

УДК [330.45:519.866]:620.9

МОДЕЛЮВАННЯ ЦІНОУТВОРЕННЯ В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ ГАЛУЗІ

Л. Сергєєва, О. Лобань

Класичний приватний університет
69002, м. Запоріжжя, вул. Жуковського 70 б

В роботі розглянуто проблеми ціноутворення в енергетичній галузі на сучасному етапі розвитку економіки України, які є одним з найважливіших питань, оскільки ціна, яка встановлена на ринку електричної енергії не дозволяє виробникам та постачальникам відновлювати обладнання. Запропонована методика, що спирається на принципи інноваційного розвитку економіки та методи математичного моделювання та дозволяє визначати ціну електроенергії, яка враховує інтереси її споживачів та виробників.

Ключові слова: ціноутворення, споживач, виробник, постачальник, електроенергія, моделювання

Енергетична галузь є однією із провідних галузей, яка забезпечує функціонування всієї економічної системи країни. На сьогоднішній день в Україні можна відмітити виконання всіх передумов енергетичної кризи, по-перше, низька ціна електроенергії не дозволяє виробникам та постачальникам електроенергії оновлювати застаріле обладнання, по-друге, у споживачів електроенергії, в більшості випадків, технології виробництва енергоємні і вони не витримують збільшення ціни на енергію, яке так необхідно виробникам. Тому знаходження оптимальної ціни на електроенергію, яка дозволить подолати кризові явища з найменшими витратами, є однією з першочергових задач сучасного економічного дослідження.

Проблемам розвитку енергетичної галузі присвячені наукові праці : В.М. Геєця [1], І.В. Недіна [2], Г.П. Резника [3] та інших. Разом з тим, методологічні аспекти моделювання ціноутворення в енергетичній галузі в науковій літературі висвітлюються недостатньо.

Метою роботи є розробка моделі визначення оптимальної ціни електроенергії в Україні з урахуванням інтересів споживачів, виробників і постачальників енергії.

Припустимо, що ціна одиниці товару k -ого споживача електроенергії визначається наступним чином:

$$U_k = r_k + z_k + Pr_k, \quad (1)$$

де U_k - ціна одиниці товару k -ого споживача електроенергії,

r_k - витрати на електроенергію в витратах на одиницю товару k -ого підприємства-споживача,

z_k - інші витрати на одиницю товару k -ого споживача електроенергії,

Pr_k - прибуток на одиницю товару k -ого споживача електроенергії.

Підприємство-споживач електричної енергії прагне продавати свою продукцію як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках, при цьому продукція має бути конкурентоспроможною, але в порівнянні з іноземними товарами, найчастіше, товари вироблені в Україні виявляються неконкурентоспроможними, оскільки мають ціну більше, ніж імпортні аналоги.

У якості фактора, що впливає на формування ціни, в роботі розглядається частка

витрат на електроенергію f_k . Витрати на електроенергію дорівнюють:

$$r_k = l_k c_k, \quad (2)$$

де l_k - кількість електроенергії, яку використовує k -те підприємство-споживач для випуску одиниці продукції,

c_k - вартість одиниці електроенергії для k -ого споживача.

Частка витрат в ціні одиниці продукції визначається наступним чином:

$$f_k = \frac{r_k}{U_k}, \quad (3)$$

де f_k - частка витрат на електроенергію в ціні одиниці продукції k -ого підприємства-споживача, $0 < f_k < 1$.

Ціна одиниці електричної енергії для споживачів має встановлюватися за умови:

$$r_k \leq r_{imp}, \quad (4)$$

де r_{imp} - витрати електроенергії на одиницю аналогічного імпортного товару.

Умову (4) можна назвати „умовою енергетичної конкурентоспроможності вітчизняної продукції”.

Управляти ціною продукції підприємства-споживача можна за рахунок, по-перше, зменшення ціни на електроенергію, тобто c_k , по-друге, за рахунок зменшення кількості енергії, що витрачається на виробництво продукції, тобто l_k . При чому, чим більше вартість електроенергії, тим більше стимулів для підприємств-споживачів енергії впроваджувати енергозберігаючі технології.

Умова (4) дозволяє виробникам, постачальникам і споживачам електроенергії застосовувати наступні стратегії:

1) кількість електроенергії, яку використовує k -те підприємство-споживач, для випуску одиниці продукції (l_k) лишається незмінною: тоді необхідно змінювати (збільшувати) ціну електроенергії, враховуючи наступну умову:

$$c_k' \leq \frac{r_{imp}}{l_k}, \quad (5)$$

де c_k' - нова ціна одиниці електроенергії для k -того споживача.

