

БАЛАНСУВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ОЧИМА СПОЖИВАЧА

В загальному випадку, коли проєктується енергозабезпечення промислового підприємства, одним з імперативів є те, що за парканом споживача розташоване джерело електричної енергії необмеженої потужності, проблема лише у вартості електроенергії. Але велика кількість підприємств в Україні не бачить в головних чинниках своїх витрат електроенергією. Головними складовими є закупівля сировини і витрати на логістику. На підприємствах несировинного типу частка витрат на електроенергію вище, але в них не такі масштаби. А зовсім великі промислові підприємства в радянські часи проєктувалися із власною генерацією. Звичайно це була когенерація, що забезпечувала пар/тепло і відповідну кількість електроенергії, приблизно 20% від балансу. Ця радянська схема у разі аварій в енергосистемі або війни, забезпечувала стійкість і живучість основного процесу, така собі "критична інфраструктура" всередині підприємства.

З роками змінився характер основних процесів, у зв'язку із нерівномірним графіком основного виробництва підтримувати власну ТЕЦ стало проблематично, навіть у металургів, які повинні спалювати домений та коксовий газів власного виробництва, стан ТЕЦ далекий від сучасних вимог. Висока аварійність і обсяги ремонтів 50-річного обладнання, високі питомі витрати дорогого природного газу. Це всередині паркану.

Що ми маємо на сьогодні ззовні за парканом? Джерело електроенергії не є необмеженим по потужності і має зовсім не привабливі перспективи ціни в енергосистемі. Звичайно, комерційна служба підприємства купує якнайдешевше, але дешевше ніж на ринку - не купиш.

А що в перспективі буде на ринку? Зазвичай це питання в колі енергетиків розглядається лише з точки зору виробника та транспортних мереж.

В цьому споживачі частково винні самі, адже раніше вони не особо переймалися енергетичною стратегією України та архітектурою ринку електричної енергії.

Зростання оптових цін на електричну енергію має економічні, суб'єктивні та спекулятивні чинники. Аналіз поточного зростання, як власне ціни від генерації і особливо витрат на балансування і транспортування електричної енергії, вже призводить і очікувано призведе далі до того, що ціна електричної енергії у промислового споживача буде помітно більшою, ніж є сьогодні.

Більш того, для експортоорієнтованого споживача важливо, щоб електроенергія, що він споживає, була "зеленою" з мінімальним вуглецевим слідом. Але умови утримання енергосистеми від розвалу і аварійних відключень вже такі, що ніхто не буде вибирати джерело генерації по природоохоронним умовам. Наявність і швидкість підняття потужності - це будуть єдині критерії.

Тому продавці електростанцій підказують ще одну пігулку - будемо власні акумулятори. Навіть не будемо, а монтуємо, це стандартні контейнери. Виробники сонячних і вітрових електростанцій, відчуючи попит, активно працюють з великими підприємствами, пропонуючи СЕС і ВЕС "під ключ" з інтелектуальними системами накопичення і керування. Це цілком реальні пропозиції, є великий перелік успішно збудованих і працюючих об'єктів. Об'єкт Battery storage створюється ще швидше, ніж сонячна електростанція і абсолютно безшовно інтегрується до збудованих СЕС і ВЕС.

Але. Але на жаль це трошки не синя пігулка, яка дозволить вирішити проблему енергозабезпечення великого виробництва електроенергією по прийнятним цінам вже середньостроковій перспективі, скажемо чесно- навіть відразу після будівництва.

Чому? Тому, що диявол ховається в деталях. Скільки реально може такий гібрид СЕС+ВЕС+BEES гарантувати енергозабезпечення конкретного промислового споживача? І який буде прогноз цін на енергозабезпечення із енергосистеми в години негарантованого власного виробництва? І яка буде ціна гарантованого і негарантованого енергозабезпечення?

Для прикладу візьмемо умовний проєкт невеликого промислового споживача з власною генерацією і подивимось на цифри.

СЕС, МВт		5
ВЕС, МВт		15
Накопичувач, МВт		8
Споживач, МВт		5
Графік споживання	для режиму основних цехів у дві зміни, - з 7 до 24 години - 100%, - з 24 до 7 години - 50% потужності приєднання.	

