

УПРАВЛІННЯ ПОПИТОМ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ:

НЕ МЕНШИЙ ОБСЯГ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ,
А ІНШИЙ ЧАС ЇЇ СПОЖИВАННЯ



Артем НЕКРАСОВ,
перший заступник
Міністра енергетики України



Ігор БЛІНОВ,
член-кореспондент НАН України, д.т.н., проф.,
заступник директора з наукової роботи
Інституту електродинаміки НАН України



Дмитро ОЛЕФІР,
директор з перспективного розвитку
ТОВ «НВП «Енерго-плюс», к.т.н., н.с. Інституту
електродинаміки НАН України



Євген ПАРУС,
к.т.н., старший дослідник старший
науковий співробітник Інституту
електродинаміки НАН України

Українській енергосистемі сьогодні потрібні не лише нові маневрові потужності, а й гнучке управління попитом. Споживачу не обов'язково скорочувати загальні обсяги використання електроенергії – достатньо змінити час роботи потужних побутових приладів. Проте чинна система побутових тарифів формува-

лася в інших економічних та технологічних реаліях і сьогодні надсилає споживачу хибні цінові сигнали. Для ефективного збалансування Об'єднаної енергосистеми (ОЕС) України необхідний перехід від застарілих багатозонних тарифів до програм управління попитом з гнучким погодинним ціноутворенням.

ЧОМУ ПОТРІБНО ЗМІНЮВАТИ СИСТЕМУ ТАРИФІВ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ ДЛЯ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ?

На сьогодні в Україні для населення застосовуються кілька основних принципів тарифоутворення: Базовий фіксований тариф. Становить 4,32 грн./кВт·год і зафіксований без довгостроко-

вих механізмів коригування залежно від реальних умов на ринку.

Сезонна тарифікація. Відповідно до Постанови КМУ № 632 від 31 травня 2024 року, для споживачів із встановленим електроопаленням у період з 1 жовтня по 30 квітня діє пільгова ставка на обсяг споживання до 2000 кВт·год на місяць. Цей механізм покликаний здешевити опалювальний

сезон, а споживання понад ліміт стимулюється до скорочення за рахунок вищих цін.

Багатозонні тарифи (прив'язка до доби):

- Двоступінний тариф: передбачає пільговий коефіцієнт 0,5 у нічний час (з 23:00 до 7:00).

- Тризонний тариф: розділяє добу на пік (8:00–11:00 та 20:00–22:00 за ставкою 1,5), напівпік (7:00–8:00, 11:00–20:00, 22:00–23:00 за ставкою 1,0) та ніч (23:00–7:00 за ставкою 0,4).

Історично така система створювалася для умов, коли базисне добове навантаження покривалося атомними електростанціями (АЕС), а маневрування під час піків здійснювалося передусім за рахунок теплової генерації (ТЕС).

Однак структура української енергосистеми зазнала фундаментальних змін. Внаслідок бойових дій суттєво зруйновано маневрові потужності ТЕС, водночас в ОЕС України критично зросла частка сонячних електростанцій (СЕС), чий виробіток має чітко виражену сезонну та денну циклічність. Як наслідок, чинні зонові коефіцієнти втратили зв'язок із реальними ринковими цінами на ринку «на добу наперед» (РДН) та потребами у балансуванні енергосистеми. За умови суттєвого зниження обсягів споживання електричної енергії в ОЕС України, коефіцієнт нерівномірності графіку споживання в енергосистемі країни має тенденцію до збільшення. Профіль добового графіку споживання електроенергії в ОЕС України все більше визначається профілем споживання електроенергії побутових споживачів. Проте, затверджене урядовими постановами ціноутворення для побутових споживачів, які в існуючих реаліях суттєвим чином впливають на баланс потужності та електроенергії в ОЕС України, майже не допомагає Оператору системи передачі балансувати виробництво та споживання електричної енергії в країні.

Порівняння тарифних ставок із погодинними цінами РДН у зимовий період на прикладі 5 січня 2026 року (див. рис.1) демонструє, що нічні ціни на ринку більше не мають характерного провалу і практично зрівнялися з денними.

