

ПОБУДОВА, ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РИНКІВ

УДК 339.17:339.33:621.31

О.В. КИРИЛЕНКО, академік НАН України, **І.В. БЛІНОВ**, **Є.В. ПАРУС**
Інститут електродинаміки НАН України, м. Київ

ВИЗНАЧЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ АУКЦІОНУ З КУПІВЛІ-ПРОДАЖУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

У статті йдеться про розробку способу та алгоритму визначення результатів аукціону з купівлі-продажу електричної енергії з урахуванням обмежуючих чинників, що впливають на результати торгів. Наведений спосіб розглядається як елемент сегмента біржі електричної енергії ринку двосторонніх договорів та балансуючого ринку електричної енергії України.

Ключові слова: ринок двосторонніх договорів, балансуючий ринок електричної енергії, біржа, аукціон електричної енергії

Сьогодні розвиток ринкових відносин в електроенергетичній галузі України пов'язаний насамперед із впровадженням нової конкурентної моделі оптового ринку електричної енергії – ринку двосторонніх договорів та балансуючого ринку електричної енергії (РДДБ). Основними сегментами РДДБ України є ринок двосторонніх договорів, біржа електричної енергії, балансуючий ринок та ринок допоміжних послуг [5, 6]. Слід зазначити, що ринок двосторонніх договорів передбачає використання механізму укладання договору про фізичне постачання електричної енергії від виробника до постачальника (або великого споживача) строком від одного чи декількох років. Такі договори укладатимуться безпосередньо між покупцем та продавцем електричної енергії за межами біржі електричної енергії та балансуючого ринку.

Найважливішою фазою впровадження моделі РДДБ в Україні стане перехід від централізованого складання оперативних графіків роботи через пул до системи, що дозволяє самостійно складати індивідуальні графіки на наступну добу як виробниками, так і постачальниками електричної енергії. Одночасно заплановано впровадження біржі електричної енергії [6] з метою забезпечення централізова-

ного ринку короткострокових контрактів, учасники якого зможуть здійснювати купівлю-продаж електричної енергії на добу наперед на добровільній основі завдяки досягненню відповідності між ціновими заявками і пропозиціями щодо обсягів купівлі-продажу електричної енергії, отриманими від учасників купівлі-продажу РДДБ. Таким чином на біржі електричної енергії учасники РДДБ матимуть можливість уточнювати свої позиції щодо обсягів купівлі-продажу електричної енергії ближче до часу фізичного постачання, причому ціни, отримані на біржі, слугуватимуть орієнтиром під час визначення базових цін для укладання двосторонніх договорів. У результаті зазначених заходів учасники РДДБ України самостійно нести будуть відповідальність за організацію та складання оперативних графіків роботи на добу наперед, а також за операції з купівлі-продажу електричної енергії як на ринку двосторонніх договорів, так і на біржі електричної енергії.

Слід зазначити, що одним із основних заходів щодо забезпечення функціонування ринкового механізму формування оптових цін на купівлю-продаж електричної енергії на біржі є проведення відповідних розрахунків за даними аукціонів з купівлі-продажу електричної енергії [1, 3].

Отже, метою статті є розробка способу проведення аукціону з купівлі-продажу електричної енергії як одного із елементів сегмента

© О.В. КИРИЛЕНКО, І.В. БЛІНОВ, Є.В. ПАРУС, 2010

біржі електричної енергії РДДБ України, зважаючи на обмежуючі чинники, що впливають на результати торгів.

ОСОБЛИВОСТІ АУКЦІОНУ З КУПІВЛІ-ПРОДАЖУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Основною метою аукціону є отримання учасниками РДДБ додаткових прибутків від торгівлі електричною енергією та встановлення балансу між попитом на електричну енергію і пропозицією. Участь і перемога в аукціоні дозволяє виробникам гарантовано отримати замовлення на генерацію електричної енергії, а покупцям – гарантії покриття частини прогнозованого навантаження.

