

ЛІБЕРАЛІЗОВАНІ РИНКИ ЕНЕРГІЇ

LIBERALIZED ENERGY MARKETS

УДК 621.311:681.3

DOI 10.20535/1813-5420.3.2023.289654

І.В. Блінов¹, д-р техн. наук, ORCID 0000-0001-8010-5301

Є.В. Парус², канд. техн. наук, ORCID 0000-0001-9087-3902

О.Г. Клименко², аспірант, ORCID 0009-0009-7844-1133

О.І. Ключко³, аспірант, ORCID 0009-0000-3313-0547

¹Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

²Інститут електродинаміки НАН України

³Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України

СПОСІБ ПОРІВНЯЛЬНИХ ОЦІНОК КОМЕРЦІЙНИХ ПРОПОЗИЦІЙ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАЛЬНИКІВ ДЛЯ СПОЖИВАЧІВ БЕЗ ПОГОДИННОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Стаття висвітлює основні підходи до вибору оптимального варіанта закупівлі електричної енергії для споживачів без засобів погодинного обліку електричної енергії, що закуповують електричну енергію у постачальників по вільним цінам. Досліджені складові вартості електричної енергії для кінцевого споживача та відзначено можливості споживача впливати на значення цих складових. Наведено спосіб порівняльних оцінок для вибору споживачем на роздрібному ринку комерційної пропозиції від постачальників електричної енергії.

Ключові слова: роздрібний ринок електричної енергії, постачальник електричної енергії, ціноутворення, ринок «на добу наперед»

Вступ. Впровадження з 1.07.2019 року роздрібною ринку електричної енергії на виконання вимог [1, 2] надало всім споживачам можливості обирати постачальника електричної енергії, керуючись власними комерційними інтересами. В той час, як побутовим та, в деякій мірі, малим побутовим споживачам електричної енергії економічно доцільно може бути утримувати договір із постачальником універсальних послуг, для інших категорій споживачів виникла додаткова задача вибору оптимальної комерційної пропозиції щодо постачання електричної енергії.

Для споживачів без погодинного обліку [3] електричної енергії фактично існує дві основні задачі вибору оптимальної схеми електропостачання:

– перехід на погодинний облік електричної енергії;

– в межах існуючої схеми обліку електричної енергії за розрахунковий місяць обрати оптимальну комерційну пропозицію від електропостачальників.

Модель оцінки доцільності переходу промислових споживачів до погодинного обліку електричної енергії на роздрібному ринку висвітлено, наприклад, в [4].

Метою публікації є висвітлення способу оцінки та вибору комерційної пропозиції від електропостачальників, що працюють по вільним цінам, для споживача без погодинного обліку електричної енергії.

Слід зауважити, що за результатами тендеру чи безпосередніх переговорів споживач отримує за заявленими умовами (обсяг електроспоживання, графіки платежів, тощо) розраховані значення цін на спожиту електричну енергію за відповідними умовами обраного електропостачальника. Проте, коливання ринкової ціни електричної енергії в ринкових сегментах та коливання обсягів електроспоживання за різних принципів формування цін або тарифів призводитимуть до різних змін вартості електричної енергії для кінцевого споживача. Тому для мінімізації споживачем витрат на закупівлю електричної енергії необхідно дослідити складові тарифоутворення за різними комерційними пропозиціями електропостачальників.

Складові тарифу на електричну енергію для споживача.

На роздрібному ринку електричної енергії України наразі вартість спожитої за розрахунковий місяць електричної енергії майже всі електропостачальники розраховують як:

$$W_{(m)}^{(КП)(\Phi)} = W_{P(m)}^{(КП)(\Phi)} (V_{сп(m)}^{(зам)}) + W_{ПОСТ}^{(КП)} (V_{сп(m)}^{(\Phi)}) + W_{ОСП} (V_{сп(m)}^{(\Phi)}) + W_{ОСР} (V_{сп(m)}^{(\Phi)}) [\text{€}],$$

де:

$V_{сп(m)}^{(зам)}$ – замовлені на розрахунковий місяць m обсяги споживання електроенергії, кВт·год;

$V_{сп(m)}^{(\Phi)}$ – обсяги фактичного споживання електроенергії за розрахунковий місяць m , кВт·год;

