

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-59-105>

УДК 330.46:622

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА СИНЕРГЕТИЧНОГО ЕФЕКТУ УПРАВЛІННЯ ДИНАМІКОЮ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ГІРНИЧОРУДНОГО ПІДПРИЄМСТВА

ECONOMIC ASSESSMENT OF THE SYNERGIC EFFECT OF MANAGING THE DYNAMICS OF ELECTRIC CONSUMPTION OF A MINING ENTERPRISE

Кочура Денис Віталійович

аспірант,

НТУ «Дніпровська політехніка»

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1639-6578>**Kochura Denys**

NTU «Dnipro Polytechnic»

На гірничорудних підприємствах використовується метод зниження витрат на електроенергію шляхом управління динамікою електроспоживання і метод зниження виробничої собівартості продукції за рахунок підвищення ритмічності виробництва. Об'єднавши ці два методи, можна одержати синергетичний економічний ефект. Метою статті є обґрунтування методики оцінки синергетичного ефекту від управління ритмічністю виробництва та динамікою електроспоживання гірничорудних підприємств. Розроблено методику економічної оцінки заходів з покращення динаміки електроспоживання та виробничої ритмічності гірничорудного підприємства. Вперше встановлено вплив заходів з управління динамікою електроспоживання на виробничу ритмічність гірничорудного підприємства, а також синергетичний економічний ефект від економії електричної енергії і покращення ритмічності. Практична цінність статті полягає в тому, що розроблена методика дозволяє знизити собівартість продукції та підвищити прибуток гірничорудного підприємства.

Ключові слова: економічний ефект, синергетичний ефект, ритмічність виробництва, енергозбереження, гірничорудні підприємства.

Mining enterprises use a method to reduce electricity costs by managing the dynamics of power consumption. The introduction of this method gives an economic effect: due to energy savings, the share of the cost of electricity in the structure of the production cost of products of mining companies is reduced. A method is used to reduce the production cost of products by increasing the rhythm of production, for the implementation of which a set of organizational, technical and economic measures is being developed. The implementation of these measures makes it possible to reduce the cost of production at mining enterprises by increasing production volumes, reducing working time costs, and reducing penalties and fines. A synergistic economic effect can be obtained by combining these two methods. The key solution to this problem is the simultaneous control of the dynamics of power consumption and the rhythm of production, which are interconnected by the specific costs of electricity for the production of one ton of products. The purpose of the article is to substantiate the methodology for assessing the synergistic effect of managing the rhythm of production and the dynamics of power consumption of mining enterprises. To determine the most effective measures that simultaneously improve the rhythm of production and the dynamics of power consumption, the method of set theory was used; to assess the synergistic effect from the implementation of the most effective measures - analysis methods. A methodology has been developed for the economic assessment of measures to simultaneously manage the dynamics of power consumption and the production rhythm of a mining enterprise. For the first time, the influence of measures to manage the dynamics of electricity consumption on the production rhythm of a mining enterprise and obtaining a synergistic economic effect from saving electrical energy and improving the rhythm of the operation of a mining enterprise has been established. The practical value of the article lies in the fact that the developed methodology for the economic assessment of measures to improve the dynamics of power consumption and production rhythm makes it possible to reduce the cost of production and increase the profit of a mining enterprise.

Keywords: economic effect, synergetic effect, rhythm of production, energy saving, mining enterprises.

Постановка проблеми. На гірничорудних підприємствах використовується метод зниження витрат на електроенергію шляхом управління динамікою електроспоживання. Впровадження цього методу дає можливість знизити питому вагу електроенергії у структурі виробничої собівартості продукції гірничорудних підприємств за рахунок економії електроенергії. Також використовується метод зниження виробничої собівартості продукції за рахунок підвищення ритмічності виробництва. Реалізація комплексу організаційних, технічних та економічних заходів дозволяє знизити собівартість продукції гірничорудних підприємств за рахунок збільшення обсягів виробництва, зменшення витрат робочого часу, зниження пені та штрафів. Об'єднавши ці два методи, можна одержати синергетичний економічний ефект. Ключовим у вирішенні цієї проблеми є одночасне управління динамікою електроспоживання та ритмічністю виробництва, які пов'язані між собою питомими витратами електроенергії на виробництво однієї тони продукції. Тобто можлива оперативна оцінка ритмічності виробництва за параметрами динаміки електроспоживання. Для вирішення цієї проблеми необхідно розробити методику оцінки синергетичного економічного ефекту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

