

В.В. Ішков, Є.С. Козій, В.О. Завгородня

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м Дніпро, Україна

Ю.В. Стрельник

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна

ПЕРШІ ДАНІ ПРО РОЗПОДІЛ КОБАЛЬТУ У ВУГІЛЬНОМУ ПЛАСТІ k_5 ПОЛЯ ВП «ШАХТА «КАПІТАЛЬНА»

В статті приведені результати досліджень особливостей просторового розповсюдження кобальту у вугільному пласті k_5 й встановлено площинні варіації його концентрацій і характер розповсюдження в межах шахтного поля. Здійснено розрахунки рівнянь регресії між вмістом кобальту і технологічними параметрами вугілля, які дозволяють прогнозувати його концентрацію у вугільному пласті. Отримані рівняння можна використовувати як для короткострокового, так і середньострокового прогнозу вмісту кобальту у гірській масі, що буде видобуватися. Також цей прогноз може слугувати основою для технологічних рішень, спрямованих на зниження вмісту цього елементу в продуктах та відходах вуглевидобутку та вуглезбагачення. Побудовані й проаналізовані карти розподілу кобальту, які є фактологічною основою для довгострокового прогнозу його концентрацій у видобутій шахтою гірничій масі.

Ключові слова: кобальт, карта ізоконцентрат, вугільний пласт, кореляційний зв'язок, коефіцієнт кореляції, рівняння регресії.

Згідно діючих нормативних документів [1] кобальт відноситься до потенційно токсичних елементів. Тому прогнозування вмісту кобальту та інших токсичних та потенційно токсичних елементів у вугіллі діючих шахт та його просторового розповсюдження є однією з першочергових етапів вирішення геолого-екологічних проблем сталого розвитку України, пов'язаних з видобутком, переробкою і використанням вугілля при мінімальних затратах. Дослідження виконані в рамках держбюджетної науково-дослідницької роботи 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) у творчій співпраці співробітників НТУ «Дніпровська політехніка» та ДонНТУ.

Розподілу токсичних та потенційно токсичних елементів загалом і вмісту кобальту зокрема, у вугільних пластах Донбасу, продуктах і відходах вуглезбагачення за останні роки присвячено роботи [2-17]. Але до теперішнього часу розподіл кобальту у вугільному пласті k_5 поля шахти ВП «Шахта «Капітальна» не розглядався.

В роботі для вирішення поставлених завдань з використанням системного підходу був застосований комплекс методів досліджень, який включав: збір, аналіз і узагальнення матеріалів геологічної зйомки і

геохімічних досліджень вугільних пластів Красноармійського геолого-промислового району; створення електронної бази геохімічного опробування вугільних пластів з використанням даних опису кернів свердловин та геологічної документації гірничих виробок; відбір проб мінеральної частини вугільних пластів для подальших досліджень; при вивченні відібраних проб був застосований комплекс мінералого-петрографічних методів.

В тектонічному відношенні поле ВП «Шахта «Капітальна» приурочено до південно-західного крила Кальміус-Торецької улоговини Донецького кам'яновугільного басейну і розташоване в межах великого блоку між Центральним і Селідівським насуваннями, які є одними з найбільших тектонічних порушень Красноармійського геолого-промислового району.

Вміст кобальту (рис. 1) змінюється по шахтному полю в інтервалі значень від 13 г/т до 21 г/т. Карта ізоконцентрат нормованих концентрацій кобальту представлена чотирма зонами підвищеного вмісту. Найбільше значення пов'язане із свердловиною №1859 на півдні ділянки із концентрацією кобальту 21 г/т. На схід від неї в південно-східній частині шахтного поля знаходиться свердловина №3414 із значенням 19 г/т. На схід від вищенаведених свердловин, в центральній частині ділянки розташована свердловина №3415 із вмістом кобальту 20 г/т. В північно-західній частині шахтного поля локалізована четверта зона підвищеного вмісту кобальту, яка сформована свердловиною №2891 із значенням 19 г/т.