$W_{P(m)}^{(KP)(\Phi)}(V_{сп(m)}^{(зам)})$ – сума нарахувань, зумовлена закупівлею на розрахунковий місяць m замовлених споживачем обсягів електричної енергії, ₴;

$W_{ПОСТ}^{PP}(V_{сп(m)}^{(\Phi)})$ – сума платежів за послуги електропостачальника, розрахована для обсягів фактично спожитої в розрахунковий місяць m електричної енергії, ₴;

$W_{ОСП}(V_{сп(m)}^{(\Phi)})$ – сума платежів за послуги Оператора системи передачі, розрахована для обсягів фактично спожитої в розрахунковий місяць m електричної енергії, ₴;

$W_{ОСР}(V_{сп(m)}^{(\Phi)})$ – сума платежів за послуги Оператора системи розподілу, розрахована для обсягів фактично спожитої в розрахунковий місяць m електричної енергії, ₴.

Для порівняння варіантів електропостачання за різними комерційними пропозиціями зручніше приводити суму платежів до обсягів фактично спожитої електроенергії:

$$T_{(m)}^{(KP)(\Phi)} = \frac{W_{(m)}^{(KP)(\Phi)}}{V_{сп(m)}^{(\Phi)}} = C_{P(m)} + T_{ПОСТ}^{PP} + T_{ОСП} + T_{ОСР} [\text{₴}/(\text{кВт} \cdot \text{год})], \quad (1)$$

де:

$T_{(m)}^{(KP)(\Phi)}$ – фактичний тариф на електричну енергію для споживача за розрахунковий місяць m , ₴/(кВт·год);

$C_{P(m)}$ – середньозважене значення ринкової складової ціни на електроенергію, ₴/(кВт·год);

$T_{ПОСТ}^{PP}$ – надбавка до тарифу за послуги постачальника електроенергії, ₴/(кВт·год);

$T_{ОСП}$ – тариф оператора системи передачі, ₴/(кВт·год);

$T_{ОСР}$ – тариф оператора системи розподілу, ₴/(кВт·год).

Як видно, інформаційною складовою у формулі фактичного тарифу на електричну енергію, яка залежить виключно від споживача, є замовлений обсяг електричної енергії на розрахунковий місяць $V_{сп(m)}^{(зам)}$, та обсяг фактично спожитої за цей місяць (розрахунковий період) електричної енергії $V_{сп(m)}^{(\Phi)}$. При цьому формальна постановка задачі для споживача полягає у мінімізації ціни електричної енергії за строк дії договору з електропостачальником (зазвичай стандартний строк дії договору складає один рік нерідко з можливістю подальшої пролонгації його строку дії) шляхом вибору оптимальної комерційної пропозиції (КП) серед запропонованих електропостачальниками, для якої виконується умова:

$$\min \left(\sum_{m=1}^{12} T_{(m)}^{(KP)(\Phi)} \cdot V_{сп(m)}^{(\Phi)} \right). \quad (2)$$

Детальний аналіз комерційної пропозиції вимагає використання ретроспективної інформації за розрахунковий рік дії договору з електропостачання. Оскільки електропостачальники зазвичай не оприлюднюють інформацію щодо фактичних цін та/або тарифів для окремих споживачів, а розрахунки фактичного тарифу за наданим рядом щомісячних значень замовлених і фактично спожитих обсягів електроенергії вимагає комплексних розрахунків тарифів для всієї групи споживачів конкретної системи розподілу, наведена вище формула має переважно теоретичний характер. На практиці при виборі оптимальної комерційної пропозиції окремого електропостачальника можливо лише вимагати розрахунок тарифу для деякого типового значення місячного обсягу електроспоживання, а при порівнянні альтернативних комерційних пропозицій різних електропостачальників додатково зважати на вплив зовнішніх чинників.

Розглянемо детальніше особливості впливу наведених в (1) складових на вартість електричної енергії для споживача без погодинного обліку електроенергії та можливостей зміни значень цих складових.

Ринкова складова вартості електричної енергії.

