

УДК 005.511:658.26]:69(477)
JEL: L74; M11; Q48
DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2026-4-590-600>

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯМ НА БУДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ

©2026 КОВАЛЕЦЬ Б. М.

УДК 005.511:658.26]:69(477)
JEL: L74; M11; Q48

Ковалець Б. М. Методичний підхід до оцінки ефективності стратегії управління енергозбереженням на будівельних підприємствах України

У статті розроблено методичний підхід до оцінки ефективності стратегії управління енергозбереженням на будівельних підприємствах України. Зазначено, що в умовах модернізації економіки України та зростання вартості енергоресурсів стійкість будівельних підприємств прямо залежить від ефективності стратегій управління енергозбереженням. Оцінювання таких стратегій потребує комплексного врахування множини факторів, оскільки їхній синергетичний ефект є очевидним, проте ступінь впливу окремих компонентів суттєво відрізняється. Це обумовлює необхідність розробки інтегрального методичного підходу, що поєднує експертне оцінювання та економетричне моделювання для точного прогнозування результатів енергозбереження. При побудові обґрунтованого методичного підходу щодо оцінки ефективності стратегії управління енергозбереженням на будівельних підприємствах України було поставлено завдання сформулювати план покрокового зниження енерговитрат суб'єктами господарювання. Встановлено, що оцінка вагомості аналітично-нормативного, організаційно-управлінського, техніко-технологічного та фінансово-економічного блоків є складним завданням теорії прийняття рішень, оскільки вимагає врахування низки факторів, оцінка яких може бути представлена як числовими різновимірними характеристиками, так і нечисловими якісними характеристиками. При оцінюванні ефективності стратегії енергозбереження на будівельних підприємствах України автором запропоновано при формуванні модифікованої функції Кобба-Дугласа враховувати фізико-технічні параметри та людський фактор. За таким підходом можна всебічно описати складові функцій капіталу, праці, енергоефективності та матеріалів, що відповідають специфіці функціонування саме будівельних підприємств. У результаті розробленого методичного підходу до оцінки ефективності стратегії управління енергозбереженням на будівельних підприємствах України, який інтегрує метод аналізу ієрархій та модифіковану функцію Кобба-Дугласа, встановлено ключову роль організаційно-управлінського блоку та людського фактору. Доведено, що налагодження регулярного моніторингу, мотивації та підвищення кваліфікації кадрів забезпечує у кілька разів вищу економічну віддачу, ніж прямі інвестиції у закупівлю техніки чи матеріалів. Від'ємний коефіцієнт еластичності витрат на енергоресурси підтверджує, що зниження їх питомого споживання прямо підвищує загальний дохід підприємства.

Ключові слова: методичний підхід; оцінка; стратегія управління; енергозбереження; будівельні підприємства; ефективність.

Рис.: 3. **Табл.:** 4. **Формул.:** 13. **Бібл.:** 15.

Ковалець Богдан Миколайович – аспірант кафедри менеджменту і публічного адміністрування, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова (вул. Чорноглазівська, 17, Харків, 61002, Україна)

E-mail: bohdan.kovalets@oa.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2840-1706>

UDC 005.511:658.26]:69(477)
JEL: L74; M11; Q48

Kovalets B. M. A Methodological Approach to Assessing the Energy Saving Management Strategy Effectiveness at Construction Enterprises of Ukraine

In the article, a methodological approach to assessing the energy saving management strategy effectiveness at construction enterprises of Ukraine is developed. It is noted that in the conditions of modernization of the economy of Ukraine and the growing cost of energy resources, the sustainability of construction enterprises directly depends on the effectiveness of energy saving management strategies. The evaluation of such strategies requires a comprehensive consideration of a multitude of factors, since their synergistic effect is obvious, however, the degree of influence of individual components differs significantly. This determines the necessity of developing an integral methodological approach that combines expert evaluation and econometric modeling for accurate forecasting of energy saving results. When building a well-founded methodological approach to assessing the efficiency of the energy saving management strategy at construction enterprises of Ukraine, the task was set to form a plan for a step-by-step reduction of energy costs by economic entities. It is found that the assessment of the weight of analytical-normative, organizational-managerial, technical-technological, and financial-economic blocks is a complex task of decision theory, because it requires taking into account a number of factors, the assessment of which can be represented by both numerical multi-dimensional characteristics and non-numerical qualitative characteristics. When assessing the efficiency of the energy saving strategy at construction enterprises of Ukraine, the author proposes to take into account physical-technical parameters and the human factor when forming a modified Cobb-Douglas function. According to this approach, it is possible to comprehensively describe the components of the functions of capital, labor, energy efficiency, and materials that correspond to the specifics of the functioning of precisely construction enterprises. As a result of the developed methodological approach to assessing the efficiency of the energy saving management strategy at construction enterprises of Ukraine, which integrates the method of hierarchy analysis and the modified Cobb-Douglas function, the key role of the organizational-managerial block and the human factor has been determined. It is proved that setting up regular monitoring, motivation, and professional development of personnel ensures several times higher economic return than direct investments in the purchase of equipment or materials. The negative elasticity coefficient of energy resource costs confirms that reducing their specific consumption directly increases the total income of the enterprise.

Keywords: methodological approach; assessment; management strategy; energy saving; construction enterprises; efficiency.

Fig.: 3. **Tabl.:** 4. **Formulae:** 13. **Bibl.:** 15.

В умовах модернізації економіки України та зростання вартості енергоресурсів стійкість будівельних підприємств прямо залежить від ефективності стратегій управління енергозбереженням. Оцінювання таких стратегій потребує комплексного врахування множини факторів, оскільки їхній синергетичний ефект є очевидним, проте ступінь впливу окремих компонентів суттєво відрізняється. Це зумовлює необхідність розробки інтегрального методичного підходу, що поєднує експертне оцінювання та економетричне моделювання для точного прогнозування результатів енергозбереження.

