

**ДОСЛІДЖЕННЯ:**

**«Розвиток  
відновлюваної  
енергетики та створення  
балансуючих  
потужностей – аналіз  
викликів для стійкості  
енергосистеми України в  
розрізі досягнення  
енергетичних та  
кліматичних цілей»**

---

Підготували:

Директорка ЄУЕА - Олександра Гуменюк,  
Старший аналітик ЄУЕА – Ірина Курєдова  
Голова НЕЦУ - Руслан Гаврилюк

*Європейсько-українське енергетичне  
агентство (ЄУЕА)*

*Національний екологічний центр України  
(НЕЦУ)*

*Київ-2020*



Проект фінансується  
Європейським Союзом



**ІНСТИТУТ  
ЕКОНОМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ  
ТА ПОЛІТИЧНИХ КОНСУЛЬТАЦІЙ**



НАЦІОНАЛЬНА ПЛАТФОРМА  
Форуму громадянського суспільства  
СХІДНОГО ПАРТНЕРСТВА



## **ЗМІСТ**

<b>ВСТУП</b> .....	<b>3</b>
<b>ДЛЯ ЧОГО УКРАЇНІ ПОТРІБНО РОЗВИВАТИ ВІДНОВЛЮВАНУ ЕНЕРГЕТИКУ? .....</b>	<b>5</b>
<b>ЧАСТИНА 1. ....</b>	<b>6</b>
<b>БАЛАНСУАННЯ</b> .....	<b>6</b>
<b>ЩО ТАКЕ БАЛАНСУЮЧІ ПОТУЖНОСТІ?</b> .....	<b>6</b>
<b>ТЕХНОЛОГІЇ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ</b> .....	<b>7</b>
<b>МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД</b> .....	<b>9</b>
<b>БАЛАНСУВАННЯ ЕНЕРГЕТИКИ У ЄВРОПІ</b> .....	<b>15</b>
<b>ЗАГАЛЬНЕ ФУНКЦІОНУВАННЯ РИНКІВ БАЛАНСУВАННЯ</b> .....	<b>15</b>
<b>ПРОЦЕСИ БАЛАНСУВАННЯ</b> .....	<b>16</b>
<b>БАЛАНСУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЦІНОУТВОРЕННЯ ТА РЕГЛАМЕНТУ</b> .....	<b>17</b>
<b>ВРЕГУЛЮВАННЯ ДИСБАЛАНСУ</b> .....	<b>17</b>
<b>ЄВРОПЕЙСЬКІ ПЛАТФОРМИ І ПРОЕКТИ ДЛЯ ОБМІНУ БАЛАНСУЮЧОЇ ЕНЕРГЕТИКИ</b> .....	<b>18</b>
<b>ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ</b> .....	<b>20</b>
<b>ЧАСТИНА 2. ....</b>	<b>21</b>
<b>ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ СОНЯЧНОЇ ТА ВІТРОВОЇ ГЕНЕРАЦІЇ В УКРАЇНІ З ВРАХУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНИХ КРИТЕРІЇВ (НЕЦУ)</b> .....	<b>21</b>
<b>ІНФОРМАЦІЯ ПРО ЄУЕА ТА НЕЦУ</b> .....	<b>28</b>

Частина 2 цього дослідження: Оцінка перспектив розвитку сонячної та вітрової генерації в Україні з врахуванням екологічних критеріїв, що підготовлена (НЕЦУ) є точкою зору автора, Руслана Гаврилюка, Голови Національного екологічного центру України та не є позицією Європейсько-українського енергетичного агентства (ЄУЕА).

## ВСТУП

На виконання частини сьомої статті 29 Закону України «Про ринок електричної енергії» Міністерством енергетики України розроблено, а постановою Кабінету Міністрів України від 10.07.2019 № 677 затверджено Порядок проведення конкурсу на будівництво генеруючої потужності та виконання заходів з управління попитом (далі – Порядок). Цей порядок дозволить на конкурсній основі надати додаткові економічні чи інфраструктурні стимули тим інвесторам, які вчасно реалізують необхідні для енергосистеми проекти.