Формально ринкова складова вартості електричної енергії для споживача визначається за відношенням:

$$C_{P(m)} = \frac{W_{(m)}^{(РДД)} + W_{(m)}^{(РДН)} \pm W_{(m)}^{(ВДР)} + W_{(m)}^{(БР)}}{V_{сп(m)}^{(\Phi)}}, [\text{₴}/(\text{кВт} \cdot \text{год})] \quad (3)$$

де:

$W_{(m)}^{(РДД)}$ – вартість закупленої електропостачальником протягом розрахункового місяця m електричної енергії у сегменті двосторонніх договорів, ₴;

$W_{(m)}^{(РДН)}$ – вартість закупленої електропостачальником протягом розрахункового місяця m електричної енергії у сегменті ринку «на добу наперед», ₴;

$W_{(m)}^{(ВДР)}$ – вартість купівлі/продажу електропостачальником протягом розрахункового місяця m електричної енергії у сегменті внутрішньодобового ринку, € ;

$W_{(m)}^{(БР)}$ – вартість нарахованих погодинних небалансів для групи споживачів без погодинного обліку електричної енергії у конкретній системі розподілу, € .

Як і (2), відношення (3) має суто теоретичне значення відображення принципів формування фактичного тарифу на спожиту електричну енергію та не може використовуватись споживачем при порівнянні комерційних пропозицій електропостачальників. Це зумовлено наступними двома чинниками:

– відсутність у споживача інформації про діяльність електропостачальника в сегментах ринку електричної енергії;

– несумісність даних щодо замовлених та фактично спожитих споживачем за розрахунковий місяць обсягів електричної енергії та результатами погодинних торгів в ринкових сегментах.

Споживачі без погодинного обліку електричної енергії визначають замовлення електричної енергії на розрахунковий місяць та отримують нарахування за обсяг фактично спожитої протягом цього розрахункового місяця електричної енергії. Зазвичай обсяги погодинного електроспоживання невідомі навіть споживачу. Ретроспектива погодинних обсягів електроспоживання для групи споживачів без погодинного обліку електроенергії може бути надана Оператором системи розподілу і зазвичай надається електропостачальнику у формі добових профілів електроспоживання для відповідної систем розподілу. За ретроспективними значеннями таких профілів електропостачальник прогнозує сукупний погодинний попит на електричну енергію (для групи споживачів у заданій системі розподілу), а Адміністратор розрахунків здійснює розрахунок погодинних обсягів та нарахування погодинної вартості небалансів. Сумарна за розрахунковий місяць вартість небалансів розподіляється у групі споживачів без погодинного обліку електроенергії за принципом солідарної відповідальності.

Типовий для окремого виду споживачів добовий профіль погодинних обсягів електроспоживання використовується електропостачальником для закупівлі електричної енергії. При цьому слід зважати, що обсяги електричної енергії для групи споживачів без погодинного обліку електричної енергії електропостачальник закуповує у різних ринкових сегментах. Проте інформація про участь електропостачальника у таких торгах оприлюдненню не підлягає. Тому отримати ретроспективні значення складових вартості електричної енергії у чисельнику (3) вкрай складно, але для задачі порівняння комерційних пропозицій електропостачальників фактично відсутня потреба у такому рівні деталізації.

Розглянемо детальніше формулу розрахунку ринкової складової вартості електроенергії, яку пропонують окремі електропостачальники:

$$C_{P(m)} = C_{(m)}^{(РДН)} \cdot K_{(m)}^{(РДН)}, \quad (4)$$

де:

$C_{(m)}^{(РДН)}$ – середньозважена ціна закупівлі електричної енергії у сегменті ринку «на добу наперед» за розрахунковий місяць m , $\text{€}/(\text{кВт}\cdot\text{год})$;

$K_{(m)}^{(РДН)}$ – коефіцієнт, яким враховуються інші витрати постачальника, пов'язані з участю у торгах на ринку електричної енергії.

Розглянемо детальніше складові (4).

Електропостачальник використовує типові індивідуальні профілі електроспоживання (ШЕС) для визначення погодинних обсягів електричної енергії, які необхідно закупити у ринкових сегментах. На практиці застосовуються два варіанти ціноутворення для споживача:

а) для кожного споживача середньозважена ціна $C_{(m)}^{(РДН)}$ визначається за індивідуальним профілем електроспоживання;

б) електропостачальник встановлює єдине для всіх споживачів значення середньозваженої ціни $C_{(m)}^{(РДН)}$.

