

**Данило Юрійович Череватський**

*д-р екон. наук, завідувач відділу*

ORCID 0000-0003-4038-6393

e-mail: cherevatskyi@nas.gov.ua,

**Оксана Василівна Бойко**

*аспірант*

ORCID 0000-0001-7301-724X

e-mail: bojko-oksana@ukr.net,

*Інститут економіки промисловості НАН України, м. Київ*

## РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ЕКОЛОГІЧНОГО РЮКЗАКА УКРАЇНСЬКОГО ВУГІЛЛЯ

**Постановка проблеми.** Досягнення сталого розвитку потребує ретельного визначення матеріаломісткості продукції, що обумовлює чисельні наукові публікації з калькуляції й аналізу потоків витрат енергетичних та матеріальних ресурсів (MFA), прикладом яких можуть виступати праці [1-3].

Німецький науковець Фрідріх Шмідт-Блік (F. Schmidt-Bleek) з Вуперталю у 1992 р. запропонував поняття екологічного рюкзака (Ecological backpack, Ecological rucksack) як характеристику прихованих матеріальних потоків, на що його наштовхнула наявність понад 50 т води на кожну 1 т металургійної продукції [4], котрі, як правило, залишаються за межами економічного аналізу. Екологічний рюкзак є складовою цілісної системи MIPs (Material input per unit of service) [5], яка передбачає відстежування матеріалопотоків на всіх стадіях повного життєвого циклу продукту: виготовлення (видобуток сировини; виробництво продукції; транспортування; збут); використання (споживання; транспортування; ремонт) і поводження з відходами (переробка; утилізація). Хоча для продуцентів, особливо експортерів, майже 2 стадії (споживання і переробка відходів) є зайвими.

«Факторами рюкзака» є п'ять чинників: біотичні матеріали; абіотичні матеріали; вода; повітря; ґрунт, що зазнав пересувань [6]. Незважаючи на прагнення якомога більшого удосконалення методології MIPs, що демонструють праці різних періодів [7-9], у роботі [10] відмічено, що міжнародно стандартизованого підходу та методу розрахунку насиченості продуктів сировиною не існує і до сьогодні. Проблемою, на наш погляд, є відсутність навіть прагнення створити модель формування матеріальних потоків за певним про-

дуктом, зокрема, на стадії виробництва – регресійну залежність, яка б урахувала статистичну значущість чинників.

**Методи дослідження.** У роботі використано загальнонаукові методи абстракції, індукції, дедукції, аналізу і синтезу; MIPs-метод; метод експериментальних досліджень (багатофакторного експерименту Бокса-Вілсона [11; 12]); метод регресійного аналізу; метод збору з відкритих джерел і узагальнення інформації щодо функціонування українських шахт.

Предметом дослідження є наповненість екологічного рюкзака за п'ятьма чинниками.

Об'єктом дослідження є шахтний фонд України як кібернетичний «сірий ящик» (grey box). Прозору частину кібернетичного ящика обумовлюють процеси, які відображають математичні залежності, природа ж решти процесів, наприклад споживання електроенергії, водопріпливів і газодинаміки на об'єктах вугледобутку залишається невиявленою, що зберігає властивості чорного ящика (black box), – в результаті ящик в цілому отримує класифікацію «сірого».

**Метою дослідження** є розробка на основі методів математичної статистики моделі екологічного рюкзака стосовно вироблення певного продукту на прикладі українського вугілля.

**Виклад основного матеріалу.** До 2014 р. шахтний фонд України об'єднував п'ять умовних кластерів шахт різних за потужністю, глибиною, кількістю пластів, що розробляються одночасно. Саме цей набір параметрів певним чином визначає споживання електроенергії. Другий (переважно) та п'ятий кластер – шахти на пластах крутого залягання. Табл. 1 містить показники кожного з кластерів.

