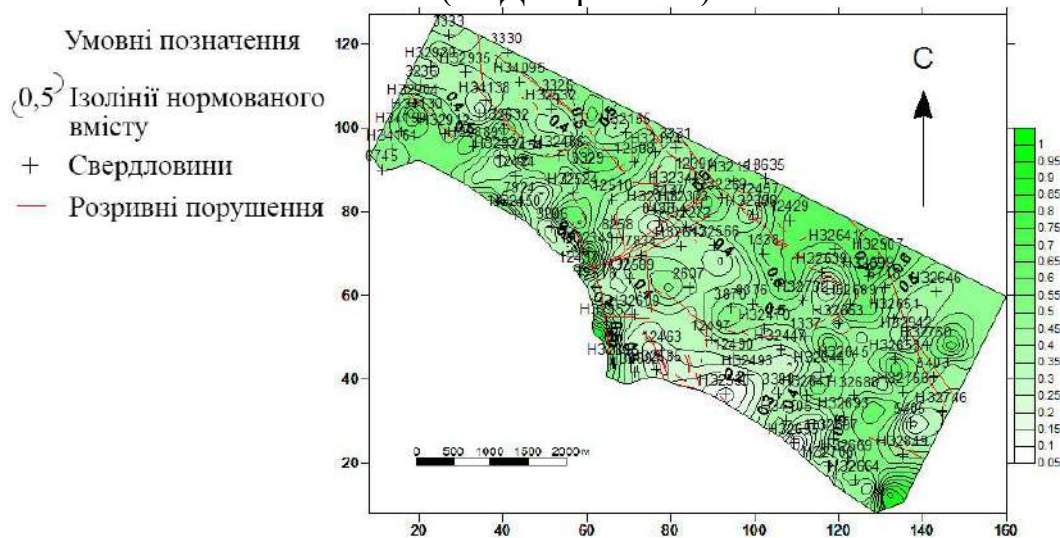


Рис. 4.66. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Ni у вугіллі пласта c_8^B (ш. Дніпровська)

розташована свердловина №Н32348 (Ni – 23,55 г/т). На північ від неї знаходиться свердловина №Н32354 (Ni – 22,31 г/т). Також в західній частині ділянки розташована свердловина №Н32504 із значенням вмісту нікелю 22,89 г/т.

Встановлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом нікелю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,88$), тісний прямий кореляційний зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,68$), марганцю ($r = 0,84$), свинцю ($r = 0,63$), хрому ($r = 0,72$), ванадію ($r = 0,84$). Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} \text{Ni} &= 0,9642 - 0,934 \times m; & \text{Ni} &= 0,1636 + 0,6457 \times \text{Co}; & \text{Ni} &= 0,0622 + 1,0185 \times \text{Mn}; \\ \text{Ni} &= 0,2299 + 0,586 \times \text{Pb}; & \text{Ni} &= 0,0947 + 0,8204 \times \text{Cr}; & \text{Ni} &= 0,0567 + 0,8874 \times \text{V}. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.51.

Таблиця 4.51 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл нікелю (ш. Дніпровська, с₈^В)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,987
Зольність вугілля	0,009
Вміст сірки загальної	0,004

По пласту с₁₀^В вміст нікелю коливається в межах від 9,88 г/т до 40,47 г/т. Середнє значення по пласту складає 20,7 г/т. Ділянка з найбільшою локацією нікелю знаходиться в крайній західній частині шахтного поля (рис. 4.67), в районі свердловини №6017. Вміст Ni не залежить від глибини, концентрації загальної сірки та зольності вугілля.

Спостерігається тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом нікелю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,95$), тісний прямий кореляційний зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,77$), марганцю ($r = 0,67$), свинцю ($r = 0,81$), хрому ($r = 0,71$), ванадію ($r = 0,93$). Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} \text{Ni} &= 0,9722 - 0,9863 \times m; & \text{Ni} &= 0,034 + 0,7735 \times \text{Co}; & \text{Ni} &= 0,1038 + 0,5873 \times \text{Mn}; \\ \text{Ni} &= 0,0525 + 0,8266 \times \text{Pb}; & \text{Ni} &= 0,1158 + 0,6279 \times \text{Cr}; & \text{Ni} &= 0,0065 + 0,9693 \times \text{V}. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.52.

Таблиця 4.52 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл нікелю (ш. Дніпровська, с₁₀^В)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,985
Зольність вугілля	0,004
Вміст сірки загальної	0,011

Значення вмісту нікелю по пласту с₁ шахти «Благодатна» коливаються від 14,03 г/т до 27,88 г/т. Середнє значення по пласту складає 21,52 г/т. Ділянка з найбільшою локацією нікелю знаходиться в центральній частині шахтного поля (рис. 4.68), в районі свердловини №7760. Кумуляція нікелю не залежить від глибини, концентрації загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом нікелю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,81$), тісний прямий кореляційний зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,75$), марганцю ($r = 0,57$), свинцю ($r = 0,51$), хрому ($r = 0,73$), ванадію ($r = 0,72$). Лінійні рівняння регресії:

$$Ni = 0,9538 - 0,9014 \times m; \quad Ni = 0,0981 + 0,746 \times Co; \quad Ni = 0,2815 + 0,5744 \times Mn;$$

$$Ni = 0,2236 + 0,5296 \times Pb; \quad Ni = 0,216 + 0,6622 \times Cr; \quad Ni = 0,234 + 0,5788 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.53.

Таблиця 4.53 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл нікелю (ш. Благодатна, с₁)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,881
Зольність вугілля	0,041
Вміст сірки загальної	0,078

По пласту с₅ концентрація нікелю змінюється в межах від 18,34 г/т до 43,77 г/т. Середнє значення по пласту складає 26,12 г/т. Найбільша локація нікелю знаходиться в східній частині шахтного поля (рис. 4.69) в районі свердловини №Н3191. Кумуляція Ni не залежить від глибини і концентрації загальної сірки у вугіллі. Спостерігається високий зворотний кореляційний зв'язок між вмістом нікелю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,78$), прямий кореляційний зв'язок із зольністю вугілля ($r = 0,61$), концентрацією кобальту ($r=0,85$), марганцю ($r = 0,78$), свинцю ($r = 0,82$), хрому ($r = 0,82$), ванадію ($r = 0,82$) та фтору ($r = 0,58$).

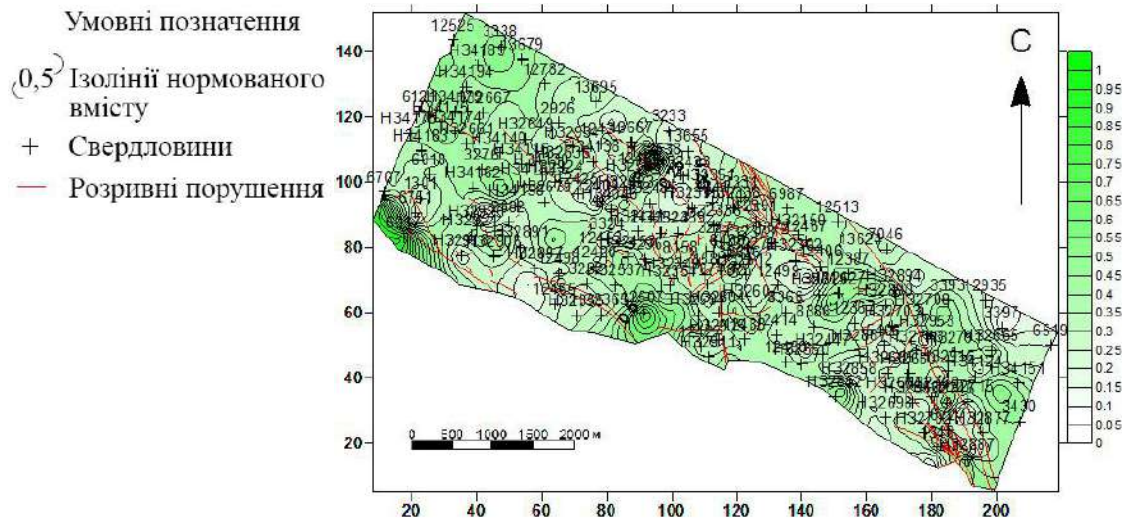


Рис. 4.67. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Ni у вугіллі пласта c_{10}^B (ш. Дніпровська)

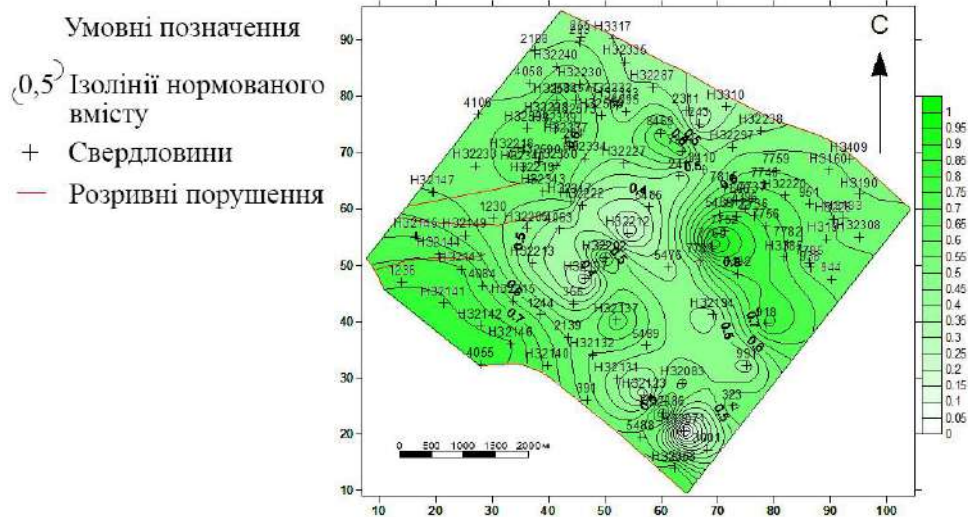


Рис. 4.68. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Ni у вугіллі пласта c_1 (ш. Благодатна)

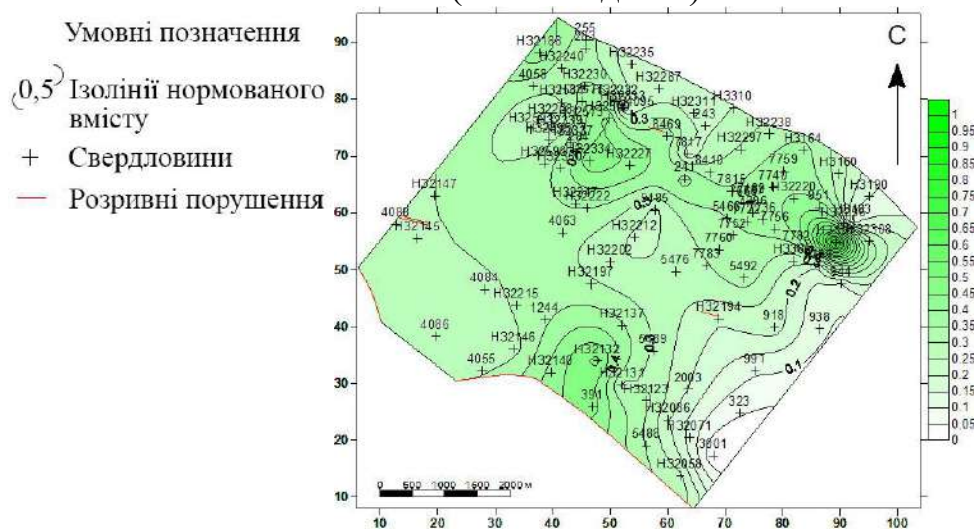


Рис. 4.69. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Ni у вугіллі пласта c_5 (ш. Благодатна)

Лінійні рівняння регресії:

$$Ni = 0,4943 - 0,3935 \times m; \quad Ni = 0,1014 + 0,7963 \times Co; \quad Ni = 0,1479 + 0,6827 \times Mn;$$

$$Ni = 0,0028 + 0,7805 \times Pb; \quad Ni = 0,0994 + 0,7115 \times Cr; \quad Ni = 0,0945 + 0,7468 \times V;$$

$$Ni = 0,1663 + 0,4939 \times F.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.54.

Таблиця 4.54 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл нікелю (ш. Благодатна, с₅)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,569
Зольність вугілля	0,105
Вміст сірки загальної	0,326

Вміст нікелю по пласту с₈^н коливається в межах від 13,04 г/т до 38,5 г/т, при середньому значенні по пласту 24,15 г/т. Найбільша локація нікелю знаходиться в північно-західній частині шахтного поля (рис. 4.70) і пов'язана із свердловиною №4106. Вміст Ni не залежить від глибини, концентрації загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом нікелю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,88$), тісний прямий кореляційний зв'язок з концентрацією кобальту ($r = 0,78$), марганцю ($r = 0,75$), свинцю ($r = 0,82$), хрому ($r = 0,84$) та ванадію ($r = 0,85$). Лінійні рівняння регресії:

$$Ni = 0,8903 - 0,9339 \times m; \quad Ni = -0,0697 + 0,8731 \times Co; \quad Ni = 0,0223 + 0,814 \times Mn;$$

$$Ni = 0,0039 + 0,8838 \times Pb; \quad Ni = -0,0285 + 0,9446 \times Cr; \quad Ni = -0,062 + 0,9471 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.55.

Таблиця 4.55 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл нікелю (ш. Благодатна, с₈^н)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,729
Зольність вугілля	0,052
Вміст сірки загальної	0,219

По пласту с₇^н шахти «Павлоградська» вміст нікелю змінюється в інтервалі від 15,37 г/т до 32,97 г/т. Середнє значення по пласту складає 24,56 г/т. Ділянка з найбільшим значенням концентрації нікелю знаходиться в західній частині

шахтного поля (рис. 4.71) біля свердловини №НЗ2038. Вміст Ni не залежить від глибини, концентрації загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом нікелю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,78$), тісний прямий кореляційний зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,66$), марганцю ($r = 0,74$), свинцю ($r = 0,75$), хрому ($r = 0,71$) та ванадію ($r = 0,70$). Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} \text{Ni} &= 0,7752 - 0,7217 \times m; & \text{Ni} &= 0,1449 + 0,8412 \times \text{Co}; & \text{Ni} &= 0,1812 + 0,866 \times \text{Mn}; \\ \text{Ni} &= 0,1669 + 0,838 \times \text{Pb}; & \text{Ni} &= 0,1471 + 0,881 \times \text{Cr}; & \text{Ni} &= 0,1815 + 0,9444 \times \text{V}. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.56.

Таблиця 4.56 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл нікелю (ш. Павлоградська, с₇^н)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,972
Зольність вугілля	0,008
Вміст сірки загальної	0,020

По пласту с₄ шахти «Самарська» концентрація нікелю коливається в межах від 9,53 г/т до 35,87 г/т, при середньому значенні 19,78 г/т. Найбільше значення його вмісту пов'язано із свердловиною №12428, яка знаходиться на північному сході ділянки біля границі шахтного поля (рис. 4.72). Також підвищений вміст нікелю фіксується в свердловинах №7958 (Ni–34,87 г/т) в центрі і №8066 (Ni–32,87 г/т) на південному сході шахтного поля.

Виявлено тісний прямий кореляційний зв'язок між вмістом нікелю і зольністю вугілля ($r=0,64$), кумуляцією марганцю ($r=0,72$), хрому ($r=0,71$), кобальту ($r = 0,94$), а також зворотний кореляційний зв'язок з глибиною залягання підосви вугільного пласта ($r = -0,54$). Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} \text{Ni} &= 0,2082 + 0,8521 \times A^d; & \text{Ni} &= 0,1764 + 0,9104 \times \text{Mn}; & \text{Ni} &= 0,0923 + 0,7115 \times \text{Cr}; \\ \text{Ni} &= -0,1388 + 1,1364 \times \text{Co}; & \text{Ni} &= 0,5349 - 0,4656 \times H. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.57.

Таблиця 4.57 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл нікелю (ш. Самарська, с₄)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,002
Зольність вугілля	0,892
Вміст сірки загальної	0,106

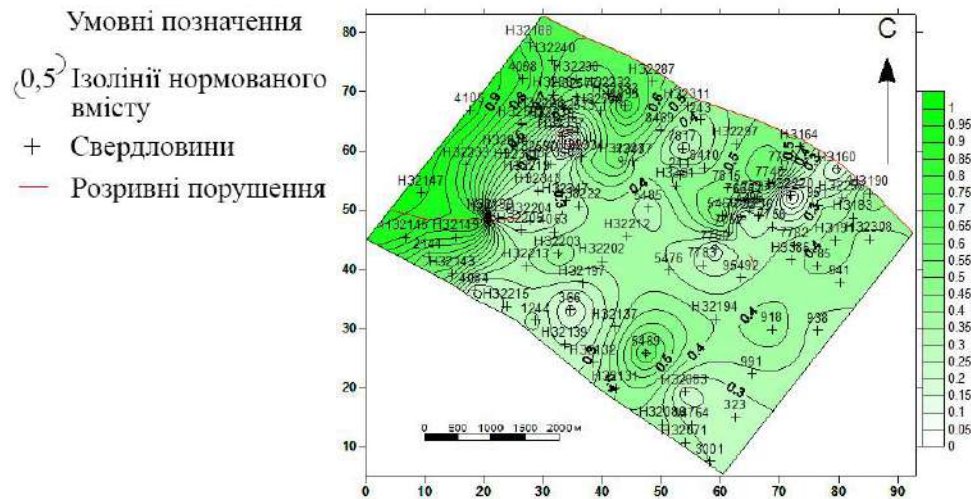


Рис. 4.70. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Ni у вугіллі пласта c_8^H (ш. Благодатна)

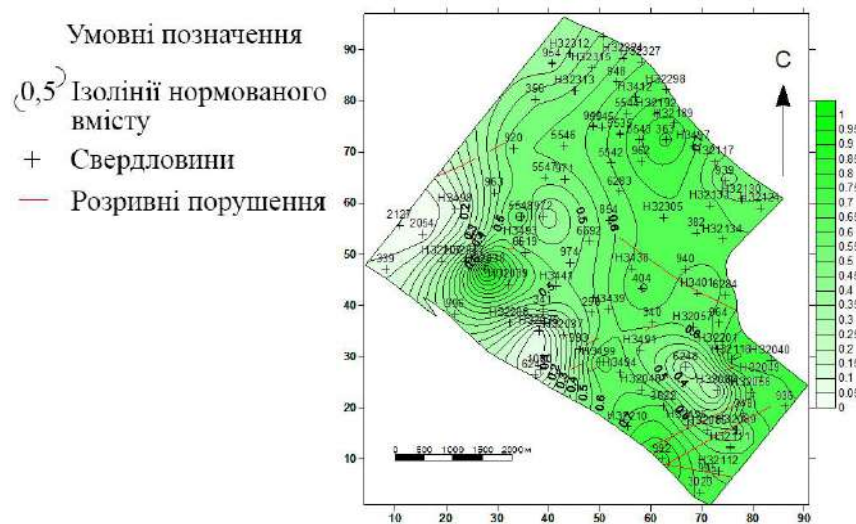


Рис. 4.71. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Ni у вугіллі пласта c_7^H (ш. Павлоградська)

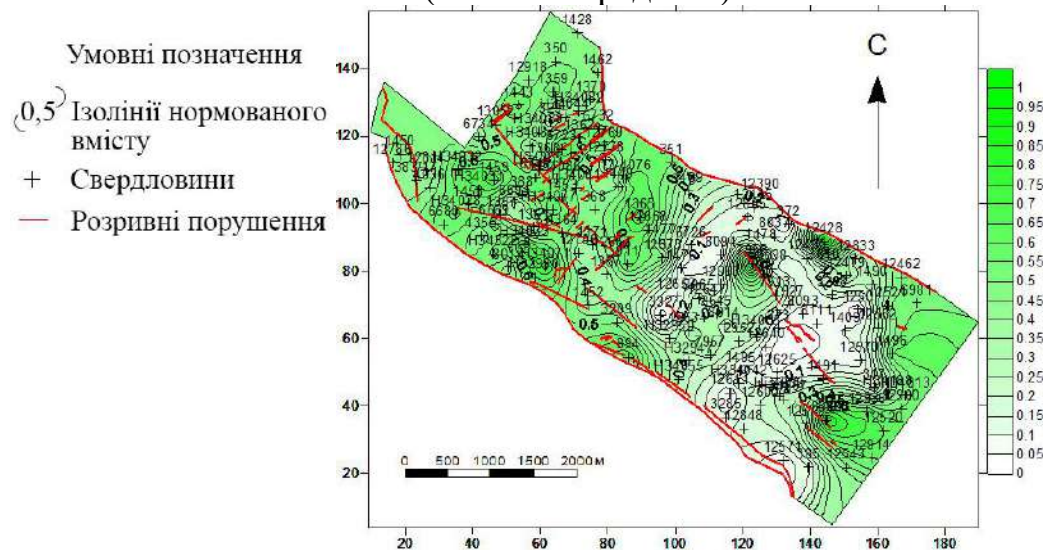


Рис. 4.72. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Ni у вугіллі пласта c_4 (ш. Самарська)

По пласту с₄² шахти «ім. М.І. Сташкова» вміст нікелю варіює в інтервалі від 10,08 г/т до 26,40 г/т. Середнє значення по пласту складає 20,13 г/т. Найбільша локація цього елементу пов'язана з свердловиною №Н32816, яка знаходиться в південно-східній частині шахтного поля (рис. 4.73). Його вміст не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Спостерігається тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом нікелю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,90$), прямий тісний кореляційний зв'язок з кумуляцією кобальту ($r=0,74$), хрому ($r= 0,84$) та ванадію ($r= 0,84$). Лінійні рівняння регресії:

$$Ni = 0,9677 - 0,8369 \times m;$$

$$Ni = 0,2361 + 0,7246 \times Co;$$

$$Ni = 0,1288 + 0,8726 \times Cr;$$

$$Ni = 0,2653 + 0,655 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.58.

Таблиця 4.58 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл нікелю (ш. ім. М.І. Сташкова, с₄²)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,947
Зольність вугілля	0,008
Вміст сірки загальної	0,045

По пласту с₁₀^В значення вмісту нікелю коливаються в межах від 5,29 г/т до 54,13 г/т (рис. 4.74). Середнє значення по пласту складає 23,21 г/т. Ділянка з найбільшою локацією нікелю знаходиться в південно-східній частині шахтного поля біля свердловини №1313. Також фіксуються дві зони підвищеного вмісту нікелю, які знаходяться в центральній частині шахтного поля. Вони приурочені до свердловин №Н32831 і №13485 із значеннями 52,18 і 48,24 г/т відповідно. Вміст Ni не залежить від глибини, концентрації загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом нікелю і потужністю вугільного пласта ($r = - 0,75$), тісний прямий кореляційний зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,73$), марганцю ($r = 0,69$), свинцю ($r = 0,78$), хрому ($r = 0,76$), ванадію ($r = 0,77$). Лінійні рівняння регресії:

$$Ni = 0,6931 - 0,6145 \times m; \quad Ni = 0,2193 + 0,6027 \times Co; \quad Ni = 0,169 + 0,5576 \times Mn;$$

$$Ni=0,1218+0,7493 \times Pb; \quad Ni=0,1707+0,656 \times Cr; \quad Ni=0,169+0,6942 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.59.

Таблиця 4.59 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл нікелю (ш. ім. М.І. Сташкова, с₁₀^В)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,991
Зольність вугілля	0,007
Вміст сірки загальної	0,002

Вміст нікелю по пласту с₆^Н шахти «Тернівська» змінюється від 7,4 г/т до 23,38 г/т, при середньому його значенні 15,93 г/т. Найбільша локація його вмісту приурочена до свердловини №Н32544, яка знаходиться в північно-західній частині шахтного поля (рис. 4.75). Концентрація марганцю не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Спостерігається тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом нікелю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,90$) та прямий кореляційний зв'язок з кумуляцією свинцю ($r = 0,88$). Лінійні рівняння регресії:

$$Ni = 0,872 - 0,8898 \times m; \quad Ni = 0,0592 + 0,8273 \times Pb.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.60.

Таблиця 4.60 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл нікелю (ш. Тернівська, с₆^Н)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,950
Зольність вугілля	0,021
Вміст сірки загальної	0,029

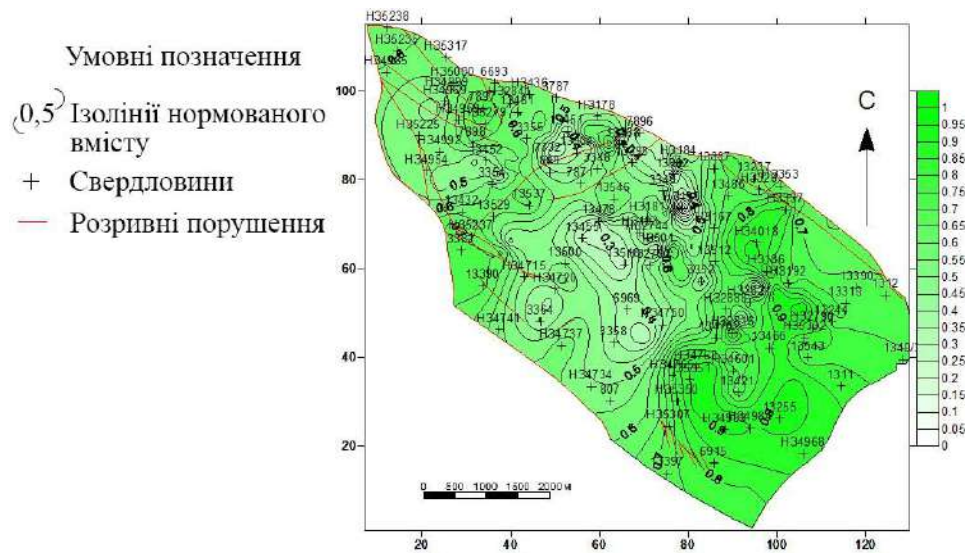


Рис. 4.73. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Ni у вугіллі пласта c_4^2 (ш. ім. М.І. Сташкова)

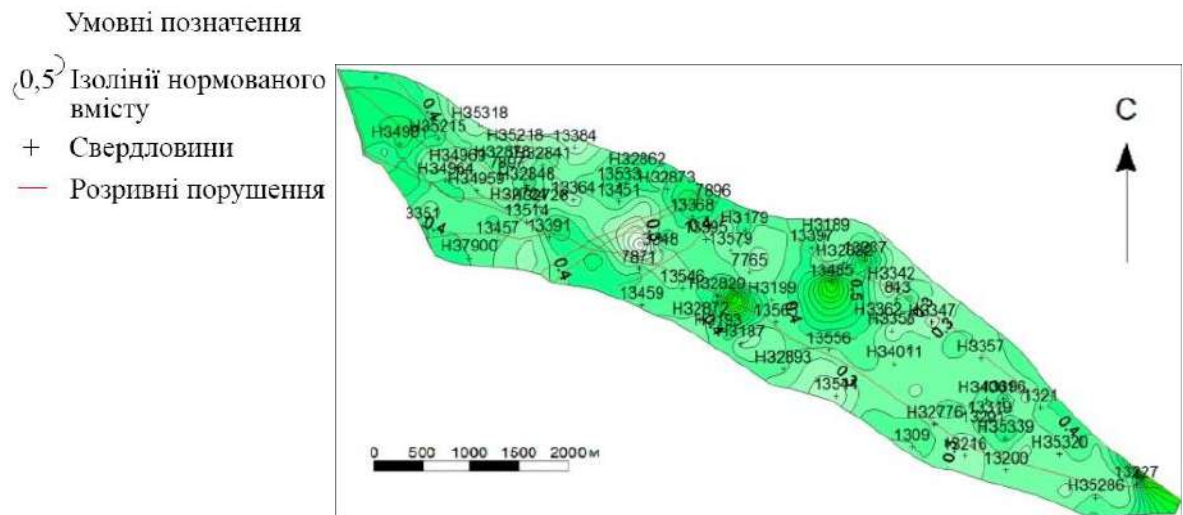


Рис. 4.74. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Ni у вугіллі пласта c_{10}^B (ш. ім. М.І. Сташкова)

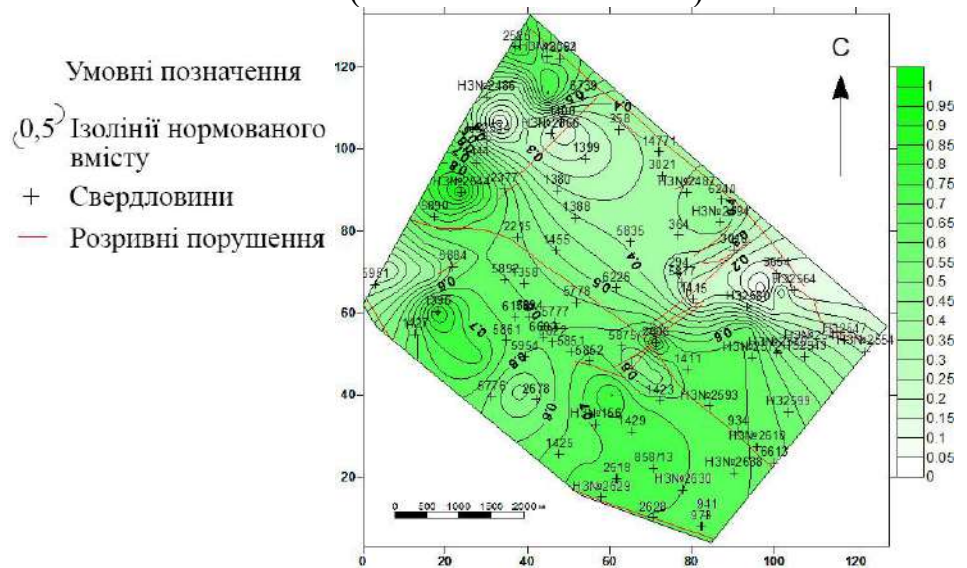


Рис. 4.75. Карта ізоконцентрат вмісту Ni у вугіллі пласта c_6^H (ш. Тернівська)

Висновки до розділу 4.2.5:

1. Регіональна складова вмісту нікелю збільшується різнонаправлено, з переважним південно-західним напрямком.

2. У цілому вміст нікелю не залежить від зольності вугілля, глибини залягання і вмісту сірки загальної. В переважній більшості досліджуваних шахтопластів концентрації нікелю пов'язані тісним зворотним кореляційним зв'язком з їх потужністю (91,7 % шахтопластів), що підтверджується результатами дисперсійного аналізу.

3. Найбільш стійкою геохімічною асоціацією є Ni – Mn – Co – Pb – Cr – V (83,4 % шахтопластів).

4.2.6. Особливості розподілу ртуті в окремих шахтопластах

В межах шахти «Західно-Донбаська» (рис. 4.76) по пласту c_8^B вміст Hg змінюється в межах від 0,043 г/т до 3,471 г/т. Середнє значення по пласту складає 0,548 г/т. Найбільша локація Hg знаходиться в північно-західній частині шахтного поля, в районі свердловини №6377. Концентрація Hg не залежить від глибини, потужності пласта та зольності вугілля.

Спостерігається тісний прямий кореляційний зв'язок між вмістом ртуті і сірки загальної у вугіллі пласта ($r = 0,88$) та з концентрацією миш'яку ($r=0,97$). Лінійні рівняння регресії:

$$Hg = 0,0611 + 0,7179 \times S_t^d;$$

$$Hg = 0,0176 + 0,9576 \times As.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.61.

Таблиця 4.61 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ртуті (ш. Західно-Донбаська, c_8^B)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,000
Зольність вугілля	0,034
Вміст сірки загальної	0,966

Розповсюдження ртуті по пласту c_8^H шахти «Дніпровська» має спорадичний характер. Її значення змінюється в межах від 0,032 г/т до 0,336 г/т. Середнє значення по пласту складає 0,139 г/т. Можна виділити три найбільших локації

вмісту ртуті (рис. 4.77). Перша і найбільша знаходиться в південно-східній частині шахтного поля. Вона представлена ділянкою з свердловиною №НЗ4114, із значенням ртуті 0,336 г/т. Наступна за величиною із вмістом 0,315 г/т пов'язана із свердловиною №НЗ2344, яка знаходиться в центральній частині шахтного поля. На сході розташована свердловина №НЗ2932 із значенням – 0,028 г/т. Найменші значення вмісту ртуті пов'язані із свердловиною №НЗ2923 (Hg – 0,036 г/т) на заході ділянки і свердловиною №НЗ4098 (Hg – 0,032 г/т) в північно-західній частині шахтного поля.

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.62.

Таблиця 4.62 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ртуті (ш. Дніпровська, с₈^В)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,292
Зольність вугілля	0,175
Вміст сірки загальної	0,533

Вміст ртуті по пласту с₈^В змінюється в інтервалі від 0,097 г/т до 0,276 г/т. Середнє значення по пласту складає 0,135 г/т. Кумуляція ртуті не залежить від глибини, потужності пласта та зольності вугілля. Можна виділити чотири зони підвищеного вмісту ртуті. Найбільша локація пов'язана із свердловиною №3326 в північно-західній частині шахтного поля (рис. 4.78), із вмістом ртуті 0,276 г/т, вона пов'язана з розломом північно-західного простягання. На південний захід і південний схід від неї розташовані свердловини №12409 і №НЗ2395, відповідно із значеннями вмісту ртуті 0,204 г/т і 0,241 г/т. Свердловина №НЗ2395 приурочена до локального розлому, який входить в систему розломів північно-західного простягання. На південному заході ділянки розташована свердловина №НЗ2354, Hg - 0,237 г/т. Мінімальне значення вмісту ртуті вугільного пласта с₈^В відзначено в свердловині №8276, яка знаходиться північніше свердловини №НЗ2354 і становить 0,097 г/т.

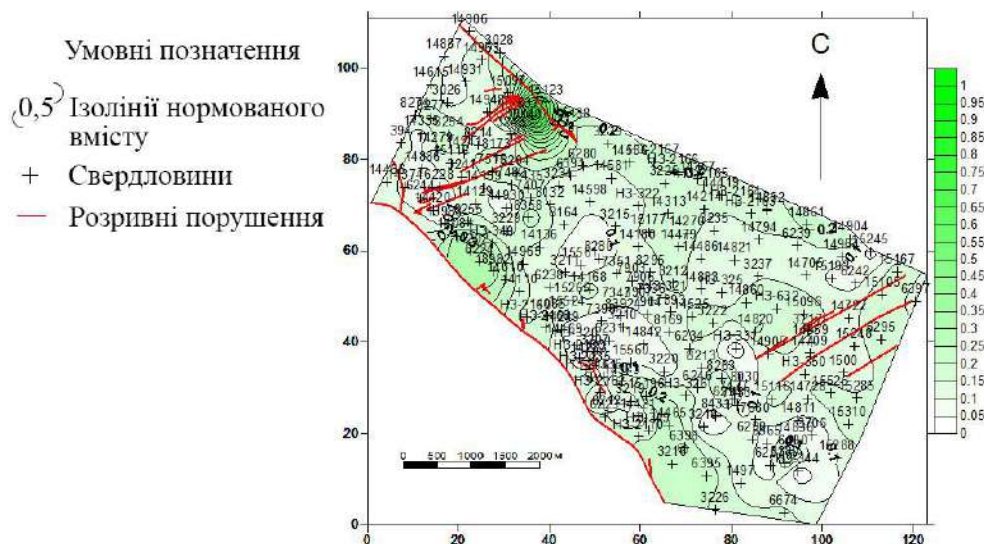


Рис. 4.76. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Hg у вугіллі пласта c_8^B (ш. Західно-Донбаська)

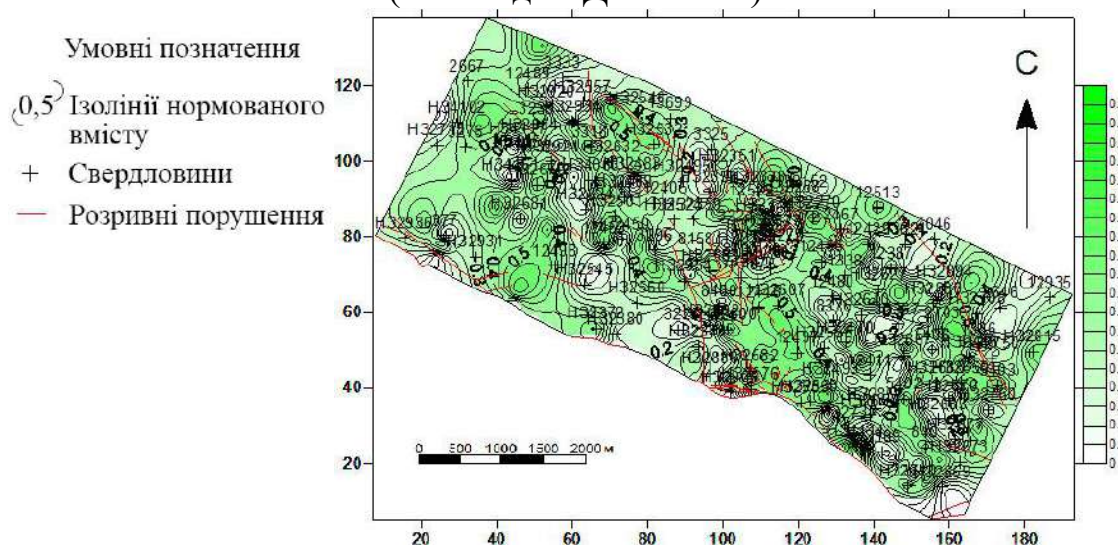


Рис. 4.77. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Hg у вугіллі пласта c_8^H (ш. Дніпровська)

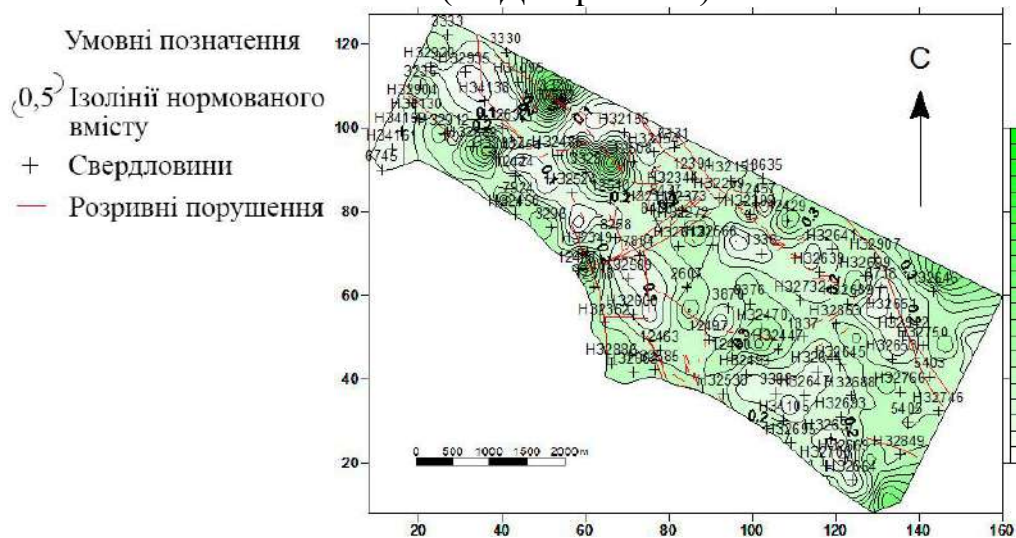


Рис. 4.78. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Hg у вугіллі пласта c_8^B (ш. Дніпровська)

Встановлено тісний прямий кореляційний зв'язок між вмістом ртуті і сірки загальної у вугіллі пласта ($r = 0,86$) та з концентрацією миш'яку ($r=0,74$). Лінійні рівняння регресії:

$$Hg = 0,0217 + 0,9311 \times S_t^d;$$

$$Hg = 0,0222 + 0,7072 \times As.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.63.

Таблиця 4.63 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ртуті (ш. Дніпровська, c_8^B)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,240
Зольність вугілля	0,207
Вміст сірки загальної	0,553

Вміст ртуті по пласту c_{10}^B змінюється в інтервалі від 0,053 г/т до 0,338 г/т. Середнє значення по пласту складає 0,132 г/т. Найбільше значення пов'язане із свердловиною №Н32351 в північній частині шахтного поля (рис. 4.79), із вмістом ртуті 0,338 г/т. Найменше значення вмісту ртуті вугільного пласта c_{10}^B відзначено в свердловині №6122, яка знаходиться в крайній західній частині шахтного поля.

Встановлено тісний прямий кореляційний зв'язок між вмістом ртуті і сірки загальної у вугіллі пласта ($r = 0,67$) та з концентрацією миш'яку ($r=0,61$). Лінійні рівняння регресії:

$$Hg = 0,146 + 0,7465 \times S_t^d;$$

$$Hg = 0,1422 + 0,6454 \times As.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.64.

Таблиця 4.64 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ртуті (ш. Дніпровська, c_{10}^B)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,419
Зольність вугілля	0,382
Вміст сірки загальної	0,199

В межах вугільного пласта c_1 шахти «Благодатна» вміст Hg змінюється в межах від 0,03 г/т до 0,071 г/т. Середнє значення по пласту складає 0,23 г/т. Найбільша локація цього елементу знаходиться в північно-західній частині

шахтного поля (рис. 4.80) в районі свердловини №НЗ2233. Концентрація Hg не залежить від глибини, потужності пласта та зольності вугілля.

Встановлено тісний прямий кореляційний зв'язок між вмістом ртуті і сірки загальної у вугіллі пласта ($r = 0,96$) та з концентрацією миш'яку ($r=0,90$). Лінійні рівняння регресії:

$$Hg = 0,0502 + 1,0568 \times S_t^d;$$

$$Hg = -0,0308 + 0,867 \times As.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.65.

Таблиця 4.65 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ртуті (ш. Благодатна, c_1)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,017
Зольність вугілля	0,169
Вміст сірки загальної	0,814

Вміст ртуті по пласту c_5 варіює в інтервалі від 0,116 г/т до 0,441 г/т. Середнє значення по пласту складає 0,22 г/т. Найбільша локація Hg знаходиться в північній частині шахтного поля (рис. 4.81) в районі свердловини №8469. Концентрація ртуті не залежить від глибини, потужності пласта та зольності вугілля.

Встановлено тісний прямий кореляційний зв'язок між вмістом ртуті і сірки загальної у вугіллі пласта ($r = 0,94$) та з концентрацією миш'яку ($r=0,88$). Лінійні рівняння регресії:

$$Hg = 0,0462 + 0,8856 \times S_t^d;$$

$$Hg = 0,0185 + 0,8351 \times As.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.66.

Таблиця 4.66 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ртуті (ш. Благодатна, c_5)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,005
Зольність вугілля	0,023
Вміст сірки загальної	0,972

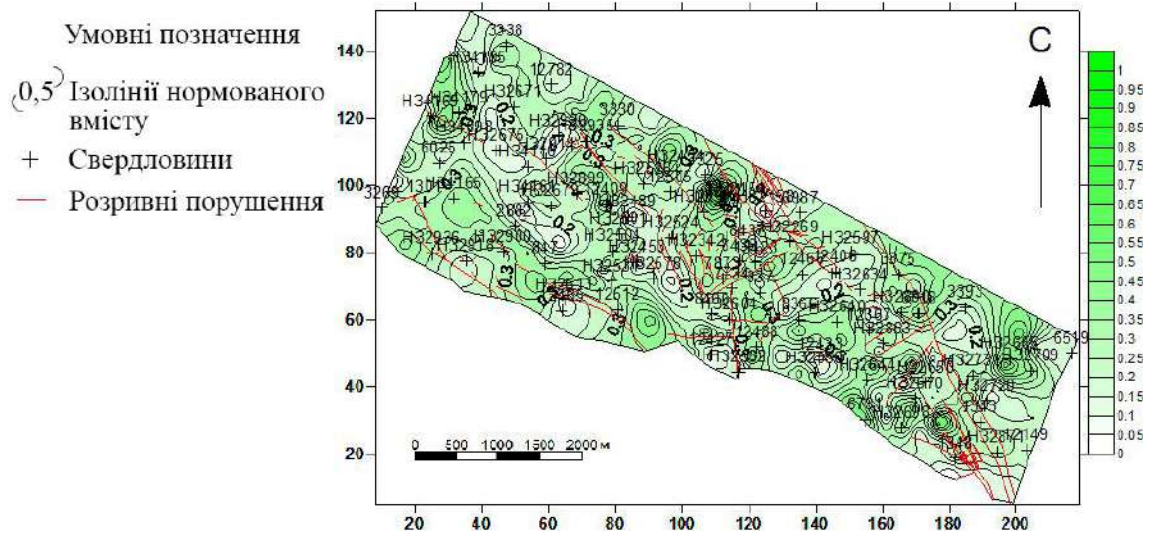


Рис. 4.79. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Hg у вугіллі пласта c_{10}^B (ш. Дніпровська)

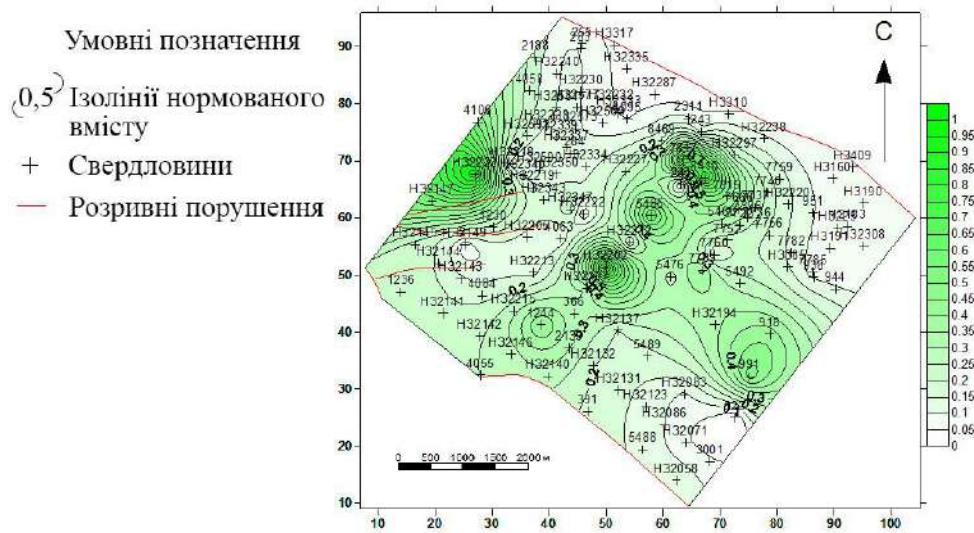


Рис. 4.80. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Hg у вугіллі пласта c_1 (ш. Благодатна)

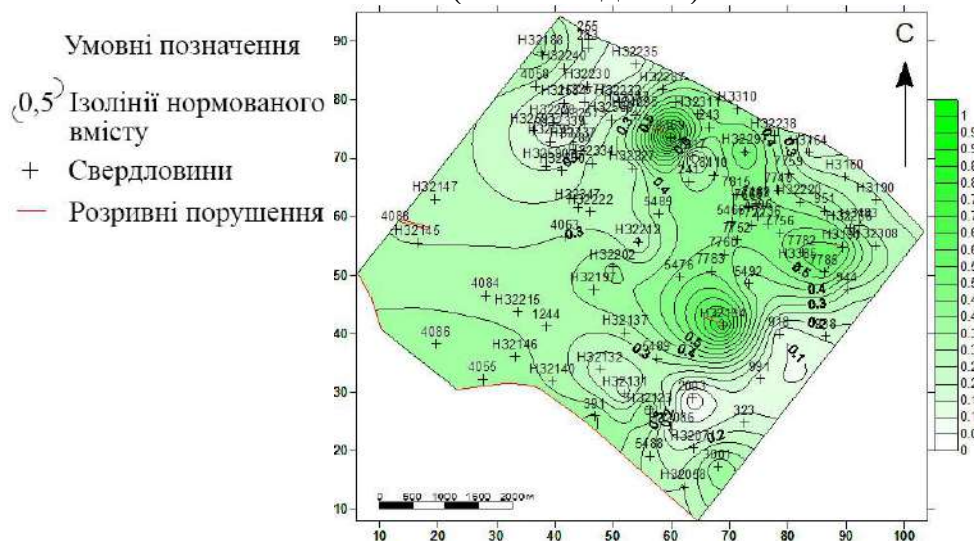


Рис. 4.81. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Hg у вугіллі пласта c_5 (ш. Благодатна)

Зони підвищеного вмісту ртуті по пласту c_8^H знаходяться в північній і південній частині шахтного поля (рис. 4.82). Концентрація Hg варіює в межах від 0,0165 г/т до 0,6421 г/т. Середнє значення по пласту складає 0,2418 г/т. Найбільша локація ртуті знаходиться в південній частині шахтного поля і приурочена до свердловини №Н32083. Вміст Hg не залежить від глибини, потужності пласта та зольності вугілля.

Встановлено тісний прямий кореляційний зв'язок між вмістом ртуті і сірки загальної у вугіллі пласта ($r = 0,96$) та з концентрацією миш'яку ($r=0,94$). Лінійні рівняння регресії:

$$Hg = 0,1017 + 0,8514 \times S_t^d; \quad Hg = 0,1338 + 0,8034 \times As.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.67.

Таблиця 4.67 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ртуті (ш. Благодатна, c_8^H)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,002
Зольність вугілля	0,012
Вміст сірки загальної	0,986

По пласту c_7^H шахти «Павлоградська» зони підвищеного вмісту ртуті знаходяться в південній і південно-східній частині шахтного поля (рис. 4.83). Концентрація Hg варіює в межах від 0,0037 г/т до 0,1138 г/т. Середнє значення по пласту складає 0,0286 г/т. Найбільша кумуляція Hg знаходиться в південній частині шахтного поля, біля свердловини №Н3499. Вміст Hg не залежить від глибини, потужності пласта та зольності вугілля.

Встановлено тісний прямий кореляційний зв'язок між вмістом ртуті і сірки загальної у вугіллі пласта ($r = 0,91$) та з концентрацією миш'яку ($r=0,76$). Лінійні рівняння регресії:

$$Hg = 0,1326 + 0,8144 \times S_t^d; \quad Hg = -0,0172 + 0,7557 \times As.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.68.

Таблиця 4.68 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ртуті (ш. Павлоградська, с₇^п)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,996
Зольність вугілля	0,003
Вміст сірки загальної	0,001

По пласту с₄ шахти «Самарська» виділено три найбільших локації вмісту ртуті. Перша і найбільша розташована на північному сході ділянки (рис. 4.84) і пов'язана із свердловиною №12428, із вмістом Hg – 1,48 г/т. Вона обмежена з південно-східної сторони свердловинами №12833, №3610, з південно - західної сторони свердловиною №12435, з північно-західної – свердловинами №8037 і № 372. З північно-східної сторони ця зона примикає до границі шахтного поля. Друга локація знаходиться південно-західніше першої і представлена свердловиною № 7958, із вмістом Hg – 1,0 г/т. Вона приурочена до розривного порушення північно-західного простягання. Третя локація концентрації ртуті знаходиться в центральній частині шахтного поля і приурочена до свердловини №12562, із вмістом Hg – 0,8 г/т. Величина зміни вмісту ртуті по шахтному полю складає від 0,01 до 1,48 г/т. Середній вміст ртуті по шахтному полю складає 0,24 г/т.