Чи забезпечить така генерація власне споживання, та яка буде собівартість такої енергетичної незалежності?

У якості цілі приймається задача мінімального обміну з енергосистемою і забезпечення потреб споживання при відсутності погодних умов. Для визначення достатності потужності, розглядаємо три характерні доби:

- 20 квітня (приблизний паритет темної і світлої частин доби, але найбільші весняні вітри)
- 21 червня (найдовший день)
- 21 грудня (найкоротший день)

Для цих днів було знято фактичні дані для відповідних сегментів ВДЕ - сонце і вітер. Ці графіки були адаптовані до потужності нашого умовного об'єкта, накладені на графіки споживання і роботи накопичувача.

Ці графіки добре ілюструють небаланс потужності генерації ВДЕ у споживача, у фінансистів аналогічна ситуація визначається терміном "касовий розрив", коли в середньому по року або кварталі ресурси ніби є, але саме зараз вони відсутні, і все виробництво зупиниться, якщо ззовні не перехопитися.

Найсумнівніша ситуація виявляється не з сонцем, а з вітром. Згідно статистичних даних коефіцієнт використання встановленої потужності для них приблизно 36-38%, для сонця він набагато менший 14-16%, але волатильність вітру (знову фінансовий термін) набагато більша.

І ще один нюанс. Графік потужності накопичувача (синім кольором). На жодному графіку, сумарний добовий баланс накопичення/віддача не самобалансується, тобто при незмінній потужності треба додавати електричної ємності переносити небаланс на наступну добу. Багато.

Зараз накопичувачі будуються на період активної роботи приблизно до 2 годин максимальної потужності. Для реального добового балансування співвідношення ємність/потужність накопичувача необхідно приблизно 5:1, і це в середньому. При несприятливих погодних умовах, як у випадку Рис. 3 цього недостатньо.

