



ECONOMICS

ЕКОНОМІКА

УДК 330.322:620.9

ЕКОНОМІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Ганна Нікульнікова; Ольга Бондарчук; Катерина Астаф'єва

Криворізький національний університет, Кривий Ріг, Україна

Резюме. Досліджено вплив умов реалізації інвестиційних проектів на рівень енергоспоживання промислових підприємств, а також за величиною економічної вигоди, отриманої у виробництві, запропоновано економічне оцінювання ефективності залізрудної продукції. В якості економічного критерію оцінювання ефективності енергозберігаючих заходів розраховано показники, що відображають ціну енергозбереження стосовно інвестиційних та експлуатаційних витрат. Практика оцінювання ефективності реалізації інвестиційних проектів зі зниження енергоємності виробництва показує, що в процесі їх контролю та оперативного управління пріоритет має надаватися натуральним показникам, а на поточному етапі перспективного планування – вартісним показникам. Запропоновано вдосконалену методіку оцінювання впровадження енергозберігаючих технічних рішень за натуральними показниками. Для цього необхідно виразити обсяг виробництва натуральних одиниць безпосередньо як функцію f від загальної кількості спожитої у виробництві енергії (прямої та уречевленої) і розрахувати додатковий обсяг виробництва, який можна отримати за рахунок заощаджених енергетичних ресурсів у процесі реалізації проекту, а також додатковий обсяг виробництва, отриманий у базовому варіанті за рахунок додаткових капіталовкладень. «Приведені» обсяги виробництва промислової продукції зіставляються між собою. Критерієм оцінки заходу з енергозбереження за умови використання натуральних показників є мінімальна величина сукупних енергетичних витрат, згідно з варіантом, на одиницю приведенного обсягу виробництва. Економічна оцінка енергозберігаючих технологій базується на розрахунку зміни (економії) таких показників: прямих витрат, інтегральних витрат і інтегрального ефекту, які розраховуються на основі показників, що характеризують величину загальної економії енергоресурсів відносно інвестиційних та експлуатаційних витрати. У свою чергу, це дає можливість для розрахунку мінімальних обсягів економії енергетичних ресурсів, необхідних для забезпечення ефективності інвестиційного проекту за заданим тарифом на енергію.

Ключові слова: енергозберігаючі технології, енергозберігаючі заходи, інвестиційні проекти, оптимізація.

https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2024.01.007

Отримано 25.10.2023

UDC 330.322:620.9

ECONOMIC ASSESSMENT OF INVESTMENT PROJECTS OF ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES

Hanna Nikulnikova; Olga Bondarchuk; Kateryna Astafieva

Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine

Summary. The article examines the influence of the conditions for the implementation of investment projects on the level of energy consumption of industrial enterprises, as well as the amount of economic benefits

received in production, and proposes an economic assessment of the efficiency of iron ore products. As an economic criterion for assessing the effectiveness of energy-saving measures, indicators were calculated that reflect the price of energy saving in relation to investment and operating costs. The practice of assessing the effectiveness of the implementation of investment projects to reduce the energy intensity of production shows that in the process of their control and operational management, priority should be given to natural indicators, and at the current stage of long-term planning – to cost indicators. An improved methodology for assessing the implementation of energy-saving technical solutions based on natural indicators is proposed. To do this, it is necessary to express the volume of production of natural units directly as a function f of the total amount of energy consumed in production (direct and embodied) and calculate the additional volume of production that can be obtained from saved energy resources during the implementation of the project, as well as the additional volume of production obtained in the basic version due to additional investments. The «given» volumes of industrial production are compared with each other. The criterion for evaluating energy saving measures using natural indicators is the minimum value of total energy costs according to the option, per unit of the given production volume. The economic assessment of energy-saving technologies is based on the calculation of changes (savings) in the following indicators: direct costs, integral costs and integral effect, calculated on the basis of indicators characterizing the amount of total energy resource savings in relation to investment and operating costs. In turn, this makes it possible to calculate the minimum volumes of energy resource savings required to ensure the effectiveness of an investment project at a given energy tariff.