Встановлено тісний прямий кореляційний зв'язок між вмістом ртуті і зольністю вугілля пласта ($r=0,77$), концентрацією марганцю ($r=0,74$) та фору ($r=0,74$). А також середній прямий зв'язок між вмістом ртуті і концентрацією миш'яку ($r = 0,65$) та берилію ($r=0,64$). Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} \text{Hg} &= 0,0185 + 0,669 \times A^d; \text{Hg} = 0,0174 + 0,613 \times \text{Mn}; \text{Hg} = -0,0274 + 0,8891 \times F; \\ \text{Hg} &= 0,0039 + 0,7691 \times \text{As}; \text{Hg} = -0,0352 + 0,3874 \times \text{Be}. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.69.

Таблиця 4.69 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ртуті (ш. Самарська, с₄)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,018
Зольність вугілля	0,977
Вміст сірки загальної	0,005

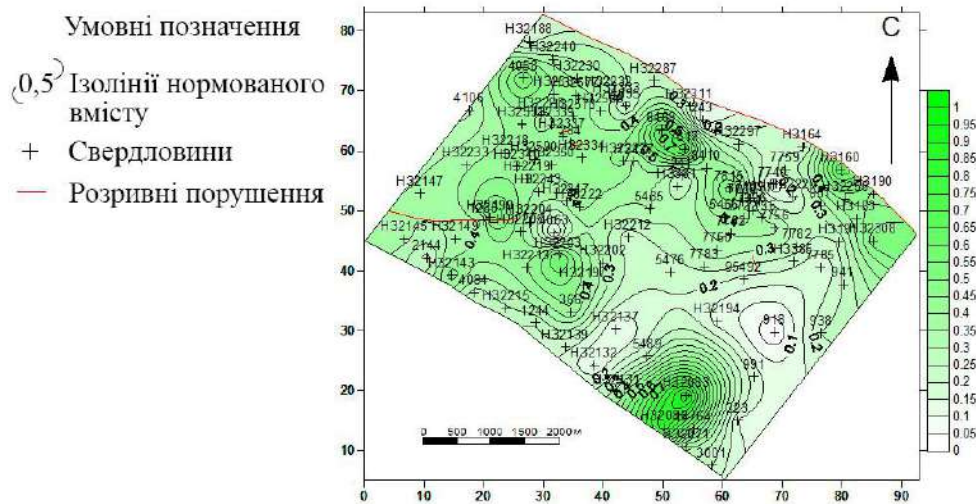


Рис. 4.82. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Hg у вугіллі пласта c_8^H (ш. Благодатна)

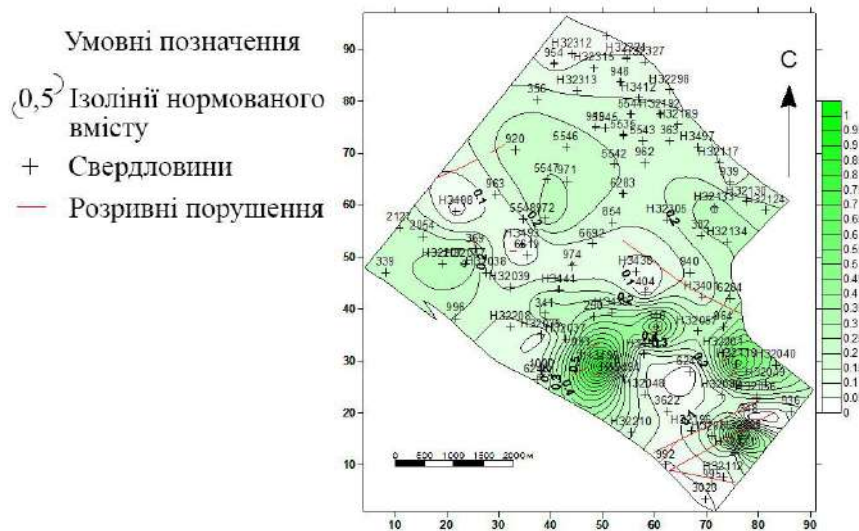


Рис. 4.83. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Hg у вугіллі пласта c_7^H (ш. Павлоградська)

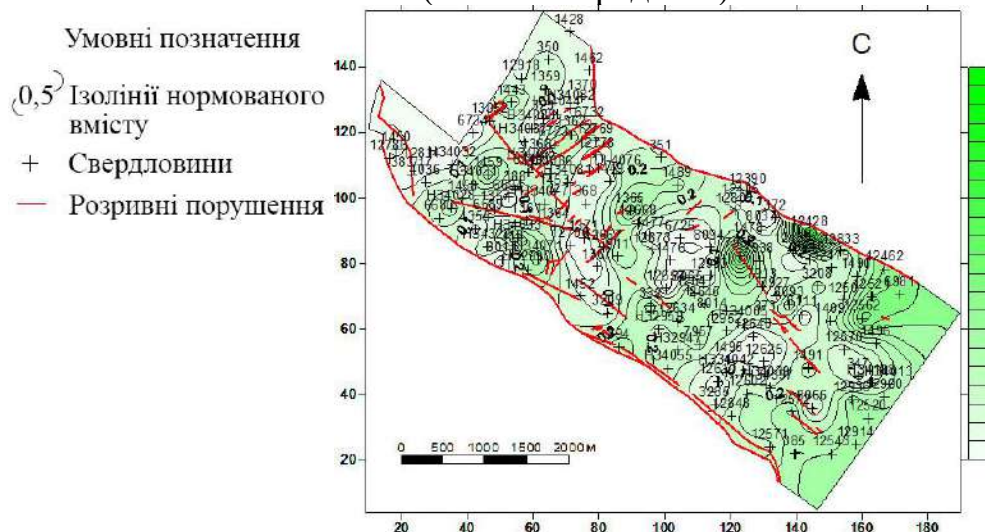


Рис. 4.84. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Hg у вугіллі пласта c_4 (ш. Самарська)

По пласту c_4^2 шахти «ім. М.І. Сташкова» найбільші локації концентрації ртуті знаходяться в північній частині шахтного поля (рис. 4.85). Концентрація Hg варіює в межах від 0,0271 г/т до 0,6205 г/т. Середнє значення по пласту складає 0,2122 г/т. Найбільша кумуляція ртуті приурочена до свердловини №НЗ177. Вміст Hg не залежить від глибини, потужності пласта та зольності вугілля.

Встановлено тісний прямий кореляційний зв'язок між вмістом ртуті і сірки загальної у вугіллі пласта ($r = 0,86$) та з концентрацією миш'яку ($r=0,85$) і свинцю ($r=0,79$). Лінійні рівняння регресії:

$$Hg = 0,1017 + 0,8389 \times S_t^d; Hg = 0,0687 + 0,8163 \times As; Hg = 0,0574 + 0,7195 \times Pb.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.70.

Таблиця 4.70 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ртуті (ш. ім. М.І. Сташкова, c_4^2)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,080
Зольність вугілля	0,167
Вміст сірки загальної	0,753

Вміст ртуті по пласту c_{10}^B варіює в інтервалі від 0,014 г/т до 0,54 г/т. Середнє значення по пласту складає 0,2 г/т. Найбільші кумуляції Hg (рис. 4.86) знаходяться в крайній північно-західній – свердловина №НЗ5238 і південно-східній частині шахтного поля – свердловини №13247 і №13180. Концентрація Hg не залежить від глибини, потужності пласта та зольності вугілля.

Встановлено тісний прямий кореляційний зв'язок між вмістом ртуті і сірки загальної у вугіллі пласта ($r = 0,89$) та з концентрацією миш'яку ($r=0,81$). Лінійні рівняння регресії:

$$Hg = 0,1332 + 0,8936 \times S_t^d; Hg = 0,0676 + 0,9124 \times As.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.71.

Таблиця 4.71 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ртуті (ш. ім. М.І. Сташкова, c_{10}^B)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,000
Зольність вугілля	0,008
Вміст сірки загальної	0,992

По пласту c_6^H шахти «Тернівська» виділено дві зони підвищеного вмісту ртуті (рис. 4.87). Перша знаходиться в центральній частині шахтного поля, на ділянці перетину серії розривних порушень і приурочена до свердловини №2606, із вмістом Hg – 3,7 г/т, вона обмежена свердловинами №1426, №2588, №1402 і №909. Друга зона розташована в південно-східній частині шахтного поля, обмежена свердловинами №2678, №6213, №5863 і №909. Вона представлена свердловиною №6217, в якій вміст Hg складає 3,4 г/т. Величина зміни вмісту ртуті по шахтному полю складає від 0,04 до 3,7 г/т.

В цілому по шахтному полю встановлено, що ртуть формує геохімічну асоціацію з миш'яком ($r = 0,78$), його концентрації кореляційно пов'язані із вмістом берилію (0,56), марганцю (0,57), також мають середній кореляційний зв'язок із вмістом у вугіллі пласта сірки загальної (0,60) і зольністю вугілля (0,62).

Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} \text{Hg} &= -0,0868 + 0,8137 \times \text{As}; & \text{Hg} &= -0,0252 + 0,5735 \times \text{Be}; & \text{Hg} &= -0,0282 + 0,6385 \times \text{Mn}; \\ \text{Hg} &= -0,0334 + 0,6648 \times \text{S}_t^d; & \text{Hg} &= -0,0306 + 0,719 \times \text{A}^d. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.72.

Таблиця 4.72 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ртуті (ш. Тернівська, c_6^H)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,104
Зольність вугілля	0,253
Вміст сірки загальної	0,642

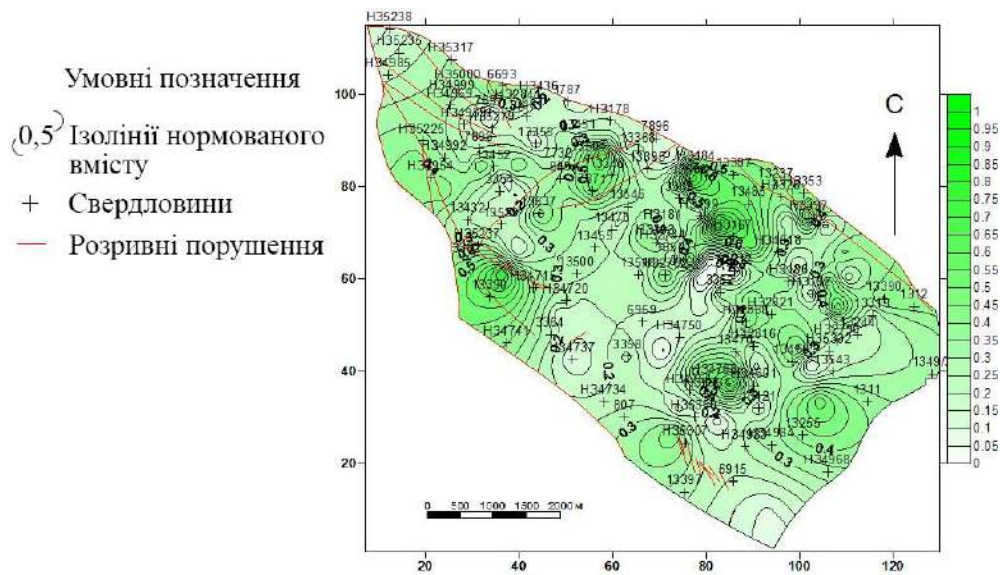


Рис. 4.85. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Hg у вугіллі пласта c_4^2 (ш. ім. М.І. Сташкова)

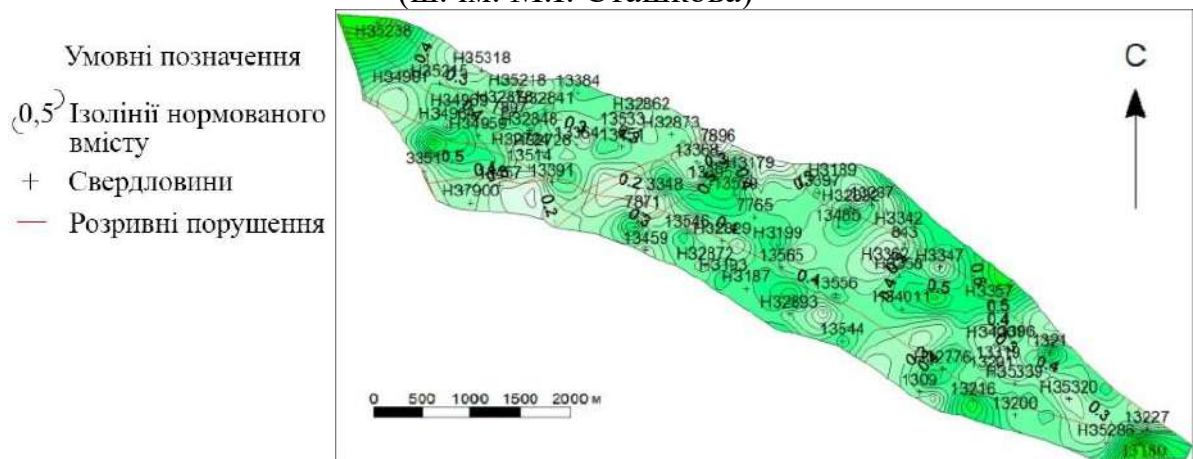


Рис. 4.86. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Hg у вугіллі пласта c_{10}^B (ш. ім. М.І. Сташкова)

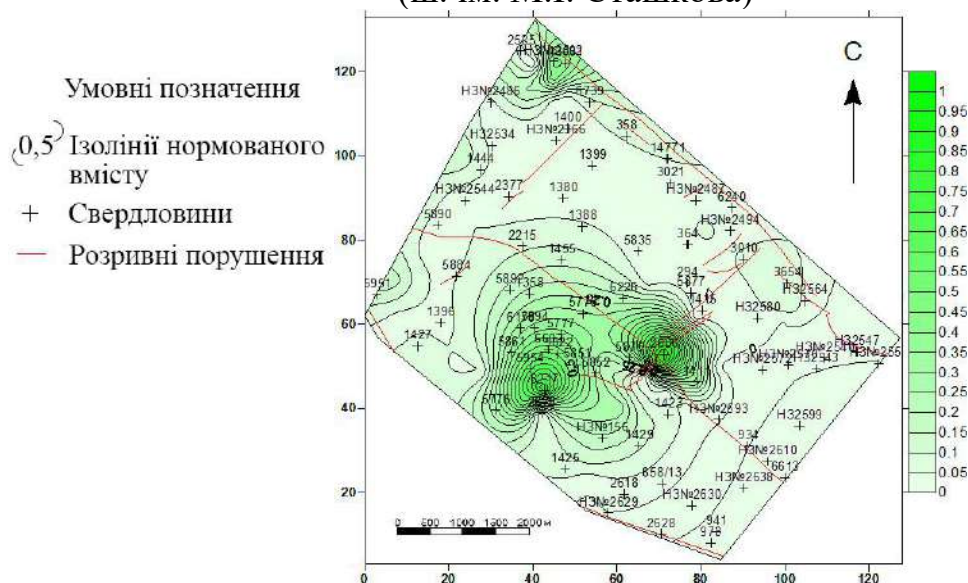


Рис. 4.87. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Hg у вугіллі пласта c_6^H (ш. Тернівська)

Висновки до розділу 4.2.6:

1. Регіональна складова вмісту ртуті збільшується переважно в південно-східному і північно-східному напрямку.

2. Вміст ртуті не залежить від зольності вугілля, глибини залягання і потужності пластів. У більшості досліджуваних шахтопластів концентрації ртуті мають тісні прямі кореляційні зв'язки з вмістом сірки загальної (75% шахтопластів), що підтверджується результатами дисперсійного аналізу. Таким чином, із зменшенням вмісту сірки загальної концентрація ртуті зменшується.

3. Найбільш стійкою геохімічною асоціацією є As – Hg (75% шахтопластів). Геохімічні асоціації Hg – As – Mn – F – Be, Hg – As – Be – Mn і Hg – As – Pb встановлені відповідно у вугіллі пластів c_4 , c_6 і c_4^2 шахт «Самарська», «Тернівська» і «ім. М.І. Сташкова».

4. Ділянки з аномально високим вмістом ртуті просторово поєднані із зонами підвищеної тріщинуватості, які генетично пов'язані з окремими середньо-та малоамплітудними розривними порушеннями.

4.2.7. Особливості розподілу свинцю в окремих шахтопластах

Значення вмісту свинцю в межах шахти «Західно-Донбаська» по пласту c_8^B змінюється від 2,36 г/т до 26,17 г/т, при середньому значенні 12,29 г/т. Найбільша його локація встановлена в північній частині шахтного поля на ділянці свердловини №3234 (рис. 4.88). Концентрація свинцю не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Виявлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом свинцю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,88$), тісний прямий кореляційний зв'язок з кумуляцією марганцю ($r=0,94$), нікелю ($r = 0,93$), кобальту ($r = 0,86$), хрому ($r = 0,96$), ванадію ($r = 0,95$). Лінійні рівняння регресії:

$$Pb = 0,5021 - 0,4464 \times m; \quad Pb = 0,0568 + 0,928 \times Mn; \quad Pb = 0,0529 + 0,9014 \times Ni;$$

$$Pb = 0,0426 + 0,9034 \times Co; \quad Pb = 0,0861 + 0,8785 \times Cr; \quad Pb = 0,057 + 0,9182 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.73.

Таблиця 4.73 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл свинцю (ш. Західно-Донбаська, с₈^В)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,991
Зольність вугілля	0,003
Вміст сірки загальної	0,006

По пласту с₈^Н шахти «Дніпровська» концентрація свинцю коливається в межах від 1,91 г/т до 13,17 г/т. Середнє значення вмісту свинцю по пласту складає 6,32 г/т. Концентрація свинцю не залежить від глибини, напряду падіння вугільного пласта, вмісту загальної сірки та зольності вугілля. За вмістом свинцю поле шахти можна розділити на три зони (рис. 4.89). Зона найменших значень його вмісту простягається з півдня на північ і частково – на північний захід. Зона середніх значень розташована в північно-східній і південно-східній частині ділянки. Зона найбільших значень знаходиться в північно-західній і південно-західній частині шахтного поля. Найбільше значення пов'язане із свердловиною №НЗ2560 (Pb – 13,17 г/т), яка знаходиться в південно - західній частині шахтного поля. На південь від неї, біля границі шахтного поля, розташована свердловина №НЗ2402 (Pb – 12,94 г/т). На захід від вище приведених свердловин розташована свердловина №НЗ2355 (Pb – 12,13 г/т). В північно-західній частині ділянки знаходиться свердловина №НЗ4131 із значенням вмісту свинцю 12,63 г/т.

Встановлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом свинцю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,89$), тісний прямий кореляційний зв'язок з кумуляцією марганцю ($r=0,79$), нікелю ($r = 0,79$), кобальту ($r = 0,77$), хрому ($r = 0,80$), ванадію ($r = 0,85$). Лінійні рівняння регресії:

$$Pb = 1,002 - 0,9605 \times m; \quad Pb = 0,0567 + 0,8449 \times Mn; \quad Pb = -0,0046 + 0,9697 \times Ni;$$

$$Pb = 0,0734 + 0,7988 \times Co; \quad Pb = 0,0595 + 0,8724 \times Cr; \quad Pb = 0,1024 + 0,8445 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.74.

Таблиця 4.74 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл свинцю (ш. Дніпровська, с₈^Н)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,988
Зольність вугілля	0,007
Вміст сірки загальної	0,005

По пласту с₈^В вміст свинцю коливається в межах від 6,28 г/т до 20,06 г/т (рис. 4.99). Середнє його значення по пласту складає 11,87 г/т. Найбільша локація пов'язана із свердловиною №НЗ2348 (Pb – 20,06 г/т), яка знаходиться в південній частині шахтного поля (рис. 4.90). На північ від неї розташована свердловина №НЗ2354 (Pb – 17,42 г/т). Обидві вище приведені свердловини приурочені до зон перетину розломів. На півночі ділянки знаходяться свердловини №НЗ2495, №НЗ2443 і №НЗ2395 (Pb – 17,85 г/т, 16,3 г/т і 16,09 г/т), які разом формують зону підвищеного вмісту свинцю. На південному сході розташована свердловина №НЗ2712, із вмістом свинцю 17,84 г/т.

Виявлено високий зворотний кореляційний зв'язок між вмістом свинцю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,69$), високий прямий кореляційний зв'язок з кумуляцією марганцю ($r=0,67$), нікелю ($r = 0,63$), кобальту ($r = 0,55$), хрому ($r = 0,57$), ванадію ($r = 0,62$). Лінійні рівняння регресії:

$$Pb = 0,8244 - 0,788 \times m; \quad Pb = 0,058 + 0,8729 \times Mn; \quad Pb = 0,0885 + 0,6777 \times Ni;$$

$$Pb = 0,1417 + 0,5603 \times Co; \quad Pb = 0,0884 + 0,6976 \times Cr; \quad Pb = 0,0783 + 0,7065 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.75.

Таблиця 4.75 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл свинцю (ш. Дніпровська, с₈^В)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,988
Зольність вугілля	0,008
Вміст сірки загальної	0,003

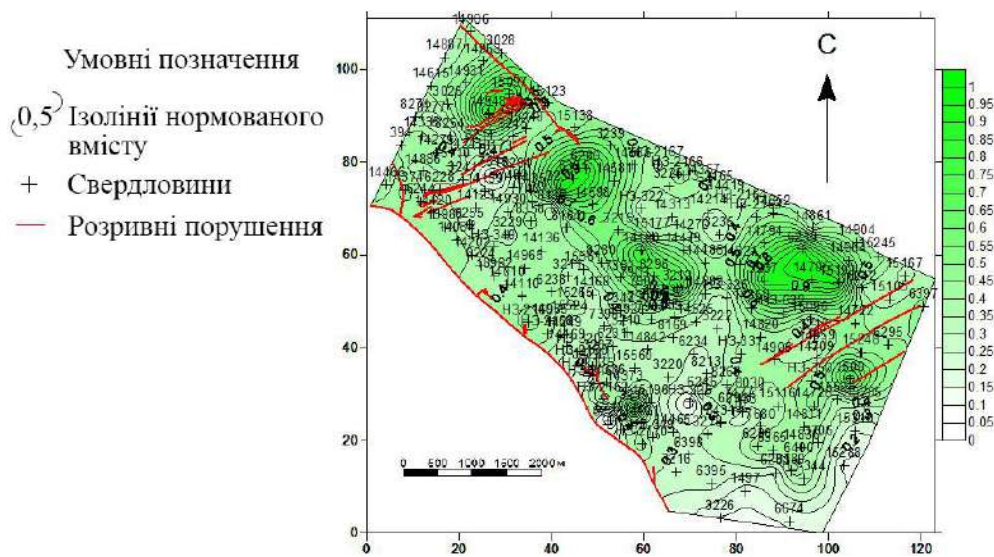


Рис. 4.88. Карта ізоконцентрат вмісту Pb у вугіллі пласта c_8^B (ш. Західно-Донбаська)

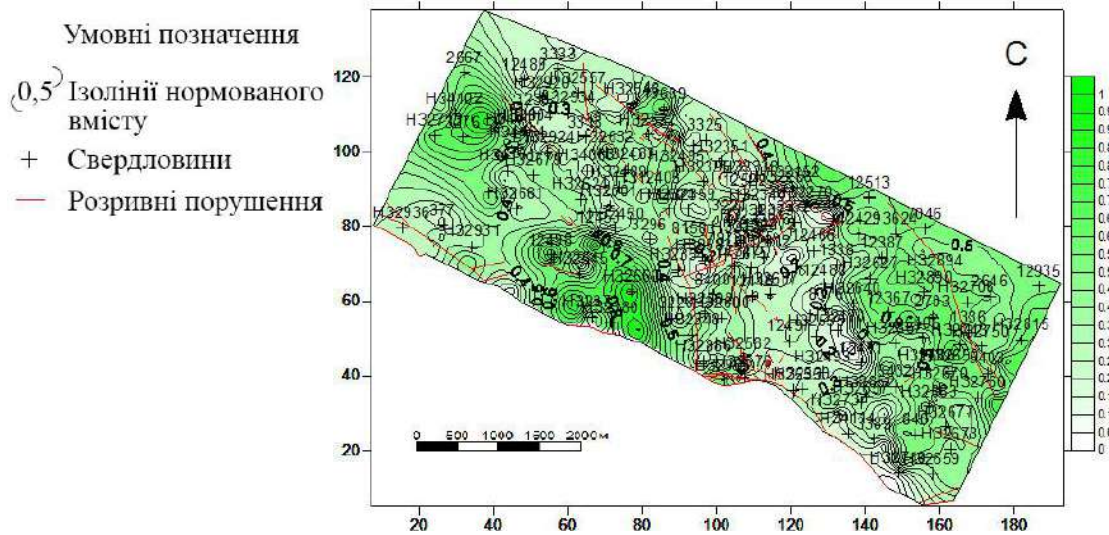


Рис. 4.89. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Pb у вугіллі пласта c_8^H (ш. Дніпровська)

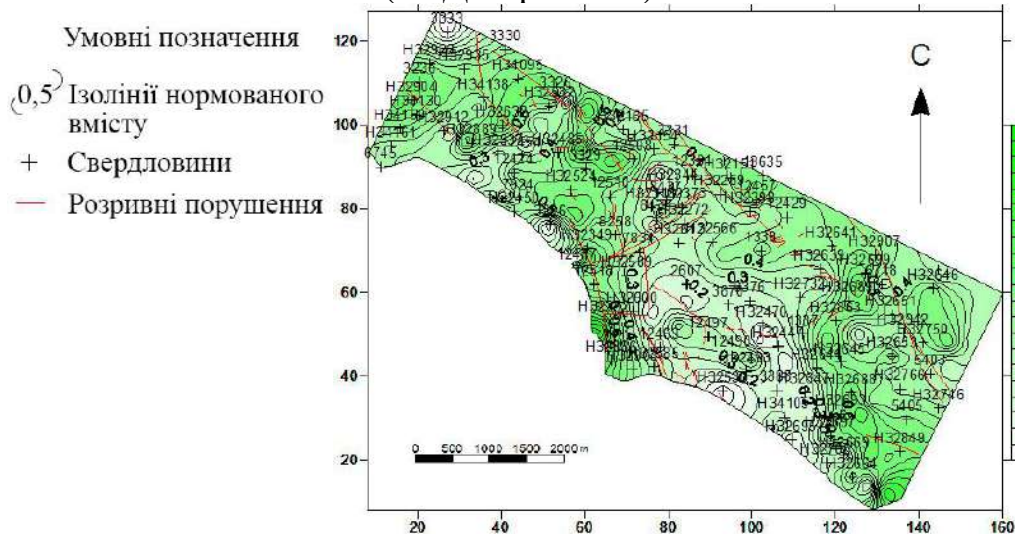


Рис. 4.90. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Pb у вугіллі пласта c_8^B (ш. Дніпровська)

По пласту c_{10}^B концентрація свинцю змінюється в межах від 2,87 г/т до 11,83 г/т, при середньому значенні по пласту 6,13 г/т. Найбільша локація встановлена в північній частині шахтного поля (рис. 4.91), на ділянці свердловини №3326. Концентрація Pb не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом свинцю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,87$), тісний прямий кореляційний зв'язок з кумуляцією марганцю ($r=0,62$), нікелю ($r = 0,81$), кобальту ($r = 0,72$), хрому ($r = 0,66$), ванадію ($r = 0,85$). Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} \text{Pb} &= 0,9212 - 0,8881 \times m; & \text{Pb} &= 0,1352 + 0,5385 \times \text{Mn}; & \text{Pb} &= 0,0824 + 0,7971 \times \text{Ni}; \\ \text{Pb} &= 0,0716 + 0,7082 \times \text{Co}; & \text{Pb} &= 0,1475 + 0,5723 \times \text{Cr}; & \text{Pb} &= 0,0546 + 0,8645 \times \text{V}. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.76.

Таблиця 4.76 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл свинцю (ш. Дніпровська, c_{10}^B)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,953
Зольність вугілля	0,026
Вміст сірки загальної	0,021

Концентрація свинцю по пласту c_1 шахти «Благодатна» змінюється від 4,63 г/т до 14,53 г/т. Середнє його значення по пласту складає 10,57 г/т. Найбільша локація встановлена в північній частині шахтного поля (рис. 4.92), на ділянці свердловини №8469. Кумуляція свинцю не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Виявлено тісний зворотний зв'язок між вмістом свинцю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,72$), тісний прямий зв'язок з кумуляцією кобальту ($r = 0,70$), марганцю ($r=0,50$), нікелю ($r = 0,51$), хрому ($r = 0,63$) і ванадію ($r = 0,66$). Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} \text{Pb} &= 0,9543 - 0,7752 \times m; & \text{Pb} &= 0,3945 + 0,4533 \times \text{Mn}; & \text{Pb} &= 0,3314 + 0,4951 \times \text{Ni}; \\ \text{Pb} &= 0,1992 + 0,6739 \times \text{Co}; & \text{Pb} &= 0,3283 + 0,552 \times \text{Cr}; & \text{Pb} &= 0,3279 + 0,5115 \times \text{V}. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.77.

Таблиця 4.77 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл свинцю (ш. Благодатна, с₁)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,430
Зольність вугілля	0,409
Вміст сірки загальної	0,161

Вміст свинцю в межах пласта с₅ коливається від 6,58 г/т до 17,67 г/т, при середньому значенні 10,88 г/т. Найбільша локація встановлена в східній частині шахтного поля, на ділянці свердловини №НЗ191 (рис. 4.93). Концентрація Pb не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом свинцю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,81$), тісний прямий кореляційний зв'язок з кумуляцією марганцю ($r=0,79$), нікелю ($r = 0,82$), кобальту ($r = 0,83$), хрому ($r = 0,77$), ванадію ($r = 0,86$). Лінійні рівняння регресії:

$$Pb = 0,6247 - 0,4811 \times m; \quad Pb = 0,2208 + 0,7239 \times Mn; \quad Pb = 0,1269 + 0,8542 \times Ni;$$

$$Pb = 0,1784 + 0,817 \times Co; \quad Pb = 0,1852 + 0,6996 \times Cr; \quad Pb = 0,1546 + 0,8259 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.78.

Таблиця 4.78 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл свинцю (ш. Благодатна, с₅)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,780
Зольність вугілля	0,121
Вміст сірки загальної	0,099

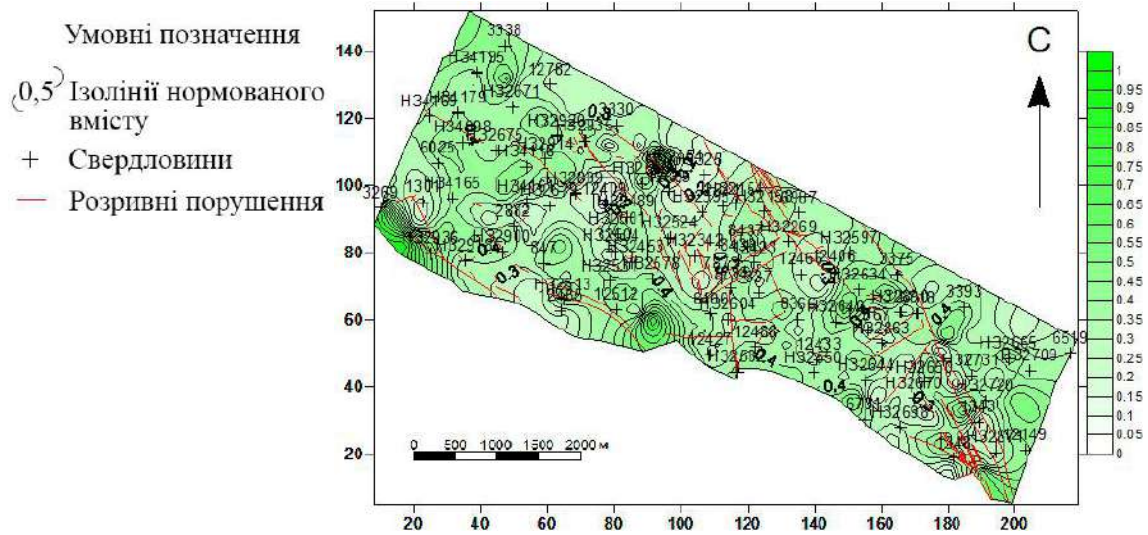


Рис. 4.91. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Pb у вугіллі пласта c_{10}^B (ш. Дніпровська)

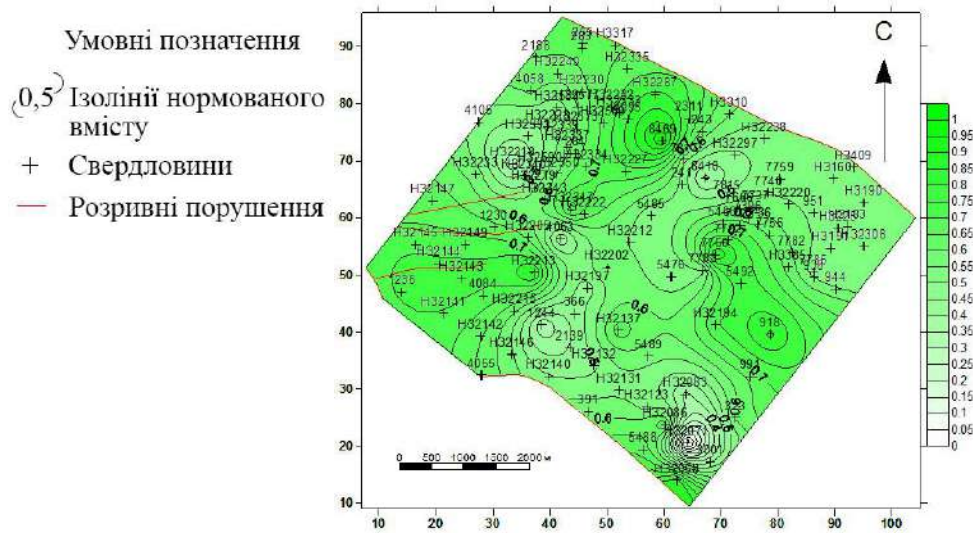


Рис. 4.92. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Pb у вугіллі пласта c_1 (ш. Благодатна)

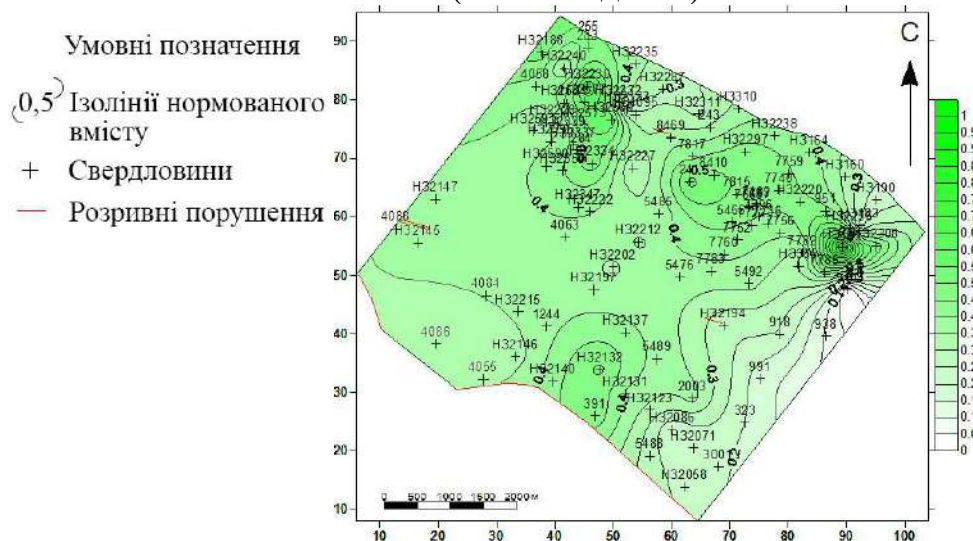


Рис. 4.93. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Pb у вугіллі пласта c_5 (ш. Благодатна)

По пласту c_8^H значення вмісту свинцю змінюється від 66,85 г/т до 178,63 г/т. Середнє значення по пласту складає 121,54 г/т. Найбільша локація цього елементу встановлена в північно-західній частині шахтного поля (рис. 4.94), на ділянці свердловини №4095. Концентрація Pb не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом свинцю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,95$), тісний прямий кореляційний зв'язок з кумуляцією марганцю ($r=0,86$), нікелю ($r = 0,82$), кобальту ($r = 0,85$), хрому ($r = 0,89$) та ванадію ($r = 0,92$). Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} Pb &= 0,6722 - 0,7165 \times m; & Pb &= 0,0421 + 0,8792 \times Mn; & Pb &= 0,1548 + 0,7667 \times Ni; \\ Pb &= -0,0283 + 0,8933 \times Co; & Pb &= 0,025 + 0,9435 \times Cr; & Pb &= -0,013 + 0,9546 \times V. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.79.

Таблиця 4.79 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл свинцю (ш. Благодатна, c_8^H)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,953
Зольність вугілля	0,032
Вміст сірки загальної	0,015

Вміст свинцю по пласту c_7^H шахти «Павлоградська» коливається від 6,97 г/т до 21,52 г/т, при середньому значенні 13,14 г/т. Найбільша концентрація встановлена в західній частині шахтного поля (рис. 4.95), на ділянці свердловини №НЗ2038. Концентрація Pb не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом свинцю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,89$), тісний прямий кореляційний зв'язок з кумуляцією марганцю ($r=0,81$), нікелю ($r = 0,75$), кобальту ($r = 0,85$), хрому ($r = 0,86$) та ванадію ($r = 0,80$). Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} Pb &= 0,6722 - 0,7165 \times m; & Pb &= 0,0833 + 0,8651 \times Mn; & Pb &= 0,0699 + 0,6779 \times Ni; \\ Pb &= -0,0146 + 0,9778 \times Co; & Pb &= 0,0126 + 0,9662 \times Cr; & Pb &= 0,0758 + 0,9649 \times V. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.80.

Таблиця 4.80 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл свинцю (ш. Павлоградська, с₇^н)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,944
Зольність вугілля	0,029
Вміст сірки загальної	0,027

По пласту с₄ шахти «Самарська» концентрація свинцю змінюється в межах від 3,00 г/т до 28,78 г/т, при середньому значенні 16,68 г/т. Найбільше значення його вмісту пов'язано із свердловиною № 12936, яка знаходиться на південному сході шахтного поля (рис. 4.96). Вміст свинцю значимо не залежить ні від технологічних параметрів вугілля, ні від кумуляцій у ньому інших елементів.

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.81.

Таблиця 4.81 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл свинцю (ш. Самарська, с₄)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,404
Зольність вугілля	0,063
Вміст сірки загальної	0,533

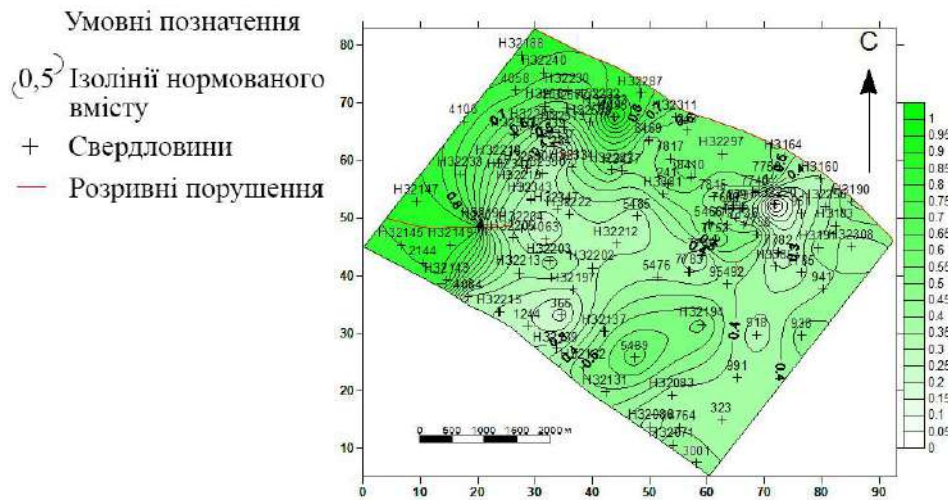


Рис. 4.94. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Pb у вугіллі пласта c_8^H (ш. Благодатна)

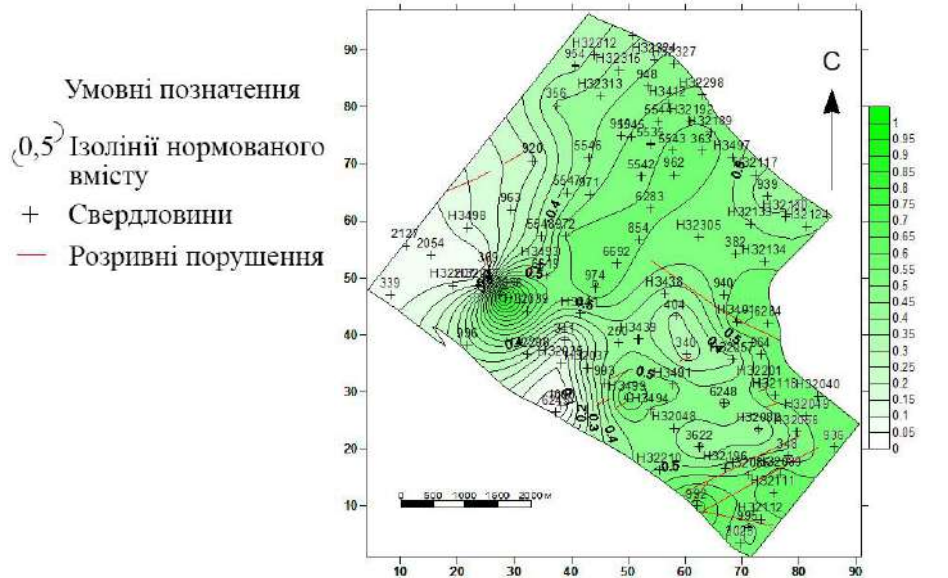


Рис. 4.95. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Pb у вугіллі пласта c_7^H (ш. Павлоградська)

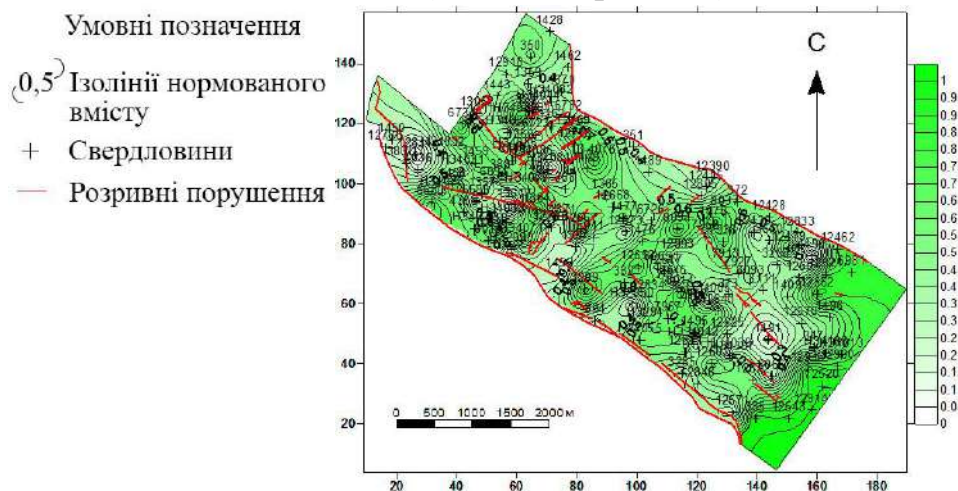


Рис. 4.96. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Pb у вугіллі пласта c_4 (ш. Самарська)

По пласту c_4^2 шахти «ім. М.І. Сташкова» значення вмісту свинцю варіює в інтервалі від 3,22 г/т до 14,86 г/т. Середнє значення по пласту складає 7,34 г/т. Найбільша локація цього елементу пов'язана з свердловиною №НЗ177, яка знаходиться в північній частині ділянки (рис. 4.97). Його вміст не залежить від глибини, потужності вугільного пласта та зольності вугілля.

Виявлено тісний прямий кореляційний зв'язок між вмістом свинцю і вмістом загальної сірки ($r = 0,87$), а також з кумуляцією миш'яку ($r=0,84$) і ртуті ($r=0,79$). Лінійні рівняння регресії:

$$Pb=0,1201+0,9323 \times S_t^d; \quad Pb=0,0906+0,8832 \times As; \quad Pb=0,0837+0,8658 \times Hg.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.82.

Таблиця 4.82 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл свинцю (ш. ім. М.І. Сташкова, c_4^2)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,003
Зольність вугілля	0,011
Вміст сірки загальної	0,986

По пласту c_{10}^B концентрація свинцю в межах пласта змінюється від 3,59 г/т до 16,59 г/т. Середнє значення по пласту складає 7,84 г/т. Найбільша локація встановлена в центральній частині шахтного поля на ділянці свердловини №13485 (рис. 4.98). Кумуляція Pb не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний зв'язок між вмістом свинцю і потужністю вугільного пласта ($r = - 0,78$), тісний прямий зв'язок з кумуляцією марганцю ($r=0,72$), нікелю ($r = 0,78$), кобальту ($r = 0,74$), хрому ($r = 0,79$), ванадію ($r = 0,81$). Лінійні рівняння регресії:

$$Pb=0,6626-0,6332 \times m; \quad Pb=0,1122+0,6056 \times Mn; \quad Pb=0,0288+0,8131 \times Ni;$$

$$Pb=0,17+0,6414 \times Co; \quad Pb=0,1137+0,7134 \times Cr; \quad Pb=0,1096+0,7627 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.83.

Таблиця 4.83 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл свинцю (ш. ім. М.І. Сташкова, c_{10}^B)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,826
Зольність вугілля	0,032
Вміст сірки загальної	0,142

По пласту c_6^H шахти «Тернівська» вміст свинцю змінюється від 2,36 г/т до 10,2 г/т, при середньому його значенні 6,86 г/т. Найбільша локація вмісту цього елемента приурочена до свердловини №НЗ2544, яка знаходиться в північно-західній частині шахтного поля (рис. 4.99). Концентрація свинцю не залежить від глибини, зольності вугілля та вмісту загальної сірки вугільного пласта.

Спостерігається тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом свинцю і потужністю вугільного пласта ($r = -0,95$) та тісний прямий кореляційний зв'язок з кумуляцією нікелю ($r = 0,88$). Лінійні рівняння регресії:

$$Pb = 0,9533 - 0,999 \times m;$$

$$Pb = 0,0748 + 0,9345 \times Ni.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.84.

Таблиця 4.84 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл свинцю (ш. Тернівська, c_6^H)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,958
Зольність вугілля	0,026
Вміст сірки загальної	0,017

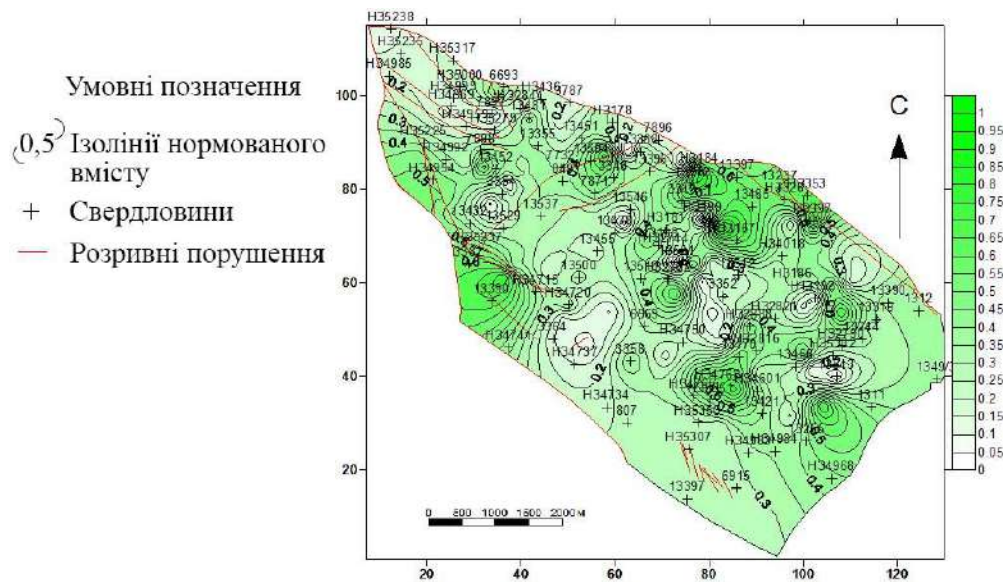


Рис. 4.97. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Rb у вугіллі пласта c_4^2 (ш. ім. М.І. Сташкова)

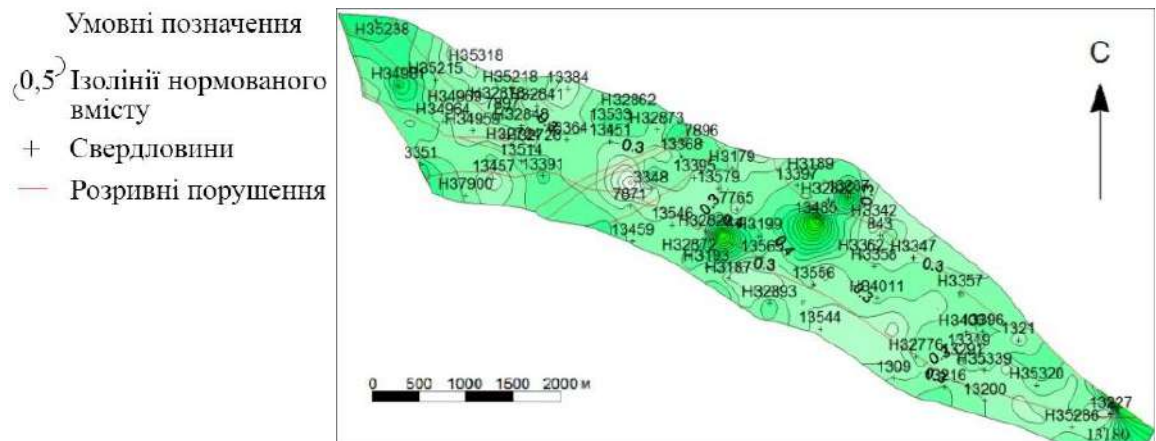


Рис. 4.98. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Rb у вугіллі пласта c_{10}^B (ш. ім. М.І. Сташкова)

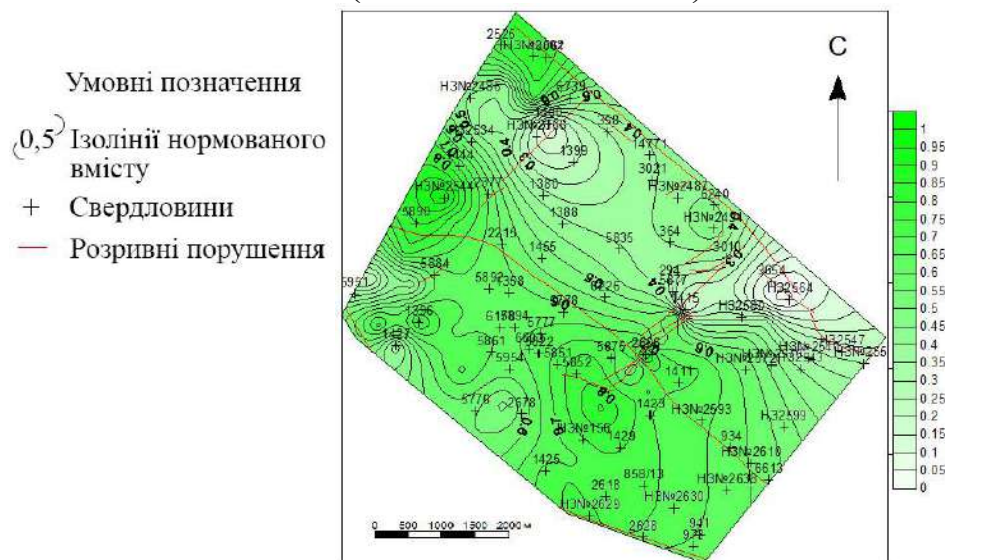


Рис. 4.99. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Rb у вугіллі пласта c_6^H (ш. Тернівська)

Висновки до розділу 4.2.7:

1. Регіональна складова вмісту свинцю збільшується переважно в північно-східному напрямку.