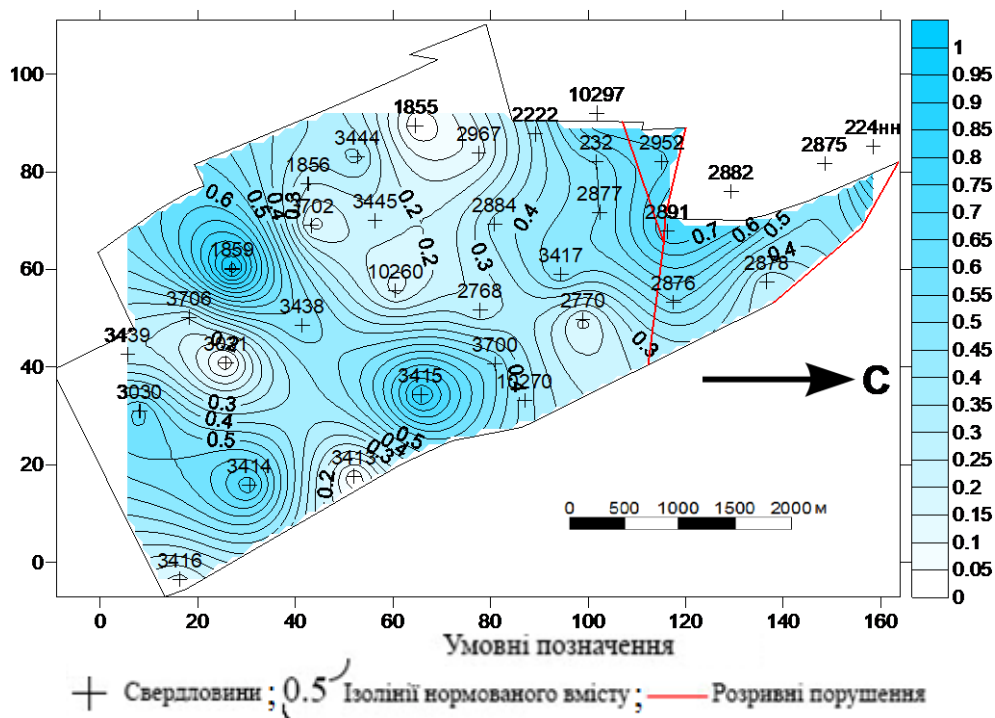


Рис. 1 . Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Со у вугільному пласті k_5 поля ВП «Шахта «Капітальна»

На карті регіональної складової вмісту кобальту (рис. 2), спостерігається збільшення його концентрації в північно-східному напрямку.

На карті зміни локальної складової нормованого вмісту Co у вугільному пласті k_5 поля ВП «Шахта «Капітальна» (рис. 3) спостерігаються три субпаралельно розташовані діагональних зони підвищених значень локальної складової нормованих концентрацій Co . Вони простягаються в загальному напрямку з північного сходу на південний захід через всю площу шахтного поля. Перша зона встановлюється за даними свердловин № 3414 і № 3030, друга зона включає територію розташування свердловин № 1859 № 3438 і № 3415, третя зона охоплює площу розташування свердловин № 232, № 2952, № 2877, № 2776 та № 2891.

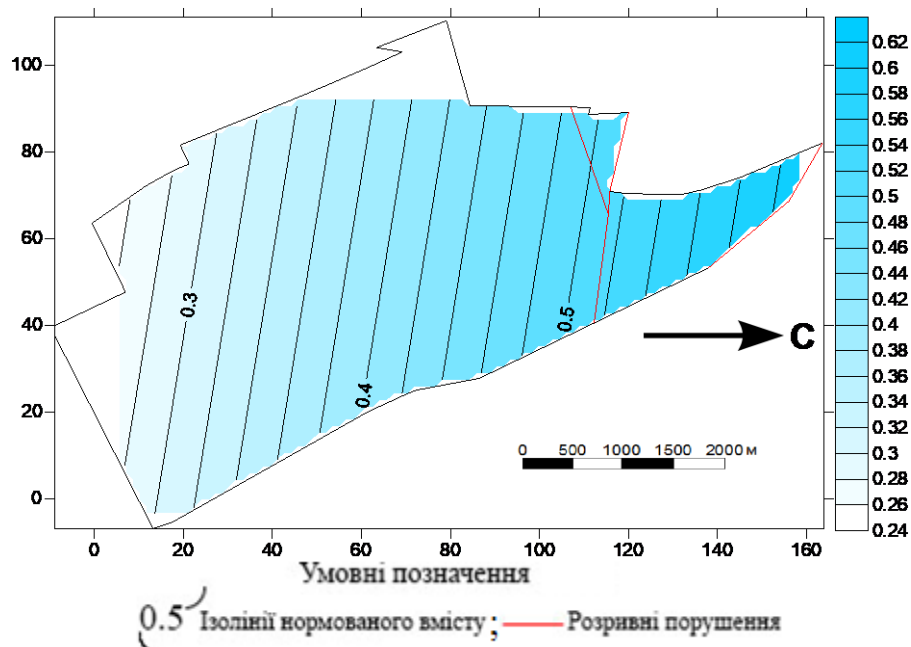


Рис. 2 . Карта зміни регіональної складової нормованого вмісту Co у вугільному пласті k_5 поля ВП «Шахта «Капітальна»

