

ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ ЛОТІВ ВИРОБНИКІВ НА АУКЦІОНІ З КУПІВЛІ-ПРОДАЖУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

І.В. Блінов¹, канд. техн. наук, **Є.В. Парус**², канд. техн. наук

1,2 – Інститут електродинаміки НАН України
пр. Перемоги, 56, Київ-57, 03680, Україна

Розглянуто способи подачі цінових заявок та пропозицій для участі в аукціоні на біржі та балансуєчному ринку електричної енергії. Запропоновано методику подання та обробки цінових заявок та пропозицій у вигляді кількох режимів з різними економічними показниками. Бібл. 8, рис. 4.

Ключові слова: балансуєчий ринок електроенергії, аукціон з купівлі-продажу електроенергії, заявки генераторів, математична модель, енергетична біржа.

Сьогодні розвиток оптового ринку електроенергії України пов'язаний з поетапним переходом від діючої моделі Пулу («Єдиного покупця») до моделі повномасштабного конкурентного ринку – ринку двосторонніх договорів та балансуєчого ринку електричної енергії (РДДБ) [5–7]. З початком функціонування моделі РДДБ в Україні учасники оптового ринку електричної енергії отримують широкий спектр інструментів для задоволення потреб споживачів і більш гнучку організацію своєї діяльності. Модель РДДБ включатиме ряд основних сегментів забезпечення конкурентних відносин між його учасниками. Мова йде про двосторонні договори з купівлі-продажу електроенергії, які будуть складатися між виробниками та постачальниками електроенергії у відповідності з домовленостями між сторонами договору щодо цін, обсягів та умов постачання і оплати. По-друге, учасники РДДБ матимуть змогу здійснювати купівлю-продаж електроенергії на біржі електричної енергії (ринку короткострокових контрактів) шляхом участі в аукціонах з купівлі-продажу електроенергії на основі цінових заявок. По-третє, планується введення балансуєчого ринку електричної енергії, що дасть можливість збалансувати попит і контрактні обсяги купівлі-продажу електроенергії у реальному часі.

Одним із основних заходів забезпечення функціонування «ринкового» механізму формування оптових цін на купівлю-продаж електричної енергії та переходу оптового ринку електричної енергії України до функціонування в умовах РДДБ є проведення аукціонів з продажу електричної енергії [2, 3].

На основі аукціонів базується функціонування одного з центральних елементів моделі РДДБ – біржі електричної енергії, метою якої є «корегування» двосторонньої торгівлі шляхом забезпечення функціонування централізованого ринку короткострокових контрактів, на якому торгуючі учасники зможуть здійснювати купівлю-продаж електричної енергії «на добу наперед» на добровільній основі. Це досягається шляхом забезпечення відповідності між ціновими заявками і пропозиціями щодо обсягів купівлі-продажу електричної енергії, отриманими від учасників РДДБ (рис. 1 а). На Біржі електричної енергії здійснюється торгівля різними стандартизованими продуктами, а саме: простими пропозиціями для окремих розрахункових періодів (одна година), що є основним продуктом Біржі електричної енергії; блочними пропозиціями та пов'язаними блочними пропозиціями. Блочна пропозиція є єдиною операцією щодо продажу або купівлі постійної кількості електричної енергії протягом декількох послідовних годин. Пов'язані блочні пропозиції дають змогу учаснику біржі скласти список пріоритетів блочних пропозицій, причому прийняття пов'язаної пропозиції вимагає прийняття всіх пов'язаних блочних пропозицій з більш високими пріоритетами.

Аукціони з купівлі-продажу електричної енергії за кількістю сторін, що беруть участь в аукціоні, поділяються на одно- та двосторонні. Причому для учасників двостороннього аукціону (використовується на Біржі електричної енергії) з купівлі-продажу електричної енергії 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).