Коефіцієнт $K_{(m)}^{(РДН)}$ в (4) враховує додаткові складові ринкової вартості електричної енергії, передусім вартість небалансів. Згідно із концепцією солідарної відповідальності споживачів без погодинного обліку електроенергії за допущені небаланси, для всіх таких споживачів електропостачальник встановлює єдине значення $K_{(m)}^{(РДН)}$.

Переваги та недоліки двох варіантів ціноутворення для (4) визначаються особливостями ШЕС у конкретного споживача електроенергії. Так в умовах використання погодинних ринкових цін у сегменті РДН, вартість електричної енергії для ШЕС розраховується виходячи із зазначених у цьому профілі погодинних обсягів електроенергії. Тому для різних ШЕС формуються різні значення середньозваженої ціни $C_{(m)}^{(РДН)}$. Відповідно для споживачів електроенергії, у яких $C_{(m)}^{(РДН)}$ за власним ШЕС менше за єдине для всіх споживачів $C_{(m)}^{(РДН)}$, вигідніше обирати комерційні пропозиції електропостачальника за

тарифоутворення по індивідуальним ИПЕС. І навпаки, для споживачів електроенергії, у яких $C_{(m)}^{(РДН)}$ за власним ИПЕС більше за єдине для всіх споживачів $C_{(m)}^{(РДН)}$, вигідніше обирати комерційні пропозиції електропостачальника за тарифоутворення по єдиному для всіх значенню ринкової вартості електроенергії.

Аналогічний тренд створює множник $K_{(m)}^{(РДН)}$ в (4) відносно платежів за небаланси. Для ИПЕС зі збільшеним значенням $C_{(m)}^{(РДН)}$ множник $K_{(m)}^{(РДН)}$ збільшує суму додаткових платежів. І навпаки, споживачі, ИПЕС яких формує менше значення $C_{(m)}^{(РДН)}$, матимуть меншу суму додаткових платежів.

Таким чином, для споживачів з великими значеннями $C_{(m)}^{(РДН)}$ по власному ИПЕС більш вигідним будуть комерційні пропозиції із ціноутворенням по (3), де додаткові платежі формуються адитивними складовими і їх значення залежать виключно від ринкових цін та обсягів електроспоживання. Альтернативним вибором для таких споживачів може бути комерційна пропозиція із ціноутворенням по формулі (4) та єдиним для всіх споживачів значенням $C_{(m)}^{(РДН)}$ (якщо таке значення менше з середньозважену ціну, розраховану по ИПЕС споживача).

Теоретично найбільш очевидною складовою вибору споживачем комерційної пропозиції від електропостачальника є порівняння середньозваженої ціни, сформованої для власного ИПЕС, та середньозваженої ціни деякого сумарного ИПЕС для групи споживачів, до якої споживач буде віднесений електропостачальником після укладення договору. Проте, інформація про такий узагальнений ИПЕС, як правило, відсутня чи не підлягає оприлюдненню. Тому, для оцінки економічної доцільності тарифоутворення за індивідуальним ИПЕС споживача, слід порівняти середньозваженої ціни, розрахованої по такому ИПЕС, та середньозваженої ціни, сформованої за узагальненим ИПЕС споживачів без погодинної фіксації обсягів спожитої енергії ОСР, до якого здійснено підключення. Якщо інформацію про такий узагальнений ИПЕС отримати не вдається (на час воєнного стану така інформація не публікується на офіційному сайті НЕК «Укренерго»), в якості еталонного для порівняння можливо використати узагальнений ИПЕС, сформований по погодинним значенням попиту на електричну енергію у сегменті РДН. Проте рівень адекватності узагальненого ИПЕС для попиту на РДН при виконанні оціночних порівнянь суттєво нижчий. Інший альтернативний варіант отримання ретроспективної інформації – використання погодинних обсягів електроспоживання в ОЕС України на розрахункову добу.

