

УДК 338.534

Поклонський Ф. Ю., Тіщенко Є. Б.**МОДЕЛЮВАННЯ ВАРТОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ
ПРИ ВИКОРИСТАННІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Реформи електроенергетичної галузі повинні передбачати поступове доведення тарифу на електроенергію для населення до економічно обґрунтованого рівня, який залежить від пропозиції та попиту. Це приведе до припинення практики, компенсації втрат енергопостачальних організацій за рахунок завищеного тарифу для інших груп споживачів. Складність укладається в тому, що розмір перехресного субсидіювання в значній мірі визначається особливостями методики здійснення взаєморозрахунків, що постійно змінюється [1].

У вітчизняній економічній літературі аналізу проблем моделювання вартості електроенергії при використанні енергозберігаючих технологій були присвячені наукові праці багатьох вчених. Але хотілося би підкреслити наукові роботи зарубіжних вчених, таких як Піндайк Р., Робинсон. Дж., Рамсей Ф. П.

Метою статті є обґрунтування доцільності та розробка рекомендацій щодо моделювання вартості електроенергії при використанні енергозберігаючих технологій.

Одне з напрямків оптимізації тарифної системи – введення багатоставочних тарифів, диференційованих по обсягах споживання, та по добовому часу споживання. Перша ставка тарифу за мінімальний обсяг споживання, що дорівнює соціальної нормі, є нижче за економічно обґрунтовану. А наступні ставки теоретично повинні формуватися за умов максимізації функції суспільного добробуту та збереження рівня прибутку енергокомпаній близько 30 %.

Використання багатоставочних тарифів, по-перше, дозволить підвищити фінансову стабільність і інвестиційну привабливість енергокомпаній, а по-друге, відповідає інтересам побутових споживачів, які самостійно визначають обсяг споживання.

Обсяг соціальної норми споживання електричної енергії деталізується Постановою КМУ «Про встановлення державних соціальних стандартів у сфері житлово-комунального обслуговування [1]. Зазначені нормативи мають використовуватися при наданні пільг та субсидій, та забезпечувати державні соціальні гарантії у сфері житлово-комунального господарства. Але фактично, ці норми існують незалежно від тарифної політики у сфері електропостачання.

Зараз населення (побутові споживачі) оплачує електроенергію по багатоставочному тарифу, затвердженому постановою НКРЕКП № 220 від 26.02.2015 р. «Про встановлення тарифів на електроенергію, що відпускається населенню» [2]. При одноставочному тарифі витрати споживача на електроенергію можуть бути представлені лінійною функцією від обсягу споживання, тому одноставочні тарифи називають також лінійними тарифами. Загальні витрати покупця при лінійних тарифах пропорційні кількості купленої продукції.

Привабливість багатоставочних тарифів полягає в тому, що вони при правильній побудові дозволяють досягти більшого значення сукупного надлишку, ніж одноставочні тарифи, а також вирішити проблему соціального захисту найменш забезпечених верств населення.

Припустимо, що задана соціальна норма споживання електроенергії Q_{soc} кВт·ч на місяць. Першу ставку у багатоставочному тарифі визначимо так, щоб споживачі з будь-яким рівнем доходів могли придбати електроенергію в обсязі не менше, чим соціальна норма споживання $Q_{соц}$. А другу ставку визначимо з умов збереження беззбитковості постачальника електроенергії (ПРТ) або отримання ним нормального прибутку.

Припустимо, що попит споживачів на електроенергію описується функцією попиту:

$$Q = Q(P, I), \quad (1)$$

де P – ціна на електроенергію для населення;

I – величина середньодушового грошового доходу.

Припустимо, що функція попиту задовольняє умові монотонності по за рівнем доходу: якщо $I_1 > I_2$, то для будь-якої ціни P виконується умова $Q(P, I_1) > Q(P, I_2)$. Умова монотонності свідчить, що споживачі із більшим значенням доходу I придбають більший обсяг електроенергії при будь-якій ціні P .