Таким чином , площину локальної складової концентрацій Co пласта k_5 поля ВП «Шахта «Капітальна» являє собою гофровану поверхню в якій локальні гофри в загальному плані орієнтовані перпендикулярно Українському кристалічному щиту.

На карті градієнту нормованого вмісту Co у вугільному пласті k_5 поля ВП «Шахта «Капітальна» (рис. 4) добре простежуються дві смуги максимальних градієнтів змісту Co . Перша з них включає територію розташування свердловин № 3030, № 3031, № 3706, № 1859, № 3702, № 3444, № 1855, № 2222, № 232. Друга смуга охоплює площу розташування свердловин № 3416, № 3414, № 3413, № 3415, № 3700, № 2770, № 2891, № 2878.

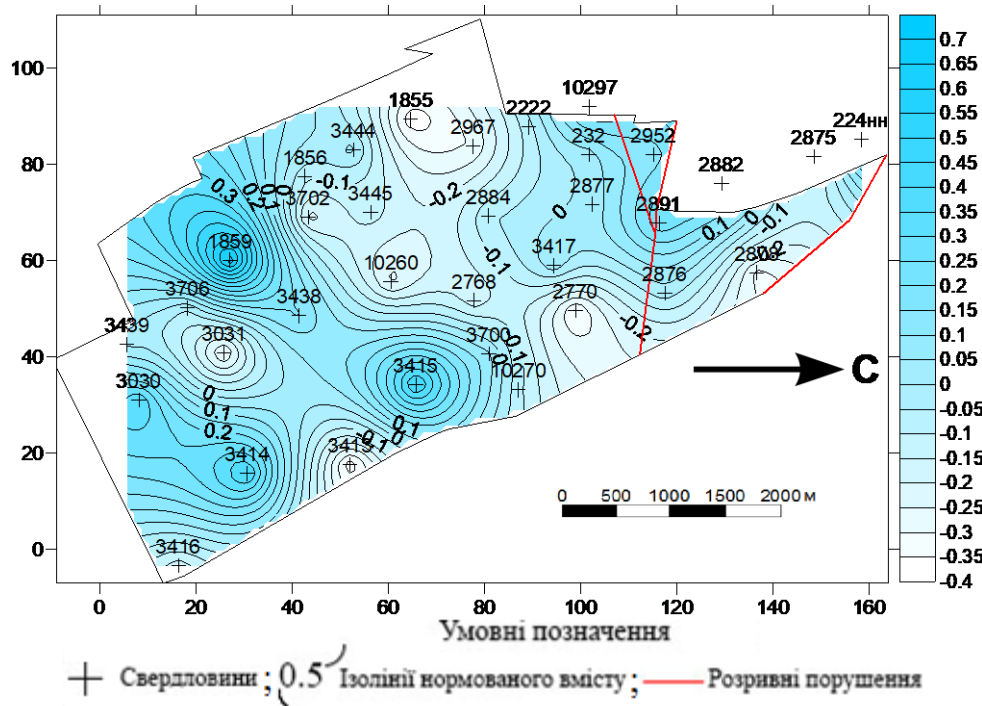


Рис. 3. Карта зміни локальної складової нормованого вмісту Co у вугільному пласті k_5 поля ВП «Шахта «Капітальна»

