

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ЦІНОУТВОРЕННЯ НА РИНКАХ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ЗА АУКЦІОННОГО ПІДХОДУ

©2024 КИЗИМ М. О., ХАУСТОВА В. Є., КОТЛЯРОВ Є. І., САЛАШЕНКО Т. І.

УДК 338.5:662.6
JEL: D44; D49; L11; Q43; Q49

Кизим М. О., Хаустова В. Є., Котляров Є. І., Салашенко Т. І. Методичні аспекти ціноутворення на ринках теплової енергії за аукціонного підходу

Розвиток конкуренції на ринках теплової енергії із магістральними тепломережами можливий на основі організації односторонніх теплових аукціонів між виробниками тепла. Передумовою відкриття конкуренції на ринках теплової енергії є розмежування теплогенерації та тепломереж, а також забезпечення регульованого доступу до тепломереж для незалежних виробників. За часовою сегментацією доцільно запроваджувати: річні аукціони, де контрактуються базові теплові потреби; місячні – для пікових потреб, і добові – для погодинних небалансів. У статті пропонується організаційно-технологічний регламент проведення річних теплових аукціонів, які мають покривати 80–90% теплових потреб. Функціонувати теплові аукціони мають за методом заявленого ціноутворення, де виробники – переможці аукціону отримують доходи за законтрактованими обсягами теплогенерації за поданою ціною, тоді як споживачі сплачують єдину середньозважену ціну. Теплові аукціони функціонують за централізованою диспетчеризацією, що передбачає узгодження фізичних і комерційних потоків теплоенергії з урахуванням технічної специфіки теплових мереж. У статті обґрунтовуються варіанти економіко-математичних моделей аукціонного ціноутворення на ринку теплової енергії за різної конфігурації теплових мереж. Як така конфігурація розглядаються тепломережі із: 1) необмеженими потоковими зв'язками; 2) ізольованими виробниками тепла; 3) системними обмеженнями за пропускними потужностями всередині теплового району; 4) односторонніми та 5) двосторонніми перетоками між суміжними тепловими районами. Встановлення справедливої ціни на теплову енергію зводиться до розв'язання функції мінімізації середньозваженої ціни теплової енергії для споживачів за умов: а) повного задоволення споживчого попиту на теплову енергію; б) технічних можливостей теплогенерації; в) з'єднань і пропускних потужностей тепломереж усередині теплового району; г) напрямків перетоків та пропускних потужностей між суміжними тепловими районами. Кожна тепла мережа представляє унікальну конфігурацію цих умов, тому розв'язання економіко-математичної задачі щодо встановлення аукціонної ціни на теплову енергію буде різним на кожному локальному ринку теплової енергії. Апробація запропонованого підходу доводить, що за великої кількості регуляторних і системних обмежень всередині теплового району ціна теплової енергії буде зростати, тоді як двосторонні перетоки теплової енергії між суміжними тепловими районами приводять до зниження ціни теплової енергії. Запропоновані методичні аспекти аукціонного ціноутворення на теплову енергію доцільно запроваджувати у великих і середніх населених пунктах із магістральними мережами, що дозволить інтегруватися в ринок незалежним виробникам тепла, які працюють на відновлюваних джерелах енергії або мають надлишкове та скидне тепло, сприяючи декарбонізації міста та країни загалом.

Ключові слова: ринки теплової енергії, ринкова конкуренція, тепловий аукціон, теплогенерація, регульований доступ, заявлене ціноутворення, моделі аукціонного ціноутворення, незалежні виробники тепла, відновлювані джерела енергії, декарбонізація.

Рис.: 6. **Табл.:** 7. **Формул.:** 4. **Бібл.:** 17.

Кизим Микола Олександрович – доктор економічних наук, професор, член-кореспондент НАН України, головний науковий співробітник Науково-дослідного центру індустріальних проблем розвитку НАН України (пров. Інженерний, 1а, 2 пов., Харків, 61166, Україна)

E-mail: m.kyzym@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8948-2656>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1859367>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57216130870>

Хаустова Вікторія Євгенівна – доктор економічних наук, професор, директор Науково-дослідного центру індустріальних проблем розвитку НАН України (пров. Інженерний, 1а, 2 пов., Харків, 61166, Україна)

E-mail: v.khaust@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5895-9287>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/629132>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57216123094>

Котляров Євген Іванович – кандидат економічних наук, доцент, завідувач сектора енергетичної безпеки та енергозбереження відділу промислової політики та енергетичної безпеки, Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України (пров. Інженерний, 1а, 2 пов., Харків, 61166, Україна)

E-mail: ekotlarov@i.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6366-6729>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/V-3947-2017>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701345149>

Салашенко Тетяна Ігорівна – кандидат економічних наук, старший науковий співробітник відділу промислової політики та енергетичної безпеки, Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України (пров. Інженерний, 1а, 2 пов., Харків, 61166, Україна)

E-mail: tisandch@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1822-5836>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/V-3701-2017>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57340287400>

UDC 338.5:662.6

JEL: D44; D49; L11; Q43; Q49

Kyzym M. O., Khaustova V. Ye., Kotliarov Ye. I., Salashenko T. I. Methodical Aspects of Pricing in the Heat Energy Markets under the Auction Approach

The development of competition in the heat energy markets with main heating networks is possible on the basis of the organization of unilateral heat auctions between heat producers. A prerequisite for opening competition in the heat energy markets is the separation of heat generation and heat networks, as well as the provision of regulated access to heat networks for independent producers. In terms of time segmentation, it is advisable to introduce: annual auctions, where basic heat needs are being contracted; monthly auctions – for peak needs, and daily auctions – for hourly imbalances. The article proposes organizational and technological regulations for conducting annual heat auctions, which should cover 80–90% of heat needs. Heat auctions should function according to the declared pricing method, where the producers who are the auction winners receive income for the contracted volumes of heat generation at a given price, while consumers pay a single weighted average price. Heat auctions operate under centralized dispatching, which provides for the coordination of physical and commercial heat energy flows, taking into account the technical specifics of heat networks. The article substantiates variants of economic and mathematical models of auction pricing in the heat energy market with different configurations of heat networks. As such a configuration, are considered heating networks with: 1) unlimited flow connections; 2) insulated heat producers; 3) system restrictions on throughput capacities within the heating area; 4) one-way and 5) two-way flows between adjacent heating areas. Establishment of a fair price for heat energy is reduced to solving the function of minimizing the weighted average price of heat energy for consumers under the following conditions: a) full satisfaction of consumer demand for thermal energy; b) technical capabilities of heat generation; c) connections and throughput capacities of heating networks within the heating area; d) directions of flows and capacity between adjacent heating areas. Each heat network represents a unique configuration of these conditions, therefore, the solution of the economic and mathematical problem of setting the auction price for heat energy will be different in each local heat market. Approbation of the proposed approach proves that with a large number of regulatory and systemic restrictions within the heating area, the price of thermal energy will increase, while bilateral flows of thermal energy between adjacent heating areas lead to a decrease in the price of thermal energy. The proposed methodological aspects of auction pricing for thermal energy should be introduced in large and medium-sized settlements with trunk networks, which will allow independent heat producers who work on renewable energy sources or have excess and waste heat to integrate into the market, contributing to the decarbonization of the city and the country as a whole.

Keywords: heat energy markets, market competition, heat auction, heat generation, regulated access, declared pricing, auction pricing models, independent heat producers, renewable energy sources, decarbonization.

Fig.: 6. **Tabl.:** 7. **Formulae:** 4. **Bibl.:** 17.