Окремо слід виділити особливості вибору електропостачальника для споживачів, ИПЕС яких формує відносно низьке значення середньозваженої ціни $C_{(m)}^{(РДН)}$. Відповідні ИПЕС необхідно отримати у Оператора системи розподілу або відповідного постачальника послуг комерційного обліку. У більшості випадків для таких споживачів економічно вигідніше обирати варіант із ціноутворенням за власним ИПЕС, наприклад, згідно певної формули розрахунку на протигагу тарифу, що передбачає використання тільки загального обсягу споживання за розрахунковий період. В тарифних планах з розрахунками по індивідуальному ИПЕС отримуватиметься однакове значення $C_{(m)}^{(РДН)}$ в усіх постачальників електроенергії. Тоді вибір споживачем комерційних пропозицій від електропостачальників зводиться до порівняння $K_{(m)}^{(РДН)}$ в (4) та $T_{\text{ПОСТ}}^{\text{ПР}}$ в (1) для кожної комерційної пропозиції.

За значенням фактичного тарифу на електричну енергію $T_{(m)}^{(КП)(\Phi)}$ (розраховану електропостачальником за фактично спожиту електроенергію в межах чинного договору щодо електропостачання чи розраховану на вимогу споживача у ході перемовин із електропостачальником) не складно розрахувати значення ринкової складової вартості електроенергії $C_{P(m)}$:

$$C_{P(m)} = T_{(m)}^{(КП)(\Phi)} - T_{\text{ПОСТ}}^{\text{ПР}} - T_{\text{ОСП}} - T_{\text{ОСР}}.$$

За умови, що ИПЕС окремого споживача чи групи споживачів без погодинного обліку електроенергії в межах конкретної системи розподілу не змінюється для різних електропостачальників, саме значення $C_{P(m)}$ надає можливість оцінити ефективність діяльності електропостачальника як в частині якості прогнозу електроспоживання (а звідси – і вартості небалансів), так і в частині ефективної діяльності в різних сегментах ринку електричної енергії.

Тариф електропостачальника.

Більшість електропостачальників в Україні тарифікують власні фінансові витрати фіксованою адитивною складовою $T_{\text{ПОСТ}}^{\text{ПР}}$ в (1). Така форма тарифікації послуг електропостачальника дозволяє достатньо просто порівнювати як різні графіки платежів окремого електропостачальника (порівнюються виключно значення $T_{\text{ПОСТ}}^{\text{ПР}}$), так і комерційні пропозиції різних електропостачальників (порівнюються виключно значення $C_{P(m)}$ та $T_{\text{ПОСТ}}^{\text{ПР}}$).

Слід також відзначити, що при тарифоутворенні по (1) сума платежів електропостачальнику залежить виключно від обсягів фактично спожитої електроенергії за розрахунковий місяць.

Тарифи за послуги передачі і розподілу.

Тариф на послуги передачі враховується у тарифі для кінцевого споживача адитивною складовою $T_{\text{ОСП}}$. Таким чином, для споживача вартість послуги передачі прив'язана до обсягів фактично спожитої електроенергії. Значення $T_{\text{ОСП}}$ єдине для всіх споживачів електричної енергії в ОЕС України та публікується на офіційному сайті НКРЕ КП, а також на офіційному сайті НЕК «Укренерго». В задачах порівняння різних комерційних пропозицій рекомендується вилучати цю складову зі значення тарифу по окремій комерційній пропозиції з метою порівняння ринкової складової вартості електроенергії $C_{P(m)}$ у кожного електропостачальника.

Тариф на послуги розподілу враховується у тарифі для кінцевого споживача адитивною складовою $T_{\text{ОСР}}$. Таким чином, для споживача вартість послуги розподілу прив'язана до обсягів фактично спожитої електроенергії. Значення $T_{\text{ОСР}}$ єдине для всіх споживачів електричної енергії в системі розподілу та публікується на офіційному сайті НКРЕ КП, а також на офіційному сайті Оператора системи розподілу.

В Україні існує дві форми платежів за послуги розподілу електричної енергії:

– електропостачальник самостійно сплачує вартість послуги розподілу електроенергії і враховує цей платіж у фактичному тарифі на спожиту електроенергію за розрахунковий місяць;

– споживач сплачує окремо електропостачальнику вартість спожитої електроенергії і окремо Оператору системи розподілу вартість послуги розподілу електроенергії.

Відмінність між цими двома формами договорів полягає у питанні, хто саме сплачує комісію за банківський переказ вартості послуги розподілу. Якщо з Оператором системи розподілу розраховується електропостачальник, то він сплачує банківську комісію з виділених на власну операційну діяльність фінансових ресурсів. Якщо послугу розподілу сплачує безпосередньо споживач, то саме від додатково покриває банківську комісію. Тому, при порівнянні різних комерційних пропозицій, для тих варіантів, де споживач самостійно сплачує послуги розподілу, слід додатково враховувати суму банківської комісії за переказ коштів за платежами послуг розподілу електроенергії.