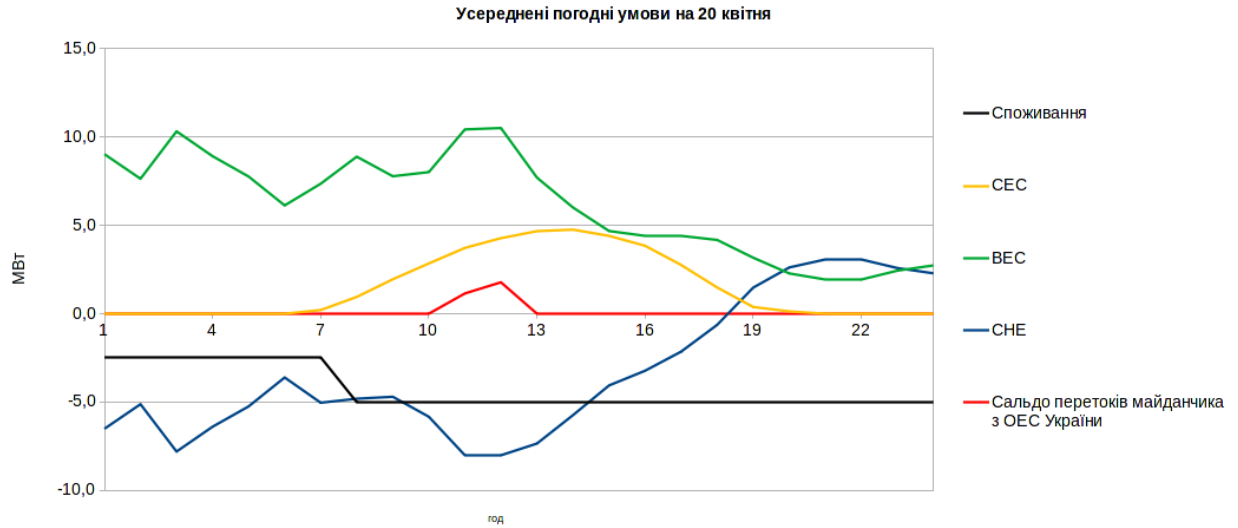


Рис.1

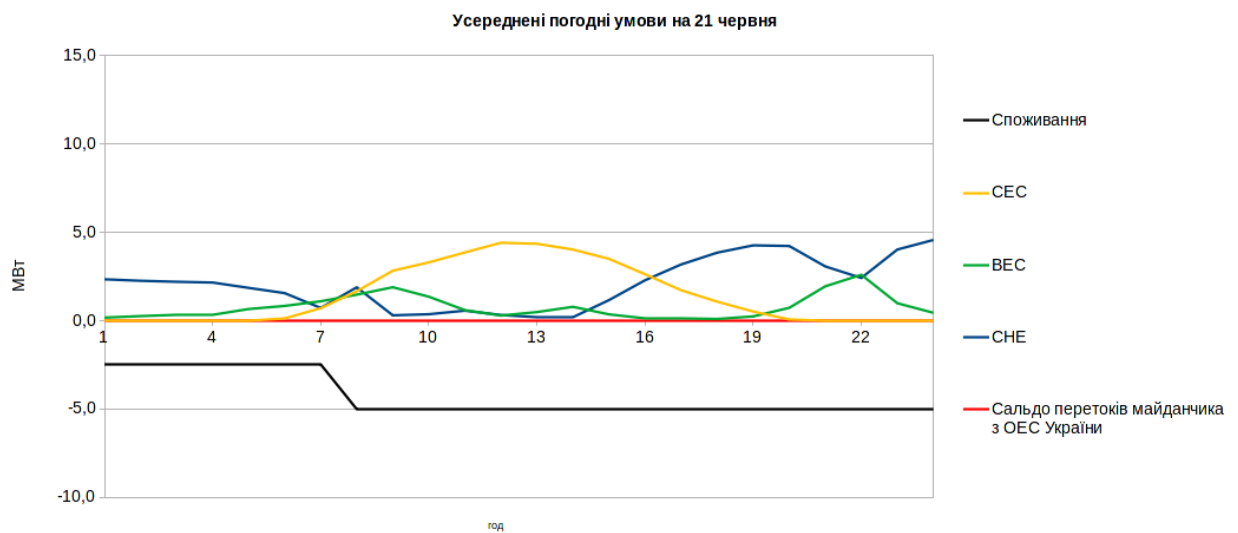


Рис.2

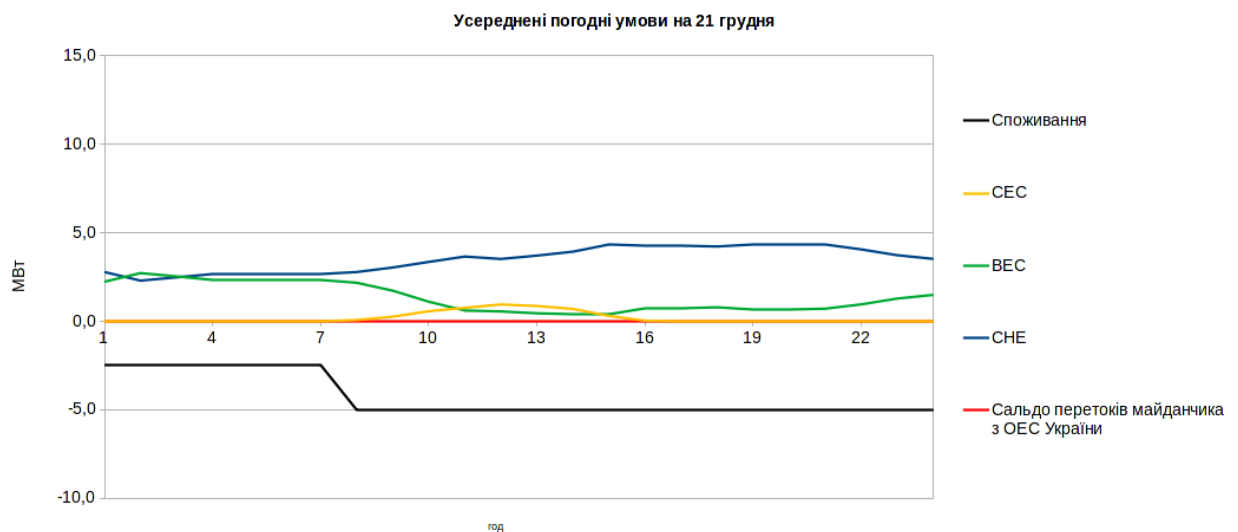


Рис.3

Таким чином необхідно оптимізувати два показника:

- 1) баланс по лічильникам в кВт*год
- 2) баланс потужності - в МВт.