Kyzym Mykola O. – D. Sc. (Economics), Professor, Corresponding Member of NAS of Ukraine, Chief Research Scientist of the Research Centre for Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (2 floor 1a Inzhenernyi Ln., Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: m.kyzym@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8948-2656>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1859367>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57216130870>

Khaustova Viktoriia Ye. – D. Sc. (Economics), Professor, Director of the Research Centre for Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (2 floor 1a Inzhenernyi Ln., Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: v.khaust@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5895-9287>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/629132>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57216123094>

Kotliarov Yevhen I. – PhD (Economics), Associate Professor, Head of the Sector of Energy Security and Energy Efficiency of Department of Industrial Policy and Energy Security, Research Centre for Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (2 floor 1a Inzhenernyi Ln., Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: ekotliarov@i.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6366-6729>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/V-3947-2017>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701345149>

Salashenko Tetiana I. – PhD (Economics), Senior Research Fellow of the Department of Industrial Policy and Energy Security, Research Centre for Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (2 floor 1a Inzhenernyi Ln., Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: tisandch@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1822-5836>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/V-3701-2017>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57340287400>

Формування ринків теплової енергії можливо лише там, де існують централізовані теплові системи. Оскільки тепла енергія належить до критичних базових потреб, то теплозабезпечення стосується сфери публічних інтересів. Конкуренція на ринку теплової енергії доцільна тільки між виробниками, тоді як споживачі не беруть участі в конкурентному виборі. Завданням ринку теплової енергії є встановлення конкурентних цін на генерацію теплової енергії, тоді як за-

вдання централізованих систем – забезпечення необхідною кількістю теплової енергії належної якості. Для формування конкуренції на ринках теплової енергії необхідно забезпечити:

- a) справедливий регульований доступ до централізованих теплових мереж для незалежних виробників теплової енергії;
- b) відокремлення витрат на теплогенерацію від витрат на транспортування теплової енергії;

в) запровадження чесної конкуренції між виробниками теплової енергії за необхідні обсяги теплової генерації за найнижчими цінами.

У конкурентні відносини на ринку теплової енергії вступають різні типи теплогенерації, з-поміж яких виділяють: традиційні котельні, когенераційні установки, теплові насоси, надлишкове та скидне тепло від промислових процесів та комерційних послуг, тепло сміттєспалювальних заводів, геотермальні теплові джерела тощо [1–3]. Таким чином, кон'юнктура ринку теплової енергії залежить від комбінації теплогенерувальних технологій. Кожна з цих технологій використовує різні види викопних, відновлюваних джерел енергії або відходів, характеризується різною енергоефективністю конверсії, а також співвідношенням операційних і капітальних витрат. Зважаючи на мінливий попит на теплову енергію залежно від температурних умов та часу доби, технології, що мають високі капітальні та низькі операційні витрати, використовуються для забезпечення базових теплових потреб (когенерація, особливо на біопаливі, тепло сміттєспалювальних заводів тощо), тоді як інші, що мають низькі капітальні та високі операційні витрати, – для покриття пікових теплових потреб (газова когенерація, парові котли тощо). Тому різними вченими досліджуються різні технології теплогенерації з позиції їх економічної ефективності функціонування за ринкових умов, зокрема: когенерації [4–6], відновлювальних джерел енергії [7; 11] та надлишкового і скидного тепла [8–10].

Формування механізму торгівлі тепловою енергією може бути реалізовано у формі теплових аукціонів. Такі теплові аукціони вже довели свою доцільність на практиці 13 міст Литви [12]. Тому аукціонний підхід доцільно реалізувати для централізованих теплових систем України, проте враховуючи національні особливості їх будови та сучасний стан теплогенерації. Як приклад теплової системи взято теплові мережі Великого Копенгагена [13]. Ця публікація є логічним продовженням і виходить із концептуальних положень, викладених авторами в роботі [14].

Метою статті є обґрунтування економіко-математичних моделей ціноутворення на ринку теплової енергії на основі аукціонного підходу за різної конфігурації теплових мереж.

Мінливість попиту на теплову енергію та різна економічна ефективність теплогенерації обумовлюють необхідність запровадження різних часових сегментів на ринку теплової енергії, з-поміж яких доцільно запропонувати такі:

- ✦ *строковий* – у формі проведення річних теплових аукціонів із розбивкою на місячні продукти;
- ✦ *спотовий* – у формі місячних аукціонів із розбивкою на добові продукти;
- ✦ *балансувальний* – у формі врегулювання погодинних небалансів на добових теплових аукціонах.

На річному тепловому аукціоні контракуються базові потреби в тепловій генерації, на місячних – пікові потреби, а на балансувальному – регулюються відхилення фізичних обсягів від комерційних продуктів. На теплових аукціонах впроваджується заявлений метод ціноутворення – кожен виробник отримує за акцептований обсяг теплогенерації заявлену ціну на тепловому аукціоні, а споживачі сплачують середньозважену ціну, розраховану за всіма законтракованими виробниками теплової енергії. З одного боку, по мірі наближення до фактичного часу поставки (переходу на ближчі часові сегменти: річний аукціон → місячний аукціон → добовий аукціон) ціна теплової енергії має зростати, оскільки в роботу включаються більш витратні потужності теплогенерації, а із іншого – впровадження строкових аукціонів дозволяє найефективнішим виробникам теплової енергії заздалегідь планувати свою діяльність, хеджувати ризики цінової волатильності, контракуючи необхідні обсяги первинних енергоресурсів за прийнятними цінами.

У табл. 1 представлено пропонований організаційно-технологічний регламент проведення річних теплових аукціонів. Підготовка до проведення річного теплового аукціону розпочинається одразу після завершення кожного опалювального періоду, а результати теплового аукціону стають відомі 1 серпня кожного року, тобто перед початком нового опалювального періоду. Останнє дозволяє переможцям теплового аукціону законтракувати або безпосередньо придбати необхідні обсяги первинних енергоресурсів за прийнятними цінами до настання нового опалювального періоду.

Першим завданням, яке передує «відкриттю воріт» річного теплового аукціону, є складання прогнозного графіка теплозабезпечення (функції попиту на теплову енергію) на наступний тепловий рік – із 15 жовтня T_N до 14 жовтня T_{N+1} . Це завдання покладається на незалежного системного оператора, який проводить диспетчеризацію теплової системи та виступає оператором ринку теплової енергії. Функція попиту теплової енергії залежить від ряду параметрів: температури зовнішнього середовища, швидкості вітру, хмарності та вологості, кількості та типу приміщень, їх площі та констук-

Організаційно-технологічний регламент проведення річних теплових аукціонів

№ з/п	Процедура	Час	Відповідальні особи
1.1	Прогнозування базового попиту на теплову енергію, виходячи із ретроспективних даних кліматичних умов по днях місяця (місячні продукти)	До 1 травня кожного року	Незалежний системний оператор
1.2	Встановлення регуляторних і системних обмежень за об'єктами теплогенерації	До 1 червня кожного року	
1.3	Визначення критично можливих перетоків теплової енергії між тепловими районами (односторонні та багатосторонні перетоки)	До 1 червня кожного року	
1.4	Розрахунок бенчмаркінгової (порівняльної) ціни теплової енергії за маржинальним об'єктом теплогенерації	До 1 липня кожного року	
1.5	Публікація даних незалежним системним оператором (графік попиту на теплову енергію, пропускна потужність, порівняльна ціна)	1 липня кожного року	
2.1	Відкриття «воріт» теплового аукціону	1 робочий день липня кожного року	Незалежний системний оператор
2.2	Внесення на рахунок ЕСКРОУ фінансових гарантій щодо спроможності генерації теплової енергії	До подачі заявки	Оператори теплогенерувальних потужностей
2.3	Подача заявок-пропозиції виробниками теплової енергії із зазначення ціни теплової енергії, щодобової пропозиції теплогенерації, коефіцієнта мінімального використання теплогенерувальної потужності	Протягом липня кожного року	Оператори теплогенерувальних потужностей
2.4	Розрахунок оптимізаційної функції визначення ціни теплового аукціону із урахуванням технічних можливостей теплогенерувальних потужностей, регуляторних і системних обмежень і перетоків теплової енергії	За 5 робочих днів до «закриття воріт» теплового аукціону	Незалежний системний оператор
2.5	Публікація результатів теплового аукціону із визначенням місячного обсягу теплогенерації для кожного учасника – переможця теплового аукціону, середньозваженої ціни для споживачів	За 3 робочі дні до «закриття воріт» теплового аукціону	Незалежний системний оператор
2.6	Підписання договорів із виробниками теплової енергії – переможцями аукціону	Протягом 3 робочих днів до «закриття воріт» теплового аукціону	Незалежний системний оператор – Оператори теплогенерувальних потужностей
2.7	«Закриття воріт» теплового аукціону	1 робочий день серпня місяця кожного року	Незалежний системний оператор

Джерело: авторська розробка.

