



# Управління дефіцитом електроенергії в Україні: Від ротаційних відключень до обмеження навантаження

Тетяна Дерюгіна, Юрій Городніченко та Мар Регуант<sup>1</sup>

Травень 2026

## Резюме

### Ключові тези

1. Залежність України від ротаційних відключень електроенергії для управління її дефіцитом є вкрай неефективною: вона спричиняє непропорційні втрати добробуту, повністю знеструмлюючи споживачів замість того, щоб обмежувати споживання до необхідного рівня.
2. Обмеження навантаження — встановлення максимального рівня споживання домогосподарств через смарт-лічильники замість повного відключення подачі — може забезпечити рівнозначну економію енергії, зберігаючи доступ до критично важливих послуг (освітлення, холодильного обладнання, зв'язку тощо).
3. Навіть часткове впровадження нашої альтернативи на наявній інфраструктурі здатне суттєво знизити попит і скоротити тривалість відключень у всій системі.
4. Для промислових споживачів більш доцільним є ціноутворення на основі дефіцитності.

### Основні рекомендації

1. негайно запровадити належним чином відкалібровані обмеження навантаження там, де вже встановлено відповідні смарт-лічильники, з пріоритетом для щільно заселених міських районів.
2. За рахунок донорських і відновлювальних фондів прискорити розгортання мережі сучасних лічильників як критичної інфраструктури стійкості.
3. Запровадити багаторівневий режим, що гарантує універсальний базовий рівень електропостачання з підвищеними нормами для медично вразливих домогосподарств.
4. Перевести промислових споживачів на ціноутворення з урахуванням дефіцитності.
5. Офіційно включити обмеження навантаження до протоколів аварійного нормування, залишивши ротаційні відключення лише як крайній захід.

---

<sup>1</sup> Тетяна Дерюгіна — доцент кафедри фінансів Університету Іллінойсу. Юрій Городніченко — професор економіки Каліфорнійського університету в Берклі. Мар Регуант — дослідницький професор ICREA в IAE-CSIC та дослідницький професор BSE.

## Передумови

З кінця 2022 року систематичні російські атаки на об'єкти генерації та передачі електроенергії в Україні змусили операторів системи вдатися до жорстких режимів нормування для підтримки стабільності мережі. Основним інструментом стали ротаційні відключення, які нерідко залишають домогосподарства та малий бізнес без електроенергії на 12–16 годин на добу і більше, після чого надається період необмеженого споживання в разі її відновлення.

Попри операційну простоту, такий підхід є вкрай неефективним і знижує добробут. Домогосподарства стикаються з різкими перебоями: холодильники, засоби зв'язку, медичні прилади, системи опалення та дрібна підприємницька діяльність повністю зупиняються під час відключень, тоді як попит різко зростає одразу після відновлення подачі. Таке нормування за принципом «усе або нічого» посилює пікові навантаження, ускладнює управління мережею та концентрує труднощі на тих, кому не пощастило потрапити до графіків тривалих відключень. Крім того, відключення спонукають домогосподарства та підприємства шукати дорогі альтернативи для забезпечення стабільного доступу до електроенергії. Наприклад, до нещодавнього різкого зростання цін на нафту електроенергія від дизельного генератора коштувала приблизно в 4–5 разів дорожче за стандартний побутовий тариф і в 2–3 рази дорожче за комерційний тариф. Відключення також суттєво гальмують економічну активність: за даними Національного банку України, збільшення дефіциту електроенергії на 3 відсоткові пункти призводить до зниження темпів зростання ВВП на 0,4 відсоткового пункту (Жирій, 2026).

Проблема України полягає не лише в недостатньому обсязі пропозиції, а й у способі розподілу дефіциту. Коли електроенергія розглядається як повністю доступна або повністю недоступна, система може здаватися справедливою, проте вона також жертвує значними обсягами виробництва та добробуту, які можна було б зберегти, забезпечивши обмежений, але безперервний доступ до електроенергії.