Таблиця 1

**Характеристика шахтного фонду України до 2014 р. [13]**

Номер кластеру (кількість шахт)	Річна потужність підприємств, тис. т	Глибина розробок, м	Кількість пластів, од.	Споживання електроенергії	
				ГВт·год.	тис. т у.п.
1 (14)	740±155	1088±165	2,7±1,9	45,5±13,4	5,6±1,6
2 (36)	522±145	587±120	4,4±1,9	33,8±12,9	4,2±1,6
3 (10)	1153±146	672±164	3,3±1,2	51,1±15,0	6,3±1,8
4 (23)	380±113	498±147	1,8±0,8	16,4±7,9	2,0±1,0
5 (10)	646±138	921±132	10,9±1,4	112,5±18,9	13,8±2,3

Ідея дослідження полягає в спеціально організованому (за планом багатофакторного експерименту) поданні інформації щодо наповнення екологічного рюкзака українського вугілля. Чинниками форму-

вання функції відгука є п'ять перемінних екологічного рюкзака, сама ж функція відгука є сумою вхідних перемінних:

$$y = \lambda(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5), \quad (1)$$

де  $y$ ,  $\lambda(x_i)$  – функція відгуку (наповнення екологічного рюкзака), т;

$x_i$  – чинник, що має значення  $-1$ ,  $+1$ , незалежно від своєї природи, т;

$x_1$  – біотичні матеріали;

$x_2$  – абіотичні матеріали;

$x_3$  – вода;

$x_4$  – повітря;

$x_5$  – ґрунт.

Повний перебір чинників, що задані на двох рівнях, містить  $N$  дослідів:

$$N = 2^n, \quad (2)$$

де  $N$  – повна чисельність варіантів комбінацій чинників;

$n$  – чисельність чинників;

2 – кількість рівнів варіювання факторів.

Повний багатофакторний експеримент з п'ятьма чинниками потребує проведення 32 дослідів. Для зменшення обсягу експериментальних досліджень є сенс реалізувати дробну репліку багатофакторного експерименту. Вибрано репліку  $2^{(5-2)}$  з 8 дослідями.

Табл. 2 є матрицею дробової версії  $2^{(5-2)}$  багатофакторного експерименту з вісьмома дослідями.

Таблиця 2

Матриця варіювання факторів

Номер дослідів	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
1	-1	-1	-1	1	1
2	-1	-1	1	1	-1
3	-1	1	-1	-1	1
4	-1	1	1	-1	-1
5	1	-1	-1	-1	-1
6	1	-1	1	-1	1
7	1	1	-1	1	-1
8	1	1	1	1	1

У другому, наприклад, досліді перший, другий і п'ятий чинник задано на нижньому рівні, третій та четвертий – на верхньому.

Стандартизація чинників має здійснюватися за формулою

$$x_i = \frac{X_i - X_0}{I_i}, \quad (3)$$

де  $x_i$  – кодоване значення чинника;

$X_i$  – натуральне значення чинника;

$X_0$  – натуральне значення основного рівня чинника (нульовий рівень);

$I_i$  – інтервал варіювання основного рівня;

Визначення рівнів завдання чинників здійснено за наступними міркуваннями. До біотичних чинників у практиці вугледобування як правило відносяться лісові матеріали (кругляк і піловочник), які масово застосовуються на очисних та прохідницьких роботах.

Абіотичний чинник об'єднує матеріальні ресурси (матеріали і сировину, паливо, електроенергію), окрім тих, що входять до складу біотичних матеріалів.

Як свідчать дослідження спеціалізованої лабораторії лісових і матеріальних складів Донецького науково-дослідного вугільного інституту [14, с. 8], існують значні відмінності у витратах матеріалів, що залежать від залягання пластів. Для функціонування вугільної шахти, яка розробляє пласти пологого падіння, за даними багаторічних спостережень добові витрати матеріалів відповідають закономірності

$$Q_{MAT}^I = 25,5 + 25,3 \times D_1 + 2,5 \cdot L_{np} + 1,3 \times L_p, \quad (4)$$

де  $Q_{MAT}$  – витрати матеріалів по шахті за добу, т/добу;  
 $D_1$  – добовий видобуток вугілля по шахті, тис. т/добу;

$L_{np}$  – середньодобове посування здійснених виробок, м/добу;

$L_p$  – середньодобове посування ремонту виробок, м/добу.