Специфічною особливістю аукціону електричної енергії є те, що розраховані обсяги купівлі-продажу електричної енергії не повинні суперечити технологічним та режимним обмеженням на її виробництво, транспортування та розподіл. Якщо в процесі планування не зважати на системні обмеження, то графік постачання електричної енергії неможливо буде реалізувати, а отже, процес його планування втрачає сенс, приводячи РДДБ до роботи на великому, за кількістю учасників, та дорогому, з фінансової точки зору, балансуєчому ринку [3].

З економічної точки зору основним критерієм аукціону електричної енергії є досягнення максимального прибутку під час визначення рівноважної ціни (C_p), що відповідає точці перетину кривих попиту та пропозиції (рис. 1 (а)). Так, за C_p величини попиту та пропозиції є чисельно рівними, тобто за C_p виробники готові запропонувати рівно стільки товару, скільки покупці готові придбати. Рівноважним обсягом (V_p) є величина, за якої співпада-

ють величина попиту та пропозиції за рівноважної ціни [7].

За кількістю сторін-учасників аукціони з купівлі-продажу електричної енергії поділяються на односторонні та двосторонні, причому для учасників двостороннього аукціону криві як попиту, так і пропозиції представляються у вигляді східчастих залежностей, що відображають заявлені учасниками аукціону лоти – цінові заявки та пропозиції щодо обсягів купівлі-продажу електричної енергії (рис. 1 (б)). Якщо аукціон односторонній, наприклад для виробників, то функція нееластичного попиту споживачів (сумарне прогнозоване споживання електричної енергії – P_{CS}) зображується прямою, паралельною осі ординат (рис. 1 (в)). Це зумовлюється тим, що під час проведення одностороннього аукціону виробників аналізуються лише цінові заявки продавців електричної енергії, а сам аукціон зводиться до вибору найдешевшої електричної енергії для покриття узагальненого навантаження.

Математичний опис задачі як одностороннього, так і двостороннього аукціону з купівлі-продажу електричної енергії наведено в табл. 1.

Як видно з табл. 1, формально односторонній аукціон передбачає розв'язання задачі лінійної оптимізації за критерієм мінімізації вартості купленої на аукціоні активної потужності за умови мінімізації дисбалансу потужностей між сумарним виробництвом та сумарним споживанням. Відносна простота та сепарабельність цільової функції дозволяють досить просто розв'язати цю задачу за допомогою математичних методів цілочислового програмування [2, 4], якщо ввести у цільову функцію критерій мінімізації дисбалансу між виробниц-

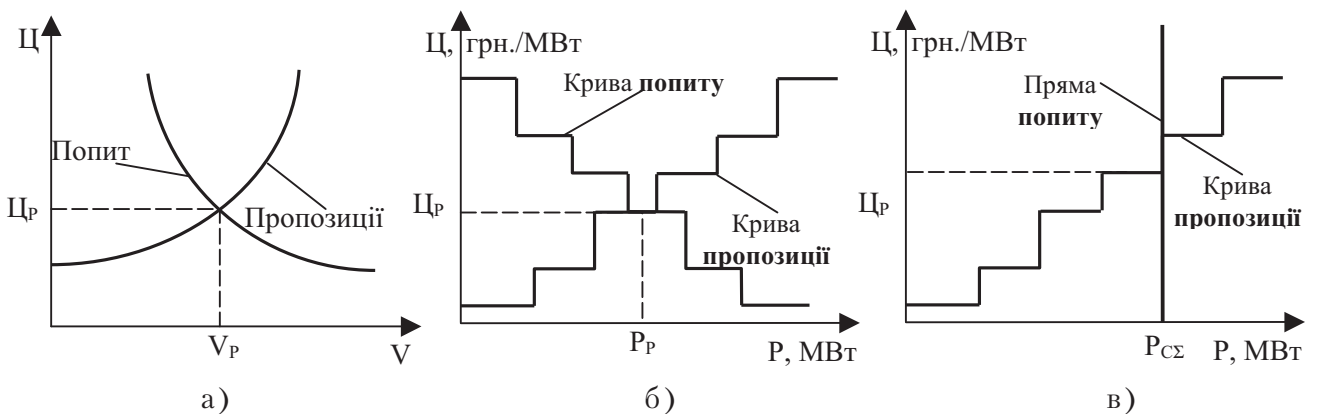


Рис. 1. Графік кривих попиту та пропозиції (а), перетин східчастих кривих попиту та пропозиції на двосторонньому (б) та односторонньому (в) аукціонах