Механізм одностороннього аукціону виробників електричної енергії використовується в моделі функціонування балансуючого ринку електричної енергії, де виробники електричної енергії зобов'язані надавати пропозиції щодо можливих обсягів виробництва електричної енергії для потреб балансуючого ринку з відповідними ціновими заявками. У випадку одностороннього аукціону, наприклад, для виробників, функція нееластичного попиту споживачів (сумарне прогнозоване споживання електричної енергії – $P_{C\Sigma}$) представляється пря-

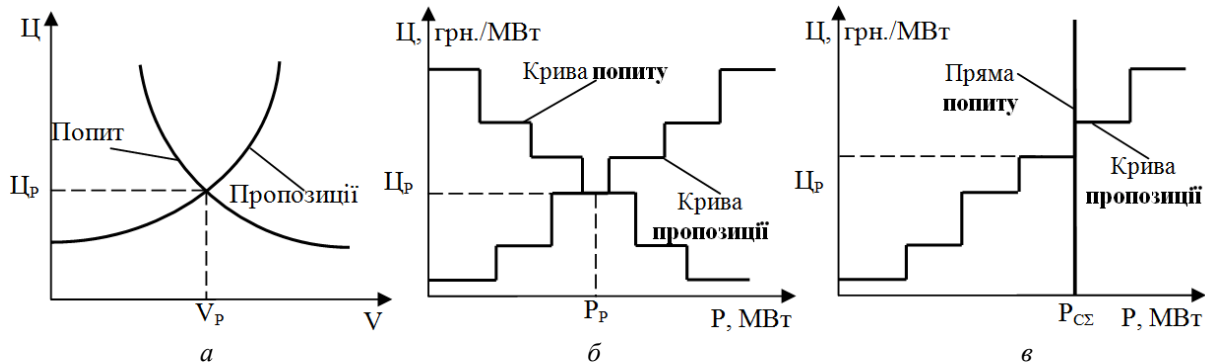


Рис. 1

мою, яка є паралельною осі ординат (рис. 1 в). Це обумовлюється тим, що при проведенні одностороннього аукціону виробників виконується аналіз лише цінових заявок від продавців електричної енергії. Проведення аукціону при цьому зводиться до вибору найдешевшої електричної енергії для покриття “узагальненого навантаження”.

Метою проведення двостороннього аукціону на Біржі електричної енергії є отримання учасниками РДДБ додаткових прибутків від торгівлі електричною енергією та встановлення балансу між попитом і пропозицією на електричну енергію. Участь і перемога в аукціоні дозволяють виробникам отримати «гарантоване замовлення» на генерування електричної енергії. В свою чергу, покупці електричної енергії в результаті виграшу на аукціоні отримують гарантії покриття частини прогнозованого навантаження. Причому специфікою аукціону на Біржі електричної енергії є те, що на основі розрахованих обсягів купівлі-продажу електричної енергії учасникам РДДБ необхідно сформувати графік роботи, що надається системному оператору для формування електричного режиму з урахуванням технологічних та режимних обмежень щодо виробництва, транспортування та розподілу електричної енергії.

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

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

З таблиці видно, що формально односторонній аукціон подається задачею лінійної оптимізації за критерієм мінімізації вартості купленої на аукціоні активної потужності при мінімізації дисбалансу потужностей між сумарним виробництвом та сумарним споживанням. Відносна простота та «сепарабельність» цільової функції дозволяють досить просто розв'язувати поставлену задачу за допомогою математичних методів цілочислового програмування [1, 4]. Забезпечення коректного розв'язання поставленої задачі в загальному випадку досягається шляхом введення у цільову функцію критерію мінімізації дисбалансу між виробництвом та споживанням електричної енергії. При цьому не складно додатково ввести обмеження нерівності, яким визначається профіцит чи дефіцит сформованого балансу активних потужностей.

Таким чином, задача визначення переможців двостороннього аукціону формально подається 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.

Часто при проведенні аукціону електроенергії на біржі та/або балансуєчому ринку оперують *простими щогодинними пропозиціями* (незмінний обсяг електричної енергії при незмінній ціні на неї за визначений у лоті інтервал часу), що не залежать один від одного, наприклад, як у роботі [8]. Незалежність економічних показників між різними лотами дозволяє сформуванню сепарабельну цільову функцію та досить просто розв'язувати задачу визначення переможців аукціону як *задачу лінійної дискретної оптимізації*. Але подання виробниками електричної енергії простих щогодинних пропозицій не завжди дозволяє представити економічно вигідні показники роботи генератора з достатньо високою вірогідністю «перемоги» на аукціоні.

