

## УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ МАТЕРІАЛЬНОГО ЗАОХОЧЕННЯ ПРАЦІВНИКІВ ГІРНИЧОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВ З УРАХУВАННЯМ РІВНЯ ДИНАМІКИ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

*Д. В. Кочура, аспірант. НТУ «Дніпровська політехніка»,  
kochura.de.v@nmti.one, orcid.org/0000-0002-1639-6578*

**Методологія дослідження.** Теоретико-методологічною основою дослідження послугували економіко-математичні методи спектрального аналізу динаміки енергоспоживання підрозділами гірничо-збагачувальних підприємств, зокрема, гірничо-транспортним комплексом, дробарною та збагачувальною фабриками. Економічна оцінка результатів виконання заходів із енергозбереження проводилась методами вартісного аналізу.

**Результати.** Удосконалено механізм матеріального заохочення персоналу гірничо-рудних підприємств на основі встановлення залежності рівня матеріального стимулювання працівників окремих підрозділів підприємства не тільки від зниження загальних витрат електроенергії, а й від рівня її динамічної складової. Доведено, що це відкриває додаткові можливості для зменшення загальних витрат електроенергії на виробництво товарної продукції гірничорудних підприємств, а отже, може вважатися новим підходом до вирішення проблеми економічного стимулювання енергозбереження на гірничорудних підприємствах.

**Новизна.** Вперше запропонована система матеріального стимулювання працівників гірничо-рудних підприємств, яка враховує не тільки рівень виконання планових завдань з обсягу та якості продукції, а поряд з цим також враховує питомі витрати електроенергії та рівень динаміки енергоспоживання.

**Практична значущість.** Розроблена методика та система матеріального заохочення працівників окремих підрозділів гірничо-рудного підприємства за їхній внесок у вирішення проблеми енергозбереження враховує конкретний внесок працівників кожного підрозділу підприємства в енергоефективність та енергозбереження з урахуванням рівня динаміки енергоспоживання.

**Ключові слова:** енергоефективність, енергозбереження, матеріальне заохочення працівників, гірничо-рудні підприємства, система оплати праці.

**Постановка проблеми.** Специфіка гірничо-рудних підприємств визначає велику частку витрат на електроенергію (до 50%) в структурі виробничої собівартості залізородного концентрату. Тому ці підприємства визначаються як енергоємні. У зв'язку із російсько-українською війною виробництво чавуну і сталі в Україні зв'язано з великими труднощами. Тому для вітчизняних гірничорудних компаній єдиною можливістю працювати став експорт. До війни 60 % експорту залізородної сировини йшло морем в Китай, країни Магрибу та Близького Сходу, Турцію. Зараз в умовах блокади морських портів єдиною можливістю експорту стала Європа.

У зв'язку із відмовою Європейських металургів від роботи з російськими постачальниками Україна наростила свою частку залізородної сировини в країнах ЄС до 30%. Собівартість виробництва залізородної сировини значно зросла вже до війни. На початок 2022 року ціни на виробництво залізородного концентрату зросли на 34%. Цей ріст обґрунтувався стрибком цін на електроенергію. У 2023 році ця ситуація ще загострилась у зв'язку із обстрілами Росією енергетичної інфраструктури України та з подальшим підвищенням цін на електроенергію. Така ситуація поставила гірничо-рудні підприємства

на межу виживання. У зв'язку з цим проблема зниження витрат на електроенергію в структурі виробничої собівартості залізорудної сировини є дуже актуальною.

Проблема загострюється тим, що технологічне обладнання гірничо-рудних підприємств є застарілим. Перехід на більш енергоефективні технології та обладнання потребують великих інвестицій, що в умовах війни неможливо. Тому резерви зниження енергетичної складовою виробничої собівартості залізорудної сировини треба шукати нетрадиційними методами там, де не треба значних капітальних вкладень. Енергоспоживання гірничо-рудних підприємств має нерівномірний характер. Коливання електричної потужності, що споживається гірничо-транспортними комплексами, дробарними та збагачувальними фабриками складає 20–30 відсотків від загальної встановленої потужності електрообладнання що дорівнює сотні тисяч та мільйони кВт. Ці коливання визначаються дискретним характером добутку та подачі руди, коливаннями кількості та якості руди, режимами роботи гірничо-транспортного комплексу. Тобто загальна активна потужність та електрична енергія, що споживається підприємством у часі має дві складові – статичну та динамічну. Статична складова визначається типом та потужністю встановленого електрообладнання, номінальними технологічними режимами роботи, середніми значеннями якісних характеристик руди. Динамічна складова визначається ритмічністю виробництва, дисперсією коливань якості руди, реальними режимами роботи та технічним станом гірничо-транспортного, дробарного та збагачувального обладнання, сумлінністю та дисципліною виконання своїх обов'язків працівниками підприємства. Економічне стимулювання працівників підприємства за енергозбереження як правило визначається за критеріями загального енергоспоживання підприємства за конкретний період часу і не враховує динаміку енергоспоживання. Ці критерії визначаються в основному результатами роботи працівників підприємства по виконанню планових завдань, технологічних режимів, ритмічності виробництва, планово-попереджувальних ремонтів обладнання. Управління динамікою енергоспоживання економічними методами є