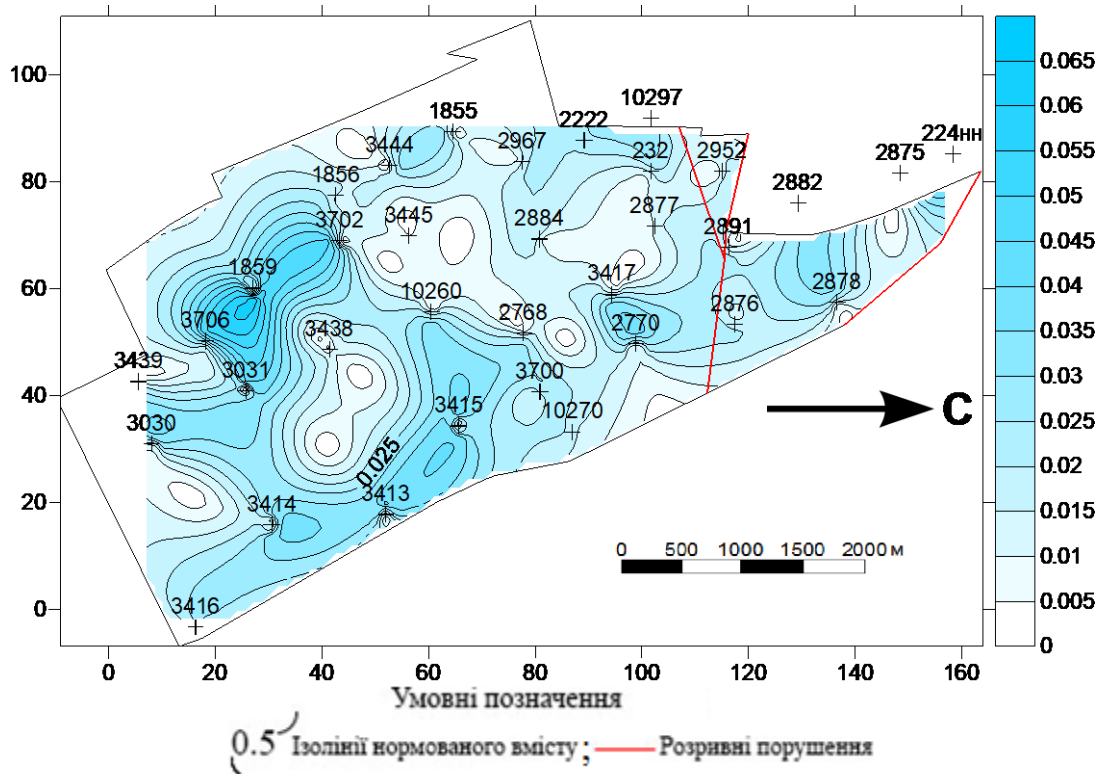


Рис. 4. Карта зміни градієнту нормованого вмісту Co у вугільному пласті k_5 поля ВП «Шахта «Капітальна»

Лінійне рівняння регресії, що характеризує зв'язок між нормованими вмістами кобальту і миш'яку у вугільному пласті k_5 : $Co = 0.391 + 0.076 \times As$. Коефіцієнт кореляції між значеннями вмісту кобальту і миш'яку у вугільному пласті k_5 поля ВП «Шахта «Капітальна» дорівнює 0,06, що вказує на наявність дуже слабого прямого кореляційного зв'язку між цими параметрами.

Лінійне рівняння регресії, що характеризує зв'язок між нормованими вмістами кобальту і ртуті у вугільному пласті k_5 : $Co = 0.3926 + 0.0829 \times Hg$. Коефіцієнт кореляції між значеннями вмісту кобальту і ртуті у вугільному пласті k_5 поля ВП «Шахта «Капітальна» дорівнює 0,07, що вказує на наявність дуже слабого прямого кореляційного зв'язку між цими параметрами.

Лінійне рівняння регресії, що характеризує зв'язок між нормованими вмістами кобальту і фтору у вугільному пласті k_5 : $Co = 0.307 + 0.225 \times F$. Коефіцієнт кореляції між значеннями вмісту кобальту і фтору у вугільному пласті k_5 поля ВП «Шахта «Капітальна» дорівнює 0,21, що вказує на наявність слабого прямого кореляційного зв'язку між цими параметрами.

Лінійне рівняння регресії, що характеризує зв'язок між нормованими вмістами кобальту і марганцю у вугільному пласті k_5 : $Co = 0.3069 + 0.1963 \times Mn$. Коефіцієнт кореляції між значеннями вмісту кобальту і марганцю у вугільному пласті k_5 поля ВП «Шахта «Капітальна» дорівнює 0,2, що вказує на наявність дуже слабого прямого кореляційного зв'язку між цими параметрами.

Лінійне рівняння регресії, що характеризує зв'язок між нормованими вмістами кобальту і ванадію у вугільному пласті k_5 : $Co = -0.05 + 0.9028 \times V$. Коефіцієнт кореляції між значеннями вмісту кобальту і ванадію у вугільному пласті k_5 поля ВП «Шахта «Капітальна» дорівнює 0,81, що вказує на наявність сильного прямого кореляційного зв'язку між цими параметрами.