## Ротаційні відключення versus обмеження навантаження

Ротаційні відключення є найекстремальнішою формою кількісного нормування: споживання скорочується до нуля для обраних користувачів, тоді як інші не зазнають жодних обмежень. Нещодавні дослідження дефіциту електроенергії свідчать про те, що такий підхід поступається механізмам обмеження споживання

*Ротаційні відключення є однією з найекстремальніших форм кількісного нормування: механізм «усе або нічого», який може залишати домогосподарства та цілі квартали у вразливому становищі.*

(load limit), а не його повного припинення (Reguant and Wagner, 2025).

Три недоліки ротаційних відключень є особливо актуальними для України:

1. **Надмірні втрати добробуту.** Гранична цінність перших одиниць електроенергії (освітлення, заряджання телефону, холодильник, інтернет-роутер) є надзвичайно високою. Скорочення споживання з низького рівня до нуля завдає непропорційно великих втрат порівняно зі скороченням високого споживання (наприклад, електричних водонагрівачів, фенів і посудомийних машин).
2. **Неефективне згладжування попиту.** Коли після тривалих відключень відновлюється подача електроенергії, домогосподарства одночасно відновлюють відкладені справи. Це спричиняє стрибки попиту, які навантажують і без того вразливу інфраструктуру та підвищують ризик вторинних збоїв.
3. **Несправедливий і непрозорий розподіл навантаження.** Випадкові або географічні графіки відключень не орієнтовані системно на споживачів із великим споживанням. У результаті домогосподарства з низьким споживанням втрачають весь доступ, хоча майже не навантажують мережу, тоді як споживачі з високим споживанням використовують непропорційно велику кількість електроенергії в «увімкнені» періоди. Домогосподарства з достатніми ресурсами для придбання батарей, акумуляторів і резервного зарядного обладнання також краще долають відключення та підтримують базові послуги, тоді як малозабезпечені домогосподарства несуть повний тягар тривалих перебоїв у електропостачанні.

Отже, ротаційні відключення знижують попит, але роблять це, мабуть, найдорожчим із можливих способів. На противагу цьому, обмеження навантаження (або ліміти потужності) використовує смарт-лічильники для обмеження *максимального миттєвого споживання* домогосподарства замість повного відключення. За такого підходу домогосподарства зберігають безперервний доступ до електроенергії в межах заздалегідь визначеного порогового значення — достатнього для задоволення базових потреб — тоді як енергоємні прилади обмежуються.

Дані смарт-лічильників свідчать про те, що такі обмеження можуть забезпечити економію енергії, рівнозначну відключенням, одночасно: (1) зберігаючи доступ до базових послуг, (2) фактично зачіпаючи менше домогосподарств та (3) концентруючи

*Обмеження навантаження є кращою альтернативою ротаційним відключенням, оскільки забезпечує безперервний доступ до базового споживання електроенергії та уникає відключень цілих кварталів.*

скорочення серед споживачів із високим рівнем споживання (Reguant and Wagner, 2025).

Споживання електроенергії має «важкий хвіст»: відносно невелика частка користувачів забезпечує непропорційно велику частку попиту в години пік. Навіть коли рівномірний ліміт потужності є обмежувальним для багатьох домогосподарств, необхідна економія досягається насамперед за рахунок обмежування найпотужніших споживачів та найбільш енергоємних приладів, а не відключення цілих кварталів.

Важливо, що навіть домогосподарства, на які поширюються обмеження, перебувають у кращому становищі, ніж при відключеннях, оскільки вони уникають повної втрати електроенергії. За стандартних припущень щодо несприйняття ризику обмеження навантаження може бути покращенням за Парето (ситуація «виграш-виграш») порівняно з ротаційними відключеннями.

## Впровадження обмеження навантаження в Україні

Далі ми описуємо зразок зимового двоступеневого режиму обмеження навантаження для України, який замінює тривалі ротаційні відключення безперервним мінімальним електропостачанням разом із почерговими «вікнами підвищення потужності» для підтримки роботи холодильників та інших базових пристроїв. Наприклад, щоб підтримувати загальне годинне споживання електроенергії домогосподарствами на рівні нижче 3,6 ГВт·год, середнє годинне споживання на одне домогосподарство не повинно перевищувати 0,25 кВт·год, що вимагає суттєвих обмежень. Для порівняння: типовий холодильник споживає від 0,1 до 0,4 кВт під час роботи компресора, звичайний інтернет-роутер — 0,01 кВт, а стандартна пральна машина — як правило, від 0,3 до 2,0 кВт·год за один цикл прання.