резервом зменшення енергетичної складовою виробничої собівартості залізорудної сировини. Тому проблема удосконалення механізму матеріального заохочення працівників гірничо-рудних підприємств з урахуванням рівня динаміки енергоспоживання з метою енергозбереження є актуальною.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблем енергозбереження присвячено багато досліджень. Так в роботі [1] запропоновані організаційні та технічні заходи енергозбереження в системах електропостачання об'єктів промисловості, будівництва та житлово-комунального господарства. В роботі [2] розглянуті загальні питання економічного стимулювання енергозбереження у контексті розвитку економіки України. В роботі [3] розроблені методологічні заходи прийняття управлінських рішень у сфері енергоефективності. В роботах [4,5] запропоновано за виконання заходів по енергозбереженню підвищувати зарплатню персоналу на 5%, 10% та 15% в залежності від кваліфікації. При чому рішення про підвищення зарплати приймається адміністративно-кваліфікаційною комісією на термін 3 місяці. У відомих літературних джерелах відсутні пропозиції щодо матеріального стимулювання працівників за економію динамічної складовою електричної енергії, що споживається підприємством.

**Формулювання мети статті.** Удосконалення механізму матеріального заохочення працівників гірничо-рудних підприємств з урахуванням рівня динаміки енергоспоживання з метою енерго-збереження.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Удосконалення системи матеріального заохочення працівників з урахуванням динаміки енергоспоживання буде виконуватись з урахуванням особливостей організації та ведення технологічних процесів для окремих підрозділів гірничо-збагачувального комбінату: кар'єра та гірничого-транспортного комплексу, дробарної та збагачувальної фабрики, а також виконання планових показників. Система повинна враховувати конкретний вклад в енергозбереження кожного підрозділа, а також показники енергоефективності. Вона повинна бути вбудована в існуючу систему матеріального заохочення, наприклад для підрозділів, що входять до

складу гірничого-добувного дивізіону групи «Метінвест». Конкретний вклад кожного підрозділу в поліпшення динаміки енергоспоживання визначається шляхом спектрального аналізу активної потужності, що споживається підприємством. Спектральна щільність активної потужності та її аналіз наведено на рис. 1

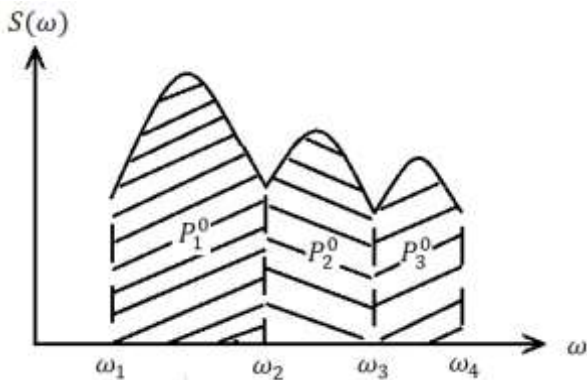


Рис. 1 Спектральна щільність динамічної складової потужності, що споживається гірничо-збагачувальним комбінатом

Позначення на мал. 1:

$S(\omega)$  – спектральна щільність активної потужності;

$\omega$  – кутова частота;

$(\omega_2 - \omega_1)$  – діапазон частот роботи гірничо-транспортного комплексу;

$(\omega_3 - \omega_2)$  – діапазон частот роботи дробарної фабрики;

$(\omega_4 - \omega_3)$  – діапазон частот роботи збагачувальної фабрики;

$P_1^0, P_2^0, P_3^0$  – динамічні складові активної потужності, що визначаються динамікою роботи відповідно гірничо-транспортного комплексу, дробарної та збагачувальної фабрики. Рівень динаміки енергоспоживання кожним підрозділом визначається числовими значеннями дисперсії коливань  $P_1^0, P_2^0, P_3^0$ . Згідно із теорією випадкових процесів:

$$P_1^0 = \int_{\omega_1}^{\omega_2} S(\omega) d\omega \quad (1)$$

$$P_2^0 = \int_{\omega_2}^{\omega_3} S(\omega) d\omega \quad (2)$$

$$P_3^0 = \int_{\omega_3}^{\omega_4} S(\omega) d\omega \quad (3)$$

Динамічна складова електричної енергії, що визначається динамікою роботи гірничо-транспортного комплексу:

$$E_1^0 = T \int_{\omega_1}^{\omega_2} S(\omega) d\omega, \quad (1)$$

де  $T$  – термін спостереження, або звітності, наприклад місяць.