2) ціна електроенергії (c_k') висока та не змінюється: k -те підприємство-споживач буде змушено змінювати кількість електроенергії, яка використовується для випуску одиниці продукції, за рахунок використання енергозберігаючих технологій, тобто:

$$l_k' \leq \frac{r_{imp}}{c_k'}, \quad (6)$$

де l_k' - зменшена кількість електроенергії, яка використовується для випуску одиниці продукції.

3) комбінована стратегія: споживач змінює кількість енергії, що витрачається на одиницю продукції, а виробник змінює (збільшує) ціну одиниці енергії, тоді маємо:

$$c_k' l_k' \leq r_{imp} \quad (7)$$

Найчастіше у вітчизняних виробників спостерігається ситуація, коли витрати електроенергії на одиницю продукції перевищують аналогічні витрати іноземних конкурентів, а вартість одиниці електроенергії в Україні значно нижче ніж за кордоном. Схематично умова (4) з використанням стратегій (5) - (7) для вище описаного випадку представлена на рис. 1.

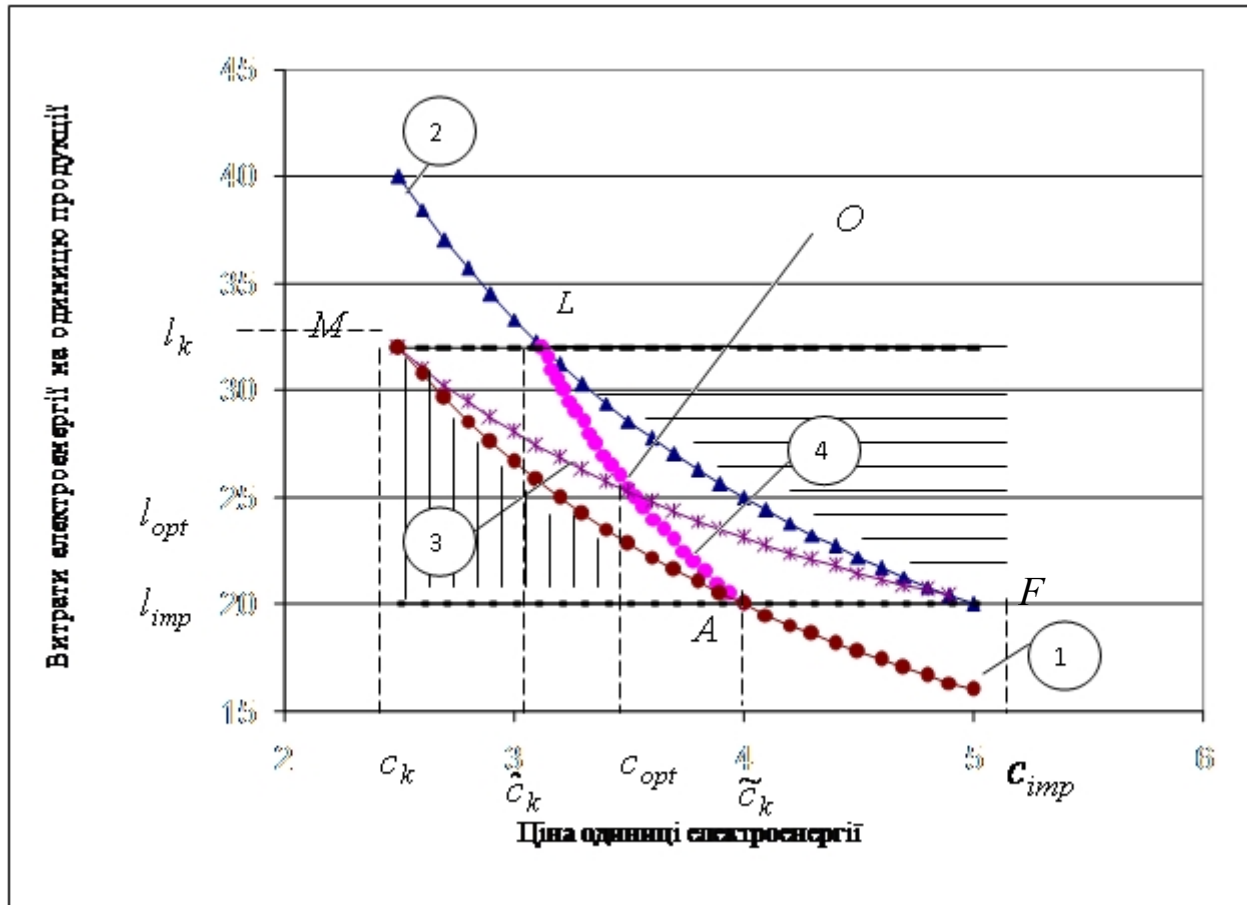


Рис. 1. Графічний аналіз умов конкурентоспроможності вітчизняної продукції.