Таблиця 1

Односторонній аукціон	Двосторонній аукціон
$\begin{cases} \sum_{i=1}^n C_{Bi} \times P_{Bi} \rightarrow \min, i = \{1, 2, \dots, n\} \\ \sum_{i=1}^n P_{Bi} - P_{C\Sigma} \rightarrow \min, i = \{1, 2, \dots, n\} \end{cases}$ <p>де C_{Bi}, P_{Bi} – відповідно питома ціна та заявлена потужність i-го лота продавців (виробництво електричної енергії); $P_{C\Sigma}$ – сумарне прогнозоване навантаження (споживання електричної енергії)</p>	$\begin{cases} \sum_{j=1}^m C_{Bj} \times P_{Cj} \rightarrow \max, j = \{1, 2, \dots, m\} \\ \sum_{i=1}^n C_{Bi} \times P_{Bi} \rightarrow \min, i = \{1, 2, \dots, n\} \\ \sum_{i=1}^n P_{Bi} - \sum_{j=1}^m P_{Cj} \rightarrow \min, \end{cases}$ <p>де: C_{Cj}, P_{Cj} – відповідно питома ціна та заявлена потужність j-го лота покупців (споживання електричної енергії); C_{Bi}, P_{Bi} – відповідно питома вартість та заявлена потужність i-го лота продавців (виробництво електричної енергії)</p>

твом та споживанням електричної енергії. При цьому нескладно додатково ввести обмеження нерівності, яким визначається профіцит чи дефіцит сформованого балансу активних потужностей.

Таким чином, задача визначення переможців двостороннього аукціону формально є задачею лінійної дискретної оптимізації за критеріями максимізації сумарної вартості виграшних лотів покупців активної потужності, мінімізації сумарної вартості виграшних лотів продавців активної потужності та мінімізації дисбалансу між задоволеними попитом та пропозицією на електричну енергію.

ВИЗНАЧЕННЯ ТОЧКИ ПЕРЕТИНУ СХІДЧАСТИХ КРИВИХ ПРОПОЗИЦІЇ ТА ПОПИТУ НА ДВОСТОРОННЬОМУ АУКЦІОНІ

Наведені в різних роботах (наприклад [8]) підходи до пошуку точки перетину східчастих кривих заявок продавців та покупців електричної енергії припускають лінеаризацію східчастих кривих та обчислення аналітичним шляхом точки перетину двох утворених у результаті апроксимації прямих. Один із способів апроксимації східчастого графіка показано на рис. 2.

Для східчастої кривої заявок покупців електричної енергії на кожному лоті визначаються крайні справа точки, по яких будується лінеаризована характеристика заявок покупців на аукціоні електричної енергії. Але, як показано на рис. 2, у загальному випадку вказані точки – це точки зламів ламаної лінії. При цьому апроксимована пряма (переривчаста лінія на рис. 2) може не проходити через жодну з виділених точок.

Отже, точка перетину апроксимованих прямих заявок продавців та покупців електричної енергії фактично матиме випадкові числові значення сумарної активної потужності та її питомої ціни, які підлягатимуть обов'язковому уточненню шляхом аналізу вхідних східчастих кривих заявок продавців та покупців електричної енергії. Тому лінеаризацію цих кривих доцільно виконувати лише для попередньої наближеної оцінки результатів аукціону, оскільки отриманий результат не дасть точної відповіді про виграш чи програш лотів у районі точки перетину апроксимованих кривих.