Інженери "великої" енергетики скажуть, що нічого нового не сказано. Звичайно. За останні десять років зроблено багато різних моделей для енергосистем з метою визначення структури потужностей для стабільної роботи і забезпечення попиту. Вони дають приблизно однаковий результат.

В адаптації моделі енергосистеми до рівня об'єкту окремого споживача, для забезпечення балансу електроенергії, потужність СЕС повинна бути приблизно в 12,5 разів більша за потужність споживання (оцінки автора, що враховують КВВП СЕС, ККД циклу заряд-розряд тощо). При цьому, для забезпечення переносу надлишкової потужності з світлих годин доби на нічні через акумулятор, потужність накопичувача повинна бути близькою до СЕС. Тобто якщо у СЕС коефіцієнт співвідношення максимальної потужності до рівного споживання буде 12,5, то у накопичувача - 11,5. (це за умови відсутності ВЕС або у разі їх нестійкого графіку. Достатньо стійкий графік створюють тільки офшорні ВЕС біля морської берегової лінії, таке для промислового споживача неможливо. Але в загальному випадку певна кількість ВЕС в балансі додає надійності енергозабезпечення. Кожен випадок треба розглядати окремо). Таким чином бачимо, що збудувати такий собі "енергетичний острів" можна, але дорого.

Але чи виходить з цього, що оптимальним рішенням для промислового споживача є часткова генерація, а вся решта енергоресурсів докупається на ринку електричної енергії?

Ні, тому що в цьому випадку вирішується задача оптимізації капітальних інвестицій "малою кров'ю", але в системних умовах, що є сьогодні. І зовсім не вирішується задача оптимального енергозабезпечення через кілька років.

Вже зараз в ОЕС України надлишок пропозиції потужностей СЕС відносно реального графіку попиту в години пік виробництва. Пік виробництва СЕС і пік споживання приблизно співпадають лише в країнах з великою кількістю сонячних днів і де багато років примусово чи еволюційно склалася система кондиціонування приміщень саме від таких сонячних джерел. Таких, навіть не країн, а регіонів в світі небагато, наприклад дуже заможна Каліфорнія не може вирівняти і збалансувати свій графік енергосистеми.

До чого призведе розвиток "малої" генерації СЕС у великих промислових споживачів? До того, що вони в світлу пору доби перестануть купувати і - відповідно - отримувати електроенергію від ОЕС України.

Але ж сонце світить, фотопанелі на великих сонячних електростанціях виробляють потужність і диспетчера енергосистеми повинні кудись її пристроїти. А куди, коли найбільш великі і одночасно платоспроможні споживачі її не беруть? Диспетчерські обмеження виробництва не є вирішенням, оскільки власник СЕС у разі обмеження все одно повинен отримати свої гроші, згідно чинного закону про "зелений тариф".

Ці витрати покладаються на весь річний баланс оператора системи передачі і повертаються до промислового споживача збільшеним тарифом за електроенергію, що він буде споживати в нічні години, коли власна сонячна генерація всередині заводу на нулі. Важко спрогнозувати скільки буде коштувати електроенергія у електростанції - нічного виробника, адже така динаміка не дозволить довго працювати вугільним ТЕС, і так вже зношеним, а коштів на їх оновлення і покращення взяти не можна - світове табу на вугілля як на енергоносії. Крапка.

Ця ситуація є штучною, і викликана терміном роботи СЕС по зеленому тарифу. Якби енергія від СЕС йшла лише у біржовий продаж, вона була б в рази дешевша (як зараз в світі) і її можна було б купувати споживачам по прийнятним цінам, уникаючи власного будівництва.

Ніби наочне рішення щодо будівництва ВЕС в допомогу к СЕС для одного конкретного виробника без детального розрахунку балансів дає ще менше користі. По-перше, сприятливі

потоки повітряних потоків вже "обкладені" будівельними майданчиками електростанцій "великої генерації". А по друге, протягом доби і протягом року, потужність від ВЕС протягом кількох годин підряд може падати до 6-7% від встановленої. І якщо виробник спрогнозує в себе у споживанні нормальний графік потужності від ВЕС, в нього виникатиме дефіцит і він буде вимушений звертатися на добовий ринок електроенергії. Але і там саме в ці години буде дефіцит, оскільки вітер впав у всіх. Тому ціна на спотовому ринку електроенергії стрибне вгору, і доведеться купувати дорого. Тобто і інвестиції у власну генерацію зроблено і доводиться дорого купувати.