Зразок розподілу для впровадження обмеження навантаження в цьому випадку виглядає так:

- **Стандартні (Рівень 1) домогосподарства** отримують цілодобове обмеження потужності на рівні 0,25 кВт і щоденне 120-хвилинне «вікно підвищення» до 2 кВт.
- **Вразливі домогосподарства з підвищеними потребами (Рівень 2, обмежений приблизно 5% клієнтів)** отримують базовий рівень 0,6 кВт і 120-хвилинне «вікно підвищення» до 3 кВт.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Для порівняння: приблизно 14% американських домогосподарств користуються медичним обладнанням, що залежить від електроенергії.

*Навіть коли рівномірний ліміт потужності є обмежувальним для багатьох домогосподарств, необхідна економія досягається насамперед за рахунок обмежування найпотужніших споживачів та найбільш енергоємних приладів.*

- Споживачів буде розподілено на 12 ротаційних груп так, щоб в будь-який момент часу підвищена потужність надавалася лише одній групі, запобігаючи стрибкам навантаження після відновлення подачі і забезпечуючи регіональне параметрування (червоний/жовтий/зелений рівні) відповідно до місцевих обмежень мережі.

Можна розглянути додаткові рівні залежно від охоплення лічильниками та тяжкості відключень. Наприклад, домогосподарства з електричними плитами або електроопаленням можуть мати вищі добові квоти в разі дефіциту електроенергії (конфорка електричної плити споживає від 1 до 3 кВт). Якщо нічні «вікна підвищення» є надто незручними для домогосподарств, можна запровадити 90-хвилинні вікна, призначивши кожному домогосподарству два таких вікна — одне нічне і одне в інший час.

Україна не може негайно запровадити цей режим у масштабах всієї країни через два ключові обмеження:

- охоплення смарт-лічильниками становить лише ~20%,
- більшість встановлених смарт-лічильників не мають функції дистанційного обмеження навантаження.

Ці обмеження означають, що обмеження навантаження не може бути реалізоване повсюдно в короткостроковій перспективі. Однак це саме по собі не спростовує наш підхід. Натомість це вимагає поетапної та пріоритетної стратегії розгортання, яку ми зараз описуємо.

### **Фаза I (0–12 місяців): цільове обмеження навантаження там, де це технічно можливо**

Навіть часткове впровадження може принести відчутну користь:

- Пріоритет слід надати критичним міській інфраструктурі, багатоквартирним будинкам і змішаним комерційно-житловим районам, де вже встановлені сучасні лічильники.
- Ліміти навантаження можна застосовувати лише в години пікового навантаження, а не постійно, що знижує складність реалізації.
- Для медично вразливих домогосподарств слід передбачити винятки або підвищені ліміти, спираючись на наявні реєстри соціального захисту для швидкого визначення відповідних споживачів.

*Навіть часткове впровадження запропонованої схеми обмеження навантаження може принести відчутну користь.*

- Розгортання слід супроводжувати чіткою публічною комунікацією із роз'ясненням того, якими приладами можна користуватися в межах кожного ліміту, і наголошенням на тому, що ліміти призначені для забезпечення доступу до електроенергії більшій кількості людей і на довший час.
- У цих районах відключення тривалістю 12–16 годин зміняться на майже безперервне постачання зі зниженою потужністю, що негайно покращить добробут і стабільність мережі.

Важливо, що часткове обмеження навантаження знижує сукупний попит і тим самим скорочує тривалість відключень в інших місцях, що вигідно навіть для споживачів без смарт-лічильників. Пріоритизація розгортання смарт-лічильників із функцією обмеження навантаження забезпечить перетворення цього інструменту на потужний засіб управління в середньостроковій перспективі.

### **Фаза II (1–3 роки): прискорене розгортання смарт-лічильників із функцією обмеження навантаження**

Надзвичайні умови виправдовують ставлення до сучасної інфраструктури обліку як до критичної інфраструктури стійкості, а не до довгострокового підвищення ефективності. Пріоритетами мають бути:

- Обов'язкова функція дистанційного обмеження навантаження в усіх нових установках лічильників.
- Розгортання з фокусом на регіонах і споживачах із високим навантаженням, де граничний контроль дає найбільшу системну вигоду.
- Використання донорського фінансування та коштів на відбудову, оскільки вираш у добробуті в умовах дефіциту значно перевищує витрати на встановлення.