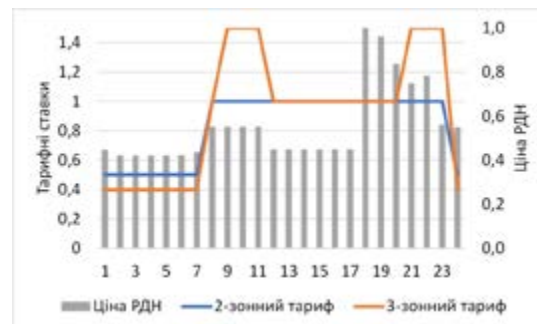


Рисунок 1 Порівняння багатозонних тарифів із зимовим профілем цін РДН (5.01.2026).

Отже, двоступінний тариф «день–ніч» із глибокою нічною знижкою більше не відповідає потребам ОЕС України. Крім того, тризонний тариф лише частково враховує ранковий пік, а вечірню підвищену ставку обмежує інтервалом 20:00–22:00, хоча реальне зростання цін на РДН починається вже з 18:00.

Ще виразніше ця невідповідність проявляється в літній період (див. рис.2) – на прикладі 12 серпня 2026 року. У нічні години ринкові ціни майже співставні з цінами ранкового піку, що знецінює стимулюючу роль нічних знижок. Натомість на РДН чітко спостерігається глибокий ціновий провал у денний період (з 11:00 до 16:00), зумовлений профіцитом сонячної генерації. Цей літній денний надлишок електроенергії взагалі не враховується ані в двоступінному, ані в тризонному тарифах. Так само, як і взимку, тризонний вечірній коефіцієнт улітку охоплює лише частину реального вечірнього піку навантаження.

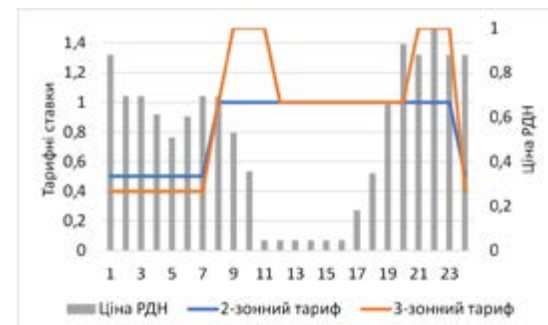


Рисунок 2 Порівняння багатозонних тарифів із літнім профілем цін РДН (12.08.2026).

Чинні диференційовані тарифи для населення більше не виконують роль дієвого інструменту балансування. Потрібне системне оновлення стимулюючого тарифоутворення для побутових споживачів, яке включатиме не просто механічний перерахунок коефіцієнтів, а два ключові напрямки розвитку:

Динамічність за сезонами чи окремими місяцями року для врахування різниці між літнім профіцитом СЕС та зимовим дефіцитом генерації.

Гнучкіша погодинна дискретизація цін зі змінюваною кількістю цінових зон, узгоджена з поточними добовими коливаннями цін РДН та інших сегментах ринку.

Для того, щоб побутові споживачі електроенергії могли ефективно реагувати на цінові сигнали, оновлення системи тарифікації має супроводжуватися розвитком цифрових сервісів підтримки: інструментами автоматичних рекомендацій щодо електроспоживання (зокрема ШІ-агентами) та оперативним інформуванням про вартість вже спожитої енергії й розраховану економію.

УКРАЇНА ВЖЕ МАЄ ОСНОВУ ДЛЯ ТАКОГО МЕХАНІЗМУ

Баланси виробництва та споживання електроенергії змінюються не лише протягом доби, а й залежно від пори року, погодних умов, робочих та вихідних днів. Останні роки особливо помітною стала роль сонячної генерації: у денні години літнього сезону в енергосистемі формується значний профіцит електроенергії, тоді як у ранковій та вечірній години навантаження покривається іншими видами генерації. У зимовий період та за хмарної погоди генерація СЕС суттєво зменшується. Відповідно, одна й та сама година доби не обов'язково має однакову цінність для енергосистеми в різні дні. Тому оптимальний час для перенесення навантаження для різних діб може різнитися.