Графіки платежів за електроенергію.

Окремі електропостачальники стимулюють споживачів обирати варіанти авансових платежів в розрахунках за електроенергію, зменшуючи значення тарифу за фактично спожиту електроенергію. Таке зменшення реалізується додатковими множниками то значення фактичного тарифу, або зменшенням значення тарифу на послуги електропостачальника. В результаті найменше значення фактичного тарифу за електроенергію $T_{(m)}^{(КП)(Ф)}$ в (1) отримується при 100% передоплаті замовленого обсягу електроенергії (у цьому випадку остаточний розрахунок визначає баланс платежів з урахуванням фактичної ринкової вартості електроенергії та фактично спожитого обсягу електроенергії). Найбільше значення фактичного тарифу на електроенергію $T_{(m)}^{(КП)(Ф)}$ в (1) отримується при розрахунках за спожиту електроенергію без авансових платежів.

При виборі графіка платежів за електроенергію зменшення тарифу слід порівнювати із витратами, пов'язаними із додатковими витратами оборотних коштів внаслідок внесення авансових платежів за електроенергію до фактичного завершення розрахункового періоду. Методика розрахунку таких витрат залежить від особливостей фінансової діяльності комерційного підприємства.

Спосіб порівняльних оцінок для вибору споживачем оптимальної комерційної пропозиції від постачальників електричної енергії.

Як зазначалося у попередніх розділах публікації, неможливо отримати у повному обсязі всю інформацію, необхідну для порівняльного розрахунку фактичних тарифів по різних комерційним пропозиціям від електропостачальників. Натомість пропонується здійснювати розрахунок цінних індикаторів, за якими можливо об'єктивно порівняти комерційні пропозиції в частині їх оптимальності щодо запитів споживача. Порядок порівняльного аналізу комерційних пропозицій наступний.

1. Визначення розрахункового періоду M . Для отримання достовірних цінних індикаторів необхідно обирати розрахунковий період не менше, ніж календарний місяць. Найбільш достовірні результати отримуються при виборі розрахункового періоду в календарний рік, проте це призводитиме до необхідності виконання значного обсягу розрахунків. Натомість достатньо обрати кілька календарних місяців, якими охоплюються всі сезони року. При цьому не обов'язково обирати суміжні місяці року. Наприклад, зимовий період може бути представлений Січнем, літній період – Липнем, а період весна/осінь – Жовтнем. За потреби, можливо додатково екстраполювати результати розрахунків по кожному обраному місяцю на умовний календарний рік. Очевидна вимога до обраного розрахункового періоду – наявність у повному обсязі ретроспективної інформації, необхідної для виконання розрахунків. Надалі, для спрощення опису, вважаємо, що для розрахунків обрано період в один календарний місяць m .

2. Підготовка інформації по ІПЕС. В Україні ІПЕС, як правило, подаються групою 24 погодинних коефіцієнтів $K_h^{\text{ІПЕС}}$ таких, що:

$$\sum_{h=1}^{24} K_h^{\text{ПЕС}} = 1.$$

Погодинні коефіцієнти ПЕС визначають погодинну долю добового обсягу електроспоживання. Відповідно, для обсягу фактичного електроспоживання $V_m^{(\Phi)}$ за розрахунковий місяць m погодинні обсяги електроспоживання розраховуються як: $V_h^{\text{ПЕС}} = \frac{V_m^{(\Phi)}}{D_m} K_h^{\text{ПЕС}} \forall h = [1..24]$, (5)

де: D_m – кількість календарних днів у розрахунковому місяці m .

Аналогічно за формулою (5) розраховуються погодинні обсяги електроспоживання по узагальненому ПЕС ОСР $V_h^{\text{ОСР}}$. Якщо для порівняння використовується ретроспективна інформація про попит на електричну енергію у сегменті РДН, то для кожної доби розрахункового місяця попередньо розраховуються значення погодинних коефіцієнтів $K_h^{\text{РДН}}$ як відношення обсягу погодинного попиту до сумарного за добу обсягу попиту. Далі по (5) визначаються погодинні обсяги еталонного варіанту.