Динамічна складова електричної енергії, що визначається динамікою роботи дробарної фабрики:

$$E_2^0 = T \int_{\omega_2}^{\omega_3} S(\omega) d\omega, \quad (2)$$

Динамічна складова електричної енергії, що визначається динамікою роботи збагачувальної фабрики:

$$E_3^0 = T \int_{\omega_3}^{\omega_4} S(\omega) d\omega, \quad (3)$$

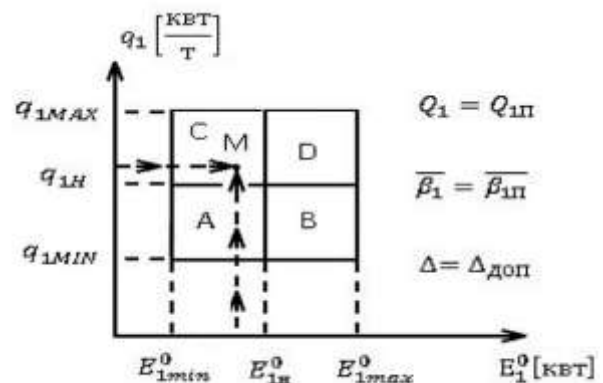
Динамічна складова електричної енергії, що споживається гірничо-збагачувальним комбінатом:

$$E^0 = E_1^0 + E_2^0 + E_3^0, \quad (4)$$

Розробимо систему матеріального стимулювання працівників за урахуванням рівня динаміки енергоспоживання на основі системи матеріального стимулювання працівників підприємств, що входять до складу гірничо-добувного дивізіону групи «Метінвест».

Правила роботи запропонованої системи пояснюються за допомогою рисунків 2а, 2б, 2в.

а)



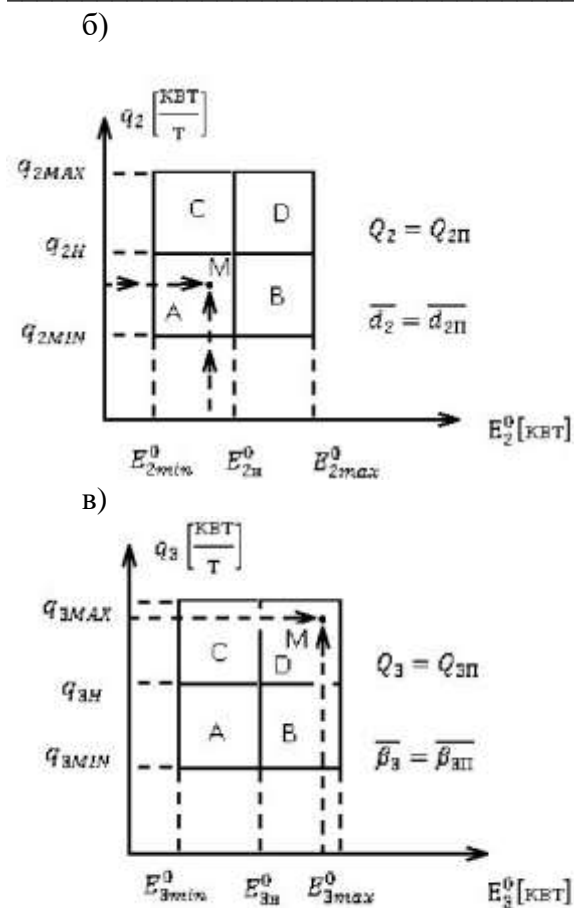


Рис.2. Графічна інтерпретація правил роботи системи матеріального заохочення працівників

- а) для працівників гірничо-транспортного комплексу;
- б) для працівників дробарної фабрики;
- в) для працівників збагачувальної фабрики.