Для шахт, що розробляють пласти крутого падіння

$$Q_{MAT}^K = 51,4 + 150 \times D_1 + 2,0 \times L_{np} + 1,2 \times L_p. \quad (5)$$

За даними [15] підприємство, що видобуває 1 тис. т вугілля на добу (це зовсім невелика шахта – лише близько 250 тис. т/рік) щодня потребує 51 т різномірних вантажів і 20 т металопрокату – усього 71 т матеріалів, якщо йдеться про пласти пологого залягання та 169 т – на шахтах із пластами крутого падіння. Зазначене можна умовно вважати нормою стосовно 1 тис. т вугілля. Серед витрат матеріалів по шахті з пластами пологого залягання – 25 т складають лісоматеріали, що є біотичними, решта – абіотичні. По шахтах з пластами крутого залягання біотичний чинник складає приблизно 50 т/1 тис.т.

**Паливо.** Вугільні шахти є не лише великими споживачами електричної, а й теплової енергії, а також моторного палива. Річне споживання теплової енергії з ймовірністю 0,95 становить  $129 \pm 35$  Гкал на 1 тис. т видобутку; при цьому для виробництва 1 Гкал теплової енергії на шахтних котельнях у витрату йде  $180 \pm 5$  кг вугільного еквіваленту. Протягом року споживання бензину у розрахунку на 1 тис. т видобутого вугілля становить  $314 \pm 97$  кг, дизельного палива –  $395 \pm 113$  кг [16; 17]. В цілому сумарні витрати палива (вугілля в котельнях, бензину та дизельного палива) доречно порівняти з витратою електричної енергії.

Можна вважати, що шахта на пластах пологого залягання споживає 0,07 т у.п. енергетичних ресурсів на 1 т вугілля, шахта на пластах крутого залягання – 0,2 т у.п. енергетичних ресурсів на 1 т вугільної продукції.

Таким чином, якщо вважати показники шахт на пологих пластах за нижній рівень, а показники шахт на крутих пластах – за верхній, то на 1 т вугілля припадає 0,025 т і 0,050 т біотичних матеріалів; 0,120 і 0,300 т абіотичних матеріалів (з урахуванням енергетичних ресурсів).

За правилами розрахунків до складу екологічного рюкзака потрібно додати ті ж витрати води, повітря, переміщеного ґрунту.

**Вода.** Наприклад «Шахтоуправління «Південно-донбаське № 1» є підприємством із не дуже великим для Донбасу припливом води (загальний обсяг 107 м<sup>3</sup>/год.), але і вона протягом року видає на-гора близько 937 тис. т шахтної води, що в перерахунку на проєктну виробничу потужність 1200 тис т/рік становить приблизно 0,8 т води на 1 т видобутку. У 2015 р. видобуток по шахті (але не водоприпливи) зменшився до 690 тис. т вугілля, а отже, співвідношення погіршилося до 1,4 т високомінералізованих шахтних вод на 1 т вугілля. Приймемо це за характеристики нижнього та верхнього рівнів стосовно третього чинника.

