

# СОЛІДАРНЕ САМОБМЕЖЕННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИ- ВАННЯ – ЕФЕКТИВНИЙ МЕХАНІЗМ БАЛАНСУВАННЯ

## АВТОРИ:

**Дмитро Олефір,**

член Наглядової ради ПрАТ «ЗТР»;

**Юрій Привалов,**

директор з перспективного розвитку ТОВ «НВП «ЕНЕРГО-ПЛЮС»;

**Фарід Сафаров,**

заступник Міністра енергетики України (2021-2024), Голова Наглядової ради ПАТ «Укртатнафта»;

**Ігор Бінов,**

заступник директора з наукової роботи Інституту електродинаміки.

**У**кrajнська енергосистема – унікальний феномен ХХ сторіччя. Вона пережила ізоляований режим роботи в умовах гостродефіцитного балансу потужності та енергії наприкінці 90-х років минулого сторіччя, коли вимушено була відокремлена від синхронної роботи з енергосистемами сусідніх країн. ОЕС України забезпечує енергетичну безпеку країни і в умовах військових дій на території нашої держави.

Достатньо успішне проходження осінньо-зимового періоду (ОЗП) 2023/2024 внаслідок порівняно теплої зими, а також відсутності серйозних

пошкоджень на енергетичних об'єктах через зменшення ракетних обстрілів по енергетичних об'єктах, децю заспокоїло як промислових, так і побутових споживачів, які, фактично, забули про аварійні відключення, які мали місце наприкінці 2022 та на початку 2023 рр. Дефіцити потужності, які періодично виникали, вдавалось покривати за рахунок скорочення ремонтів генеруючого обладнання на теплових та атомних електростанціях, використання резервів на гідроелектростанціях, а також закупівлі додаткових обсягів електроенергії на європейських ринках.

Ситуація кардинально погіршилася весною 2024 року, коли через ракетні обстріли були зруйновані практично всі енергоблоки потужних теплових електростанцій, а також пошкоджена значна частина агрегатів ГЕС ПрАТ «Укргідроенерго». За різними оцінками експертів, українська енергосистема втратила від 5 до 9 тис. МВт маневрених потужностей. Крім того, ряд енергоблоків ТЕС, працюючи при мінімальному навантаженні, забезпечували нічне споживання електричної енергії, яке за останні роки суттєво зросло через економічні важелі

– нічний тариф на електроенергію для побутових споживачів знизився у двічі в порівнянні із денним, що стимулювало цих споживачів до перенесення споживання на нічні години. Тому втрата енергоблоків ТЕС спричинила дефіцит потужності не тільки в пікові години добового графіку навантажень, а й у нічні години.

Пошкодження також торкнулися і енергооб'єктів магістральних електромереж НЕК «Укренерго», що, в свою чергу, спричинило мережеві обмеження перетоків потужності та необхідність додаткових заходів із обмеження споживання електроенергії.



нергії у гостродефіцитних енергорайонах країни. Враховуючи значні обсяги пошкоджень та довготривалий термін на відновлення зруйнованого енергетичного обладнання підстанцій та електростанцій, виникла нагальна потреба у будівництві нової маневреної генерації для підтримання балансу потужності в енергосистемі країни. Слід звернути увагу, що ОЕС України і у мирні часи потребувала значного обсягу маневрених потужностей (принаймні – до 2 тис. МВт), особливо після неконтрольованого збільшення частки електростанцій, що працюють на відновлюваних джерелах енергії (ВДЕ), в першу чергу сонячних та вітрових електростанцій. Сьогодні мова йде про необхідність побудови до початку ОЗП 2024/2025 принаймні 1000 МВт розподіленої маневреної генерації, але водночас із цим основний тягар у балансуванні енергосистеми країни, а також в усуненні мережевих обмежень покладається на споживачів електричної енергії України.

В [1] зазначалося, що із початком повномасштабних бойових дій на території України значна частина промислових споживачів електричної енергії була зруйнована. В добовому графіку споживання в ОЕС України знову з'явилися явно виражені ранковий та вечірній піки навантаження. Така ситуація виникла внаслідок того, що частка споживання електроенергії побутовими споживачами та електротранспорту в загальному балансі країни зросла, в той час як частка промислового споживання суттєво знизилася. На фоні суттєвого зниження обсягів споживання електричної енергії спостерігається збільшення коефіцієнту нерівномірності добового графіку споживання в енергосистемі країни.