Key words: energy-saving technologies, energy saving measures, investment projects, optimization.

https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2024.01.007

Received 25.10.2023

Постановка проблеми. Як відомо, в умовах сучасної виробничо-господарської діяльності енергозбереження на промислових підприємствах може здійснюватися двома шляхами. Перший базується на зміні динаміки енергоспоживання, через пряму зміну витрат палива та енергії на одиницю продукції (загальні витрати загалом зростають), за рахунок зниження енергоємності. Цього можна досягти шляхом переходу на нові технології та прямої заміни енергоємніших продуктів на менш енергоємні. Це агресивний спосіб економії енергії. Навпаки, другий підхід забезпечує енергозбереження не за рахунок зміни параметрів якості технології, а за рахунок простого збільшення частки низькоенергетичних продуктів у загальному виробництві без зміни енергоємності кожного виду продукту, що передбачає пасивний спосіб економії енергії.

При реалізації проектів енергозберігаючих технологій може статися так, що впровадження нових технологій безпосередньо допоможе підприємствам-виконавцям, які безпосередньо виробляють нове обладнання, а також предмети та матеріальні ресурси, необхідні для його експлуатації та обслуговування, знизити енергоспоживання, водночас збільшуючи енергоємність виробництва. Це не дозволяє казати про наскрізну енергоємність продукції та її значення в оцінюванні енергоефективності виробництва на галузевому та національному рівнях. Тому економічна доцільність упровадження енергозберігаючих проектів має ґрунтуватися не лише на перспективі власників проектів, у центрі якої – чистий прибуток, але й на вигодах усього суспільства, беручи до уваги переваги енергозбереження та скорочення викидів – раціональне використання дефіцитних ресурсів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Багато вітчизняних авторів розглядали питання економічного оцінювання інвестиційних проектів щодо ефективного використання енергетичних ресурсів у своїх наукових працях: В. Н. Гавва [1], Л. В. Запашук [4], Кривов'язюк [2], І. В. Міняйленко [2], О. В. Нусінова [6, 7], І. П. Оленка [8], О. С. Федоніна [10] та інші. Дослідженням у цьому напрямі присвячена науково-дослідна робота профільних інститутів НАН України та багатьох галузевих організацій і відомств. Проте наразі немає наукових розробок, які могли б повністю охопити питання енергозбереження з урахуванням специфіки галузі та сучасного стану економічного середовища, в якому працюють українські промислові підприємства. Крім того, не до кінця вивчено питання вибору об'єктів інвестування для промислових підприємств, що забезпечують ефективне використання енергетичних ресурсів та

максимальне зростання виробництва. Це завдання стало особливо актуальним у зв'язку з продовженням зростання цін на енергоносії, дефіцитом енергії та погіршенням технічних умов для видобутку корисних копалин.

Метою дослідження є розроблення критеріїв економічного оцінювання ефективності енергозберігаючих заходів при впровадженні гірничо-збагачувальними підприємствами нових енергозберігаючих технологій.

Постановка завдання. Для досягнення поставленої мети визначено основні наукові завдання: дослідити інтегральний показник оцінювання енергетичних та економічних витрат промислового підприємства, який дозволяє охопити в одне ціле всі види енергії, що використовується; оцінити варіанти впровадження енергозберігаючих технологій на основі натуральних показників.

Для вирішення поставлених завдань використано такі методи: аналіз, синтез, узагальнення, аналогія, системний підхід.

Виклад основного матеріалу. Завдання оцінювання ефективності проекту енергозбереження – це такий вид завдання, який забезпечує найкращий варіант вирішення досягнення конкретного (заданого) результату з найменшими витратами ресурсів. Такі завдання є екстремальними, оскільки оптимальне рішення необхідно вибирати за умови врахування кінцевих та дефіцитних джерел енергії.