ційно-будівельних особливостей, ступеня термомодернізації тощо. Проте змінними складовими попиту є кліматичні умови довкілля, тоді як технічні характеристики будівель можна вважати умовно-постійними.

Для кожного місяця прогнозного року визначаються базові (мінімальні) добові потреби в теплотзабезпеченні, які будуть покриватися на річному тепловому аукціоні, та пікові потреби, які

передбачається покрити на місячних теплових аукціонах. Прогнозування річних потреб у тепловій енергії відбувається помісячно на основі ретроспективних даних за останні 7 років. Ці потреби рівномірно розподіляються впродовж діб планового місяця постачання теплової енергії. Таким чином, на річному тепловому аукціоні планується контракувати приблизно 80–90% необхідного обсягу теплової енергії, при цьому обсяги негативних

небалансів, що можуть виникнути за результатами річного теплового аукціону, малоімовірні.

Припустимо, що на *рис. 1* наведено середні добові обсяги теплозабезпечення теплового району для січня за останні 7 років. Мінімальний їх обсяг складає 5500 Гкал/добу – це і будуть базові (мінімальні) потреби, які будуть контрактуватися на річному теплому аукціоні, тоді як піковий діапазон 5500–6400 Гкал/добу буде реалізуватися в межах місячних аукціонів за уточненими кліматичними прогнозами.

Для участі в річному теплому аукціоні кожен виробник теплової енергії у своїй заявці визначає ціну пропозиції, пропонований контрактний обсяг (можливий обсяг теплогенерації у відповідному періоді), мінімально осяжний обсяг теплової генерації, урахувавши технічні особливості обладнання, періоди простою на проведення планово-попереджувальних ремонтів. Виходячи із цих параметрів визначається оптимізаційна функція мінімізації середньозваженої ціни теплової енергії (1):



Рис. 1. Визначення базових потреб теплової енергії, які контрактуються на річному теплому аукціоні
Джерело: розраховано за даними [14].

Припустимо, що в системі централізованого теплопостачання є тільки 1 централізований виробник тепла, що належить відповідному муніципалітету. В такому випадку між ним і незалежним оператором систем укладається контракт на поставку теплової енергії в обсязі базових потреб кожного місяця відповідного року теплозабезпечення. Такий контракт укладається за бенчмаркінговою (порівняльною) ціною. Якщо в централізованій мережі є декілька виробників: одні з яких є муніципальними, а інші незалежними (не перебувають у муніципальній власності та приєднані до централізованих мереж на правах регульованого доступу), в такому випадку між ними виникають конкурентні відносини за право поставки теплової енергії споживачам. Априорі припускається, що незалежні виробники можуть запропонувати нижчу ціну теплової енергії, аніж виробники, що належать муніципалітету. Хоча можливо, що саме теплогенерувальні потужності незалежного виробника можуть бути визначені як маржинальні, тоді саме ціна теплової енергії незалежного виробника буде виступати як бенчмаркінгова.

$$\sum_{i=1}^N P_{bid_i} \cdot V_{accept_i} \div V_{ask} \rightarrow \min, \quad \leftarrow \text{оптимізаційна функція мінімізації середньозваженої ціни теплової енергії;}$$

$$\sum_{i=1}^N V_{accept_i} = V_{ask} \quad \leftarrow \text{умова повного задоволення попиту на теплову енергію;}$$

$$V_{\min_i} \leq V_{accept_i} \leq V_{bid_i} \quad \leftarrow \text{обмеження за теплогенерувальними потужностями,} \quad (1)$$

де P_{bid_i} – заявлена ціна пропозиції i -го виробника теплової енергії; V_{accept_i} – акцептований обсяг пропозиції i -го виробника теплової енергії; V_{bid_i} – заявлений обсяг пропозиції i -го виробника теплової енергії; V_{\min_i} – технічно мінімально осяжний обсяг теплогенерації; V_{ask} – заявлений обсяг базових потреб теплової енергії; N – кількість виробників теплової енергії.

За результатами теплового аукціону акцептовані обсяги теплової енергії виробників – пере-

можців аукціону контракуються за заявленими цінами, тоді як споживачам виставляється середньозважена ціна теплової генерації. Такий підхід дозволяє хеджувати цінову волатильність теплової енергії, нівелюючи цінову волатильність на інших суміжних ринках палива, електроенергії та води. Проте така модель передбачає необмежені потоки теплової енергії в межах окремого теплового району (енергетичного вузла) та відсутність перетоків із сусідніми.

Припустимо, що окремий тепловий район обслуговують 5 виробників тепла, приєднаних до централізованої мережі, 1 з яких є муніципальним і маржинальним, інші – незалежними (рис. 2).

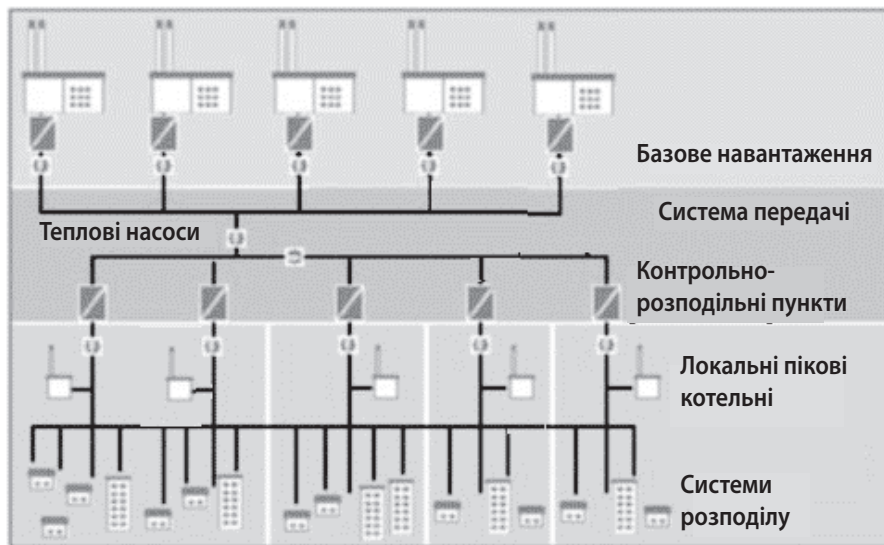


Рис. 2. Схема централізованого теплозабезпечення із необмеженими потоками теплової енергії
Джерело: авторська розробка.

Бенчмаркінгова ціна маржинального виробника складає 2864 грн/Гкал, решта виробників повинні запропонувати ціну, нижчу за ціну маржинального виробника. Заявки-пропозиції всіх з них охоплюють 85% від номінальної потужності, а мінімальне осягне завантаження генерації дорівнює 40%. У результаті вирішення задачі оптимізації отримуємо такі акцептовані обсяги теплової енергії (табл. 2).