Постановка проблеми. При побудові обґрунтованого методичного підходу щодо оцінки ефективності стратегії управління енергозбереженням на будівельних підприємствах України було поставлено задачу сформулювати план покрокового зниження енерговитрат суб'єктами господарювання. Ефективність стратегії базується на комплексному підході з урахуванням множини факторів, синергія яких є очевидною, а ступінь впливу може суттєво відрізнятися.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні, методичні та практичні аспекти формування стратегій управління енергозбереженням та підвищення енергоефективності вітчизняних підприємств, у тому числі будівельної галузі, перебувають у центрі уваги багатьох вітчизняних і зарубіжних науковців. Особливої уваги заслуговують наукові праці таких вчених, як Н. Герасименко [1], В. Джеджула [2], І. Лещинин [3], П. Макаренко та ін. [4], О. Максимець, І. Лещинин [5], Ч. Пулька, Ю. Дзядикевич [6], а також іноземних дослідників, зокрема Н. Allcott, S. Mullainathan [7], V. Oikonomou et al. [8], S. Sorrell [9] та ін.

Але, незважаючи на вагомий доробок вказаних авторів, виникає потреба в розробці інтегрального методичного підходу до оцінки ефективності таких стратегій на основі поєднання експертних та економетричних методів, яке б урахувало нерівномірність впливу різних блоків факторів на результативність діяльності будівельних підприємств України.

Метою статті є розробка методичного підходу до оцінки ефективності стратегії управління енергозбереженням на будівельних підприємствах України.

Викладення основних матеріалів дослідження. Виокремимо найважливіші блоки разом з їх складовими, на яких, за думкою автора, має бути сформовано методичний підхід щодо оцінки ефективності стратегії управління енергозбереженням на будівельних підприємствах України:

1. Аналітично-нормативний блок (B_1) містить інструментарій оцінки та сукупність норм і правил щодо розробки, узгодження та перевірки виконання енергоефективності будівельного підприємства:

- ✦ алгоритми комплексного енергетичного аудиту (B_{11}), що містять покрокові інструкції щодо внутрішнього та зовнішнього аудиту енергоефективності будівельного підприємства, а саме виробничих баз, устаткування, готової продукції;
- ✦ система внутрішніх нормативів (B_{12}), що містить граничні норми енергоспоживання при виробництві, у тому числі для устаткування;
- ✦ система нормативно-правового забезпечення (B_{13}), що має орієнтуватися на наявні національні та міжнародні вимоги, наприклад стандарт ISO 50001 «Системи енергетичного менеджменту».

2. Організаційно-управлінський блок (B_2), в якому визначається порядок керування процесом енергозбереження та підвищення енергоефективності будівельних підприємств:

- ✦ виокремлення (створення) підрозділу енергетичного менеджменту (B_{21}), що включає регламент його роботи на будівельному підприємстві;
- ✦ розробка системи мотивації персоналу (B_{22}), що передбачає матеріальне заохочення персоналу за відповідальне використання енергоресурсів та ініціативність щодо впровадження енергоефективних інновацій;
- ✦ впровадження системи регулярного моніторингу енергоефективності (B_{23}), що передбачає затвердження порядку збору та аналізу даних щодо споживання енергоресурсів будівельними підприємствами.

3. Техніко-технологічний блок (B_3), у якому формується перелік технологій та матеріалів, що сприяють підвищенню енергозбереження з рекомендаціями щодо їх впровадження та застосування:

- ✦ визначення алгоритму відбору енергоефективних матеріалів (B_{31}) за технічними характеристиками, наприклад терміном експлуатації, енергомісткістю та ціною;
- ✦ впровадження принципів «зеленого будівництва» (B_{32}), що передбачає зниження енерговитрат на етапі будівельно-монтажних робіт;
- ✦ реалізація програми модернізації основних засобів (B_{33}), що полягає в поступовому вилученні та заміні старої техніки та матеріалів на ті, що забезпечують вимоги до підвищення енергоефективності.

4. Фінансово-економічний блок (B_4), що фінансово забезпечує якісну оцінку реалізації ефективності стратегії енергозбереження на будівельних підприємствах України за умов економічної виправданості вкладених ресурсів:

- ✦ розробка методології оцінки інвестиційної привабливості енергоефективних проєктів (B_{41}), наприклад на підставі оцінювання терміну окупності оновлення основних фондів, застосування нових матеріалів з прогнозуванням інфляційних змін на енергоносії;
- ✦ формування фонду енергозбереження (B_{42}), у якому має бути залучена частина коштів, зекономлена застосуванням енергоефективних технологій та матеріалів;
- ✦ розробка стратегії залучення «зеленого» фінансування (B_{43}), що передбачає отримання екологічних грантів та пільгових кредитів.

Принциповим є збереження синергії. Тобто найбільшого ефекту можна досягти лише за умови комплексного поєднання всіх блоків. Проте очевидним є факт, що «вплив» кожного з блоків на ефективність стратегії енергозбереження на будівельних підприємствах України є нерівномірним [10]. Оцінка вагомості аналітично-нормативного, організаційно-управлінського, техніко-технологічного та фінансово-економічного блоків є складною задачею теорії прийняття рішень, тому що вимагає урахування низки факторів, оцінка яких може бути подана як числовими різномірними характеристиками, так і нечисловими якісними характеристиками. Для розв'язання таких проблем застосовують метод, розроблений американським математиком Томасом Сааті, з розробленим математичним апаратом та доведеною ефективністю – метод аналізу ієрархій (MAI) [11].

Побудова ієрархічної системи вимагає відповідності таким умовам:

1. Порядок рівнів в ієрархічній системі має бути однозначно визначений.

2. Існує жорстка ієрархія – елементи на вищих рівнях домінують над елементами на нижчих рівнях.

3. Рейтингування проводиться за елементами, розташованими на нижньому рівні.

Обов'язковими компонентами побудованої ієрархічної системи є:

- ✦ *мета* – оцінка ефективності стратегії енергозбереження на будівельних підприємствах України;
- ✦ *критерії* – аналітично-нормативний, організаційно-управлінський, техніко-технологічний та фінансово-економічний блоки;
- ✦ *альтернативи* – методики, алгоритми, технології реалізації задач, сформованих у блоках-критеріях.