2. У цілому вміст свинцю не залежить від зольності вугілля, глибини залягання і вмісту сірки загальної. У переважній більшості досліджуваних шахтопластів концентрації свинцю пов'язані зворотним тісним кореляційним зв'язком з їх потужністю (83,3% шахтопластів), що підтверджується результатами дисперсійного аналізу. Таким чином, із збільшенням потужності вугільних пластів вміст свинцю зменшується.

3. Найбільш стійкою геохімічною асоціацією є Pb – Co – Mn – Ni – Cr – V (75% шахтопластів).

4.2.8. Особливості розподілу фтору в окремих шахтопластах

По пласту с₈^В шахти «Західно-Донбаська» концентрація фтору коливається в інтервалі від 66,36 г/т до 330,43 г/т. Середнє значення по пласту складає 143,18 г/т. Кумуляція фтору не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та потужності вугільного пласта. Максимальна його локація фіксується в центральній частині ділянки, в районі свердловини №НЗ-321 (рис. 4.100). Кумуляція F не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та потужності пласта.

Встановлено тісний прямий кореляційний зв'язок концентрації фтору із зольністю вугілля ($r=0,92$), тісний зворотний кореляційний зв'язок з кумуляцією берилію ($r= - 0,90$). Лінійне рівняння регресії:

$$F = 0,0388 + 0,8252 \times A^d; \quad F = 0,6518 - 0,6328 \times Be.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.85.

Таблиця 4.85 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл фтору (ш. Західно-Донбаська, с₈^В)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,012
Зольність вугілля	0,981
Вміст сірки загальної	0,007

Концентрація фтору по пласту c_8^H в межах поля шахти «Дніпровська» змінюється в межах від 63,15 г/т до 170,88 г/т, при середньому значенні 90,98 г/т. Розподіл вмісту фтору не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та потужності вугільного пласта. В цілому у межах пласта можна виділити сім найбільших зон підвищеного вмісту фтору (рис. 4.101). Перша і найбільша зона пов'язана із свердловиною № Н32929 (F – 170,88 г/т), яка знаходиться на північному заході ділянки. Поряд з нею на північний захід розташована свердловина №Н32904 (F – 152,4 г/т). Вони разом пов'язані з розривним порушенням північно-західного простягання. На північ від них знаходиться менша за значенням свердловина №Н32643 (F – 126,31 г/т). На півночі розташовані свердловини №Н32335 (F - 151,62 г/т), №Н32273 (F – 150,25 г/т) і №Н32344 (F – 137,66 г/т), які оконтурені розривними порушеннями. На північному сході розташована свердловина №3375 (F – 140,15 г/т), яка приурочена до розривного порушення північно-західного простягання.

Спостерігається тісний прямий кореляційний зв'язок концентрації фтору із зольністю вугілля ($r=0,85$), зворотний кореляційний зв'язок з кумуляцією берилію ($r= - 0,65$). Лінійне рівняння регресії:

$$F = 0,0652 + 0,8088 \times A^d;$$

$$F = 0,5806 - 0,51 \times Be.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.86.

Таблиця 4.86 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл фтору (ш. Дніпровська, c_8^H)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,018
Зольність вугілля	0,795
Вміст сірки загальної	0,187

По пласту c_8^B вміст фтору змінюється в інтервалі від 90,8 г/т до 181,74 г/т. Середнє значення по пласту складає 112,72 г/т. В цілому можна виділити п'ять найбільших зон підвищеного вмісту фтору (рис. 4.102). Перша і найбільша зона пов'язана із свердловиною №12455 (F – 181,74 г/т), яка знаходиться на півночі ділянки і пов'язана з розривним порушенням південно-західного простягання.

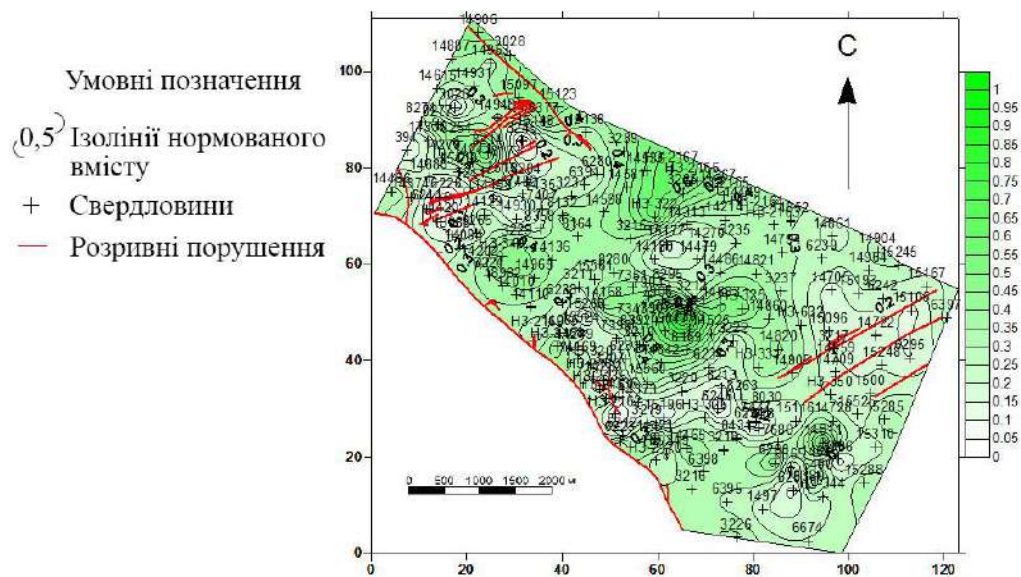


Рис. 4.100. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту F у вугіллі пласта c_8^B (ш. Західно-Донбаська)

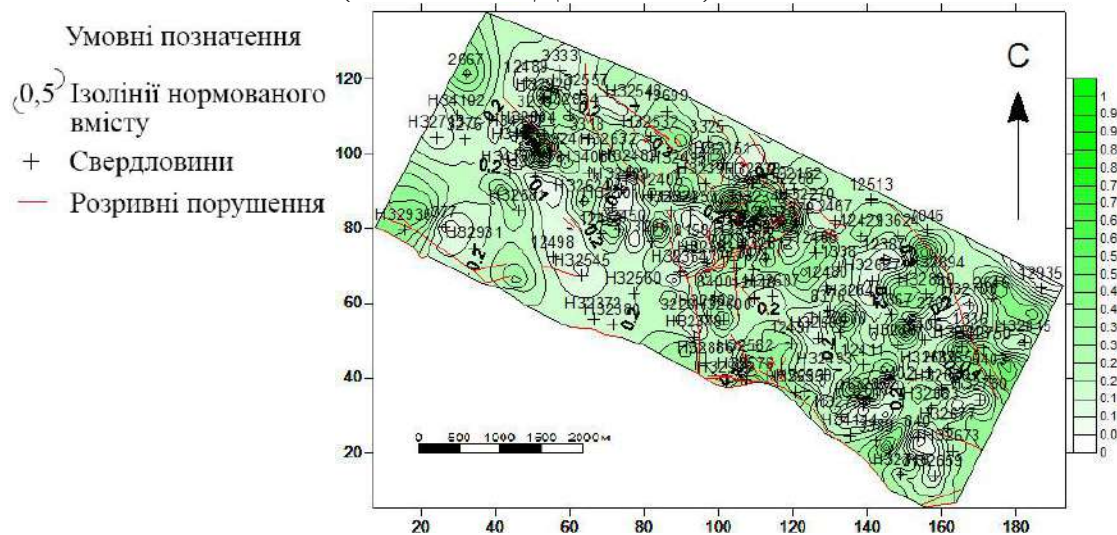


Рис. 4.101. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту F у вугіллі пласта c_8^H (ш. Дніпровська)

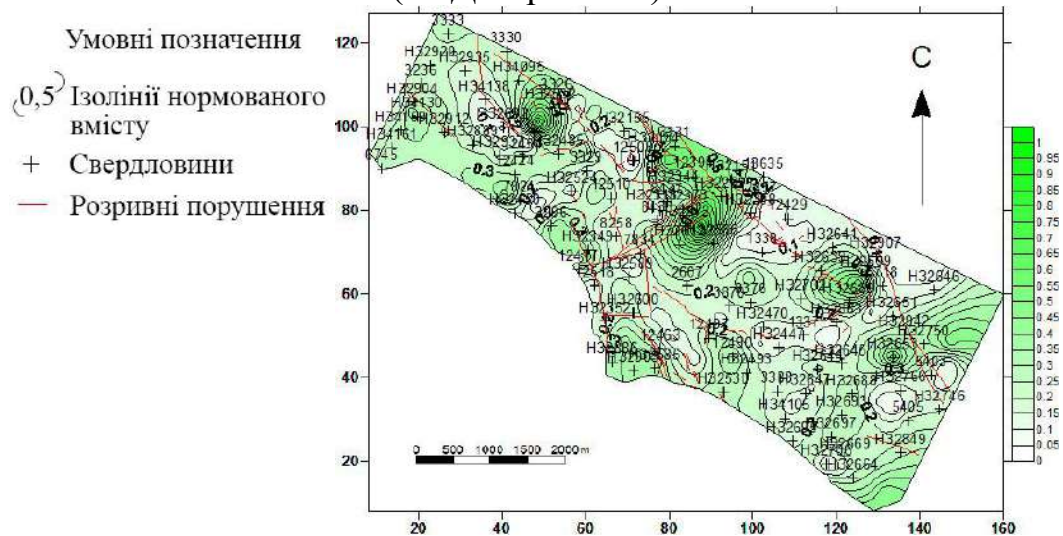


Рис. 4.102. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту F у вугіллі пласта c_8^B (ш. Дніпровська)

Поряд з нею на північний захід розташована свердловина №Н32338 (F – 150,69 г/т), яка приурочена до розривного порушення південно-східного простягання. На північний захід від вище приведених свердловин знаходиться свердловина №Н32526 (F – 171,78 г/т). На сході ділянки розташовані свердловини №Н32890 (F – 154,59 г/т) і №Н32653 (F – 147,95 г/т). Кумуляція фтору не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та потужності вугільного пласта.

Встановлено тісний прямий кореляційний зв'язок між вмістом берилію і зольністю вугілля ($r = 0,88$), а також тісний зворотний кореляційний зв'язок із фтором ($r = -0,84$). Лінійні рівняння регресії:

$$F = 0,0999 + 0,9285 \times A^d; \quad F = 1,0144 - 0,9241 \times B_e.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.87.

Таблиця 4.87 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл фтору (ш. Дніпровська, с₈^В)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,242
Зольність вугілля	0,702
Вміст сірки загальної	0,056

По пласту с₁₀^В вміст фтору коливається в інтервалі від 64,14 г/т до 216,19 г/т, при середньому значенні 109,14 г/т. Максимальна локація фтору фіксується на ділянці в районі свердловини №12414 (рис. 4.103). Кумуляція F не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та потужності пласта.

Встановлено тісний прямий кореляційний зв'язок концентрації F із зольністю вугілля ($r = 0,90$), тісний зворотний кореляційний зв'язок з кумуляцією берилію ($r = -0,86$). Лінійне рівняння регресії:

$$F = 0,0943 + 0,9245 \times A^d; \quad F = 0,9827 - 0,9287 \times B_e.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.88.

Таблиця 4.88 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл фтору (ш. Дніпровська, с₁₀^В)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,005
Зольність вугілля	0,988
Вміст сірки загальної	0,007

По пласту c_1 шахти «Благодатна» вміст фтору змінюється в межах від 16,94 г/т до 91,85 г/т. Середнє значення по пласту складає 49,57 г/т. Максимальна локація фтору встановлена в центрі шахтного поля в районі свердловини №7783 (рис. 4.104). Кумуляція F не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та потужності пласта.

Встановлено тісний прямий кореляційний зв'язок концентрації F із зольністю вугілля ($r=0,93$), тісний зворотний кореляційний зв'язок з кумуляцією берилію ($r=-0,74$). Лінійне рівняння регресії:

$$F = 0,0923 + 1,0182 \times A^d; \quad F = 1,0356 - 0,8631 \times Be.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.89.

Таблиця 4.89 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл фтору (ш. Благодатна, c_1)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,031
Зольність вугілля	0,706
Вміст сірки загальної	0,263

По пласту c_5 концентрація фтору змінюється в інтервалі від 5,29 г/т до 163,23 г/т. Середнє значення його вмісту по пласту складає 49,87 г/т. Максимальна локація фтору фіксується в східній частині ділянки, в районі свердловини №Н3191 (рис. 4.105). Кумуляція F не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та потужності пласта.

Виявлено тісний прямий кореляційний зв'язок концентрації F із зольністю вугілля ($r=0,96$), тісний зворотний кореляційний зв'язок з кумуляцією берилію ($r = -0,90$), середній прямий зв'язок з кумуляцією нікелю ($r= 0,58$), хрому ($r= 0,53$) та ванадію ($r= 0,52$). Лінійне рівняння регресії:

$$F = 0,0433 + 0,8682 \times A^d; \quad F = 0,0752 + 0,6772 \times Ni; \quad F = 0,8003 - 0,8221 \times Be;$$

$$F = 0,1264 + 0,5376 \times Cr; \quad F = 0,1245 + 0,558 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.90.

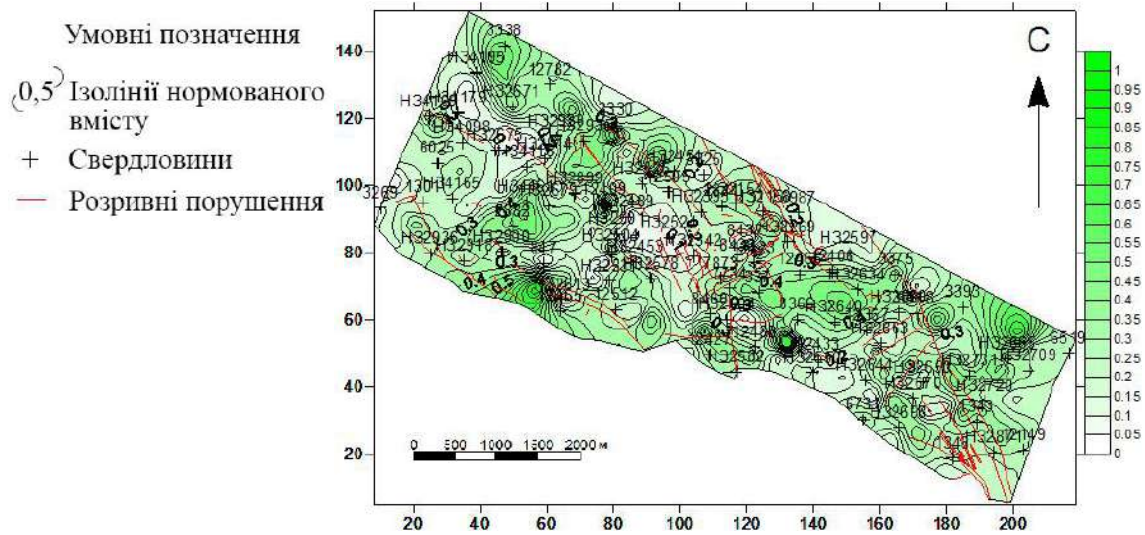


Рис. 4.103. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту F у вугіллі пласта s_{10}^B (ш. Дніпровська)

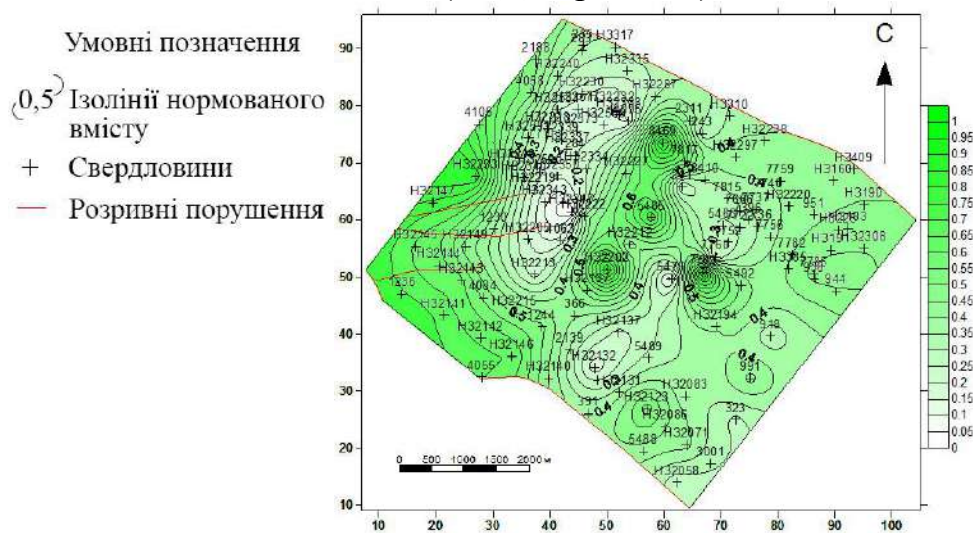


Рис. 4.104. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту F у вугіллі пласта s_1 (ш. Благодатна)

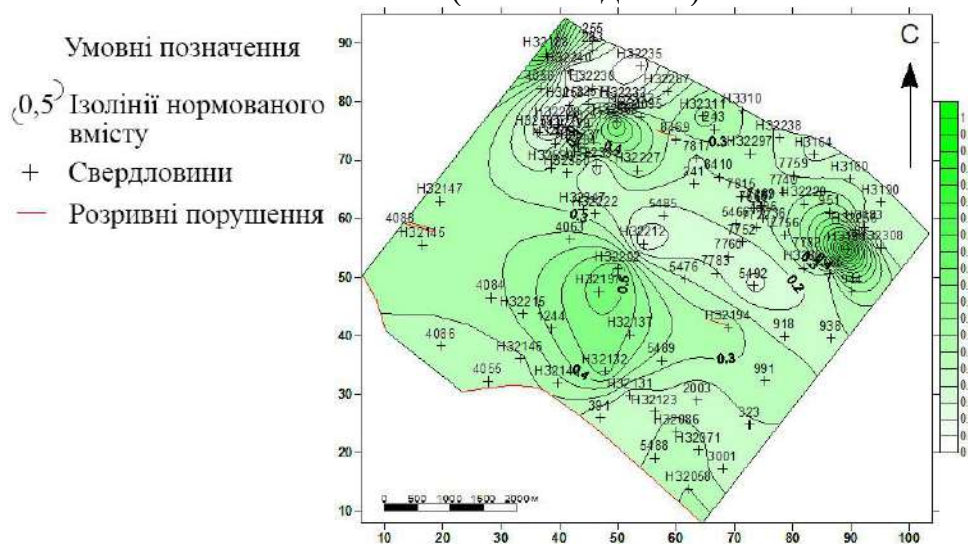


Рис. 4.105. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту F у вугіллі пласта s_5 (ш. Благодатна)

Таблиця 4.90 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл фтору (ш. Благодатна, с₅)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,017
Зольність вугілля	0,969
Вміст сірки загальної	0,014

По пласту с₈^н вміст фтору змінюється в межах від 26,27 г/т до 158,99 г/т, при середньому значенні 86,93 г/т. Максимальна локація фтору знаходиться в південній частині ділянки, біля свердловини №НЗ2086 (рис. 4.106). Кумуляція F не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та потужності пласта.

Встановлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між вмістом фтору і берилієм ($r=-0,91$), тісний прямий кореляційний зв'язок концентрації F із зольністю вугілля ($r=0,96$). Лінійне рівняння регресії:

$$F = 0,0872 + 0,8501 \times A^d;$$

$$F = 0,8879 - 0,8646 \times B_e.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.91.

Таблиця 4.91 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл фтору (ш. Благодатна, с₈^н)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,016
Зольність вугілля	0,981
Вміст сірки загальної	0,003

Концентрація фтору по пласту с₇^н шахти «Павлоградська» варіює в межах від 25,69 г/т до 142,63 г/т. Середнє значення по пласту складає 62,29 г/т. Максимальне значення концентрації фтору фіксується на ділянці біля свердловини №3622 (рис. 4.107). Кумуляція F не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та потужності пласта.

Встановлено тісний прямий кореляційний зв'язок концентрації F із зольністю вугілля ($r=0,91$) та тісний зворотний кореляційний зв'язок з берилієм ($r = -0,83$). Лінійне рівняння регресії:

$$F = 0,0634 + 0,8314 \times A^d;$$

$$F = 0,7306 - 0,689 \times B_e.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.92.

Таблиця 4.92 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл фтору (ш. Павлоградська, с₇^н)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,008
Зольність вугілля	0,902
Вміст сірки загальної	0,090

Вміст фтору по пласту с₄ поля шахти «Самарська» характеризується незначними варіаціями, за винятком окремих підвищених зон на північному сході ділянки (рис. 4.108). Його концентрація коливається від 59,27 г/т до 253,66 г/т. Середнє значення по пласту складає 100,39 г/т. Найбільше значення вмісту фтору розташоване на північному сході ділянки шахтного поля і приурочене до свердловини №12428.

Виявлено тісний прямий кореляційний зв'язок концентрації F із зольністю вугілля ($r=0,67$), кумуляцією миш'яку ($r= 0,81$), берилію ($r= 0,64$), марганцю ($r=0,67$) та ртуті ($r= 0,74$). Лінійне рівняння регресії:

$$F = 0,1086 + 0,4842 \times A^d; \quad F = 0,051 + 0,7878 \times As; \quad F = 0,0507 + 0,318 \times Be;$$

$$F = 0,1037 + 0,4611 \times Mn; \quad F = 0,1135 + 0,6101 \times Hg.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.93.

Таблиця 4.93 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл фтору (ш. Самарська, с₄)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,005
Зольність вугілля	0,990
Вміст сірки загальної	0,006

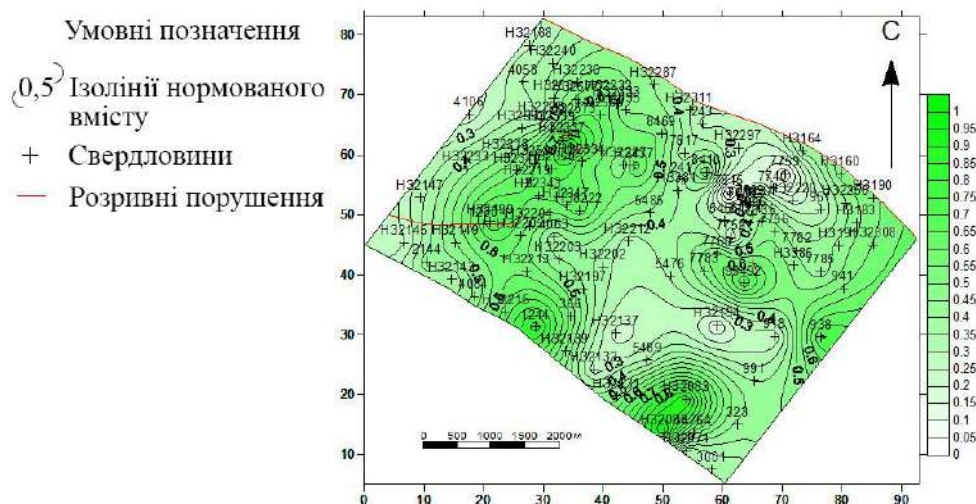


Рис. 4.106. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту F у вугіллі пласта с₈^н
(ш. Благодатна)

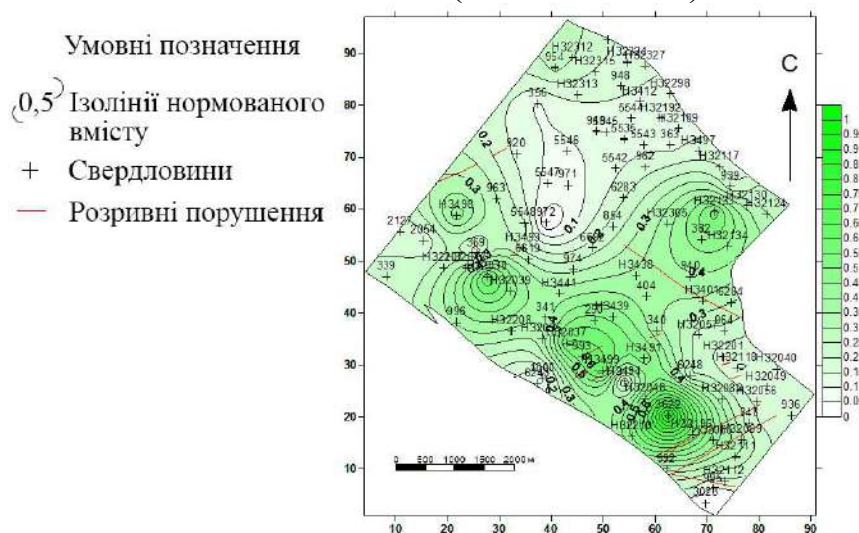


Рис. 4.107. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту F у вугіллі пласта с₇^н
(ш. Павлоградська)

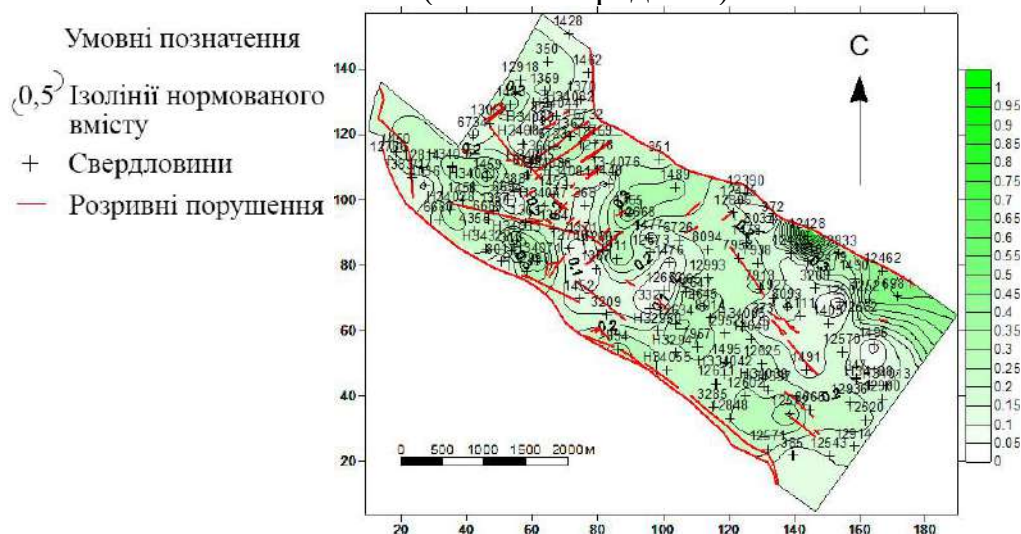


Рис. 4.108. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту F у вугіллі пласта с₄
(ш. Самарська)

По пласту c_4^2 шахти «ім. М.І. Сташкова» значення вмісту фтору варіює в інтервалі від 47,66 г/т до 158,02 г/т. Середнє значення по пласту складає 80,13 г/т. Найбільша локація цього елементу приурочена до свердловини №НЗ180, яка знаходиться в північно-східній частині ділянки (рис. 4.109). Його вміст не залежить від глибини, потужності вугільного пласта та вмісту загальної сірки у вугіллі.

Виявлено тісний прямий кореляційний зв'язок між вмістом фтору і зольністю вугілля ($r = 0,84$), кумуляцією марганцю ($r=0,64$), а також зворотний кореляційний зв'язок з кумуляцією берилію ($r=-0,59$). Лінійні рівняння регресії:

$$F = 0,0972 + 0,9732 \times A^d; \quad F = 0,0788 + 0,7086 \times Mn; \quad F = 0,7578 - 0,6768 \times Be.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.94.

Таблиця 4.94 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл фтору (ш. ім. М.І. Сташкова, c_4^2)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,039
Зольність вугілля	0,935
Вміст сірки загальної	0,026

По пласту c_6^H шахти «Тернівська» в цілому можна виділити три зони підвищеного вмісту фтору. Його концентрація коливається від 29 г/т до 188 г/т, при середньому 78,29 г/т. Перша зона знаходиться в північній частині шахтного поля (рис. 4.110) і пов'язана із свердловинами НЗ№2502 і №2492, із вмістом фтору 188 і 187 г/т відповідно. Друга зона знаходиться в південно-західній частині ділянки і приурочена до свердловин №1422 і №6217, із вмістом фтору 166 і 159 г/т відповідно. На схід від неї розташована третя зона, яка пов'язана з свердловиною №1411, із вмістом 166 г/т. Кумуляція фтору не залежить від глибини, потужності вугільного пласта та вмісту загальної сірки у вугіллі.

Спостерігається тісний прямий кореляційний зв'язок між вмістом фтору і зольністю вугілля ($r = 0,87$), кумуляцією берилію ($r=0,89$) та марганцю ($r = 0,88$). Лінійні рівняння регресії:

$$F = 0,0636 + 1,004 \times A^d; \quad F = 0,0398 + 0,9054 \times Be; \quad F = 0,0436 + 0,9771 \times Mn.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.95.

Таблиця 4.95 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл фтору (ш. Тернівська, c_6^H)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,262
Зольність вугілля	0,719
Вміст сірки загальної	0,019

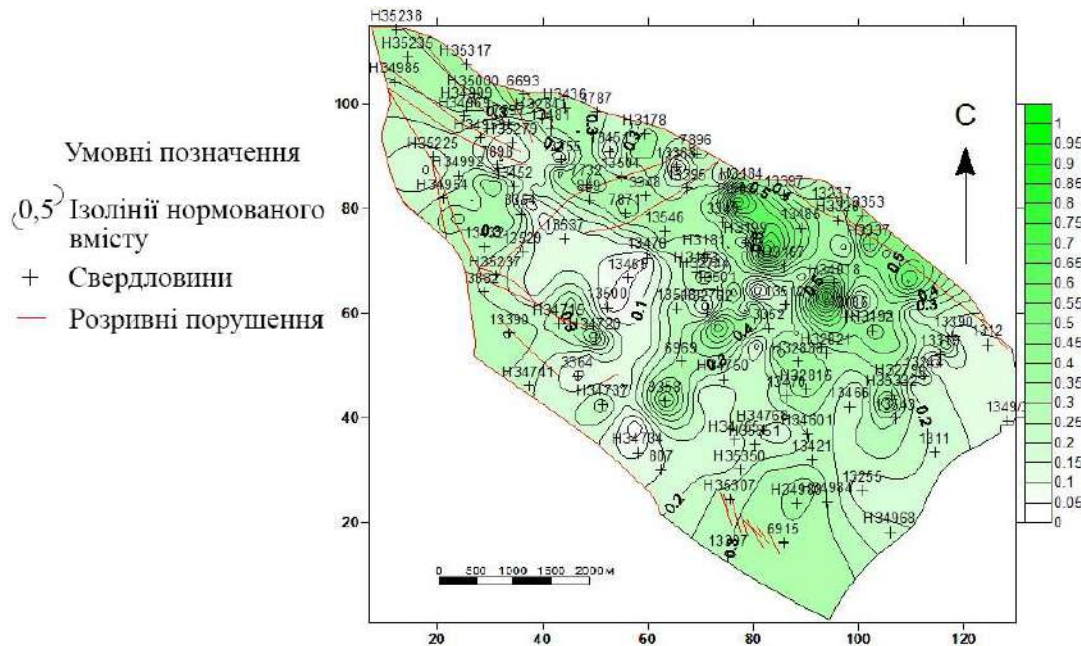


Рис. 4.109. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту F у вугіллі пласта c_4^2 (ш. ім. М.І. Сташкова)

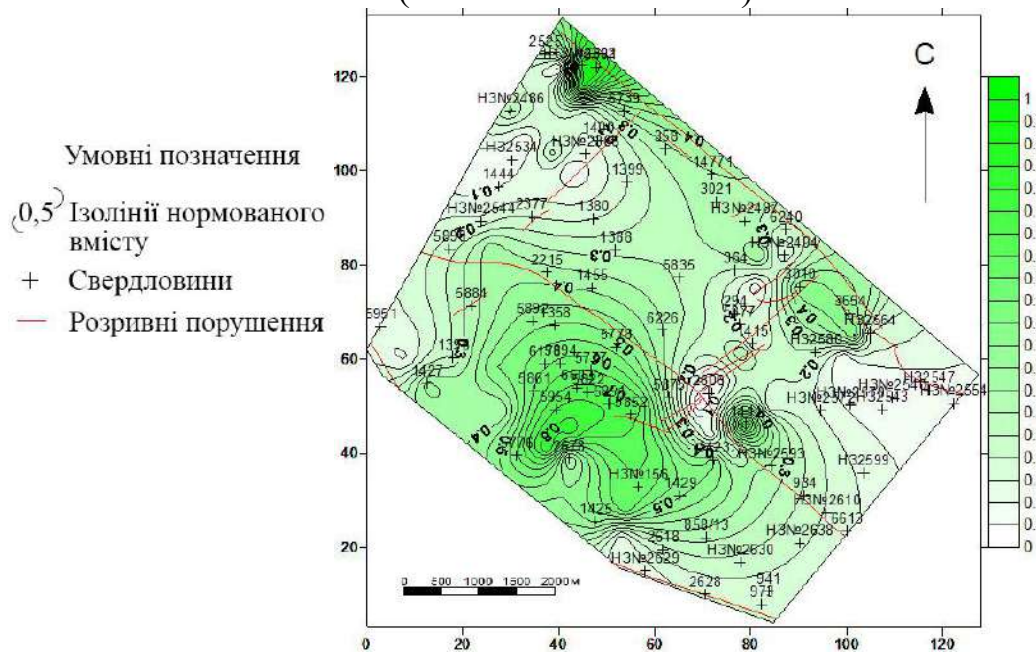


Рис. 4.110. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту F у вугіллі пласта c_6^H (ш. Тернівська)

Висновки до розділу 4.2.8:

1. Регіональна складова вмісту фтору збільшується переважно в північно-східному напрямку.

2. Вміст фтору не залежить від вмісту сірки загальної, глибини залягання і потужності пластів. У всіх досліджуваних шахтопластах вміст фтору має прямі тісні кореляційні зв'язки із зольністю вугілля (100% шахтопластів), що підтверджується результатами дисперсійного аналізу. Таким чином, із зменшенням мінеральних домішок у вугіллі концентрація фтору зменшується.

3. Найбільш стійкою геохімічною асоціацією є F – Be (100% шахтопластів). Геохімічні асоціації F – Be – As – Mn – Hg і F – Be – Ni – Cr– V встановлені відповідно у вугіллі пластів с₄ і с₅ шахт «Самарська» і «Благодатна».

4.2.9. Особливості розподілу хрому в окремих шахтопластах

Вміст Cr по пласту с₈^В шахти «Західно-Донбаська» варіює в межах від 6,82 г/т до 61,85 г/т, при середньому значенні 27,57 г/т. Найбільше значення спостерігається в північно-східній частині ділянки, в районі свердловини №15193 (рис. 4.111). Концентрація хрому не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Спостерігається тісний зворотний зв'язок між вмістом хрому і потужністю вугільного пласта ($r = -0,87$), тісний прямий зв'язок з кумуляцією марганцю ($r=0,94$), нікелю ($r = 0,93$), свинцю ($r = 0,94$), кобальту ($r = 0,87$), ванадію ($r = 0,94$). Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} \text{Cr} &= 0,4675 - 0,4751 \times m; & \text{Cr} &= -0,0096 + 0,9954 \times \text{Mn}; & \text{Cr} &= -0,0091 + 0,9553 \times \text{Ni}; \\ \text{Cr} &= -0,0397 + 0,9986 \times \text{Pb}; & \text{Cr} &= -0,0283 + 0,9773 \times \text{Co}; & \text{Cr} &= -0,0047 + 0,9728 \times \text{V}. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.96.

Таблиця 4.96 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл хрому (ш. Західно-Донбаська, с₈^В)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,919
Зольність вугілля	0,028
Вміст сірки загальної	0,052

Концентрація хрому по пласту c_8^H по шахті «Дніпровська» змінюється в межах від 6,07 г/т до 20,95 г/т. Середнє значення вмісту хрому по пласту складає 11,75 г/т. Кумуляція хрому не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля. Візуально за його вмістом поле шахти можна розділити на три зони (рис. 4.112). Зона найменших значень його вмісту простягається з півдня на північ і частково – на північний захід. Зона середніх значень розташована в північно-східній і південно-східній частині ділянки. Зона найбільших значень знаходиться в північно-західній і в південно-західній частині шахтного поля. Найбільше значення пов'язане із свердловиною №Н32402 (Cr – 20,95 г/т), яка знаходиться в південній частині шахтного поля. Північніше від неї розташована свердловина №Н32560 (Cr – 19,67 г/т). На захід від вище приведених свердловин розташована свердловина №Н32355 (Cr – 20,6 г/т). В північно-західній частині ділянки знаходиться свердловина №Н34131, із значенням вмісту хрому 18,81 г/т.

Виявлено тісний зворотний статистичний зв'язок між вмістом хрому і потужністю вугільного пласта ($r = -0,90$), тісний прямий зв'язок з кумуляцією марганцю ($r=0,79$), нікелю ($r = 0,81$), свинцю ($r = 0,80$), кобальту ($r = 0,79$), ванадію ($r = 0,83$). Лінійні рівняння регресії:

$$Cr = 0,9501 - 0,8957 \times m; \quad Cr = 0,0716 + 0,7803 \times Mn; \quad Cr = 0,0133 + 0,8998 \times Ni;$$

$$Cr = 0,0932 + 0,735 \times Pb; \quad Cr = 0,0829 + 0,748 \times Co; \quad Cr = 0,1215 + 0,7574 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.97.

Таблиця 4.97 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл хрому (ш. Дніпровська, c_8^H)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,971
Зольність вугілля	0,016
Вміст сірки загальної	0,013

Концентрація хрому по пласту c_8^B коливається в інтервалі від 14,06 г/т до 37,24 г/т, при середньому значенні 24,59 г/т. Найбільша локація пов'язана із свердловиною № Н32348 (Cr – 37,24 г/т), яка знаходиться на півдні шахтного поля (рис. 4.113). На північ від неї знаходиться свердловина №Н32354 (Cr – 33,7 г/т).

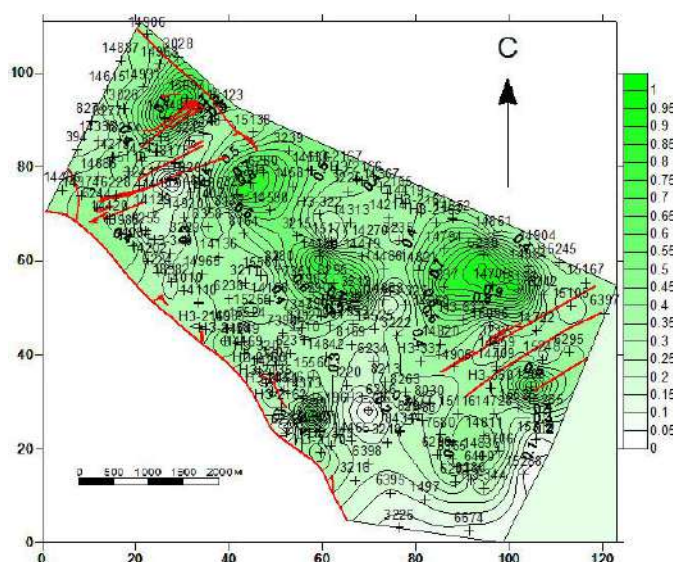


Рис. 4.111. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Cr у вугіллі пласта c_8^B (ш. Західно-Донбаська)

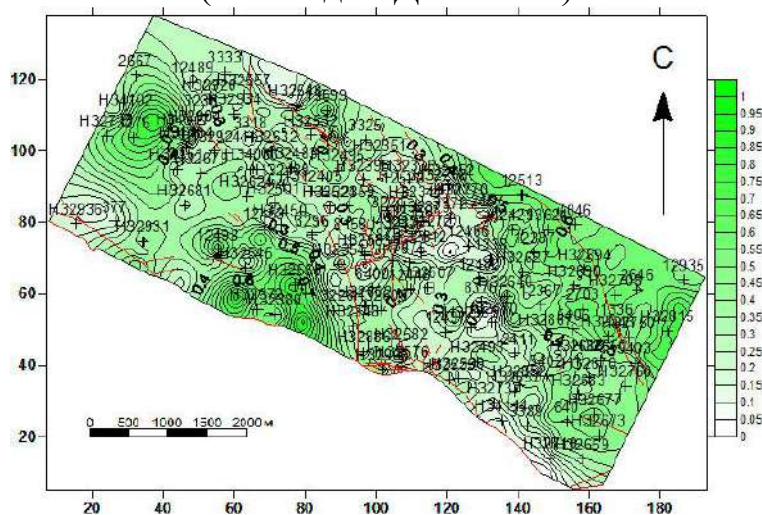


Рис. 4.112. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Cr у вугіллі пласта c_8^H (ш. Дніпровська)

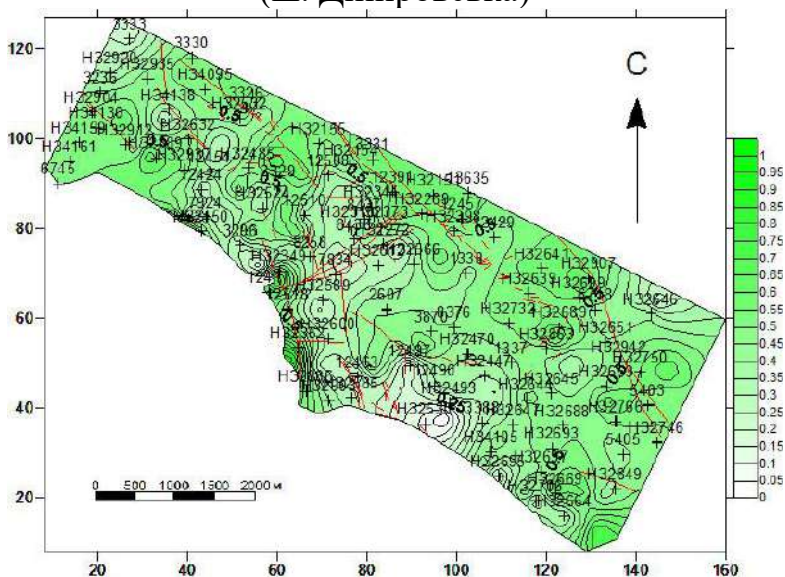


Рис. 4.113. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Cr у вугіллі пласта c_8^B (ш. Дніпровська)

Також в західній частині ділянки розташована свердловина №НЗ2504, із значенням вмісту хрому 35,55 г/т. Кумуляція хрому не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний зв'язок між вмістом хрому і потужністю вугільного пласта ($r = -0,85$), тісний прямий зв'язок з кумуляцією марганцю ($r=0,79$), нікелю ($r = 0,72$), свинцю ($r = 0,57$), кобальту ($r = 0,62$), ванадію ($r = 0,79$).
Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} Cr &= 0,8787-0,798 \times m; & Cr &= 0,1152+0,8524 \times Mn; & Cr &= 0,1564+0,6374 \times Ni; \\ Cr &= 0,2644+0,4686 \times Pb; & Cr &= 0,2094+0,5205 \times Co; & Cr &= 0,1115+0,7406 \times V. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.98.

Таблиця 4.98 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл хрому (ш. Дніпровська, с₈^В)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,994
Зольність вугілля	0,005
Вміст сірки загальної	0,001

Вміст хрому по пласту с₁₀^В змінюється від 4,92 г/т до 20,33 г/т. Середнє значення по пласту складає 10,76 г/т. Найбільше значення спостерігається в крайній західній частині ділянки, в районі свердловини №3269 (рис. 4.114). Концентрація Cr не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний зв'язок між вмістом хрому і потужністю вугільного пласта ($r = - 0,77$), тісний прямий зв'язок з кумуляцією марганцю ($r=0,59$), нікелю ($r = 0,71$), свинцю ($r = 0,66$), кобальту ($r = 0,68$), ванадію ($r = 0,75$).
Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} Cr &= 0,9493-0,9098 \times m; & Cr &= 0,1272+0,5912 \times Mn; & Cr &= 0,0941+0,8048 \times Ni; \\ Cr &= 0,1016+0,7606 \times Pb; & Cr &= 0,0609+0,769 \times Co; & Cr &= 0,0629+0,882 \times V. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.99.

Таблиця 4.99 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл хрому (ш. Дніпровська, c_{10}^B)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,904
Зольність вугілля	0,020
Вміст сірки загальної	0,077

Концентрація хрому по пласту c_1 шахти «Благодатна» варіює в межах від 14,70 г/т до 31,52 г/т. Середнє значення по пласту складає 22,96 г/т. Найбільше значення спостерігається в центрі шахтного поля, в районі свердловини №7760 (рис. 4.115). Кумуляція хрому не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний зв'язок між вмістом хрому і потужністю вугільного пласта ($r = -0,86$), тісний прямий зв'язок з кумуляцією кобальту ($r = 0,77$), марганцю ($r = 0,67$), нікелю ($r = 0,73$), свинцю ($r = 0,63$), ванадію ($r = 0,75$). Лінійні рівняння регресії:

$$Cr = 0,9698 - 1,0458 \times m; \quad Cr = 0,155 + 0,7434 \times Mn; \quad Cr = 0,0591 + 0,798 \times Ni;$$

$$Cr = 0,0644 + 0,7115 \times Pb; \quad Cr = -0,0058 + 0,8365 \times Co; \quad Cr = 0,1423 + 0,6571 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.100.