Аналіз світового досвіду функціонування конкурентних ринків електричної енергії вказує на те, що способи подання заявок учасників «ринку на добу наперед» (Біржі електричної енергії) та балансуєчого ринку різняться між собою. Сьогодні існує два основних способи надання заявок щодо купівлі-продажу електричної енергії як для блочних, так і для щогодинних пропозицій. Йдеться про «поетапні ціново-кількісні пари» та «дискретні ціново-кількісні пари з лінійною інтерполяцією поміж ними».

Перший підхід використовується, наприклад, пулами електричної енергії Іспанії та Італії чи добровільними енергетичними біржами Нідерландів, Польщі та Румунії.

Зазначений підхід базується на визначенні окремих «блоків» (лотів) електричної енергії з єдиною ціною на всю пропозицію щодо обсягів купівлі-продажу. Це означає, що учасник біржі готовий купити або продати будь-який обсяг електричної енергії у межах запропонованих у пропозиції обсягів за однаковою ціною. Цей підхід забезпечує відображення пуску або зупинення окремих енергоблоків і водночас відповідає типу подання заявок, що використовується на інших товарних ринках (наприклад, ринках нафти та газу). Однак такий підхід передбачає ризик «невизначеного» результату аукціону електричної енергії, тобто або ціна, або обсяг електричної енергії на перетині між східчастими кривими попиту та пропозиції, у деяких випадках, не можуть бути однозначно визначеними. Тому використання даного підходу потребує адміністративного втручання в процес проведення аукціону з купівлі-продажу електричної енергії та детального розроблення нормативної бази.

Альтернативним є підхід подання «дискретних ціново-кількісних пар з лінійною інтерполяцією по-

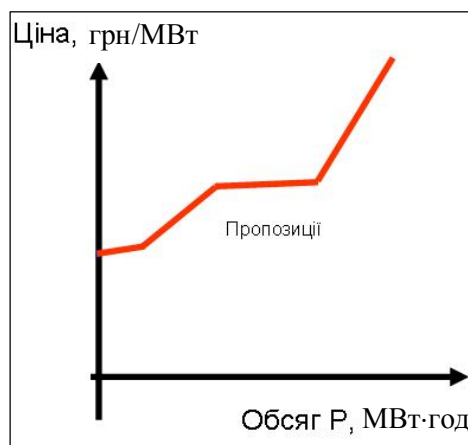


Рис. 2

між ними», що використовується на таких біржах електричної енергії, як NordPool, EEX у Німеччині та Powernext у Франції. Даний підхід передбачає те, що учасники біржі електричної енергії (або балансуючого ринку) також мають визначати набір ціново-кількісних пар, однак на відміну від попереднього підходу, ці пари визначаються як дискретні точки, при цьому повна пропозиція учасника виводиться лінійною інтерполяцією між двома послідовними ціново-кількісними парами (рис. 2). Такий підхід має переваги в частині того, що забезпечує знаходження єдиного рішення в усіх випадках, однак він не забезпечує відповідності того, що ефективність енергоблока учасника конкурентного ринку типово підвищується зі збільшенням обсягу виробництва.

Розглянемо підхід, при якому подані для участі в аукціоні лоти включають цінові заявки та пропозиції для шести можливих режимів з різними економічними показниками.

Як показано на рис. 3, множина заявлених потужностей впорядковується у порядку зростання рівня заявленої потужності (P , МВт). Найнижча за шкалою питомої вартості ($C_{п}$, грн./МВт) точка визначатиме базовий лот.