Метод аналізу ієрархій дозволяє кількісно оцінити альтернативи на підставі попарних порівнянь. Основними етапами реалізації MAI є:

- ✦ побудова ієрархічної системи;
- ✦ побудова матриці попарних порівнянь;
- ✦ обчислення пріоритетів (вектору переваг)

для альтернатив і критеріїв.

Визначення пріоритетів відносної важливості альтернатив проводиться на підставі попарних порівнянь. Відносна важливість елементів ієрархічної системи визначається за шкалою Т. Сааті (табл. 1).

Попарні порівняння можуть бути подані у вигляді квадратної обернено симетричної матриці, елементи якої задовольняють умовам:

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}, a_{ii} = 1; i, j = \overline{1, n}, \quad (1)$$

де a_{ij} визначаються за шкалою відносної важливості Т. Сааті (див. табл. 1).

Для проведення експертного опитування було залучено 10 експертів. Узагальнена думка експертів була визначена за модою наданих оцінок:

$$a'_{ij} = Mo\{a_{ij}^{(k)}\}, k = \overline{1, N}, \quad (2)$$

де $N = 10$ – кількість експертів.

Результати обчислення матриці попарних порівнянь узагальненої думки експертів за формулою (1) наведені в табл. 2.

Ранжування пріоритетів, наданих експертами, відбувається за порівнянням елементів власного вектора матриці попарних порівнянь за таким алгоритмом:

– компоненти власного вектора матриці попарних порівнянь знаходяться за формулою:

$$w_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n \tilde{a}_{ij}}, \quad (3)$$

де $n = 12$ – кількість альтернатив;

Шкала відносної важливості елементів ієрархії Т. Сааті

Інтенсивність відносної значущості	Визначення значущості	Тлумачення
1	Однакова важливість	Дві альтернативи мають однаковий внесок у досягнення мети
3	Слабка (помірна) перевага	Існують недостатньо переконливі переваги однієї альтернативи над іншою
5	Істотна (сильна) перевага	Існують достовірні підстави показати істотну перевагу однієї альтернативи над іншою
7	Дуже сильна перевага	Переконливі підстави показати сильну перевагу однієї альтернативи над іншою
9	Абсолютна перевага	Незаперечні підстави засвідчити сильну перевагу однієї альтернативи над іншою
2, 4, 6, 8	Проміжні оцінки	Застосовуються для формування компромісних рішень

Джерело: побудовано автором.

– обчислюється сума всіх середніх геометричних:

$$\bar{w} = \sum_{i=1}^n w_i, \quad (4)$$

– елементи вектора локальних пріоритетів знаходяться як нормалізовані значення компонентів власного вектора (3):

$$v_i = \frac{w_i}{\bar{w}}. \quad (5)$$

Ранжування елементів вектора локальних пріоритетів проводилося за правилом, відповідно до якого найвищий ранг отримує елемент, абсолютне значення якого є найбільшим, а найнижчий, відповідно, – найменшим:

$$r_1 = \max_{i=1,n} v_i, \dots, r_n = \min_{i=1,n} v_i. \quad (6)$$

Елементи власного вектора з їх ранжуванням наведені на рис. 1.

За результатами проведеного ранжування зроблено висновок, що найбільший вплив мають такі альтернативи (за спаданням):

- впровадження системи регулярного моніторингу енергоефективності (B_{23});
- виокремлення (створення) підрозділу енергетичного менеджменту (B_{21});
- реалізація програми модернізації основних засобів (B_{33});
- розробка методології оцінки інвестиційної привабливості енергоефективних проектів (B_{41});
- впровадження принципів «зеленого будівництва» (B_{32}).

Актуальною проблемою було визначити ступінь впливу кожного з блоків на оцінку ефективності стратегії енергозбереження на будівельних підприємствах України (рис. 2).

Найвищий вплив, за думкою експертів, має організаційно-управлінський блок (37%). Адже за результатами емпіричних досліджень саме неефективний менеджмент призводить до зниження енергоефективності при виробництві, відсутності перспективного планування щодо енергозбереження на об'єктах при експлуатації. При цьому навіть за умови застосування енергоефективних матеріалів і техніки та за відсутності правильно організованої логістики, моніторингу витрат, стимулюючих до енергозбереження мотиваційних заходів для працівників, усі технологічні переваги нівелюються. Саме тому налагодження ефективної роботи організаційно-управлінського блоку дозволить підвищити рівень енергозбереження на будівельних підприємствах України навіть без залучення суттєвих фінансових потоків.

Сукупний вплив техніко-технологічного блоку становить 29%. Його важливість визначається довготривалим ефектом. Вибір будівельної техніки, технологій будівельного виробництва з низьким споживанням енергоресурсів, матеріалів з низьким рівнем «втленої енергії» та високим рівнем опору теплопередачі суттєво знижує споживання ресурсів будівельним підприємством. Своєчасні вкладення в модернізацію дають довготривалий ефект.

Фінансово-економічний блок (24%) є основним «двигуном» реалізації стратегій. Професійна розробка методології оцінки інвестицій з урахуванням прогнозованої зміни ціни на енергоносії дозволяє обирати проекти з швидкою окупністю.