При цьому результат будь-якої роботи оцінюється, виходячи із витрат, які її спричинили. Критерій оптимальності для будь-якої конкретної економічної задачі може бути лише показником цінності. Немає і не може бути такого натурального показника, який би вичерпно характеризував результати виробництва. Практично завжди можна знайти способи зниження будь-якого натурального показника, але ґрунтувати своє рішення слід лише на оцінюванні кількості фінансових чи матеріальних ресурсів, витрати яких призводять до бажаного результату.

Практика енергогосподарської діяльності гірничо-збагачувального підприємства та оцінювання ефекту від реалізації інвестиційних проектів щодо зниження енергоємності виробництва показує, що в процесі її регулювання та оперативного управління експлуатацією пріоритет слід віддавати натуральним показникам, а на поточному етапі перспективного планування – вартісним. Це дозволяє враховувати прямий вплив умов реалізації інвестиційних проектів на рівень енергоспоживання та оцінювати їх ефективність за величиною отриманого економічного ефекту.

Тому доцільно й достатньо порівнювати вибір технологій за двома показниками: питомими приведеними витратами енергії в натуральному вираженні та питомими приведеними економічними витратами у вартісному вираженні (у разі, коли капітальні витрати не очікуються, другим показником є поточні питомі економічні витрати).

Щоб полегшити процедуру правильного оцінювання можливих варіантів двох видів показників, необхідно вибрати одиницю виміру, за допомогою якої можна порівнювати сукупність розмірностей значень двох показників. Такою мірою може бути гривня за кубічний метр. Оскільки ми знаємо ціну за умовну тонну палива, порівняльне оцінювання конкуруючих варіантів слід проводити шляхом підсумовування питомих енерговитрат у грошах та питомих наведених економічних витрат. При цьому найкращому варіанту відповідає мінімальне значення цієї суми, яке розраховується як

$$E' = \frac{e \cdot F_t + S_d}{V}, \text{ грн/т(м}^3\text{)}, \quad (1)$$

де e – питомі приведені витрати енергетичних ресурсів;

F_t – вартість умовної тонни палива;

S_d – питомі приведені економічні витрати.

Цей інтегральний показник оцінки енергетичних та економічних витрат на видобуток та переробку, що охоплює всі види використання енергії в одному наборі, та всі види економічних витрат (поточні та капітальні), може бути використаний для комплексного оцінювання організації та технології промислового виробництва, а саме, за енергетичним та економічними витратами.

Сума поточних витрат та капітальних вкладень для базового варіанта з коригуванням на обсяг виробництва варіанта, який упроваджується, визначається за формулою

$$S_s = S_b V_1/V_0, \quad (2)$$

де S_s – витрати, які скориговані, базового варіанта, грн;

S_b – фактичні витрати базового варіанта, грн;

V_0, V_1 – обсяг виробництва за базовим варіантом та варіантом нової техніки в натуральних показниках.

Основою оцінювання енергозберігаючих технологій, виходячи з головної мети їх упровадження, є не вартісна, а так звана ресурсна оцінка, що характеризує зміну необхідних для виробництва продукту ресурсів, виражену у натуральних одиницях.

Аналіз доступних методів оцінювання ресурсів [1–4] показує, що запропоновані в роботах показники з використанням ресурсів у натуральному вираженні також не дозволяють повною мірою усунути фактори суб'єктивності й можливої зміни цін.

Відповідно до основних положень цих підходів можна запропонувати новий метод оцінювання варіантів упровадження енергозберігаючих технологій на основі натуральних показників. Для цього необхідно виразити обсяг виробництва в натуральних одиницях безпосередньо як функцію f від обсягу, витраченого на виробництво сукупних енергетичних ресурсів (прямий та уречевлених), що також вимірюється в натуральних одиницях (умовних тоннах палива).

По-перше, визначається зміна кількості продукції, яка може бути виготовлена за технологією базового варіанта, за умови, що кількість енергії, що споживається при його роботі, відповідає енерговитратам технології нового варіанта після введення її в експлуатацію.