Для побутового споживача електроенергії погодинний ціновий сигнал дозволив би зробити такі рекомендації не ситуативними, а системними узгоджено із реальною ситуацією на ринку та в енергосистем країни.

При цьому технічна можливість погодинного обліку електроенергії забезпечується встановленням у побутових споживачів електроенергії сучасних «розумних» лічильників. Тому ключове питання сьогодні полягає не тільки у створенні нової технологічної інфраструктури, а й у **визначенні правил, за якими наявні технічні можливості можна буде використати для формування нового економічного сигналу для побутових споживачів.**

Як має виглядати погодинний тариф і що зміниться для конкретного споживача?

Ключовим елементом запропонованого підходу є погодинна диференціація цін на електроенергію. Її принцип можна пояснити досить просто: електроенергія для побутового споживача не повинна мати однакову ціну протягом усієї доби, якщо її ринкова вартість та навантаження на енергосистему в різні години суттєво відрізняються.

При цьому міняти щодня кінцевий тариф відповідно до поточних коливань ринкової ціни недоцільно, оскільки для побутового споживача така модель була б надто складною та непередбачуваною. Рациональнішим рішенням є впровадження системи погодинних коефіцієнтів-множників до базового тарифу, де за стандартних умов коефіцієнт прирівнюється до одиниці. Ці множники коригують вартість електроенергії протягом доби та узгоджуються залежно від сезону, типу дня (робочий чи вихідний) і фактичної ситуації в енергосистемі.

У години підвищеного дефіциту генерації значення коефіцієнтів зростає, що підвищує

кінцевий тариф і стимулює споживачів знижувати навантаження. І навпаки, у періоди значного профіциту потужності коефіцієнти зменшуються, знижуючи тариф і мотивуючи клієнтів переносити енергоємні процеси саме на ці години доби.

На початковому етапі впровадження адаптивної системи ціноутворення розрахунок коефіцієнтів узгоджується із добовим коливанням цін у сегменті РДН. Оскільки саме цей сегмент сьогодні формує ключові цінові сигнали на добу в цілому, такий підхід є найбільш простим та інтуїтивно зрозумілим для визначення годин, коли споживання є економічно доцільним. У подальшому правила розрахунку коефіцієнтів-множників можуть удосконалюватися. Остаточна методика має враховувати не лише динаміку цін на РДН, а й ціни в інших ринкових сегментах, поточну проблемність балансів електроенергії в ОЕС України, а також завдання з оптимізації витрат на компенсацію пільгового тарифу для побутових споживачів.

«Українській енергосистемі сьогодні потрібні не лише нові маневрові потужності, а й гнучке управління попитом. Споживачу не обов'язково скорочувати загальні обсяги використання електроенергії – достатньо змінити час роботи потужних побутових приладів»

Для конкретної сім'ї це означатиме безпосередній економічний стимул вибору конкретного часу ввімкнення потужних електроприладів. Побутовий споживач отримує можливість самостійно вибирати між двома моделями поведінки: або використовувати електроенергію тоді, коли це найзручніше, сплачуючи вищу ціну, або частково змінювати свій графік і отримувати економію коштів.

Особливо важливо, що така модель не потребує постійного ручного керування всіма побутовими приладами. Сучасна побутова техніка оснащується функціями ввімкнення за розкладом, що дозволяє автоматизувати графіки електроспоживання у домогосподарстві. У перспективі це дозволяє перетворити погодинний тариф із простого механізму розрахунку за електроенергію на **інструмент автоматизованого управління попитом**.

Саме в цьому полягає відмінність запропонованого підходу від підвищення тарифів для споживачів. Підвищення вартості електроенергії однаково впливає на споживача незалежно від того, коли він її використовує. Погодинна диференціація навпаки, надає додаткові можливості **заощаджувати шляхом зміни часу споживання електроенергії**.

Для енергосистеми цінність такого механізму полягає в тому, що навіть часткове перенесення керованого побутового навантаження може змінювати профіль добового графіка споживання електроенергії у країні. Сукупний ефект від мільйонів окремих рішень споживачів потенційно дозволяє зменшити навантаження в найбільш напружені (дефіцитні) години та збільшити споживання в періоди, коли в системі є надлишкова генерація.