ВИСНОВКИ

1. Енергосистема України знаходиться під тиском ряду чинників. В попередні роки не було зроблено реальних кроків з випереджального розвитку енергетики як основного інфраструктурного компонента держави, тому необхідні термінові інвестиції. В іншому разі не забезпечується надійне постачання електроенергії споживачам, що є сумлінними покупцями.
2. Розвиток енергосистеми України зараз полягає в пришвидшених темпах будівництва генерації на енергії сонця та вітру. Ця діяльність не підкріплена випереджальним або хоча б паралельним будівництвом компенсуючих потужностей швидкостартуючої генерації і накопичувачів.
3. Одночасно, внаслідок трендів світової економіки, вугільна генерація втрачає можливість надавати резерв потужності для компенсації нестійкої генерації на відновлюваних джерелах. Відсутність резервів потужності наявна вже зараз і стане дуже гострою в найближчій перспективі.
4. Таким чином промислові споживачі постануть перед високими "кінцевими" цінами на "останній милі", при цьому погодинні цінові графіки цін будуть відрізнятися від сучасних промислових графіків обсягів споживання (ножиці між графіком і його ціною). Пропорції "незеленої" і "зеленої" електроенергії в енергосистемі і на ринку будуть обумовлені короткотерміновими проблемами забезпечення стійкої роботи, і вони не будуть в повному обсязі задовольняти експортоорієнтованих споживачів в частині вуглецевих сертифікатів.
5. В планах своєї діяльності і стратегіях розвитку промислові споживачі повинні розглядати наступні ризики:
 - a. ризик недоступності електроенергії по прийнятній ціні,
 - b. ризики недотримання "зеленої" електроенергії для виробництва товарів на експорт;
 - c. ризик ненадійного електропостачання згідно передплаченого комерційного графіку.
6. Ці ризики обумовлені загальною ситуацією в ОЕС України і споживач фактично не має засобів уникнення настання зазначених ризиків. Споживач має можливість лише пом'якшити для себе наслідки настання таких подій в ОЕС України.
7. Шляхами пом'якшення наслідків цих ризиків є:
 - a. Будівництво власної генерації, що відповідатиме його вимогам до частки "зеленої" енергії;
 - b. Будівництво власних систем накопичення для електроенергії, що купується у виробників на ринку, виробляється власними генеруючими одиницями;
 - c. Збільшення еластичності власного електроспоживання, яка полягає у можливості збільшення або зменшення потужності виробництва на кілька годин або навіть днів без втрат для контрактів на виробництво товарної продукції.

8. Для споживачів, які планують обов'язкову роботу через 7-10 років (металургійні заводи, машинобудівні підприємства, міста-мегаполіси, великі підприємства критичної інфраструктури та ін.) рішення повинне бути лише комплексним і включати в себе декілька обов'язкових компонентів. Прості рішення з встановленням лише СЕС або акумуляторів не дають пом'якшення ризиків і необхідної надійності, навіть якщо розрахунки демонструють окупність таких інвестицій.

РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Промисловим споживачам разом з їх енерготрейдерами зайняти більш активну позицію щодо роботи ринку електричної енергії, моделювання роботи і внесення регуляторних змін, на всіх сегментах ринку.
2. ОЕС України і виконавець Оцінки достатності генеруючих потужностей повинні враховувати ризики втрати споживача, як платоспроможного повноправного учасника ринку.
3. Для реального енергозабезпечення впроваджувати комплексні / інтегровані системи енергоменеджменту підприємства, що поєднуюватимуть в собі: прогнозування, активне управління споживанням в режимі реального часу, гнучкість основних виробничих процесів.
4. При будівництві власної генерації враховувати більшу кількість факторів, зокрема окрім балансу електроенергії, враховувати баланс потужності споживання/виробництва для характерних періодів року. При цьому окупність інвестицій не є достатнім показником для оцінки проєкту.
5. Промисловим споживачам проєктно-вишукувальні та інжинірингові роботи з власної енергетичної безпеки розпочинати негайно.