Слід зазначити, що варіанти, що впроваджують які технології, вимагають додаткових капітальних вкладень, що дозволить закупити певну кількість виробничих ресурсів та додаткову продукцію з використанням базового варіанта. При цьому такий капітал перерозподіляється протягом терміну експлуатації нового об'єкта обладнання з урахуванням вартості грошей у часі (дисконтування) [7, с. 50].

Річний приріст виробництва з допомогою збільшення капіталу можна розрахувати так:

$$\Delta V_{1,2} = f\{E_2\} - f\{E_1\}, \quad (3)$$

де $f\{E_1\}, f\{E_2\}$ – значення функцій, які характеризують залежність обсягів виробництва продукції від обсягу використання сукупних енергетичних ресурсів, які отримані в результаті підстановки у вираз f величин ресурсів $\{E_1\}$ базового і, відповідно, $\{E_2\}$ нового варіанта техніки в якості аргументів.

Річний приріст обсягу виробництва за рахунок збільшення капіталу можна розрахувати так:

$$\Delta V_k = \Delta C / T * CP = \frac{\Delta C}{CP} * (e + \rho), \quad (4)$$

де ΔC – зміна капіталу, грн;

CP – собівартість одиниці продукції, грн;

\bar{T} – середній термін експлуатації об'єктів основних засобів з урахуванням фактора часу, рік;

$1/(e+\rho)$ – дисконтований термін служби об'єктів основних засобів;

e – норматив ефективності капітальних вкладень на рівні очікуваної дохідності від проекту;

ρ – коефіцієнт реновації основних засобів, яка визначається терміном їх служби.

Вибір оптимального варіанта впровадження енергозберігаючих заходів базується на врахуванні всіх позитивних і негативних факторів. Інвестиційні проекти, спрямовані на економію палива та енергії, можуть вважатися ефективними лише в тому випадку, якщо граничні витрати, пов'язані з інвестиціями, не перевищують дисконтований розмір ефекту, пов'язаного з кількістю енергії, збереженої цими інвестиціями:

$$I_3 = \int_0^T \Delta E(t) p_e(t) e^{-rt} dt, \quad (5)$$

де I_3 – граничні витрати, пов'язані з інвестуванням в енергоефективні проекти;

$\Delta E(t)$ – забезпечення економії паливно-енергетичних ресурсів шляхом реалізації інвестиційних проектів залежно від часу t ;

T – термін життя енергозберігаючих проектів;

$p_e(t)$ – номінальні граничні витрати, пов'язані з використанням палива та енергії (без урахування витрат на їх утримання) залежать від часу t ;

r – реальна відсоткова ставка (прибуток на капітал, який може прийняти інвестор) плюс рівень інфляції для найприбутковіших альтернативних інвестицій капіталу.

За наведеними показниками проводиться оцінювання та ранжування відбору енергозберігаючих технологій для включення до інвестиційного проекту.

Шляхом детального дослідження методів оцінювання ефективності існуючих інвестиційних проектів сформульовано стандарти оцінювання ефективності енергозберігаючих заходів, які запроваджують промислові підприємства для впровадження нових енергозберігаючих технологій. Вони базуються на показниках, що описують зв'язок між ціною енергозбереження та інвестиційними, а також експлуатаційними витратами:

$$D = (I_0 + \Delta C_t T_d) - P_e \Delta E_t T_d = \left(I_0 + \frac{\Delta C_t}{\rho(1+e)^n} \right) - \frac{P_e \Delta E_t}{\rho(1+e)^n} = \left(I_0 + \frac{\Delta C_t}{(e+\rho)} \right) - \frac{P_e \Delta E_t}{(e+\rho)}, \quad (6)$$

де ΔE_t – кількість енергоресурсів, які заощаджуються щороку при реалізації інвестиційного проекту;

e – ставка дисконтування;

n – кількість років у життєвому циклі проекту;

I_0 – початкова сума інвестицій проекту, тис. грн;

ΔC_t – збільшення експлуатаційних витрат у році t за умови впровадження енергозберігаючих заходів, тис. грн;

P_e – середній тариф на енергоносії, грн/т. у.п.;

T_d – дисконтований термін експлуатації проекту, років;

ρ – коефіцієнт оновлення, розрахований на основі терміну експлуатації проекту.