Практична складність реалізації цього підходу полягає в тому, що зазвичай, крім великих когенераційних установок і великих котельнь, існують малі квартальні та локальні котельні, які обслуговують певний ряд будівель в окремому тепловому районі, практично розділяючи його на окремі субвузли.

У випадку ізольованої роботи квартальної або локальної котельні окремо від централізованої

тепломережі такий об'єкт виступає як регульований виробник тепла. Він не бере безпосередньої участі в тепловому аукціоні, а його обсяги та ціна теплогенерації розраховуються окремо та вираховуються із загального обсягу потреб теплового району. Задля недопущення включення неефективних витрат до ціни теплоенергії для таких об'єктів встановлюється верхній прайс-кеп до бенчмаркінгової ціни теплової енергії на рівні не більше 10%. Функція оптимізації приймає вигляд (2):

$$\sum_{i=1}^N P_{bid_i} \times V_{accept_i} \div V_{ask} \rightarrow \min, \leftarrow \text{оптимізаційна функція мінімізації середньозваженої ціни теплової енергії;}$$

$$\sum_{i=1}^N V_{accept_i} = V_{ask} \leftarrow \text{умова повного задоволення попиту на теплову енергію;}$$

$$V_{\min} \leq V_{accept_i} \leq V_{bid_i}, \forall i \in N_U \leftarrow \text{обмеження теплогенерувальних потужностей за незалежними виробниками теплової енергії;}$$

$$V_{accept_i} \leq V_{bid_i} \cup V_{accept_i} = V_{ask}, \forall i \in N_r \leftarrow \text{обмеження використання теплогенерувальних потужностей за регульованими виробниками теплової енергії,} \quad (2)$$

де $\forall i \in N_U$ – сукупність виробників теплової енергії із необмеженими потоками; $\forall i \in N_r$ – сукупність регульованих виробників теплової енергії.

Припустимо, що 5-й виробник тепла є регульованим об'єктом (рис. 3), який обслуговує окремі житлові та інфраструктурні об'єкти в житловому

Схема розрахунку середньозваженої ціни теплової енергії за умов відсутності регуляторних і системних обмежень

	Заявлений обсяг, Гкал/добу	Акцептований обсяг, Гкал/добу	Заявлена ціна, грн/Гкал	Частка акцептованої пропозиції, %
Базові потреби (попит)	5500			
1	2584	1216	2864	47
2	2426	2426	2464	100
3	1220	806	2859	66
4	582	582	2394	100
5	890	470	2864	53
Усього пропозиція, Гкал	7702	5500		71
Середньозважена ціна, грн/Гкал			2637	

Джерело: власні розрахунки на основі рис. 1 і даних [14].

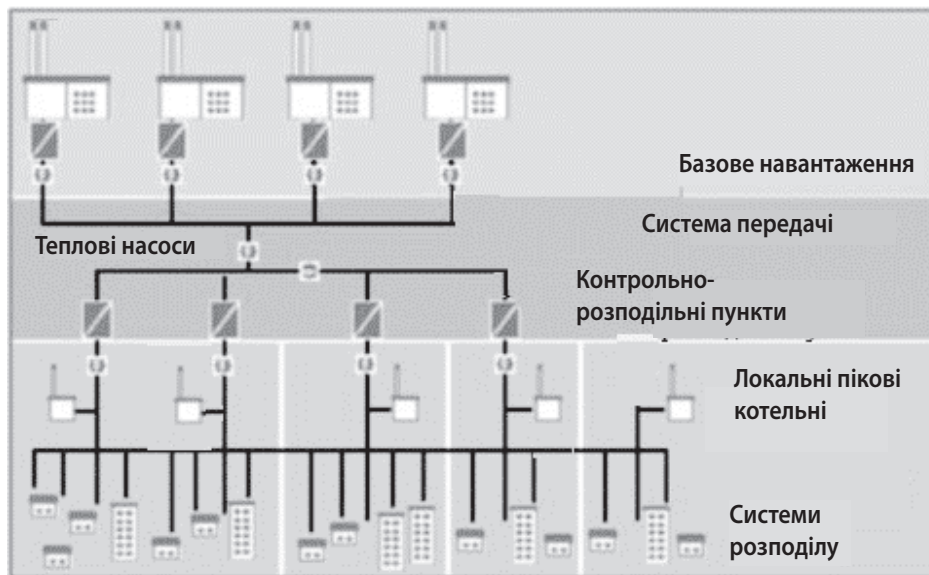


Рис. 3. Схема централізованого теплозабезпечення із регульованим виробником тепла

Джерело: авторська розробка.

масиві, і його витрати на виробництво теплової енергії є вищими, ніж у інших теплових об'єктів, тоді розподіл акцептованих заявок на теплову енергію матиме такий вигляд (табл. 3). Згодом акцептовані обсяги та вартість теплогенерації регульованого виробника враховуються при визначенні середньозваженої ціни теплової енергії для споживачів. Таким чином, зникає цінова дискримінація споживачів, і всі споживачі теплового району сплачують уніфіковану ціну теплової енергії.

У випадку наявності «вузьких місць» у пропускній потужності централізованої тепломережі накладаються системні обмеження на певних учасників теплового аукціону щодо можливостей теплової генерації. Таким чином, на дода-

чу до регульованих виробників з'являється окрема категорія виробників теплової енергії із системними обмеженнями. Припустимо, що 4-й виробник тепла має вільні перетоки теплової енергії із 1, 2, 3 виробниками, але має системні обмеження щодо обслуговування 4-го субрайону, що обумовлює необхідність залучення потужностей локальних/квартальних котелень для покриття базових (мінімальних) потреб у тепловій енергії (рис. 4).

Оптимізаційна задача розв'язання теплового аукціону із системними обмеженнями та мінімізації ціни теплової енергії набуває такого вигляду (3):

$$\sum_{i=1}^N p_{bid_i} \cdot V_{accept_i} \div V_{ask} \rightarrow \min \leftarrow$$
 оптимізаційна функція мінімізації середньозваженої ціни теплової енергії;

Схема розрахунку середньозваженої ціни теплової енергії за умов наявності регульованих об'єктів

	Заявлений обсяг, Гкал/добу	Акцептований обсяг, Гкал/добу	Заявлена ціна, грн/Гкал	Частка акцептова- ної пропозиції, %
Базові потреби (попит)	5500			
1	2584	1216	2864	47
2	2426	2238	2464	92
3	1220	574	2859	47
4	582	582	2394	100
5	890	890	3147	100
Усього пропозиція, Гкал	7702	5500		71
Середньозважена ціна, грн/Гкал			2697	

Джерело: власні розрахунки на основі рис. 1 і даних [16].