І. А. Белкіна, Р. М. Лепа та Є. В. Кочура [1] висвітлюють вплив періоду подачі руди на економічні показники збагачувальної фабрики. А. А. Гаренко, Є. В. Кочура [2] методом імітаційного моделювання досліджують вплив періоду подачі руди на дробарну фабрику на формування собівартості продукції. Ю. Б. Кашубіна [3] розглядає проблеми управління ритмічністю операційної діяльності гірничодобувного підприємства. С. В. Максимов і Г. В. Темченко на підставі аналізу структури витрат залізвмісткої продукції гірничорудних підприємств і подальшого розрахунку енергомісткості виробництва пропонують впровадити у виробничий процес гірничорудних підприємств енергозберігаючих технологій, що дозволить зменшити матеріало- та енергомісткість залізвмісткої продукції. Д. В. Кочура [5] виконує економічну оцінку динаміки енергоспоживання виробничих підрозділів підприємств та обґрунтовує, що економічне управління динамікою електроспоживання шляхом матеріального стимулювання робітників дає можливість економити електричну енергію та отримувати додатковий прибуток. Аналіз літературних джерел використано для обґрунту-

вання економічних, організаційних та технічних заходів з покращення ритмічності та динаміки енергоспоживання. Проте автори не розглядають питання контролю і управління ритмічністю виробництва, не досліджують зв'язок динаміки електроспоживання та ритмічності виробництва.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Дотепер у науковій літературі з досліджуваної проблематики не розглядалась проблема одночасного управління динамікою електроспоживання та ритмічністю виробництва з метою отримання синергетичного економічного ефекту.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є обґрунтування методики оцінки синергетичного ефекту від управління ритмічністю виробництва та динамікою електроспоживання гірничорудних підприємств.

Для визначення найбільш ефективних заходів, які одночасно покращують ритмічність виробництва та динаміку електроспоживання використано метод теорії множин; для оцінки синергетичного ефекту від впровадження найбільш ефективних заходів – методи аналізу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Ритмічність виробничого процесу – це точне виконання запланованого обсягу виробництва продукції за конкретний відрізок часу (годину, зміну, добу, місяць і т. п.). Вона впливає на продуктивність, обсяг виробленої продукції, її собівартість, прибуток та інші економічні показники роботи підприємства. На гірничорудних підприємствах можна підвищити ритмічність виробництва шляхом покращення планування, організації планово-передувальних ремонтів обладнання, оперативного контролю за виконанням планових завдань, зменшення дисперсії коливань якості руди, усереднення руд, удосконалення системи матеріального стимулювання. На ритмічність випуску продукції впливають природні, техногенні та людські чинники. Вони спричиняють прості обладнання, які є основним чинником порушення ритмічності виробництва. Заходи з контролю ритмічності не дозволяють оперативно оцінювати ритмічність у процесі виробництва, оскільки базуються на визначенні обсягів вже випущеної продукції.

Обґрунтуємо зв'язок між ритмічністю виробництва та витратами електроенергії. Питомі витрати електроенергії на виробництво однієї тони продукції:

$$q = \frac{E_i}{M_i}, \frac{\text{квт год}}{m}, \quad (1)$$

де E_i – кількість витраченої електроенергії за i -й відрізок часу t_i ; M_i – кількість виробленої продукції за відрізок часу t_i .

Фактичний обсяг продукції за відрізок часу:

$$M_i = \frac{E_i}{q}, \quad (2)$$

Електрична енергія, що споживається за i -й відрізок часу t_i :

$$E_i = P_i \cdot t_i, \quad (3)$$

де P_i – електрична активна потужність, що споживається за час t_i .