**Повітря.** Велика газонасиченість гірничих масивів потребує застосування потужних вентиляційних систем. Щоб уникнути вибухів метану, необхідно постійно подавати в шахту велику кількість повітря для унеможливлення його концентрації. По шахті «Комсомолець Донбасу», наприклад, його кількість має бути такою, щоб у струмені з концентрацією не більше 0,75% винести в атмосферу 261 м<sup>3</sup> метану за хвилину, по шахтоуправлінню «Покровське» – 253, по шахті ім. Засядька – 153, по шахті «Краснолиманська» – 122 м<sup>3</sup>/хв. і т.п. Тобто необхідно вилучити з атмосфери та прокачати по виробках від 16 до 35 тисяч кубічних метрів повітря за хвилину. Якщо навіть, як на денній поверхні, прийняти масу 1 м<sup>3</sup> повітря, що дорівнює 1,29 кг, то за рік по ш/у «Покровське» це більше 23 млн т повітря. У 2011 р. із шахтоуправління було видобуто близько 7 млн т рядового вугілля, що втричі менше, ніж перероблено повітря. Тобто,  $x_4=+1=3т/т$ ;  $x_4=-1=1,5т/т$ .

**Порода.** Тонкі пласти обумовлюють обсяги видачі на поверхню порожньої породи. Надходження від проходки і ремонту виробок складаються тут же, у відва-

лах шахти, а відходи збагачення – у відвалах та хвостосховищах фабрик. Для України вихід породи по шахті складає 110-150 м<sup>3</sup> на 1 тис. т видобутого за рік рядового вугілля, або близько 0,6 т на тонну рядового вугілля (0,4 – по фабриці і 0,2 т/т – по шахті). Приймемо цей показник за основний рівень завдання чинника  $x_5$ , а інтервал варіювання – 0,2 т/т вугілля.

Табл. 3 характеризує рівні завдання чинників.

Таблиця 3

Значення рівнів задання чинників, т/т				
Чинник	Нижній рівень	Основний (нульовий) рівень	Верхній рівень	Інтервал варіювання
$x_1$	0,025	0,038	0,050	0,013
$x_2$	0,120	0,210	0,300	0,090
$x_3$	0,800	1,100	1,400	0,300
$x_4$	1,500	2,250	3,000	0,750
$x_5$	0,400	0,600	0,800	0,200

Табл. 4 містить результати обрахунків MIPS за кожним з дослідів.

Таблиця 4

Результати експерименту з визначення MIPS щодо видобутку вугілля

Номер досліду	1	2	3	4	5	6	7	8
MIPS, т	4,745	4,945	3,425	3,625	2,870	3,870	4,550	5,550

Рисунок демонструє діаграму Парето, отриману за результатами експерименту. Наведені на ній цифри – це відповідні чинникам значення критерію Стьюдента ( $t$ -критерію).