Таблиця 4.100 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл хрому (ш. Благодатна, c_1)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,972
Зольність вугілля	0,025
Вміст сірки загальної	0,003

По пласта c_5 вміст хрому змінюється в діапазоні від 10,16 г/т до 32,91 г/т. Середнє його значення по пласту складає 16,76 г/т. Найбільше значення спостерігається в східній частині ділянки, в районі свердловини №Н3191 (рис. 4.116). Концентрація Cr не залежить від глибини та вмісту загальної сірки у вугіллі. Виявлено тісний зворотний зв'язок між вмістом хрому і потужністю вугільного пласта ($r = -0,87$), середній прямий зв'язок із зольністю вугілля ($r = 0,5$) та фтору ($r = 0,53$), високий прямий зв'язок з кумуляцією марганцю ($r = 0,83$), нікелю ($r = 0,82$), свинцю ($r = 0,77$), кобальту ($r = 0,88$) та ванадію ($r = 0,89$). Лінійні рівняння регресії:

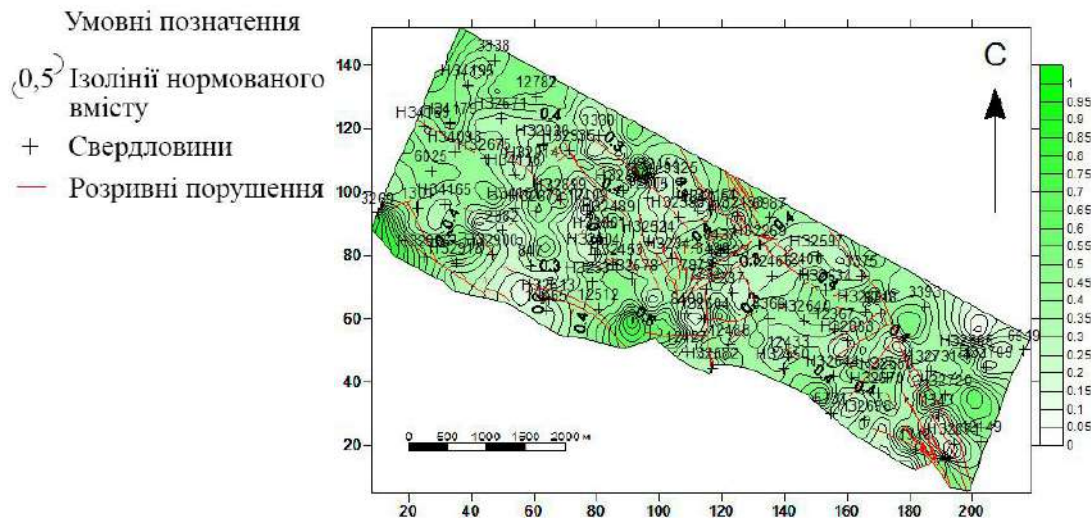


Рис. 4.114. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Cr у вугіллі пласта c_{10}^B (ш. Дніпровська)

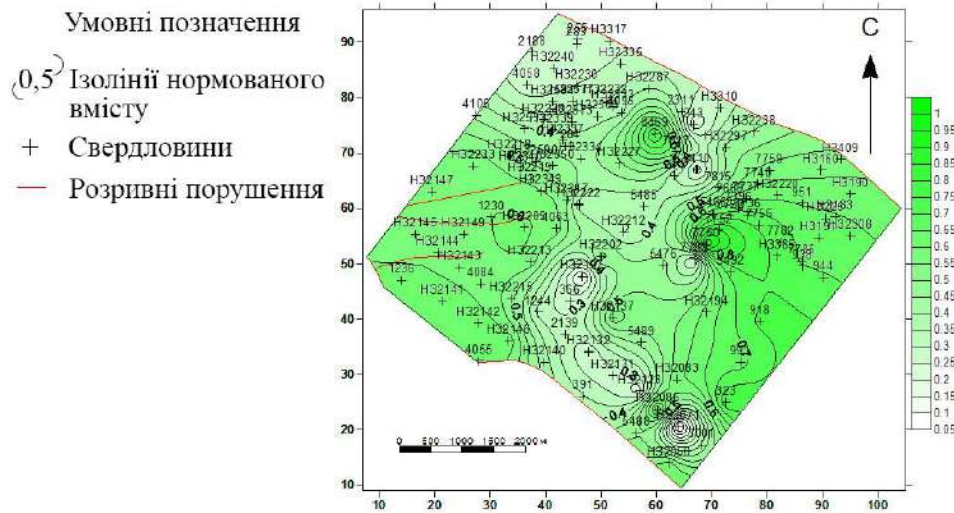


Рис. 4.115. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Cr у вугіллі пласта c_1 (ш. Благодатна)

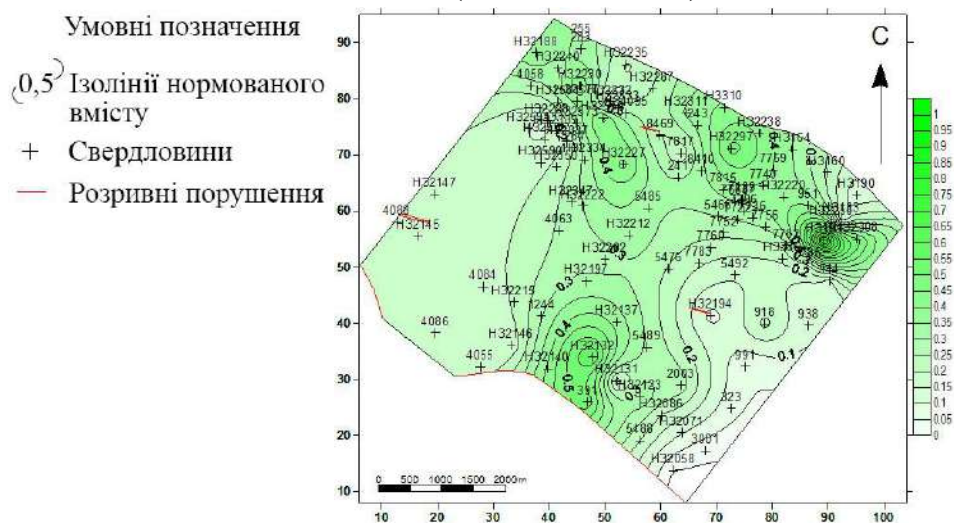


Рис. 4.116. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Cr у вугіллі пласта c_5 (ш. Благодатна)

$$\begin{aligned} Cr &= 0,5624 - 0,5541 \times m; & Cr &= 0,1656 + 0,4516 \times A^d; & Cr &= 0,1415 + 0,5257 \times F; \\ Cr &= 0,0945 + 0,8457 \times Mn; & Cr &= -0,0016 + 0,9538 \times Ni; & Cr &= -0,0426 + 0,8569 \times Pb; \\ Cr &= 0,0451 + 0,954 \times Co; & Cr &= 0,025 + 0,9369 \times V. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.101.

Таблиця 4.101 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл хрому (ш. Благодатна, с₅)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,856
Зольність вугілля	0,062
Вміст сірки загальної	0,081

Концентрація хрому по пласту с₈^н варіює в межах від 5,33 г/т до 38,56 г/т, при середньому значенні по пласту 21,68 г/т. Найбільша локація спостерігається в північно-західній частині шахтного поля, на ділянці з свердловиною №4095 (рис. 4.117). Концентрація Cr не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний зв'язок між вмістом хрому і потужністю вугільного пласта ($r = -0,95$), тісний прямий зв'язок з кумуляцією марганцю ($r=0,83$), нікелю ($r = 0,84$), свинцю ($r = 0,89$), кобальту ($r = 0,88$), ванадію ($r = 0,90$). Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} Cr &= 0,9262 - 0,893 \times m; & Cr &= 0,0856 + 0,7993 \times Mn; & Cr &= 0,169 + 0,7405 \times Ni; \\ Cr &= 0,0749 + 0,8526 \times Pb; & Cr &= -0,0136 + 0,8725 \times Co; & Cr &= 0,0233 + 0,8909 \times V. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.102.

Таблиця 4.102 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл хрому (ш. Благодатна, с₈^н)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	1,000
Зольність вугілля	0,000
Вміст сірки загальної	0,000

По пласту с₇^н шахти «Павлоградська» вміст хрому змінюється в діапазоні від 6,89 г/т до 23,75 г/т. Середнє значення по пласту складає 14,07 г/т. Найбільше значення спостерігається в західній частині шахтного поля (рис. 4.118), на ділянці

з свердловиною №НЗ2038. Концентрація Cr не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний зв'язок між вмістом хрому і потужністю вугільного пласта ($r = -0,85$), тісний прямий зв'язок з кумуляцією марганцю ($r=0,75$), нікелю ($r = 0,71$), свинцю ($r = 0,86$), кобальту ($r = 0,84$), ванадію ($r = 0,78$). Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} Cr &= 0,6192 - 0,568 \times m; & Cr &= 0,1326 + 0,7444 \times Mn; & Cr &= 0,1245 + 0,5768 \times Ni; \\ Cr &= 0,0942 + 0,782 \times Pb; & Cr &= 0,0266 + 0,89 \times Co; & Cr &= 0,1198 + 0,8481 \times V. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.103.

Таблиця 4.103 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл хрому (ш. Павлоградська, с₇^н)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,974
Зольність вугілля	0,017
Вміст сірки загальної	0,009

Вміст хрому по пласту с₄ шахти «Самарська» коливається від 3,93 г/т до 14,64 г/т, при середньому значенні 8,40 г/т. Найбільше значення вмісту хрому знаходиться в центрі ділянки шахтного поля і приурочене до свердловини №7958. (рис. 4.119).

Виявлено тісний прямий зв'язок концентрації хрому з кумуляцією кобальту ($r = 0,66$) та нікелю ($r = 0,71$). Лінійне рівняння регресії:

$$Cr = 0,0515 + 0,7876 \times Co; \quad Cr = 0,1407 + 0,7109 \times Ni.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.104.

Таблиця 4.104 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл хрому (ш. Самарська, с₄)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,078
Зольність вугілля	0,745
Вміст сірки загальної	0,178

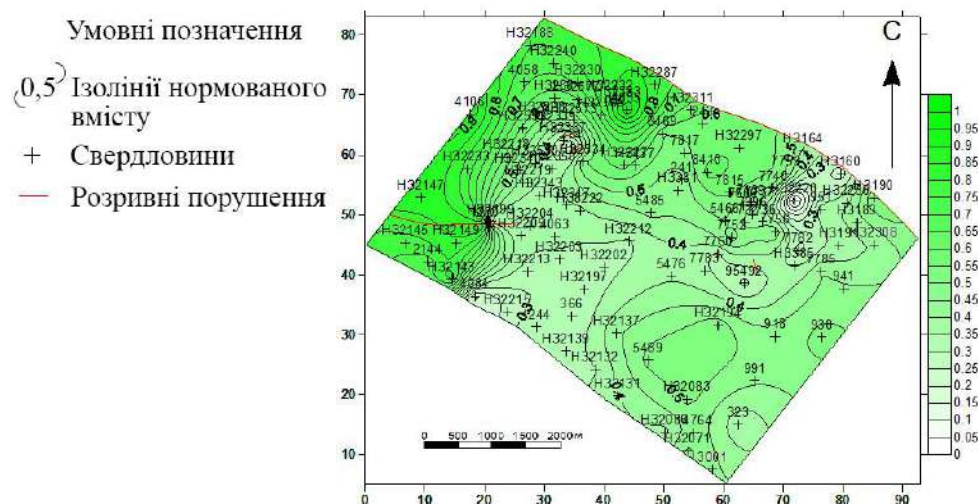


Рис. 4.117. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Cr у вугіллі пласта с₈^н
(ш. Благодатна)

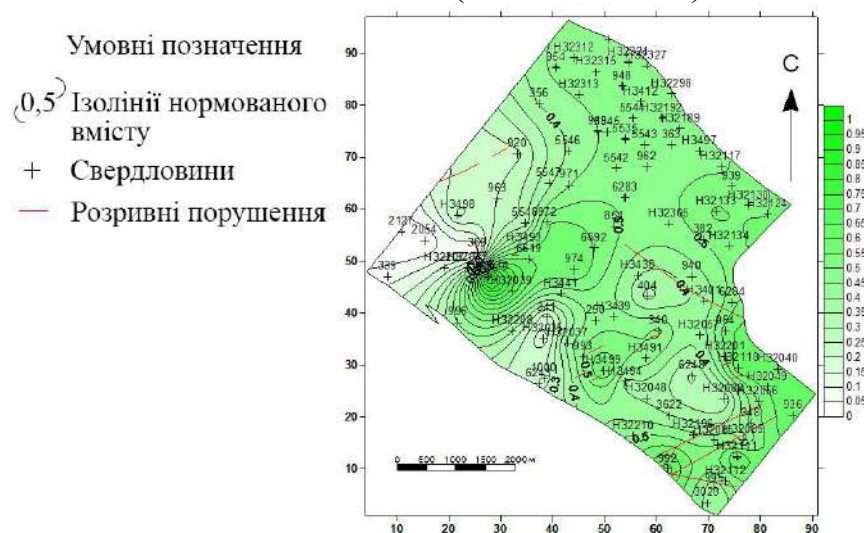


Рис. 4.118. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Cr у вугіллі пласта с₇^н
(ш. Павлоградська)

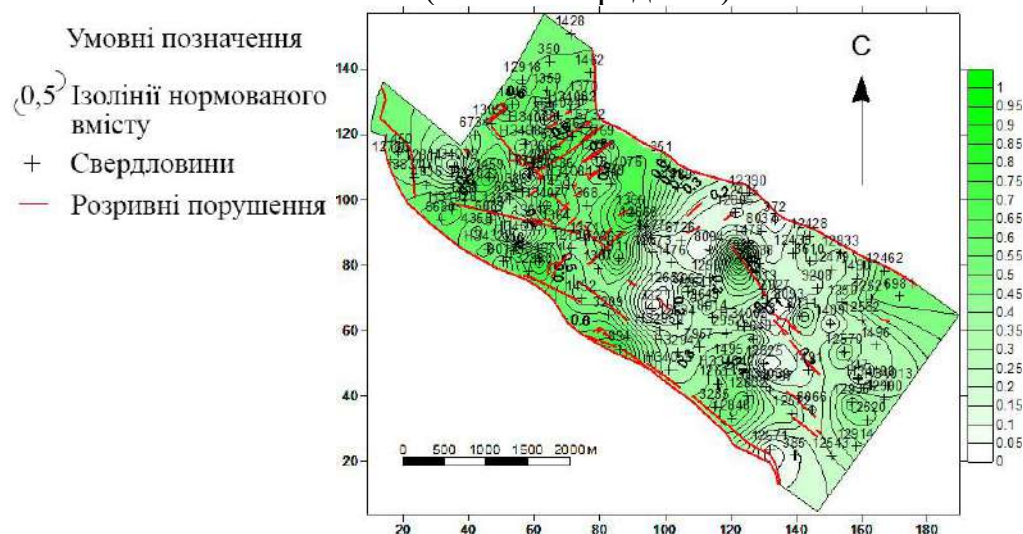


Рис. 4.119. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Cr у вугіллі пласта с₄
(ш. Самарська)

По пласту c_4^2 шахти «ім. М.І. Сташкова» значення вмісту хрому змінюється в інтервалі від 6,06 г/т до 28,52 г/т. Середнє значення по пласту складає 18,59 г/т. Найбільша його локація пов'язана з свердловиною №НЗ2816, яка знаходиться в південно-східній частині ділянки (рис. 4.120). Його вміст не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Спостерігається тісний зворотний зв'язок між вмістом хрому і потужністю вугільного пласта ($r = -0,91$), тісний прямий зв'язок з кумуляцією кобальту ($r=0,81$), нікелю ($r= 0,84$) та ванадію ($r= 0,84$). Лінійні рівняння регресії:

$$Cr = 0,8974 - 0,8071 \times m; \quad Cr = 0,1629 + 0,7542 \times Co;$$

$$Cr = 0,0636 + 0,8029 \times Ni; \quad Cr = 0,221 + 0,6301 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.105.

Таблиця 4.105 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл хрому (ш. ім. М.І. Сташкова, c_4^2)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,714
Зольність вугілля	0,013
Вміст сірки загальної	0,272

Кумуляція хрому по пласту c_{10}^B варіює в межах від 7,29 г/т до 30,62 г/т. Середнє значення по пласту складає 14,27 г/т. Найбільше значення спостерігається в південно-східній частині шахтного поля на ділянці з свердловиною №1313 (рис. 4.121). Концентрація Cr не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний зв'язок між вмістом хрому і потужністю вугільного пласта ($r = - 0,75$), тісний прямий зв'язок з кумуляцією марганцю ($r=0,72$), нікелю ($r = 0,76$), свинцю ($r = 0,79$), кобальту ($r = 0,72$), ванадію ($r = 0,77$). Лінійні рівняння регресії:

$$Cr = 0,6752 - 0,7089 \times m; \quad Cr = 0,0621 + 0,6678 \times Mn; \quad Cr = -0,0242 + 0,881 \times Ni;$$

$$Cr = 0,0102 + 0,883 \times Pb; \quad Cr = 0,1292 + 0,6937 \times Co; \quad Cr = 0,069 + 0,8071 \times V.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.106.

Таблиця 4.106 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл хрому (ш. ім. М.І. Сташкова, c_{10}^B)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,934
Зольність вугілля	0,043
Вміст сірки загальної	0,023

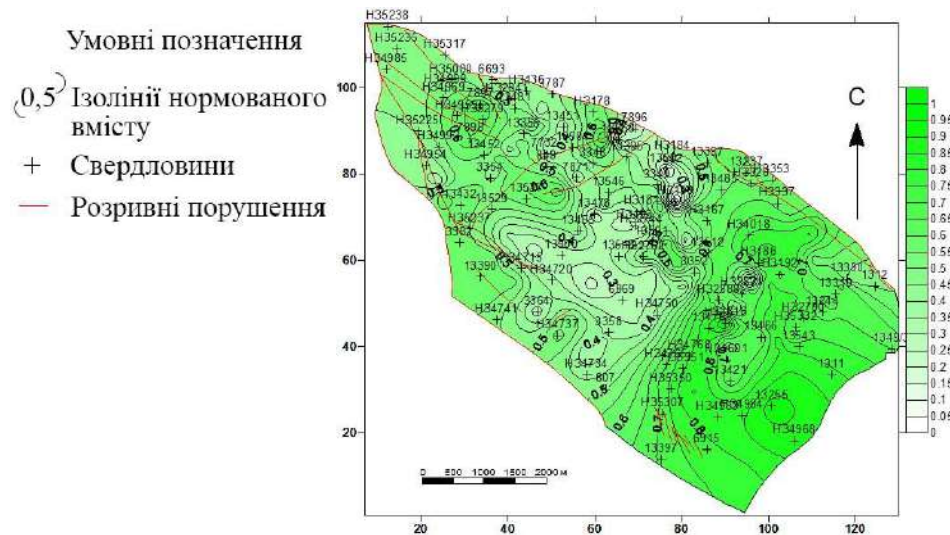


Рис. 4.120: Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Cr у вугіллі пласта c_4^2 (ш. ім. М.І. Сташкова)

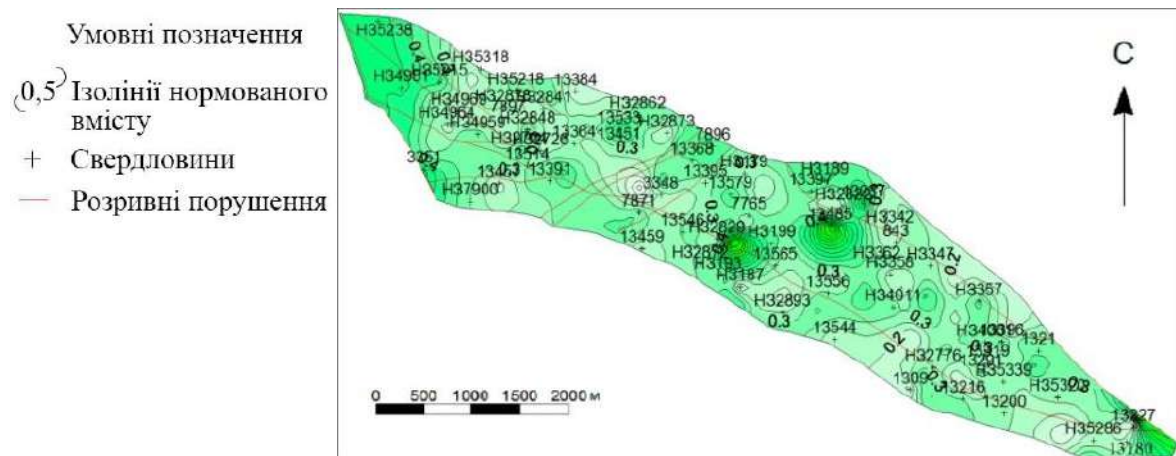


Рис. 4.121: Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Cr у вугіллі пласта c_{10}^B (ш. ім. М.І. Сташкова)

Висновки до розділу 4.2.9:

1. Регіональна складова вмісту хрому збільшується переважно в північно-східному напрямку.

2. У цілому вміст хрому не залежить від зольності вугілля, глибини залягання і вмісту сірки загальної. В переважній більшості досліджуваних шахтопластів концентрації хрому пов'язані зворотним тісним кореляційним зв'язком з їх потужністю (90,9% шахтопластів), що підтверджується результатами дисперсійного аналізу.

3. Найбільш стійкою геохімічною асоціацією є Cr – Co – Mn – Ni – Pb – V (72,7 % шахтопластів).

4.2.10. Особливості розподілу ванадію в окремих шахтопластах

Концентрація ванадію в межах пласта с₈^В шахти «Західно-Донбаська» коливається в інтервалі від 5,05 г/т до 76,97 г/т. Середнє значення по пласту складає 33,27 г/т. Ділянка з найбільшою локацією V знаходиться на північному сході шахтного поля (рис. 4.122) і пов'язана із свердловиною №14705. Вміст V не залежить від глибини, концентрації загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний зв'язок між вмістом ванадію і потужністю вугільного пласта ($r = -0,88$), тісний прямий зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,86$), марганцю ($r = 0,93$), свинцю ($r = 0,95$), хрому ($r = 0,94$), нікелю ($r = 0,93$). Лінійні рівняння регресії:

$$V=0,4765-0,4511 \times m; \quad V= 0,0467+0,9169 \times Co; \quad V= 0,0222+0,953 \times Mn;$$

$$V=-0,0181+0,9837 \times Pb; \quad V= 0,0467+0,9169 \times Cr; \quad V= 0,0165+0,93 \times Ni.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.107.

Таблиця 4.107 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ванадію (ш. Західно-Донбаська, с₈^В)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,998
Зольність вугілля	0,000
Вміст сірки загальної	0,002

По пласту с₈^н шахти «Дніпровська» вміст ванадію змінюється в діапазоні від 3,38 г/т до 22,74 г/т, при середньому значенні 10,03 г/т. Візуально, за вмістом ванадію, поле шахти можна розділити на три зони (рис. 4.123). Зона найменших значень його вмісту простягається з півдня на північ і частково – на північний захід. Зона середніх значень розташована в північно-східній і південно-східній частині ділянки. Зона найбільших значень знаходиться в північно-західній і в південно-західній частинах шахтного поля. Найбільше значення пов'язане із свердловиною №НЗ2402 (V – 22,74 г/т), яка знаходиться в південній частині шахтного поля. Північніше від неї розташована свердловина №НЗ2560 (V – 22,35 г/т). На захід від вище приведених свердловин розташована свердловина №НЗ2355 (V – 22,04 г/т). В північно-західній частині ділянки знаходиться свердловина №НЗ4131, із значенням вмісту ванадію 19,77 г/т.

Виявлено тісний зворотний статистичний зв'язок між вмістом ванадію і потужністю вугільного пласта ($r = -0,94$), тісний прямий зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,82$), марганцю ($r = 0,83$), свинцю ($r = 0,85$), хрому ($r = 0,83$), нікелю ($r = 0,84$). Лінійні рівняння регресії:

$$V = 0,9933 - 1,0239 \times m; \quad V = 0,0036 + 0,8512 \times Co; \quad V = -0,0115 + 0,8935 \times Mn;$$

$$V = 0,0078 + 0,8553 \times Pb; \quad V = -0,004 + 0,9106 \times Cr; \quad V = -0,0759 + 1,0245 \times Ni.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.108.

Таблиця 4.108 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ванадію (ш. Дніпровська, с₈^н)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,986
Зольність вугілля	0,008
Вміст сірки загальної	0,006

По пласту с₈^в концентрація ванадію змінюється в межах від 9,04 г/т до 37,36 г/т. Середнє його значення по пласту складає 22,15 г/т. Кумуляція ванадію не залежить від глибини, концентрації загальної сірки та зольності вугілля. Найбільша локація пов'язана із свердловиною №НЗ2504 (V – 37,36 г/т), яка знаходиться на заході шахтного поля (рис. 4.124). На південний схід від неї

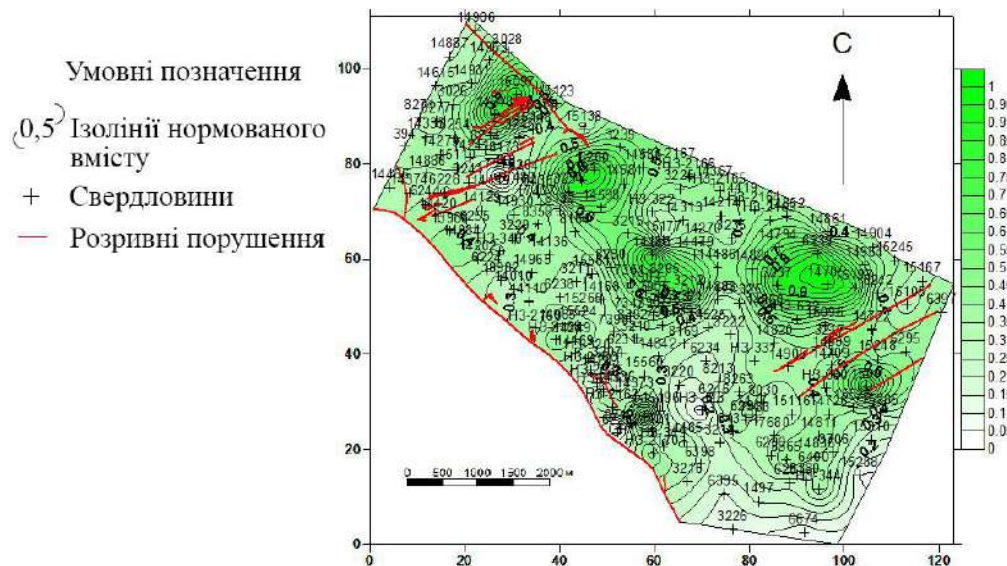


Рис. 4.122. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту V у вугіллі пласта c_8^B (ш. Західно-Донбаська)

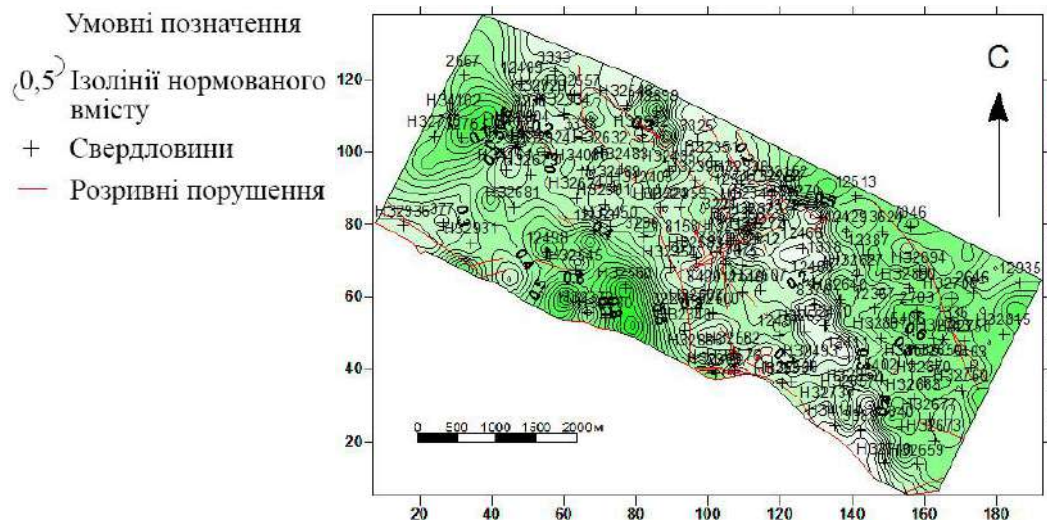


Рис. 4.123. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту V у вугіллі пласта c_8^H (ш. Дніпровська)

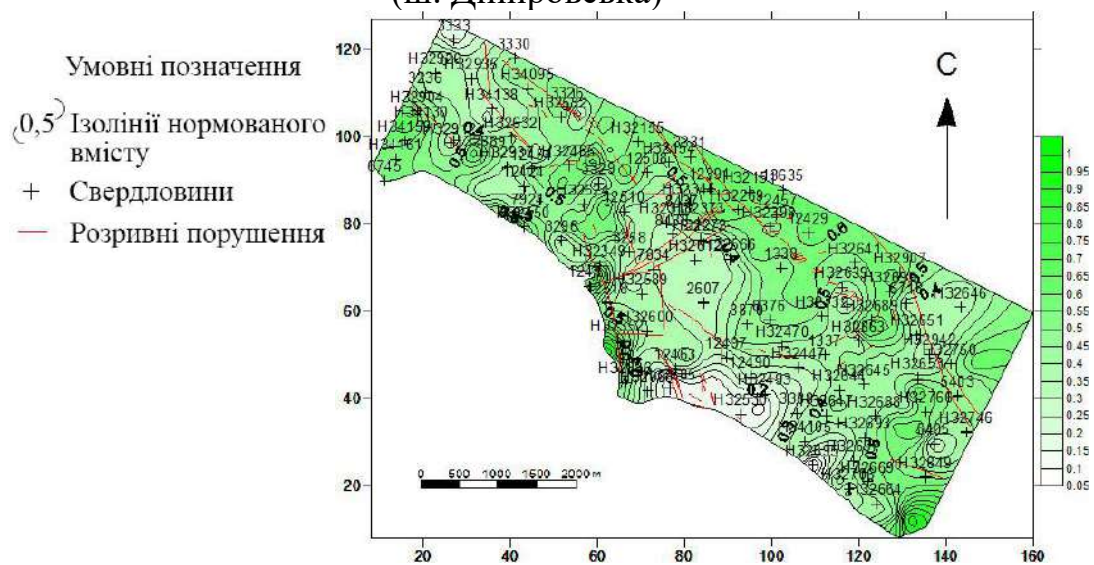


Рис. 4.124. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту V у вугіллі пласта c_8^B (ш. Дніпровська)

знаходиться свердловина №НЗ2354 ($V = 34,25$ г/т). Далі на південний схід, розташована свердловина №НЗ2348, із значенням вмісту ванадію $37,27$ г/т.

Спостерігається тісний зворотний зв'язок між вмістом ванадію і потужністю вугільного пласта ($r = -0,95$), тісний прямий зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,74$), марганцю ($r = 0,91$), свинцю ($r = 0,62$), хрому ($r = 0,79$), нікелю ($r = 0,84$).

Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} V &= 0,9711 - 0,9556 \times m; & V &= 0,1488 + 0,6674 \times Co; & V &= 0,0458 + 1,0483 \times Mn; \\ V &= 0,2406 + 0,5482 \times Pb; & V &= 0,0742 + 0,8554 \times Cr; & V &= 0,0906 + 0,7964 \times Ni. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.109.

Таблиця 4.109 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ванадію (ш. Дніпровська, c_8^B)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,970
Зольність вугілля	0,013
Вміст сірки загальної	0,017

По пласту c_{10}^B вміст ванадію змінюється в інтервалі від $6,08$ г/т до $47,84$ г/т, при середньому значенні $21,03$ г/т. Ділянка з найбільшою локацією V знаходиться на півночі шахтного поля (рис. 4.125) і пов'язана із свердловиною №3326. Вміст V не залежить від глибини, концентрації загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний зв'язок між вмістом ванадію і потужністю вугільного пласта ($r = -0,98$), тісний прямий зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,81$), марганцю ($r = 0,72$), свинцю ($r = 0,85$), хрому ($r = 0,75$), нікелю ($r = 0,93$).

Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} V &= 0,9742 - 0,9823 \times m; & V &= 0,036 + 0,7796 \times Co; & V &= 0,0974 + 0,613 \times Mn; \\ V &= 0,0558 + 0,83 \times Pb; & V &= 0,1168 + 0,6371 \times Cr; & V &= 0,0407 + 0,8975 \times Ni. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.110.

Таблиця 4.110 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ванадію (ш. Дніпровська, c_{10}^B)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,998
Зольність вугілля	0,001
Вміст сірки загальної	0,002

В межах вугільного пласта c_1 шахти «Благодатна» концентрація ванадію коливається в інтервалі від 17,29 г/т до 35,07 г/т. Середнє значення по пласту складає 26,72 г/т. Ділянка з найбільшою локацією ванадію знаходиться в центрі шахтного поля (рис. 4.126), в районі свердловини №7760. Кумуляція ванадію не залежить від глибини, концентрації загальної сірки та зольності вугілля.

Виявлено тісний зворотний зв'язок між вмістом ванадію і потужністю вугільного пласта ($r = -0,87$), тісний прямий зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,82$), марганцю ($r = 0,61$), нікелю ($r = 0,72$), свинцю ($r = 0,66$) та хрому ($r = 0,75$). Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} V &= 1,0808 - 1,2017 \times m; & V &= -0,0718 + 1,0144 \times Co; & V &= 0,1806 + 0,7743 \times Mn; \\ V &= 0,0176 + 0,8558 \times Pb; & V &= 0,1118 + 0,8528 \times Cr; & V &= 0,0407 + 0,9052 \times Ni. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.111.

Таблиця 4.111 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ванадію (ш. Благодатна, c_1)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,871
Зольність вугілля	0,057
Вміст сірки загальної	0,072

По пласту c_5 вміст ванадію коливається в інтервалі від 9,43 г/т до 26,43 г/т, при середньому значенні 14,23 г/т. Ділянка з найбільшою локацією V знаходиться на сході шахтного поля (рис. 4.127) і пов'язана із свердловиною №НЗ191. Вміст V не залежить від глибини та концентрації загальної сірки у вугіллі.

Встановлено тісний зворотний зв'язок між вмістом ванадію і потужністю вугільного пласта ($r = -0,88$), тісний прямий зв'язок із зольністю вугілля ($r = 0,51$), концентрацією кобальту ($r=0,88$), марганцю ($r = 0,81$), свинцю ($r = 0,86$), хрому ($r = 0,89$), нікелю ($r = 0,82$) та фтору ($r = 0,52$). Лінійні рівняння регресії:

$$\begin{aligned} V &= 0,5305 - 0,5074 \times m; & V &= 0,1646 + 0,4292 \times A^d; & V &= 0,0509 + 0,9033 \times Co; \\ V &= 0,103 + 0,7778 \times Mn; & V &= -0,0673 + 0,902 \times Pb; & V &= 0,0405 + 0,8354 \times Cr; \\ V &= 0,0098 + 0,8927 \times Ni; & V &= 0,1454 + 0,4865 \times F. \end{aligned}$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.112.

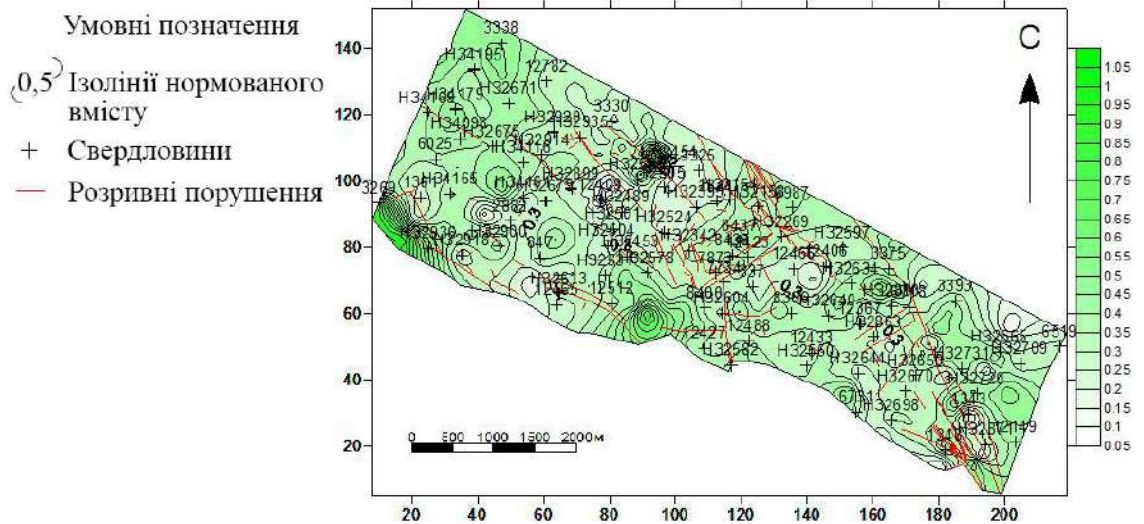


Рис. 4.125. Карта ізоконцентрат вмісту V у вугіллі пласта c_{10}^B (ш. Дніпровська)

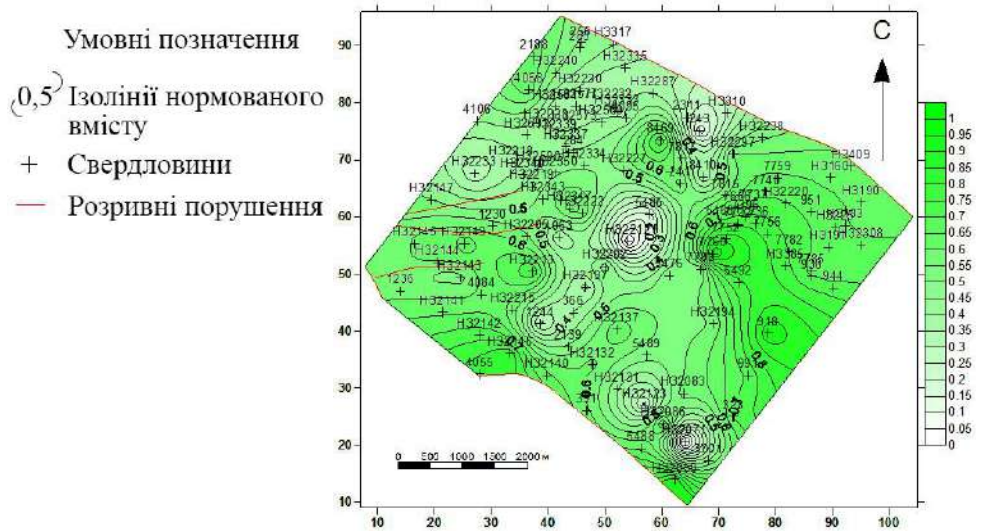


Рис. 4.126. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту V у вугіллі пласта c_1 (ш. Благодатна)

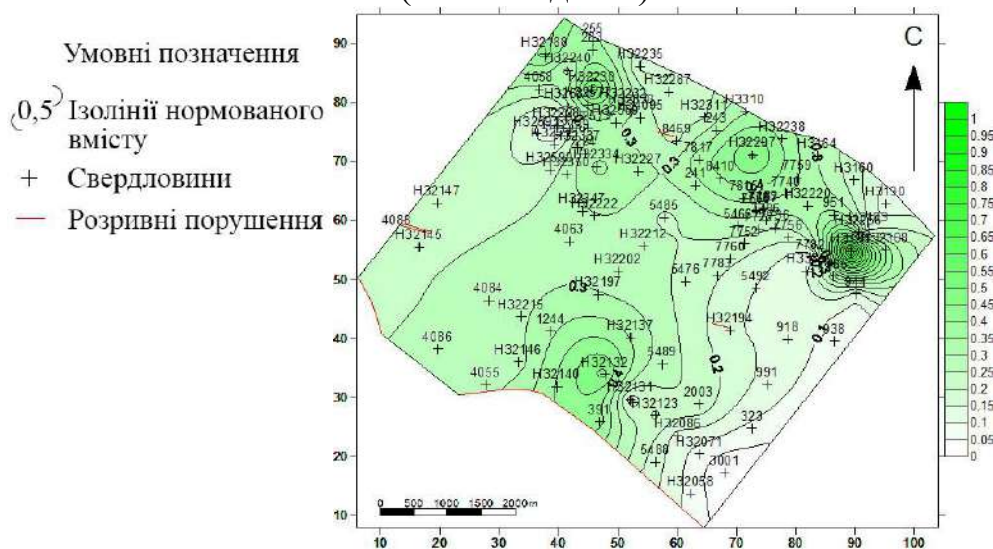


Рис. 4.127. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту V у вугіллі пласта c_5 (ш. Благодатна)

Таблиця 4.112 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ванадію (ш. Благодатна, с₅)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,984
Зольність вугілля	0,004
Вміст сірки загальної	0,012

Кумуляція ванадію по пласту с₈^н коливається в межах від 1,56 г/т до 27,26 г/т. Середнє значення по пласту складає 15,08 г/т. Ділянка з найбільшою локацією V знаходиться в північно-західній частині шахтного поля (рис. 4.128), біля свердловини №4095. Вміст V не залежить від глибини, концентрації загальної сірки та зольності вугілля.

Спостерігається тісний зворотний зв'язок між вмістом ванадію і потужністю вугільного пласта ($r = -0,93$), тісний прямий зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,88$), марганцю ($r = 0,85$), свинцю ($r = 0,92$), хрому ($r = 0,90$), нікелю ($r = 0,85$). Лінійні рівняння регресії:

$$V = 0,9747 - 0,9227 \times m; \quad V = 0,0141 + 0,8836 \times Co; \quad V = 0,102 + 0,834 \times Mn;$$

$$V = 0,0918 + 0,8877 \times Pb; \quad V = 0,0751 + 0,9166 \times Cr; \quad V = 0,1929 + 0,7639 \times Ni.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.113.

Таблиця 4.113 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ванадію (ш. Благодатна, с₈^н)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,954
Зольність вугілля	0,023
Вміст сірки загальної	0,023

По пласту с₇^н шахти «Павлоградська» вміст ванадію змінюється в інтервалі від 13,31 г/т до 37,78 г/т, при середньому значенні по пласту 22,13 г/т. Ділянка з найбільшим значенням концентрації V знаходяться в західній частині шахтного поля (рис. 4.129), біля свердловини №Н32038. Вміст V не залежить від глибини, концентрації загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний зв'язок між вмістом ванадію і потужністю вугільного пласта ($r = -0,84$), тісний прямий зв'язок з концентрацією кобальту

($r=0,74$), марганцю ($r = 0,77$), свинцю ($r = 0,80$), хрому ($r = 0,78$) та нікелю ($r=0,70$).

Лінійні рівняння регресії:

$$V = 0,5199 - 0,4803 \times m; \quad V = 0,0428 + 0,7088 \times Co; \quad V = 0,0913 + 0,6844 \times Mn;$$

$$V = 0,0743 + 0,6756 \times Pb; \quad V = 0,0484 + 0,7337 \times Cr; \quad V = 0,0814 + 0,5349 \times Ni.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.114.

Таблиця 4.114 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ванадію (ш. Павлоградська, c_7^H)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,941
Зольність вугілля	0,050
Вміст сірки загальної	0,009

Вміст ванадію по пласту c_4 шахти «Самарська» варіює від 10,87 г/т до 35,87 г/т, при середньому значенні 17,09 г/т. Можна відмітити три зони підвищеного вмісту ванадію (рис. 4.130). Перша з них знаходиться в центрі ділянки шахтного поля і пов'язана із свердловиною №7958 ($V=35,87$ г/т). На схід від неї розташована наступна зона, яка приурочена до свердловини № 3610 і №12833, із вмістом ванадію 28,53 і 27,87 г/т відповідно. На південь від вище приведених зон знаходиться третя зона, сформована свердловинами №НЗ4039 і №НЗ4397, із вмістом ванадію 28,87 і 28,53 г/т відповідно.

Вміст V не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.115.

Таблиця 4.115 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ванадію (ш. Самарська, c_4)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,107
Зольність вугілля	0,871
Вміст сірки загальної	0,022

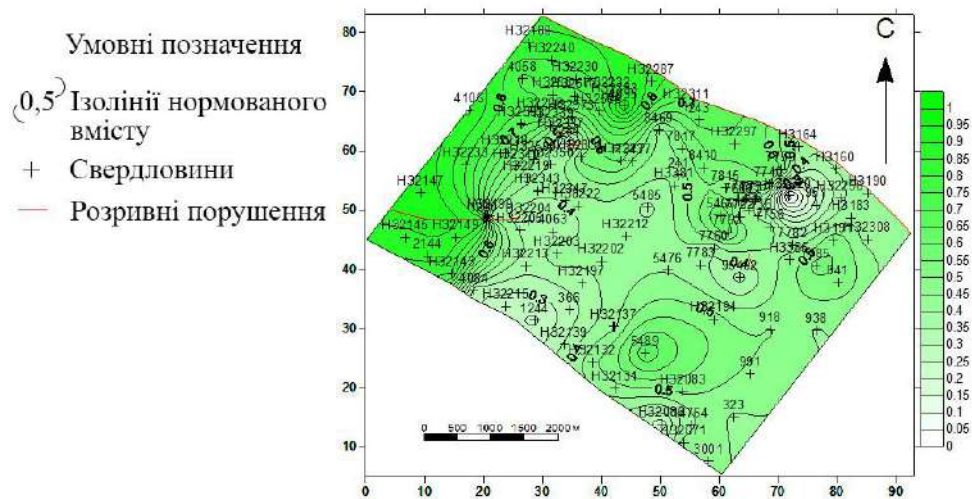


Рис. 4.128. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту V у вугіллі пласта c_8^H (ш. Благодатна)

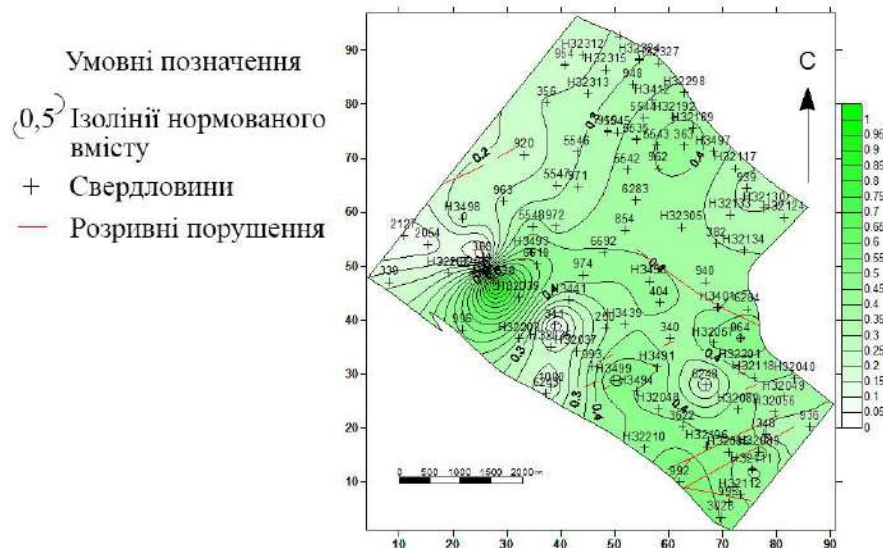


Рис. 4.129. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту V у вугіллі пласта c_7^H (ш. Павлоградська)

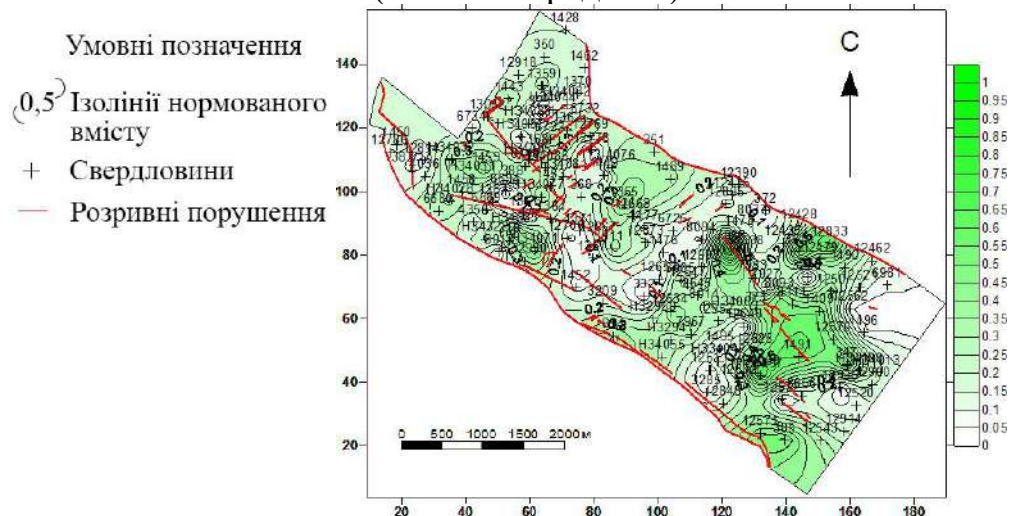


Рис. 4.130. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту V у вугіллі пласта c_4 (ш. Самарська)

По пласту c_4^2 шахти «ім. М.І. Сташкова» значення вмісту ванадію коливається в інтервалі від 8,24 г/т до 24,04 г/т. Середнє значення по пласту складає 16,69 г/т. Найбільша локація цього елементу приурочена до свердловини №13255, яка знаходиться в південно-східній частині шахтного поля (рис. 4.131). Його вміст не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

Виявлено тісний зворотний зв'язок між вмістом ванадію і потужністю вугільного пласта ($r = -0,93$), тісний прямий зв'язок з кумуляцією кобальту ($r=0,80$), нікелю ($r=0,84$) та хрому ($r=0,84$). Лінійні рівняння регресії:

$$V = 0,9977 - 1,1005 \times m; \quad V = 0,0099 + 1,0022 \times Co;$$

$$V = -0,125 + 1,0717 \times Ni; \quad V = -0,0902 + 1,1203 \times Cr.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.116.

Таблиця 4.116 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ванадію (ш. ім. М.І. Сташкова, c_4^2)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,754
Зольність вугілля	0,005
Вміст сірки загальної	0,241

Вміст ванадію по пласту c_{10}^B коливається в межах від 7,4 г/т до 52,09 г/т. Середнє значення по пласту складає 20,14 г/т. Ділянка з найбільшою локацією V знаходяться в центральній частині шахтного поля (рис. 4.132), біля свердловини №13485. Концентрація V не залежить від глибини, концентрації загальної сірки та зольності вугілля.

Встановлено тісний зворотний зв'язок між вмістом ванадію і потужністю вугільного пласта ($r = -0,80$), тісний прямий зв'язок з концентрацією кобальту ($r=0,76$), марганцю ($r = 0,72$), свинцю ($r = 0,81$), хрому ($r = 0,77$), нікелю ($r = 0,77$). Лінійні рівняння регресії:

$$V = 0,6686 - 0,7216 \times m; \quad V = 0,113 + 0,7026 \times Co; \quad V = 0,0558 + 0,646 \times Mn;$$

$$V = 0,003 + 0,8626 \times Pb; \quad V = 0,0645 + 0,7375 \times Cr; \quad V = -0,0275 + 0,8519 \times Ni.$$

Результати дисперсійного аналізу приведені в таблиці 4.117.

Таблиця 4.117 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл ванадію (ш. ім. М.І. Сташкова, c_{10}^B)

Фактор	Значення коефіцієнта
Потужність пласта	0,981
Зольність вугілля	0,015
Вміст сірки загальної	0,004

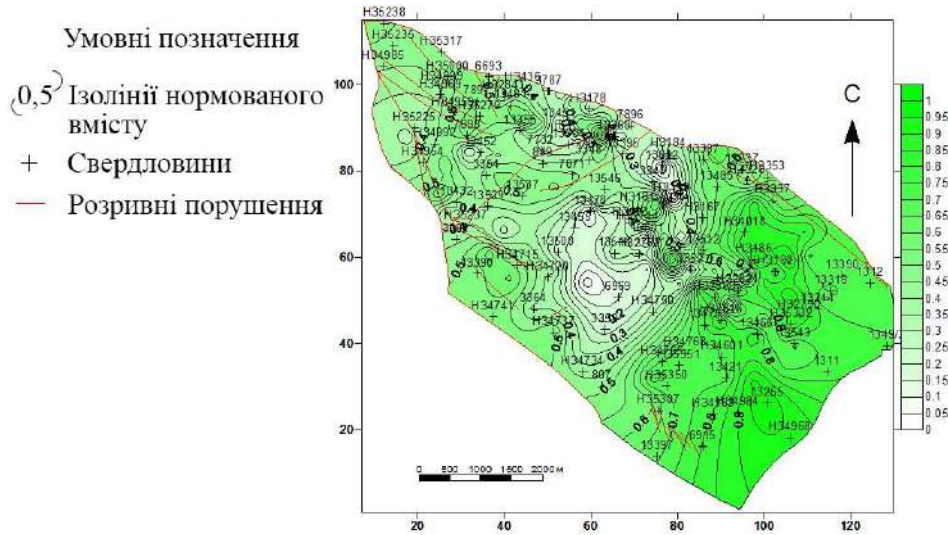


Рис. 4.131. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту V у вугіллі пласта c_4^2 (ш. ім. М.І. Сташкова)

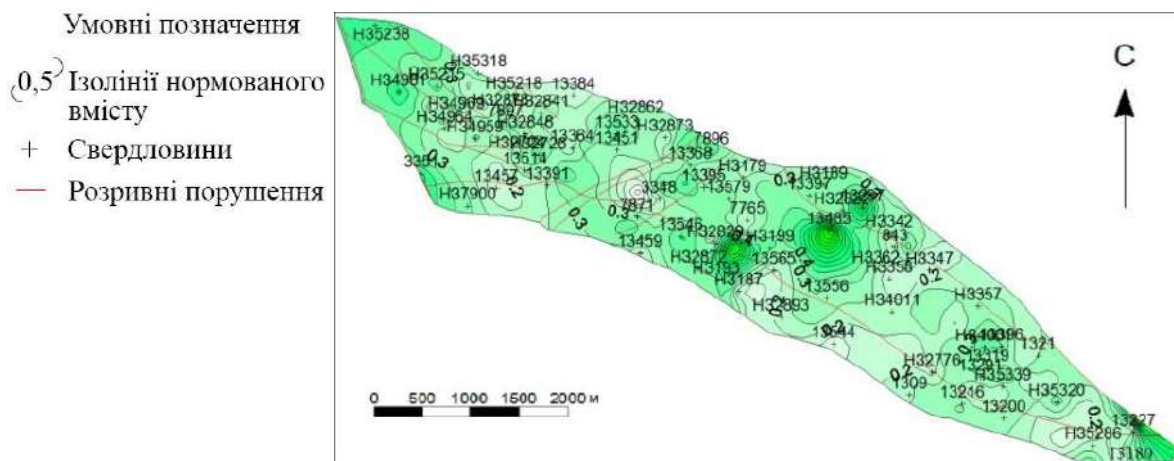


Рис. 4.132. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту V у вугіллі пласта c_{10}^B (ш. ім. М.І. Сташкова)

Висновки до розділу 4.2.10:

1. Регіональна складова вмісту ванадію збільшується переважно в південно-східному напрямку.