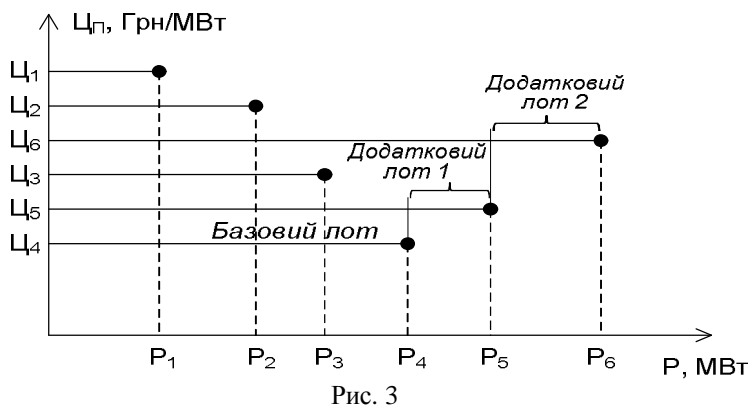


Рис. 3

Вартість базового лоту в даному випадку обчислюється за такою формулою:

$$V_{БЛ} = V_{МБ} + C_{БЛ} \cdot P_{БЛ} \quad (1)$$

де $V_{МБ}$ – «вартість маневру»; $C_{БЛ}$, $P_{БЛ}$ – відповідно питома вартість потужності та рівень потужності

базового лоту.

Під «вартістю маневру» тут розуміються затрати, пов'язані зі зміною потужності генератора від рівня генерування за попередню годину до визначеного базовим лотом рівня потужності.

Очевидно, базовий лот представляє найдешевшу пропозицію і тому має «найбільшу вірогідність» перемоги на аукціоні електричної енергії у порівнянні з іншими лотами цього учасника аукціону. Для прикладу на рис. 3 базовий лот визначається потужністю P_4 . Вищі рівні видачі потужності (P_5 і P_6 на рис. 3) можуть бути виставлені на аукціон як додаткові лоти. Оскільки додаткові лоти апіорі дорожчі за базовий лот, то при проведенні аукціону вони можуть бути куплені лише після купівлі базового лоту. Тому вартість додаткових лотів повинна обчислюватися з урахуванням цінових показників «вже купленого» базового лоту:

$$V_{ДЛ} = V_{МД} - V_{МБ} + C_{ДЛ} (P_{ДЛ} - P_{БЛ}) + P_{ДЛ} \cdot (C_{ДЛ} - C_{БЛ}), \quad (2)$$

де $V_{МД}$ – «вартість маневру» при зміні потужності від рівня генерування за попередню годину до визначеного у додатковому лоті; $C_{ДЛ}$ – питома вартість потужності додаткового лоту; $P_{ДЛ}$ – рівень потужності додаткового лоту.

Так, для наведеного на рис. 1 прикладу вартість додаткового лоту 1 обчислюється таким чином:

$$V_{ДП1} = V_{МД1} - V_{МБ} + Ц_5 \cdot (P_5 - P_4) + P_4 \cdot (Ц_5 - Ц_4). \quad (3)$$

Формула (3) враховує затрати на генерування додаткової у порівнянні з базовим лотом потужності, додаткові затрати, пов'язані з підвищенням вартості визначеної базовим лотом потужності, та додаткові затрати на маневр генератора при встановленні потужності на рівні P_5 . Таким чином, якщо на аукціоні «переможуть» як базовий, так і перший додатковий лоти, то їх сумарна вартість чисельно дорівнюватиме вартості лота з рівнем потужності P_5 , обчисленій за формулою (1).

Аналогічно обчислюється вартість *другого додаткового лоту*:

$$\begin{aligned} V_{ДП2} = & V_{МД2} - V_{МД1} - V_{МБ} + Ц_6 \cdot (P_6 - P_5) + Ц_5 \cdot (P_5 - P_4) + \\ & + P_4 \cdot (Ц_5 - Ц_4) + (Ц_5 - Ц_4) \cdot (P_5 - P_4) + P_5 \cdot (Ц_6 - Ц_5). \end{aligned} \quad (4)$$

Вартість другого додаткового лоту враховує підвищення затрат на генерування потужності P_6 у порівнянні з затратами на генерування потужностей, визначених у базовому та першому додатковому лотах, і у випадку купівлі на аукціоні всіх трьох лотів їх сумарна вартість чисельно дорівнюватиме вартості лота з рівнем потужності P_6 , обчисленій за формулою (1).