За відсутності достатніх обсягів резервів маневреної генерації, регулювати (обмежувати) споживання електроенергії можливо двома способами: економічним – через запровадження ринкового ціноутворення для кожної години доби для побутових споживачів (за виключенням соціально незахищених верств населення, які мають отримувати державну адресну підтримку, але так само сприяти зменшенню споживання у пікові години добового графіку споживання). Механізм запровадження регулювання споживання електроенергії за рахунок економічних важелів детально описано в [1];

технічним – шляхом добровільного або примусового обмеження обсягів споживання електроенергії у години, в яких спостерігається дефіцит потужності в ОЕС України або виникають мережеві обмеження у системах передачі або розподілу. Механізм регулювання споживання електроенергії шляхом добровільного обмеження описано у [2].

Враховуючи той факт, що запровадження економічного механізму регулювання споживання електроенергії в Україні вимагає довготривалої

процедури із встановлення «розумних» лічильників та розеток, внесення змін до нормативно-законодавчої бази, а також потребує пошуку донорської допомоги з боку іноземних партнерів для реалізації такого проекту, в умовах стислих термінів підготовки до ОЗП 2024/2025 найбільш ефективним та простим у реалізації виглядає технічний механізм добровільного обмеження споживання електроенергії побутовими споживачами в ОЕС України (промислові споживачі, як правило, дотримуються вимог операторів систем розподілу (ОСР) щодо зменшення споживання електроенергії електроустановками у відповідні години). Розглянемо суть добровільного обмеження споживання та його переваги по відношенню до примусового обмеження, в тому числі і за рахунок застосування «справедливих» графіків обмежень, встановлених ОСР, на прикладі звичайного споживання електроенергії побутовими споживачами та споживання у випадку застосування графіків примусового обмеження (графіків аварійного відключення – ГАВ).

Спрощено візьмемо два будинки (або дві групи будинків), які в нормальному режимі споживають по 1 МВт кожний (миттєве значення, тобто за годину у нормальному режимі кожним будинком споживається по 1 МВт-год електроенергії). Під нормальним режимом мається на увазі середньостатистичне одночасне стохастичне споживання електроенергії всіма мешканцями кожного з будинків (групи будинків). Припустимо, що у мінімальному режимі загальне споживання кожного з будинків може складати, наприклад, 200 кВт (мінімальний режим – це режим, у якому мешканці будинків використовують лише холодильники, роутери, ноутбуки, певну кількість енергоощадливих ламп). Також припустимо, що у максимальному режимі кожний з будинків (груп будинків) споживає по 2 МВт (тобто одночасно споживачі включають енергоємні електроприлади – бойлери, посудомийні та пральні машини, електроплити, електрообігрівачі та духові шафи). Вважатимемо, що обидва будинки (групи будинків) підключені до різних черг графіків аварійних відключень (примусового обмеження споживання електроенергії по команді диспетчера ОСР чи ОСР). Порядок складання та застосування графіків обмеження та аварійного відключення споживачів зазначений у [3].

Для ілюстрації наведеного вище прикладу дані зведено у табл. 1.

З наведеної табл. 1 видно, що у нормальному режимі роботи загальне споживання двох будинків (груп будинків) складає 2 МВт. Якщо мешканці будинків, відповідно до отриманого від ОСР сповіщення, одночасно відключать енергоємні прилади, загальне споживання обох будинків (груп будинків) для цього прикладу знизиться в

Споживання у різних режимах роботи, МВт				Таблиця 1
	Мінімальний	Нормальний	Максимальний	Аварійний (Застосування ГАВ)
Будинок 1	0,2	1	2	0
Будинок 2	0,2	1	2	2
Загальне споживання	0,4	2	4	2

5 разів. В той же час, коли застосовуються графіки примусового обмеження споживання (в тому числі і «справедливі»), виникає ситуація, за якої мешканці першого будинку не мають можливості споживати з електромережі жодної кВт-год, в той час як мешканці другого будинку (групи будинків) намагаються якнайшвидше задовольнити свої потреби у електричній енергії та максимізують її споживання. Загальне споживання обох будинків (груп будинків) за такої ситуації залишається на тому ж самому рівні, що й в нормальному режимі функціонування обох будинків, і диспетчер ОСР та/чи диспетчери ОСР вимушені додатково примусово відключати споживачів або будинку (групи будинків) 2 або навіть інших будинків (груп будинків).

Наведений вище приклад свідчить про недосконалість так званих «справедливих» графіків примусового обмеження споживання. В умовах військових дій, коли вся інформація, що стосується роботи енергосистеми країни, зокрема балансу потужностей та застосування графіків примусового обмеження споживання, є закритою, досить складно оцінити, чи запроваджені заходи з боку ОСР є справедливими та стовідсотково обґрунтованими і ефективними. Разом із тим, це питання знаходиться у компетенції Державної інспекції енергетичного нагляду України, яка зможе здійснити всебічну та однозначну оцінку ефективності застосування графіків примусового обмеження споживання електричної енергії. Звичайно, якщо у енергосистемі країни виникла аварійна ситуація – втрачено значну генеруючу потужність чи відключилися певні елементи електричної мережі – запровадження аварійних графіків обмеження споживання є вкрай необхідним для підтримання надійної роботи ОЕС України. Автори статті жодним чином не закликають не застосовувати графіки обмеження споживання в аварійних ситуаціях, проте, у режимі планових відключень споживачів в умовах дефіцитного балансу потужностей в енергосистемі країни, можливе застосування більш заощадливого механізму – добровільного обмеження споживання.