Розглянемо докладніше спосіб точного визначення результатів двостороннього аукціону електричної енергії. З цією метою інформація про учасників аукціону надається у вигляді двох масивів. Масив лотів продавців електричної енергії містить інформаційні структури, в яких вказуються заявлена потужність $P_{iГ}$ лота та її питома вартість $C_{iГ}$. Лоти продавців попередньо сортуються у порядку зростання числових значень питомої вартості заявлених активних потужностей. Аналогічно масив лотів покупців електричної енергії містить інформа-

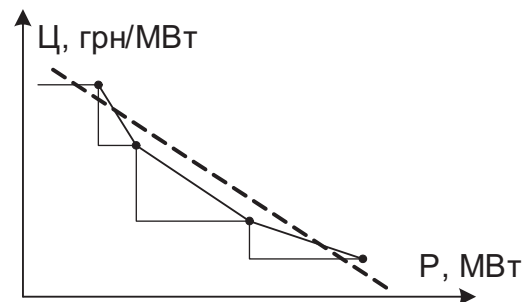


Рис. 2. Лінеаризація східчастої кривої попиту на електричну енергію

ційні структури, в яких вказуються заявлена потужність P_{iC} поданого лота та питома вартість активної потужності C_{iC} . Лоти покупців також попередньо сортуються у порядку зменшення числових значень питомої вартості заявлених активних потужностей.

Необхідною (але недостатньою) умовою виграшу на двосторонньому аукціоні електричної енергії є вимога про те, що питома вартість активної потужності будь-якого виграшного лота покупця повинна бути меншою, ніж питома вартість активної потужності будь-якого виграшного лота продавця електричної енергії:

$$C_{iC} < C_{iP} \tag{1}$$

Умова (1) є недостатньою, для того щоб визначити переможців двостороннього аукціону електричної енергії, оскільки числові значення заявлених активних потужностей, як у лотах продавців, так і у лотах покупців, не є жорстко квантованими. Продавці визначають об'єми активної потужності виходячи з поточного технічного стану та економічних характеристик власних генераторів електричної енергії, а покупці – відповідно до прогнозу навантажень та поточних технічних характеристик засобів транспортування і трансформації електричної енергії. У результаті точка перетину східчастих кривих заявлених лотів покупців та продавців далеко не завжди розташовується на вертикальних гранях обох кривих, охоплюючи тим самим цілісні лоти як покупців, так і продавців, – найчастіше вона “розриває” лот (рис. 3).

На рис. 3 виділені східчасті криві лотів покупців та продавців електричної енергії. Точка перетину цих кривих “розриває” лот

покупця ($a, б$) або лот продавця ($в, г$). Крім того, у загальному випадку обсяг активної потужності, визначений в окремому лоті продавця електричної енергії, може балансуватися кількома лотами покупців електричної енергії ($г$). І навпаки, об'єм активної потужності, визначений в окремому лоті покупця електричної енергії, може покриватись кількома лотами продавців електричної енергії ($б$). Тому під час визначення переможців двостороннього аукціону електричної енергії слід також урахувати сумарний баланс активної потужності виграшних лотів:

$$\sum_{i=1}^M P_{iP} - \sum_{i=1}^N P_{iC} \rightarrow 0. \tag{2}$$

Стохастичний в основному характер числових значень заявлених в лотах об'ємів активної потужності практично унеможливує досягнення точного балансу між сумарними об'ємами генерації та споживання електричної енергії за заданими в лотах величинами активних потужностей, тому для забезпечення точного балансу активних потужностей в енергосистемі необхідно допустити “розрив” окремого лота.

Розглянемо докладніше можливі наслідки такого “розриву” як для продавця, так і для покупця електричної енергії. Зміна рівня генерації енергоагрегата на електростанції забезпечується низкою заходів щодо зміни режиму роботи енергоблоку в цілому, що призводить до додаткових економічних затрат при виведенні енергоагрегата на заданий рівень генерації електричної енергії. Тому попередньо обчислені показники вартості заявленого лота у випадку його “розриву” стають некоректними,