На рис. 1. лінія 1 показує співвідношення між вартістю одиниці електроенергії і кількістю витраченої електроенергії на виробництво одиниці продукції у k -того споживача. Підприємство знаходиться у точці M , переміщення вниз по кривій 1 показує, як споживач з метою підвищення конкурентоспроможності продукції буде вимушений реагувати на підвищення ціни на електроенергію до закордонного рівня ($c_k \rightarrow c_{imp}$). Ця реакція буде проявлятися в тому, що споживачі почнуть застосовувати енергозберігаючі технології або взагалі змінювати застарілі технології випуску продукції на нові.

Залежність 2 (рис. 1.) показує співвідношення між вартістю одиниці електроенергії і кількістю витраченої електроенергії на виробництво одиниці продукції у іноземного виробника. При чому іноземний виробник знаходиться в точці F і, звісно, йому немає сенсу зміщуватися по кривій 2 вгору, оскільки іноземні виробники електроенергії не прагнуть зменшувати її ціну.

Залежність 3 показує, як буде вимушено вести себе підприємство-споживач, якщо ціна на електроенергію в Україні повільно збільшується до рівня c_{imp} . Таке повільне збільшення дозволяє вітчизняним виробникам також повільно змінювати технології

виробництва, і с точки зору фінансування цих заходів, це не завдасть великої шкоди бюджету споживачів.

Залежність 4 показує, як буде вимушено вести себе підприємство-споживач, якщо ціна на електроенергію підвищиться відразу до рівня \hat{c}_k , тобто до рівня, при якому $r'_k = r_{imp}$. Для більшості вітчизняних підприємств ця ситуація може стати критичною, оскільки не кожний споживач може фінансово витримати таке збільшення. До того ж, підприємства-споживачі електроенергії будуть вимушені швидко змінювати технології виробництва, що знову ж таки не для кожного можливо.

Трикутник нижче кривої 1 – це область, в яку попадає підприємство-споживач енергії, якщо починає застосовувати енергозберігаючі технології, а ціна на енергію залишається на поточному рівні. У цьому випадку виробники енергії знаходяться в не вигідному становищі, оскільки їх прибуток знижується за рахунок зменшення попиту на електроенергію і вони будуть змушені підвищувати ціну.

Трикутник вище кривої 2 – це область, в яку попадає підприємство-споживач енергії, якщо він не застосовує енергозберігаючі технології, а ціна на енергію стрімко збільшилася. У цьому випадку виробники енергії знаходяться в вигідному становищі, оскільки їх прибуток збільшується, а продукція споживачів енергії стає ще більш неконкурентоспроможною, оскільки $r'_k > r_{imp}$.

Область *MLFA* є множиною ефективних комбінацій як для споживачів, так і для виробників електроенергії, оскільки виробник може підвищувати ціну та забезпечувати відтворення галузі, а споживач, застосувавши нові технології, скорочує споживання енергії і все ще лишається конкурентоспроможним.

Точка перетину кривої 3 та кривої 4 (точка *O*), є оптимальною і для українських споживачів і для виробників електроенергії. Для споживачів електроенергії в цій точці найбільший запас конкурентоспроможності при рівні витрат l_{opt} , а для виробників – встановлюється ціна, яка дозволяє відтворюватися енергетичній галузі. Таким чином, і виробникам і споживачам вигідно, щоб ціна на одиницю енергії була встановлена на рівні c_{opt} .

Припустимо, що криві 3 та 4 мають гіперболічну залежність, тоді аналітично їх можна представити відповідно наступним чином:

$$l'_k = \frac{1}{g + rc'_k}, \quad (8)$$

де g, r - параметри.

$$l'_k = \frac{1}{q + mc'_k}, \quad (9)$$

де q, m - параметри.