Аналітично-нормативний блок (10%), незважаючи на невелику частку, має бути обов'язково врахований при оцінці стратегії, тому що саме тут визначаються системи внутрішніх нормативів, нормативно-правового забезпечення, комплексно-

Таблиця 2

Матриця попарних порівнянь оцінки ефективності стратегії енергозбереження на будівельних підприємствах України

	Аналітично-нормативний блок			Організаційно-управлінський блок			Техніко-технологічний блок				Фінансово-економічний блок			Вектор пріоритетів з ранжуванням		
	B ₁₁	B ₁₂	B ₁₃	B ₂₁	B ₂₂	B ₂₃	B ₃₁	B ₃₂	B ₃₃	B ₄₁	B ₄₂	B ₄₃	w _i	v _i	Ранг	
B ₁₁	1	3	3	0,2	0,143	0,2	0,333	0,2	0,2	3	5	0,333	0,623	0,044	10	
B ₁₂	0,333	1	0,2	0,2	3	0,2	0,2	0,333	0,333	0,2	0,143	0,333	0,330	0,023	12	
B ₁₃	0,333	5	1	0,2	0,333	5	0,333	0,333	0,2	0,333	0,143	0,333	0,491	0,035	11	
B ₂₁	5	5	5	1	5	1	5	3	3	0,2	3	0,2	1,968	0,140	2	
B ₂₂	7	0,333	3	0,2	1	0,143	0,2	3	0,143	0,333	0,2	7	0,669	0,048	9	
B ₂₃	5	5	0,2	1	7	1	3	5	3	3	3	5	2,536	0,180	1	
B ₃₁	3	5	3	0,2	5	0,333	1	3	0,2	0,333	0,2	0,333	0,874	0,062	8	
B ₃₂	5	3	3	0,333	0,333	0,2	0,333	1	7	3	1	3	1,289	0,092	5	
B ₃₃	5	3	5	0,333	7	0,333	5	0,143	1	5	3	3	1,874	0,133	3	
B ₄₁	0,333	5	3	5	3	0,333	3	0,333	0,2	1	5	3	1,433	0,102	4	
B ₄₂	0,2	7	7	0,333	5	0,333	5	1	0,333	0,2	1	0,143	0,894	0,063	7	
B ₄₃	3	3	3	5	0,143	0,2	3	0,333	0,333	0,333	7	1	1,096	0,078	6	

Джерело: побудовано автором.

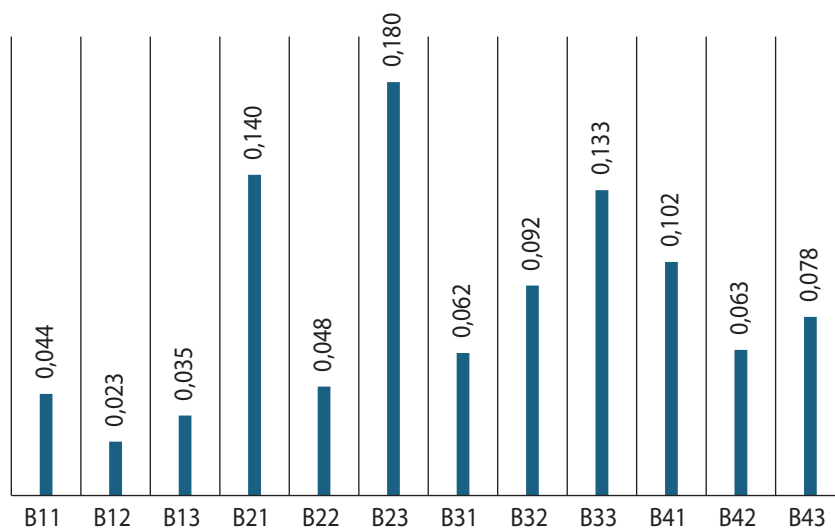


Рис. 1. Результати статистичної обробки результатів експертного опитування системи оцінки ефективності стратегії енергозбереження на будівельних підприємствах України

Джерело: побудовано автором.

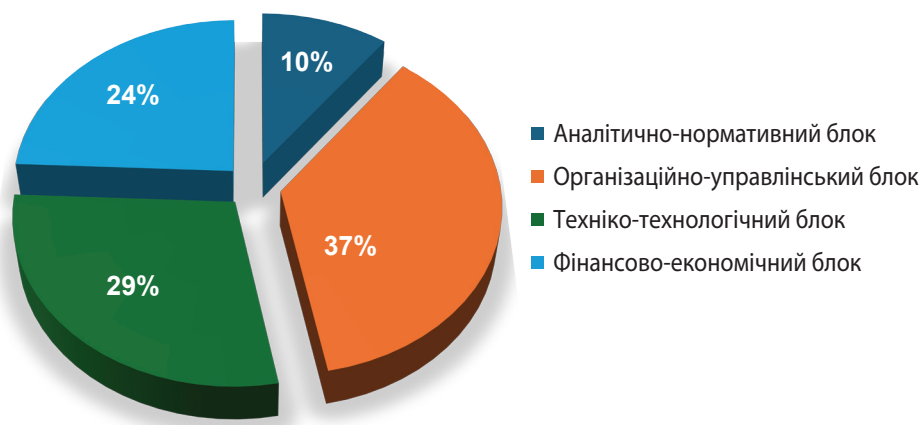


Рис. 2. Ступінь впливу (за блоками) системи оцінки ефективності стратегії енергозбереження на будівельних підприємствах України

Джерело: побудовано автором.

го енергетичного аудиту, без яких неможливо якісно налаштування всіх інших блоків.

Після етапу оцінки ефективності стратегії енергозбереження на будівельних підприємствах України логічним має стати етап прогнозування на підставі побудови економетричної моделі, яка б якісно урахувала чинники, що мають суттєвий вплив на реалізацію стратегії енергозбереження.

Одним зі способів оцінки впливу організаційно-управлінського, техніко-технологічного, фінансово-економічного блоків на результат діяльності будівельних підприємств з урахуванням енергоефективності є введення модифікованої функції Кобба – Дугласа. Під модифікованою функцією Кобба – Дугласа будемо вважати класичну виробничу функцію, до якої додано фактор енергоефективності [12; 13]:

$$F(t) = C \cdot K^{\alpha}(t) \cdot L^{\beta}(t) \cdot E^{\gamma}(t) \cdot M^{\delta}(t) \cdot e^{\mu t}, \quad (7)$$

де $K(t)$ – функція капіталу (відповідність – техніко-технологічний блок) – вартість основних засобів, включно з вартістю енергоефективного обладнання, парку сучасної будівельної техніки та систем автоматизації тощо;

$L(t)$ – функція праці (відповідність – організаційно-управлінський блок) – описує кількість працівників, їх кваліфікацію, в тому числі щодо ефективності енергозбереження, фонд оплати праці;

$E(t)$ – функція енергоресурсів (відповідність – техніко-технологічний та фінансово-економічний блоки) – описує витрати на енергоресурси, у тому числі з урахуванням застосування енергоефективних технологій;

$M(t)$ – функція матеріалів (відповідність – техніко-технологічний та фінансово-економічний блоки) – описує витрати на будівельні матеріали;
 $e^{\mu t}$ – фактор інновацій (відповідність – аналітично-нормативний блок), який описує вплив науково-технічного процесу та рівень залучення інновацій у діяльність будівельного підприємства;
 C – коефіцієнт пропорційності;
 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ – коефіцієнти еластичності, які показують, на скільки відсотків зміниться результат (виробнича функція $F(t)$), якщо відповідний їм фактор зміниться на 1%.