Міжнародний досвід показує, що комунальні підприємства можуть розгорнути мільйони таких лічильників за кілька років при наявності політичної волі, як це було в Іспанії, Франції та Південній Африці. Такі смарт-лічильники дуже поширені в таких країнах, як Іспанія та Франція, і також можуть сприяти розподілу витрат і ціноутворенню в безкризові періоди. Наявні лічильники можна використовувати для тестування аварійних протоколів.

### **Фаза III (1–3 роки): повна інтеграція до протоколів аварійного нормування**

Після досягнення достатнього охоплення Україна може офіційно замінити більшість ротаційних відключень рівномірними або диференційованими лімітами потужності як основним

*Пріоритизація розгортання смарт-лічильників із функцією обмеження навантаження забезпечить перетворення обмеження навантаження на потужний інструмент у середньостроковій перспективі.*

інструментом управління системним навантаженням. Протоколи виключень і комунікаційні практики, відпрацьовані на Фазі I, слід поширити на всю систему, оновивши реєстри вразливих домогосподарств і рекомендації для споживачів з урахуванням ширшого охоплення смарт-лічильниками та будь-яких додаткових рівнів (наприклад, для домогосподарств із електричними плитами або електроопаленням). Ротаційні відключення залишатимуться лише як останній резервний варіант, а не основний інструмент нормування.

## Політична та соціальна прийнятність

Обмеження навантаження, імовірно, буде більш прийнятним для суспільства, ніж відключення, з трьох причин:

1. Воно гарантує певний обсяг електроенергії для всіх, зменшуючи страх і невизначеність.
2. Воно сприймається як більш справедливе, оскільки споживачі з великим споживанням несуть більшу частину навантаження.
3. Воно уникає соціальних ефектів темряви (злочинності, ізоляції та економічного паралічу), що супроводжують тривалі відключення.

Чітка комунікація є вкрай необхідною: домогосподарства мають розуміти, що ліміти призначені для забезпечення доступу до електроенергії більшій кількості людей і на довший час, а не для покарання за споживання.

## Промислові споживачі

Промислові споживачі електроенергії становлять принципово іншу проблему нормування, ніж домогосподарства. У багатьох промислових процесах попит на електроенергію не піддається плавному регулюванню: для безпечного або економічно ефективного функціонування виробництво нерідко потребує мінімального рівня безперервного електропостачання. Нижче цього порогового значення обсяг виробництва може повністю впасти, обладнання може бути пошкоджене або витрати на повторний запуск можуть стати непомірно високими. Як наслідок, встановлення фіксованих кількісних лімітів або лімітів потужності для промислових споживачів ризикує завдати непропорційної економічної шкоди, забезпечивши при цьому невизначену загальносистемну економію.

*Домогосподарства мають розуміти, що ліміти призначені для забезпечення доступу до електроенергії більшій кількості людей і на довший час, а не для покарання за споживання.*

Ключова практична складність полягає в тому, що ці мінімальні операційні навантаження суттєво різняться між підприємствами та технологіями, і їх важко спостерігати або перевіряти адміністративно. Визначення «справедливого» або «ефективного» мінімуму для кожного промислового споживача вимагало б інженерних оцінок, специфічних для кожного підприємства, постійного оновлення та розгалуженого моніторингу — підхід, який навряд чи є здійсненним, особливо в умовах надзвичайної ситуації. Жорсткі ліміти ризикують бути встановленими або занадто високо (забезпечуючи незначне зниження попиту), або занадто низько (фактично примушуючи до зупинки).

З цих причин прямі ліміти потужності для промислових споживачів, ймовірно, матимуть нижчу ефективність порівняно з ціновими механізмами. Більш дієвим підходом є переведення промислових споживачів на ціноутворення в режимі реального часу або з урахуванням дефіцитності, за якого вартість електроенергії різко зростає в умовах системного напруження. Підприємства також можуть брати участь у контрактах із можливістю переривання постачання, що забезпечує різке скорочення споживання за потреби. Такі контракти передбачають компенсацію великим промисловим споживачам за припинення діяльності у надзвичайних ситуаціях — наприклад, коли промисловий попит залишається занадто високим навіть за найвищих цін у періоди дефіциту — і можуть закуповуватися на прозорих аукціонах для зниження витрат.