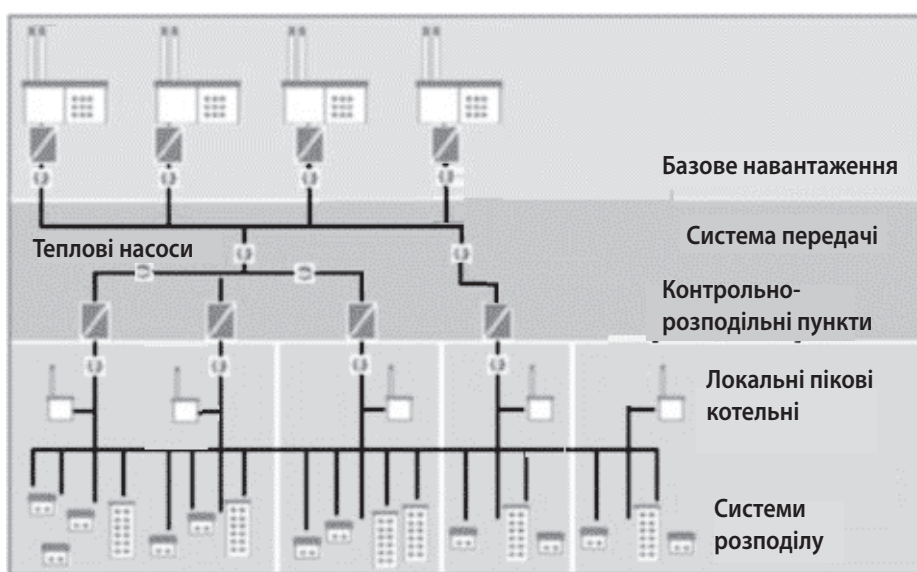


Рис. 4. Схема централізованого теплотаблиці з системними обмеженнями

Джерело: авторська розробка.

$$\sum_{i=1}^N V_{accept_{ij}} = V_{ask_j} \leftarrow \text{умова повного задоволення}$$

попиту на теплову енергію;

$$V_{min_{ij}} \leq V_{accept_{ij}} \leq V_{bid_{ij}}, \forall i \in N_U \leftarrow \text{обмеження}$$

теплогенерувальних потужностей за незалежними виробниками теплової енергії;

$$\sum_{i=1}^N V_{accept_{ij}} \leq V_{bid_i}, \forall i \in N_S \leftarrow \text{умова обмеження}$$

теплогенерувальних потужностей за виробниками із системними обмеженнями;

$$\sum_{i=1}^N V_{accept_{ij}} \leq TC_j, \forall i \in N_S \leftarrow \text{умова обмеження}$$

пропускної потужності;

$$V_{accept_i} \leq V_{bid_i} \cup V_{accept_i} = V_{ask}, \forall i \in N_r \leftarrow \text{обмеження використання теплогенерувальних потужностей за регульованими виробниками теплової енергії,} \quad (3)$$

де V_{ask_j} – заявлений обсяг базових потреб теплової енергії в j -му субрайоні; $V_{accept_{ij}}$ – акцептований обсяг i -го виробника теплової енергії в j -му субрайоні; TC_j – пропускні потужності в j -му субрайоні; $i \in N_S$ – сукупність виробників тепла із системними обмеженнями.

Припустимо, що для 4-го виробника тепла системні обмеження щодо поставки тепла до 4-го теплового субрайону складають 300 Гкал/добу, а можливості локальної котельні – 200 Гкал/добу,

Тоді розв'язання оптимізаційної задачі набуває такого вигляду (табл. 4).

Таким чином, накладання регуляторних і системних обмежень спричиняє зростання ціни теплової енергії. Потенційно для здобуття споживчих переваг від упровадження ринку теплової енергії такі обмеження мають бути усунуті, а виробники теплової енергії із системними обмеженнями повинні бути інтегровані в єдину централізовану мережу. Це завдання саме ринку теплової енергії – створити єдиний, інтегрований енергопростір зі справедливим ціноутворенням і забезпечити споживачів тепловою енергією необхідної кількості та належної якості. Загалом у цьому і полягає довгострокова мета формування конкурентного ринку теплової енергії.

Окреме завдання при відкритті конкуренції на теплову енергію складає забезпечення можливості перетоків теплової енергії між суміжними тепловими районами. Такі перетоки можуть відбуватися в односторонньому або двосторонніх напрямках. У випадку односторонніх перетоків теплової енергії зазвичай виділяються профіцитні та дефіцитні теплові райони. Тоді як у випадку двосторонніх перетоків теплової енергії можна забезпечити конкурентну торгівлю між ними так, щоб тепла енергія із більш дешевого теплового району перетікала до більш дорогого. Економіко-математичне розв'язання цієї оптимізаційної задачі полягає в розподілі потоків теплової енергії між декількома тепловими районами, сприяючи мінімізації ціни теплової енергії в кожному з них, тобто є задачею багатокритеріальної оптимізації. Таким

чином, багатоцільова оптимізаційна функція для 2-х і більше суміжних теплових районів приймає такий вигляд (4):

$$\min \left\{ \begin{array}{l} \left(\sum_{i=1}^N P_{bid_{ik}} \cdot V_{accept_{ik}} + \sum_{\gamma=1}^M P_{bid_{\gamma k}} \cdot V_{accept_{\gamma k}} \right) \div V_{ask_k} \\ \left(\sum_{i=1}^N P_{bid_{il}} \cdot V_{accept_{il}} + \sum_{\gamma=1}^M P_{bid_{\gamma l}} \cdot V_{accept_{\gamma l}} \right) \div V_{ask_l} \end{array} \right.$$

← багатоцільова оптимізаційна функція мінімізації середньозваженої ціни теплової енергії для суміжних теплових районів;

$$\sum_{i=1}^N V_{accept_{ik}} + \sum_{\gamma=1}^M V_{accept_{\gamma k}} = V_{ask_k} \cup \sum_{i=1}^N V_{accept_{il}} + \sum_{\gamma=1}^M V_{accept_{\gamma l}} = V_{ask_l} \leftarrow \text{умова задово-$$

лення попиту на теплову енергію в кожному тепловому районі;

$$V_{\min_i} \leq (V_{accept_{ik}} + V_{accept_{il}}) \leq V_{bid_i} \cup V_{\min_\gamma} \leq (V_{accept_{\gamma k}} + V_{\gamma l}) \leq V_{bid_\gamma} \leftarrow \text{обмежен-$$

ня теплогенерувальних потужностей у виробників теплової енергії;

$$\sum_{i=1}^N V_{accept_{il}} \leq TC_{l-k} \cup \sum_{i=1}^N V_{accept_{\gamma k}} \leq TC_{k-l} \leftarrow \text{обме-$$

ження за пропускними потужностями між суміжними тепловими районами, (4)

де k, l – субіндекси для суміжних теплових районів; $i \in N$ – виробники теплової енергії, що знаходяться в тепловому районі k ; $\gamma \in M$ – виробники теплової енергії, що знаходяться в тепловому районі l ; TC_{l-k} – пропускні потужності із теплового району l до те-

Таблиця 4

Схема розрахунку середньозваженої ціни теплової енергії за умов наявності регульованих виробників і виробників із системними обмеженнями

Об'єкт	Заявлена пропозиція, Гкал/добу	Заявлений попит, Гкал/добу	Акцептована пропозиція, Гкал/добу	Заявлена ціна, грн/Гкал	Частка акцептованої пропозиції, %	
1	2584	4000	1216	2864	47	
2	2426		1928	2464	79	
3	37820		574	2859	47	
4	1220		282	2394	100	
4L	200	300				
5L	1000	1000	200	3147	100	
Усього	8802	5500	1000	3147	100	
Середньозважена ціна акцептованої пропозиції, грн/Гкал				170500	2735	69

Примітка: L – локальні котельні (регульовані виробники тепла).

Джерело: власні розрахунки на основі рис. 1 і даних [16].

плогового району k ; TC_{k-l} – пропускні потужності із теплового району k до теплового району l .

Припустимо, що досліджуваний 1-й тепловий район межує із 2-м тепловим районом (рис. 5), базові (мінімальні) потреби якого складають 3000 Гкал/добу, а максимальні – 3600 Гкал/добу. При цьому 2-й тепловий район представлений лише 3-ма централізованими виробниками теплової енергії, а решта об'єктів є квартальними/локальними котельнями. Із першого теплового району до другого можливі односторонні перетоки теплової енергії 1500 Гкал/добу. Для спрощення припустимо, що в обидвох теплових районах немає регуляторних і системних обмежень.