Якщо $D < 0$, то збережена енергоцінність перевищує загальну вартість та інвестиційний проект вважається ефективним. Коли $D > 0$, вартість перевищує вигоду від енергозбереження, а ефективність проекту низька.

Вважаючи величину тарифу P_e незмінною, перетворимо вираз (6). Для цього ділимо дві його частини на величину E , яка дорівнює сумарному дисконтованому обсягу енергії, яка буде заощаджена:

$$E = \frac{\Delta E_t}{\rho(1+e)^n} = \frac{\Delta E_t}{(e+\rho)} \quad (7)$$

Частка D, отримана діленням лівої частини виразу (6) на це значення, дорівнює:

$$D = \left(I_0 + \frac{\Delta C_t}{(e+\rho)} \right) * \frac{(e+\rho)}{\Delta E_t} - P_e \quad (8)$$

Перший член у рівнянні (8) відповідає питомій вартості економії одиниці енергії, яка називається вартістю енергозбереження і є невід'ємною характеристикою інвестиційних проектів, які впроваджують енергозберігаючі технології. Якщо ця величина перевищує поточні тарифи на енергію, то виробляти енергію вигідніше, ніж її економити.

Припускаючи, що річні експлуатаційні витрати та накопичена енергія постійні й дорівнюють ΔC_e та ΔE , після простого алгебраїчного перетворення рівняння (8) має простіший вигляд:

$$D = \frac{(e+\rho)I_0 + \Delta C_e - P_e \Delta E}{\Delta E} \quad (9)$$

Мінімальна кількість енергії ΔE_{min} , яка гарантує ефективність інвестиційного проекту за даної ціни на енергію, визначається умовою рівності $D=0$:

$$\Delta E_{min} = \frac{(e+\rho)I_0 + \Delta C_e}{P_e} \quad (10)$$

Висновки. Обґрунтовано критерій оцінювання й вибору енергозберігаючих технологій та інвестиційних проектів на основі натуральних показників. Це дозволяє врахувати безпосередній вплив умов реалізації інвестиційного проекту на рівень споживання енергетичних ресурсів, а також очистити результати розрахунків від впливу цінових факторів. Отже, можна зазначити, що мінімальний обсяг енергії, яку заощадили, забезпечує повернення інвестицій в енергозберігаючі технологічні проекти обернено пропорційно діючому тарифу й прямо пропорційно інвестиціям та експлуатаційним витратам на виробництво промислової продукції.

Conclusions. The criterion for assessing and selecting energy-saving technologies of those investment projects based on natural indicators is substantiated. This allows to take into account the direct impact of the conditions for the implementation of the investment project on the level of consumption of energy resources, as well as to clear the results of calculations from the shaft. Thus, it can be noted that the minimum amount of energy saved ensures a return on investment in energy-saving technological projects in inverse proportion to the current tariff and in direct proportion to investment and operating costs for the production of industrial products.

Список використаних джерел

1. Гавва В. Н., Божко Е. А. Потенціал підприємства: формування та оцінювання: навч. посіб. Київ: Центр навчальної літератури, 2004. 224 с.
2. Кривов'зюк І. В., Кость Я. О. Діагностика фінансово-господарської діяльності промислового підприємства: монографія / за ред. Бруховецької Н. Ю. Донецьк-Луцьк: ЛНТУ, 2012. 200 с.
3. Енергетична стратегія України на період до 2050 року. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 21 квітня 2023 р. № 373-р. URL: <http://search.ligazakon.ua> (дата звернення: 11.10.2023).