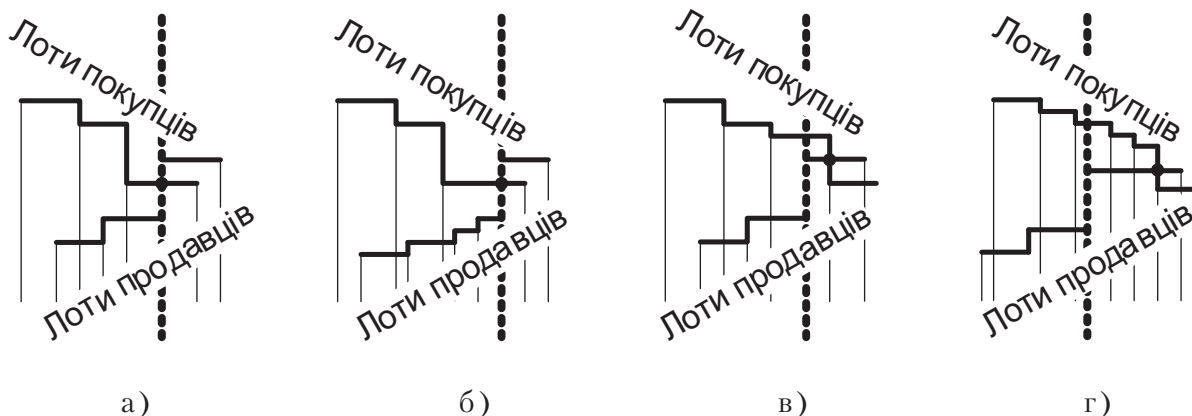


Рис. 3. Характерні випадки перетину східчастих кривих заявлених лотів покупців та продавців електричної енергії

що призводить до необхідності їх перерахунку. У свою чергу, якщо фактично змінити вартість заявленого лота, то будуть некоректними результати аукціону в цілому. Слід також зважати на випадки, коли зменшувати рівень заявленої в лоті активної потужності неприпустимо за технологічних обставин (наприклад, якщо заявлена в лоті потужність представляє мінімальний стійкий рівень генерації енергоблоку), і тому “розривати” лот продавця вкрай недоцільно.

Проте “недоотримана” покупцем електрична енергія може бути згодом покрита генеруючими потужностями, що працюють у маневреному режимі та забезпечують миттєвий баланс між добутою і спожитою електричною енергією. Таким чином, “розірваний” лот покупця можна вважати частково програвшим, оскільки на аукціоні фактично купується лише частина необхідної електричної енергії. Згодом та частка електричної енергії, що не була викуплена на аукціоні, оплачуватиметься за фактом її споживання за іншими (вищими) тарифами.

Виходячи з вищенаведених міркувань визначаємо наступне правило: *лоти продавців електричної енергії вважаються цілісними, і змінювати подані в заявках величини активних потужностей неприпустимо*. Для переведення умови (2) у рівність виконується “розрив” останнього (найменш економічно вигідного) лота покупця електричної енергії (рис. 3, а і б). Якщо числове значення дисбалансу активної потужності за умовою (2) більше нуля (надлишок генеруючих потужностей), то *останній* (найменш економічно вигідний) лот продавців електричної енергії виключається з групи виграшних лотів (рис. 3, в і г). У тих випадках, коли рівняння (2) менше нуля (дефіцит генеруючих потужностей), значення об’єму активної потужності *останнього* лота покупця електричної енергії зменшується на величину дисбалансу активної потужності у відношенні (2).

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМОЖЦІВ АУКЦІОНУ

У процесі аналізу поданих на двосторонній аукціон електричної енергії заявок, що реалізує вищенаведені принципи визначення переможців, додатково використовуються змінні, в яких зберігаються такі інтегральні показники, як сумарна активна потужність виграшних лотів продавців електричної енергії $P_{\Sigma G}$ і сумарна

активна потужність виграшних лотів покупців електричної енергії $P_{\Sigma C}$. Отже, пропонується наступний алгоритм.