Розв'язання оптимізаційної задачі матиме такий вигляд: табл. 5 – для односторонніх перетоків теплової енергії; табл. 6 – для двосторонніх перетоків теплової енергії.

Виходячи із наведених розрахунків, можемо припустити, що ціна теплової енергії для двох і більше суміжних теплових районів із односторонніми перетоками може зрости порівняно із одним тепловим районом із необмеженими потоками теплової енергії всередині. Тоді як двосторонні перетоки теплової енергії приводять до перетікання дешевої теплової енергії із дорогого теплового району до дешевого, що обумовлює зниження ціни теплової енергії.

Таким чином, вбачається доцільним за допомогою оптимізаційних алгоритмів та враховуючи різну архітектуру систем централізованого теплозабезпечення в містах України впроваджувати аукціони теплової енергії для забезпечення чесної конкуренції між виробниками теплової енергії за необхідні обсяги теплової генерації за найнижчими цінами.

Припустимо, що ринок теплової енергії складають 2 суміжні теплові райони із двосторонніми перетоками, в одному з яких є регуляторні виробники теплової енергії та виробники із системними обмеженнями (рис. 6). Розв'язання оптимізаційної задачі матиме такий вигляд (табл. 7).

ВИСНОВКИ

Таким чином, запропоновані методичні аспекти ціноутворення на теплову енергію на основі теплових аукціонів передбачають запровадження організаційно-технологічного регламенту їх проведення та оптимізаційного алгоритму відбору цінних заявок, що дозволяють встановлювати рівноважну ціну на локальних ринках теплової енергії з централізованими мережами та декількома виробниками тепла. Їх доцільно запроваджувати для великих і середніх населених пунктів із магістральними мережами, що дозволить інтегруватися в ринок незалежним виробникам тепла, які працюють на відновлюваних джерелах енергії або мають надлишкове та скидне тепло, сприяючи декарбонізації міста та країни загалом. ■

БІБЛІОГРАФІЯ

1. District heating systems. Energy Technology Systems Analysis Program. International Energy Agency. 2013. URL: <https://www.iea-etsap.org/index.php/energy-technology-data/energy-supply-technologies-data>
2. Теплозабезпечення великих міст України: поточний стан і напрями модернізації : кол. моногр. / за ред. М. О. Кизима, Є. І. Котлярова. Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2021. 340 с.
3. Kuzym M., Khaustova V., Kotlyarov Y., Shpilevskiy V., Reshetnyak O. Directions for the Rehabilitation and

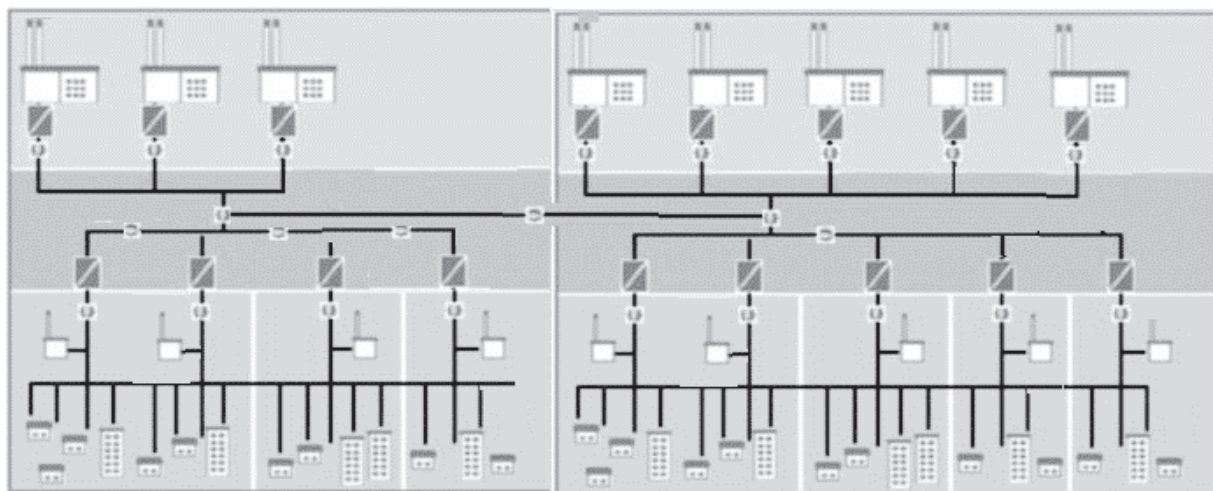


Рис. 5. Схема централізованого теплозабезпечення двох суміжних теплових районів

Джерело: авторська розробка.

Таблиця 5

Схема розрахунку середньозваженої ціни теплової енергії двох суміжних теплових районів із односторонніми перетоками

Виробники тепла	Заявлена пропозиція, Гкал/добу	Мінімально осяжний обсяг, Гкал/добу	Заявлена ціна, грн/Гкал	Акцептований обсяг, Гкал/добу			Частка акцептованої пропозиції, %
				Тепловий район		Сумарно	
				<i>k</i>	<i>l</i>		
Заявлений попит, Гкал/добу				5500	3000		
Пропускна потужність, Гкал / добу				0	1500		
x_{k1}	2584	1216	2864	1216	0	1216	47
x_{k2}	2426	1142	2464	2426	0	2426	100
x_{k3}	1220	574	2859	788	432	1220	100
x_{k4}	582	274	2394	388	194	582	100
x_{k5}	890	470	2864	682	44	726	82
y_{l1}	1200	565	2120	0	1200	1200	100
y_{l2}	670	315	2659	0	670	670	100
y_{l3}	460	216	2738	0	460	460	100
Усього	10032	4772		5500	3000	8500	85
Розподілена пропускна потужність, Гкал/добу				0	670		
Середньозважена ціна теплової енергії, грн/Гкал			2589				
у т. ч.:							
у тепловому районі <i>k</i>			2654				
у тепловому районі <i>l</i>			2470				

Джерело: власні розрахунки на основі рис. 1 і даних [16; 17].

Таблиця 6

Схема розрахунку середньозваженої ціни теплової енергії двох суміжних теплових районів із двосторонніми перетоками

Виробники	Заявлена пропозиція, Гкал/добу	Мінімально осяжний обсяг, Гкал/добу	Заявлена ціна, грн/Гкал	Акцептований обсяг, Гкал/добу			Частка акцептованої пропозиції, %
				Тепловий район		Сумарно	
				<i>k</i>	<i>l</i>		
Заявлений попит, Гкал/добу				5500	3000		
Пропускна потужність, Гкал/добу				1500			
x_{k1}	2584	1216	2864	1439	0	1439	56
x_{k2}	2426	1142	2464	2426	0	2426	100
x_{k3}	1220	574	2859	1220	0	1220	100
x_{k4}	582	274	2394	0	582	582	100
x_{k5}	890	470	2864	0	503	503	57
y_{l1}	1200	565	2120	0	1200	1200	100
y_{l2}	670	315	2659	415	255	670	100
y_{l3}	460	216	2738	0	460	460	100
Усього	10032	4772		5500	3000	8500	85
Розподілена пропускна потужність, Гкал/добу				415	1085		
Середньозважена ціна теплової енергії			2589				
у т. ч.:							
у тепловому районі <i>k</i>			2671				
у тепловому районі <i>l</i>			2439				

Джерело: власні розрахунки на основі рис. 1 і даних [16; 17].