Розглянемо більш детально, у чому полягає зазначений механізм.

Диспетчер ОСР при веденні режиму роботи ОЕС України контролює ряд параметрів, зокрема, баланс потужностей між генерацією та споживанням, сальдо перетоків через міждержавні

та міжсистемні перетини, значення частоти в енергосистемі, значення напруги в контрольних точках та інші параметри. У випадку наближення одного чи декількох параметрів до гранично допустимих, диспетчер ОСР застосовує ряд коригувальних дій відповідно до Кодексу системи передачі [4], в тому числі і графіків примусового обмеження споживання (аварійного відключення споживачів) через диспетчерів ОСР.

Слід звернути увагу, що відповідно до [3], графіки аварійних відключень мають ряд черг, під які заведені певні фідери та лінії електропередачі, та обсяги споживання у МВт. Диспетчерські підрозділи ОСР мають відповідні інструктивні документи (таблиці) із чергами та обсягами споживання, заведеними під ці черги. В той же час, інші підрозділи ОСР мають дані про кожного споживача – їхні EIC-коди (коди ідентифікації точок комерційного обліку споживачів електроенергії), контактні телефони та адреси будинків, в яких мешкають ці споживачі, а також лінії електропередачі, фідери та ТП, які живлять будинки споживачів електроенергії. Фактично, у ОСР є повна інформація про кожного споживача електроенергії (в тому числі і побутового), а також до якої черги примусового обмеження споживання він заведений. Але ця інформація дещо не структурована та відсутня у диспетчерських підрозділах ОСР та їх автоматизованих системах диспетчерського управління (АСДУ).

Для запровадження механізму добровільного обмеження споживання в енергосистемі країни пропонується внести зміни до програмно-апаратних засобів автоматизованих систем диспетчерського управління ОСР з метою автоматизованого обліку усіх споживачів, заведених під графіки примусового обмеження споживання. В подальшому це стане елементом розвитку «розумних мереж», зокрема керування попитом споживачів.

У випадку наближення вищезазначених параметрів до гранично допустимих, диспетчер ОСР може або засобами системи SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), або по телефону поінформувати диспетчерів ОСР про необхідність застосування добровільного обмеження споживання електроенергії або по всій країні, або у певних енергорайонах, в залежності від ситуації. Диспетчери ОСР через засоби автоматизованих систем диспетчерського управління вибирають лише ті черги примусового обмеження споживання



**Рис. 1. Схема реалізації механізму добровільного обмеження споживання електроенергії.**



вання, які потрібні для попередження порушення контрольованих параметрів в енергосистемі. Нагадаємо, що ці черги вже будуть містити повну інформацію про споживачів, заведених до них. Далі автоматизовані системи диспетчерського управління надсилають інформацію до інформаційних систем, наприклад «Дії», яка також має інформацію про місце реєстрації конкретних споживачів електроенергії, і у випадку співпадіння отриманої інформації від АСДУ з даними конкретного споживача – лише його інформує про необхідність добровільного обмеження споживання електроенергії (відключення енергоємних електроприладів). Система «Дія» також може поінформувати споживачів, що у випадку нездійснення добровільного обмеження споживання протягом 10-15 хвилин будуть застосовані графіки аварійних відключень, відповідно до яких вже будуть повністю знеструмлені всі споживачі, заведені під певні черги, без перебору. При цьому споживачі втрачуть електроживлення або будуть вимушені перейти на автономне живлення. Тобто наведений вище підхід є аналогічним до систем сповіщення (інформування) громадян певних областей чи міст про ракетну небезпеку та необхідність потрапити до бомбосховищ.

Слід зазначити, що сьогодні інформація щодо планових графіків відключень споживачів часто публікується на відповідних сайтах ОСР, а також в окремих містах України інформація направляється безпосередньо зареєстрованим споживачам через спеціальні інформаційні додатки. Крім того, НЕК «Укренерго» запровадила систему перегляду графіків відключень та інформування споживачів. Разом із тим, зазначена інформація використовується з метою попередження споживачів про відключення, але не спонукає їх до активних дій щодо зменшення рівня свого споживання для входження певного енергорегіону в дозволений ліміт.