3. Розраховуються середньозважені ринкові ціни на електричну енергію. Для власного ПЕС споживача розрахунок здійснюється по формулі:

$$C_{(m)(\text{вл})}^{(\text{РДН})} = \frac{1}{V_m^{(\Phi)}} \cdot \sum_{d=1}^{D_m} \sum_{h=1}^{24} (C_{d,h}^{(\text{РДН})} \cdot V_h^{\text{ПЕС}}),$$

де: $C_{d,h}^{(\text{РДН})}$ – гранична ціна РДН у годину h доби d .

При розрахунках слід зважати на розмірності обсягів електроенергії. Так на роздрібному ринку електроенергії в Україні обсяги, як правило, подаються розмірністю кВт-год. В той же час на РДН обсяги електроенергії подаються розмірністю МВт-год.

Для узагальненого ПЕС ОСР розрахунок здійснюється аналогічно по формулі:

$$C_{(m)(\text{ОСР})}^{(\text{РДН})} = \frac{1}{V_m^{(\Phi)}} \cdot \sum_{d=1}^{D_m} \sum_{h=1}^{24} (C_{d,h}^{(\text{РДН})} \cdot V_h^{\text{ОСР}}).$$

4. Порівняння середньозважених цін.

Якщо $C_{(m)(\text{вл})}^{(\text{РДН})} < C_{(m)(\text{ОСР})}^{(\text{РДН})}$, індивідуальний профіль споживача забезпечує меншу ціну електричної енергії у порівнянні з узагальненим профілем для групи споживачів без погодинної фіксації обсягів електроспоживання. Тому споживачу вигідніше обирати варіанти електропостачання з розрахунками по власному ПЕС.

Якщо $C_{(m)(\text{вл})}^{(\text{РДН})} > C_{(m)(\text{ОСР})}^{(\text{РДН})}$, індивідуальний профіль споживача забезпечує більшу ціну електричної енергії у порівнянні з узагальненим профілем для групи споживачів без погодинної фіксації обсягів електроспоживання. Тому споживачу вигідніше обирати варіанти електропостачання з єдиною для всіх споживачів ринковою складовою тарифу на електричну енергію.

5. Для подальшого аналізу формується множина K комерційних пропозицій від електропостачальників із переважним для споживача типом тарифоутворення.

6. Для кожної комерційної пропозиції розраховуються індикативні значення тарифу.

У правилах тарифоутворення для комерційних пропозицій вилучаються тарифи на передачу $T_{\text{ОСП}}$ і розподіл $T_{\text{ОСР}}$, а правила тарифоутворення формалізуються до узагальненого вигляду. Для комерційних пропозицій з розрахунками по власному ПЕС споживача індикативні значення тарифу визначаються по формулі:

$$T_{(m)}^{(k)} = C_{(m)(\text{вл})}^{(\text{РДН})} \cdot K_{(m)}^{(k)} + T_{\text{ПОСТ}}^{\text{ПР}(k)} \forall k \in K,$$

де: $K_{(m)}^{(k)}$ – множник до значення ринкової складової тарифу на електричну енергію у k -ій комерційній пропозиції; $T_{\text{ПОСТ}}^{\text{ПР}(k)}$ – адитивна складова тарифу постачальника у k -ій комерційній пропозиції по (1).

Для комерційних пропозицій з єдиною для всіх споживачів ринковою складовою тарифу на електроенергію індикативні значення тарифу визначаються по формулі:

$$T_{(m)}^{(k)} = C_{(m)(k)}^{(\text{РДН})} + T_{\text{ПОСТ}}^{\text{ПР}(k)} \forall k \in K.$$

Якщо правила тарифоутворення у комерційній пропозиції передбачають додатковий множник $K_{(m)}^{(k)}$ по (4), то $C_{(m)(k)}^{(\text{РДН})}$ розраховується як: $C_{(m)(k)}^{(\text{РДН})} = C_{(m)(k)}^{(\Phi)} \cdot K_{(m)}^{(k)}$,

де: $C_{(m)(k)}^{(\Phi)}$ – визначене електропостачальником для k -ої комерційної пропозиції фактичне значення ринкової складової ціни на розрахунковий місяць m .