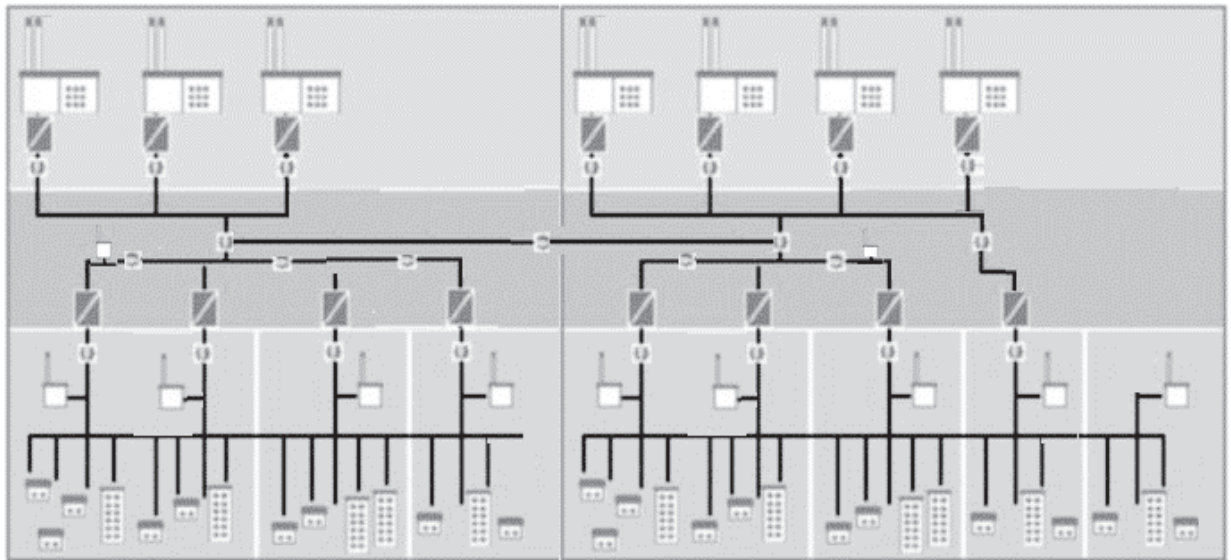


Рис. 6. Схема централізованого теплозабезпечення двох суміжних теплових районів

Джерело: розроблено на основі [6].

Таблиця 7

Схема розрахунку середньозваженої ціни теплової енергії двох суміжних теплових районів із двосторонніми перетоками та регуляторними і системними обмеженнями

Виробники	Заявлений попит, Гкал/добу	Заявлена пропозиція, Гкал/добу	Заявлена ціна, грн/Гкал	Акцептований обсяг, Гкал/добу		Частка акцептованої пропозиції, %	
				Тепловий район			
				<i>k</i>	<i>l</i>		Сумарно
Пропускна потужність, Гкал/добу				1500			
x_1	4000	2584	2864	1216	0	1216	47
x_2		2426	2464	1877	549	2426	100
x_3		1220	2859	193	381	574	80
x_4		582	2394	309	163	972	100
x_{4L}	610	200	3147	110	-	110	40
x_{5L}		890	1000	3147	890	-	890
y_1	3000	1200	2120	0	1200	1200	100
y_2		670	2659	177	493	670	100
y_3		460	2738	229	213	442	100
Усього	8500	10342		5500	3000	8500	82
Розподілена пропускна потужність, Гкал/добу				415	1085	1500	1094
Середньозважена ціна теплової енергії, грн/Гкал			2601				
у т. ч.:							
у тепловому районі <i>k</i>			2698				
у тепловому районі <i>l</i>			2424				

Джерело: власні розрахунки на основі даних [7; 8].

Modernization of Ukraine's Heat Supply and Heat Consumption Systems in the Post-war Period. *Systems, Decision and Control in Energy V. Studies in Systems, Decision and Control*. 2023. Vol. 481. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-35088-7_15

4. Tang M. et al. Electricity market bidding strategy for combined heat and power unit considering cooperation of heat demand control. *2021 3rd Asia Energy and Electrical Engineering Symposium (AEEES)*. IEEE, 2021. P. 1042–1048.

- DOI: <https://doi.org/10.1109/AEES51875.2021.9403089>
5. Helin K., Zakeri B., Syri S. Is district heating combined heat and power at risk in the Nordic area? – An electricity market perspective. *Energies*, 2018. Vol. 11. Iss. 5. Art. 1256.
DOI: <https://doi.org/10.3390/en11051256>
 6. Spitalny L., Myrzik J. M. A., Mehlhorn T. Estimation of the economic addressable market of micro-CHP and heat pumps based on the status of the residential building sector in Germany. *Applied Thermal Engineering*. 2014. Vol. 71. Iss. 2. P. 838–846.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2013.12.027>
 7. Davoudi M., Moeini-Aghtaie M., Ghorani R. Developing a new framework for transactive peer-to-peer thermal energy market. *IET Generation, Transmission & Distribution*. 2021. Vol. 15. Iss. 13. P. 1984–1995.
DOI: <https://doi.org/10.1049/gtd2.12150>
 8. Faria A. S., Soares T., Cunha J. M., Mourão Z. Liberalized market designs for district heating networks under the EMB3Rs platform. *Sustainable Energy, Grids and Networks*. 2022. Vol. 29. Art. 100588.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.segan.2021.100588>
 9. Frölke L., Palm I.-M., Kazempour J. Market integration of excess heat. *Electric Power Systems Research*. 2022. Vol. 212. Art. 108459.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2022.108459>
 10. Doračić B. et al. Utilizing excess heat through a wholesale day ahead heat market – The DARKO model. *Energy Conversion and Management*. 2021. Vol. 235. Art. 114025.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114025>
 11. Javanshir N., Syri S. Techno-Economic Analysis of a Highly Renewable and Electrified District Heating Network Operating in the Balancing Markets. *Energies*. 2023. Vol. 16. Iss. 24. Art. 8117.
DOI: <https://doi.org/10.3390/en16248117>
 12. Heat Auctions. *Baltpool*. 2023. URL: https://e.baltpool.eu/heat/?lang=ru&ti=3868704&bp=h_auctions
 13. Bacquet A. et al. Overview of District Heating and Cooling Markets and Regulatory Frameworks under the Revised Renewable Energy Directive. 2021. URL: <https://www.euroheat.org/dhc/knowledge-hub/overview-of-district-heating-and-cooling-markets-and-regulatory-frameworks-under-the-revised-renewable-energy-directive>
 14. Кизим М. О., Хаустова В. Є., Котляров Є. І., Салашенко Т. І. Концептуальні аспекти та принципи формування конкурентних ринків теплоенергії. *Бізнес Інформ*. 2024. № 3. С. 204–215.
DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-3-204-215>
 15. Palyginamosios šilumos gamybos sąnaudos. *Baltpool*. 2023. URL: https://e.baltpool.eu/heat/?lang=ru&ti=3868704&bp=h_comp_prices
 16. Kauno m. šilumos tiekimo sistema. *Baltpool*. January. 2023. URL: https://e.baltpool.eu/heat/?lang=ru&ti=3868704&bp=h_auctions&filter=1
 17. Klaipėdos m. šilumos tiekimo sistema. *Baltpool*. January. 2023. URL: https://e.baltpool.eu/heat/?lang=ru&ti=3868704&bp=h_auctions&filter=1