Ці механізми зберігають стимули до економії там, де це можливо (наприклад, перенесення виробництва, скорочення несуттєвих навантажень), одночасно дозволяючи підприємствам, які високо цінують електроенергію, продовжувати роботу, якщо вони готові платити справжню ціну дефіциту. Іншими словами, такий ринковий підхід спрямовує дефіцитну електроенергію до видів діяльності, що генерують найвищу цінність в економіці.

Суттєво, що цінові механізми також створюють стимули для самозабезпечення та інвестицій у стійкість. Підприємства, що стикаються з високими та волатильними цінами, мають сильні стимули інвестувати в економічно ефективну власну генерацію, когенерацію, зберігання або контрактне резервне постачання там, де це технічно можливо. З часом це знижує навантаження на публічну мережу саме в пікові кризові періоди. Високі ціни також стимулюють збільшення кількості гравців у секторі генерації електроенергії, що ще більше підвищує стійкість сектору та всієї економіки загалом.

Смарт-лічильники, здатні до вимірювання та тарифікації у режимі реального часу для промислових споживачів, є

*Найефективнішим підходом до управління попитом на електроенергію з боку промислових споживачів є переведення таких споживачів на цінові програми реагування на дефіцит.*

передумовою ефективного ціноутворення на основі дефіцитності і мають бути розгорнуті раніше або принаймні паралельно з розгортанням побутових смарт-лічильників. Зважаючи на масштаби промислових навантажень, навіть обмежене охоплення може забезпечити значну системну вигоду.

## **Висновок**

Нинішній режим нормування в Україні жертвує значним обсягом добробуту, покладаючись на тривалі повні відключення з подальшими періодами необмеженого споживання. Обмеження навантаження пропонує технологічно здійсненну та економічно переважаючу альтернативу, здатну суттєво покращити ситуацію навіть в умовах серйозного пошкодження інфраструктури. Хоча ми пропонуємо різні моделі для домогосподарств і промислових споживачів, ми передбачаємо, що з часом можна буде впровадити їх поєднання залежно від потреб. Наприклад, частина домогосподарств може перейти на тарифні плани з ціноутворенням у режимі реального часу, тоді як інші можуть обрати плани з обмеженням навантаження.

Хоча обмежене охоплення смарт-лічильниками звужує негайне повсюдне впровадження, цільове розгортання у поєднанні з прискореними інвестиціями в інфраструктуру обмеження навантаження може докорінно змінити підхід до управління дефіцитом. В умовах, коли кожен кіловат-год і кожна година електроенергії мають значення, перехід від питання «хто має електроенергію» до питання «скільки електроенергії є у кожного» є однією з реформ із найвищою віддачею з доступних.

## Список літератури

Reguant, Mar and Mayra Wagner. 2025. "Smart Power Limits: Designing Shortage Mechanisms for Extreme Events." NBER Working Paper 34196.

Жирій, Катерина. 2026. «Нацбанк погіршив прогноз зростання економіки в 2026 році через обстріли енергетики». УНІАН, 29 січня 2026 р.

<https://www.unian.ua/economics/finance/vidklyuchennya-svitla-v-ukrajini-nbu-zminiv-prognoz-zrostannya-ekonomiki-v-2026-roci-13270497.html>. Дата звернення: 26 квітня 2026 р.

## Додаток: зразок розрахунків для обмеження навантаження

Примітка: перетворення *лімітів* потужності на середньогодинні показники споживання вимагає детальних даних про споживання енергії, оскільки домогосподарства, ймовірно, споживатимуть значно менше за ліміт протягом багатьох годин. Для калібрування цього ілюстративного прикладу ми використовуємо іспанські дані за зимові місяці (див. Reguant and Wagner, 2025). Дані смарт-лічильників з України дозволили б провести більш точні калібрування.