Лінійне рівняння регресії, що характеризує зв'язок між нормованими вмістами кобальту і нікелю у вугільному пласті k_5 : $Co = 0.391 + 0.076 \times Ni$. Коефіцієнт кореляції між значеннями концентрацій кобальту і нікелю у вугільному пласті k_5 поля ВП «Шахта «Капітальна» дорівнює 0,95, що вказує на наявність дуже сильного прямого кореляційного зв'язку між цими параметрами.

Лінійне рівняння регресії, що характеризує зв'язок між нормованими вмістами кобальту і хрому у вугільному пласті k_5 : $Co = 0.0468 + 1.0576 \times Cr$. Коефіцієнт кореляції між значеннями вмісту кобальту і хрому у вугільному пласті k_5 поля ВП «Шахта «Капітальна» дорівнює 0,8, що вказує на наявність сильного прямого кореляційного зв'язку між цими параметрами.

Лінійне рівняння регресії, що характеризує зв'язок між нормованими вмістами кобальту і свинцю у вугільному пласті k_5 : $Co = 0.0326 + 0.8505 \times Pb$. Коефіцієнт кореляції між значеннями вмісту кобальту і свинцю у

вугільному пласті k_5 поля ВП «Шахта «Капітальна» дорівнює 0,83, що вказує на наявність сильного прямого кореляційного зв'язку між цими параметрами.

Лінійне рівняння регресії, що характеризує зв'язок між нормованими вмістами кобальту і берилію у вугільному пласті k_5 : $Co = 0.7645 - 0.5994 \times Be$. Коефіцієнт кореляції між значеннями вмісту кобальту і берилію у вугільному пласті k_5 дорівнює -0,56, що вказує на наявність середнього зворотного кореляційного зв'язку між цими параметрами.

Лінійне рівняння регресії, що характеризує зв'язок між нормованими вмістом кобальту і глибиною підосви вугільного пласту k_5 : $Co = 0.3578 + 0.1153 \times h$. Коефіцієнт кореляції між значеннями вмісту кобальту і глибиною підосви вугільного пласту k_5 поля ВП «Шахта «Капітальна» дорівнює 0,12, що вказує на наявність дуже слабкого прямого кореляційного зв'язку між цими параметрами.

Лінійне рівняння регресії, що характеризує зв'язок між нормованими вмістами кобальту і сірки загальної у вугільному пласті k_5 : $Co = 0.7645 - 0.5994 \times S_{заг}$. Коефіцієнт кореляції між значеннями вмісту кобальту і сірки загальної у вугільному пласті k_5 поля ВП «Шахта «Капітальна» дорівнює 0,2, що вказує на наявність дуже слабкого прямого кореляційного зв'язку між цими параметрами.

Лінійне рівняння регресії, що характеризує зв'язок між нормованими вмістами кобальту і зольності у вугільному пласті k_5 : $Co = 0.2066 + 0.839 \times A^d$. Коефіцієнт кореляції між значеннями вмісту кобальту і зольності у вугільному пласті k_5 поля ВП «Шахта «Капітальна» дорівнює 0,7, що вказує на наявність сильного прямого кореляційного зв'язку між цими параметрами.

Лінійне рівняння регресії, що характеризує зв'язок між нормованими вмістами кобальту і потужністю у вугільному пласті k_5 : $Co = 0.3124 + 0.1985 \times m$. Коефіцієнт кореляції між значеннями вмісту кобальту і потужністю у вугільному пласті k_5 поля ВП «Шахта «Капітальна» дорівнює 0,21, що вказує на наявність слабкого прямого кореляційного зв'язку між цими параметрами.

Висновки

1. Вміст кобальту змінюється у вугільному пласті k_5 по шахтному полю в інтервалі значень від 13 г/т до 21 г/т.

2. Значення регіональної складової у вугільному пласті k_5 в межах поля ВП «Шахта «Капітальна» концентрацій кобальту збільшуються в північно-східному напрямку. Таким чином, значення регіональної складової цього елементу збільшуються в напрямку від Українського кристалічного щита.