Нехай мінімальний середньодушовий дохід становить I^{min} , тоді:

$Q(P, I^{min})$ – функція попиту споживачів з мінімальним середньодушовим доходом. Графіки функцій попиту всіх інших споживачів будуть лежати вище графіка функції попиту споживача з мінімальним доходом. Наприклад, функції попиту чотирьох груп споживачів з зростаючими доходами виглядатимуть як сукупність рівнобіжних прямих.

Позначимо через $p(Q, I)$ обернену функцію попиту. Значення функції $p(Q, I)$ ідентифікують собою ціну, яку покупець із доходом I спроможний сплатити за Q одиниць товару.

Першу соціальну ставку у багатоставочному тарифі визначимо як значення оберненої функції попиту для соціальної норми споживання й мінімального середньодушового доходу, так щоб усі споживачі отримали електроенергії в обсязі не меншим ніж Q_{soc} . Зазначена обернена функція буде мати вигляд $P_{soc} = p(Q_{soc}, I^{min})$ (рис. 1).

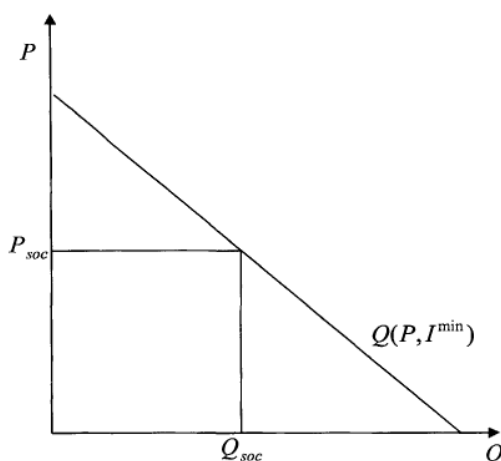


Рис. 1. Теоретичне співвідношення соціальної норми споживання та соціального тарифу (побудовано автором на основі [3, 4, 5])

Якщо позначити другу ставку тарифу через $P_1 > P_{soc}$, то функція попиту матиме вигляд системи рівнянь:

$$P(Q) = \begin{cases} P_{soc}, & Q \in [0, Q_{soc}] \\ P_1, & Q > Q_{soc} \end{cases}. \quad (2)$$

Використання системи 2 для визначення прибутку ПРТ за умов беззбитковості або нормального прибутку дозволить визначити параметри більш високої ставки тарифу P_1 .

За умов найпростішого двоставочного тарифу (P_{soc}, P_1) можна виокремити два типи споживачів, поведінка яких наочно ілюструється на рис. 2. Споживачі першого типу (найменш забезпечені) придбають електроенергію в обсязі не більшим за встановлену соціальну норму. Це споживачі з доходом $I < I_{pred}$, де I_{pred} це граничний дохід, який визначається шляхом розв'язання залежності $Q_{soc} = Q(P_1, I_{pred})$. Споживачі з доходом нижчим, ніж граничний I_{pred} , зупиняться на рівні споживання Q_{soc} , тому що збільшення обсягу споживання понад приведе до скорочення їх споживчого надлишку.

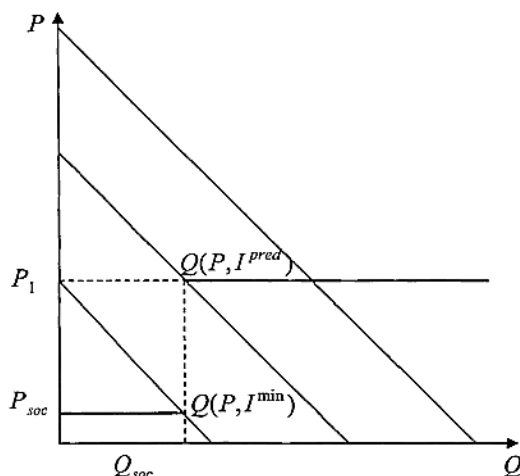


Рис. 2. Поведінка споживача в умовах двоставочного тарифу (побудовано автором на основі [3, 4, 5])