ЩО ЦЕ ОЗНАЧАЄ ДЛЯ ДОМОГОСПОДАРСТВА В ЧАСТИНІ ОПЛАТИ

Економічний ефект погодинної тарифікації можна показати на простому прикладі. Припустимо, домогосподарство протягом доби споживає 15 кВт·год електроенергії. Частина цього обсягу припадає на базове споживання, яке складно перенести в часі, а частина – на керовані навантаження: нагрівання води, заряджання електромобіля, роботу побутової техніки тощо. Для прикладу, візьмемо такі навантаження:

- бойлер (1,5 кВт) з активацією ТЕНу о 8-й, 19-й та 22-й годинах;
- пральна машина (2 кВт) з активацією ТЕНу о 20-й годині;
- посудомийка (1,5 кВт) з активацією ТЕНу о 8-й та 21-й годинах.

У модельному розрахунку, наведеному на рис.3, порівнюються два профілі одного й того самого домогосподарства. У першому випадку відображено графік електроспоживання з найбільш комфортним для споживача часом активації потужних електроприладів (профіль «Комфорт») в умовах фіксованого тарифу на електроенергію. У другому випадку відображено графік електроспоживання з реакцією споживача на знижені в окремі години доби тарифи на електроенергію (профіль «Економ»). У прикладі використані погодинні ціни РДН за 12 серпня 2026 року, якими імі-

тується коливання ринкових цін протягом доби. Відображене на рис.3 перенесення часу використання потужних побутових електроприладів дозволить побутовому споживачу, не змінюючи загальний обсяг споживання, зменшити вартість спожитої за добу електроенергії на 48%, що є достатньо сильним економічним стимулом.

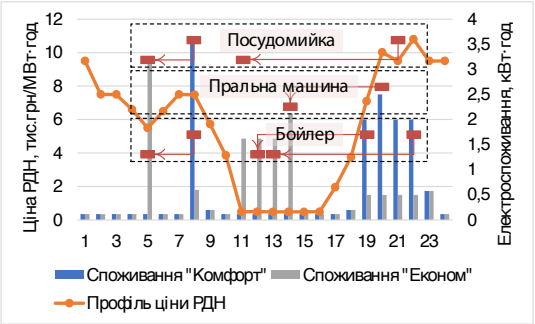


Рисунок 3 Модель реакції споживача на погодинну тарифікацію електроенергії

Принципова відмінність між погодинною тарифікацією та простим підвищенням або зниженням тарифу відображена на рис. 4.

Графік «Комфорт»	Графік «Економ»
Спожито за добу: 15 кВт·год	Спожито за добу: 15 кВт·год
Тариф на електроенергію: Фіксований 4,32 €/кВт·год	Погодинні ціни
Вартість спожитої електроенергії: 64,80 €	Вартість спожитої електроенергії: 33,70 €

Рисунок 4. Зміна вартості спожитої електроенергії зі зміною часу використання потужних електроприладів.

Водночас наведений розрахунок слід розглядати саме як модельний приклад. Конкретні ціни, межі тарифних зон та величина потенційної економії мають визначатися окремою методикою після аналізу погодинних цін РДН, структури навантаження та інших параметрів роботи енергосистеми.

ЩО ОТРИМУЄ ЕНЕРГОСИСТЕМА

Для енергосистеми цінність адаптивної погодинної тарифікації полягає не в самому факті зміни тарифу, а в можливості впливати на **профіль попиту**. Якщо частина побутового навантаження переміщується з годин максимального споживання на періоди нижчого попиту або надлишкової генерації, змінюється і сумарний добовий графік навантаження.

Найбільший ефект може дати перенесення так званих керованих навантажень – тих, час роботи яких можна змінити без суттєвого погіршення якості життя споживача. До них належать нагрівання води, заряджання електромобілів, частина побутової техніки, системи електроопалення та інші процеси, які не обов'язково вико-

нувати в конкретну годину. Для енергосистеми особливо важливо зменшувати навантаження в години, коли виникає дефіцит потужності. Якщо частину споживання в цей час перенести на інші години, знижується потреба залучати додаткові маневрові ресурси або використовувати інші дорогі механізми покриття пікового навантаження, або, навіть, застосовувати графіки примусового обмеження споживання електроенергії, що в свою чергу впливає на якість життя побутових споживачів.