1. Первинне означення *інтегральних показників аукціону*:

$$P_{\Sigma G} = 0; P_{\Sigma C} = 0.$$

Перший лот у масиві лотів продавців електричної енергії визначається як *поточний лот продавця*. Перший лот у масиві лотів покупців електричної енергії визначається як *поточний лот покупця*.

2. Виконується порівняння питомих вартостей поточних лотів продавців та покупців електричної енергії на відповідність умові (1). Невиконання умови (1) означає, що точку перетину східчастих кривих заявок покупців та продавців електричної енергії вже пройдено, і поточні лоти вже належать до області програшних заявок. Перехід до п. 10 алгоритму.

3. Виконується аналіз впливу поточних лотів на співвідношення *інтегральних показників аукціону*. Істинність відношення:

$$P_{\Sigma G} + P_{iG} - P_{\Sigma C} - P_{iC} < 0 \quad (3)$$

означає, що поточний лот продавця вже не покриває попит на активну потужність. У цьому випадку виконується перехід до п. 4 алгоритму. Якщо відношення (3) є хибним, то здійснюється перехід до п. 7.

4. *Поточний лот продавця* визначається як виграшний. Виконується коригування інтегральних показників аукціону:

$$P_{\Sigma G} = P_{\Sigma G} + P_{iG}$$

5. Якщо *поточний лот продавця* – останній у масиві лотів продавців електричної енергії, то здійснюється перехід до п. 7 алгоритму, в іншому випадку – до п. 6.

6. В якості *поточного лота продавця* признається наступний лот у масиві лотів продавців електричної енергії і здійснюється повернення до п. 2 алгоритму.

7. *Поточний лот покупця* визначається як виграшний. Виконується коригування інтегральних показників аукціону:

$$P_{\Sigma C} = P_{\Sigma C} + P_{iC}$$

8. Якщо *поточний лот покупця* – останній у масиві лотів покупців електричної енергії, то здійснюється перехід до п. 10 алгоритму, в іншому випадку – до п. 9.

9. В якості *поточного лота покупця* призначається наступний лот у масиві лотів продавців електричної енергії і здійснюється повернення до п. 2 алгоритму.

10. Усі лоти в масивах покупців та продавців електричної енергії, що не визначені як виграшні, визначаються як “програшні за цінними показниками”.

11. Для забезпечення умови балансу генерації та споживання електричної енергії виконується аналіз числових значень інтегральних показників аукціону. Істинність відношення:

$$P_{\Sigma G} - P_{\Sigma C} > 0 \quad (4)$$

означає надлишковість генерації електричної енергії. У цьому випадку здійснюється перехід до п. 12 алгоритму. В іншому випадку – до п. 13.

12. Останній виграшний лот продавця електричної енергії визначається як “програшний за умовами балансу потужностей”. Числове значення сумарної генерації активної потужності зменшується на заявлену в даному лоті величину активної потужності P_{OG} :

$$P_{\Sigma G} = P_{\Sigma G} - P_{OG}$$

після чого здійснюється повернення до п. 11 алгоритму.

13. Виконується аналіз останнього виграшного лота покупця P_{OC} . Істинність відношення $P_{OC} < P_{\Sigma C} - P_{\Sigma G}$ означає, що даний лот перебуває повністю за межею точки балансу генерації та споживання електричної енергії, а отже, здійснюється перехід до п. 14 алгоритму; в іншому випадку – до п. 15.

14. Останній виграшний лот покупця електричної енергії визначається як програшний за умовами балансу потужностей. Числове значення сумарного споживання активної потужності зменшується на заявлену в даному лоті величину активної потужності P_{OC} :

$$P_{\Sigma C} = P_{\Sigma C} - P_{OC}$$

після чого здійснюється повернення до п. 13 алгоритму.

15. Числове значення об’єму активної потужності *останнього* лота покупця електричної енергії зменшується на величину дисбалансу активної потужності:

$$P_{OC} = P_{\Sigma C} - P_{\Sigma G}$$

16. Кінець алгоритму.