Величини коефіцієнтів еластичності є визначальними факторами при прогнозуванні діяльності будівельного підприємства. Їх визначення можливе на підставі аналізу статистичних спостережень у середньостроковому (3–5 років) або довгостроковому (понад 5 років) часовому горизонті.

За умов відсутності у відкритих джерелах статистичної інформації будівельних підприємств України щодо проблематики дослідження, наведемо запропонований автором алгоритм на прикладі підприємства N зі статистичними спостереженнями у середньостроковому періоді (3 роки) з поквартальними даними (разом 12 точок для кожного показника).

Нехай результати діяльності підприємства N протягом трьох років наведені в *табл. 3*.

Для визначення коефіцієнтів еластичності виконаємо лінеаризацію виробничої функції (7). Для цього прологарифмуємо її:

$$\ln F(t) = \ln C + \alpha \cdot \ln K(t) + \beta \cdot \ln L(t) + \gamma \cdot \ln E(t) + \delta \cdot \ln M(t) + \mu t, \quad (8)$$

Завдяки проведеній лінеаризації кожний доданок виступає як незалежна змінна з коефіцієнтами (шуканими коефіцієнтами еластичності), величини яких можна визначити шляхом розв'язання оптимізаційної задачі, наприклад, методом найменших квадратів (МНК) (*табл. 4*).

Знаходження коефіцієнтів еластичності за методом найменших квадратів полягає у визначенні таких параметрів моделі, при яких сума квадратів різниць між фактичними показниками та прогнозованими була найменшою.

Наведемо базовий алгоритм оптимізаційної задачі пошуку коефіцієнтів множинної регресії. Нехай рівняння множинної регресії має вигляд:

$$f(t) = a_0 + a_1 x_1(t) + a_2 x_2(t) + \dots + a_n x_n(t) + \varepsilon = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i x_i(t) + \varepsilon, \quad (9)$$

де $f(t)$ – залежна змінна (в нашому випадку – виробнича функція);

$x_1, x_2, \dots, x_n$ – незалежні змінні (в нашому випадку – логарифми компонентів функції Кобба – Дугласа);

$a_0, a_1, \dots, a_n$ – шукані коефіцієнти регресії (в нашому випадку – коефіцієнти еластичності).

ε – похибка.

Таблиця 3

Статистичні спостереження щодо діяльності підприємства N

Період, t	Дохід, $F(t)$	Функція капіталу – вартість основних засобів, $K(t)$	Функція праці – оплата витрат на людський ресурс, $L(t)$	Функція енергоресурсів – витрати на енергоресурси, $E(t)$	Функція матеріалів – витрати на будматеріали, $M(t)$
2023 Q1	2250640	280160	840220	130980	520300
2023 Q2	2530995	194120	810390	132557	524970
2023 Q3	3010020	205660	845770	141008	543125
2023 Q4	2921430	276198	806135	133080	600132
2024 Q1	3120065	304126	838168	131970	590335
2024 Q2	3402907	325661	842270	129357	603204
2024 Q3	3691753	366145	853807	128702	620101
2024 Q4	3621138	386543	850016	130006	631117
2025 Q1	3822945	412506	869951	131228	652763
2025 Q2	3961779	435621	890304	134105	671391
2025 Q3	4011325	463352	899783	135298	702861
2025 Q4	4225673	450027	913518	133564	699385

Джерело: побудовано автором.

Логарифмічні показники діяльності підприємства *N*

Період, <i>t</i>	$\ln F(t)$	$\ln K(t)$	$\ln L(t)$	$\ln E(t)$	$\ln M(t)$
2023 Q1	14,627	12,543	13,641	11,783	13,162
2023 Q2	14,744	12,176	13,605	11,795	13,171
2023 Q3	14,917	12,234	13,648	11,857	13,205
2023 Q4	14,888	12,529	13,600	11,799	13,305
2024 Q1	14,953	12,625	13,639	11,790	13,288
2024 Q2	15,040	12,694	13,644	11,770	13,310
2024 Q3	15,122	12,811	13,657	11,765	13,338
2024 Q4	15,102	12,865	13,653	11,775	13,355
2025 Q1	15,157	12,930	13,676	11,785	13,389
2025 Q2	15,192	12,985	13,699	11,806	13,417
2025 Q3	15,205	13,046	13,710	11,815	13,463
2025 Q4	15,257	13,017	13,725	11,802	13,458

Джерело: побудовано автором.

Відповідно до введених позначень метод найменших квадратів у матричному вигляді набуває вигляду:

$$F = X \cdot A + \varepsilon, \quad (10)$$

де матриці вектора спостережень $F[n \cdot 1]$, значень фактора $X[n \cdot (k+1)]$, вектора шуканих оцінок $A[(k+1), 1]$ наведемо як:

$$F = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix}; X = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nk} \end{pmatrix}; A = \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ \dots \\ a_k \end{pmatrix}. \quad (11)$$

За методом найменших квадратів (МНК) коефіцієнти еластичності – шукані коефіцієнти регресії знаходяться за формулою:

$$A = (X^T X)^{-1} X^T F. \quad (12)$$

Коефіцієнти еластичності за логарифмічними показниками діяльності підприємства *N* були обчислені за допомогою табличного процесора MS Excel. Достовірність побудованої регресійної моделі підтверджена регресійною статистикою, а саме:

– Multiple $R = 0,986$ – коефіцієнт кореляції – свідчить про сильний зв'язок між параметрами системи;

– R Square = 0,972 – коефіцієнт детермінації – показує, що модель описує 97,2% змін результату.