Очевидно, для наведеного на рис. 3 прикладу рівні потужності P_1 , P_2 і P_3 економічно менш ефективні і мають найнижчу вірогідність «перемоги» на аукціоні. Тому вони безпосередньо не фігурують на аукціонах біржі та балансуючого ринку. Але ці значення можуть використовуватись системним оператором для оптимізації балансу активної потужності на балансуючому ринку у тих випадках, коли прогнозований на наступну годину рівень навантаження виявляється значно меншим за попередні прогнози і, з урахуванням вже укладених договорів, в електроенергетичній системі (ЕЕС) утворюється надлишок (профіцит) генерувальних потужностей.

Для спрощення опису методики оптимізації балансу активної потужності у випадку профіциту генерувальних потужностей в ЕЕС припустимо, що для представленого на рис. 1 прикладу вже укладено договір про генерування активної потужності на рівні *базового лоту*. Лоти, що представляються потужностями P_1 , P_2 і P_3 , назовемо *від'ємними*. Закладені в цих лотах цінові показники враховують додаткові економічні затрати з боку системного оператора (компенсація за недобір потужностей) та виробника електроенергії (втрати, обумовлені переходом до менш економічного режиму), пов'язані зі зменшенням потужності генератора у порівнянні з визначеним у договорі рівнем генерування. Вартість *першого від'ємного лоту* обчислюватиметься за такою формулою:

$$V_{ВЛ1} = Ш_1 + V_{МВ1} - V_{МБ} + P_3 \cdot (Ц_3 - Ц_4) - Ц_4 \cdot (P_4 - P_3), \quad (5)$$

де $Ш_1$ – штраф за недобір системним оператором визначеного вже укладеним договором рівня активної потужності; V_{MB1} – «вартість маневру» при зміні потужності від рівня генерування за попередню годину до визначеного у *першому від'ємному лоті*.

Формула (5) враховує штрафні виплати системного оператора виробнику електричної енергії в передбачених договором розмірах, підвищення затрат на видобуток електроенергії, пов'язане з переведенням генератора у менш економічний режим роботи, та зменшення виплат по вже укладеному договору, пов'язане зі зниженням обсягу генерування електроенергії.

Вартість *другого від'ємного лоту* обчислюватиметься за такою формулою:

$$V_{BЛ1} = Ш_2 - Ш_1 + V_{MB2} - V_{MB1} - V_{MB} + P_3 \cdot (Ц_3 - Ц_4) + \\ + P_2 \cdot (Ц_2 - Ц_3) - Ц_4 \cdot (P_4 - P_3) - Ц_3 \cdot (P_3 - P_2). \quad (6)$$

Аналогічно вартість *третього від'ємного лоту* обчислюватиметься за формулою

$$V_{BЛ1} = Ш_3 - Ш_2 - Ш_1 + V_{MB2} - V_{MB1} - V_{MB} + (Ц_3 - Ц_4) \cdot P_3 + (Ц_2 - Ц_3) \cdot P_2 + \\ + (Ц_1 - Ц_2) \cdot P_1 - Ц_4 \cdot (P_4 - P_3) - Ц_3 \cdot (P_3 - P_2) - Ц_2 \cdot (P_2 - P_1). \quad (7)$$

Розглянемо ситуацію, коли попередньо було укладено договір на купівлю електроенергії як за *базовим*, так і за *додатковими лотами*. Як зазначалося вище, загальна вартість вже укладеного контракту в цьому випадку обчислюється підстановкою за формулою (1) значень загальних обсягів генерування активної потужності та відповідної цим обсягам питомої вартості. Тому в загальному випадку вартість першого, другого та третього від'ємних лотів обчислюватиметься відповідно за такими формулами:

$$V_{BЛ1} = Ш_1 + V_{MB1} - V_{MB} + (Ц_3 - Ц_K) \cdot P_3 - Ц_K \cdot (P_K - P_3); \quad (8)$$

$$V_{BЛ1} = Ш_2 - Ш_1 + V_{MB2} - V_{MB1} - V_{MK} + (Ц_3 - Ц_K) \cdot P_3 + (Ц_2 - Ц_3) \cdot P_2 - Ц_K \cdot (P_K - P_3) - Ц_3 \cdot (P_3 - P_2);$$