Водночас погодинний сигнал працюватиме і в протилежному напрямку – **стимулюватиме споживання в години надлишкової генерації**. Для України це особливо актуально в періоди високого виробітку сонячних електростанцій, коли вдень може виникати значний обсяг доступної електроенергії. Перенесення частини навантаження на такі години дозволяє краще використовувати наявну генерацію (рис.5). Так для наведеного на рис.3 і рис.4 прикладу, реакція мільйона побутових споживачів дозволить перенести до 4,5 ГВт·год з годин піку електроспоживання на години профіциту генерації СЕС у країні.

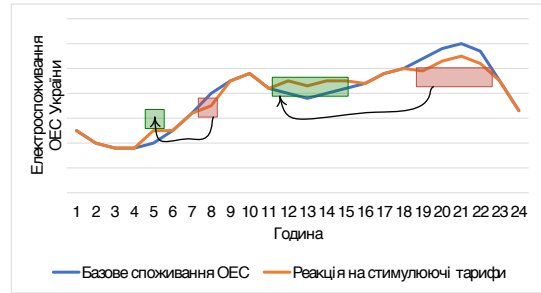


Рисунок 5 Зміна добового графіка електроспоживання ОЕС України внаслідок реакції побутових споживачів на погодинні ціни на електроенергію

Слід зауважити, що управління попитом очевидно не замінює виробництво електроенергії. Енергосистемі все одно потрібні достатні генеруючі потужності, мережі та резерви потужності для балансування. Однак зміна профілю споживання електроенергії може зменшити амплітуду пікових навантажень і тим самим підвищити ефективність використання вже наявної інфраструктури.

Саме тому адаптивна система погодинних цін може розглядатися не просто як новий спосіб розрахунку за електроенергію, а як систему динамічної ціни – один із інструментів підвищення гнучкості енергосистеми.

Якісний аналіз апіорі дозволяє говорити про вирівнювання добового графіка та відповідний вплив на ринкові ціни. Разом із тим такі системні ефекти, як вплив на обсяги небалансів і необхідні обсяги допоміжних послуг, потребують детального аналізу на ретроспективних та прогнозних

даних, а також шляхом реалізації практичних модельних прикладів та пілотних проектів з запровадження механізмів та програм управління попитом.

ПІЛОТНИЙ ПРОЄКТ, ЯК ОСНОВА ЗАПРОВАДЖЕННЯ ПРОГРАМ УПРАВЛІННЯ ПОПИТОМ

Запровадження погодинної тарифікації для побутових споживачів не потребує очікування принципово нових технологій. Необхідні для цього елементи вже поступово формуються в українській енергосистемі. В Україні триває встановлення у побутових споживачів сучасних електрорічильників, здатних здійснювати дистанційний облік споживання та підтримувати багатозонну тарифікацію. Це означає, що для операторів систем розподілу технічно вже існує база для переходу від простого помісячного обліку до більш деталізованого погодинного обліку навантаження.

«Внаслідок бойових дій суттєво зруйновано маневрові потужності ТЕС, водночас в ОЕС України критично зросла частка сонячних електростанцій (СЕС), чий виробіток має чітко виражену сезонну та денну циклічність»

Це створює для операторів систем розподілу технічну можливість не лише визначати загальний обсяг спожитої електроенергії, а й бачити **погодинний профіль навантаження** конкретного споживача або групи споживачів. Відповідно, принципова інфраструктурна передумова для тестування нової моделі вже існує.

Вибір учасників пілотного проекту. Першим кроком до запровадження погодинної тарифікації для побутових споживачів доцільно зробити не масштабну зміну тарифної моделі, а обмежений пілотний проєкт. Його мета – перевірити на реальних даних, наскільки ефективно економічний сигнал змінює поведінку споживачів і який вплив це має на добовий графік навантаження. Пілотний проєкт доцільно організувати на рівні територіальних громад або окремих груп побуто-

вих споживачів, наприклад ОСББ, які вже мають відповідні засоби обліку або готові до їх встановлення.