REFERENCES

- Bacquet, A. et al. "Overview of District Heating and Cooling Markets and Regulatory Frameworks under the Revised Renewable Energy Directive. 2021". <https://www.euroheat.org/dhc/knowledge-hub/overview-of-district-heating-and-cooling-markets-and-regulatory-frameworks-under-the-revised-renewable-energy-directive>
- "District heating systems. Energy Technology Systems Analysis Program". *International Energy Agency*. 2013. <https://www.iea-etsap.org/index.php/energy-technology-data/energy-supply-technologies-data>
- Davoudi, M., Moeini-Aghtaie, M., and Ghorani, R. "Developing a new framework for transactive peer-to-peer thermal energy market". *IET Generation, Transmission & Distribution*, vol. 15, no. 13 (2021): 1984-1995.
DOI: <https://doi.org/10.1049/gtd2.12150>
- Doracic, B. et al. "Utilizing excess heat through a wholesale day ahead heat market – The DARKO model". *Energy Conversion and Management*, art. 114025, vol. 235 (2021).
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114025>
- Faria, A. S. et al. "Liberalized market designs for district heating networks under the EMB3Rs platform". *Sustainable Energy, Grids and Networks*, art. 100588, vol. 29 (2022).
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.segan.2021.100588>
- Frolke, L., Palm, I.-M., and Kazempour, J. "Market integration of excess heat". *Electric Power Systems Research*, art. 108459, vol. 212 (2022).
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2022.108459>
- "Heat Auctions". *Baltpool*. 2023. https://e.baltpool.eu/heat/?lang=ru&ti=3868704&bp=h_auctions
- Helin, K., Zakeri, B., and Syri, S. "Is district heating combined heat and power at risk in the Nordic area? – An electricity market perspective". *Energies*, art. 1256, vol. 11, no. 5 (2018).
DOI: <https://doi.org/10.3390/en11051256>
- Javanshir, N., and Syri, S. "Techno-Economic Analysis of a Highly Renewable and Electrified District Heating Network Operating in the Balancing Markets". *Energies*, art. 8117, vol. 16, no. 24 (2023).
DOI: <https://doi.org/10.3390/en16248117>
- "Kauno m. silumos tiekimo sistema". *Baltpool*. January. 2023. https://e.baltpool.eu/heat/?lang=ru&ti=3868704&bp=h_auctions&filter=1
- "Klaipėdos m. silumos tiekimo sistema". *Baltpool*. January. 2023. https://e.baltpool.eu/heat/?lang=ru&ti=3868704&bp=h_auctions&filter=1
- Kyzym, M. et al. "Directions for the Rehabilitation and Modernization of Ukraine's Heat Supply and Heat Consumption Systems in the Post-war Period". *Systems, Decision and Control in Energy V. Studies in Systems, Decision and Control*, vol. 481 (2023).
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-35088-7_15

Kyzym, M. O. et al. "Kontseptualni aspekty ta pryntsyipy formuvannya konkurentnykh rynkiv teploenerhii" [Conceptual Aspects and Principles of Formation of Competitive Heat Energy Markets]. *Biznes Inform*, no. 3 (2024): 204-215.
DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-3-204-215>

"Palyginamosios silumos gamybos sanaudos". *Balt-pool*. 2023. https://e.baltpool.eu/heat/?lang=ru&ti=3868704&bp=h_comp_prices

Spitalny, L., Myrziuk, J. M. A., and Mehlhorn, T. "Estimation of the economic addressable market of micro-CHP and heat pumps based on the status of the residen-

tial building sector in Germany". *Applied Thermal Engineering*, vol. 71, no. 2 (2014): 838-846.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2013.12.027>

Tang, M. et al. "Electricity market bidding strategy for combined heat and power unit considering cooperation of heat demand control". *2021 3rd Asia Energy and Electrical Engineering Symposium (AEEES)*. IEEE, 2021. 1042-1048.
DOI: <https://doi.org/10.1109/AEEES51875.2021.9403089>

Teplozabezpechennia velykykh mist Ukrainy: potochnyi stan i napriamy modernizatsii [Heat Supply of Large Cities of Ukraine: Current State and Directions of Modernization]. Kharkiv: FOP Liburkina L. M., 2021.

УДК 338.22.021.1
JEL: L52; O10; O14; O20
DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-4-128-137>

ФОРМУВАННЯ КОНЦЕПТУАЛЬНИХ ЗАСАД СТРАТЕГІЇ НЕОІНДУСТРІАЛІЗАЦІЇ ГАЛУЗЕЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

©2024 САЧЕНКО А. О.

УДК 338.22.021.1
JEL: L52; O10; O14; O20

Саченко А. О. Формування концептуальних засад стратегії неопромишляльничества галузей промисловості

Метою статті є формування концептуальних засад стратегування розвитку галузей промисловості за неопромишляльничества із застосуванням методології ідентифікації стратегічних цілей, завдань та заходів та врахуванням системи факторів і умов інституціонального та організаційно-економічного середовища. У статті констатовано, що критеріями досягнення цільових орієнтирів неопромишляльничества є глибинні структурні зміни та інституційні реформи у промисловому секторі економіки. Виокремлено послідовність формування та завдання стратегії неопромишляльничества. Окреслено методологію ідентифікації стратегічних цілей, завдань та заходів стратегії неопромишляльничества галузей промисловості. При аналізі праць дослідників встановлено, що структура стратегії неопромишляльничества переважно стандартизована та включає такі елементи, як мету та вихідні умови, проблеми та перешкоди, завдання та стратегічні цілі, принципи, заходи та механізми реалізації, організаційне та фінансово-ресурсне забезпечення, очікувані результати, методичне забезпечення моніторингу та контролю, а також завершальну частину. Зазначено систему факторів, умов інституціонального та організаційно-економічного середовища стратегії неопромишляльничества галузей промисловості. Встановлено, що під час формування сукупності інституційних, організаційних, економічних, суспільно-психологічних та інших механізмів й обрання інструментарію реалізації стратегії неопромишляльничества необхідно застосовувати комплексний підхід, орієнтований не стільки на певну функціонально-структурну спеціалізацію, як на досягнення мети та стратегічних цілей політики в цій сфері. Такими цілями є: становлення та зростання нових стратегічно-прогресивних галузей промисловості та реального сектора економіки загалом на основі високотехнологічних виробництв, нано- і біотехнологій, нових енергетичних ресурсів, автоматизації та диджиталізації бізнес-процесів, імплементації робототехніки у виробничо-господарські процеси (поширення smart-виробництв).

Ключові слова: неопромишляльничества, стратегування, економічний розвиток, економічне зростання, стратегія неопромишляльничества, розвиток промисловості.

Рис.: 3. Бібл.: 20.

Саченко Андрій Олегович – аспірант, асистент кафедри економічної кібернетики, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (просп. Берестейський, 37, Київ, 03056, Україна)

E-mail: Sachenko.Andrii@ill.kpi.ua

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1861-8064>

UDC 338.22.021.1
JEL: L52; O10; O14; O20

Sachenko A. O. Formation of the Conceptual Foundations of the Strategy of Neo-Industrialization of Industries

The aim of the article is to form the conceptual foundations of strategizing the development of industries under neo-industrialization with the application of the methodology for identifying strategic goals, objectives and measures and taking into account the system of factors and conditions of the institutional, organizational, and economic environment. The article confirms that the criteria for achieving the targets of neo-industrialization are deep structural changes and institutional reforms in the industrial sector of the economy. The sequence of formation along with the tasks of the strategy of neo-industrialization are allocated. The methodology for identifying the strategic goals, objectives and measures of the strategy of neo-industrialization of various industries is outlined. When analyzing the researchers' works, it is found that the structure of the neo-industrialization strategy is predominantly standardized and includes such elements as the aim and initial conditions, problems and obstacles, objectives and strategic goals, principles, measures and mechanisms of implementation, organizational, financial and resource support, expected results, methodological support for monitoring and control, as well as the final part. The system of factors, conditions of the institutional and organizational-economic environment of the strategy of neo-industrialization of industries is specified. It is determined that during the formation of an aggregate of institutional, organizational, economic, socio-psychological and other mechanisms and the selection of instruments for