Позначення на мал.2:

$q_1$  – питомі витрати на електроенергію у гірничо-транспортному комплексі;

$E_1$  – динамічна складова електричної енергії, що визначається динамікою роботи гірничо-транспортного комплексу;

$Q_{1П}$  – плановий обсяг постачання руди на дробарну фабрику;

$\beta_1$  – плановий показник якості руди (масова доля заліза в руді);

$\Delta_{доп}$  – допустимі питомі витрати дизельного палива на тону руди;

$q_2$  – питомі витрати електроенергії на дроблення тонни руди;

$E_2^0$  – динамічна складова електричної енергії, що визначається динамікою роботи дробарної фабрики;

$Q_{2П}$  – плановий обсяг дробленої руди, що постачається на збагачувальну фабрику;

$d_{2П}$  – планова середня крупність руди;  
 $q_3$  – питомі витрати електроенергії на збагачення тонни руди;

$E_3^0$  – динамічна складова електричної енергії, що визначається динамікою роботи збагачувальної фабрики;

$Q_{3П}$  – плановий випуск залізородного концентрату;

$\beta_{3П}$  – плановий вміст заліза в концентраті;

$E_{iH}^0, E_{imin}^0, E_{imax}^0$ , де  $i = 1,2,3$  – відповідно номінальні, мінімальні та максимальні допустимі значення динамічної складової електричної енергії;

$q_{iH}, q_{imin}, q_{imax}$ , де  $i = 1,2,3$  – відповідно номінальні, мінімальні та максимально допустимі значення питомих витрат на електроенергію.

За звітний період, наприклад місяць, квартал, рік визначаються середні, арифметичні значення динамічної складової електричної енергії та питомих витрат електроенергії. Пара цих значень відповідає точці М на мал.2.

Результати роботи працівників по виконанню завдань по енергоефективності та динаміки енергоспоживання для працівників кожного підрозділу визначається належністю точки М до множин або зон А, В, С, D. В залежності від цього визначається розмір доплат до базової ставки. В положенні підприємства про матеріальне стимулювання працівників показник виконання планових завдань по обсягу та якості товарної продукції запропоновано поділити на складові:

- виконання планових показників – 20% до базової ставки для робітників та 10% до базової ставки керівників та спеціалістів;

- виконання показників за рівнем енергоефективності та динаміки енергоспоживання:

- низький рівень коливань енергоспоживання при планових питомих витратах електроенергії (зона А) – 10% до базової ставки робітників та 5% до базової ставки керівників та спеціалістів;

- середній рівень коливань електроенергії при планових питомих витратах електроенергії (зона В) – 5% до базової ставки для робітників та 3% до базової ставки для керівників та спеціалістів.

–максимально допустимий рівень питомих витрат на електроенергію та низький рівень коливання електроспоживання (зона С) – 2% до базової ставки робітників та 1% до базової ставки для керівників та спеціалістів;

–високий допустимий рівень питомих витрат на електроенергію та високий рівень коливання електроспоживання (зона D) – 0% для усіх категорій робітників.

Алгоритм матеріального заохочення можна виразити за допомогою теорії множин:

$$\left. \begin{array}{l} M_i \in A, \text{ доплата } 5\% - 10\% \\ M_i \in B, \text{ доплата } 3\% - 5\% \\ M_i \in C, \text{ доплата } 1\% - 2\% \\ M_i \in D, \text{ доплата } 0\% \end{array} \right\} \quad (5)$$

Номінальні питомі витрати електроенергії  $q_{in}$  визначається за технологічними картами. Визначення меж допустимих значень виконується за результатами статистичної обробки результатів спостереження. Враховуючи, що енергетичні та технологічні параметри розподілені за нормальними законами [1], то можливо використати правило трьох сігм:

$$\begin{aligned} q_{imax} &= q_{ni} + 3\sigma_i \\ q_{imin} &= q_{ni} - 3\sigma_i \end{aligned}$$

Де  $\sigma_i$  – середньо-квадратичне відхилення  $i$ -го параметру, де  $i = 1, 2, 3$ .

Аналогічно експериментально визначаються межі допустимих значень  $E_{imax}^0$  та  $E_{imin}^0$  динамічних складових електричної енергії, що визначається роботою підрозділів гірничо-рудного підприємства.

**Висновки.** В результаті досліджень удосконалено механізм матеріального стимулювання працівників гірничо-рудних підприємств що одночасно враховує виконання планових показників по обсягу і якості продукції, енергоефективності і енергозбереження з урахуванням рівня динаміки енергоспоживання та конкретного вкладу працівників кожного підрозділу в зниження витрат на динамічну складову електричної енергії, що споживається підприємством.