Джерела фінансування. Для запуску таких пілотів можуть бути залучені не лише кошти операторів систем розподілу чи місцевих громад. Проекти, що поєднують підвищення енергоефективності, цифровізацію обліку, розвиток гнучкості енергосистеми та залучення споживачів до управління попитом, потенційно можуть бути цікавими для міжнародних донорів, грантові кошти міжнародних компаній, наприклад, Tetra Tech ES, Inc, Inc., а також проектів Програми «Забезпечення енергопостачання, підвищення стійкості та сполучення» (SPARC) та приватних інвесторів.

«Підвищення вартості електроенергії однаково впливає на споживача незалежно від того, коли він її використовує. Погодинна диференціація навпаки, надає додаткові можливості заощаджувати шляхом зміни часу споживання електроенергії»

Зокрема, зовнішнє фінансування може бути спрямоване на встановлення або модернізацію засобів обліку, створення цифрової платформи для роботи з погодинними даними, автоматизацію керування навантаженнями та проведення незалежної оцінки результатів пілоту. Для інвестора або грантодавця це водночас може бути можливістю протестувати рішення, які в перспективі здатні масштабуватися на інші громади та регіони.

Правила погодинної тарифікації. Пілотний проєкт важливо розглядати не як демонстрацію окремої технології, а як тестування нової моделі взаємодії між побутовим (або навіть малим непобутовим) споживачем електроенергії, постачальником і оператором системи розподілу на роздрібному ринку електроенергії. Для цього необхідно визначити правила формування ціни для побутових споживачів, порядок інформування споживачів, механізми обліку та розрахунків,

а також критерії оцінки результатів. Окремо має бути передбачений захист тих споживачів, які через характер свого споживання або соціальні обставини не можуть суттєво змінити власний часовий профіль. Участь таких споживачів у пілотному проєкті не доцільна. Такі побутові споживачі електроенергії мають бути виокремлені із загального обсягу споживачів, та для них мають бути розроблені окремі механізми компенсації за спожиту електроенергію (розробка таких механізмів знаходиться у зоні відповідальності декількох міністерств).

Інформаційна підтримка. Першим кроком до запровадження системи погодинної тарифікації має стати роз'яснювальна інформаційна кампанія:

у чому сутність нової тарифікації, чому це важливо для енергосистеми та як побутовий (або малий непобутовий) споживач електроенергії може отримати власну вигоду.

Для учасників пілотного проєкту необхідно сформулювати систему інформаційної взаємодії, насамперед:

- попереднє надання інформації про прогнози змін у системі погодинних тарифів;
- інформування про чинні погодинні тарифи та доступ до ШІ-агентів для отримання споживачем рекомендацій щодо оптимізації електроспоживання;
- інформування про вже спожиту протягом розрахункового місяця електроенергію із

зазначенням її обсягів та вартості по окремим годинам доби.

Встановлення технічних засобів. Структурна схема технічних засобів механізму оптимізації профілів споживання побутових споживачів. Для реалізації вищенаведеного механізму з технічної точки зору потрібно для побутових споживачів електроенергії встановити розумні лічильники (для фіксації споживання електроенергії в кожен з 24-х годин доби), розумні розетки для енергоємних електричних приладів (бойлери, пральні та посудомийні машини, тощо), а також запровадити цифрові додатки MSHCE (Management System of Household Consumer of Electricity) для забезпечення енергоменеджменту на рівні побутового



споживача (управління розумними розетками, отримання інформації з серверів операторів ринку щодо погодинних цін на наступну добу, взаємодія з клієнт-банкінгом для зручної оплати спожитої електроенергії, тощо).

Ретроспективний аналіз. Паралельно необхідно організувати централізований збір та обробку погодинних даних про споживання електроенергії. Це дозволить фахівцям ОСР та ОСП порівнювати фактичні профілі навантаження учасників пілоту до та після запровадження нового цінового сигналу, а також оцінити фактичну еластичність попиту у побутовому секторі.