7. Оптимальною для споживача вважається k -та комерційна пропозиція із найменшим індикативним значенням тарифу:

$$\exists k: T_{(m)}^{(k)} = \min(T_{(m)}^{(k)}) \forall k \in K.$$

За потреби, при виборі оптимального графіка платежів за спожиту електроенергію додатково порівнюється зменшення суми платежів за послуги електропостачальника $T_{\text{ПОСТ}}^{\text{ПР}(k)}$ із сумою додаткових фінансових витрат, пов'язаних із здійсненням авансових платежів.

Висновки. В статті досліджено складові вартості електричної енергії в частині можливостей споживача обирати оптимальний варіант електропостачання шляхом порівняльного аналізу комерційних пропозицій постачальників електричної енергії на основі індикативних значень цін. Наведено спосіб порівняння комерційних пропозицій від електропостачальників, використання якого дозволяє прийняти обґрунтоване рішення щодо доцільного варіанту закупівлі електричної енергії споживачем, що діє на роздрібному ринку без погодинного обліку електричної енергії.

Список використаної літератури

1. Закон України від 13.04.2017 № 2019-VIII «Про ринок електричної енергії».
2. Постанова НКРЕКП «Про затвердження правил роздрібного ринку електричної енергії» №312 від 14.03.2018.
3. Постанова НКРЕКП «Про затвердження Кодексу комерційного обліку електричної енергії» № 311 від 14.03.2018.
4. І. В. Блінов, Є. В. Парус, В. О. Мірошник, П. В. Шиманюк, В. В. Сичова. Модель оцінки доцільності переходу промислових споживачів до погодинного обліку електричної енергії на роздрібному ринку. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2021. С. 88-97. DOI: <https://doi.org/10.20535/1813-5420.1.2021.242186>
5. Блінов, І. В. Оптовий та роздрібний ринок електричної енергії [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра за освітньою програмою «Системи забезпечення споживачів електричною енергією» спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / І. В. Блінов, Є. В. Парус; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,85 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 291 с.

I. Blinov¹, Dr. Sc. (Eng.), ORCID 0000-0001-8010-5301

E. Parus², Cand. Sc. (Eng.), ORCID 0000-0001-9087-3902

O. Klymenko², Ph. D. student, ORCID 0009-0009-7844-1133

O. Kliuzko³, Ph. D student, ORCID 0009-0000-3313-0547

¹National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

²Institute of Electrodynamics of the National Academy of Sciences of Ukraine

³G.E. Pukhov Institute for Modelling in Energy Engineering
of the National Academy of Sciences of Ukraine

THE METHOD OF COMPARATIVE EVALUATIONS OF COMMERCIAL OFFERS OF ELECTRICITY SUPPLIERS FOR CONSUMERS WITHOUT HOURLY ELECTRICITY METERING

The article highlights the main approaches to choosing the optimal option for purchasing electricity for consumers without hourly electricity metering, who purchase electricity from suppliers at free prices. The components of the cost of electric energy for the final consumer were investigated and the consumer's ability to influence the value of these components was noted. The method of comparative evaluations for the consumer's choice of the commercial offer from electricity suppliers in retail market is presented.

Keywords: retail electricity market, electricity supplier, pricing, day-ahead market

References

1. On Electricity Market: The Law of Ukraine. No. 2019-VIII of 13.04.2017.
2. NEURC's Resolution “On Approval of Retail Market Rules” No. 312 dd 14. 03.2018
3. NEURC's Resolution “On Approval of the Commercial Electricity Metering Code” No. 311 dd 14.03.2018
4. I. Blinov, E. Parus, V. Miroshnyk, P. Shymaniuk, V. Sychova. Model of evaluation the feasibility of industrial customers to hourly accounting of retail electricity market. *Power engineering: economics, technique, ecology*. 2021. P. 88-97. DOI: <https://doi.org/10.20535/1813-5420.1.2021.242186>
5. Blinov, I.V. Wholesale and retail electricity market [Electronic resource]: study guide for master's degree holders in the educational program "Systems of providing consumers with electric energy" specialty 141 Electric power, electrical engineering and electromechanics / I.V. Blinov, E.V. Parus; Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute. – Electronic text data (1 file: 4.85 MB). – Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2023. – 291 p.

Надійшла: 25.09.2023

Received: 25.09.2023