Запропонована система матеріального стимулювання дозволяє виконувати моніто-

ринг ефективності впровадження персоналом заходів по енергоефективності та енергозбереженню за звітній період часу та здійснювати матеріальне стимулювання за кінцевими результатами роботи персоналу кожного виробничого підрозділу гірничо-рудного підприємства.

Напрямки подальших досліджень передбачають розробку комп'ютерної інформаційної системи моніторингу динаміки енергоспоживання та прийняття рішень по матеріальному стимулюванню працівників.

### Література

1. Практичний посібник з енергозбереження для об'єктів промисловості, будівництва та житлово-комунального господарства України. / під ред. А.М. Беленького, В.В. Прокопенко, А.В. Праховника. – Луганськ: Місячне сяйво, 2009. 696 с.

2. Сотник І.М. Економічне стимулювання ресурсозбереження у контексті сталого розвитку. *Економіст*. 2010. № 12. С. 72-75.

3. Суходоля О.М. Методологічні засади прийняття управлінських рішень у сфері енергоефективності. *Науковий вісник Академії муніципального управління. Сер. Управління*. 2010. Вип 3.

4. Белкіна І.А., Лєпа Р.М., Кочура Є.В. Економіко-математичне моделювання впливу режимів рудоподачі на ефективність використання економічного потенціалу гірничо-збагачувального підприємства. Д.: Національний гірничий університет, 2013. 123 с.

5. Гаренко А.А., Кочура Є.В. Формування собівартості продукції дробарних фабрик в умовах багато загального тарифу на електроенергію: Монографія. Д.: Національний гірничий університет, 2012. 146 с.

### References.

1. Bielenkiy, A.M., Prokopenko, V.V., & Prahovnyk, A.V. (2009). *Praktychnyi posibnyk z enerhozberezhennia dlia obiektiv promyslovosti, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy*. Luhansk: Misiachne siayvo,

2. Sotnyk, I.M. (2010). *Ekonomichne stymuliuvannia resursozberezhennia u konteksti staloho rozvytku*. *Ekonomist*, (12), 72-75.

3. Sukhodolia, O.M. (2010). *Metodolohichni zasady pryiniattia upravlinskykh rishen u sferi enerhoefektyvnosti*. *Naukovyi visnyk Akademii munitsypalnoho upravlinnia, Ser. Upravlinnia*, Issue 3.

4. Bielkina, I.A., Lepa, R.M., & Kochura, Ye.V. (2013). *Ekonomiko-matematychno modeliuвання vplyvu rezhymiv rudopodachi na efektyvnist vykorystannia ekonomichnoho potentsialu hirnycho-zbahachuvального pidpriemstva*. Dnipropetrovsk: Natsionalnyi hirnychiy universytet.

5. Harenko A.A., Kochura, Ye.V. (2012). *Formuvannia so-bivartosti produktsii drobarnykh fabryk v umovakh bahato zahalnoho taryfu na elektroenerhiiu*. Dnipropetrovsk: Natsionalnyi hirnychiy universytet.

IMPROVED SYSTEMS OF MATERIAL INCENTIVES FOR EMPLOYEES OF MINING  
ENTERPRISES TAKING INTO ACCOUNT THE LEVEL OF DYNAMIC ENERGY  
CONSUMPTION

*D. V. Kochura, Post-graduate student, Dnipro University of Technology*

**Methods.** The theoretical and methodological basis of the research is the economic and mathematical methods of spectral analysis of the dynamics of energy consumption by units of mining and beneficiation enterprises, in particular, the mining and transport complex, crushing and beneficiation factories. The economic evaluation of the results of energy saving measures is carried out using cost analysis methods.

**Results.** The mechanism of material incentives for employees of mining and ore enterprises has been improved based on the dependence of the level of material incentives for employees of individual units of the enterprise not only on the reduction of total electricity costs, but also on the level of the dynamic component of electric energy. This additionally allows to reduce the total costs of electricity for the production of commercial mining products ore enterprises, which is a new solution to the problem of economic stimulation of energy saving.

**Novelty.** For the first time, a system of material incentives for employees of mining enterprises is proposed, which takes into account not only the level of performance of planned tasks in terms of volume and quality of products, but also takes into account specific electricity costs and the level of energy consumption dynamics.

**Practical value.** The methodology and system of financial incentives for employees of individual divisions of the mining enterprise for energy saving has been developed, which takes into account the specific contribution of employees of each division of the enterprise to energy efficiency and energy saving, taking into account the level of energy consumption dynamics.

**Keywords:** energy efficiency, energy saving, material incentive of mining enterprise workers, labor payment system.

*Надійшла до редакції 10.11.23 р.*