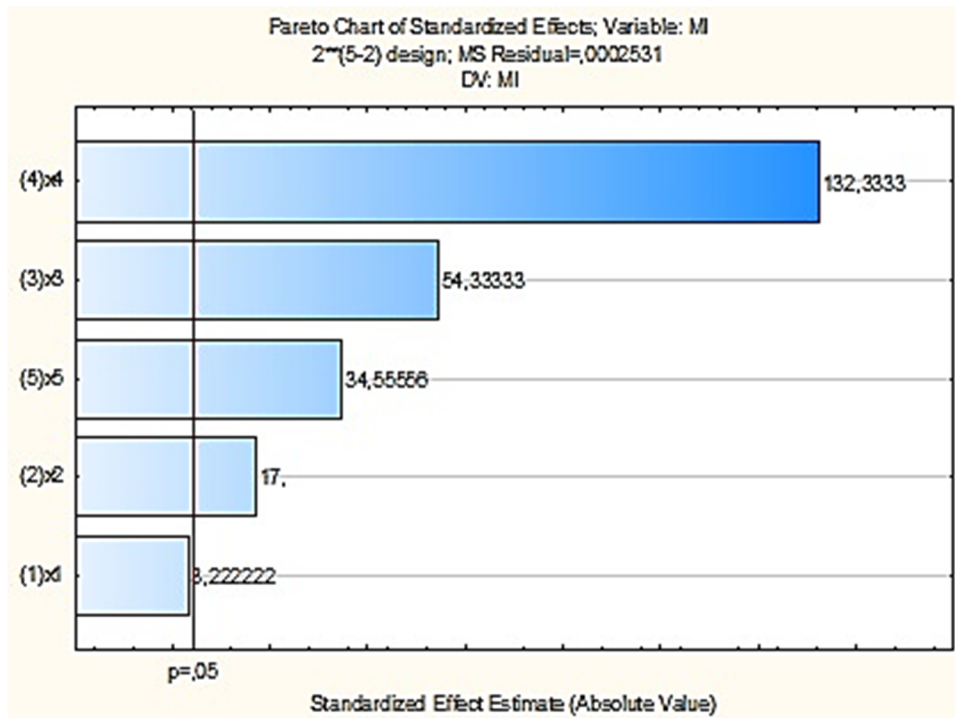


Рисунок. Діаграма Парето, що характеризує вплив чинників

Джерело: матеріал авторів.

Як виявилось за результатами досліджень, чинники, крім  $x_1$ , є статистично значущими, найбільшу силу має четвертий чинник – повітря; чинником другого рангу за впливом є третій – вода, потім п'ятий чинник – порода і, врешті решт, абіотичні матеріали.

Математично функцію MIPS описує регресивна залежність

$$y = 4,198 + 0,090x_2 + 0,300x_3 + 0,750x_4 + 0,200x_5. \quad (6)$$

Загальні характеристики регресійної моделі:  $R^2=0,9997702$ ; adjusted  $R^2=0,99947973$ ;  $F(4,3)=3362,9$ ;  $p<0,00001$ ; Error of Estimation: 0,2047.

Оскільки перемінні задано у стандартизованому вигляді, коефіцієнт перед чинником дає уявлення про силу дії величини: чим більше значення, тим сильніший вплив.

Рівняння (6) дає можливість виконувати розрахунки MIPS відповідно до значень завдання чинників. Як видно, українські вугільні шахти де-факто є підприємствами з переробки повітря та видобутку води, причому більш потужними, ніж за призначеним видом діяльності.

**Висновки.** Відповідно до поставленої у роботі мети на підставі проведених на кібернетичному сірому ящику, який абстрагує шахтний фонд України, багатofакторних гіпотетичних експериментів одержано оригінальну регресійну модель, що описує наповненість екологічного рюкзака українського вугілля. Вхідними сигналами екологічного рюкзака є п'ять чинників, а саме: біотичний; абіотичний; вода; повітря; переміщений в процесі виробництва ґрунт, функцією ж відгуку є їх сума. Експериментальні дослідження виконано за планом-матрицею виду  $2^{(5-2)}$  з 8 дослідями, яка є дробовою реплікою повного факторного експерименту.

За результатом перебору варіантів виявилось, що всі чинники, окрім першого (біотичні матеріали), є статистично значущими, найбільшим за силою впливу на функцію відгуку є повітря, що переробляється в процесі видобування вугілля, другим за силою впливу є вода, третім чинником – обсяги переміщеної породи і четвертим за рангом – абіотичні матеріали, що зокрема містять паливо та електроенергію. Таки чином, вугільні шахти фактично є підприємствами з переробки повітря і видачі води, більш потужними, ніж за призначеним видом діяльності.

Одержано регресійну залежність, яка дозволяє прогнозувати наповненість екологічного рюкзака за значеннями вхідних чинників.

У подальшому доцільно розробити моделі екологічного рюкзака електроенергії, яку виробляють на теплових електростанціях, та інших продуктів металургійного виробництва – залізної руди і сталю прокату.

#### Список використаних джерел

1. Bringezu S., Yuichi M. Material flow analysis. Green accounting. Routledge, 2018. P. 149-166.
2. Laner D., Rechberger H., Astrup T. Systematic evaluation of uncertainty in material flow analysis. *Journal of Industrial Ecology*. 2014. 18(6). P. 859-870. DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.12143>.
3. Brunner P. H., Rechberger H. Handbook of material flow analysis: For environmental, resource, and waste engineers. CRC press, 2016.