(9)

$$B_{ВЛ1} = Ш_3 - Ш_2 - Ш_1 + B_{MB2} - B_{MB1} - B_{MK} + (Ц_3 - Ц_K) \cdot P_3 + (Ц_2 - Ц_3) \cdot P_2 +$$

$$+(Ц_1 - Ц_2) \cdot P_1 - Ц_4 \cdot (P_K - P_3) - Ц_3 \cdot (P_3 - P_2) - Ц_2 \cdot (P_2 - P_1), \quad (10)$$

де B_{MB} – “вартість маневру” для переведення генератора в режим видачі обумовленої контрактом потужності; $Ц_K, P_K$ – відповідно визначені укладеним контрактом питома вартість та рівень потужності.

Оптимізація балансу активної потужності на балансуючому ринку у випадку надлишку обсягів генерування з використанням *від’ємних лотів* полягає у мінімізації витрат з боку системного оператора на відмову від вже визначених договорами активних потужностей для ліквідації профіциту P_{HG} електроенергії:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^s B_{ВЛi} \rightarrow \min; \\ \sum_{i=1}^s P_{ВЛi} \rightarrow P_{HG}. \end{cases} \quad (11)$$

Процес оптимізації полягає у наступному. Обчислені за всіма заявками *від’ємні лоти* сортуються у порядку зростання їх питомої вартості (рис. 4).

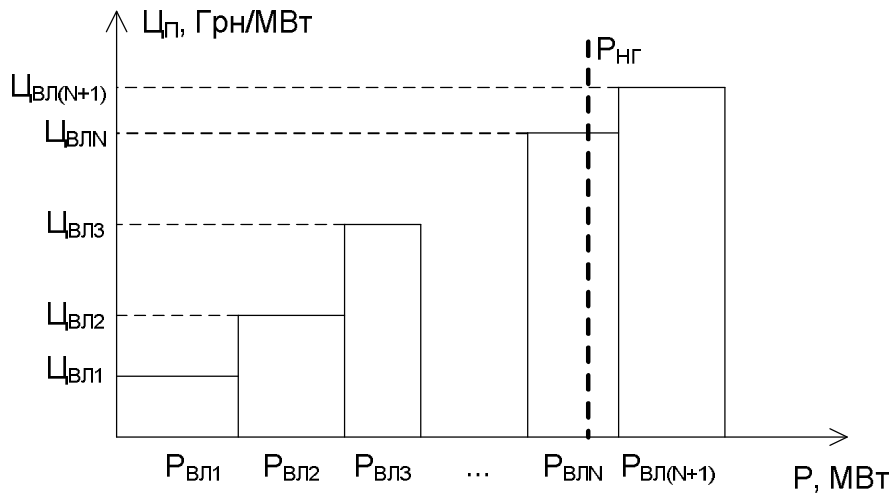


Рис. 4

Далі, послідовно у порядку зростання виділяються лоти з найнижчими значеннями питомої вартості, сумарний обсяг активної потужності яких не менший за чисельне значення надлишку активної потужності P_{HG} .

Фактично методика оптимізації балансу 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 чисельні значення економічних втрат, обумовлених відмовою системного оператора від попередньо укладених договорів.

Висновки. Розглянута у статті методика подання і обробки цінових заявок та пропозицій на аукціон з купівлі-продажу електричної енергії надає можливість формування блочних та зв’язаних блочних пропозицій, що розкладаються на сепарабельний ряд складових. Сепарабельність ряду складових блочної пропозиції дає змогу зводити процес проведення аукціону електричної енергії до задачі дискретної лінійної оптимізації, що спрощує пошук оптимального розв’язку задачі визначення результатів аукціону.