ОСНОВНІ ОБМЕЖЕННЯ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА РЕЗУЛЬТАТИ ТОРГІВ

Наведений алгоритм визначення переможців аукціону реалізує оптимізацію лише за критеріями мінімізації питомої вартості та дисбалансу між задоволеними попитом та пропозицією електричної енергії. Проте існує низка технологічних та режимних чинників, що впливають на економічні та режимні показники режиму роботи ЕЕС, і тому повинні враховуватись під час торгів. Розглянемо докладніше деякі з цих чинників та способи їх врахування.

Двосторонні договори між постачальниками та споживачами електричної енергії. Розвиток ринкових відносин в електроенергетиці України передбачає можливість укладання двосторонніх договорів безпосередньо між постачальниками та споживачами електричної енергії. Під час проведення аукціону попередньо укладені двосторонні договори не беруться до уваги, але обов’язково мають враховуватись при зведенні загального балансу активних потужностей в ЕЕС та прогнозуванні режиму ЕЕС.

Обов’язкові об’єми генерації та споживання електричної енергії. У процесі розв’язання задачі зведення балансу активних потужностей в ЕЕС слід враховувати потужності, які повинні бути задіяні поза конкурентним відбором, – наприклад, потужності ГЕС, що забезпечують санітарний стік води, потужності АЕС або так званого мінімально стійкого навантаження великоблокових агрегатів ТЕС тощо. Крім того, серед споживачів електричної енергії є такі, які повинні отримати електроживлення будь-що. Потужності обов’язкової генерації і споживання електричної енергії досить просто враховуються у п. 1 наведеного алгоритму аналізу заявок шляхом ініціалізації змінних електричної енергії $P_{\Sigma G}$ та $P_{\Sigma C}$ відповідними значеннями активних потужностей замість нулів.

Додаткові затрати на зміну потужності енергоагрегата. Зміна потужності енергоагрегата вимагає додаткових економічних затрат, що повинні бути використані у процесі аналізу заявок від виробників електричної енергії. Зміна потужності енергоагрегата на вищій рівні генерації електричної енергії досить просто враховується у вартості *додаткового лота* цього агрегата:

$$B_{DL} = B_M + C_{DL} \cdot P_{DL}$$

де B_M – вартість “маневру”, C_{DL} – питома вар-

тість потужності *додаткового лота*, $P_{ДЛ}$ – рівень потужності *додаткового лота*.

Урахування затрат на зниження потужності енергоагрегата коректніше подати як окрему задачу *відсікання надлишкової генерації*. Детальний опис методики розв'язання цієї задачі виходить за межі даної статті. Зазначимо лише основні принципи організації процесу *відсікання надлишкової генерації*. Попередньо для енергоагрегата формуються лоти, які відображають роботу цього агрегата з нижчими рівнями генерації потужності і враховують вартість зміни потужності, а також (за необхідності) економічні затрати з боку системного оператора, пов'язані зі зменшенням потужності генератора у порівнянні із запланованим рівнем генерації.

Фактично, методика *відсікання надлишкової генерації* активної потужності з використанням від'ємних лотів аналогічна методиці проведення одностороннього аукціону електричної енергії. Відмінність полягає в тому, що для зменшення профіциту активної потужності використовуються числові значення економічних втрат, зумовлених відмовою системного оператора від укладених попередньо договорів.

Урахування швидкості зміни потужності енергоблоку. Потужні енергоагрегати зазвичай характеризуються меншою питомою вартістю виробництва електричної енергії у порівнянні з малопотужними генераторами. Тому електростанції, які використовують генератори великої потужності, пропонують вигідніші умови виробництва електричної енергії. Але слід зазначити, що потужні енергоблоки мають меншу швидкість зміни рівня генерації електричної енергії, що значно ускладнює оперативний контроль балансу потужностей в ЕЕС під час роботи таких енергоблоків у режимі зміни рівня генерації електричної енергії. Сьогодні на ринку електричної енергії за недостатню швидкість зміни рівня генерації до електростанцій з потужними енергоагрегатами застосовуються штрафні санкції, які враховуються при обчисленні вартості лотів виробників електричної енергії, що дає можливість компенсувати низький рівень собівартості електричної енергії енергоблоків великої потужності та підвищити конкурентоспроможність малопотужних електростанцій.