2. Вміст ванадію не залежить від зольності вугілля, глибини залягання і вмісту сірки загальної. У переважній більшості досліджуваних шахтопластів концентрації ванадію пов'язані зворотним тісним кореляційним зв'язком з їх потужністю (90,9% шахтопластів), що підтверджується результатами дисперсійного аналізу. Таким чином, із збільшенням вкладу зон збагачення цього елементу в загальних потужностях пластів, вміст ванадію збільшується.

3. Найбільш стійкою геохімічною асоціацією є V – Co – Mn – Ni – Pb –Cr (72,7 % шахтопластів).

Висновки до розділу 4.2:

Аналіз побудованих карт та результатів кореляційного, регресійного та дисперсійного аналізів дозволяє сформулювати наступні висновки:

1. Берилій є єдиним елементом, з усіх ТіПТЕ, переважно пов'язаним з органічною складовою вугільних пластів. Вміст берилію не залежить від вмісту сірки загальної, глибини залягання і потужності пластів. В переважній більшості досліджуваних шахтопластів концентрації берилію мають тісні зворотні кореляційні зв'язки із зольністю вугілля A^d , що підтверджується результатами дисперсійного аналізу. Отже, із збільшенням мінеральних домішок у вугільних пластах концентрація берилію зменшується. У більшості досліджень шахтопластів берилій не формує геохімічних асоціацій ні з одним ТіПТЕ.

2. Фтор є єдиним елементом, з усіх ТіПТЕ, переважно пов'язаним з мінеральною складовою вугільних пластів. Вміст фтору не залежить від вмісту сірки загальної, глибини залягання і потужності пластів. У всіх досліджуваних шахтопластах вміст фтору має прямі тісні кореляційні зв'язки із зольністю вугілля, що підтверджується результатами дисперсійного аналізу. Таким чином, із зменшенням мінеральних домішок у вугіллі концентрація фтору зменшується. Найбільш стійкою геохімічною асоціацією є F – Be.

3. Асоціація ртуті і миш'яку зумовлена їх генетичним зв'язком з сульфідною мінералізацією. Результати кореляційного та дисперсійного аналізів і аналіз просторового розташування аномалій цих елементів з геолого-структурними особливостями шахтопластів свідчать про їх генетичний зв'язок із сульфідною мінералізацією зон підвищеної тріщинуватості.

4. Стійка геохімічна асоціація всіх потенційно токсичних елементів Co, Ni, Pb, Cr, V і Mn зумовлена їх спільним накопиченням у приконтактних ділянках вугільних пластів із формуванням своєрідних зон збагачення потужністю 0,15 - 0,2 м (рис. 4.133). Із збільшенням вклату зон збагачення цих елементів в загальних потужностях пластів їх вміст збільшується. Приуроченість цієї асоціації саме до ділянок на контакті вугільних пластів і вміщуючих порід свідчить, найімовірніше, про інтегральний вплив адсорбційного і окислювально-відновлювального геохімічних бар'єрів на збагачення цими елементами.

Детальне вивчення розподілу токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі окремих шахтопластів дозволило встановити закономірності зміни їх розподілу по площі [172 – 188] і у розрізі вугленосної товщі [224]. Для розглянутих шахтопластів розраховані коефіцієнти кореляції, як між ТіПТЕ (табл. 4.118), так і з основними технологічними показниками вугільного пласта (табл. 4.119). Результати дисперсійного аналізу (табл. 4.120), які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів в окремих шахтопластах досліджуваного району доповнюють кореляційний аналіз (табл. 4.119) і не тільки підтверджують ступінь впливу, а й вказують на визначальний вплив кожного із факторів на розподіл токсичних і потенційно-токсичних елементів. У таблиці 4.121 наведено уточнені дані про середній вміст ТіПТЕ у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району в цілому.

Таблиця 4.118 – Значення коефіцієнтів кореляції, які характеризують зв'язок між токсичними і потенційно токсичними елементами в окремих шахтопластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району

	As	Be	Co	Mn	Ni	Hg	Pb	F	Cr	V
As	1									
Be	-0,05	1								
Co	0,03	-0,04	1							
Mn	0,09	0,17	0,52	1						
Ni	0,13	0,02	0,72	0,54	1					
Hg	0,64	0,04	-0,06	0,16	0,04	1				
Pb	0,11	-0,11	0,56	0,51	0,56	0,01	1			
F	0,31	-0,42	0,09	0,22	0,09	0,25	0,08	1		
Cr	0,07	0,04	0,78	0,56	0,80	-0,01	0,56	0,07	1	
V	0,06	0,09	0,73	0,63	0,76	0,03	0,52	0,13	0,75	1

Таблиця 4.119 – Значення коефіцієнтів кореляції, які характеризують зв'язок основних показників вугільного пласта і токсичних і потенційно токсичних елементів в окремих шахтопластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району

	As	Be	Co	Mn	Ni	Hg	Pb	F	Cr	V
m	-0,05	0,12	-0,57	-0,56	-0,65	0,11	-0,55	-0,07	-0,61	-0,65
A ^d	0,25	-0,84	0,62	0,69	0,64	0,24	0,66	0,86	0,51	0,58
S _t ^d	0,82	-0,11	0,03	0,08	0,10	0,60	0,11	0,33	0,07	0,09

Таблиця 4.120 – Значення коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу кожного із факторів на розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів в окремих шахтопластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району

	As	Be	Co	Mn	Ni	Hg	Pb	F	Cr	V
m	0,06	0,04	0,71	0,66	0,83	0,18	0,77	0,06	0,85	0,87
A ^d	0,19	0,90	0,15	0,26	0,10	0,20	0,06	0,88	0,09	0,09
S _t ^d	0,75	0,06	0,14	0,08	0,07	0,62	0,17	0,06	0,06	0,04

Таблиця 4.121 – Середній вміст ТіПТЕ в основних робочих вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району

As	Be	Co	Mn	Ni
52,81±4,76	2,98±0,05	6,71±0,03	121,39±7,20	20,46±0,19
Hg	Pb	F	Cr	V
0,31±0,02	12,31±0,98	90,24±3,58	17,93±0,43	16,86±0,29

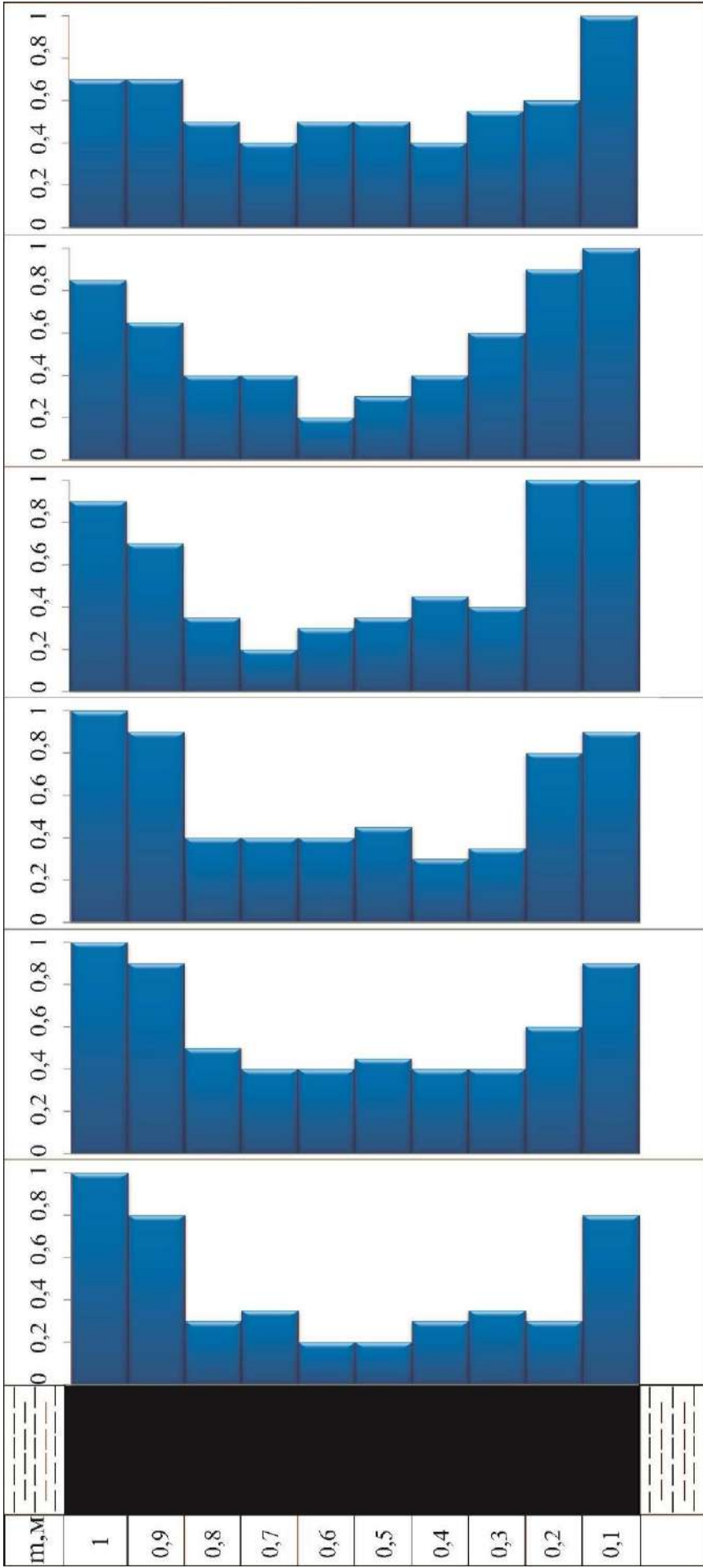


Рис. 4.133. Зведена схема розподілу Т1ПТЕ по розрізу вугільних пластів
Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району

4.3. Класифікація вугільних пластів по вмісту токсичних та потенційно токсичних елементів

З метою класифікації вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом токсичних і потенційно токсичних елементів був виконаний кластерний аналіз зваженим центроїдним методом [197] та побудовані дендрограми результатів кластеризації (рис. 4.134-4.145). Вміст елементів суттєво відрізняється між собою, тому всі вихідні дані нормувалися для приведення вибірок до одного масштабу. Представлені кінцеві кластери відрізняються між собою тим, що їх середній вміст значимо відрізняється між собою. При подальшій кластеризації ми цього не спостерігаємо.

На дендрограмі кластеризації вугільних пластів за вмістом миш'яку (рис. 4.134) достатньо впевнено можна виділити сім основних груп кластерів: 1.1.1, 1.1.2, 1.2.1, 1.2.2, 2.1.1, 2.1.2 і 2.2. Середній вміст миш'яку у вугіллі Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району складає $52,81 \pm 4,76$ г/т. Аномально низький вміст миш'яку пов'язаний з кластером 1.1.1, який представлений єдиним пластом c_2^1 із значенням 8 г/т. Кластер 1.1.2 сформований пластами c_2 , c_6^B , c_7^H , c_8^H , c_{10}^B , c_{11} з низькими значеннями вмісту миш'яку від 14,67 до 24,75 г/т. Кластер 1.2.1 – об'єднує пласти c_4 , c_5 з концентраціями миш'яку нижче середнього від 31,5 до 32,5 г/т. Середній вміст 44 – 45 г/т мають пласти c_1 і c_4^2 , які формують кластер 1.2.2. Вміст вище середнього (63 – 73 г/т) – пласти c_5^{2B} , c_6 , c_6^1 , c_7^B кластера 2.1.1. Високий вміст (86,5 – 100 г/т) пов'язаний з кластером 2.1.2, який об'єднує пласти c_5^H , c_5^B , c_6^H , c_6^3 , c_7 і c_8 . Пласт c_9 , єдиний з аномально високою концентрацією миш'яку, формує кластер 2.2 (125 г/т).

Аналіз дендрограми кластеризації вугільних пластів за вмістом берилію (рис. 4.135) дозволяє візуально виділити сім груп кластерів: 1.1.1, 1.1.2, 1.2.1.1.1, 1.2.1.1.2, 1.2.1.2, 1.2.2 і 2. Середній вміст берилію у вугіллі Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району складає $2,98 \pm 0,05$ г/т. Кластер 1.1.1 сформований вугільними пластами c_2 , c_2^1 , c_5^H , c_6^3 з аномально низькими значеннями вмісту берилію від 1,2 до 1,6 г/т. Низькі значення вмісту від 1,83 до

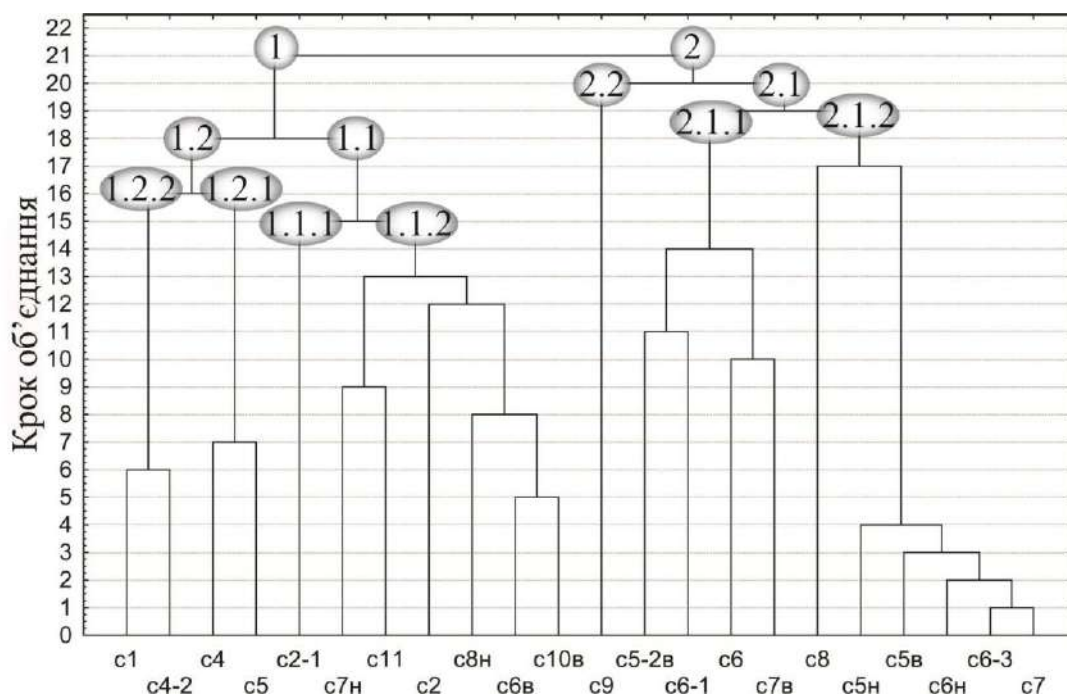


Рис. 4.134. Дендрограма результатів кластеризації зваженим центроїдним методом вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом миш'яку

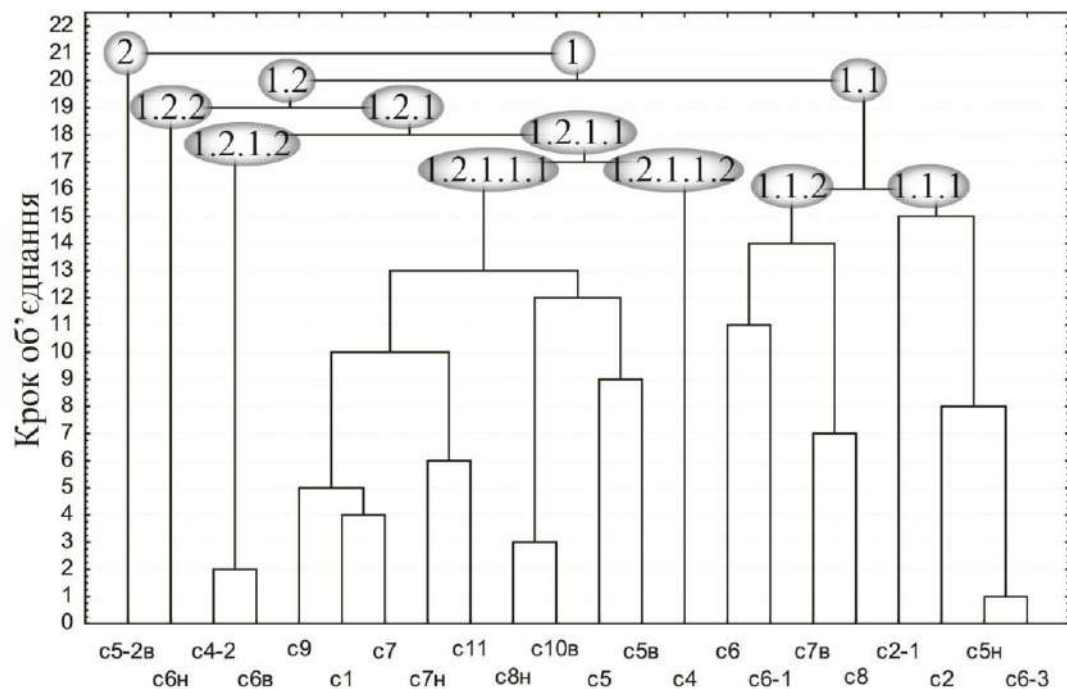


Рис. 4.135. Дендрограма результатів кластеризації зваженим центроїдним методом вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом берилію

2,23 г/т пов'язані з пластами c_6 , c_6^1 , c_7^B , c_8 кластера 1.1.2. Кластер 1.2.1.1.1 складений пластами c_1 , c_5 , c_5^B , c_7^H , c_7 , c_8^H , c_9 , c_{10}^B , c_{11} із вмістом нижче середнього, від 2,54 до 3,1 г/т. Кластер 1.2.1.1.2 представлений пластом c_4 із середнім значенням вмісту – 3,43 г/т. Кластер 1.2.1.2 представлений пластами c_4^2 і c_6^B із концентраціями вище середнього – 4 г/т. Кластер 1.2.2 сформований пластом c_6^H з високим вмістом – 5 г/т. Пласт c_5^{2B} , єдиний з аномально високим вмістом берилію, формує кластер 2 із значенням 7 г/т.

При кластеризації вугільних пластів за концентрацією кобальту (рис. 4.136) відмічено сім груп кластерів: 1.1.1, 1.1.2, 1.2.1.1, 1.2.1.2, 1.2.2.1, 1.2.2.2 і 2. Середній вміст кобальту у вугіллі Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району становить $6,71 \pm 0,03$ г/т. Кластер 1.1.1 сформований вугільними пластами c_5^{2B} і c_6^3 з аномально низькими показниками вмісту кобальту – 5 г/т. Низькі значення вмісту – 5,5 г/т пов'язані з пластами c_4 і c_6 кластера 1.1.2. Кластер 1.2.1.1 складений пластами c_1 , c_2 , c_2^1 , c_5 , c_6^H , c_6^B , c_6^1 , c_7^H , c_7 , c_8 , c_9 із вмістом нижче середнього, від 6 до 6,5 г/т. Кластер 1.2.1.2 представлений пластом c_8^H із середнім значенням концентрації – 6,89 г/т. Кластер 1.2.2.1 сформований пластом c_{11} із вмістом вище середнього – 7,4 г/т. Високий вміст кобальту мають пласти c_4^2 , c_5^B і c_{10}^B кластера 1.2.2.2 із значеннями від 7,71 до 8 г/т. Кластер 2 формує пласти c_5^H , c_7^B з аномально високим вмістом від 9,33 до 10,2 г/т.

При кластеризації вугільних пластів за вмістом марганцю (рис. 4.137) відзначено сім груп кластерів: 1.1.1.1, 1.1.1.2.1, 1.1.1.2.2.1, 1.1.1.2.2.2, 1.1.2, 1.2 і 2. Середній вміст марганцю у вугіллі Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району становить $121,39 \pm 7,2$ г/т. Кластер 1.1.1.1 містить вугільні пласти c_6^H , c_6^1 , c_6^3 з аномально низьким вмістом марганцю від 50 до 62 г/т. Кластер 1.1.1.2.1 об'єднує пласти c_4 , c_4^2 , c_5^{2B} з низьким вмістом від 70 до 73 г/т. Пласти c_6^B і c_{10}^B формують кластер 1.1.1.2.2.1 із значеннями вмісту нижче середнього від 80 до 86,25 г/т. Середні концентрації 92 – 99 г/т мають пласти c_2^1 , c_5 , c_5^B , c_9 кластера 1.1.1.2.2.2. Кластер 1.1.2 складений пластами c_1 , c_2 , c_6 , c_7^H , c_8^H , c_8 , c_{11} із значеннями вмісту вище середнього, від 105 до 116,8 г/т. Кластер 1.2 представлений вугільними пластами c_7 і c_7^B з високими значеннями концентрацій марганцю, від

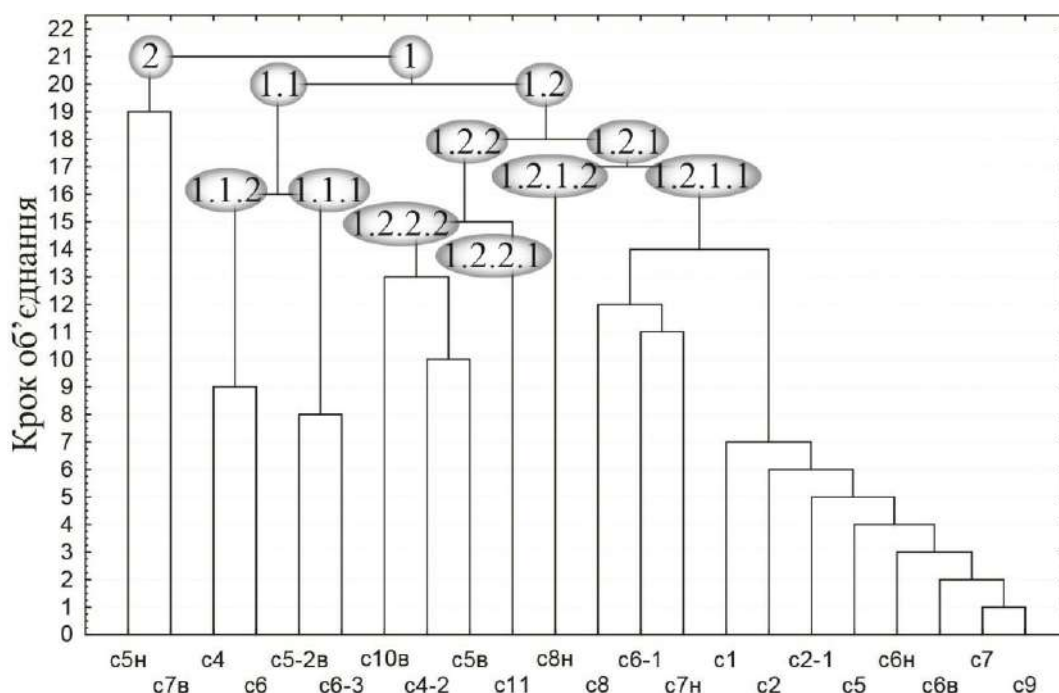


Рис. 4.136. Дендрограма результатів кластеризації зваженим центроїдним методом вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом кобальту

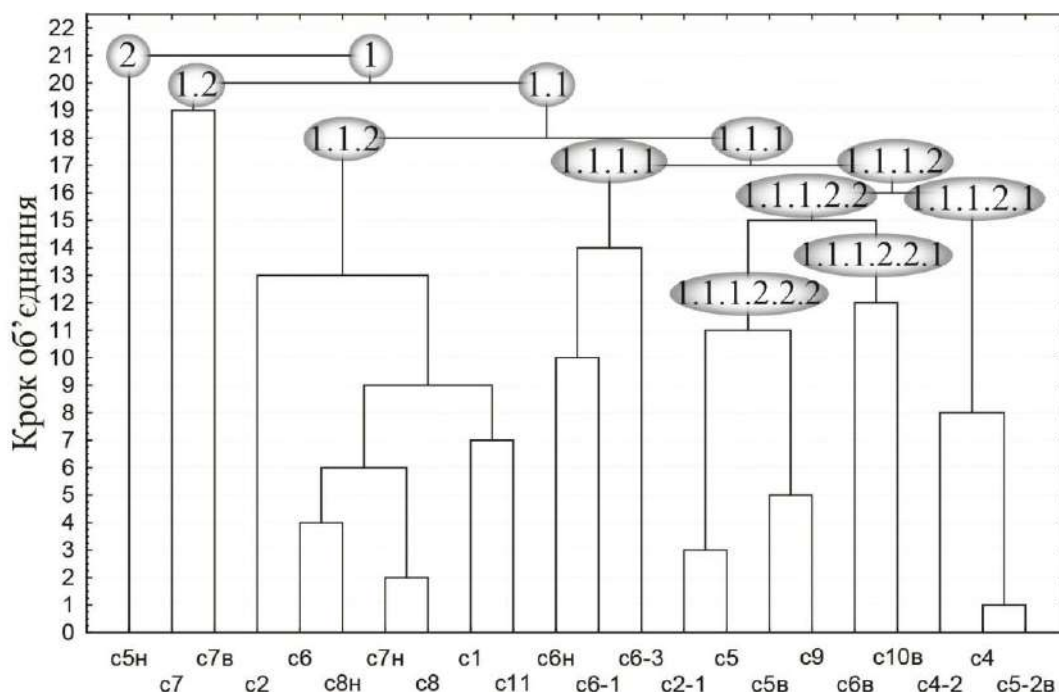


Рис. 4.137. Дендрограма результатів кластеризації зваженим центроїдним методом вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом марганцю

162 до 210 г/т. Аномально високий вміст пов'язаний із пластом c_5^H кластера 2 із значенням 750 г/т.

На дендрограмі кластеризації вугільних пластів за вмістом нікелю (рис.4.138) видно чітку і однозначну структуру кластерів, а саме: 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.1.2.1, 1.1.2.2, 1.2.1, 1.2.2 і 2. Середній вміст нікелю у вугіллі Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району складає $20,46 \pm 0,19$ г/т. Аномально низький вміст нікелю представлений пластами $c_6, c_6^1, c_6^3, c_7, c_8$ кластера 1.1.1.1 із значеннями від 14 до 15,83 г/т. Низький вміст пов'язаний з пластами c_2^1, c_6^H кластера 1.1.1.2 із значеннями від 17 до 18 г/т. Кластер 1.1.2.1 складає пласти $c_1, c_4, c_5^{2B}, c_8^H, c_9, c_{10}^B$ із значеннями нижче середнього від 19 до 20 г/т. Кластер 1.1.2.2 формує пласти $c_2, c_6^B, c_7^H, c_{11}$ із середніми значеннями від 21 до 22 г/т. Вміст вище середнього мають пласти c_5 і c_7^B кластера 1.2.1 із значеннями від 23,67 до 25,67 г/т. Кластер 1.2.2 об'єднує пласти c_4^2 і c_5^B з високим вмістом нікелю, від 28 до 29 г/т. Аномально високий вміст представлений пластом c_5^H кластера 2 із вмістом 35 г/т.

Аналізуючи дендрограму кластеризації вугільних пластів за вмістом ртуті (рис. 4.139), можна виділити сім кластерів: 1.1.1, 1.1.2, 1.2.1.1, 1.2.1.2, 1.2.2.1, 1.2.2.2 і 2. Середній вміст ртуті у вугіллі Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району становить $0,31 \pm 0,02$ г/т. Кластер 1.1.1 сформований вугільним пластом c_5^{2B} з аномально низьким вмістом ртуті 0,02 г/т. Низький вміст мають пласти c_6^3 і c_7 кластера 1.1.2 із значеннями 0,06 – 0,09 г/т. Кластер 1.2.1.1 складений пластами $c_4, c_5, c_6^B, c_7^H, c_8^H, c_{10}^B$ із значеннями нижче середнього від 0,18 до 0,24 г/т. Середні концентрації пов'язані з кластером 1.2.1.2, який вміщує пласти $c_1, c_2^1, c_4^2, c_5^B, c_5^{2B}, c_6^1, c_7^B$ із значеннями від 0,3 до 0,34 г/т. Кластер 1.2.2.1 сформований пластами c_6^H, c_6, c_8 із значеннями вище середнього від 0,43 до 0,45 г/т. Кластер 1.2.2 представлений пластами c_2 і c_{11} з високими концентраціями ртуті від 0,5 до 0,54 г/т. Аномально високий вміст представлений пластом c_5^H і c_9 кластера 2 із вмістом 0,7 – 0,8 г/т.

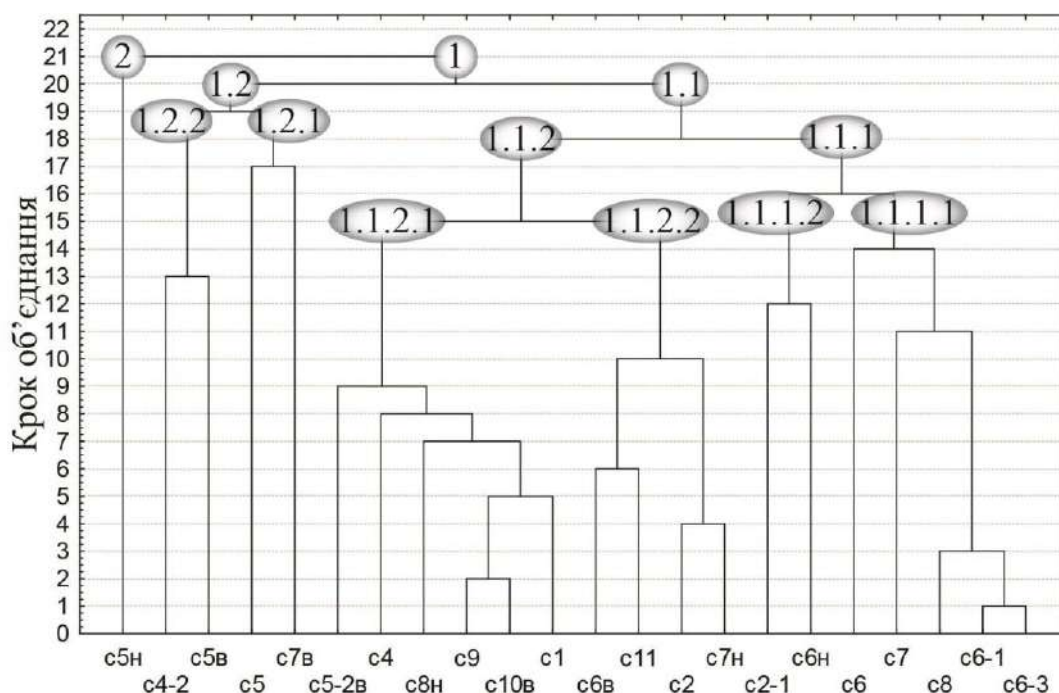


Рис. 4.138. Дендрограма результатів кластеризації зваженим центроїдним методом вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом нікелю

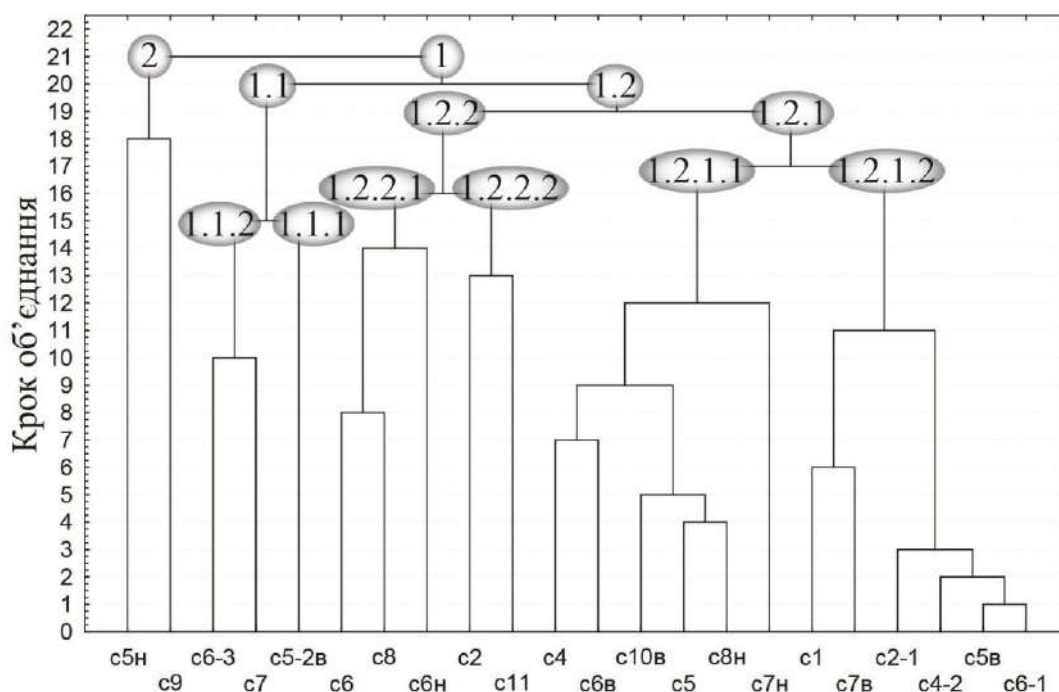


Рис. 4.139. Дендрограма результатів кластеризації зваженим центроїдним методом вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом ртуті

При кластеризації вугільних пластів за вмістом свинцю (рис. 4.140) виділено сім кластерів. Середній вміст свинцю у вугіллі Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району становить $12,31 \pm 0,98$ г/т. Кластер 1.1 сформований вугільними пластами c_5^H , c_5^{2B} , c_6^H , c_6^3 з аномально низьким вмістом свинцю 5 – 6 г/т. Кластери 1.2.1 об'єднує пласти c_4 , c_6^B , c_6^1 , c_7 , c_{10}^B з низькими значеннями вмісту 7 – 8 г/т. Кластер 1.2.2.1 представлений пластами c_2 , c_2^1 , c_6 , c_8 із концентраціями нижче середніх 8,83 – 9 г/т. Середні концентрації формують кластер 1.2.2.2, який об'єднує пласти c_1 , c_5 , c_9 із значеннями від 9,33 до 9,67 г/т. Кластер 2.1.1 сформований пластами c_4^2 , c_7^H і c_{11} із значеннями вище середнього 12 – 12,17 г/т. Високий вміст мають пласти c_5^B і c_7^B кластера 2.1.2 із значеннями 14 – 14,67 г/т. Аномально високий вміст свинцю представлений пластом c_8^H кластера 2 із вмістом 16,7 г/т.

Аналіз дендрограми кластеризації вугільних пластів за вмістом фтору (рис. 4.141) свідчить про наявність семи кластерів. Середній вміст фтору у вугіллі Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району складає $90,24 \pm 3,58$ г/т. Кластер 1.1 сформований вугільними пластами c_2^1 , c_6^B з аномально низькими значеннями вмісту фтору 14 – 22 г/т. Низький вміст пов'язаний з пластами c_2 , c_4^2 і c_6 кластера 1.2 із значеннями від 40 – 53 г/т. Кластер 2.1.1.1 представлений пластами c_1 , c_5 , c_6^1 і c_7^H із вмістом нижче середнього 67,6 – 76,3 г/т. Середній вміст мають пласти c_9 , c_{10}^B і c_{11} кластера 2.1.1.2 із значеннями 81,4 – 90,13 г/т. Вміст вище середнього пов'язаний із пластами c_4 , c_5^B , c_5^{2B} , c_6^H , c_6^3 , c_7 , c_8^H і c_8 кластера 2.1.2.1 із концентрацією 96,71 – 100 г/т. Кластер 2.1.2.2 представлений пластом c_7^B з високим значеннями 107 г/т. Аномально високий вміст фтору представлений пластом c_5^H кластера 2.2 із вмістом 132,75 г/т.

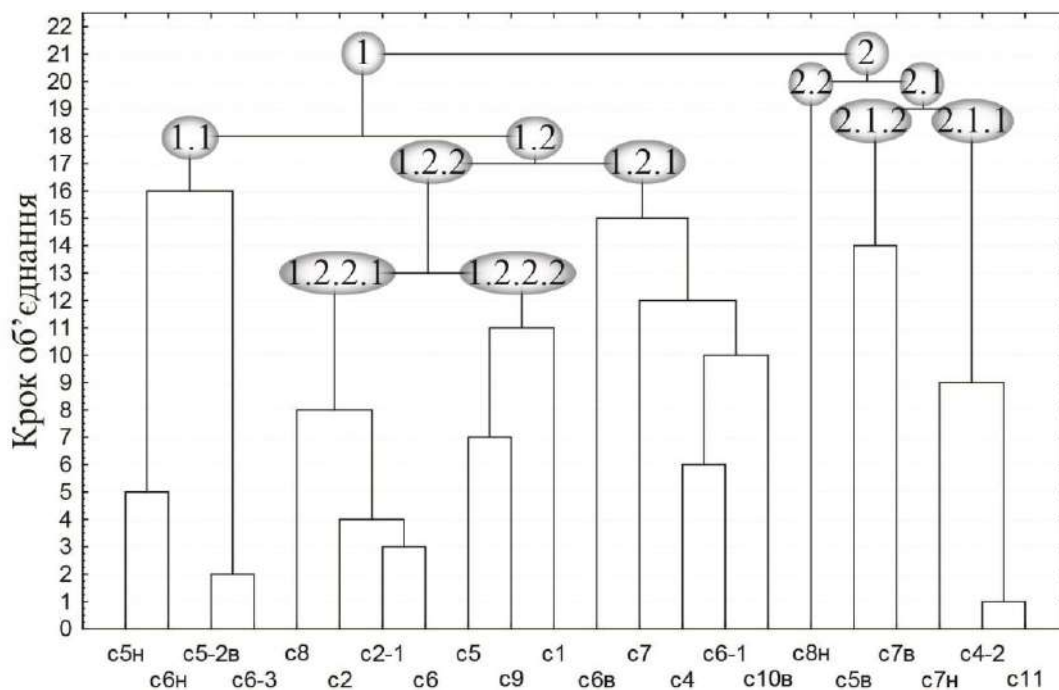


Рис. 4.140. Дендрограма результатів кластеризації зваженим центроїдним методом вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом свинцю

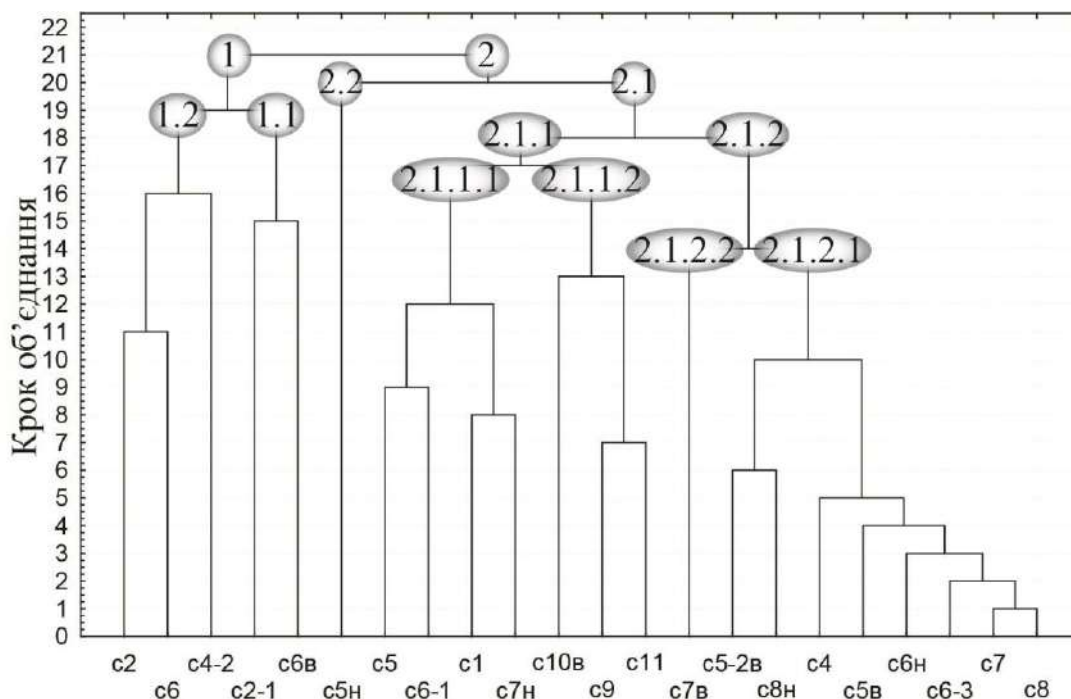


Рис. 4.141. Дендрограма результатів кластеризації зваженим центроїдним методом вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом фтору

На дендрограмі кластеризації вугільних пластів за вмістом хрому (рис. 4.142) можна виділити сім кластерів. Середній вміст хрому у вугіллі Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району складає $17,93 \pm 0,43$ г/т. Кластер 1.1.1 сформований вугільним пластом c_4^2 з аномально низьким вмістом хрому 6 г/т. Кластер 1.1.2 об'єднує пласти c_4 , c_5^B , c_5^{2B} і c_6^H з низьким вмістом 9 – 12 г/т. Кластер 1.2.1.1 представлений пластами c_6 , c_6^B , c_6^3 , c_7^H , c_{10}^B з концентрацією нижче середнього 13,63 – 15 г/т. Середній вміст мають пласти c_5 , c_7 , c_7^B , c_{11} кластера 1.2.1.2 із значеннями 15,83 – 17 г/т. Кластер 1.2.2 сформований пластами c_1 , c_2^1 , c_8^H і c_8 із значеннями вище середнього від 18 до 20,17 г/т. Високий вміст мають пласти c_2 , c_6^1 і c_9 кластера 2.1 із значеннями 25 – 25,33 г/т. Кластер 2.2 представлений пластом c_5^H з аномально високим вмістом хрому 28 г/т.

При кластеризації вугільних пластів за вмістом ванадію (рис. 4.143) відмічено сім кластерів. Середній вміст ванадію у вугіллі Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району становить $16,86 \pm 0,29$ г/т. Кластер 1.1 об'єднує вугільні пласти c_5^{2B} , c_6^H і c_7 з аномально низьким вмістом ванадію від 8 до 10 г/т. Кластер 1.2.1 представлений єдиним пластом c_8^H з низьким значенням вмісту 13,7 г/т. Кластер 1.2.2.1 сформований пластами c_5 , c_6 , c_6^3 і c_{11} із значеннями нижче середніх 14,83 – 15,8 г/т. Середній вміст мають пласти c_4 , c_5^B , c_6^B , c_8 і c_{10}^B кластера 1.2.2.2 із значеннями 16,75 – 17,17 г/т. Кластер 2.1.1 складений вугільними пластами c_1 , c_5^H , c_6^1 і c_7^H із концентраціями вище середнього від 19,17 до 20 г/т. Високий вміст мають пласти c_2 , c_7^B і c_9 кластера 2.1.2 із значеннями 21 – 22 г/т. Аномально високий вміст ванадію представлений пластами c_2^1 і c_4^2 кластера 2.2 із вмістом 24 – 26 г/т.

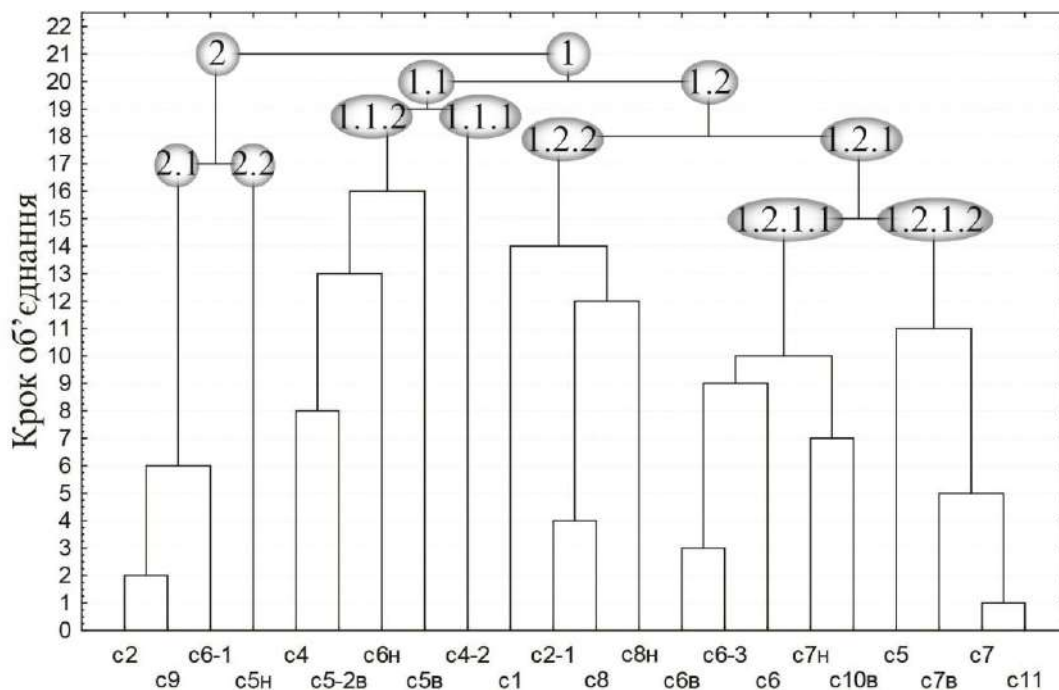


Рис. 4.142. Дендрограма результатів кластеризації зваженим центроїдним методом вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом хрому

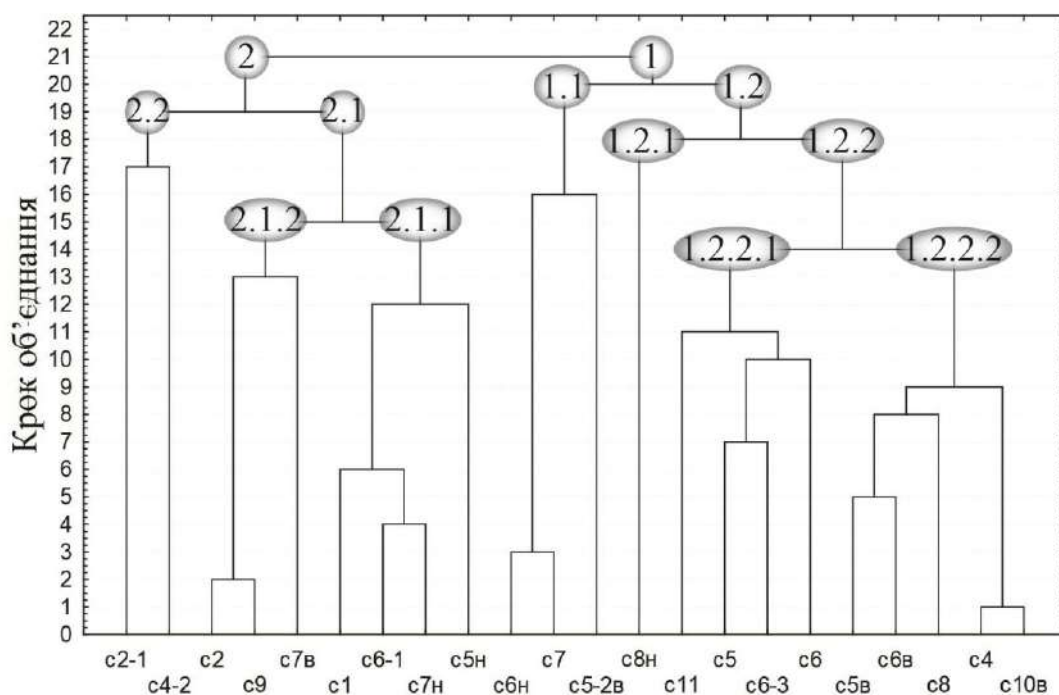


Рис. 4.143. Дендрограма результатів кластеризації зваженим центроїдним методом вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом ванадію

Дендрограма кластеризації вугільних пластів за зольністю вугілля (рис. 4.144) містить сім основних кластерів. Середня зольність досліджуваних вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району складає 11,4%. Кластер 1.1 представлений пластом c_5^{2B} з аномально низьким значенням – 4,3%. Кластер 1.2.1.1 об'єднує вугільні пласти c_5 , c_8 , c_{10}^B з низькими значеннями від 6,85 до 7,93%. Кластер 1.2.1.2 об'єднує вугільні пласти c_1 , c_2 , c_2^1 , c_4^2 , c_5^B , c_6^H , c_6^B , c_6^3 , c_7^H , c_7 , c_8^H і c_9 із значеннями зольності вугілля нижче середнього від 8,6 до 10,84%. Середню зольність мають вугільні пласти c_4 , c_7^B , c_{11} кластера 1.2.2 із значеннями 11,4 – 13,27%. Кластер 2.1 представлений пластом c_6^1 , із зольністю вище середнього 17,55 %. Високу зольність має пласт c_6 кластера 2.2.1, із значеннями 24%. Пласт c_5^H кластера 2.2.2 має аномально високе значення зольності 28,2%.