Оформлення цінових заявок та пропозицій за наведеною методикою дозволяє більш гнучко враховувати економічні показники генераторів на електростанціях у різних режимах

їх роботи. З іншого боку, подання цінових заявок до аукціону електричної енергії у вигляді кількох можливих режимів з різними економічними показниками значно підвищує ймовірність їх прийняття на аукціоні електричної енергії.

Наведена в статті методика обробки цінових заявок та пропозицій надає системному оператору більш гнучку систему вибору виробників електричної енергії для оптимізації балансу активних потужностей в ЕЕС. Крім того, використання від'ємних лотів згідно з викладеною методикою надає системному оператору ефективний механізм зведення балансу активних потужностей на балансуєчому ринку у випадках профіциту генерування електричної енергії. У цих випадках також враховуватимуться компенсації виробникам електричної енергії за відхилення від рівнів генерування, обумовлених укладеними раніше договорами.

Використання викладеної методики дає змогу підвищити ефективність прийняття рішень учасниками біржі та балансуєчого ринку електричної енергії.

1. 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.
2. Аюев Б.И., Ерохин П.М., Паниковская Т.Ю. Применение механизма аукциона для моделирования рынка электроэнергетики / Изв. Томского политехн. ун-та. – 2005. – Т. 308. – № 5. – С. 176–178.
3. Блинов И.В., Корхмазов Г.С. Використання штучних нейронних мереж для розв'язання задачі короткострокового прогнозування оптових ринкових цін на електричну енергію / Пр. Ін-ту електродинаміки НАН України. Темат. вип.: Енергетичні ринки: перехід до нової моделі ринку двосторонніх контрактів і балансуєчого ринку: Зб. наук. пр. – К.: ІЕД НАН України. – 2009. – С. 15–22.
4. Вагнер Г. Основы исследования операций. Т. 2 / Пер. с англ. В.Я. Алтаева. – М.: Мир, 1973. – 488 с.
5. Евдокимов В.А. Первые шаги на пути перехода к новой модели рынка электрической энергии Украины // Реформирование энергетического рынка Украины. Международный Энергетический Инвестиционный Форум. – EFI. – 2009. – С. 11–14.
6. Казанская Е.Г. Торговля электроэнергией на основе двусторонних договоров и организация работы энергобиржи // Реформирование энергетического рынка Украины. Международный Энергетический Инвестиционный Форум. – EFI – 2009. – С. 17–20.
7. Концепція функціонування та розвитку оптового ринку електричної енергії України, схвалена постановою КМУ від 16.11.2002 р. №1789.
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.

УДК 339.17:339.33:621.31

И.В. Блинов¹, Е.В. Парус², канд. техн. наук, **Е.В. Парус²**, канд. техн. наук
1, 2 – Институт электродинамики НАН Украины,
пр. Победы, 56, Киев-57, 03680, Украина

Подход к формированию лотов производителей на аукционе по покупке-продаже электрической энергии

Рассмотрены способы подачи ценовых заявок и предложений для участия в аукционе на бирже и балансирующем рынке электрической энергии. Предложена методика представления и обработки ценовых заявок и предложений в виде нескольких режимов с разными экономическими показателями. Библ. 8, рис. 4.

Ключевые слова: Балансирующий рынок электроэнергии, аукцион купли-продажи электроэнергии, заявки генераторов, математическая модель, энергетическая биржа.

I.V. Blinov¹, E.V. Parus²

1, 2 – Institute of Electrodynamics National Academy of Science of Ukraine,
Peremogy, 56, Kyiv-57, 03680, Ukraine

Approach of generator bids forming for auction of electricity purchase auction

Ways of submission of bids and proposals for participation in auction at power exchanges and the electricity balance market are considered. The technique of representation and processing of bids and proposals in the form of several modes with different economic parameters is offered. References 8, figures 4.

Key words: balancing electricity market, electricity purchase auction, generator bids, mathematical model, power exchange.

Надійшла 1.09.2010

Received 1.09.2010