Величини коефіцієнтів еластичності та інтерпретація їх значень такі:

- ✦ $a_1 = \alpha = 0,48175$. За наведений період спостереження збільшення капіталу – вартості основних засобів несуттєво вплинуло на величину виробничої функції. Можемо стверджувати, що вкладення на модернізацію

будівельної техніки, систем автоматизації та енергоефективного обладнання можна виявити лише в довгостроковій перспективі [14];

- ✦ $a_2 = \beta = 2,91977$. Коефіцієнт еластичності при функції праці додатний (і найбільший серед всіх визначених коефіцієнтів), є суттєво вищим за коефіцієнт при капіталі, і математично підтверджує, що якісна підготовка кадрів, їх обізнаність та вмотивованість в енергозбереженні, використанні технологій та обладнання, що спрямовані на підвищення енергоефективності, в сучасному будівництві дає більший ефект, ніж закупка нового обладнання. Цей факт підтверджує встановлену за результатами експертного опитування пріоритетність організаційно-управлінського блоку;

- ✦ $a_3 = \gamma = -0,33904$. Від'ємне значення коефіцієнта еластичності при функції енергоресурсів свідчить про позитивні результати діяльності підприємства *N* у напрямку підвищення енергоефективності, адже зменшення питомого споживання енергії призводить до підвищення ефективності, яка виражається функцією продуктивності $F(t)$;
- ✦ $a_4 = \delta = 1,01525$. Додатне та друге за величиною значення коефіцієнта еластичності при функції матеріалів математично підтверджує, що витрати будівельні матеріали призводять до підвищення ефективності роботи будівельного підприємства.

Для побудови подальшої оцінки ефективності стратегії енергозбереження на будівельних під-

приємствах України вважаємо за необхідне нормувати коефіцієнти еластичності:

$$\begin{aligned} |\alpha| + |\beta| + |\gamma| + |\sigma| &= \sum_{i=1}^n a_i; \\ \hat{\alpha} &= \frac{\alpha}{\sum_{i=1}^n a_i}; \hat{\beta} = \frac{\beta}{\sum_{i=1}^n a_i}; \\ \hat{\gamma} &= \frac{\gamma}{\sum_{i=1}^n a_i}; \hat{\sigma} = \frac{\sigma}{\sum_{i=1}^n a_i}; \\ |\hat{\alpha}| + |\hat{\beta}| + |\hat{\gamma}| + |\hat{\sigma}| &= 1. \end{aligned} \quad (13)$$

За нормалізованими коефіцієнтами еластичності краще описувати віддачу від масштабу – при кратній зміні ресурсів запланований результат збільшиться пропорційно.

Нормалізовані значення коефіцієнтів еластичності (13) наведені на рис. 3. На підставі нормалізованих значень можна оцінити ефективність складових виробничої функції. Так, наприклад, відношення свідчить про те, що впровадження сучасних методик управління персоналом майже втричі перевищує ефективність простої закупівлі сучасних матеріалів. А відношення свідчить про те, що вкладення в підготовку, підвищення кваліфікації, обізнаності, мотивації кадрів дає ефект в 6 разів вищий, ніж закупівля нової техніки.

Обізнаність щодо коефіцієнтів еластичності реального підприємства дозволяє передбачити майбутні переваги інвестиційного планування [15]. Так, наприклад, якщо на будівельному підприємстві N впровадити методику фінансового контролю, яка б убезпечувала зниження енерговитрат на 10%, це б призвело до загального підвищення ефективності на 0,8%.

Інтерпретація значень нормалізованих коефіцієнтів еластичності може бути така:

- ✦ за покращення рівня управління та кваліфікації працівників будівельного підприємства на 1% виробнича функція, тобто дохід підприємства, збільшиться на 0,61%;
- ✦ за покращення вибору матеріалів за показниками терміну експлуатації, енергоефективності на 1% дохід підприємства має збільшитися на 0,21%;
- ✦ за зменшення енерговитрат будівельного підприємства на 1% його дохід передбачено збільшиться на 0,07%;
- ✦ за збільшення інвестицій на нову техніку, обладнання на 1% дохід будівельного підприємства збільшиться на 0,10%.

При оцінюванні ефективності стратегії енергозбереження на будівельних підприємствах України автором запропоновано при формуванні модифікованої функції Кобба – Дугласа враховувати фізико-технічні параметри та людський фактор. За таким підходом можна всебічно описати складові функцій капіталу, праці, енергоефективності та матеріалів, що відповідають специфіці функціонування саме будівельних підприємств.

ВИСНОВКИ

У результаті розробленого методичного підходу до оцінки ефективності стратегії управління енергозбереженням на будівельних підприємствах України, який інтегрує метод аналізу ієрархій та модифіковану функцію Кобба – Дугласа, встановлено ключову роль організаційно-управлінського блоку та людського фактору. Доведено, що налагодження регулярного моніторингу, мотивації та підвищення кваліфікації кадрів забезпечує в кілька разів вищу економічну віддачу, ніж прямі інвестиції в закупівлю техніки чи матеріалів. Від'ємний