Ритмічність виробництва можна розрахувати за формулами:

$$K_p = \frac{\sum_{i=1}^n M_i}{\sum_{i=1}^n M_{ni}} = \frac{\frac{1}{q} \sum_{i=1}^n E_i}{\sum_{i=1}^n M_{ni}}, \quad (4)$$

де M_{ni} – плановий обсяг продукції, що повинен бути вироблений за відрізок часу t_i .

Аналіз виразів (3) і (4) показує, що ритмічність виробництва можна оцінювати за динамікою електроспоживання або активної потужності.

Як показано в роботі [5], динаміка енергоспоживання оцінюється за спектральною щільністю активної потужності, що споживається

виробничим процесом. Наприклад, на рис. 1 зображена спектральна щільність активної потужності, що споживається дробарною фабрикою гірничо-збагачувального комбінату.

Економічний ефект від впровадження заходів з покращення динаміки електроспоживання за період часу T згідно із [5]:

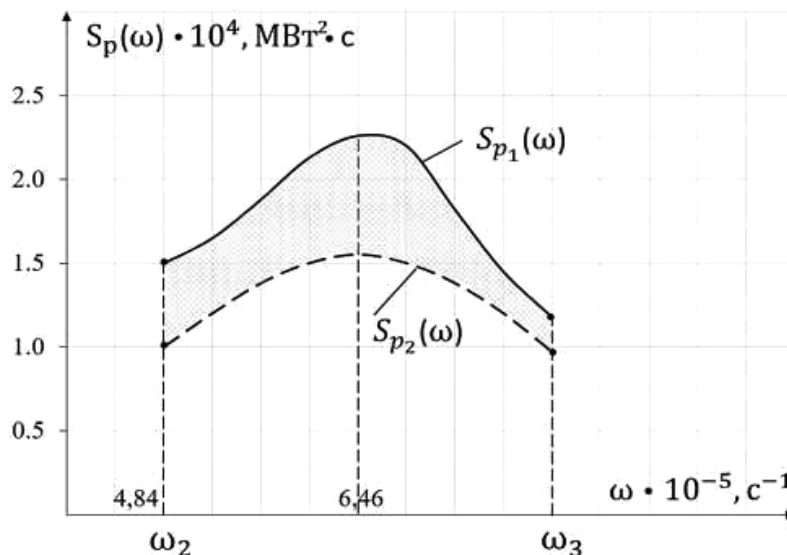
$$C = KT \sqrt{\left(\frac{1}{2\pi} \int_{\omega_2}^{\omega_3} S_{P1}(\omega) d\omega - \frac{1}{2\pi} \int_{\omega_2}^{\omega_3} S_{P2}(\omega) d\omega \right)}, \quad (5)$$

де K – тарифний коефіцієнт вартості 1 Мвт електроенергії, враховуючи її доставку та розподіл; T – період спостережень або звітності.

Згідно із сутністю спектральної щільності, яка демонструє розподіл дисперсій або середньоквадратичних відхилень складових гармонік, вираз у круглих дужках показує зменшення дисперсій або середньоквадратичних відхилень коливань активної потужності, що споживається дробарною фабрикою. Це відповідає зменшенню коливань обсягів продукції, що виробляється дробарною фабрикою, та підвищенню ритмічності виробництва.

Таким чином, впровадження заходів з покращення динаміки електроспоживання дає синергетичний економічний ефект за рахунок зниження витрат на електроенергію та підвищення ритмічності виробництва.

Заходи з покращення динаміки електроспоживання гірничорудних підприємств наве-



$S_p(\omega)$ – спектральна щільність; ω – кутова частота; $\omega_3 - \omega_2$ – діапазон робочих частот дробарної фабрики; $S_{p1}(\omega)$ – спектральна щільність до впровадження заходів з покращення динаміки електроспоживання; $S_{p2}(\omega)$ – спектральна щільність після впровадження заходів з покращення динаміки електроспоживання

Рис. 1. Спектральна щільність активної потужності дробарної фабрики

дені в [5]. Схема одержання синергетичного економічного ефекту зображена на рис. 2.

Синергетичний економічний ефект виникає внаслідок одночасного впливу заходів з покращення динаміки електроспоживання на складові зниження собівартості продукції у зв'язку із поліпшенням ритмічності виробництва.