4. Кудрявцева О. В. Экологическая эффективность на макроуровне: потоки ресурсов, модель межотраслевого баланса и экспорт воды в российской экономике. *Экономика и математические методы*. 2008. Т. 44.4. С. 39-48.

5. Schmidt-Bleek F. MIPS and ecological rucksacks in designing the future. In Proceedings Second International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing. *IEEE*. P. 1-8.

6. Saurat M., Ritthoff M. Calculating MIPS 2.0. *Resources*. 2013. No. 2. P. 581-607. DOI: <https://doi.org/10.3390/resources2040581>.

7. Ritthoff M., Rohn H., Liedtke C. Calculating MIPS: Resource productivity of products and services. 2002. P. 56.

8. Wiesen K., Saurat M., Lettenmeier M. Calculating the Material Input per Service Unit using the Ecoinvent database. *International Journal of Performance Engineering*. 2014. Vol. 10, no. 4. P. 357-366.

9. Laakso S., Lettenmeier M. Household-level transition methodology towards sustainable material footprints. *Journal of Cleaner Production*. 2016. 132. P. 184-191. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.009>.

10. Mostert C., Bringezu S. Measuring Product Material Footprint as New Life Cycle Impact Assessment Method: Indicators and Abiotic Characterization Factors. *Resources*. 2019. Vol. 8(2). P. 61. URL: <https://www.mdpi.com/2079-9276/8/2/61>. DOI: <https://doi.org/10.3390/resources8020061>.

11. Draper N. R. Introduction to Box and Wilson (1951) on the experimental attainment of optimum conditions. *Breakthroughs in Statistics: Methodology and Distribution*. 1992. P. 267-269. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4380-9\\_22](https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4380-9_22).

12. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. 280 с.

13. Череватський Д. Ю. Вугільні гетерархії: теорія та практика трансформації галузі: монографія / НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ, 2020. 288 с.

14. Качко Ф. Я. Организация грузопотоков и оптимизация транспортных грузовых процессов расходных складов шахт. Днепропетровск: Днепропетровский горный институт, 1988. 16 с.

15. Cherevatskyi D., Atabyekov O. EROI of the Ukrainian coal. *Економічний вісник Донбасу*. 2017. № 4 (50). С. 20-31.

16. Скубенко В. П. Об учете косвенного расхода электроэнергии на процессах добычи угля. *Экономические проблемы и перспективы стабилизации экономики Украины*: сб. науч. тр. Донецк: ИЭП НАН Украины. 1998. С. 309-317.

17. Скубенко В. П., Череватский Д. Ю. Эффективность использования угольного топлива и кризис угольной промышленности. *Проблемы повышения эффективности функционирования предприятий различных форм собственности*: сб. науч. тр. Донецк: ИЭП НАН Украины, 1998. С. 135-143.

#### References

1. Bringezu, S., Yuichi, M. (2018). Material flow analysis. Green accounting. Routledge.
2. Laner, D., Rechberger, H., Astrup, T. (2014). Systematic evaluation of uncertainty in material flow