Оцінку значень параметрів для кожної галузі необхідно проводити на основі статистичних даних методами регресійного аналізу.

Аналітично значення оптимальної ціни c_{opt} можна знайти, розв'язавши систему рівнянь:

$$\begin{cases} l'_k = \frac{1}{g + rc'_k} \\ l'_k = \frac{1}{q + mc'_k} \end{cases} \quad (10)$$

Виконав перетворення отримаємо:

$$c_{opt} = c'_k = \frac{g - q}{m - r}. \quad (11)$$

Підставивши (11), наприклад у рівняння (8), отримаємо:

$$l'_k = \frac{m - r}{gm - rq}. \quad (12)$$

За допомогою (12) можна визначити кількість енергії, до якої треба k -тому споживачу знизити витрати енергії на випуск одиниці продукції, щоб вона була конкурентоспроможною.

Запропоновану методику визначення оптимальної ціни електроенергії було використано для металургійної галузі (на прикладі чавуну) та для будівельної (на прикладі цементу) по даним, представленим в табл. 1.

Таблиця 1

Витрати енергії на одиницю продукції та її вартість*

	Україна		ЕС	
	втрати енергії на одиницю продукції (ГДж/т)	вартість одиниці електроенергії (дол/кВт. г)	втрати енергії на одиницю продукції (ГДж/т)	вартість одиниці електроенергії (дол/кВт.г)
Чавун	32	0,1	20	0,18
Цемент	6,3	0,1	3,8	0,18

* - статистичні дані отримано з [4,5,6].

Для чавуну, наприклад, моделі (8) та (9) мають відповідно наступний вигляд:

$$l'_k = \frac{1}{0.0052 + 0.0026c'_k}, \quad (13)$$

$$l'_k = \frac{1}{-0.0132 + 0.0039c'_k}. \quad (14)$$

Прирівнявши (13) та (14) отримаємо оптимальну ціну, яка дорівнює $c_{opt}^4 = 0,14$ дол. Відповідно кількість енергії, до якої треба споживачу знизити витрати енергії на випуск одиниці продукції, щоб вона була конкурентоспроможною, дорівнює $l_{opt}^4 = 23,89$ ГДж/т.

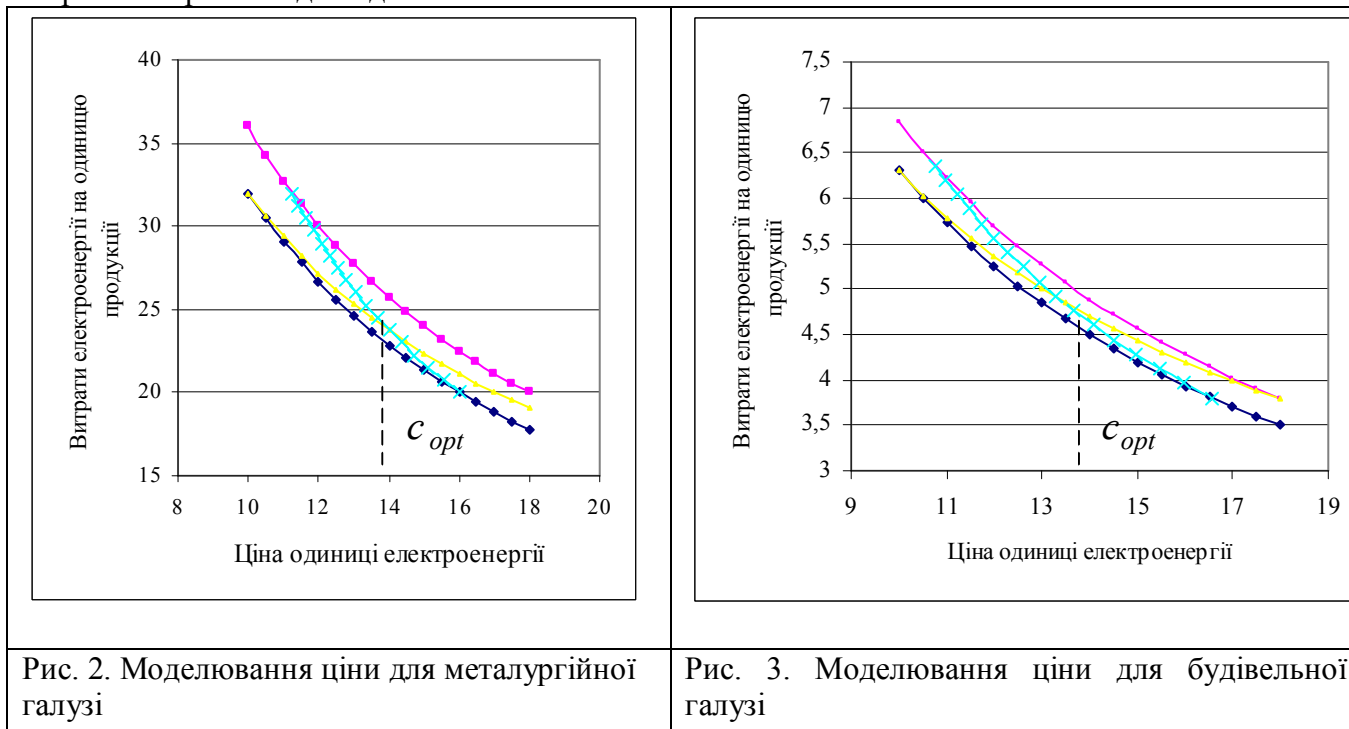
Для цементу моделі (8) та (9) мають відповідно наступний вигляд:

$$l'_k = \frac{1}{0.0298 + 0.0130c'_k}, \quad (15)$$

$$l'_k = \frac{1}{-0.0387 + 0.0182c'_k}. \quad (16)$$

Коефіцієнти моделей (13)-(16) враховують перетворення одиниць вимірювання витрат енергії з ГДж. До кВт.г. Прирівнявши (15) та (16) отримаємо оптимальну ціну для цементу, яка дорівнює $c'_{opt} = 0,13$ дол., відповідно кількість енергії до якої треба споживачу знизити витрати енергії на випуск одиниці продукції, щоб вона була конкурентоспроможною дорівнює $l'_{opt} = 4,95$ ГДж/т.

Результати моделювання ціни для металургійної та будівельної галузей представлено на рис. 2 та рис. 3 відповідно.



Після визначення ефективної ціни на електричну енергію для кожної галузі необхідно розрахувати середню ефективну, що дасть змогу встановити єдиний тариф. При чому цей тариф може переглядатися кожного року, кварталу тощо. Моделювання ціни на електроенергію для металургійної та будівельної галузей дозволило зробити висновок, що ціна, яка встановлена на ринку не відповідає вимогам економічного розвитку енергетичної галузі, і тому її необхідно підвищити до рівня 0,135 дол. за кВт.г.

ВИСНОВКИ

Ціноутворення в енергетичній галузі на сучасному етапі розвитку економіки України є одним з найважливіших питань, оскільки ціна, яка встановлена на ринку електричної енергії не дозволяє виробникам та постачальникам відновлювати обладнання. Запропонована методика спирається на принципи інноваційного розвитку економіки та методи математичного моделювання, що дозволяє визначати ціну електроенергії, яка враховує інтереси її споживачів та виробників.

1. Питання взаємопов'язаного розвитку економіки та енергетики України / В.М. Гесць // Вісн. НАН України. — 2006. — N 2. — С. 7-11.

2. Сталій розвиток: еколого-економічна оптимізація територіально-виробничих систем: . Навчальний посібник /За заг. ред. І.В. Недіна. - Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. - 384 с.

3. Резник Г. *Какая экономика – такая и энергетика. Долгосрочный прогноз развития мирового ТЭК // ТЭК. - 2003. - №8. – С. 28-34.*
4. Злобин А.А., Курятов В.Н., Мальцев А.П., Романов Г.А. *Основные концептуальные положения энергосбережения на предприятиях черной металлургии // Экологические системы. 2005. - № 12.*
5. Исаев В.А. *Оценка энергоёмкости чугуна и стали // Электрика. 2008. - № 6. – С. 15-18.*
6. Титенко С. *Шляхи становлення НКРЕ // Урядовий кур'єр . 2004. – 7груд (№233). С.7*

MODELING OF PRICE FORMATION IN POWER BRANCH

L.Sergeeva, O.Loban

The research considers the issues of price formation in power branch at the present state of economic development in Ukraine, the outmost issues, as the price on the electric power market is insufficient for the power producers and providers to reconstruct the engineering and equipment. We introduce the method based at the principles of innovative development of economy and methods of economic modeling that enables to define the price of electric power regarding the interests of consumers and producers.

Key words: price formation, consumer, producer, provider, electric power, modeling.