Схематично механізм добровільного обмеження електроспоживання зазначений на рис.1. Спільна солідарна участь усіх споживачів електроенергії щодо входження у доведені по областях країни ліміти, особливо у пікові години добового графіку споживання, може значно покращити ситуацію із застосуванням графіків аварійних відключень споживачів, а також зменшити кількість та тривалість таких відключень.

В якості системи інформування споживачів електроенергії про необхідність добровільного обмеження електроспоживання пропонується застосування саме системи «Дія», оскільки вона є більш захищеною у порівнянні із звичайними месенджерами та чат-ботами, які зазвичай використовують постачальники універсальних послуг чи ОСР. Крім того, «Дія» має інформацію про місце реєстрації споживачів електроенергії та номери мобільних телефонів, і може ефективно інформувати саме тих споживачів, яким необхідно добровільно обмежити електроспоживання енергоємними приладами.

У випадку покращення ситуації із балансом потужностей в енергосистемі або усунення мережевих обмежень, диспетчер ОСП чи ОСР повідомляє споживачів про можливість припинення добровільного обмеження споживання електроенергії. І так само, як після завершення сигналу про ракетну небезпеку громадяни країни мають можливість вільного пересування, так само і споживачі електроенергії мають можливість відновити роботу енергоємних електроприладів після отримання відповідної інформації від диспетчерів ОСР та/чи ОСП.

Для реалізації вищевказаного механізму потрібні спільні зусилля фахівців ОСР, ОСП, Міністерства енергетики, Міністерства цифрової трансформації, НКРЕКП, розробників програмно-апаратних комплексів, інших зацікавлених організацій та компаній. За умови скоординованих та ефектив-

них дій існує можливість успішно підготуватися до проходження ОЗП 2024/2025 та зменшити негативний вплив від примусових аварійних відключень на громадян країни.

Запропоновані технічні заходи з балансування енергосистеми країни можуть бути більш ефективними, якщо вони будуть застосовуватися спільно із заходами економічного характеру, спрямованими на погодинне визначення цін на електроенергію для побутових споживачів. Висока вартість електроенергії у години дефіциту потужності в енергосистемі країни та низькі ціни у профіцитні години стимулюватимуть споживачів до вирівнювання добового графіку споживання електроенергії.

Потребує доопрацювання і постанова Кабінету міністрів України від 5 червня 2019 р. № 483 (зі змінами), оскільки ані однозонний, ані двозонний комерційний облік електроенергії не стимулюють побутових споживачів електроенергії до зниження споживання електроенергії у гостродефіцитні години. Так само і споживачі з електроопаленням не мають стимулів для роботи електрообігрівальних приладів у профіцитні години та їх відключення у дефіцитні години добового графіку споживання. В свою чергу, це може стати причиною частих аварійних відключень споживачів для підтримання балансу потужностей в енергосистемі України.

Висновок. Через значні обсяги пошкоджень та довготривалий період для відновлення зруйнованого енергетичного обладнання підстанцій та електростанцій будівництво нової маневреної розподіленої генерації стає ще більш актуальним для підтримання балансу потужності в енергосистемі країни. Відсутність достатніх обсягів резервів маневреної генерації негативним чином впливає на безперервність постачання

електроенергії споживачам, спричиняючи необхідність їх залучення до балансування в ОЕС України, а також усунення мережевих обмежень. Примусове обмеження споживання електроенергії впливає на збільшення споживання тих споживачів, які залишилися підключеними до електромереж, внаслідок чого збільшується обсяг загального відключення споживачів у енергосистемі, і мають застосовуватися у аварійних ситуаціях. Солідарна участь споживачів у добровільному обмеженні електроспоживання є більш ефективним механізмом для балансування енергосистеми країни у передаварійних режимах. Запропоновані технічні заходи з балансування енергосистеми країни за рахунок добровільного обмеження споживання можуть бути більш ефективними, якщо вони будуть застосовуватися спільно із заходами економічного стимулювання. ■

#### Список літератури:

Журнал ЕнергоБізнес, №09-10 (1322-1323) ОТ 12.03.2024, (посилання на електронний ресурс: <https://e-b.com.ua/balansuvannya-v-oes-ukrayini-za-dopomogoyu-spozivaciv-elektroenergiyi-v-rinkovix-umovax-6228>);

Посилання на електронний ресурс: <https://e-b.com.ua/upravlinnya-popitom-klyuc-do-energeticnoyi-bezpeki-ukrayini-5909>;

ІНСТРУКЦІЯ про складання і застосування графіків обмеження та аварійного відключення споживачів, а також протиаварійних систем зниження електроспоживання (посилання на електронний ресурс: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0151-07#Text>);

КОДЕКС СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ (посилання на електронний ресурс: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0309874-18#Text>).