- analy-sis. *Journal of Industrial Ecology*, 18(6), pp. 859-870. DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.12143>.
3. Brunner, P. H., Rechberger, H. (2016). Handbook of material flow analysis: For environmental, resource, and waste engineers. CRC press.
4. Kudryavtseva, O. V. (2008). Ekologicheskaya effektivnost' na makrourovne: potoki resursov, model' mezhotraslevogo balansa i eksport vody v rossiyskoy ekonomike [Ecological efficiency at the macro level: resource flows, input-output model and water export in the Russian economy]. *Ekonomika i matematicheskie metody – Economics and mathematical methods*, Vol. 44.4, pp. 39-48 [in Russian].
5. Schmidt-Bleek, F. MIPS and ecological rucksacks in designing the future. In Proceedings Second International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing. *IEEE*.
6. Saurat, M., Ritthoff, M. (2013). Calculating MIPS 2.0. *Resources*, 2, pp. 581-607. DOI: <https://doi.org/10.3390/resources2040581>.
7. Ritthoff, M., Rohn, H., Liedtke, C. (2002). Calculating MIPS: Resource productivity of products and services.
8. Wiesen, K., Saurat M., Lettenmeier, M. (2014). Calculating the Material Input per Service Unit using the Ecoinvent database. *International Journal of Performability Engineering*, 10 (4), pp. 357-366.
9. Laakso, S., Lettenmeier, M. (2016). Household-level transition methodology towards sustainable material foot-prints. *Journal of Cleaner Production*, 132, pp. 184-191. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.009>.
10. Mostert, C., Bringezu, S. (2019). Measuring Product Material Footprint as New Life Cycle Impact Assessment Method: Indicators and Abiotic Characterization Factors. *Resources*, 8(2), p. 61. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2079-9276/8/2/61>. DOI: <https://doi.org/10.3390/resources8020061>.
11. Draper, N. R. (1992). Introduction to Box and Wilson (1951) on the experimental attainment of optimum conditions. (pp. 267-269). *Breakthroughs in Statistics: Methodology and Distribution*. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4380-9\\_22](https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4380-9_22).
12. Adler, Yu. P., Markova, E. V., Granovskiy, Yu. V. (1976). Planirovanie eksperimenta pri poiske optimalnykh usloviy [Planning an experiment in the search for optimal conditions]. Moscow, Nauka. 280 p. [in Russian].
13. Cherevatskyi, D. Yu. (2020). Vuhilni heterarkhii: teoriia ta praktyka transformatsii haluzi [Coal Heterarchies: Theory and Practice of Industry Transformation]. Kyiv, IIE of NAS of Ukraine. 288 p. [in Ukrainian].
14. Kachko, F. Ya. (1988). Organizatsiya gruzopotokov i optimizatsiya transportnykh gruzovykh protsessov rashodnykh skladov shaht [Organization of cargo flows and optimization of transport cargo processes of consumable warehouses of mines]. Dnepropetrovsk, Dnepropetrovskiy gornyy institut. 16 p. [in Russian].
15. Cherevatskyi D., Atabyekov O. (2017). EROI of the Ukrainian coal. *Ekonomichnyi visnyk Donbasu – Economic Herald of the Donbas*, 4 (50), pp. 20-31.
16. Skubenko, V. P. (1998). Ob uchete kosvennogo rashoda elektroenergii na protsesah dobyichi uglia [On accounting for indirect consumption of electricity in the processes of coal mining]. *Ekonomicheskie problemy i perspektivy stabilizatsii ekonomiki Ukrainy – Economic problems and prospects for stabilizing the economy of Ukraine*, pp. 309-317. Donetsk, IIE of NAS of Ukraine [in Russian].
17. Skubenko, V. P., Cherevatskyi, D. Yu. (1998). Effektivnost ispolzovaniya ugolnogo topliva i krizis ugolnoy promyshlennosti [Coal fuel use efficiency and the crisis of the coal industry]. *Problemy povysheniya effektivnosti funktsionirovaniya predpriyatiy razlichnykh form sobstvennosti – Problems of improving the efficiency of the functioning of enterprises of various forms of ownership*, pp. 135-143. Donetsk IIE of NAS of Ukraine [in Russian].

Стаття надійшла до редакції 18.10.2022

**Формат цитування:**

Череватський Д. Ю., Бойко О. В. Регресійна модель екологічного рюкзака українського вугілля. *Вісник економічної науки України*. 2022. № 2 (43). С. 41-45. DOI: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2022.2\(43\).41-45](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2022.2(43).41-45)

Cherevatskyi, D. Yu., Bojko, O. V. (2022). Regression Model of Ecological Backpack Ukrainian Coal. *Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy*, 2 (43), pp. 41-45. DOI: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2022.2\(43\).41-45](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2022.2(43).41-45)