Аналізуючи дендрограму кластеризації вугільних пластів за вмістом сірки загальної (рис. 4.145) можна виділити сім кластерів. Середній вміст сірки загальної досліджуваних вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району становить 1,95%. Кластер 1.2 представлений вугільними пластами c_4 і c_7 з аномально низьким значенням вмісту сірки загальної 1,3 – 1,4%. Низькі значення 1,55 – 1,73% пов'язані з пластами c_1 , c_5^{2B} , c_8 , c_{10}^B і c_{11} кластера 1.1. Кластер 2.1.1.1 об'єднує вугільні пласти c_5 і c_6^3 із значеннями вмісту сірки загальної нижче середнього 1,87 – 1,9%. Кластер 2.1.1.2 сформований пластами c_4^2 , c_5^H , c_6 , c_6^B , c_7^B , c_8^H з середніми значеннями від 2 до 2,1 %. Кластер 2.1.2.1 об'єднує вугільні пласти c_5^B , c_6^H , c_6^1 , c_7^H із значеннями вище середнього 2,15 – 2,26%. Високий вміст сірки загальної мають пласти c_2 і c_2^1 кластера 2.1.2.2 із значеннями 2,3 – 2,33%. Пласт c_9 кластера 2.2 має аномально високе значення сірки загальної 2,53%.

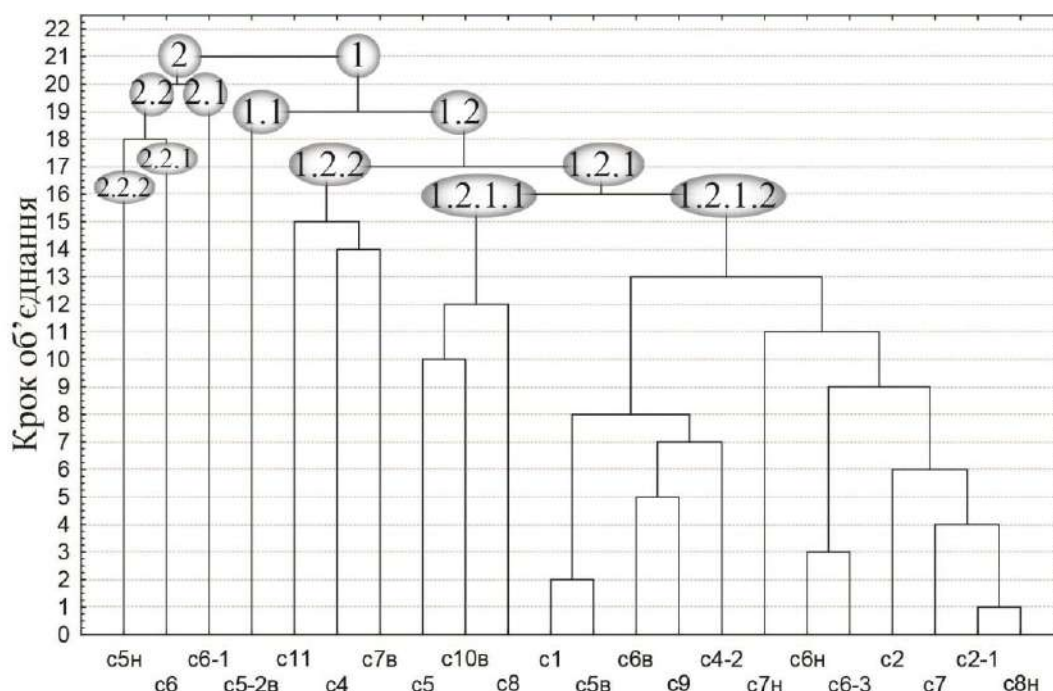


Рис. 4.144. Дендрограма результатів кластеризації зваженим центроїдним методом вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за зольністю

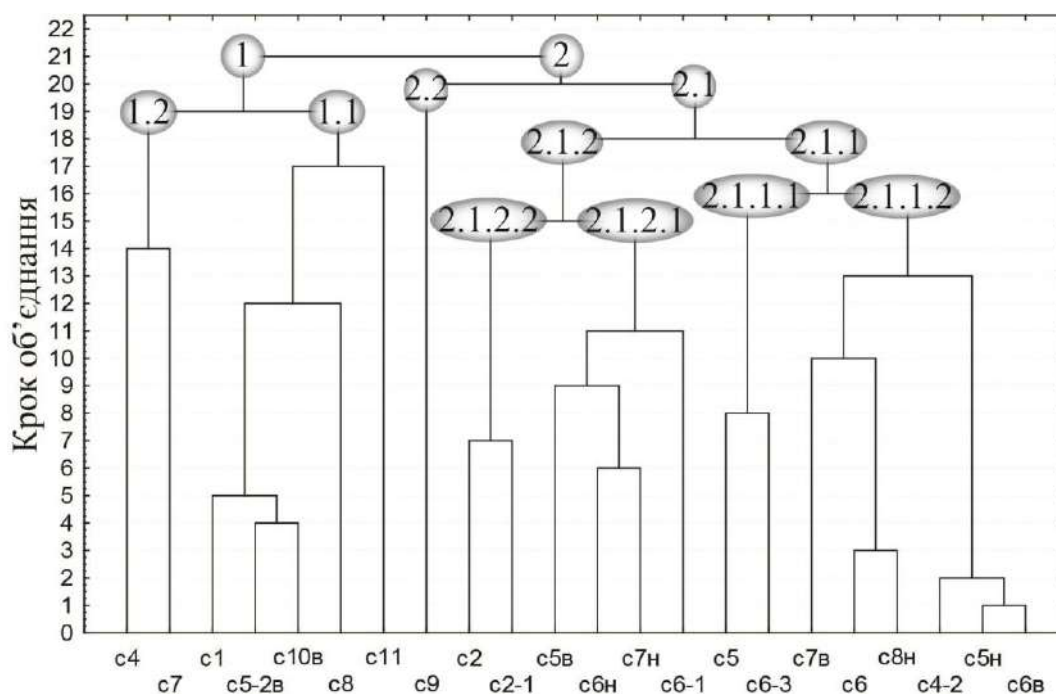


Рис. 4.145. Дендрограма результатів кластеризації зваженим центроїдним методом вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом сірки загальної

Вибіркові середні значення розглянутих показників значимо відрізняються між окремими пластами чи групами пластів в установлених рядах, їх можна інтерпретувати в термінології якісної оцінки, як: аномально низькі, низькі, нижче середніх, середні, вище середніх, високі та аномально високі. Реалізація такого підходу дає можливість наглядно зіставити ці різномасштабні показники у вугільних пластах по розрізу вугленосної товщі. Пласт c_1 характеризується низьким вмістом сірки загальної, нижче середнього зольності вугілля, Be, F, Ni і Co, середнім вмістом As, Hg і Pb, вище середнього вмістом Mn, V і Cr. Пласт c_2 характеризується аномально низькими концентраціями Be, низьким вмістом F і As, нижче середнього зольності вугілля, Co і Pb, середнім вмістом Ni, вище середнього концентрацією Mn, високим вмістом сірки загальної, Hg, V і Cr. Пласт c_2^1 характеризується аномально низьким вмістом As, Be і F, низькою концентрацією Ni, нижче середнього зольністю вугілля, Pb і Co, середніми концентраціями Hg і Mn, вище середнього вмістом Cr, високим вмістом сірки загальної і аномально високою концентрацією V. Пласт c_4 характеризується аномально низьким вмістом сірки загальної, низькими концентраціями Mn, Pb, Co і Cr, нижче середнього вмістом As, Hg, Be і Ni, середніми значеннями зольності вугілля і V, вище середнього вмістом F. Пласт c_4^2 характеризується аномально низьким вмістом Cr, низьким вмістом Mn і F, нижче середнього значеннями зольності вугілля, середнім вмістом сірки загальної, As і Hg, вище середнього вмістом Be і Pb, високими концентраціями Ni і Co, аномально високим вмістом V. Пласт c_5^H характеризується аномально низьким вмістом Be і Pb, середнім вмістом сірки загальної, вище середнього концентрацією V, високою концентрацією As і аномально високим значенням зольності вугілля, Hg, F, Ni, Mn, Co, Cr. Пласт c_5 характеризується низьким вмістом золи, нижче середнього концентраціями сірки загальної, As, Hg, Be, F, Co і V, середнім вмістом Mn, Cr і Pb, вище середнього концентрацією Ni. Пласт c_5^B характеризується низьким вмістом Cr, нижче середнього значеннями зольності вугілля і Be, середнім вмістом Hg, Mn і V, вище середнього вмістом сірки загальної і F, високими концентраціями As, Pb, Ni і Co. Пласт c_5^{2B} характеризується аномально низьким вмістом Hg, Pb, V, Co, зольності

вугілля, низькими концентраціями сірки загальної, Mn і Cr, нижче середнього вмістом Ni, вище середнього концентраціями F і As, аномально високим вмістом Be. Пласт c_6^H характеризується аномально низьким вмістом Mn, Pb і V, низькими концентраціями Ni і Cr, нижче середнього значеннями зольності вугілля і Co, вище середнього концентраціями сірки загальної, Hg і F, високим вмістом Be і As. Пласт c_6 характеризується аномально низьким вмістом Ni, низькими концентраціями Be, F і Co, нижче середнього вмістом Pb, V і Cr, середнім вмістом сірки загальної, вище середнього концентраціями As, Hg і Mn, високим значенням зольності вугілля. Пласт c_6^B характеризується аномально низьким вмістом F, низьким вмістом As і Pb, нижче середнього значенням зольності вугілля, Hg, Mn, Co і Cr, середньою концентрацією сірки загальної, V і Ni, а також вище середнього концентрацією Be. Пласт c_6^1 характеризується аномально низьким вмістом Mn і Ni, низькими концентраціями Be і Pb, вмістом нижче середнього F і Co, середньою концентрацією Hg, значеннями вище середніх зольності вугілля, сірки загальної, As і V, високим вмістом Cr. Пласт c_6^3 характеризується аномально низьким вмістом Be, Mn, Pb, Co і Ni, низькою концентрацією Hg, вмістом нижче середнього сірки загальної, зольності вугілля, V і Cr, вмістом вище середнього F і високим вмістом As. Пласт c_7^H характеризується низьким вмістом As, вмістом нижче середнього Hg, Be, F, Cr, Co, зольністю вугілля, середньою концентрацією Ni і вмістом вище середнього сірки загальної, Mn, Pb і V. Пласт c_7 характеризується аномально низьким вмістом сірки загальної, V і Ni, низькими концентраціями Hg і Pb, вмістом нижче середнього Be, Co, зольності вугілля, середньою концентрацією Cr, вмістом вище середнього F, а також високим вмістом Mn і As. Пласт c_7^B характеризується низьким вмістом Be, середніми концентраціями Hg, Cr, сірки загальної і зольності вугілля, вмістом вище середніх As і Ni, високими концентраціями F, Mn, Pb і V, аномально високим вмістом Co. Пласт c_8^H характеризується низькими концентраціями As і V, вмістом нижче середнього Hg, Be, Ni і зольністю вугілля, середньою концентрацією сірки загальної і Co, вмістом вище середнього F, Mn і Cr, аномально високим вмістом Pb. Пласт c_8 характеризується аномально низьким вмістом Ni, низькими

значеннями Be, зольності вугілля і сірки загальної, вмістом нижче середнього Pb і Co, середньою концентрацією V, вмістом вище середніх Hg, F, Mn і Cr, високим вмістом As. Пласт c_9 характеризується вмістом нижче середнього Be, Ni, Co, зольності вугілля, середніми концентраціями F, Mn і Pb, високим вмістом V і Cr, аномально високими концентраціями сірки загальної, As і Hg. Пласт c_{10}^B характеризується низькими концентраціями As, Pb, сірки загальної, зольності вугілля, вмістом нижче середнього Hg, Be, Mn, Ni і Cr, середніми концентраціями V і F, високим вмістом Co. Пласт c_{11} характеризується низьким вмістом сірки загальної і As, вмістом нижче середнього Be і V, середнім вмістом F, Ni, Cr, зольності вугілля, вмістом вище середніх Mn, Pb і Co, високим вмістом Hg.

Таким чином 22 пласти поділяються за вмістом ТіПТЕ на 7 груп. Все це допомогло розробити загальну класифікацію цих пластів по всіх 10 елементах (табл. 4.122). Ця класифікація дає можливість виконати довготерміновий прогноз вмісту ТіПТЕ в гірничій масі, що видобувається шахтами і планувати наступні технологічні заходи, направлені на зниження ТіПТЕ в продуктах і відходах вуглевидобутку.

Таблиця 4.122 – Класифікація основних вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом токсичних та потенційно токсичних елементів

	Аномально низький вміст	Низький вміст	Вміст нижче середнього	Середній вміст	Вміст вище середнього	Високий вміст	Аномально високий вміст
As	c ₂ ¹	c ₂ , c ₆ ^B , c ₇ ^H , c ₈ ^H , c ₁₀ ^B , c ₁₁	c ₄ , c ₅	c ₁ , c ₄ ²	c ₅ ^{2B} , c ₆ , c ₆ ¹ , c ₇ ^B	c ₅ ^H , c ₅ ^B , c ₆ ^H , c ₆ ³ , c ₇ , c ₈	c ₉
Be	c ₂ , c ₂ ¹ , c ₅ ^H , c ₆ ³	c ₆ , c ₆ ¹ , c ₇ ^B , c ₈	c ₁ , c ₅ , c ₅ ^B , c ₇ ^H , c ₇ , c ₈ ^H , c ₉ , c ₁₀ ^B , c ₁₁	c ₄	c ₄ ² , c ₆ ^B	c ₆ ^H	c ₅ ^{2B}
Co	c ₅ ^{2B} , c ₆ ³	c ₄ , c ₆	c ₁ , c ₂ , c ₂ ¹ , c ₅ , c ₆ ^H , c ₆ ^B , c ₆ ¹ , c ₇ ^H , c ₇ , c ₈ , c ₉	c ₈ ^H	c ₁₁	c ₄ ² , c ₅ ^B , c ₁₀ ^B	c ₅ ^H , c ₇ ^B
Mn	c ₆ ^H , c ₆ ¹ , c ₆ ³	c ₄ , c ₄ ² , c ₅ ^{2B}	c ₆ ^B , c ₁₀ ^B	c ₂ ¹ , c ₅ , c ₅ ^B , c ₉	c ₁ , c ₂ , c ₆ , c ₇ ^H , c ₈ ^H , c ₈ , c ₁₁	c ₇ , c ₇ ^B	c ₅ ^H
Ni	c ₆ , c ₆ ¹ , c ₆ ³ , c ₇ , c ₈ ,	c ₂ ¹ , c ₆ ^H	c ₁ , c ₄ , c ₅ ^{2B} , c ₈ ^H , c ₉ , c ₁₀ ^B	c ₂ , c ₆ ^B , c ₇ ^H , c ₁₁	c ₅ , c ₇ ^B	c ₄ ² , c ₅ ^B	c ₅ ^H
Hg	c ₅ ^{2B}	c ₆ ³ , c ₇	c ₄ , c ₅ , c ₆ ^B , c ₇ ^H , c ₈ ^H , c ₁₀ ^B	c ₁ , c ₂ ¹ , c ₄ ² , c ₅ ^B , c ₆ ¹ , c ₇ ^B	c ₆ ^H , c ₆ , c ₈	c ₂ , c ₁₁	c ₅ ^H , c ₉
Pb	c ₅ ^H , c ₅ ^{2B} , c ₆ ^H , c ₆ ³	c ₄ , c ₆ ^B , c ₆ ¹ , c ₇ , c ₁₀ ^B	c ₂ , c ₂ ¹ , c ₆ , c ₈	c ₁ , c ₅ , c ₉	c ₄ ² , c ₇ ^H , c ₁₁	c ₅ ^B , c ₇ ^B	c ₈ ^H
F	c ₂ ¹ , c ₆ ^B	c ₂ , c ₄ ² , c ₆	c ₁ , c ₅ , c ₆ ¹ , c ₇ ^H	c ₉ , c ₁₀ ^B , c ₁₁	c ₄ , c ₅ ^B , c ₅ ^{2B} , c ₆ ^H , c ₆ ³ , c ₇ , c ₈ ^H , c ₈	c ₇ ^B	c ₅ ^H
Cr	c ₄ ²	c ₄ , c ₅ ^B , c ₅ ^{2B} , c ₆ ^H	c ₆ , c ₆ ^B , c ₆ ³ , c ₇ ^H , c ₁₀ ^B	c ₅ , c ₇ , c ₇ ^B , c ₁₁	c ₁ , c ₂ ¹ , c ₈ ^H , c ₈	c ₂ , c ₆ ¹ , c ₉	c ₅ ^H
V	c ₅ ^{2B} , c ₆ ^H , c ₇	c ₈ ^H	c ₅ , c ₆ , c ₆ ³ , c ₁₁	c ₄ , c ₅ ^B , c ₆ ^B , c ₈ , c ₁₀ ^B	c ₁ , c ₅ ^H , c ₆ ¹ , c ₇ ^H	c ₂ , c ₇ ^B , c ₉	c ₂ ¹ , c ₄ ²

Висновки: На основі аналізу результатів кластеризації зваженим центроїдним методом вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом токсичних і потенційно токсичних елементів, а також вмісту сірки загальної і зольності вугілля можна зробити наступні висновки:

1. Кластери, які вміщують максимальні значення вмісту сірки загальної, миш'яку і ртуті співпадають по пласту c_9 .
2. Кластери, які вміщують максимальні значення зольності вугілля, кобальту, марганцю, нікелю, ртуті, фтору і хрому співпадають по пласту c_5^H .
3. Пласти вугілля з максимальною концентрацією берилію не співпадають з кластерами з максимальним вмістом сірки загальної і зольності вугілля.

4.4. Особливості розподілу токсичних та потенційно токсичних елементів в основних вугільних пластах у розрізі вугленосної товщі району

З метою отримання представницьких оцінок вмісту токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі, як в окремих пластах, так і в цілому по району одиничні визначення були об'єднані по окремих пластах в 22 пооб'єктні вибірки, а подальший розрахунок середніх значень концентрацій виконувався, як середньозважений на об'єм об'єкту. При розрахунках об'єму приймалась середня потужність вугільного пласта в межах об'єкту, а ділянки достовірно встановлених розмивів і виклинювання пластів не враховувались. Розраховані таким чином оцінки вибірових середніх по пластах у розрізі у вигляді графіків показані на рис. 4.146 – 4.157. По зонах вуглеутворення [207] розглянуті параметри змінюються наступним чином [224]:

Вміст As закономірно зростає по розрізу досягаючи максимуму в 5 зоні вуглеутворення, і різко зменшується до мінімуму в 6 (рис. 4.146).

Вміст Be, досягаючи мінімуму в 1 зоні вуглеутворення, різко збільшується до максимуму в 2 (рис. 4.147).

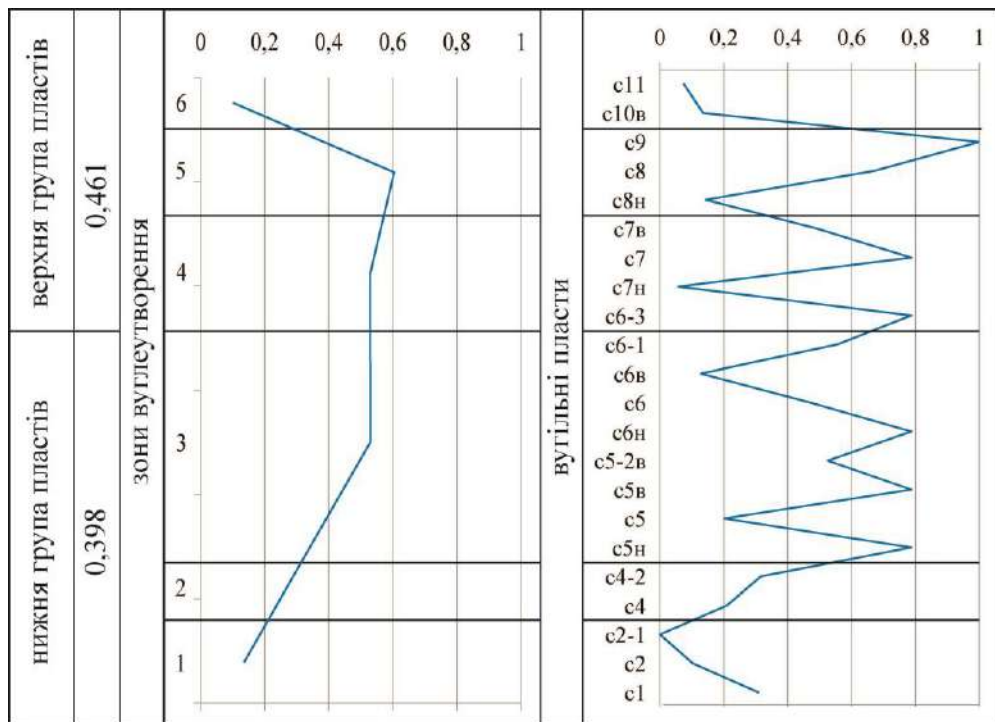


Рис.4.146. Середній вміст нормованих значень As у вугіллі основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району

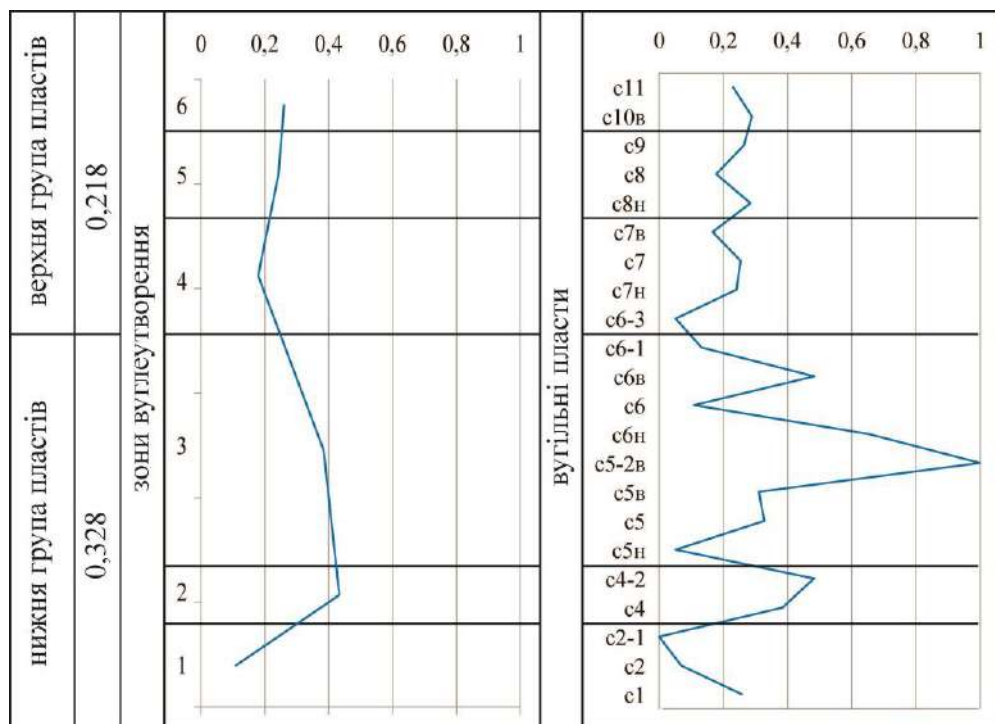


Рис.4.147. Середній вміст нормованих значень Be у вугіллі основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району

Концентрація Co, від мінімального значення в 1 зоні вуглеутворення, досягає максимуму в 6 (рис. 4.148).

Вміст Mn знижується до мінімального значення в 2 зоні вуглеутворення, потім різко зростає до максимуму в 3 (рис. 4.149).

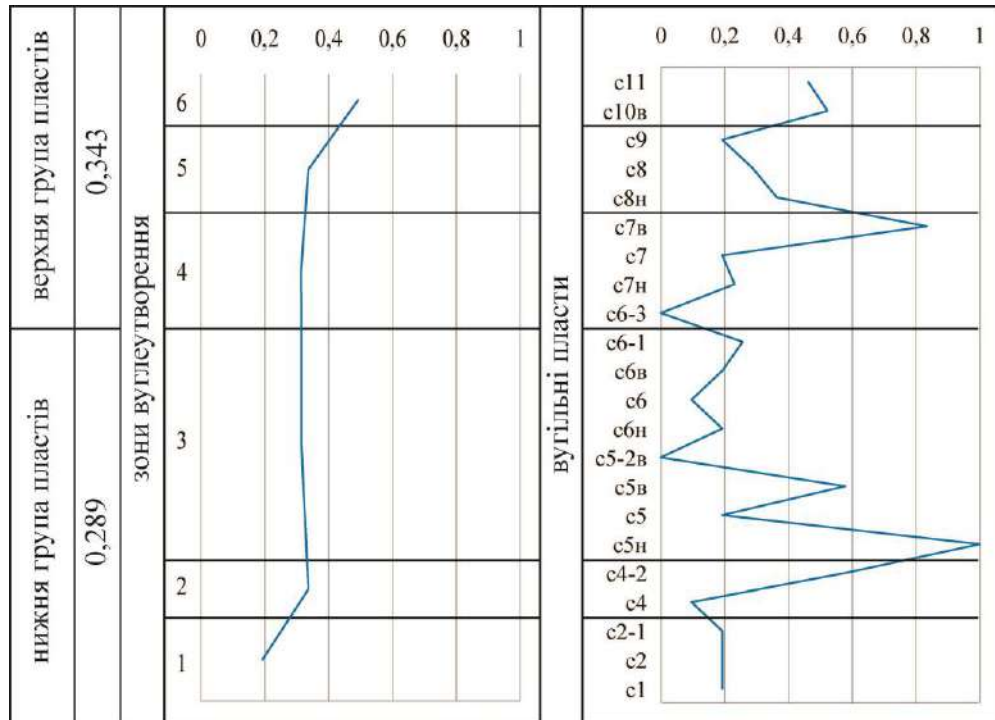


Рис. 4.148. Середній вміст нормованих значень S_o у вугіллі основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району

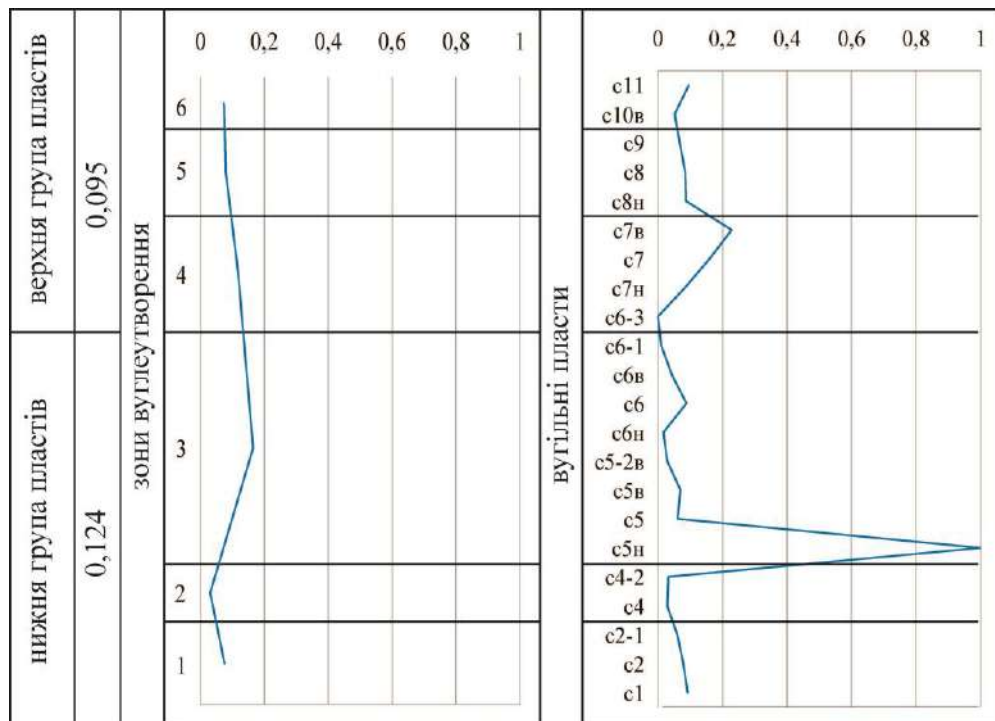


Рис. 4.149. Середній вміст нормованих значень Mn у вугіллі основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району

Вміст N_i , досягаючи максимального значення в 2 зоні вуглеутворення, знижується до мінімуму в 5 (рис. 4.150).

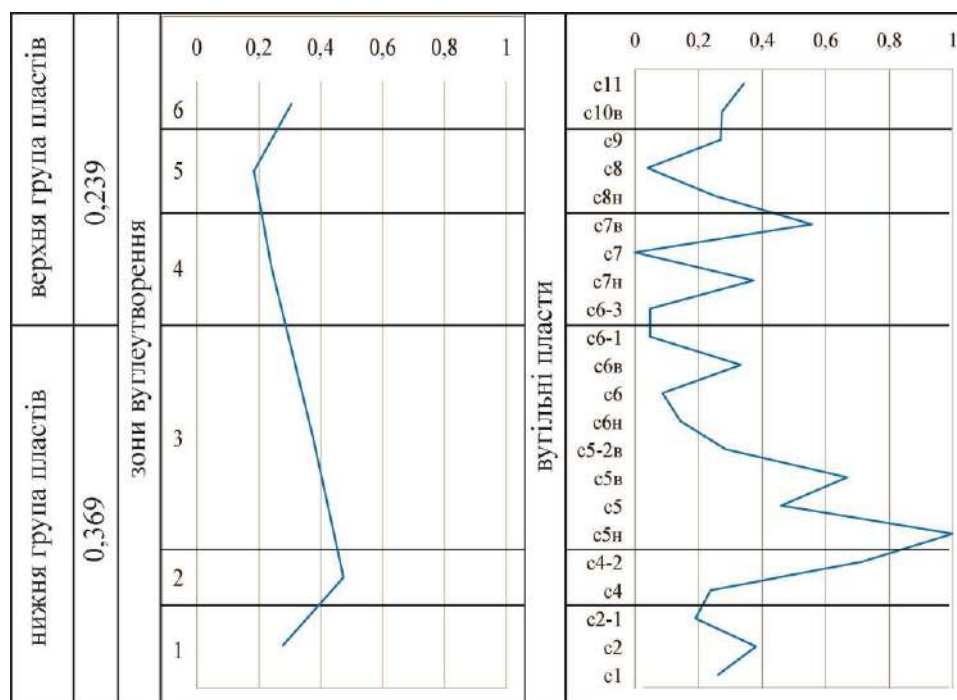


Рис. 4.150. Середній вміст нормованих значень N_i у вугіллі основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району
Концентрація H_g досягає мінімуму в 3 зоні вуглеутворення, різко збільшується до максимуму в 2 (рис. 4.151).

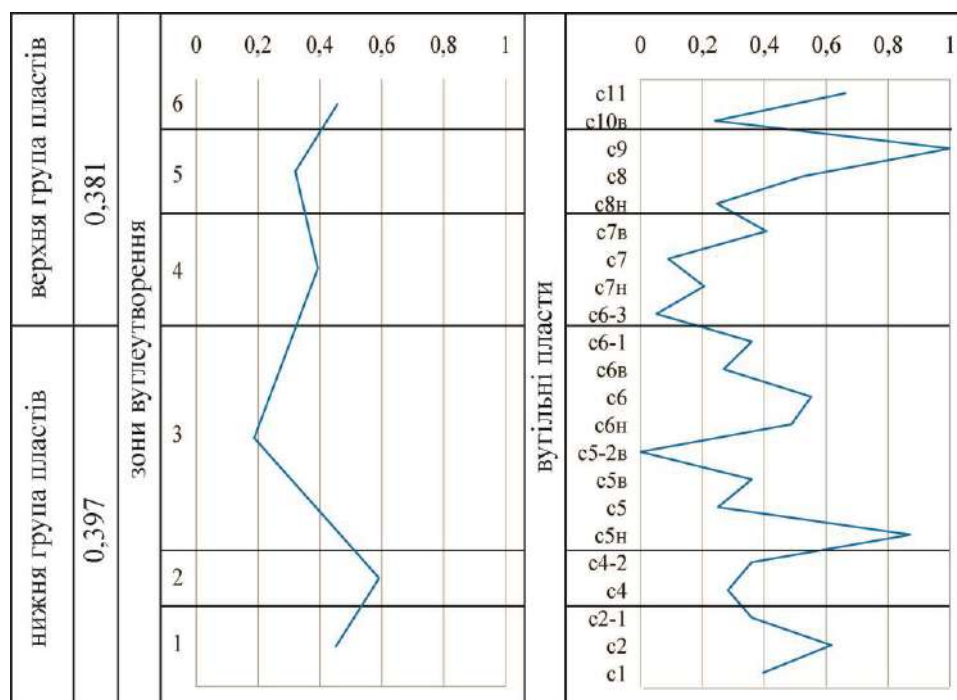


Рис. 4.151. Середній вміст нормованих значень H_g у вугіллі основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району

Концентрація Рb досягає мінімуму в 3 зоні вуглеутворення, в подальшому збільшуючись до максимуму в 5 (рис. 4.152).

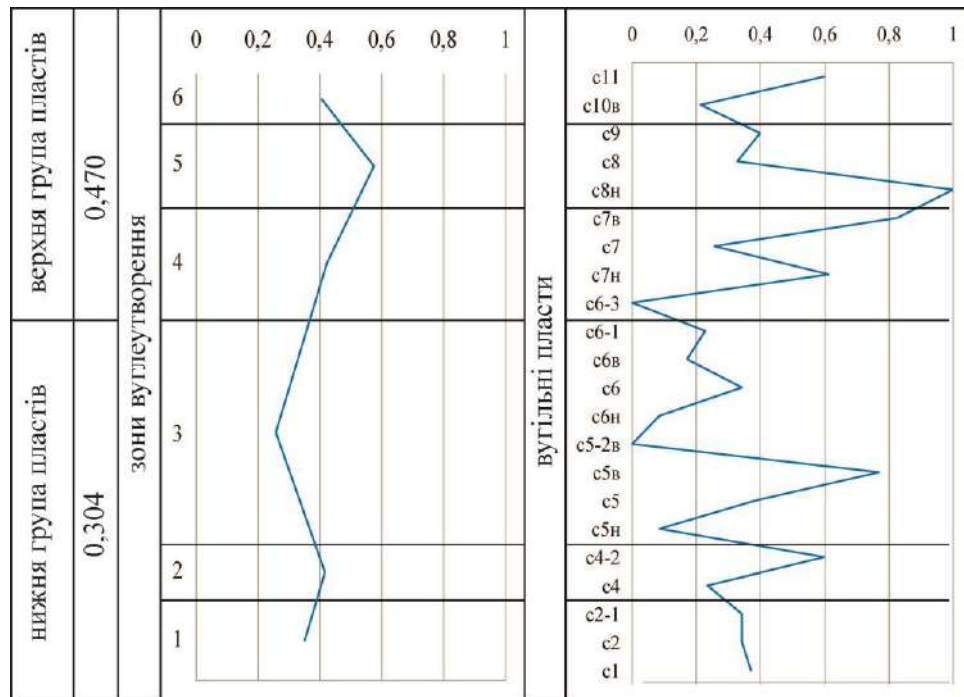


Рис. 4.152. Середній вміст нормованих значень Рb у вугіллі основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району

Концентрація F, від мінімального значення в 1 зоні вуглеутворення, закономірно зростає до максимального значення в 4 (рис. 4.153).

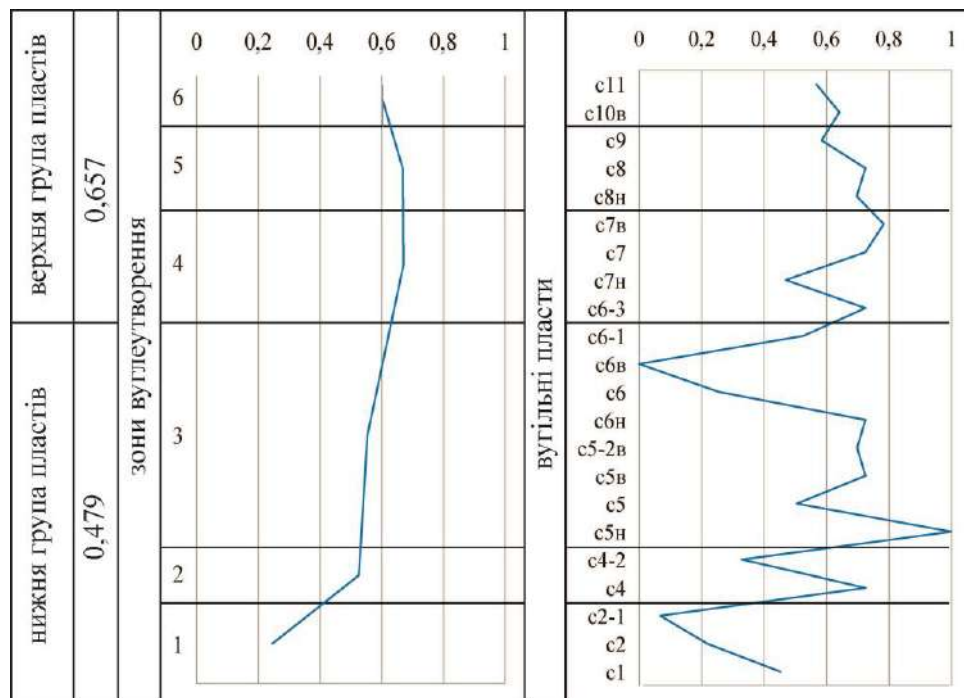


Рис. 4.153. Середній вміст нормованих значень F у вугіллі основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району

Вміст C_r , досягаючи максимального значення в 1 зоні вуглеутворення, різко падає в 2, досягаючи в ній мінімального значення (рис. 4.154).

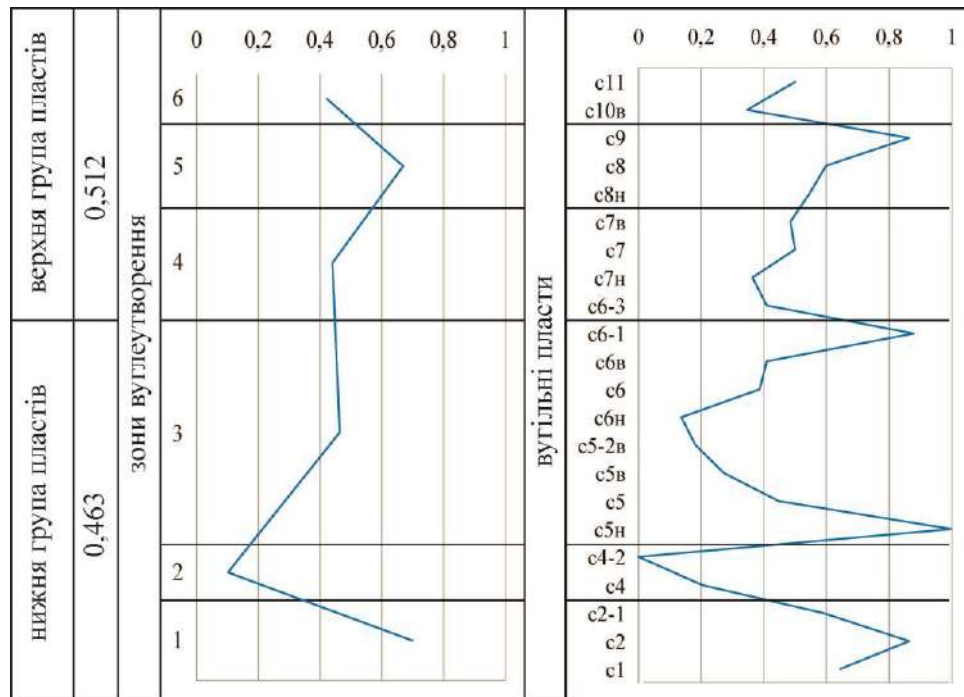


Рис. 4.154. Середній вміст нормованих значень C_r у вугіллі основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району

Концентрація V , від максимального значення в 1 зоні вуглеутворення, зменшується до мінімуму в 3 (рис. 4.155).

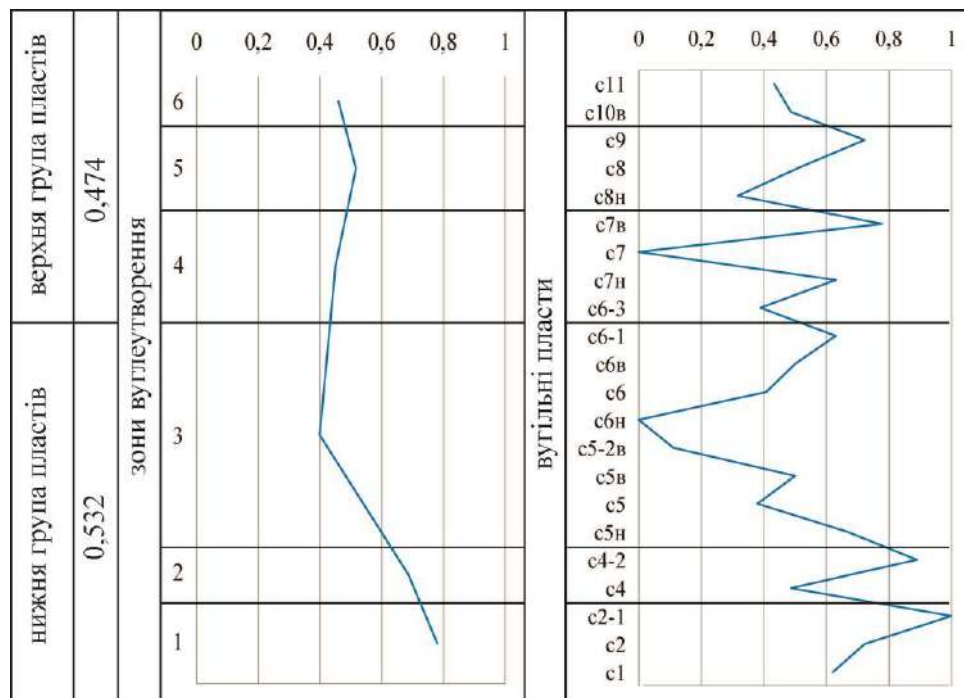


Рис. 4.155. Середній вміст нормованих значень V у вугіллі основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району

Зольність вугілля досягає мінімуму в 5 зоні вуглеутворення, різко зростає до максимуму в 3 зоні (рис. 4.156).

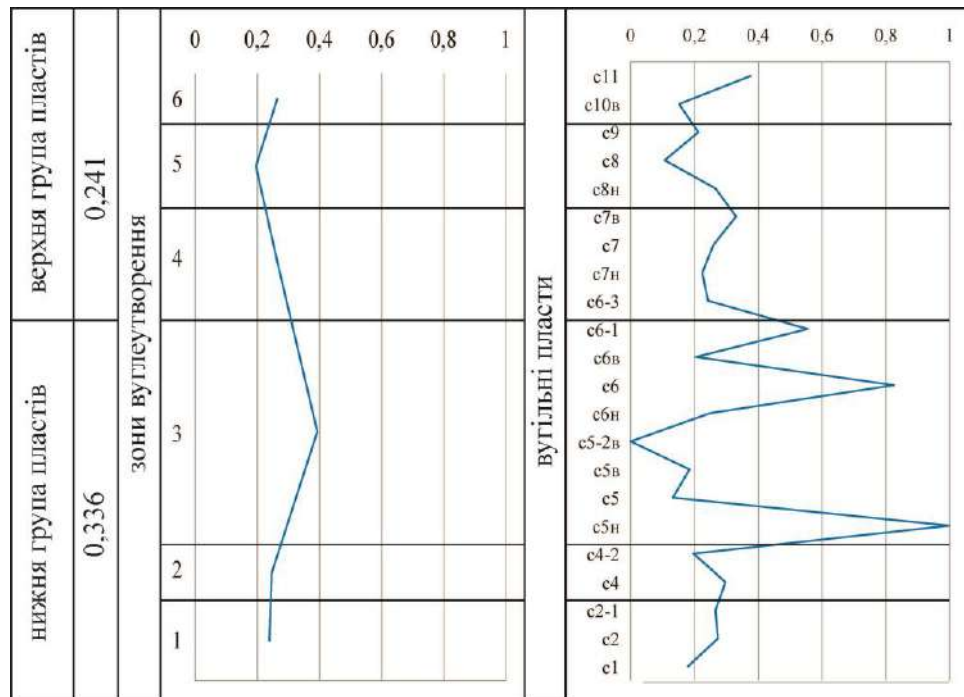


Рис. 4.156. Середній вміст нормованих значень зольності вугілля в основних робочих пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району

Вміст сірки загальної від максимуму в 1 зоні вуглеутворення різко зменшується до мінімуму в 2 (рис. 4.157).

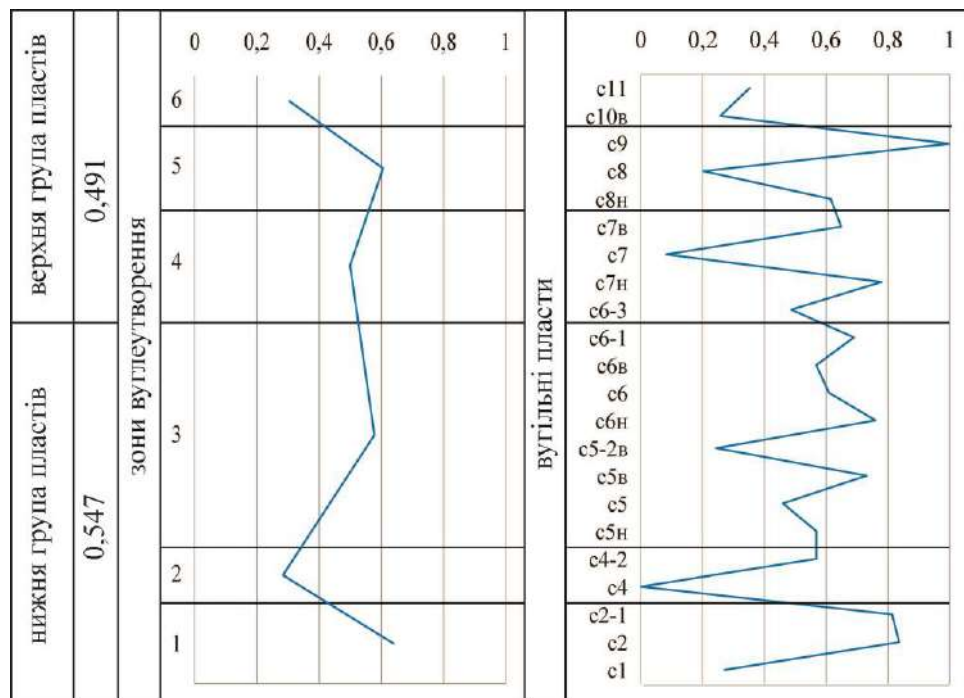


Рис. 4.157. Середній вміст нормованих значень S_t^d у вугіллі основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району

Отримані результати дозволяють сформулювати наступні основні висновки:

Зміна концентрації TiPTE у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району в стратиграфічному розрізі має складноперіодичний характер з тенденцією підвищення вмісту As, Co, Pb, F і Cr у верхній групі, а Be, Mn, Hg, Ni і V – у нижній групі пластів, що відображає зміну палеогеографічних умов їх накопичення.

4.5. Особливості розподілу токсичних та потенційно токсичних елементів по площі району досліджень на прикладі пласта с₅

За даними Шульги В.Ф. [208], у серпуховський час існувала розвинена гідрографічна мережа, яка в межах розглянутої території (рис.3.1) представлена Каховською, Нікопольською, Мелітопольською та Бердянською річковими системами північно-східного напрямку. На протязі ранньосерпуховського часу їх діяльність мала різний характер. Так, якщо Нікопольська і Мелітопольська річкові системи функціонували майже безперервно і відклади річкових дельт займали значні площі, то Каховська система проявлялась епізодично, і її відклади займали менші простори. Наприкінці ранньосерпуховського часу діяльність річкових систем зменшується, що виразилось в скороченні потужностей і поширення по площі осадків підводних виносів рік [208]. Кожна палеорічкова система представлена 2-3 смугами розвитку піщано-алевролітових відкладів, що розгалужуються в північно-східному напрямку. Вони фіксують підводні виноси рік, які транспортували мінеральну речовину у вигляді механічних суспензій різного ступеня дисперсності, істинних і колоїдних розчинів в лагуни, прибережні мілководні ділянки моря. Для річкових утворень характерною є лінійна форма розташування і північно-східне простягання, а також нерівномірне поширення цих відкладів, як по площі, так і в розрізі [200]. Слід відмітити, що дані палеорічкові системи не конкретні русла рік, а загальні площі, в межах яких розташовувалися різновікові і різні за характером русла. А самі річкові відклади мають форму вузьких смуг, які займають відносно невеликі за розміром площі. Завдяки значному притоку прісних вод в період накопичення відкладів самарської

світи, на території Західного Донбасу переважали умови мілководних опріснених лагун.

В Павлоградсько-Петропавлівському геолого-промисловому районі вугільні пласти розчленовані на окремі площі русловими полосами заміщення вугілля [214], що є результатом діяльності Нікопольської і Мелітопольської палеорічкових систем.

Концентрація As у вугіллі пласта c_5 Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району (рис. 4.158) змінюється в інтервалі від 8 г/т до 125 г/т. Середнє значення його вмісту по району складає 57,57 г/т. Збільшена його концентрація спостерігається в східній частині району. Морфологічно, геохімічне поле миш'яку являє собою складнодислоковану поверхню з поєднаними син- і антиформними структурами, при цьому переважна більшість антиформних структур локалізована в східній частині району, а синформних – в центральній і західній. Зони найбільшого вмісту миш'яку співпадають із зонами підвищеної тріщинуватості, що генетично пов'язані з деякими розривними порушеннями і їх перетинами. Це дозволяє інтерпретувати накопичення основної частини As у вугільному пласті c_5 , з врахуванням раніш сформульованих у роботі висновків, як кумуляцію цього елемента на постседиментаційному етапі формування вугленосної товщі.