Споживачі другого типу (більш заможні) придбають електроенергію в обсязі, що перевищують Q_{soc} . Це споживачі з доходом $I > I^{pred}$. При цьому перші Q_{soc} кВт-годин електроенергії вони будуть оплачувати за низькою соціальною ціною P_{soc} , а всю іншу електроенергію за високою ціною P_1 . Витрати споживача (виторг ПРТ) при використанні двоставочного тарифу можна буде проілюструвати системою рівнянь:

$$R(Q) = \begin{cases} P_{soc} \cdot Q_{soc}, & Q \leq Q_{soc} \\ P_{soc} \cdot Q_{soc} + P_1(Q - Q_{soc}), & Q > Q_{soc} \end{cases} \quad (3)$$

Відповідно до постанови НКРЕКП № 220 від 26.02.2015 р. «Про встановлення тарифів на електроенергію, що відпускається населенню» [6] для побутових споживачів діє триставочний тариф, яким обумовлює витрати споживачів, представлені у табл. 1.

Таблиця 1

Динаміка витрат споживача та трьохставочним тарифом на електроенергію

Обсяг споживання, Q	Період дії тарифу					
	з 01.04.2015 р. по 31.08.2015 р.		з 01.09.2015 р. по 29.02.2016 р.		з 01.03.2016 р. по 31.08.2016 р.	
	P , грн	R , грн	P , грн	R , грн	P , грн	R , грн
$Q_{soc} = 100$ кВт	0,366	36,6	0,456	45,6	0,57	57,0
$100 < Q \leq 600$	0,63	351,6	0,789	440,1	0,99	552,0
$Q \geq 600$	1,407	914,4	1,479	1031,7	1,56	1176,0

Розраховано автором за даними [6].

Згідно представлених даних (з 01.04.2015 р. по 31.08.2015 р.) втрати споживача для соціальної норми споживання становлять 36,6 грн за 100 кВт-год., друга ставка тарифу при споживанні не більше 600 кВт обумовлює витрати 351,6 грн, а третя ставка при умовному споживанні 1000 кВт – 914,4 грн. Для аналізованого періоду співвідношення тарифів складає 1 до 1,72 та 3,84. Разом з тим, у наступних періодах це співвідношення змінюється: 1 до 1,73

та 3,24 з 01.09.2015 р. по 29.02.2016 р.; 1 до 1,73 та 2,73 з 01.03.2016 р. по 31.08.2016 р. Визначені зміни не мають чіткого пояснення у постанові НКРЕКП. До того ж не зрозуміла процедура встановлення рівня соціальної норми споживання. Щодо рівня еластичності витрат споживачів для кожного періоду, то слід зазначити, що зростання обсягу споживання електроенергії від Q_{soc} до $Q1$ характеризується відповідною еластичністю 3,05 одиниць. Разом з тим зростання обсягу споживання електроенергії від $Q1$ до $Q2$ характеризується відповідною еластичністю від 1,16 до 1,61 одиниць. Такі розбіжності вказують на відсутність у розробників єдиного підходу до визначення тарифів. Таким чином, результати аналізу табл. 1 вказують на те, що використання багатоставочних тарифів без достатнього рівня економічного обґрунтування викривляє отримувані результати і потребує додаткового вдосконалення. Встановлення тарифів передбачає, що обов'язково повинні бути враховані характеристики споживачів на кожному окремому сегменті ринку.

Енергокомпанія (ПРТ) фактично поставляє електроенергію різним групам споживачів, що відрізняються між собою за функціями попиту та по витратах їх обслуговування. Таким чином, ПРТ може бути умовно розглянутий як багатопродуктова монополія – електроенергія, що реалізується на кожному ринковому сегменті вважається окремим товаром. В такому випадку доцільним є використання ціноутворення за принципом Рамсея [7]. З іншого боку, якщо розглядати сукупний попит на електроенергію з боку всіх груп споживачів, не враховуючи відмінності у витратах по їхньому обслуговуванню, то окремий ПРТ можна розглядати однопродуктовою фірмою, до якої доцільним є застосування моделі однорідного ціноутворення (рис. 3).