Оцінка результатів. Результати пілотного проєкту доцільно оцінювати щонайменше за чотирма групами показників:

- наскільки змінився погодинний профіль споживання електроенергії;
- який обсяг навантаження вдалося перенести з пікових годин;
- яку економію отримали учасники пілотного проєкту;
- який системний ефект отримала енергосистема від зміни профілю попиту;
- який соціальний ефект має погодинна тарифікація.

Висновки за результатами пілотного проєкту. За позитивних результатів пілотного проєкту наступним етапом може стати масштабування, тобто поступове розширення кількості учасників та територій. При цьому методика формування погодинних цін може вдосконалюватися на основі фактичних даних – з тим, щоб ціновий сигнал дедалі точніше відповідав реальній ситуації на ринку та потребам енергосистеми.

ПІДСУМКИ: ВІД ПАСИВНОГО СПОЖИВАННЯ ДО ГНУЧКОГО РИНКУ

Перехід від застарілих багатозонних тарифів до гнучких погодинних цін – це не просто технічний перерахунок вартості кіловат-годин, а створення принципово нового інструменту гнучкості для української енергосистеми. В умовах дефіциту традиційної маневрової генерації та зростання частки сонячних електростанцій чинна система тарифів надає викривлені цінові сигнали, які більше не відповідають реаліям енергетичних балансів ОЕС України.

Запровадження динамічних цін на основі системи адаптивної погодинної тарифікації дає енергетичному сектору та суспільству три ключові переваги:

Економічна вигода для споживача електроенергії: Споживачі отримують реальний стимул керувати власним попитом. Перенесення роботи потужних приладів (бойлерів, пральних машин, зарядки електромобілів) на години профіциту

дозволяє зменшити добові витрати на електроенергію до 35-50% без скорочення її обсягу загального споживання.

Підвищення стійкості ОЕС України: Сукупна реакція навіть одного мільйона домогосподарств здата перенести до 4,5 ГВт-год навантаження з пікових годин на періоди сонячного профіциту. Це зменшує амплітуду добових піків та знижує потребу в залученні найдорожчих маневрових потужностей.

Низький бар'єр для запуску: Технологічна база – «розумні» лічильники – вже активна та масштабується. Модель не потребує негайних багатомільярдних капіталовкладень у нову генерацію, оскільки спирається на оптимізацію використання наявної інфраструктури.

Запуск локальних пілотних проєктів на рівні окремих громад із залученням міжнародного грантового фінансування дозволить відпрацюва-

ти алгоритми інформування, перевірити поведінкову реакцію споживачів та адаптувати регуляторні правила. Для України це найкоротший шлях до розбудови сучасного, цифрового та адаптивного ринку електроенергії. Не менше споживати – а споживати з вигодою тоді, коли енергосистемі це потрібно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

Фарід Сафаров, Дмитро Олефір, Юрій Привалов, Ігор Блінов, Євген Парус. Управління попитом – ключ до енергетичної безпеки України. Енергобізнес. 2023. С 32-37.;

Блінов І., Корут М., Олефір Д., Сафаров Ф., Житник М. Балансування в ОЕС України за допомогою споживачів електроенергії в ринкових умовах. ЕнергоБізнес, 2024 № 09-10 (1322-1323). С 52-58.;

Про ринок електричної енергії: Закон України від 13.04.2017 р. № 2019-VIII. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2019-19>;

Про затвердження Правил роздрібного ринку електричної енергії: Постанова НКРЕКП від 14 березня 2018 р. № 312;

Концепція впровадження «розумних мереж» в Україні до 2035 року. Розпорядження КМУ від 14.10.2022 р. № 908-р;

Sharma, A.K., Saxena, A. A demand side management control strategy using Whale optimization algorithm. SN Appl. Sci. 1, 870 (2019). <https://doi.org/10.1007/s42452-019-0899-0>;

R. Deng, Z. Yang, M. -Y. Chow and J. Chen, «A Survey on Demand Response in Smart Grids: Mathematical Models and Approaches,» in IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 11, no. 3, pp. 570-582, June 2015, doi: 10.1109/TII.2015.2414719. ■