Вміст Be у вугільному пласті c_5 Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району (рис. 4.159) змінюється в діапазоні від 1,2 г/т до 7 г/т. Середнє значення концентрації цього елемента у вугільному пласті складає 2,84 г/т. Його концентрація в цілому збільшується в північній частині району. Морфологічно, геохімічне поле берилію являє собою складнодислоковану складчасту антиформну структуру, з крилами, гофрованими більш дрібними складками. Шарнір основної складки занурюється на південий схід, у напрямку УКЩ і меншого впливу морського басейну на палеоторфяник Західного Донбасу. Напрямок простягання замка основної складки практично співпадає з Мелітопольськими палеорічковими системами серпуховського ярусу нижнього карбону. Це дозволяє інтерпретувати накопичення основної частини Be у

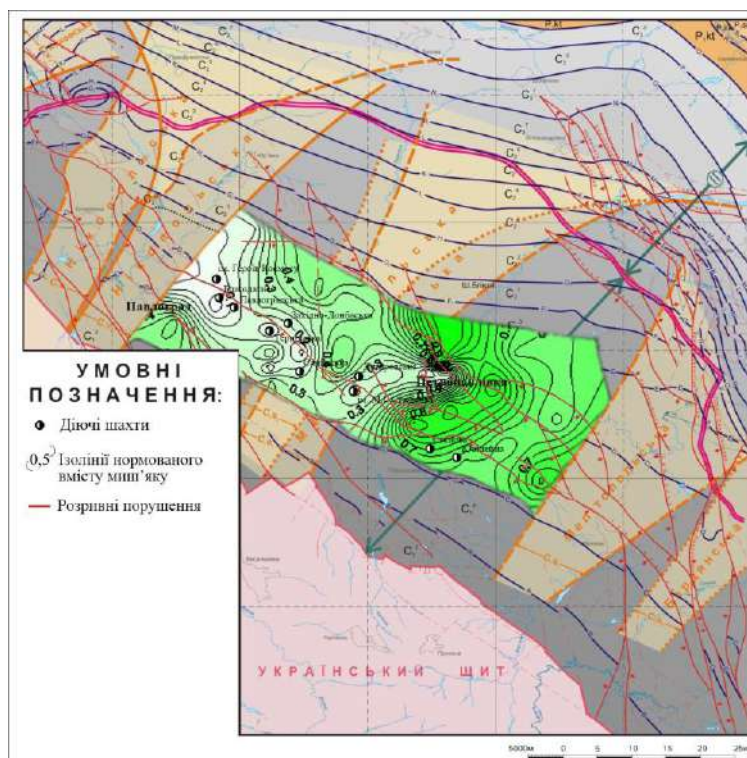


Рис. 4.158. Карта розподілу As у вугільному пласті c_5 Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району, яка поєднана з геологічною картою домезозойських відкладів (рис. 3.1) із палеорічковими системами карбону

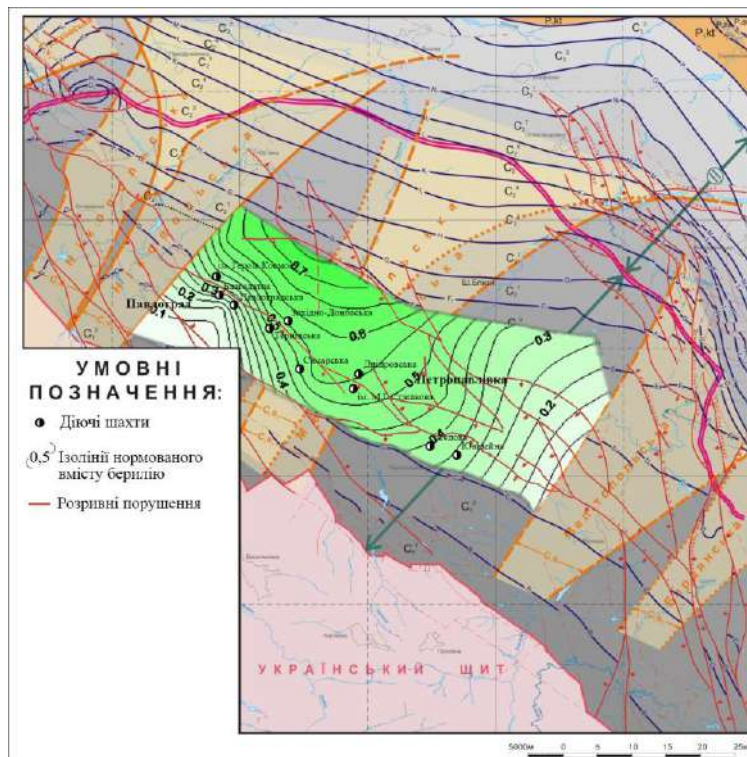


Рис. 4.159. Карта розподілу Be у вугільному пласті c_5 Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району, яка поєднана з геологічною картою домезозойських відкладів (рис. 3.1) із палеорічковими системами карбону

вугільному пласті c_5 , з врахуванням раніш сформульованих у роботі висновків, як кумуляцію цього елементу органічною речовиною палеоторфяника на гідрохімічному бар'єрі, який створювався при змішанні вод тимчасових водних потоків з Українського щита, що передували палеорічковим системам, з водами суттєво морського басейну.

Концентрація Co у вугіллі пласта c_5 Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району (рис. 4.160) змінюється в діапазоні від 5 г/т до 10,2 г/т. Середнє значення його вмісту складає 6,62 г/т. Морфологічно, геохімічне поле кобальту являє собою дві складнодислоковані складчасті антиформні поверхні по обидві сторони від Мелітопольської палеорічкової системи. Шарнір складки, яка знаходиться на заході району занурюється на північний схід, шарнір складки, яка знаходиться на південному сході – на північний захід. Напрямок простягання замка синформної поверхні практично співпадає з Мелітопольською палеорічковою системамою серпуховського ярусу нижнього карбону. Це дозволяє інтерпретувати накопичення основної частини Co у вугільному пласті c_5 , з врахуванням раніш сформульованих у роботі висновків, як знесення його основної частини з УКЩ у напрямку центральної частини Донбасу і кумуляцію цього елементу в приконтактних ділянках вугільних пластів (як в покрівлі, так і в підшві), з формуванням своєрідних зон збагачення і відсутності умов для його накопичення в зонах впливу палеорічкових систем.

Вміст Mn у вугіллі пласта c_5 Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району (рис. 4.161) змінюється в значному інтервалі від 50 г/т до 750 г/т, при середній концентрації 128,59 г/т. Морфологічно, геохімічне поле марганцю представлене рядом складнодислокованих складчастих анти- і синформних поверхонь, шарніри складок яких занурюються на північний схід. Це дозволяє інтерпретувати накопичення основної частини Mn у вугільному пласті c_5 , з врахуванням раніш сформульованих у роботі висновків, як знесення основної частини цього елементу з УКЩ у напрямку центральної частини Донбасу і його кумуляцію в приконтактних ділянках вугільних пластів (як в покрівлі, так і в підшві), з формуванням своєрідних зон збагачення.

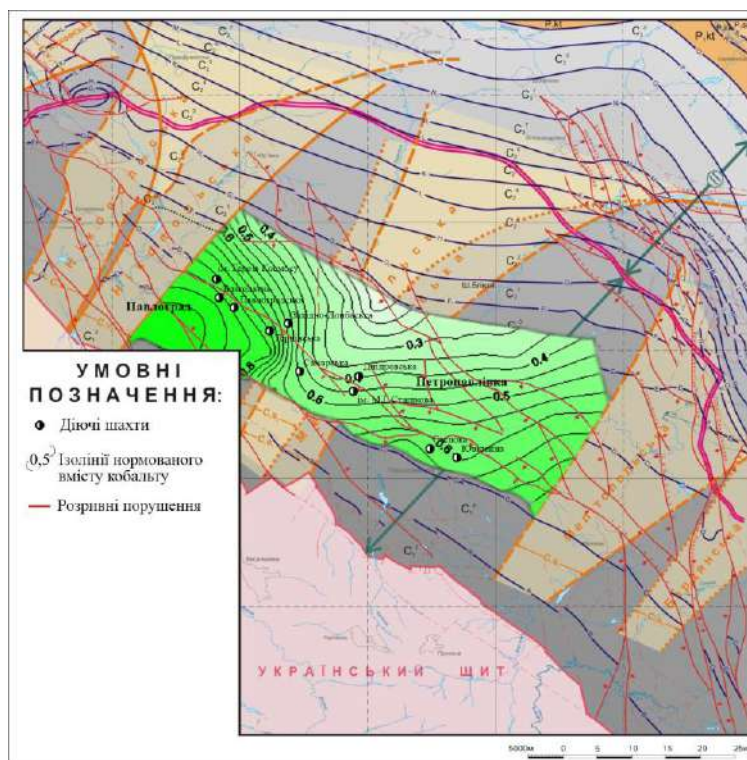


Рис. 4.160. Карта розподілу Co у вугільному пласті c_5 Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району, яка поєднана з геологічною картою домезозойських відкладів (рис. 3.1) із палеорічковими системами карбону

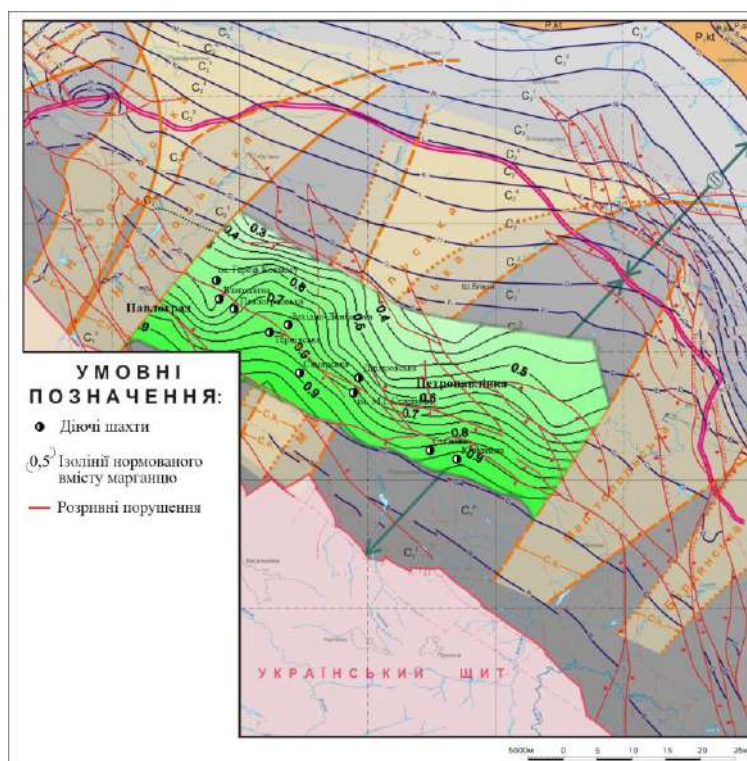


Рис. 4.161. Карта розподілу Mn у вугільному пласті c_5 Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району, яка поєднана з геологічною картою домезозойських відкладів (рис. 3.1) із палеорічковими системами карбону

Концентрація Ni у вугіллі пласта c_5 Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району (рис. 4.162) коливається в діапазоні від 14 г/т до 35 г/т. Середнє значення його вмісту складає 20,65 г/т. Морфологічно, геохімічне поле нікелю представлене рядом складнодислокованих складчастих анти- і синформних поверхонь, шарніри складок яких, в більшості випадків, занурюються на північний захід. Це дозволяє інтерпретувати накопичення основної частини Ni у вугільному пласті c_5 , з врахуванням раніш сформульованих у роботі висновків, як знесення його основної частини з УКЩ у напрямку центральної частини Донбасу і кумуляцію в приконтактних ділянках вугільних пластів (як в покрівлі, так і в підшві), з формуванням своєрідних зон збагачення.

Вміст Hg у вугіллі пласта c_5 Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району (рис. 4.163) варіює в інтервалі від 0,02 г/т до 0,8 г/т, при середній концентрації 0,324 г/т. Збільшена його концентрація спостерігається в східній частині району. Морфологічно, геохімічне поле ртуті являє собою складнодислоковану поверхню з поєднаними син- і антиформними структурами. Переважна більшість антиформних структур локалізована в східній частині району, а синформних – в центральній і західній. Зони найбільшого вмісту Hg співпадають із зонами підвищеної тріщинуватості, що генетично пов'язані з деякими розривними порушеннями і їх перетинами. Це дозволяє інтерпретувати накопичення основної частини цього елемента у вугільному пласті c_5 , з врахуванням раніш сформульованих у роботі висновків, як кумуляцію цього елемента на постседиментаційному етапі формування вугленосної товщі.

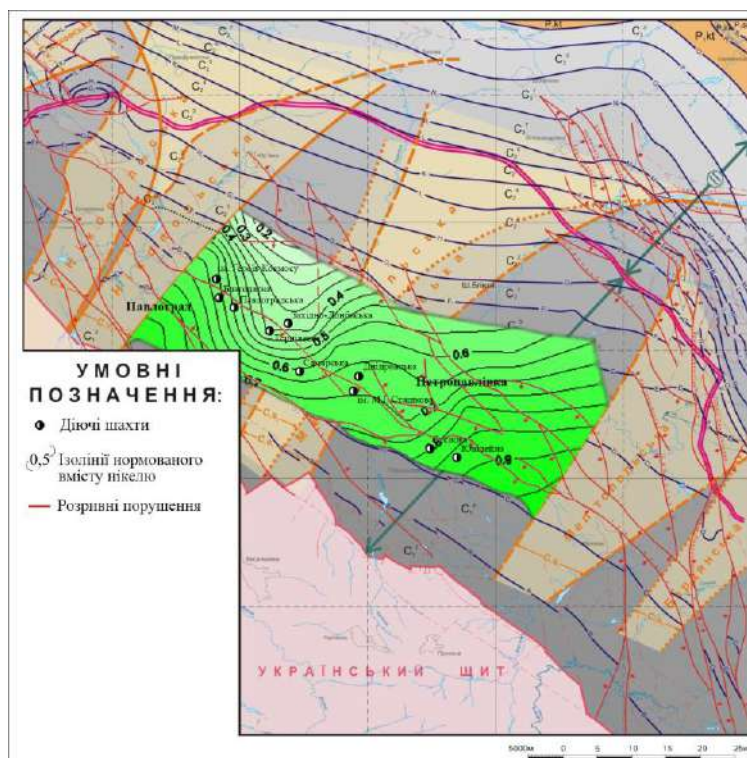


Рис. 4.162. Карта розподілу Ni у вугільному пласті c_5 Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району, яка поєднана з геологічною картою домезозойських відкладів (рис. 3.1) із палеорічковими системами карбону

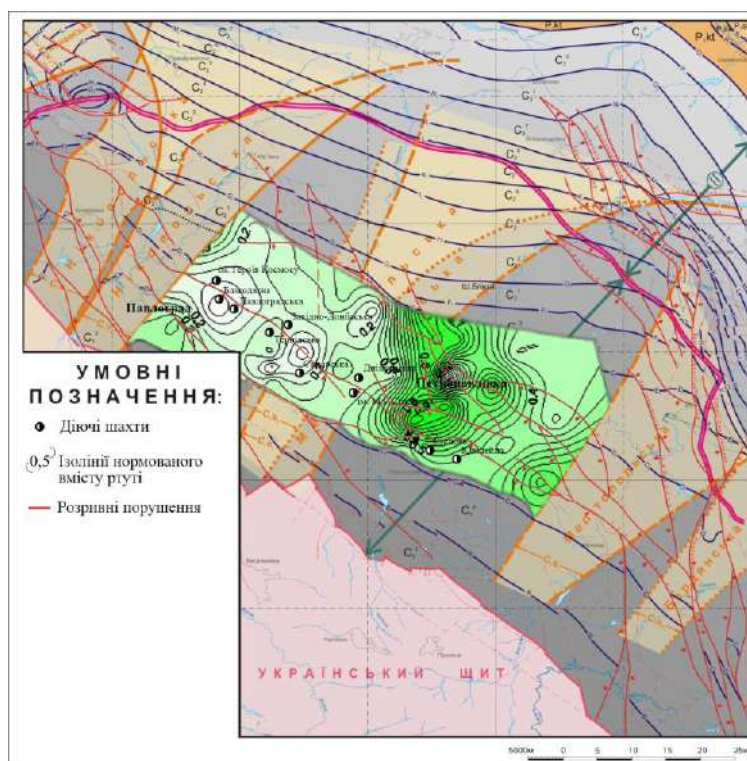


Рис. 4.163. Карта розподілу Hg у вугільному пласті c_5 Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району, яка поєднана з геологічною картою домезозойських відкладів (рис. 3.1) із палеорічковими системами карбону

Концентрація Pb у вугіллі пласта c_5 Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району (рис. 4.164) змінюється в межах від 5 г/т до 16,7 г/т. Середнє значення його вмісту складає 9,35 г/т. Морфологічно, геохімічне поле свинцю представлене рядом складнодислокованих складчастих анти- і синформних поверхонь, шарніри складок яких, в більшості випадків, занурюються на північний схід. Це дозволяє інтерпретувати накопичення основної частини Pb у вугільному пласті c_5 , з врахуванням раніш сформульованих у роботі висновків, як знесення його основної частини з УКЩ у напрямку центральної частини Донбасу і кумуляцію в приконтактних ділянках вугільних пластів (як в покрівлі, так і в підшві), з формуванням своєрідних зон збагачення.

Вміст F у вугіллі пласта c_5 Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району (рис. 4.165) коливається в діапазоні від 14 г/т до 132,75 г/т, при середній концентрації 79,5 г/т. Його вміст збільшується в південно-західному напрямку. Морфологічно, геохімічне поле фтору представлене рядом складнодислокованих складчастих анти- і синформних поверхонь, шарніри складок яких занурюються на північний захід і північний схід. Це дозволяє, з врахуванням раніш сформульованих у роботі висновків, інтерпретувати накопичення основної частини F у вугільному пласті c_5 , як транспортування основної частини цього елемента від УКЩ у напрямку центральної частини Донбасу і тісним зв'язком з мінеральними домішками вугілля.

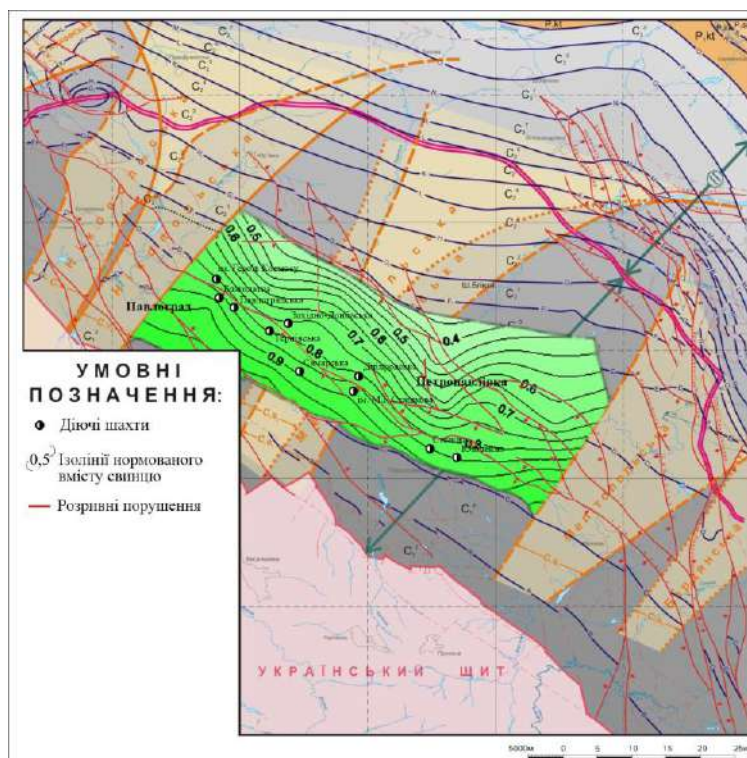


Рис. 4.164. Карта розподілу Pb у вугільному пласті c_5 Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району, яка поєднана з геологічною картою домезозойських відкладів (рис. 3.1) із палеорічковими системами карбону

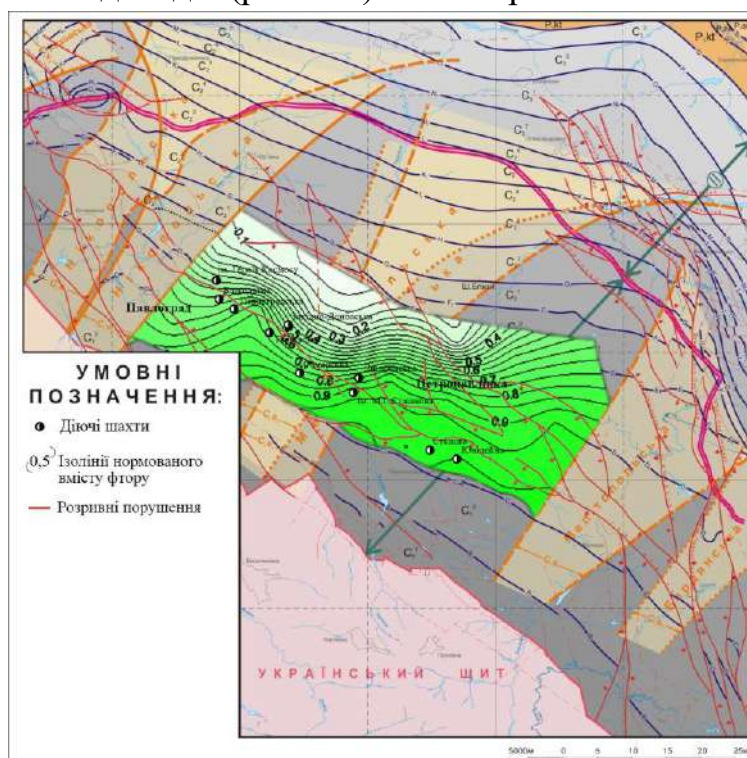


Рис. 4.165. Карта розподілу F у вугільному пласті c_5 Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району, яка поєднана з геологічною картою домезозойських відкладів (рис. 3.1) із палеорічковими системами карбону

Концентрація Cr у вугіллі пласта c_5 Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району (рис. 4.166) змінюється в інтервалі від 6 г/т до 28 г/т. Середнє значення його вмісту складає 16,63 г/т. Просторово його концентрація збільшується в південно-західному напрямку. Морфологічно, геохімічне поле хрому являє собою дві складнодислоковані складчасті антиформні поверхні по обидві сторони від Мелітопольської палеорічкової системи. Шарнір складки, яка знаходиться на заході району занурюється на північний схід, шарнір складки, яка знаходиться на південному сході – на північний захід. Це дозволяє інтерпретувати накопичення основної частини Cr у вугільному пласті c_5 , з врахуванням раніш сформульованих у роботі висновків, як знесення його основної частини з УКЩ у напрямку центральної частини Донбасу і кумуляцію цього елемента в приконтактних ділянках вугільних пластів (як в покрівлі, так і в підшві), з формуванням своєрідних зон збагачення і відсутності умов для його накопичення в зонах впливу палеорічкових систем.

Вміст V у вугіллі пласта c_5 Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району (рис. 4.167) коливається в діапазоні від 8 г/т до 26 г/т, при середній концентрації 17,14 г/т. Його вміст збільшується в південно-західному напрямку. Морфологічно, геохімічне поле ванадію також, як і геохімічне поле хрому, являє собою дві складнодислоковані складчасті антиформні поверхні по обидві сторони від Мелітопольської палеорічкової системи. Шарніри складок занурюються на північний схід і північний захід. Це дозволяє інтерпретувати накопичення основної частини V у вугільному пласті c_5 , з врахуванням раніш сформульованих у роботі висновків, як знесення його основної частини з УКЩ у напрямку центральної частини Донбасу і кумуляцію цього елемента в приконтактних ділянках вугільних пластів (як в покрівлі, так і в підшві), з формуванням своєрідних зон збагачення і відсутності умов для його накопичення в зонах впливу палеорічкових систем.

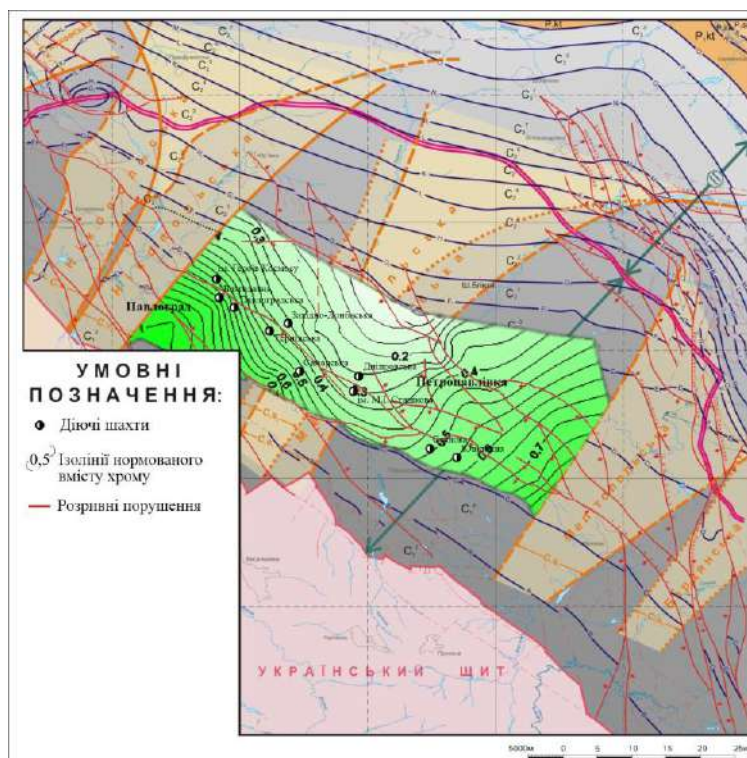


Рис. 4.166. Карта розподілу Cr у вугільному пласті c_5 Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району, яка поєднана з геологічною картою домезозойських відкладів (рис. 3.1) із палеорічковими системами карбону

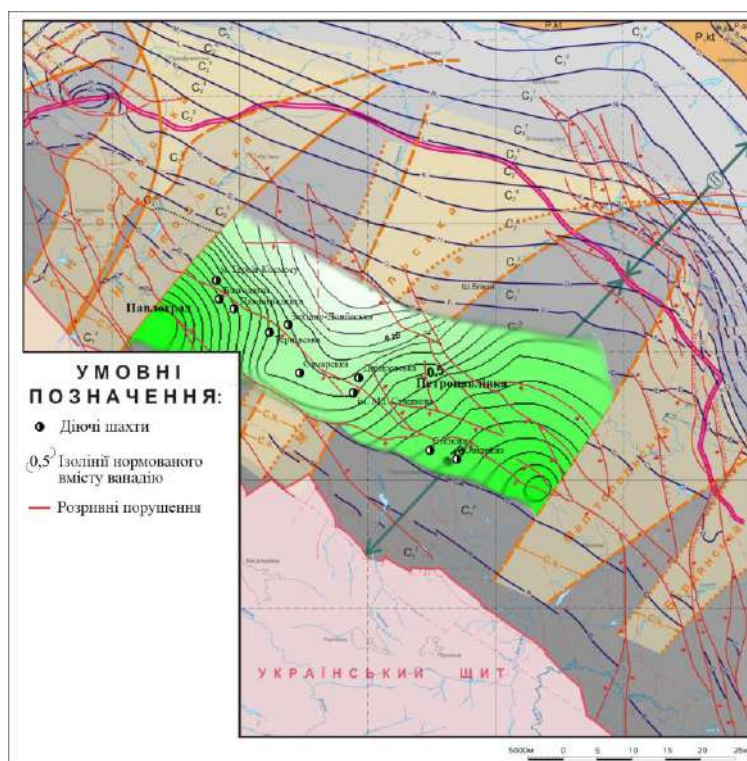


Рис. 4.167. Карта розподілу V у вугільному пласті c_5 Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району, яка поєднана з геологічною картою домезозойських відкладів (рис. 3.1) із палеорічковими системами карбону

Висновки по розділу 4.5:

Проаналізувавши розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта с₅ Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району можна зробити висновок, що:

1. Миш'як і ртуть пов'язані з сульфідною мінералізацією тріщинуватих зон тектонічної природи [190,191]. Зони їх найбільшого вмісту співпадають із зонами підвищеної тріщинуватості, що генетично пов'язані з деякими розривними порушеннями і їх перетинами. Це дозволяє інтерпретувати накопичення їх основної частини у вугільному пласті с₅, з врахуванням раніш сформульованих у роботі висновків, як кумуляцію на постседиментаційному етапі формування вугленосної товщі.

2. Берилій є єдиним елементом з усіх ТіПТЕ, переважно пов'язаним з органічною складовою вугільних пластів. Просторове збільшення його вмісту відбувається у напрямку від Українського кристалічного щита. Це дозволяє інтерпретувати накопичення основної частини Ве у вугільному пласті с₅, з врахуванням раніш сформульованих у роботі висновків, як кумуляцію цього елемента органічною речовиною палеоторфяника.

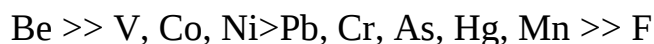
3. Всі потенційно токсичні елементи (Co, Ni, Pb, Cr, V і Mn), а також фтор збільшують свій вміст в південно-західному напрямку. Це зумовлено міграцією цих елементів та їх сполук з південного заходу на північний схід, від Українського кристалічного щита в напрямку центральної частини Донецького басейну.

ВИСНОВКИ

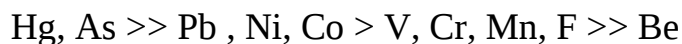
Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, в якій вирішене актуальне наукове завдання – встановлення особливостей розподілу TiПТЕ у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу. Проведені дослідження дозволили сформулювати основні висновки, які визначають наукове і практичне значення роботи:

1. Вперше встановлені закономірності розподілу TiПТЕ між органічною та мінеральною складовою, а також між основними фракціями мінеральної частини вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району і визначені «ряди спорідненості» цих елементів відносно органічної частини вугільних пластів, а також щодо сульфідної, силікатної та карбонатної фракцій мінеральної частини вугільних пластів району, що полягають у наступному:

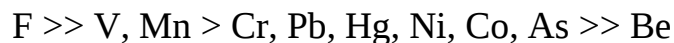
– «ряд спорідненості» TiПТЕ відносно органічної складової вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району має вигляд:



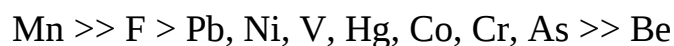
– «ряд спорідненості» TiПТЕ відносно сульфідної фракції мінеральної частини вугільних пластів району має вигляд:



– «ряд спорідненості» TiПТЕ відносно силікатної фракції мінеральної частини вугільних пластів району має вигляд:



– «ряд спорідненості» TiПТЕ відносно карбонатної фракції мінеральної частини вугільних пластів району має вигляд:



Встановлені закономірності дозволяють прогнозувати вміст TiПТЕ у продуктах і відходах вуглезбагачення та розробляти технології збагачення вугілля з урахуванням вмісту цих елементів.

2. Вперше визначено склад геохімічних асоціацій ТiПТЕ по основних робочих пластах, як окремих шахт, так і по району в цілому. Так ТiПТЕ утворюють наступні геохімічні асоціації:

- по пласту c_8^H шахти «Дніпровська»
Hg – As, Pb – Ni – Co – V – Cr – Mn;
- по пласту c_8^B шахти «Дніпровська»
Hg – As, Pb – Ni – Co – V – Cr – Mn;
- по пласту c_{10}^B шахти «Дніпровська»
Hg – As, Pb – Ni – Co – V – Cr – Mn;
- по пласту c_6^H шахти «Тернівська»
Hg – As, Be – F – Hg – Mn, Pb – Ni;
- по пласту c_8^B шахти «Західно-Донбаська»
Hg – As, Pb – Ni – Co – V – Cr – Mn;
- по пласту c_1 шахти «Благодатна»
Hg – As, F – Hg, Pb – Ni – Co – V – Cr – Mn;
- по пласту c_5 шахти «Благодатна»
Hg – As, F – Ni – V – Cr, Pb – Ni – Co – V – Cr – Mn;
- по пласту c_8^H шахти «Благодатна»
Hg – As, Pb – Ni – Co – V – Cr – Mn;
- по пласту c_4 шахти «Самарська»
Hg – As – Be – Mn – F, Ni – Co – Cr – Mn;
- по пласту c_4^2 шахти «ім. М.І. Сташкова»
Hg – As – Pb, Ni – Co – Cr – V, F – Mn;
- по пласту c_{10}^B шахти «ім. М.І. Сташкова»
Hg – As, Pb – Ni – Co – V – Cr – Mn;
- в цілому по основних робочих пластах району:
Hg – As, Pb – Ni – Co – V – Cr – Mn.

Розраховані рівняння регресії між окремими ТiПТЕ, які входять до геохімічних асоціацій дозволяють прогнозувати вміст одного з них відносно вмісту іншого.

3. Вперше доведено, що берилій є єдиним елементом з усіх ТiПТЕ, який переважно пов'язаний з органічною складовою вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району.

4. Вперше доведено, що спільна концентрація Co, Ni, Pb, Cr, V і Mn у вугільних пластах району з утворенням геохімічної асоціації зумовлена їх спільним накопиченням в приконтартових ділянках вугільних пластів (як в покрівлі, так і в підшві) з формуванням своєрідних зон збагачення потужністю 0,15 - 0,2м. Це дає змогу, за потреби, розробляти технологічні заходи, спрямовані на зменшення вмісту цих елементів у продуктах вуглевидобутку.

5. Побудовані прогнозні карти розповсюдження ТiПТЕ в основних робочих вугільних пластах на ділянках діючих шахт Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району дозволили уточнити існуючі уявлення про варіативність вмісту ТiПТЕ в основних робочих вугільних пластах, як по площі, так і у розрізі вугленосної товщі району, що в свою чергу дозволяє планувати техніко-технологічні заходи спрямовані на зменшення вмісту ТiПТЕ у гірничій масі, що видобувається шахтами.

6. Розраховані рівняння регресії між потужністю вугільних пластів, вмістом сірки загальної і зольністю вугілля та вмістом ТiПТЕ дозволяють прогнозувати концентрацію цих елементів у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району.

7. Вперше встановлена можливість визначення зон підвищеної тріщинуватості вуглепородного масиву за вмістом Hg і As у вугільних пластах, яка підтверджена отриманням патентів України № 124527 «Спосіб визначення зон тріщинуватості по вмісту ртуті у вуглепородному масиві» та № 124528 «Спосіб визначення зон тріщинуватості по вмісту миш'яку у вуглепородному масиві», дозволяє прогнозувати гірничо-геологічні умови ведення гірничих робіт.

8. Вперше розроблена класифікація основних вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом ТiПТЕ дозволяє довгостроково планувати заходи, спрямовані на зменшення ТiПТЕ у продуктах вуглевидобутку.

Отримані результати мають важливе значення при вирішенні наукових та практичних завдань. Системний та комплексний підхід до оцінки вмісту цих елементів у вугільних пластах підвищує рівень обґрунтованості шляхів його ефективного прогнозу, що сприяє покращенню рівня екологічної безпеки України і її сталого розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кодекс України Про надра / Відомості Верховної Ради України, 1994. – 340 с.
2. Інструкція про зміст, оформлення і порядок подання у ДКЗ України матеріалів з геолого-економічної оцінки запасів вугілля і горючих сланців / Офіційний вісник України, 1997. – №44. – 235 с.
3. Raask E. The mode of occurrence and concentration of trace elements in coal // Fuel, 1985. Vol. 11. P. 97–118.
4. Swaine D.J. Trace Elements in Coal // Butterworth, London, 1990. 278 p.
5. Swaine D.J., Goodarzi F. Environmental Aspects of Trace Elements in Coal // Kluwer, Dordrecht, 1995. 312 p.
6. Briggs H. Metals in coal // Colliery Eng., 1934. Vol. 11. P. 303–308.
7. Goldshmidt V.M., Peters C. The enrichment of rare elements in coals // Gesell. Wiss. Gottingen, Math.-phys. 1933. P. 371 – 386.
8. Гольдшмидт В.М. Кристаллохимия. М.: Химтеоретиздат, - 1937. – 60 с.
9. Заварицкий А.Н. Введение в петрохимию, М.: Изд-во АН СССР, 1944. – 246 с.
10. Войткевич Г.В., Закруткин В.В. Основы геохимии. М.:Высшая школа, 1976. – 368 с.
11. Vine J.D. Geology of uranium in coaly carbonaceous rocks. Uranium in carbonaceous rocks // U.S. Geol. Survey Prof. Paper № 356-D. 1962. 163 p.
12. Временные методические указания по опробованию и подсчету запасов германия и других редких элементов в месторождениях угля. - М., 1959. - 12 с.
13. Swaine D. J. Occurrence of nickel in coal and dirt samples from the coal cliff colliery (Bulli Seam) // The Australian Journal of Science, 1961. Vol. 23, no. 9. P. 301-302.
14. Zubovic P., Stadnichenko T. and Sheffey N.B. The association of minor elements with organic and inorganic phases of coal // U. S. Geological Survey. Professional Paper 400-B, 1960. P. B84-B87.

15. Zubovic P., Stadnichenko T. and Sheffey N.B. The association of minor element associations in coal and other carbonaceous sediments // U. S. Geological Survey Professional Paper 424-D, 1961. P. D345-D348.
16. Swaine D. J. Boron in New South Wales Permian Coals // The Australian Journal of Science, 1962. Vol. 25, no. 6. P. 265-266.
17. Swaine D. J. Scandium in Australian coals and related materials // American Chemical Society. Preprints, Division of Fuel Chemistry, 1964. Vol. 8, no. 3. P. 172-177.
18. Gluskoter H. J., Lindahl P. C. Cadmium: mode of occurrence in Illinois coals // Science, 1973. Vol. 181, no. 4096, P. 264-266.
19. Gluskoter H. J., Ruch R. R., Miller W. G., Cahill R. A., Dreher G. B. and Kuhn J. K. Trace elements in coal: occurrence and distribution // Illinois State Geological Survey, 1977. Circ. 499. 154 p.
20. Сапрыкин Ф.Я., Клер В.Р., Кулачкова А.Ф. Геохимические особенности концентрации редких элементов в различных фациальных типах отложений угленосных и сланценосных формаций // Тез. докл. IV Всесоюзного угольного совещания, г. Ворошиловград. М., 1970. С. 88-93.
21. Сапрыкин Ф.Л., Клер В.Р., Кулачкова А.Ф. Геохимические особенности концентрации редких элементов в различных фациальных типах отложений угленосных формаций // Угленосные формации и их генезис. М.: Наука, 1973. С. 126-138.
22. Юдович Я.Э., Корычева А.А., Обручников А.С., Степанов Ю.А. Средние содержания элементов-примесей в ископаемых углях // Геохимия, 1972. №8. С. 1023-1031.
23. Юдович Я.Э. Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях / Я.Э. Юдович, М.П. Кетрис. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 655 с.
24. Юдович Я.Э. Грамм дороже тонны. Редкие элементы в углях. – М.: Наука, 1989. – 160 с.

25. Ratynskiy V. M., Sendul'skaya T. I. and Shpirt M. Ya. Chief mode of entry of germanium into coal // *Doklady Akademii Nauk SSSR. Earth Science Sections*, 1966. Vol. 170. P. 218-221.
26. Ratynskiy V. M. and Glushnev S. V. Relationships in the distribution of metals in coals // *Doklady Akademii Nauk SSSR*, 1967. Vol. 177, p. 236-239.
27. Ратынский В.М. Значение водных растворов в накоплении редких элементов ископаемыми углями // *Очерки современной геохимии и аналитической химии*. М.: Наука, 1972. С. 474-481.
28. Сапрыкин Ф.Я., Богданов В.В. Методическое руководство по изучению и оценке месторождений угля на германий и другие редкие элементы. М.: Недра, 1967. – 312 с.
29. Инструкция по изучению токсичных компонентов при разведке угольных и сланцевых месторождений. - Под редакцией В.Р. Клера. - М.: Инст. литосферы АН СССР, 1982. - 84 с.
30. Norton G.A. A review of trace element emission from the combustion of refuse-derived fuel with coal // *Environmental Progress*. Vol 11. 1992. P. 140– 144.
31. Clarke L.B. The fate of trace elements during coal combustion and gasification // *Fuel*, 1993. Vol 72. P. 731-736.
32. Linak W.P., Wendt J.O.L. Trace metal transformation mechanisms during coal combustion // *Fuel Processing Technology*, 1994. Vol 39. P. 173– 198.
33. Helble J.J. Trace element behavior during coal combustion: results of a laboratory study // *Fuel Processing Technology*, 1994. Vol 39. P 159–172.
34. Bool L.E., Helble J.J. A laboratory study of the partitioning of trace elements during pulverized coal combustion// *Energy Fuels*, 1995. Vol 9. P 880– 887.
35. Swaine D.J. Trace elements in coal, in A.I. Tugarinov (ed.) *Recent contributions to geochemistry and analytical chemistry* // *Israel Program for Scientific Translations*, Jerusalem, 1975. P. 539-550.
36. Swaine D.J. Nickel in coal and fly ash, in J.O. Nriagu (ed.), *Nickel in the Environment* // *Wiley*, New York, 1980. P 67–92.

37. Godbeer W.C., Morgan N.C. and Swaine D. J. The accession of trace elements to the environs of a power station // Proceedings of the Eighth International Clean Air Conference, Melbourne, 1984. P. 883-890.
38. Yan R. Partitioning of trace elements in the flue gas from coal combustion // PhD dissertation, Centre National de la Recherche Scientifique, Odeillo, France, 1999.
39. Finkelman R.B. Modes of occurrence of trace elements in coal // US Geological Survey, Open-File Report 81-99, 1981. P 312.
40. Finkelman R.B. Trace elements in coal: environmental and health significance // Biological Trace Element Research, 1999. Vol 67 (3). P. 197-204 p.
41. Finkelman R.B., Belkin H.E., Centeno J.A. Health impacts of coal: should we be concerned // GEOTIMES, 2006. Vol 51 (9); P. 24-29.
42. Querol X., Juan R., Lopez-Soler A., Fernandez-Turiel J.L., Ruiz C.R. Mobility of trace elements from coal and combustion wastes // Fuel, 1996. Vol. 75. P. 821-838.
43. Querol X., Klika Z., Weiss Z., Finkelman R.B., Alastuey A., Juan R., Lopez-Soler A., Plana F, Koker A., Chary S.R.N. Determination of elemental affinities by density fractionation of bulk coal samples // Fuel, 2001. Vol. 80. P. 83-96.
44. Querol X., Fernandez T.J.L., Lopez S.A., Duran M.E. Trace elements in high-S subbituminous coals from the Teruel Mining district, northeast Spain // Applied Geochemistry, 1992. Vol. 7 (5). P. 547– 561.
45. Querol X., Fernandez T.J.L., Lopez S.A. Trace elements in coal and their behavior during combustion in a large station // Fuel, 1995. Vol. 74 (3). P. 331–343.
46. Uberoi M., Shadman F. Simultaneous condensation and reaction of metal compound vapors in porous solids // Industrial and Engineering Chemistry Research, 1991. Vol. 30. P. 624-631.
47. Gullett B.K., Raghunathan K. Reduction of coal-based metal emissions by furnace sorbent injection // Energy Fuels, 1994. Vol 8. P. 1068– 1076.
48. Ho T.C., Ramanarayan R., Hopper J.R., Bostick W.D., Hoffmann D.P. Lead and cadmium capture by various sorbents during fluidized bed combustion //

Fluidization VIII, International Symposium of the Engineering Foundation, Tours, France, 1995. P. 899-906.

49. Biswas P., Wu C.Y. Control of toxic metal emission from combustors using sorbents: a review // Journal of the Air & Waste Management Association, 1998. Vol 48. P. 113-127.

50. Vassilev S.V., Braekman-Danheux C., Laurent Ph., Thiemann T., Fontana A. Behaviour, capture and inertization of some trace elements during combustion of refuse-derived char from municipal solid waste // Fuel, 1999. Vol 78. P. 1131–1145.

51. Quann R.J., Neville M., Janghorbani M., Mims C.A., Sarofim A.F. Mineral matter and trace-element vaporization in a laboratory-pulverized coal combustion system // Environmental Science & Technology, 1982. Vol. 16. P. 776– 781.

52. Haynes B.S., Neville M., Quann R.J., Sarofim A.F. Factors governing the surface enrichment of fly ash in volatile trace species // Journal of Colloid and Interface Science, 1982. Vol. 87 (1). P. 266– 278.

53. Kauppinen E.I., Pakkanen T.A. Coal combustion aerosols: a field study // Environmental Science & Technology, 1990. Vol. 24. P. 1811– 1818.

54. Korzun E.A., Heck H.H. Sources and fates of lead and cadmium in municipal solid waste // Journal of Air Waste Management Association, 1990. Vol. 40 (9). P. 1220–1226.

55. Siebert P.C., Alston-Guiden D. Air toxics emissions from municipal, hazardous and medical waste incinerators and the effects of control equipment // 84th Annual Meeting of Air and Waste Management Association, Vancouver, British Columbia, 1991. Paper 91-103.

56. Rizeq R.G., Clark W., Seeker W.R. Analysis of toxic metals emissions from waste combustion devices // In Proceedings. of 11th Int. Conf. on Therm. Treat. Radioact. Hazard. Chem. Mined Med. Waste, 1992.

57. Teixeira E.C., Samama J.C., Brun A. Study of the concentration of trace elements in fly-ash resulting from coal combustion // Environmental Technology, 1992. Vol. 13 (9). P. 995– 1000.

58. Maenhaut W., Royset O., Vadset M., Kauppinen E.I., Lind T.M. Analysis of size-fractionated coal combustion aerosols by PIXE and other analytical techniques // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, 1993. B75. P. 266–272.
59. Kramlich J.C., Newton G.H. Influence of coal rank and pretreatment on residual ash particle size // Fuel Processing Technology, 1994. Vol. 37 (1). P. 143–161.
60. Lind T., Kauppinen E.I., Jokiniemi J.K. A field study on the trace metal behavior in atmospheric circulating fluidized-bed coal combustion // 25th Symposium (Int.) on Combustion, The Combustion Institute, Pittsburgh, 1994. P. 201–209.
61. Manninen H., Perkio A., Palonen J., Peltola K., Ruuskanen J. Trace metal emissions from co-combustion of refuse derived and packaging derived fuels in a circulating fluidized bed boiler // Chemosphere, 1996. Vol. 32 (12). P. 2457–2469.
62. Senior C.L., Zeng T., et al., Distribution of trace elements in selected pulverized coals as a function of particle size and density // Fuel Processing Technology, 2000. Vol. 63 (2–3). P. 215–241.
63. Linak W.P., Wendt J.O.L. Trace metal transformation mechanisms during coal combustion // Fuel Processing Technology, 1994. Vol. 39 (2). P. 173–198.
64. Vejehati F., Xu Z., Gupta R. Trace elements on coal: Associations with coal and minerals and their behavior during coal utilization – A review // Fuel, 2010. Vol. 89, P. 904-911.
65. Andren A.W., Klein D.H., Talmi Y. Selenium in coal-fired steam plant emissions // Environmental Science and Technology, 1975. Vol. 9 (9). P. 856–858.
66. Bergstrom J.G.T. Mercury behavior in flue gases // Waste Management and Research, 1986. Vol. 4. P. 57–64.
67. Pacyna J.M. Atmospheric emissions of arsenic, cadmium, lead and mercury from high temperature processes in power generation and industry. In: Hutchinson T.C., Meema K.M. (Eds.), Lead, mercury, cadmium and arsenic in the environment // Wiley, New York, 1987. P. 69-87.
68. Germani M.S., Zoller W.H. Vapor-phase concentrations of arsenic selenium, bromine, iodine, and mercury in the stack of a coal-fired power plant // Environmental Science and Technology, 1988. Vol. 22 (10) P. 1079–1085.

69. Hall B., Schager P., Lindqvist O. Chemical reactions of mercury in combustion flue gases // *Waste Air and Soil Pollution*, 1991. Vol. 56. P. 3-14.
70. Galbreath K.C., Zygarlicke C.J. Mercury speciation in coal combustion and gasification flue gases // *Environmental Science & Technology*, 1996. Vol. 30 (8). P. 2421–2426.
71. Laudal D., Nott B., Brown T., Roberson R. Mercury speciation methods for utility flue gas // *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*, 1997. Vol. 358 (3). P. 397–400.
72. Senior C.L., Bool L.E., Morency J.R. Laboratory study of trace element vaporization from combustion of pulverized coal // *Fuel Processing Technology*, 2000. Vol. 63 (2-3). P. 109–124.
73. Senior C.L., Bool L.E., et al. Pilot scale study of trace element vaporization and condensation during combustion of a pulverized sub-bituminous coal // *Fuel Processing Technology*, 2000. Vol. 63 (2-3). P. 149–165.
74. Senior C.L., Sarofim A.F., et al. Gas-phase transformations of mercury in coal-fired power plants // *Fuel Processing Technology*, 2000. Vol. 63 (2-3). P. 197–213.
75. Otani Y., Kanaoka C., Usui C., Matsui S., Emi H. Adsorption of mercury vapor on particles // *Environmental Science & Technology*, 1986. Vol. 20 (7), P. 735–738.
76. Vogg H., Braun H., Metzger M., Schneider J. The specific Role of cadmium and mercury in MSW incineration // *Waste Management and . Research*, 1986. Vol. 4. P. 65–74.
77. Otani Y., Emi H., Kanaoka C., Uchijima I., Nishino H. Removal of mercury vapor from air with sulfur-impregnated adsorbents // *Environmental Science & Technology*, 1988. Vol. 22 (6). P. 708–711.
78. Lancia A., Musmarra D., Pepe F., Volpicelli G. Adsorption of mercury chloride vapors from incinerator flue gases on calcium hydroxide particles // *Combustion Science and Technology*, 1993. Vol. 93 (2). P. 277–289.

79. Donnelly J.R. Metal emissions control technologies for waste incineration // Clean Energy from Waste and Coal, American Chemical Society, 1993. Chap.14. P. 174–188.
80. Stuart B.J., Kosson D.S. Characterization of municipal waste combustion air pollution control residues as a function of particle size // Combustion Science and Technology, 1994. Vol. 101. P. 527–548.
81. Linak W.P., Srivastava R.K., Wendt J.O.L. Sorbent capture of nickel, lead and cadmium in a laboratory swirl flame incinerator // Combustion and Flame, 1995. Vol. 100. P. 241–250.
82. Krivanek C.S. Mercury control technologies for MWC's: the unanswered questions // Journal of Hazardous Materials, 1996. Vol. 47. P. 119–136.
83. Kilgroe J.D. Control of dioxin, furan and mercury emissions from municipal waste combustors // Journal of Hazardous Materials, 1996. Vol. 47. P. 163–194.
84. Ghosh-Dastidar A., Mahuli S., Agnihotri R. Selenium capture using sorbets powders: mechanism of sorption by hydrated lime // Environmental Science and Technology, 1996. Vol. 30. P. 447–452.
85. Chen J.C., Wey M.Y., Yan M.H. Theoretical and experimental study of metal capture during incineration process // Journal of Environmental Engineering, 1997. Vol. 11. P. 1100–1106.
86. Ho T.C., Wang K.S., Shie C.C., Hopper J.R. Simultaneous sulfur and metal capture by lime during fluidized bed coal combustion, in: Fan L.S., Knowlton T.M. (Eds.) // Proceedings of the 9th Engineering Foundation Conference on Fluidization, Colorado, 1998. P. 17–22.
87. Cheng J.F., Zeng H.C., Xu M.H. The effects of solid absorbents on the emission of trace elements, SO₂, and NO_x during coal combustion // International Journal of Energy Research, 2001. Vol. 25. P. 1043–1052.
88. Smith I.M. Trace elements from coal combustion: emissions // IEA Coal Research, London, 1987. Chap. 2.
89. Solari J.A., Fiedler H., Schneider C.L. Modeling of the distribution of trace elements in coal // Fuel, 1989. Vol. 68. P. 536–539.