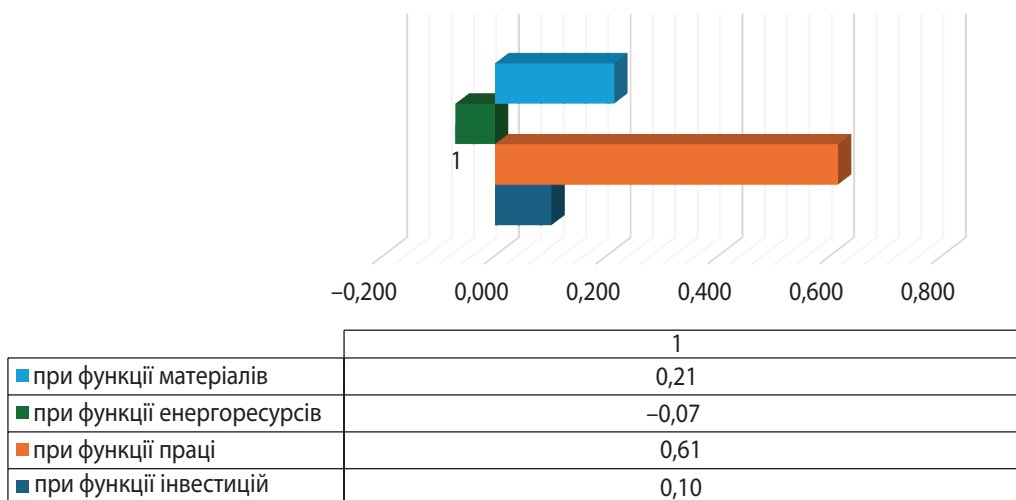


Рис. 3. Нормалізовані коефіцієнти еластичності

Джерело: побудовано автором.

коефіцієнт еластичності витрат на енергоресурси підтверджує, що зниження їх питомого споживання прямо підвищує загальний дохід підприємства.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці динамічних економетричних моделей для врахування часового лагу окупності капіталомістких технологій «зеленого будівництва». ■

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Герасименко Н. О. Визначення сутності поняття «енергозбереження» у контексті реалізації стратегії сталого розвитку України. *Economics and Law*. 2024. Т. 49. № 1. С. 117–122.
DOI: <https://doi.org/10.15407/econlaw.2018.01.117>
2. Дзеджула В. В. Енергозбереження промислових підприємств: методологія формування, механізм управління : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2014. 346 с. URL: <https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/lnshi73/0053831.pdf>
3. Лещин І. М. Сутність, принципи, особливості та результати розвитку систем енергоефективності за кризових умов. *Економіка та суспільство*. 2024. № 70.
DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-70-157>
4. Енергоефективність та енергозбереження: економічний, техніко-технологічний та екологічний аспекти : кол. моногр. / за заг. ред. П. М. Макаренка, О. В. Калініченка, В. І. Аранчій. Полтава : ПП «Астрар», 2019. 603 с. URL: <https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/lnshi70/0050849.pdf>
5. Максимець О. В., Лещин І. М. Критерії оцінювання еколого-економічної ефективності житлового будівництва. *Актуальні питання економічних наук*. 2025. № 17.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17887843>
6. Пулька Ч., Дзяди́кевич Ю. Організаційно-економічний механізм енергозбереження на підприємствах. *Галицький економічний вісник*. 2020. № 6 (67). С. 40–49.
DOI: https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu.2020.06.040
7. Allcott H., Mullainathan S. Behavior and energy policy. *Science*. 2010. Vol. 327 (5970). P. 1204–1205.
DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1180775>
8. Oikonomou V., Becchis F., Steg L., Russolillo D. Energy saving and energy efficiency concepts for policy making. *Energy Policy*. 2009. Vol. 37. Iss. 11. P. 4787–4796.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.06.035>
9. Sorrell S. Reducing energy demand: A review of issues, challenges and approaches. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015. Vol. 47. P. 74–82.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.002>
10. Yunrong Yan. Opportunities and challenges of enterprise digital transformation. *BCP Business & Management*. 2023. No. 1. P. 112–124.
DOI: <https://doi.org/10.54691/bcpbm.v44i.4903>

11. Бородіна О., Довгань М. Побудова економічних моделей та їх використання для прогнозування. *SWorldJournal*. 2024. № 2 (27-02). С. 161–167.
DOI: <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2024-27-00-041>
12. Черкашина Т. С. Виробнича функція Кобба–Дугласа як інструмент політики економічного зростання України в умовах ринкових реформ. *Економіка та суспільство*. 2020. Вип. 21. С. 28–37.
DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2019-20-15>
13. Чижевська М. Б., Щербініна С. А., Красун Я. А. Застосування виробничої функції для аналізу діяльності промислового підприємства. *Ефективна економіка*. 2022. № 1.
DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2022.1.93>
14. Розіт Т., Дубина Д. Вплив вектору розвитку енергоефективності та впровадження ESG-факторів на розвиток підприємств України. *Економіка та суспільство*. 2025. № 80.
DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-80-8>
15. Demishev I., Voitko S. Analysis of the investment attractiveness of Ukraine. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 60.
DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-60-30>

REFERENCES

- Ag Allcott H. & Mullainathan S. (2010). Behavior and energy policy. *Science*, 5970(327), 1204–1205.
<https://doi.org/10.1126/science.1180775>
- Borodina O. & Dovhan M. (2024). Pobudova ekonomichnykh modelei ta yikh vykorystannia dlia prohnozuvannia [Building economic models and their use for forecasting]. *SWorldJournal*, 2 (27-02), 161–167.
<https://doi.org/10.30888/2663-5712.2024-27-00-041>
- Cherkashyna T. S. (2020). Vyrobnycha funktsiia Kobba–Duhlasa yak instrument polityky ekonomichnoho zrostannia Ukrainy v umovakh rynkovykh reform [Cobb–Douglas production function as a tool of the economic growth policy of Ukraine in the conditions of market reforms]. *Економіка та суспільство*, 21, 28–37.
<https://doi.org/10.32782/2524-0072/2019-20-15>
- Chyzhevska M. B., Shcherbinina S. A. & Krasun Ya. A. (2022). Zastosuvannia vyrobnychoi funktsii dlia analizu diialnosti promyslovoho pidpriemstva [Application of production function for analysis of industrial enterprise activity]. *Ефективна економіка*, 1.
<https://doi.org/10.32702/2307-2105-2022.1.93>
- Demishev I. & Voitko S. (2024). Analysis of the investment attractiveness of Ukraine. *Економіка та суспільство*, 60.
<https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-60-30>
- Dzhedzhula V. V. (2014). Enerhozberezhennia promyslovykh pidpriemstv: metodolohiia formuvannia, mekhanizm upravlinnia: monohrafiia [Energy saving of industrial enterprises: methodology of formation, management mechanism: monograph]. Vinnytsia: VNTU. <https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/lnshi73/0053831.pdf>