Внаслідок неритмічної роботи підприємства знижується обсяг виробництва продукції через недовикористання потужностей виробничого обладнання і збільшення простоїв. Зв'язок між обсягом виробленої продукції та показниками ритмічності встановлюється експериментально у вигляді рівняння регресії:

$$V = f(\eta), \tag{6}$$

де V – обсяг виробленої продукції; η – показник ритмічності.

Через зміни обсягів виробленої продукції та умовно-постійних витрат на одну тону продукції рівень ритмічності впливає на зменшення собівартості продукції:

$$x = 100 - \left(a + \frac{100b}{m} \right), \% \tag{7}$$

де a – частка умовно-змінних витрат у собівартості продукції; b – умовно-постійні витрати у собівартості продукції; $m = (v''/v')100$ – індекс обсягу виробництва, %; v' та v'' – обсяги випуску продукції до і після впровадження заходів з покращення динаміки електроспоживання та ритмічності виробництва, тис. т.

Абсолютна зміна собівартості продукції визначається за формулою:

$$\Delta C_1 = C' X : 100, \tag{8}$$

де C' – собівартість однієї тони виробленої продукції до впровадження заходів з покращення динаміки електроспоживання та ритмічності виробництва.

Неритмічна робота спричиняє збільшення витрат робочого часу через простої. Додаткові витрати на оплату простоїв розраховують за визначений період часу та включають у собівартість продукції ΔC_2 .

Синергетичний ефект зниження собівартості продукції за рахунок покращення ритмічності та динаміки електроспоживання розраховується за формулою:

$$\Delta C = \Delta C_0 + \Delta C_1 + \Delta v_2 + \Delta C_3, \tag{9}$$

де ΔC_0 – зниження собівартості продукції за рахунок зниження витрат на електроенергію; ΔC_1 – зниження собівартості за рахунок збільшення обсягів виробництва; ΔC_2 – зниження собівартості за рахунок зменшення витрат робочого часу; ΔC_3 – зниження собівартості за рахунок зменшення пені та штрафів.

Додатковий прибуток за рахунок покращення динаміки електроспоживання та ритмічності виробництва:

$$\Delta \Pi = V''(C - (C - \Delta C)) - V'(C - C), \tag{10}$$

де v' та v'' – обсяги випуску продукції відповідно до та після покращення динаміки електроспоживання та ритмічності виробництва, тис. т; C – ціна продукції, грн/т; C – собівартість виробництва однієї тони продукції

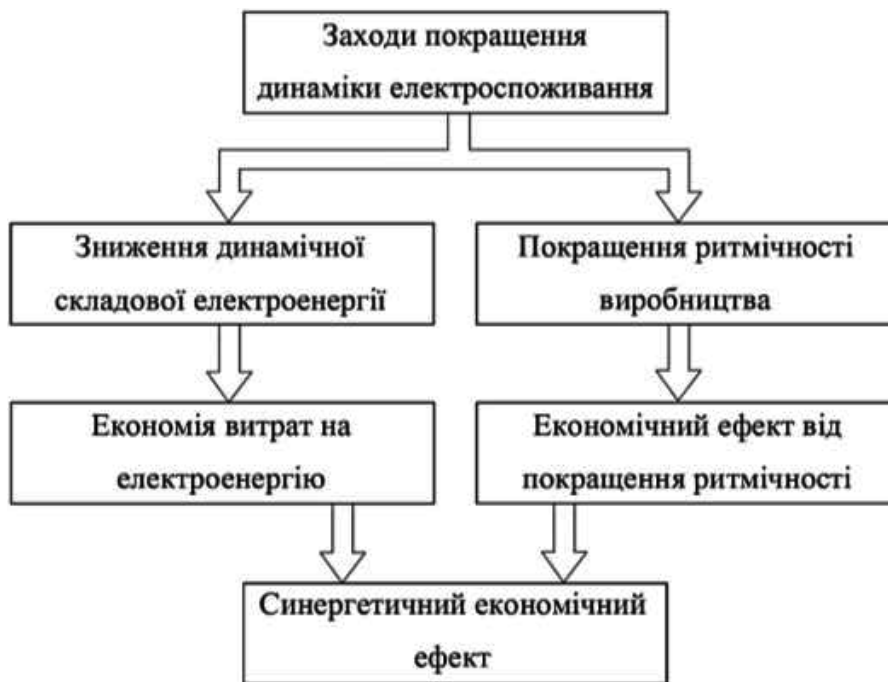


Рис. 2. Схема одержання синергетичного економічного ефекту

до покращення динаміки електроспоживання та ритмічності виробництва, грн/т; ΔC – зниження собівартості продукції згідно з формулою (9).