Крім того, під час аналізу можливостей покриття пікових та напівпікових навантажень нескладно організувати примусове відхилення заявок енергоблоків з низькою швидкістю

зміни потужності. З цією метою заявки виробників електричної енергії додатково класифікуються відповідно до показників швидкості зміни рівня генерації таким чином:

- генератори, що повинні працювати лише у базисній частині графіку навантаження;
- генератори, які можуть працювати у напівпіковій частині графіку навантажень;
- генератори, що допускаються до роботи у піковій частині графіку навантажень.

Наведений вище алгоритм аналізу заявок можна доповнити додатковою перевіркою лота продавця. Наприклад, якщо генератор, щодо якого подано заявку, повинен працювати лише у базисній частині графіку навантажень, а числове значення інтегрального показника $P_{\Sigma G}$ знаходиться вже на рівні напівпікових чи навіть пікових навантажень, то така заявка відхиляється як недопустима за технологічними обмеженнями.

ВИСНОВКИ

Розроблений у статті спосіб розв'язання задачі проведення аукціону з купівлі-продажу електричної енергії дозволяє реалізувати конкурентний відбір виробників та постачальників електричної енергії, що є учасниками РДДБ України, за критеріями максимізації сумарної вартості виграшних лотів покупців активної потужності, мінімізації сумарної вартості виграшних лотів продавців активної потужності та мінімізації дисбалансу між задоволеними попитом та пропозицією на електричну енергію. Цей спосіб використано при розробці імітаційної моделі біржі електричної енергії, причому така модель враховує також визначені у статті технологічні та режимні чинники, що впливають на визначення переможців аукціону з купівлі-продажу електричної енергії. Використання імітаційних моделей, розроблених на основі наведеного способу, дозволяє проводити навчання учасників РДДБ України самостійному складанню заявок щодо ціни та обсягів купівлі-продажу електричної енергії у першу чергу на біржі електричної енергії та визначенню стратегії їх поведінки на РДДБ у цілому. Це дозволяє полегшити процес упровадження нових ринкових відносин в електроенергетичній галузі України та підвищити ефективність управління щоденною діяльністю учасників РДДБ України.

1. Аюев Б. И., Ерохин П. М., Паниковская Т. Ю. Применение механизма аукциона для моделирования рынка электроэнергии / Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т. 308. – № 5. – С. 176–178.
2. Арис Г. Дискретное динамическое программирование. Введение в оптимизацию многошаговых процессов / Пер. с англ. Ю. П. Плотникова; под ред. Б. Т. Поляка. – М.: Мир, 1969. – 171 с.
3. Блінов І. В., Корхмазов Г. С. Використання штучних нейронних мереж для розв'язання задачі короткострокового прогнозування оптових ринкових цін на електричну енергію / Праці ІЕД НАНУ. – 2009. – С. 15–22. (Тем. вип.: Енергетичні ринки: перехід до нової моделі ринку двосторонніх контрактів і балансуючого ринку).
4. Вагнер Г. Основы исследования операций. Том 2 / Пер. с англ. В. Я. Алтаева. – М.: Мир, 1973. – 488 с.
5. Концепція функціонування та розвитку оптового ринку електричної енергії України, схвалена постановою Кабінету Міністрів України від 16 листопада 2002 р. – № 1789.
6. Левінгтон І. Україна – впровадження Концепції оптового ринку електричної енергії / Електропідприємства. – 2009. – № 1, 2. – С. 40–44.
7. Экономическая теория: Учеб. для студ. высш. Учеб. / Под ред. В. Д. Камаева. 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. – 640 с.
8. Meeus L. Power exchange auction trading platform design: PhD Thesis / Katholieke Universiteit Leuven – Faculteit Toegepaste Wetenschappen Arenbergkasteel, B-3001 Heverlee (Belgium). – 2006. – 182 p. – ISBN 90-5682-722-7.

Надійшла до редколегії: 03.09.2010