- Herasymenko N. O. (2024). Vyznachennia sutnosti poniattia «enerhozberezhennia» u konteksti realizatsii stratehii staloho rozvytku Ukrainy [Definition of the essence of the concept of 'energy saving' in the context of the implementation of the sustainable development strategy of Ukraine]. *Economics and Law*, 1(49), 117–122.
<https://doi.org/10.15407/econlaw.2018.01.117>
- Leshchyshyn I. M. (2024). Sutnist, pryntsypy, osoblyvosti ta rezultaty rozvytku system enerhoefektyvnosti za kryzovykh umov [The essence, principles, features and results of the development of energy efficiency systems under crisis conditions]. *Ekonomika ta suspilstvo*, 70.
<https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-70-157>
- Makarenko P. M., Kalinichenko O. V. & Aranchii V. I. (2019). *Enerhoefektyvnist ta enerhozberezhennia: ekonomichniy, tekhniko-tekhnolohichniy ta ekolohichniy aspekty*: kol. monohr. [Energy efficiency and energy saving: economic, technical-technological and ecological aspects: coll. monogr.]. Poltava: PP «Astraia». <https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi70/0050849.pdf>
- Maksymets O. V. & Leshchyshyn I. M. (2025). Kryterii otsiniuvannia ekoloho-ekonomichnoi efektyvnosti zhytlovoho budivnytstva [Criteria for assessing the environmental and economic efficiency of residential construction]. *Aktualni pytannia ekonomichnykh nauk*, 17.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17887843>
- Oikonomou V., Becchis F., Steg L. & Russolillo D. (2009). Energy saving and energy efficiency concepts for policy making. *Energy Policy*, 11(37), 4787–4796.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.06.035>
- Pulka Ch. & Dziadykevych Yu. (2020). Orhanizatsiino-ekonomichniy mekhanizm enerhozberezhennia na pidpriemstvakh [Organizational and economic mechanism of energy saving at enterprises]. *Halytskyi ekonomichnyi visnyk*, 6 (67), 40–49.
https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu.2020.06.040
- Rozit T. & Dubyna D. (2025). Vplyv vektoru rozvytku enerhoefektyvnosti ta vprovadzhennia ESG-faktoriv na rozvytok pidpriemstv Ukrainy [The impact of the energy efficiency development vector and the implementation of ESG factors on the development of Ukrainian enterprises]. *Ekonomika ta suspilstvo*, 80.
<https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-80-8>
- Sorrell S. (2015). Reducing energy demand: A review of issues, challenges and approaches. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 74–82.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.002>
- Yunrong Yan. (2023). Opportunities and challenges of enterprise digital transformation. *BCP Business & Management*, 1, 112–124.
<https://doi.org/10.54691/bcpbm.v44i.4903>
- Стаття надійшла до редакції / Received: 11.04.2026
Статтю прийнято до публікації / Accepted: 24.04.2026
Опубліковано / Published: 22.06.2026

УДК 332.1:338.45:330.34

JEL: L52; O18; R58

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2026-4-600-618>

АНАЛІЗ СТАНУ ТА ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ ІНДУСТРІАЛЬНИХ ПАРКІВ В УКРАЇНІ

©2026 ІСМАІЛОВ А., КОСТЕНКО Д. М., ПРОНОЗА П. В.

УДК 332.1:338.45:330.34

JEL: L52; O18; R58

Ісмаїлов А., Костенко Д. М., Проноза П. В. Аналіз стану та тенденцій розвитку індустріальних парків в Україні

Індустріальні парки є одним із ключових інструментів державної промислової політики, спрямованої на модернізацію переробної промисловості, стимулювання зайнятості та регіонального розвитку. В умовах воєнної економіки та необхідності повоєнної відбудови роль цього інструменту в Україні суттєво зростає. Метою статті є оцінювання стану та визначення тенденцій розвитку індустріальних парків в Україні на основі даних Реєстру індустріальних парків (ІП) та звітних матеріалів Міністерства економіки. У статті досліджено: динаміку кількісного зростання реєстру ІП та обсягів залучених інвестицій; регіональний розподіл парків у розрізі трьох макрорегіонів – Західного, Центрально-північного та Південно-східного; структуру власності земельних ділянок і керуючих компаній; класифікацію ІП за площею; галузеву спеціалізацію парків; функціональний статус ІП через показники залучення учасників та інших суб'єктів господарювання; інфраструктурну готовність парків у розрізі ключових інженерних комунікацій; моделі землекористування, девелопменту та місцевих стимулів для резидентів; логістичні характеристики розміщення парків. За результатами дослідження встановлено низку ключових закономірностей. По-перше, між кількісними показниками реєстрації та реальним функціонуванням ІП існує суттєвий дисбаланс: лише близько третини із 106 зареєстрованих парків мають діючих виробничих резидентів, тоді як решта залишаються «теоретичними проєктами» через відсутність розвиненої інженерної інфраструктури та неефективний менеджмент. По-друге, географічний розподіл ІП відображає реалії воєнного часу: 56,6 % парків зосереджено у Західному макрорегіоні, де безпековий чинник та близькість до кордонів ЄС формують сприятливі умови для розміщення й релокації виробництва. По-третє, домінування комунальної форми ініціювання (понад 35 % парків) не забезпечує автоматичної операційної ефективності: приватні керуючі компанії демонструють вищий рівень залучення резидентів завдяки комерційній орієнтованості та практиці девелопменту на замовлення. По-четверте, визначено, що найбільш критичним інфраструктурним бар'єром є розрив між проєктною та фактично наявною потужністю електропостачання, що унеможлилює розміщення енергоємних виробництв у переважній більшості зареєстрованих парків.