3. Зони підвищених нормованих концентрацій кобальту, а також його локальні складові у загальному вигляді утворюють смуги, що орієнтовані субперпендикулярно до межі Українського кристалічного щита. Причому, переважна більшість аномалій не пов'язана з ділянками підвищеної

проникності вугленосної товщі (розривними порушеннями і ділянками підвищеної тріщинуватості). Зони підвищених значень градієнтів нормованих концентрацій кобальту утворюють смуги, які в свою чергу орієнтовані субперпендикулярно до смуг підвищених нормованих концентрацій цього елемента та його локальної складової. Таке співвідношення кількісних особливостей у розподілі кобальту візуально дуже схоже на його осадження з підводних виносів річок на комплексні геохімічні бар'єри (фізико-хімічні та механічні).

4. Сильний позитивний кореляційний зв'язок між кобальтом і зольністю вказує, що переважна складова концентрацій кобальту генетично пов'язана з глинистою аллотигеною речовиною. Даний висновок підтверджується виконаним аналізом побудованих карт, та результатами кореляційного та регресійного аналізу вмісту досліджуваного елемента із вмістом берилію, який в свою чергу пов'язаний з органічною складовою вугілля пласта. Крім того встановлено геохімічну асоціацію кобальту з нікелем, свинцем, хромом та ванадієм.

Список літератури

1. Инструкция по изучению токсичных компонентов при разведке угольных и сланцевых месторождений. Под редакцией В.Р. Клера. М.: Инст. литосферы АН СССР, 1982. 84 с.

2. Козій Є.С., Ішков В.В. Класифікація вугілля основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району по вмісту токсичних і потенційно токсичних елементів. *Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка»*, 2017, № 136, С. 74-86.

3. Ишков В. В., Чернобук А.И., Дворецкий В.В. О распределении бериллия, фтора, ванадия, свинца и хрома в продуктах и отходах обогащения Краснолиманской ЦОФ. *Научный вестник НГАУ*. 2001, №5. С. 84-86.

4. Ишков В.В., Чернобук А.И., Михальчонок Д.Я. О распределении бериллия, фтора, ванадия, свинца и хрома в продуктах и отходах обогащения Добропольской ЦОФ. *Научный вестник НГАУ*. 2001. №4. С. 89-90.

5. Ишков В.В., Козій Є.С. Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта c_7^H шахти «Павлоградська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району. *Вісник Київського національного університету. Геологія*. 2017. №79. С. 59 – 66. doi.org/10.17721/1728-2713.79.09

6. Ішков В.В., Козій Є.С. Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта c_{10}^B шахти «Дніпровська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу. *Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка»*. 2017. № 133, С. 213-227.

7. Козій Є.С., Ішков В.В. Класифікація вугілля основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району по вмісту токсичних і потенційно токсичних елементів. *Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка»*. 2017. № 136, С. 74-86.

8. Козій Є.С., Ішков В.В. Особливості розподілу токсичних і потенційно токсичних елементів в основних вугільних пластах по розрізу Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу. *Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників»*. 2018. С. 194-203.

9. 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.

10. Ишков В.В. Кобальт. Ванадий в угле основных рабочих пластов Алмазно-Марьевского геолого-промышленного района Донбасса. *Науковий вісник НГУ*. 2009. №10. С. 48-53.

11. 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.

12. 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.

13. Ишков В.В., Козий Е.С. Новые данные о распределении токсичных и потенциально токсичных элементов в угле пласта с₆^Н шахты «Терновская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района. *Збірник наукових праць НГУ*. 2013. № 41. С 201-208.

14. Ishkov V.V., Koziy E.S., Lozovoi A.L. Definite peculiarities of toxic and potentially toxic elements distribution in coal seams of Pavlograd-Petropavlovka region. *Збірник наукових праць НГУ*. 2013. № 42. С. 18-23.

15. Ишков В.В. Козий Е.С. О распределении токсичных и потенциально-токсичных элементов в угле пласта с₆^Н шахты «Терновская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района. *Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників»*. 2-5 жовтня 2013 року. Дніпропетровськ. 2013. С. 49-55.

16. Ишков В.В., Козий Е.С. О распределении золы, серы, марганца в угле пласта с₄ шахты «Самарская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района. *Збірник наукових праць НГУ*. 2014. № 44. С. 178-186.

17. Ишков В.В., Козій Є.С. О распределении As, Hg, Be, F и Mn в угле пласта с₄ шахты «Самарская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района. *Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молодь, наука та*

інновації». Дніпро: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2016. С. 12-13.