90. Pires M., Teixeira E.C. Geochemical distribution of trace elements in lean coal // *Fuel*, 1992. Vol. 71. P. 1093–1096.
91. Martinez-Tarazona M.R., Spears D.A., Tascon J.M.D. Organic affinity of trace elements in Australian bituminous coals // *Fuel*, 1992. Vol. 71. P. 909–917.
92. Mercer G.E., Fitzgerald S., Day J., Filby R.H. Determination of organic/inorganic associations of trace elements in kerogen of the New Albany shale // *Fuel*, 1993. Vol. 72. P. 1187–1195.
93. Spears D.A., Martinez-Tarazona M.R. Geochemical and mineralogical characteristics of a power station feed-coal // Eggborough, England, *International Journal of Coal Geology*, 1993. Vol. 22. P. 1–20.
94. Vassilev S.V. Trace elements in solid waste products from coal burning at some Bulgarian thermoelectric power station // *Fuel*, 1994. Vol. 73. P. 367–374.
95. Lu X., Zeng H., Xu T., Yan R. Chemometric studies of distribution of trace elements in seven Chinese coals // *Fuel*, 1995. Vol. 74. P. 1382–1386.
96. Huggins F.K., Goodarzi F., Lafferty C.J. Mode of occurrence of arsenic in subbituminous coals // *Energy Fuels*, 1996. Vol. 10. P. 1001–1004.
97. Vassilev S., Kitano K., Vassileva C. Some relationships between coal rank and chemical and mineral composition // *Fuel*, 1996. Vol. 75. P. 1537–1542.
98. Kolker A., Huggins F.E., Palmer C.A., Shah N., Crowley S.S., Huffman G.P., Finkelman R.B. Mode of occurrence of arsenic in four US coals // *Fuel Processing Technology*, 2000. Vol. 63. P. 167–178.
99. Huggins F.E., Shah N., Huffman G.P., Kolker A., Crowley S., Palmer C.A., Finkelman R.B. Mode of occurrence of chromium in four US coals // *Fuel Processing Technology*, 2000. Vol. 63. P. 79–92.
100. Найдис Т.А. Содержание германия в углях Западного Донбасса (Павлоградско-Макеевский район), 1960.
101. Иваненко И.Е. Отчет о результатах изучения германиеносности спекающихся углей района Павлоград – Царичанка Западного Донбасса, 1962.
102. Дворников А.Г. Сравнительная оценка ореолов ртути в Центральном Донбассе // *Советская геология*. - 1957. - № 6. - С. 804-806.

103. Дворников А.Г. Некоторые особенности ореолов ртути в почвах и углях Донбасса // ДАН СССР. - 1963. - 150. - №4. - С. 894-897.
104. Дворников А.Г. Типы ореолов рассеяния ртути в юго-восточном Донбассе // ДАН СССР. - 1964. - 154. - №5. - С. 1110-1112.
105. Дворников А.Г. распределении ртути, мышьяка и сурьмы в породах Хрустального района // Геохимия. - 1965. - №6. - С. 695-705.
106. Дворников А.Г. Об ореолах киновари в угольном пласте на ртутном месторождении // ДАН УССР. - 1966. - №11. - С. 1490-1492.
107. Дворников А.Г. К вопросу о распределении ртути в антрацитах Боково-Хрустальской котловины // ДАН УССР. - 1967. - т. 172. - №4. - С. 93-298.
108. Дворников А.Г. Некоторые данные о распределении ртути в пиритах из углей // ДАН УССР. - 1967. - т. 172. - №6. - С. 1419-1422.
109. Карасик М.А., Дворников А.Г. Содержание ртути в углях Донбасса и продуктах их коксования // Кокс и химия. - 1967. - №9. - С. 8-10.
110. Дворников А.Г. О распределении в газовых и длиннопламенных углях // ДАН УССР. - 1967. - №9. - С. 828-829.
111. Дворников А.Г. Об ореолах рассеяния ртути в шахтных водах Центрального Донбасса // ДАН УССР. - 1968. - т. 178. - №2. - С. 446-449.
112. Дворников А.Г. О некоторых особенностях геохимической аномалии ртути а углях в эндогенном ореоле рассеяния на Никитовском ртутном месторождении // ДАН УССР. - 1968. - №8. - С. 732-736.
113. Дворников А.Г. К вопросу о зольности кварцевой и кальцитовой минерализации в углях Донбасса // ДАН УССР. - 1970. - №1. - С. 11-14.
114. Дворников А.Г. О повышенном содержании ртути в некоторых фракциях угля // Кокс и химия. - 1971. - №7. - С. 4-5.
115. Карасик М.А., Дворников А.Г. Перспективы использования углей Донбасса, как минерального сырья на ртуть // Перспективы развития минерально-сырьевой базы юга Украины. - 1972. - С. 50-52.

116. Дворников А.Г., Карасик М.А., Кирикилица С.И. О методике прогнозирования и поисков скрытого ртутного оруденения в Донбассе по ореолам ртути в углях // Вопросы прикладной геохимии и петрофизики. - 1975. - С. 68-77.
117. Дворников А.Г. Марганец в углях Донбасса // Докл. АН (Россия), -1992. - 323. - № 4. - С. 761-766.
118. Лелик Б.И., Шульга В.Ф. Особенности распределения редких и рассеянных элементов в угленосной формации Львовско-Волынского бассейна // ДАН УССР. - 1991. - № 1. - С 73-76.
119. Дворников А.Г. Серебро в углях Донбасса // Доп. нац. АН України. - 1996.-№2.-С. 86-90.
120. Дворников А.Г., Кирикилица С.Н. Ртутоносность углей Донецкого бассейна. М., 1987.
121. Трахтенберг I.М., Коршун М.Н. Ртуть и ее соединения в окружающей среде. К., 1990.
122. Сергеев В.В., Фурса А.И. Геологический отчет по оценке германиеносности углей поля шахты Западно-Донбасской №27/35-5 (Западный Донбасс), Павлоградская ГРЭ, 1970.
123. Сергеев В.В., Гриценко Г.Г. «Изучение германиеносности и галлиеносности в углях нижнего карбона на шахтных полях и участках Западного Донбасса» // Павлоградская ГРЭ, 1981.
124. Сергеев В.В. Корреляция угольных пластов нижнего карбона по минеральным примесям, Западного Донбасса // Геологический отчет Павлоградской ГРЭ., 1987. 193 с.
125. Кулиненко О.Р. Малые элементы в каменных углях Украины и их предварительная геолого-промышленная оценка // Охрана недр и экология, 1993. - С. 25-28.
126. Кулиненко О.Р. Ассоциация «малых» элементов в палеозойских углях Украины и геохимическая типизация бассейнов / О.Р. Кулиненко, Т.В. Барна // Геологический журнал. – 1985.— Т.45, №6. – С 80 – 84.

127. Кулиненко О.Р. Оценка микроэлементов в продуктах обогащения углей / О.Р. Кулиненко, Т.В. Барна // Разведка и охрана недр. – 1990. – №3. – С 59 – 60.

128. Горовой А.Ф., Горовая Н.А. Методика оценки степени токсичности горных пород и загрязнения окружающей среды // Материалы Международной конференции по борьбе с угольной пылью в угольных шахтах. - Алчевск. - 1996. - С. 80-81.

129. Горовая Н.А., Горовой А.Ф. Токсичность продуктов и отходов деятельности шахт ПО “Ровенькиантрацит” // Проблемы гидромеханики в горном деле и строительстве (Материалы конференции), ч. 1. - Киев. - 1996. - С. 20-22.

130. Горовая Н.А., Давиденко В.А., Горовой А.Ф. Токсичность породной и угольной пыли на шахтах ПО “Свердловантрацит” // Материалы Международной конференции по борьбе с угольной пылью в угольных шахтах. - Алчевск. - 1996. - С. 45-49.

131. Горовая Н.А. Закономерности распространения токсичных элементов в продуктах добычи и отходах переработки антрацитов Донбасса // Материалы второй Международной научно-практической конференции “Регион: стратегия выживания и развития Донбасса” (11-13 июня 1996г.). - Донецк. - 1996. - С. 286-287.

132. Горовой А.Ф., Горовая Н.А. Оценка токсичности продуктов добычи и отходов переработки антрацитов Донбасса // Уголь Украины. - 1997. - №12. - С. 38-39.

133. Горовая Н.А., Горовой А.Ф. Методика оценки и прогноза токсичности твердых промышленных отходов // Metallургическая и горнорудная промышленность. – 1998. - №2. – С. 139-141.

134. Горовая Н.А., Горовой А.Ф. Закономерности распространения токсичных элементов, оценка и прогноз токсичности твердых продуктов добычи и отходов переработки антрацитов Донбасса // Сборник научных трудов НГА Украины, №3, т.5. Проблемы экологии горного производства и обеспечения безопасности жизнедеятельности. – Днепропетровск. – 1998. – С.154-157.

135. Горовой А.Ф., Горовая Н.А. Оценка и прогноз токсичности продуктов добычи и отходов переработки углей шахт ГХК «Свердловантрацит» // Вестник международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. – Санкт-Петербург. – 1998. - №4(12). – С. 32-35.

136. Горовая Н.А. Типоморфные показатели и кадастр токсичности продуктов добычи и отходов переработки угля шахтопластов и шахтных полей антрацитовых районов Донбасса // Сборник научных трудов НГА Украины, №6, т. 2. – Днепропетровск, 1999. – С. 63-66.

137. Горовая Н.А. Кадастр токсичности продуктов добычи и отходов переработки антрацитов шахтопластов и шахт Донбасса // Сборник научных трудов ДГМИ. – Алчевск, 1999. – Вып. 9. – С. 10-14.

138. Горовая Н.А., Горовой А.Ф. Прогноз токсичности продуктов добычи и отходов переработки углей шахт и государственных холдинговых компаний антрацитовых районов Донбасса // Вестник Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. – Санкт-Петербург. – 1999. - №10(22). – С. 38-43.

139. Горовая Н.А. Токсичные элементы в горной массе, антрацитах и золе антрацитов Донбасса // Науковий вісник Національної гірничої академії України. – 1999. - №3. – С.31-33.

140. Горова Н.А. Закономірності розповсюдження токсичних елементів, оцінка та прогноз токсичності продуктів видобутку та відходів переробки антрацитів Донбасу. Автореф. дис. На здобуття наукового ступеня канд.. геол.. наук: 04.00.16/НГАУ. – Дніпропетровськ, 1999. – 20с.

141. Оцінка малих елементів в кам'яному вугіллі Донецького басейну б) Західний Донбас/ Геологічний звіт, Павлоградська ГРЕ, Книга 1, 1991. – 157 с.

142. Доброгорский Н.А., Сафронов И.Л., Курмелев И.И., Шевченко В.П. Токсичность продукции шахт Чистяково-Снежнянского геолого-промышленного района Донбасса // Уголь Украины. - 1999. - №7. - С. 41-42.

143. Доброгорский Н.А., Шевченко В.П., Курмелев И.И. Оптимизация опробования пластов и вмещающих пород (Чистяково-Снежнянского района

Донбасса). // Зб. наук. пр. НГА України “Актуальні проблеми геології”, - Дніпропетровськ: РВК НГАУ, - 1999. Т.1, - №6. - С. 187-192.

144. Доброгорский Н.А., Курмелев И.И., Шевченко В.П. Моделирование содержаний токсичных элементов в горной массе шахт // Зб. наук. пр. НГА України “Актуальні проблеми геології”, - Дніпропетровськ: РВК НГАУ, - 1999. Т.2, - №6. - С. 134.

145. Доброгорский Н.А., Шевченко В.П., Курмелев И.И. Формирование минеральной части угледобычи посредством модульной классификации (Чистяково-Снежнянский район Донбасса) // Зб. наук. пр. НГА України “Актуальні проблеми геології”, - Дніпропетровськ: РВК НГАУ, - 1999. Т.2, - №6. - С. 135-136.

146. Ишков В.В., Курмелев И.И. О прогнозе содержаний токсичных элементов в продуктах угледобычи Чистяково-Снежнянского геолого-промышленного района Донбасса // Науковий вісник Національної гірничої академії України. - 1999. №2. - С. 42-46.

147. Ишков В.В., Курмелев И.И. Особенности распределения токсичных элементов в углях Чистяково-Снежнянского геолого-промышленного района Донбасса // Науковий вісник Національної гірничої академії України. - 1999. - №3. - С. 41-49.

148. Ишков В.В., Чернобук А.И., Москаленко А.Б. Распределение бериллия, фтора, ванадия, свинца и хрома в продуктах и отходах обогащения Снежнянской ГОФ. // Геотехническая механика. Межведомственный сборник научных трудов, вып. 21. - Днепропетровск, 2000. – С. 76 – 83.

149. Ишков В.В., Чернобук А.И. Особенности распределения бериллия, фтора, ванадия, свинца и хрома в продуктах и отходах углеобогащения Красноармейской ЦОФ. // Сборник научных трудов Национальной горной академии Украины. - №11. - Т.3. - Днепропетровск, 2001. - С. 253-261.

150. Ишков, В. В. О распределении бериллия, фтора, ванадия, свинца и хрома в продуктах и отходах обогащения Краснолиманской ЦОФ / В.В. Ишков,

А.И. Чернобук, В.В. Дворецкий // Науковий вісник НГАУ. – 2001. – №5. – С 84-86.

151. Ишков, В.В. О распределении бериллия, фтора, ванадия, свинца и хрома в продуктах и отходах обогащения Добропольской ЦОФ / В.В. Ишков, А.И. Чернобук, Д.Я. Михальчонок // Науковий вісник НГАУ. – 2001. – №4. – С 89-90.

152. Вергельська Н. В. Вміст мінеральних компонентів у бурому вугіллі Дніпробасу / Н. В. Вергельська // Зб. наук. праць ІФД. – К. : ЛОГОС. – 2008. – С. 32–36.

153. Вергельська Н. В. Теоретичні основи перервно-неперервного формування вугільно-вуглеводневих формацій: дис. д-ра геол. наук: 04.00.01 / Інститут геологічних наук. – К., 2016. – 393 арк.

154. Ишков В.В. О геохимических ассоциациях токсичных и потенциально токсичных элементов в сульфидной фазе неорганической части углей Донбасса. // Сб. науч. трудов НГА Украины. 1998. № 3. т. 2. - С. 196 –200.

155. Ишков, В.В. Проблеми геохімії «малих» і токсичних елементів у вугіллі України / В.В. Ишков // Науковий вісник НГА України. – 1999. – №1. – С 128 -132.

156. Ишков В.В. Кобальт и ванадий в угле основных рабочих пластов Алмазно-Марьевского геолого-промышленного района Донбасса // Науковий вісник НГУ. –2009. - №10. – С. 48-53.

157. Ишков В.В. Ванадий, хром и никель в угольных пластах Донецко-Макеевского геолого-промышленного района Донбасса // Збірник наукових праць національного гірничого університету. – 2010.-№35. – С 17-31.

158. Ишков В.В. Некоторые особенности распределения свинца и хрома в угле основных рабочих пластов Алмазно-Марьевского геолого-промышленного района // Збірник наукових праць національного гірничого університету. – 2012.- №37. – С 321-332.

159. Пошуково-ревізійні роботи по вивченню токсичних і супутніх елементів у вугіллі Південно-західного і ЗахідногоДонбасу / Звіт, 1988. – 339 с.

160. Старцев Е. Д. Геологический паспорт по шахте Западно-Донбасской № 1 / Отчет, Трест «Днепрогеология», Павлоградская КГРЭ. – Павлоград, 1963. – (Фонды Приднепровской ГГП. Инв. № 237).

161. Старцев Е. Д., Разинин Л.Ф. Геологический паспорт по шахте Терновской № 1 / Отчет., Трест «Днепрогеология», Павлоградская КГРЭ. – Павлоград, 1964. – (Фонды Приднепровской ГГП. Инв. № 293).

162. Абакін Ю.А., Арєп'єва Н.Л., Чемерис Б.В. та ін. Геологічний звіт про детальну розвідку ділянки Морозівська (Західний Донбас) / ВГО «Донбасгеологія». Артемівськ, 1985, текст 338 с., текст. дод.1338 с., кр.86 л.

163. Ієговський К.А., Арюпін П.М. Геологічний звіт про дорозвідку поля шахти «Дніпровська» ВО «Павлоградвугілля» / ВО «Укрвуглегеологія». – Донецьк, 1981, 261с.

164. Ієговський К.А., Кудашка Д.В. Геологічний звіт про дорозвідку та переоцінку запасів кам'яного вугілля на полі шахти «Ювілейна» ВО «Павлоградвугілля» / ВО «Укрвуглегеологія». – Донецьк, 1983.

165. Ієговський К.А., Кудашка Д.В. Переяславська Н.А. Геологічний звіт про переоцінку запасів кам'яного вугілля поля шахти «Першотравнева» ВО «Павлоградвугілля» / ВО «Укрвуглегеологія». Донецьк, 1986.

166. Ієговський К.А., Кудашка Д.В. і інші. Геологічний звіт про дорозвідку і переоцінку запасів кам'яного вугілля на полі шахти «Самарська» ВО Павлоградвугілля / «Донбасгеологія», Донецьк, 1983.

167. Лішин В.П., Боговік Т.Я., Чемерис Б.В. та ін. Геологічний звіт про попередню розвідку ділянки Свідовська (Західний Донбас) / ВГО «Донбасгеологія». Артемівськ, 1986, текст 228 с., текст. додат.1129 с., кр.88л.

168. Лішин В.П., Козоріг Н.М. Геологічний звіт про детальну розвідку поля ш. Брагинівської / ГГП «Донбасгеологія». Артемівськ, 2000, текст 521 с., текст. додат.1059 с., кр.89 л

169. ГОСТ 9815-75. Угли бурые, каменные, антрацит и горючие сланцы. Метод отбора пластовых проб. – Москва: Изд-во стандартов, 1975. – 6 с.

170. ГОСТ 10478-93. Топливо твердое. Методы определения мышьяка. – Москва: Изд-во стандартов, 1993. – 13 с.

171. ГОСТ 28974-91. Угли бурые, каменные и антрациты. Методы определения бериллия, бора, марганца, бария, хрома, никеля, кобальта, свинца, галлия, ванадия, меди, цинка, молибдена, иттрия и лантана. – Москва: Изд-во стандартов, 1991. – 8 с.

172. Слепченко Д.Ю. Некоторые особенности угленакопления пласта c_8^H по результатам исследований элементов-примесей в угле / Д.Ю. Слепченко, Е.С. Козий, В.А. Терентьев // Матеріали міжнародної конференції «Географія, геоекологія, геологія: досвід наукових досліджень». 11-14 травня 2010 року. – Дніпропетровськ. – 2010. – С. 94.

173. Ишков В.В. Новые данные о распределении токсичных и потенциально токсичных элементов в угле пласта c_6^H шахты «Терновская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района / В.В. Ишков, Е.С. Козий // Збірник наукових праць НГУ. – 2013. – № 41. – С. 201–208.

174. Ishkov V.V. Definite peculiarities of toxic and potentially toxic elements distribution in coal seams of Pavlograd-Petropavlovka region // V.V. Ishkov, E.S.Koziy, A.L. Lozovoi // Збірник наукових праць НГУ. – 2013. – № 42. – С.18-23.

175. Ишков В.В. О распределении токсичных и потенциально-токсичных элементов в угле пласта c_6^H шахты «Терновская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района / В.В. Ишков, Е.С. Козий // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників». 2-5 жовтня 2013 року – Дніпропетровськ. – 2013. – С. 49–55.

176. Ишков В.В. О распределении золы, серы, марганца в угле пласта c_4 шахты «Самарская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района // В.В. Ишков, Е.С. Козий // Збірник наукових праць НГУ. – 2014. – № 44. – С. 178-186.

177. Ишков В.В. О распределении As, Hg, Be, F и Mn в угле пласта c_4 шахты «Самарская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района / В.В. Ишков, Е.С. Козий // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної

конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молодь, наука та інновації» – Дніпро: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2016. – С. 12–13.

178. Koziy E.S. About distribution of Co, Ni, Pb, Cr and V in coal layer c_4 of mine «Samarskaya» of Pavlograd-Petropavlovsk geological and industrial district / Materials of the International Forum for Students and Young Researchers «Widening our horizons». – Dnipro: SHEI «NMU», 2017. – P. 64.

179. Ішков В.В. Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта c_7^H шахти «Павлоградська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району / В.В. Ішков, Є.С. Козій // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Наукова весна». – Дніпро: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2017. – С. 2–3.

180. Козій Є.С. Розподіл токсичних елементів по пласту c_8^B шахти Західно-Донбаська Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району / Є.С. Козій, В.В. Ішков // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників». 04-05 жовтня 2017 року – Дніпро: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2017. – С. 265–275.

181. Козий Е.С. Токсичные элементы в угле пласта c_1 шахты «Благодатная» Павлоградско-Петропавловского геолого-промышленного района Донбасса / Е.С. Козий, В.В. Ишков // Конференція молодих вчених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ». – Дніпро: ІГТМ НАН України, 2017.

182. Козій Є.С. Токсичні елементи у вугіллі пласта c_5 шахти «Благодатна» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молодь, наука та інновації». – Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2017. – Т.8 – С. 6–8.

183. Козій Є.С. Особливості розподілу токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта c_{10}^B шахти «Сташкова» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району // Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка». – 2017. – № 132. – С. 157 – 172.

184. Ішков В.В. Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта c_{10}^B шахти «Дніпровська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу / В.В. Ішков, Є.С. Козій // Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка». – 2017. – №133. – С. 213–227.

185. Ішков В.В. Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта c_7^H шахти «Павлоградська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району / В.В. Ішков, Є.С. Козій // Вісник Київського національного університету. Геологія. 2017. – № 79. – С. 59 – 66.

186. Козій Є.С. Миш'як, берилій, ртуть і фтор у вугіллі пласта c_4^2 шахти ім. М.І. Сташкова (Західний Донбас) // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасна геологічна наука і практика в дослідженнях студентів і молодих фахівців». – Кривий Ріг, 2018. – С. 118–126.

187. Козій Є.С. Миш'як, берилій, фтор і ртуть у вугіллі пласта c_8^B шахти «Дніпровська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району // Вісник Дніпропетровського університету. Геологія-Географія. 2018. – № 26 (1). – С. 113 – 120.

188. Ишков В.В. Особенности распределения свинца в угольных пластах Красноармейского геолого-промышленного района Донбасса / В.В. Ишков, Д.В. Приходченко, Е.С. Козий // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників». 21-23 жовтня 2010 року. – Дніпропетровськ. – 2010. – С. 34–42.

189. Козий Е.С. О свинце в углях Красноармейского геолого-промышленного района Донбасса / Е.С. Козий, В.А. Терентьев // Матеріали міжнародної конференції «Географія, геоєкологія, геологія: досвід наукових досліджень». 2011 року – Дніпропетровськ. – 2011. – С. 23–24.

190. Патент № 124527, Україна, МПК G01V 9/00 Спосіб визначення зон тріщинуватості по вмісту ртуті у вуглепородному масиві / П.С. Пащенко, В.В. Ішков, Є.С. Козій (Україна); заявник і патентоволодар Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України – у 2017 11366; заявл. 20.11.2017; опубл. 10.04.2018; пріоритет від 10.04.2018, Бюл. №7. – 5 с.

191. Патент № 124528, Україна, МПК G01V 9/00 Спосіб визначення зон тріщинуватості по вмісту миш'яку у вуглепородному масиві / П.С. Пащенко, В.В. Ішков, Є.С. Козій (Україна); заявник і патентоволодар Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України – u 2017 11370; заявл. 20.11.2017; опубл. 10.04.2018; пріоритет від 10.04.2018, Бюл. №7. – 5 с.

192. Козій Є.С. Двофакторний дисперсійний аналіз при вивченні токсичних і потенційно токсичних елементів у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського району // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Наукова весна». – Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2018. – Т.8 – С. 11–12.

193. Koziy E.S. Two-factor dispersion analysis in the study of toxic elements on an example of arsenic and mercury in the coal layer c_6^H of the mine "Ternovska" / Materials of the International Forum for Students and Young Researchers «Widening our horizons». – Dnipro: NTU «DP», 2018. – P. 30–31.

194. Р.А. Фішер, Статистические методы для исследования / Перевод англ. Перегудова - М.: Госстатиздат, 1958, 267.

195. Ішков В.В. О классификации угольных пластов по содержанию токсичных элементов с помощью кластерного анализа // В.В. Ішков, Е.С. Козій // Збірник наукових праць НГУ. – 2014. – № 45. – С. 209 – 221.

196. Козій Є.С. Класифікація вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району по вмісту токсичних і потенційно токсичних елементів // Конференція молодих вчених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ». – Дніпро: ІГТМ НАН України, 2018.

197. Козій Є.С. Класифікація вугілля основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району по вмісту токсичних і потенційно токсичних елементів / Є.С. Козій, В.В. Ішков // Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка». – 2018. – № 136. – С. 74 – 86.

198. Tryon R.C. "Cluster analysis", London: Ann Arbor Edwards Bros, 1939. – 139 p.

199. Sneath, P. H. A., Sokal, R. R. 1973. Numerical taxonomy. / P.H.A. Sneath, R.R. Sokal // W. H. Freeman and Co, San Francisco, 1973. – 573 p.
200. Євдощук М.І., Вергельська Н.В., Соболев М.Ю., Сіра Н.В. та ін. Визначення колекторських властивостей на різних гіпсометричних рівнях вуглепородних масивів Західного Донбасу / Звіт, 2014. – 62 с.
201. Результати геофізичних робіт по підготовці геофізичної основи під ГДП-200 території аркуша М-37-XXXI (Тернівка) (2009-2017) / Звіт про геофізичне вивчення надр, 2017. – 274 с.
202. Дысса Ф.М., Нестеренко П.Г. и др. Стратиграфия каменноугольных отложений западных районов Донбасса // Изв. ДГИ. – М.: Углетехиздат. – 1955.- Т. XXV. – С.5-23.
203. Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України: Т.1. Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України / Науковий редактор П.Ф. Гожик. К.: Логос, 2014, 634 с.
204. Ivanova A.V. Geotectonic regime of formation of the coal-bearing deposits in the Western Donets Basin (Ukraine) / A.V. Ivanova, L.B. Zaitseva, O.I. Spirina // Геологічний журнал. – 2018. - №1. С.66-79.
205. Кутько А.Г. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые Петропавловского района. Отчет геологической партии о результатах геологической съемки м-ба 1:50 000 в пределах листов М-37-121-В, Г; 122-В; - 134-А в Петропавловском районе за 1988-1993 гг., г. Артемовск, 1994.
206. Тектоника и горно-геологические условия разработки угольных месторождений Донбасса / В.Е. Забигаило, В.В. Лукинов, Л.И. Пимоненко, Н.В. Сахневич. – Киев: Наук. Думка, 1994. – 152 с.
207. Широков А.З. О метаморфизме углей Донбасса. Труды Главуглеразведки. Минзападуголь, №3. Углетехиздат, 1948.
208. Закономерности угленакопления на территории Западного Донбасса / Под ред. А.З. Широкова. – М.: Госгортехиздат. – 1963. – 452 с.
209. Шульга В.Ф. Нижнекарбоновая угленосная формация Донецкого бассейна / В.Ф. Шульга. – М.: Наука, 1981. – 176 с.

210. Алымов Д.Ф., Дысса Ф.М. и др. Синонимика угольных пластов нижнего карбона Западного Донбасса // Изв. ДГИ. – М.: Углетехиздат. – 1957.- Т. XXIX. – С. 3-18.

211. Пимоненко Л.И. Тектонические основы прогноза горно-геологических условий разработки угольных месторождений Донбасса: с

212. Савчук В.С. Петрографический состав и химико-технологические свойства углей свиты C_1^2 Западного Донбасса // Сб. науч. трудов НГУ. – 2003. – № 17, том 1 – С. 570 – 576.

213. Широков А.З. Вопросы развития угольной промышленности Западного Донбасса // Закономерности угленакопления на территории Западного Донбасса. – М.: Недра, 1965. – С. 5-10.

214. Широков А.З. Нижний карбон северо-западного продолжения Донбасса и его угленосность. Труды лаборатории геологии угля АН СССР, вып. VI. Материалы второго угольного совещания. Из-во АН СССР, 1956.

215. Сергеев В.В. Морфология угольных пластов Павлоградско-Петропавловского и Лозовского районов Западного Донбасса: дис. канд. геол.-мин. наук / Днепропетр. горн. ин-т. – Д.. 1977. – 241 с.

216. Данилевская В.А. О некоторых закономерностях изменения свойств и качества углей нижнего карбона Западного Донбасса // Изв. ДГИ. – М.: Углетехиздат. – 1957.- Т. XXIX. – С. 34-47.

217. Савчук В.С. Основні промислові петролого-технологічні типи вуглеутворення на території України // Наук. вісник НГУ. – 2006. – № 7.–С. 29–31.

218. Угленосные формации и вещественный состав углей Днепровско-Донецкой впадины: [монография] / А.Я. Радзивилл, И.А. Майданович, А.В. Иванова [и др.]. – К.: Наук. думка, 1990. – 220 с.

219. Савчук В. С. Нижньокарбонове вугілля України: склад, якість та основні напрями його раціонального використання : дис. д-ра геол. наук: 04.00.16 / Національний гірничий ун-т; Державна геологічна служба України; Український держ. геологорозвідувальний ін-т. Дніпропетровське відділення. — Д., 2006. — 378арк. : рис., табл. — Бібліогр.: арк. 343-373.

220. Савчук В.С. Марочний склад нижньокарбонового вугілля Донецького басейну і його раціональне використання // Наук. вісник НГУ. – 2005. – № 6. – С. 35 – 39.

221. Мирошніченко А. М. Составление угольных шихт для коксования / А.М. Мирошніченко. – К.: Техника, 1965. – 250 с.

222. Савчук С.В. К вопросу о промышленной классификации нижекарбоновых углей Донбасса // Изв. ДГИ. – М.: Углетехиздат. – 1957.- Т. XXIX. – С. 47-65.

223. Козій Є.С. Розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів в мінеральній частині вугілля Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району / Є.С. Козій, В.В. Ішков // Збірник матеріалів наукової конференції «Сучасні проблеми літології осадових басейнів України і суміжних територій» до 100-річчя Національної академії наук України. – Київ: ІГН НАН України, 2018. – С. 35.

224. Козій Є.С. Особливості розподілу токсичних і потенційно токсичних елементів в основних вугільних пластах по розрізу Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу / Є.С. Козій, В.В. Ішков // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників» – 2018. - міжнар. конф.- 10-13 жовтня 2018 р. – Дніпро. – 2018. – С. 194–203.

ДОДАТОК А

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ ТА ВІДОМОСТІ ПРО
АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ*Статті у фахових наукових виданнях України*

1. Ишков В.В. Новые данные о распределении токсичных и потенциально токсичных элементов в угле пласта c_6^H шахты «Терновская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района / В.В. Ишков, Е.С. Козий // Збірник наукових праць НГУ. – 2013. – № 41. – С. 201–208. *(особистий внесок – побудова карт, розрахунок рівнянь регресії, встановлення рядів спорідненості TiPTE з органічною частиною вугільного пласта та геохімічних асоціацій)*

2. Ishkov V.V. Definite peculiarities of toxic and potentially toxic elements distribution in coal seams of Pavlograd-Petropavlovka region // V.V. Ishkov, E.S.Koziy, A.L. Lozovoi // Збірник наукових праць НГУ. – 2013. – № 42. – С.18-23. *(особистий внесок – збір фактичного матеріалу, геологічна інтерпретація результатів аналізу)*

3. Ишков В.В. О распределении золы, серы, марганца в угле пласта c_4 шахты «Самарская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района // В.В. Ишков, Е.С. Козий // Збірник наукових праць НГУ. – 2014.–№ 44. – С. 178-186. *(особистий внесок – побудова карт, статистична обробка фактичного матеріалу)*

4. Ишков В.В. О классификации угольных пластов по содержанию токсичных элементов с помощью кластерного анализа // В.В. Ишков, Е.С. Козий // Збірник наукових праць НГУ. – 2014. – № 45. – С. 209 – 221. *(особистий внесок – порівняльний аналіз результатів кластерного аналізу різних методів)*

5. Козій Є.С. Особливості розподілу токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта c_{10}^B шахти «Сташкова» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району // Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка». – 2017. – № 132. – С. 157 – 172.

6. Ишков В.В. Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта c_{10}^B шахти «Дніпровська» Павлоградсько-Петропавлівського

геолого-промислового району Донбасу / В.В. Ішков, Є.С. Козій // Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка». – 2017. – №133. – С. 213–227. *(особистий внесок – побудова карт, регресійний аналіз, встановлення геохімічних асоціацій ТiПТЕ та висновки)*

7. Козій Є.С. Класифікація вугілля основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району по вмісту токсичних і потенційно токсичних елементів / Є.С. Козій, В.В. Ішков // Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка». – 2018. – № 136. – С. 74 – 86. *(особистий внесок – розробка класифікації вугільних пластів по вмісту ТiПТЕ)*

**Статті у фахових наукових виданнях України,
що входять до міжнародних наукометричних баз**

8. Ішков В.В. Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта с₇^Н шахти «Павлоградська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району / В.В. Ішков, Є.С. Козій // Вісник Київського національного університету. Геологія. 2017. – № 79. – С. 59 – 66. *(особистий внесок – на основі спільних аналітичних робіт написана основна частина статті і зроблені всі висновки)*

9. Козій Є.С. Миш'як, берилій, фтор і ртуть у вугіллі пласта с₈^В шахти «Дніпровська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району // Вісник Дніпропетровського університету. Геологія-Географія. 2018. – № 26 (1). – С. 113 – 120.

Авторські свідоцтва і патенти

10. Патент № 124527, Україна, МПК G01V 9/00 Спосіб визначення зон тріщинуватості по вмісту ртуті у вуглепородному масиві / П.С. Пащенко, В.В. Ішков, Є.С. Козій (Україна); заявник і патентоволодар Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України – u 2017 11366; заявл. 20.11.2017; опубл. 10.04.2018; пріоритет від 10.04.2018, Бюл. №7. – 5 с. *(особистий внесок – порівняльний аналіз розташування зон підвищеної тріщинуватості та особливостей розподілу ртуті у вугільних пластах)*

11. Патент № 124528, Україна, МПК G01V 9/00 Спосіб визначення зон тріщинуватості по вмісту миш'яку у вуглепородному масиві / П.С. Пащенко, В.В. Ішков, Є.С. Козій (Україна); заявник і патентоволодар Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України – и 2017 11370; заявл. 20.11.2017; опубл. 10.04.2018; пріоритет від 10.04.2018, Бюл. №7. – 5 с. *(особистий внесок – порівняльний аналіз розташування зон підвищеної тріщинуватості та особливостей розподілу миш'яку у вугільних пластах)*

***Тези доповідей та матеріали конференцій,
на яких були апробовані результати дисертації***

12. Козій Е.С. Среднесрочный прогноз содержания токсичных элементов в добываемой угольными шахтами горной массе / Е.С. Козий, В.В. Ишков, И.И. Курмелев // Матеріали міжнародної конференції «Прикладные задачи математики в механике, экономике, экологии». 19-23 жовтня 2010 року – Севастополь. – 2010. – С. 103–104.

13. Слепченко Д.Ю. Некоторые особенности угленакопления пласта с₈^н по результатам исследований элементов-примесей в угле / Д.Ю. Слепченко, Е.С. Козий, В.А. Терентьев // Матеріали міжнародної конференції «Географія, геоекологія, геологія: досвід наукових досліджень». 11-14 травня 2010 року. – Дніпропетровськ. – 2010. – С. 94.

14. Ишков В.В. Особенности распределения свинца в угольных пластах Красноармейского геолого-промышленного района Донбасса / В.В. Ишков, Д.В. Приходченко, Е.С. Козий // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників». 21-23 жовтня 2010 року. – Дніпропетровськ. – 2010. – С. 34–42.

15. Козий Е.С. О свинце в углях Красноармейского геолого-промышленного района Донбасса / Е.С. Козий, В.А. Терентьев // Матеріали міжнародної конференції «Географія, геоекологія, геологія: досвід наукових досліджень». 2011 року – Дніпропетровськ. – 2011. – С. 23–24.

16. Ишков В.В. О распределении токсичных и потенциально-токсичных элементов в угле пласта с₆^н шахты «Терновская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района / В.В. Ишков, Е.С. Козий // Матеріали

міжнародної конференції «Форум гірників». 2-5 жовтня 2013 року – Дніпропетровськ. – 2013. – С. 49–55.

17. Ишков В.В. О распределении As, Hg, Be, F и Mn в угле пласта с₄ шахты «Самарская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района / В.В. Ишков, Е.С. Козий // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молодь, наука та інновації» – Дніпро: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2016. – С. 12–13.

18. Koziy E.S. About distribution of Co, Ni, Pb, Cr and V in coal layer c₄ of mine «Samarskaya» of Pavlograd-Petropavlovsk geological and industrial district / Materials of the International Forum for Students and Young Researchers «Widening our horizons». – Dnipro: SHEI «NMU», 2017. – P. 64.

19. Ишков В.В. Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта с₇^н шахти «Павлоградська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району / В.В. Ишков, Е.С. Козий // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Наукова весна». – Дніпро: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2017. – С. 2–3.

20. Козій Є.С. Розподіл токсичних елементів по пласту с₈^в шахти Західно-Донбаська Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району / Є.С. Козій, В.В. Ишков // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників». 04-05 жовтня 2017 року – Дніпро: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2017. – С. 265–275.

21. Козий Е.С. Токсичные элементы в угле пласта с₁ шахты «Благодатная» Павлоградско-Петропавловского геолого-промышленного района Донбасса / Е.С. Козий, В.В. Ишков // Конференція молодих вчених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ». – Дніпро: ІГТМ НАН України, 2017.

22. Козій Є.С. Токсичні елементи у вугіллі пласта с₅ шахти «Благодатна» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих

вчених «Молодь, наука та інновації». – Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2017. – Т.8 – С. 6–8.

23. Козій Є.С. Миш'як, берилій, ртуть і фтор у вугіллі пласта c_4^2 шахти ім. М.І. Сташкова (Західний Донбас) // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасна геологічна наука і практика в дослідженнях студентів і молодих фахівців». – Кривий Ріг, 2018. – С. 118–126.

24. Козій Є.С. Двофакторний дисперсійний аналіз при вивченні токсичних і потенційно токсичних елементів у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського району // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Наукова весна». – Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2018. – Т.8 – С. 11–12.

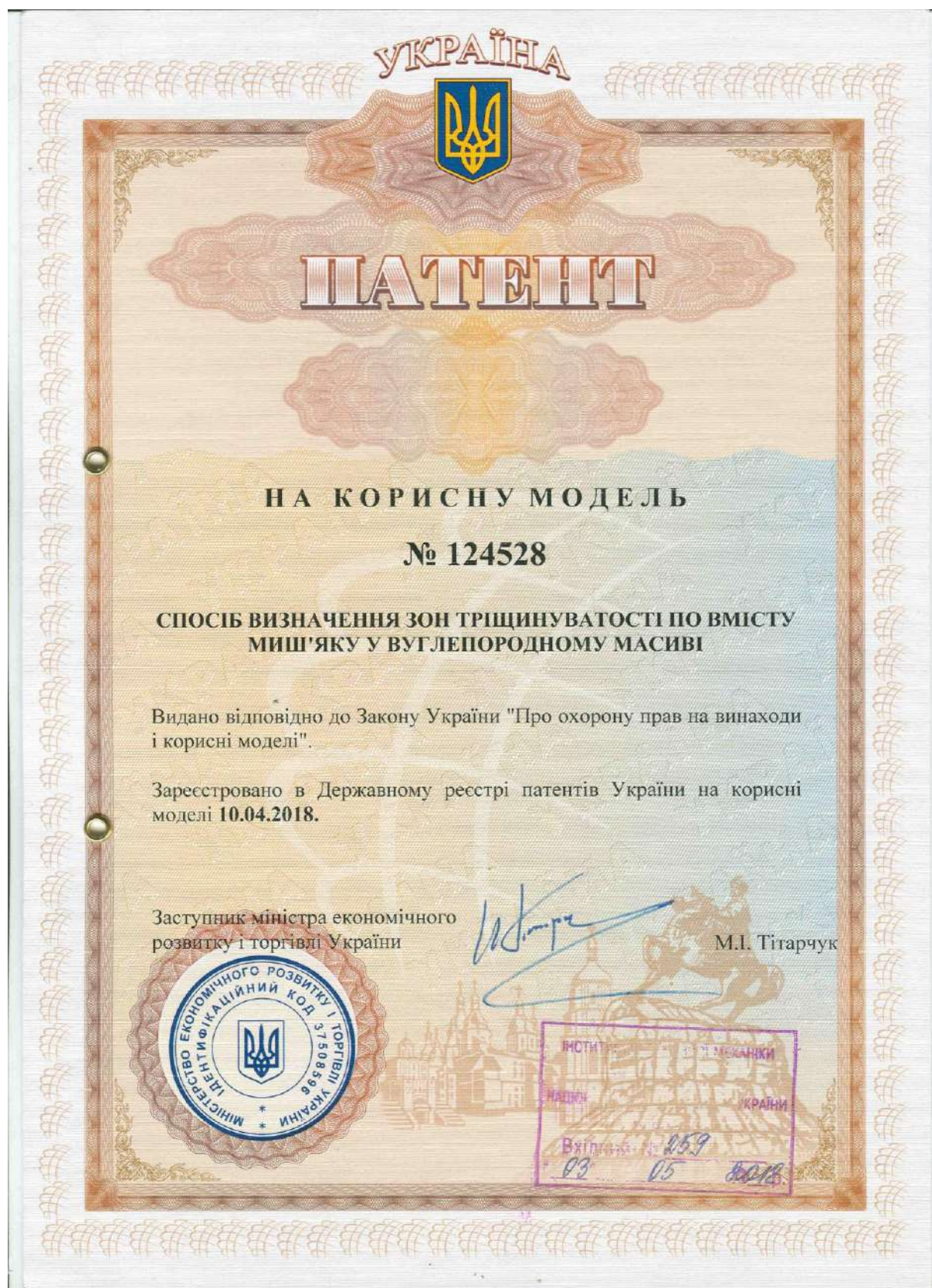
25. Koziy E.S. Two-factor dispersion analysis in the study of toxic elements on an example of arsenic and mercury in the coal layer c_6^H of the mine "Ternovska" / Materials of the International Forum for Students and Young Researchers «Widening our horizons». – Dnipro: NTU «DP», 2018. – P. 30–31.

26. Козій Є.С. Розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів в мінеральній частині вугілля Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району / Є.С. Козій, В.В. Ішков // Збірник матеріалів наукової конференції «Сучасні проблеми літології осадових басейнів України і суміжних територій» до 100-річчя Національної академії наук України. – Київ: ІГН НАН України, 2018. – С. 35.

27. Козій Є.С. Особливості розподілу токсичних і потенційно токсичних елементів в основних вугільних пластах по розрізу Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу / Є.С. Козій, В.В. Ішков // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників» – 2018. - міжнар. конф.- 10-13 жовтня 2018 р. – Дніпро. – 2018. – С. 194–203.

28. Козій Є.С. Класифікація вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району по вмісту токсичних і потенційно токсичних елементів // Конференція молодих вчених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ». – Дніпро: ІГТМ НАН України, 2018.

ДОДАТОК Б
ПАТЕНТИ НА КОРИСНІ МОДЕЛІ





УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **124528** (13) **U**
 (51) МПК (2018.01)
E21F 7/00
G01V 9/00

МІНІСТЕРСТВО
 ЕКОНОМІЧНОГО
 РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
 УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2017 11370	(72) Винахідник(и):	Пашенко Павло Сергійович (UA), Ішков Валерій Валерійович (UA), Козій Євген Сергійович (UA)
(22) Дата подання заявки:	20.11.2017	(73) Власник(и):	ІНСТИТУТ ГЕОТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ ІМ. М.С. ПОЛЯКОВА НАН УКРАЇНИ, вуп. Сімферопольська, 2-а, м. Дніпропетровськ, 49005 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	10.04.2018		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.04.2018, Бюл.№ 7		

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ЗОН ТРІЩИНУВАТОСТІ ПО ВМІСТУ МИШ'ЯКУ У ВУГЛЕПОРОДНОМУ МАСИВІ

(57) Реферат:

Спосіб визначення зон тріщинуватості по вмісту миш'яку у вуглепородному масиві включає збір геолого-геохімічних даних по пробам вугілля. В кожній свердловині визначають коефіцієнт аномально високого вміст миш'яку, який розраховують за формулою:

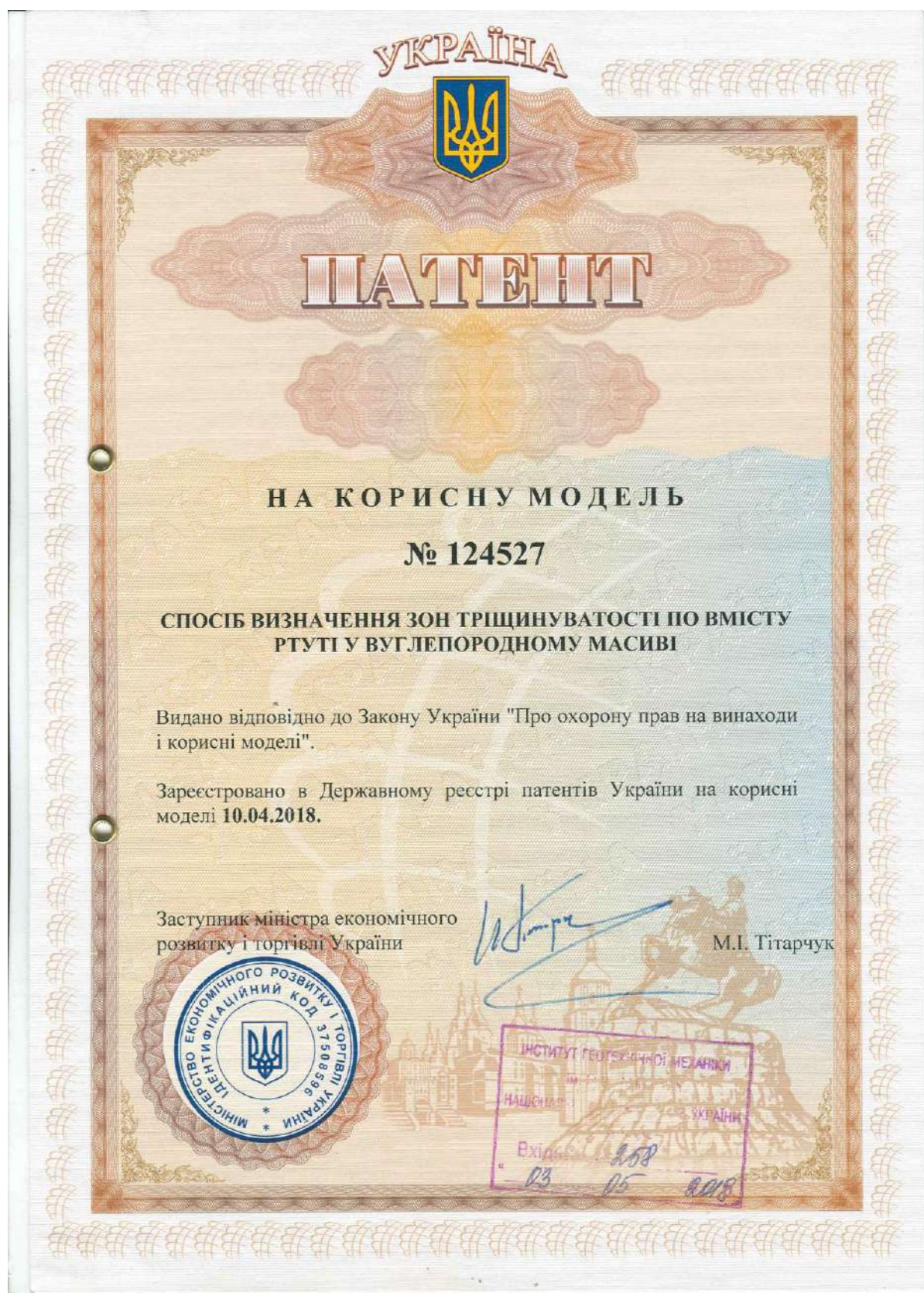
$$X_{\text{норм}} = (X_i - X_{\text{min}}) / (X_{\text{max}} - X_{\text{min}}),$$

де X_i - результат одиничного визначення концентрації миш'яку;

X_{max} - результат максимального визначення концентрації миш'яку;

X_{min} - результат мінімального визначення концентрації миш'яку, по яким будують схематичну карту концентрації миш'яку методом інтерполяції, визначають зони з підвищеною тріщинуватістю, при значеннях ізогіпси більше 0,5, зони середньої тріщинуватості із значення ізогіпси 0,3-0,5 та зони низької тріщинуватості із значеннями ізогіпси менше 0,3.

U
 UA 124528 U





УКРАЇНА

(19) UA (11) 124527 (13) U
 (51) МПК (2018.01)
 G01V 9/00
 E21F 7/00

МІНІСТЕРСТВО
 ЕКОНОМІЧНОГО
 РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
 УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2017 11366 (22) Дата подання заявки: 20.11.2017 (24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.04.2018 (46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.04.2018, Бюл.№ 7	(72) Винахідник(и): Пашенко Павло Сергійович (UA), Ішков Валерій Валерійович (UA), Козій Євген Сергійович (UA) (73) Власник(и): ІНСТИТУТ ГЕОТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ ІМ. М.С. ПОЛЯКОВА НАН УКРАЇНИ, вул. Сімферопольська, 2-а, м. Дніпропетровськ, 49005 (UA)
---	--

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ЗОН ТРІЩИНУВАТОСТІ ПО ВМІСТУ РТУТІ У ВУГЛЕПОРОДНОМУ МАСИВІ

(57) Реферат:

Спосіб визначення зон тріщинуватості по вмісту ртуті у вуглепородному масиві включає збір геолого-геохімічних даних по пробах вугілля. В кожній свердловині визначають коефіцієнт аномально високого вмісту ртуті, який розраховують за формулою:

$$X_{\text{норм}} = (X_i - X_{\text{min}}) / (X_{\text{max}} - X_{\text{min}}),$$

де X_i - результат одиничного визначення концентрації ртуті;

X_{max} - результат максимального визначення концентрації ртуті;

X_{min} - результат мінімального визначення концентрації ртуті, по яким будують схематичну карту концентрації ртуті методом інтерполяції, визначають зони з підвищеною тріщинуватістю, при значеннях ізогіпси більше 0,5, зони середньої тріщинуватості із значення ізогіпси 0,3-0,5 та зони низької тріщинуватості із значеннями ізогіпси менше 0,3.

UA 124527 U