Висновки. Впровадження заходів з покращення динаміки електроспоживання гірничорудного підприємства забезпечує одержання синергетичного економічного ефекту від еко-

номії витрат на електроенергію та покращення ритмічності виробництва. Розроблено методу економічної оцінки заходів з одночасного управління динамікою електроспоживання та виробничою ритмічністю гірничорудного підприємства, яка передбачає розрахунок зниження виробничої собівартості продукції та одержання додаткового прибутку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Белкіна І. А., Лепа Р. М., Кочура Є. В. Економіко-математичне моделювання впливу режимів рудоподачі на ефективність використання економічного потенціалу гірничо-збагачувального підприємства : монографія. Дніпро : Національний гірничий університет, 2013. 123 с.
2. Гаренко А. А., Кочура. Є. В. Формування собівартості продукції дробарних фабрик в умовах багатозонального тарифу на електроенергію : монографія. Дніпро : Національний гірничий університет, 2012. 146 с.
3. Кашубіна Ю. Б. Управління ритмічністю операційної діяльності гірничодобувного підприємства. *Економіка: проблеми теорії та практики*. 2010. Вип. 259. С. 1315–1321.
4. Максимов С. В., Темченко Г. В. Дослідження енергомісткості витрат гірничорудних підприємств. *Економічний вісник НГУ*. 2012. № 2. С. 52–56.
5. Кочура Д. В. Економічна оцінка динаміки енергоспоживання виробничими підрозділами підприємства. *Економічний вісник НТУ «Дніпровська політехніка»*. 2023. № 1. С. 145–149.

REFERENCES:

1. Bielkina I. A., Lepa R. M., Kochura Ye. V. (2013) *Ekonomiko-matematychnе modeliuвання vplyvu rezhyziv rudopodachi na efektyvnist vykorystannia ekonomichnoho potentsialu hirnycho-zbahachuvalnoho pidpriemstva* [Economic and mathematical modeling of the influence of ore supply modes on the efficiency of using the economic potential of a mining and processing enterprise]. monohrafiia [a monograph]. Dnipro : Natsionalnyi hirnychyi universytet, 123 p. (in Ukrainian)
2. Harenko A. A., Kochura. Ye. V. (2012) *Formuvannia sobivartosti produktsii drobarnykh fabryk v umovakh bahatozonalnoho taryfu na elektroenerhiiu* [Formation of the cost of production of crushing factories in the context of a multi-zone electricity tariff] : monohrafiia [a monograph]. Dnipro : Natsionalnyi hirnychyi universytet, 146 p. (in Ukrainian)
3. Kashubina Yu. B. (2010) *Upravlinnia rytmichnistiu operatsiinoi diialnosti hirnychodobuvnoho pidpriemstva* [Managing the rhythm of operating activities of a mining enterprise]. *Ekonomika: problemy teorii ta praktyky – Economics: problems of theory and practice*, vol. 259, pp. 1315–1321.
4. Maksymov S. V., Temchenko H. V. (2012) *Doslidzhennia enerhomistkosti vytrat hirnychorudnykh pidpriemstv* [Study of energy intensity of mining enterprises' expenses]. *Ekonomichnyi visnyk NHU – Economic Bulletin of NSU*, no. 2, pp. 52–56.
5. Kochura D. V. (2023) *Ekonomichna otsinka dynamiky enerhospozhyvannia vyrobnychymy pidrozdilamy pidpriemstva* [Economic assessment of the dynamics of energy consumption by the company's production divisions]. *Ekonomichnyi visnyk NTU «Dniprovska politekhnik» – Economic Bulletin of NTU "Dniprovska Polytechnic"*, no. 1, pp. 145–149.