4. Запашук Л. В. Енергозбереження як напрям підвищення ефективності виробничої діяльності. *Економіка і суспільство*. 2017. Випуск № 9. С. 428–434.
5. Міняйленко І. В., Позняк Ю. І. Енергоефективність виробництва та її роль у створенні конкурентоспроможної економіки регіонів України. *Ефективна економіка*. 2014. № 11. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3579> (дата звернення: 13.10.2023).
6. Нусінова О. В. Методи економічного аналізу використання і оновлення техніки. *Економіка: проблеми теорії та практики*. Збірник наукових праць. 2002. Випуск 154. С. 150–168.
7. Нусінова О. В. Підходи до оцінки економічної ефективності інвестицій. *Економіка: проблеми теорії та практики*: Збірник наукових праць. 2002. Випуск 159. С. 201–213.
8. Оленко І. П., Малярець Л. М. Механізм управління потенціалом підприємства: навч. посіб. Харків: Вид. ХГЕУ, 2003. 220 с.
9. Про енергетичну ефективність: Закон України від 27 липня 2023 р. №1818 ІХ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text> (дата звернення 13.10.2023).
10. Федонін О. С., Репіна І. М., Олексюк О. І. Потенціал підприємства: формування та оцінка. Київ: КНЕУ, 2004. 316 с.

References

1. Havva V. N., Bozhko E. A. (2004). Potensial pidpriemstva: formuvannia ta otsiniuvannia [Enterprise potential: formation and evaluation] Kyiv: Tsentr navchalnoi literatury. [In Ukrainian].
2. Kryvov'ziuk I. V., Kost Ya. O. (2012). Diahnostyka finansovo-hospodarskoi diialnosti promyslovoho pidpriemstva [Diagnostics of the financial and economic activity of an industrial enterprise] / za red. Brukhovetskoï N. Yu. Donetsk-Lutsk: LNTU. [In Ukrainian].
3. Enerhetychna stratehiia Ukrainy na period do 2050 roku. [Energy strategy of Ukraine for the period until 2050]. Skhvaleno rozporiadzhenniam Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 21 kvitnia 2023 r. № 373-r. URL: <http://search.ligazakon.ua> (accessed: 11 October 2023).
4. Zapashchuk L. V. (2017). Enerhozberzhennia yak napriam pidvyschennia efektyvnosti vyrobnychoi diialnosti. [Energy conservation as a direction of increasing the efficiency of production activities]. *Ekonomika i suspilstvo*. Vol. 9. P. 428–434.
5. Miniailenko I. V., Pozniak Yu. I. (2014). Enerhoefektyvnist vyrobnytstva ta yii rol u stvorenni konkurentospromozhnoi ekonomiky rehioniv Ukrainy. [Energy efficiency of production and its role in creating a competitive economy of the regions of Ukraine] *Efektyvna ekonomika*. Vol. 11. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3579> (accessed: 13 October 2023).
6. Nusinova O. V. (2002). Metody ekonomichnoho analizu vykorystannia i onovlennia tekhniky. [Methods of economic analysis of the use and renewal of equipment]. *Ekonomika: problemy teorii ta praktyky*. Zbirnyk naukovykh prats. Vol. 154. P. 150–168.
7. Nusinova O. V. (2002). Pidkhody do otsinky ekonomichnoi efektyvnosti investysii. [Approaches to assessing the economic efficiency of investments]. *Ekonomika: problemy teorii ta praktyky*. Zbirnyk naukovykh prats. Vol. 159. P. 201–213.
8. Olenko I. P., Maliarets L. M. (2003). Mekhanizm upravlinnia potentsialom pidpriemstva [The mechanism of managing the enterprise's potential]. Kharkiv: KhHEU.
9. Pro enerhetychnu efektyvnist: Zakon Ukrainy vid 27.07.2023 r. №1818 ІХ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text> (accessed: 13 October 2023).
10. Fedonin O. S., Repina I. M., Oleksiuk O. I. (2004). Potensial pidpriemstva: formuvannia ta otsinka. [Enterprise potential: formation and assessment]. Kyiv: KNEU.