Ринок, на якому функціонує окремий ПРТ (рис. 3), характеризується попитом D , граничним доходом MR та середніми й граничними витратами AC та MC відповідно. Одне з визначень природньої монополії характеризує її як фірму, середні витрати тривалого періоду якої знижуються внаслідок зростаючої віддачі від масштабу. Відповідно до нього функція середніх витрат скорочується, внаслідок чого крива MC розташована нижче, чим AC , тобто граничні витрати на усьому діапазоні менше середніх. Для оцінки ефективності функціонування ринку одного товару використовується функція суспільного добробуту, обумовлена як сума споживчого надлишку та прибутку виробника [4]:

$$W = R + S + C. \quad (4)$$

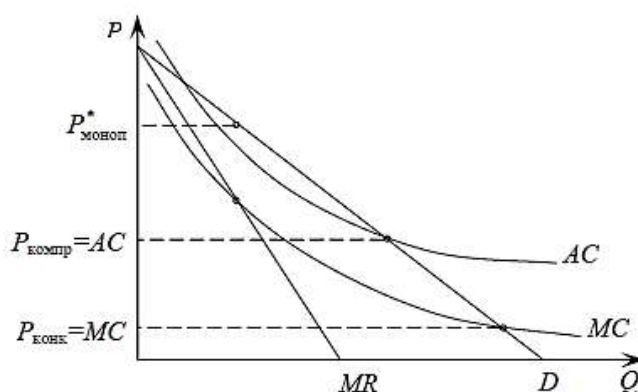


Рис. 3. Однорідне ціноутворення в умовах природньої монополії (побудовано автором на основі [3, 4, 5])

Функція суспільного добробуту досягає свого безумовного максимуму при ціноутворенні на рівні граничних витрат $P_{конк} = MC$, в умовах конкурентного середовища. У випадку природньої монополії при ціноутворенні на рівні граничних витрат ($P_{конк} = MC$) теж максимізується функція суспільного добробуту. Разом з тим, граничні витрати MC менше середніх витрат AC , а це приводить до збитковості компанії через негативний прибуток:

$$\pi = (P - AC)Q = (MC - FC)Q < 0. \quad (5)$$

У ряді випадків знижена або повністю відсутня конкуренція, що забезпечує компанії ринковою (монопольною) владою. Цей факт дозволяє монополії максимізувати власний прибуток, необхідною умовою для чого є умова еквівалентності граничного доходу та граничних витрат. Порівняно з проілюстрованим однорідним ціноутворенням принцип Рамсея має суттєві відмінності. Зміст цього підходу до ціноутворення полягає у тому, що необхідно встановити ціни, що перевищують граничні витрати. Таким чином забезпечується беззбитковість природної монополії, а втрати в економічній ефективності наближаються до мінімальних. Тобто необхідно розв'язати завдання максимізації функції суспільного добробуту за умови беззбитковості (нормальної прибутковості) природної монополії. Формально завдання для пошуку цін Рамсея можна записати в такий спосіб [7]:

$$\left\{ \begin{array}{l} W \rightarrow \max; R + S + C \rightarrow \max \\ \pi = \text{const} \end{array} \right\}. \quad (6)$$

У системі (6) друге рівняння відображає необхідність досягнення заданого рівня нормального прибутку. Функція витрат C повинна відповідати умові субаддитивності, а споживчий надлишок S визначається як сума споживчих надлишків на усіх сегментах ринку: $S = \sum S_i$. Припустимо, що функції попиту на всіх сегментах ринку окремого ПРТ незалежні одна від одної. Тоді обернені функції попиту можуть бути представлені у вигляді:

$$P_s = P_s(Q_s), \quad 1 \leq k \leq n, \quad (7)$$

де $P_s(Q)$ – обернена функція попиту на електроенергію на s -му сегменті;

Q_s – обсяг реалізації електроенергії на si -му сегменті;

k – загальна кількість сегментів (груп споживачів електроенергії).

Враховуючи, що необхідно врахувати наявність різних тарифів для різних груп споживачів, то надлишок для кожного тарифу може бути представлений двома компонентами. Надлишок виробника, отриманий ПРТ при обслуговуванні «бідного» споживача зі значенням доходу $I < I^{pred}$, буде дорівнювати:

$$S(P_{soc}, P_I, I) = (P_{soc} - MC) \cdot Q_{soc}. \quad (8)$$

На рис. 4 заштрихованим прямокутником зображений надлишок виробника, отриманий ПРТ при обслуговуванні «бідного» споживача зі значенням доходу $I < I^{pred}$. Надлишок, отриманий при обслуговуванні «заможного» споживача зі значенням доходу $I > I^{pred}$, ілюструється рівнянням:

$$S(P_{soc}, P_I, I) = (P_{soc} - MC) \cdot Q_{soc} + (P_I - MC) \cdot (Q(P_I, I) - Q_{soc}). \quad (9.1)$$