### Базові припущення:

- Загальний обсяг електроенергії, доступної для побутового споживання: 3,6 ГВт·год
- 14,3 мільйона домогосподарств в Україні
- 95% (13,585 млн) належать до Рівня 1 (стандартні)
- 5% (0,715 млн домогосподарств) належать до Рівня 2 (захищені)
- Цільове середньогодинне споживання становить **0,25 кВт·год** (3,6 ГВт·год / 14,3 млн)

### Пропоновані ліміти:

- Рівень 1: базовий ліміт **0,25 кВт** і ліміт підвищення потужності **2 кВт**
  - За іспанськими даними, очікуване середнє споживання становить близько 0,15 кВт·год в межах базового ліміту та 1,2 кВт·год в межах ліміту підвищення
- Рівень 2: базовий ліміт **0,60 кВт** і ліміт підвищення потужності **3 кВт**
  - За іспанськими даними, очікуване середнє споживання становить близько 0,4 кВт·год в межах базового ліміту та 1,8 кВт·год в межах ліміту підвищення
- Кількість ротаційних груп:  $G = 12$  (у будь-який момент часу підвищення надається лише 1 групі, протягом 120 хвилин).
- Рівень 2 також розбивається на ті самі  $G$  груп і отримує підвищення синхронно.

### Розрахунки, що підтримують базові ліміти та ліміти підвищення:

- Додаткове споживання на домогосподарство Рівня 1 під час підвищення:  $1,05 \text{ кВт·год} = 1,2 - 0,15$   
Додаткове споживання на домогосподарство Рівня 2 під час підвищення:  $1,40 \text{ кВт·год} = 1,8 - 0,40$
- **Базове побутове навантаження** (постійне)
  - База Рівня 1:  $13,585 \text{ млн} \times 0,15 \text{ кВт·год} = 2,038 \text{ ГВт·год}$

- 
- База Рівня 2:  $0,715 \text{ млн} \times 0,40 \text{ кВт}\cdot\text{год} = 0,286 \text{ ГВт}\cdot\text{год}$
  - **Загальна база = 2,324 ГВт·год**
  - **Додаткове навантаження від підвищення** (у будь-який момент часу підвищується лише 1/G домогосподарств)
    - Домогосподарства Рівня 1 у стані підвищення у будь-який момент:  $13,585 \text{ млн} / 12 = 1,132 \text{ млн}$ . **Додаткове споживання електроенергії** =  $1,132 \text{ млн} \times 1,05 \text{ кВт}\cdot\text{год} = 1,189 \text{ ГВт}\cdot\text{год}$
    - Домогосподарства Рівня 2 у стані підвищення у будь-який момент:  $0,715 \text{ млн} / 12 = 0,0596 \text{ млн}$ . **Додаткове споживання електроенергії** =  $0,0596 \text{ млн} \times 1,40 \text{ кВт}\cdot\text{год} = 0,083 \text{ ГВт}\cdot\text{год}$
    - **Загальне додаткове навантаження від підвищення = 1,272 ГВт·год**
  - **Пікове побутове навантаження = 3,596 ГВт·год**

## Про Economists for Ukraine

Economists for Ukraine — це об'єднання економістів і представників міжнародної академічної спільноти, що підтримує Україну у відповідь на російське вторгнення. Організація зосереджується на просуванні політики, що зміцнює стійкість України, сприяє припиненню бойових дій і підтримує довгострокову відбудову та економічну стабільність. Вона функціонує як аналітичний підрозділ AI for Good Foundation — глобальної некомерційної організації, орієнтованої на використання технологій для вирішення важливих суспільних проблем.

Об'єднання має експертизу в галузі макроекономіки, фінансів, поведінкової економіки, економіки навколишнього середовища, державного управління та теорії ігор для підготовки аналізу, актуального для вироблення політики. Його діяльність охоплює дослідницькі публікації, аналітичні записки та співпрацю з такими ініціативами, як Міжнародна робоча група з російських санкцій, з метою забезпечення ефективних економічних і фінансових заходів, спрямованих проти російської економіки.

Окрім аналітичної роботи, Economists for Ukraine робить внесок у практичні зусилля з відновлення. У координації з AI for Good Foundation, українськими державними установами та місцевими партнерами організація підтримує ініціативи, що стосуються нагальних гуманітарних потреб і довгострокових пріоритетів відбудови.