В загальному вигляді надлишок на кожному сегменті може бути розрахований як інтегральна функція:

$$S_s = \int_0^{Q_s} [P_s(Q_s) - P(Q(P, I^{pred}))] dq,$$

а враховуючи наявність соціального тарифу маємо загальний надлишок для усіх сегментів:

$$S = \sum_{s=1}^k \left(\int_0^{Q_{isoc}} P_{s(soc)}(q_s) dq_s + \int_{Q_{isoc}}^Q P_s(q_s) dq_s \right). \quad (9.2)$$

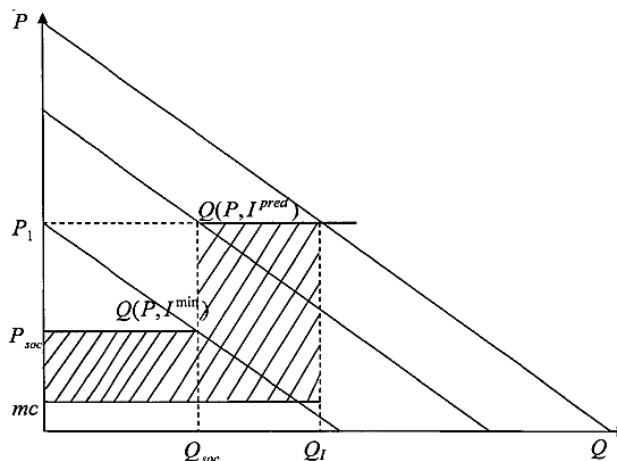


Рис. 4. Надлишок постачальника електричної енергії (ПРТ) для випадку соціального тарифу (побудовано автором на основі [3, 4, 5])

Загальний виторг енергопостачальної компанії (ПРТ) еквівалентний загальним витратам споживачів ілюструється функцією:

$$R = \sum_{s=1}^k P_s(Q_s) \cdot Q_s .$$

Відповідно для усіх сегментів та з урахуванням соціальної норми споживання та соціального тарифу маємо:

$$R = \sum_{s=1}^k (Q_{s(soc)} P_{s(soc)} + Q_s(P_s) P_s) . \tag{10}$$

Узагальнюючи отримані залежності (9.1, 9.2, 10) в межах базової системи (6) дає можливість отримати розв’язання задачі ціноутворення Рамсея з соціальною нормою споживання 11. Отримана система є прикладом умовного екстремуму функції багатьох змінних, що може бути розв’язана шляхом використання методу Лагранжа [4].

$$\left. \begin{aligned} \pi_i &= \sum_{s=1}^k (Q_{s(soc)} P_{s(soc)} + Q_s(P_s) P_s) - \left(MC_i \sum_{s=1}^k Q_s + FC_i \right) = (R'_i d_i + R''_i (1 - d_i) + N a_i) K_i, \\ W &= \sum_{s=1}^k \left(\int_0^{Q_{soc}} P_{s(soc)}(q_s) dq_s + \int_{Q_{soc}}^Q P_s(q_s) dq_s \right) - \left(MC_i \sum_{s=1}^k Q_s + FC_i \right) \rightarrow \max_{P_s} \end{aligned} \right\} \tag{11}$$

де π_i – нормальний прибуток i -го ПРТ на роздрібному ринку,
 MC_i, FC_i – граничні та постійні витрати i -го ПРТ,
 $P_{s(soc)}, Q_{s(soc)}$ – соціальний тариф та соціальна норма споживання на s сегменті ринку;
 P_s, Q_s – ринкові тарифи та відповідні обсяги споживання електроенергії на s сегменті ринку. Зазначена функція Лагранжа L з відповідним множником λ прийме вигляд:

$$\begin{aligned} L(P_1, \dots, P_k, \lambda) &= W(P_1, \dots, P_k, \lambda) + \lambda \cdot \pi(P_1, \dots, P_k) = \\ &= \sum_{s=1}^k \left(\int_0^{Q_{soc}} P_{s(soc)}(q_s) dq_s + \int_{Q_{soc}}^Q P_s(q_s) dq_s \right) - \left(MC_i \sum_{s=1}^k Q_s + FC_i \right) - \\ &- \lambda \left(\sum_{s=1}^k (Q_{s(soc)} P_{s(soc)} + Q_s(P_s) P_s) - \left(MC_i \sum_{s=1}^k Q_s + FC_i \right) - (R'_i d_i + R''_i (1 - d_i) + N a_i) K_i \right). \end{aligned} \tag{12}$$

Розв'язання рівняння (12) дає можливість зробити висновок, що відносне зростання тарифів на електроенергію для кожного сегменту повинне бути обернено пропорційним ціновій еластичності попиту E_j :

$$\left. \begin{aligned} \pi_i &= (R'_i d_i + R''_i(1 - d_i) + N a_i) K_i, \\ P_i - \left(A V_i + \frac{(R'_i d_i + R''_i(1 - d_i) + N a_i) K_i}{\sum_{j=1}^m Q_j} \right) &= \frac{1}{E_i} \end{aligned} \right\}.$$

Слід підкреслити, що запропонована модель ціноутворення для ПРТ не перекладає тягар перехресного субсидіювання малозабезпечених верств населення на більш багаті верстви населення, оскільки кожний споживач самостійно вибирає той обсяг електроенергії, який він буде споживати. Забезпечені споживачі також мають можливість одержати частину електроенергії по дешевому (соціальному) тарифу. На відміну від існуючого підходу методика дозволяє сформулювати максимальне точне значення соціальної норми споживання відповідної рівням доходу населення та поточній ситуації у галузі та національній економіці взагалі.

ВИСНОВКИ

На основі розробленої інформаційно-аналітичної моделі можна запропонувати методику формування соціально-орієнтованого тарифу на електроенергію для населення та інших сегментів ринку, що включає в себе такі етапи.

- специфікація та діагностика функції попиту на електроенергію з боку населення;
- специфікація та оцінювання функції витрат окремих ПРТ (обленерго);
- оцінка функції щільності розподілу населення по середньодушовому середньомісячному грошовому доходу;
- розрахунки ставок тарифу для окремих сегментів та груп населення.

Використання розробленого підходу до тарифікації вартості електричної енергії дозволить захистити малозабезпечені верстви населення в процесі ліквідації перехресного субсидіювання та доведенні тарифу на електроенергію до економічно обґрунтованого рівня.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про встановлення державних соціальних стандартів у сфері житлово-комунального обслуговування [Електронний ресурс] : Постанова Кабінету Міністрів України від 06.08.2014 р. № 409. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua>.
2. Про застосування стимулюючого регулювання у сфері передачі електричної енергії місцевими (локальними) електричними мережами [Електронний ресурс] : Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики від 26.07.2013 р. № 1029. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 01.08.2013 р. за № 1294/23826. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua>
3. Піндайк Р. Мікроекономіка : пер. з англ. / Р. Піндайк, Д. Рубінфельд. – К. : Основи, 1996. – 646 с.
4. Про затвердження умов та правил здійснення підприємницької діяльності з передачі електричної енергії місцевими (локальними) електромережами [Електронний ресурс] : Постанова Національної комісії з питань регулювання електроенергетики України від 13.06.1996 р. № 15. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 26.07.1996 р. за № 408/1433. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua>.
5. Робинсон Дж. Экономическая теория несовершенной конкуренции. / Дж. Робинсон ; [пер. с англ. общ. ред. И. М. Осадчей]. – М. : Прогресс, 1986. – 471 с.
6. Про встановлення тарифів на електроенергію, що відпускається населенню [Електронний ресурс] : Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг від 26.02.2015 р. № 220. – Режим доступу : <http://www.nerc.gov.ua>.
7. Рамсей Ф. П. Философские работы / Фрэнк Пламттон Рамсей ; [пер. с англ. В. Суровцева]. – М. : Канон+, РООИ «Реабилитация», 2013. – 368 с.

Стаття надійшла до редакції 14.02.2017 р.