07 жовтня 2020 року Європейсько-українським енергетичним агентством було проведено зустріч на тему: «Розвиток регуляторного середовища для будівництва нових балансуєчих потужностей», у якій взяли участь учасники ринку електричної енергії, представники Міністерства енергетики України та НЕК Укренерго. Підсумком виступів представників НЕК Укренерго та Міненерго є наступне:

Наразі електроенергетична система України переобтяжена базовою потужністю атомних електростанцій та потребує збільшення частки високоманеврової генерації. Ситуація додатково ускладнюється стрімким зростанням встановленої потужності об'єктів відновлюваної енергетики, зокрема – сонячних та вітрових електростанцій, що мають змінний, негарантований графік виробництва електричної енергії. Так, звітом з оцінки відповідності (достатності) генеруючих потужностей для покриття прогнозованого попиту на електричну

енергію затвердженого постановою НКРЕКП від 13.03.2020 № 605 (далі – Звіт з достатності генеруючих потужностей) передбачено введення в експлуатацію 2 ГВт високоманеврових потужностей зі швидким стартом (включення з нуля та вихід на номінальну потужність протягом 15 хвилин) та 2 ГВт швидкодіючих резервів на базі систем акумуляування електричної енергії. Такі обсяги нададуть можливість забезпечити ОЕС України необхідними резервами регулювання для виконання вимог відповідності в перспективі до 2030 року. На виконання пункту 5 Порядку, НЕК «Укренерго» надало до Міненерго пропозиції щодо проведення конкурсу на будівництво нової генеруючої потужності на обмежений обсяг затребуваних генеруючих потужностей (500 МВт), ґрунтуючись на висновках затвердженого Звіту з достатності генеруючих потужностей. Міненерго в свою чергу здійснює опрацювання наданих пропозицій від НЕК «Укренерго» з іншими заінтересованими органами влади, за результати опрацювання якого буде розроблений проект рішення Уряду про проведення Конкурсу. (орієнтовно на початку наступного року).

Відповідно до Порядку, рішенням Кабінетом Міністрів України про проведення Конкурсу буде визначено терміни його проведення, обсяг закупівлі необхідної генеруючої потужності та/або заходів з управління попитом, стимули та порядок їх застосування для переможця конкурсу, в тому числі - граничної ціни закупівлі послуги із забезпечення розвитку

генеруючої потужності та мінімального граничного строку оплати наданої послуги в разі застосування як стимулу плати за послугу із забезпечення розвитку генеруючих потужностей та інші умови.

Всі учасники, які відповідають затвердженим Порядком вимогам зможуть прийняти участь у даному Конкурсі. Відповідно до пункту 11 чинної редакції Порядку, Оператор системи передачі не пізніше ніж через три місяці з дня прийняття відповідного рішення Кабінетом Міністрів України про проведення конкурсу розробляє конкурсну документацію і подає її на затвердження конкурсної комісії. Конкурсна документація міститиме, зокрема, проект договору (договорів), що повинен бути укладений з переможцем (переможцями) конкурсу.

Умови і порядок розрахунку оператора системи передачі із переможцем Конкурсу буде наведено у відповідному розділі проекту договору.

З метою залучення більшого кола потенційних інвесторів планується допрацювати умови проведення такого конкурсу та внести зміни до діючого порядку проведення конкурсу. Наразі розроблено проекту закону 3657 який удосконалює порядок проведення конкурсу, а також з урахуванням вищезазначеного законопроекту підготовлено проект змін до Порядку проведення конкурсу, що спрямовані на зменшення терміну проведення конкурсу, уточнено критерії визначення переможця (переможців) конкурсу, допрацьовано механізм оплати переможцю (переможців) конкурсу.



## ДЛЯ ЧОГО УКРАЇНІ ПОТРІБНО РОЗВИВАТИ ВІДНОВЛЮвану ЕНЕРГЕТИКУ?

По-перше, це технічна потреба, оскільки наближається час коли біля 10 ГВт потужностей традиційної електрогенерації буде виведено з експлуатації, і цю потужність потрібно чимось замінювати, або знову ставати імпорто-залежною державою енергетичних ресурсів. Наразі Україна імпортує понад 60% енергоресурсів, включаючи 100% ядерного палива. У 2018 році Україна витратила на імпорт енергоносіїв 11 млрд євро. Виробництво електроенергії сильно залежить від атомних (54%) та вугільних (34%) електростанцій. Атомна електроенергія продається за найдешевшим тарифом, хоча насправді її ціна значно вища, якщо врахувати експлуатаційні витрати та майбутні витрати на виведення з експлуатації. В Україні 4 атомні електростанції, на яких 15 енергоблоків (два недобудованих). Проектний термін експлуатації енергоблоків АЕС України — 30 років. Десять енергоблоків уже працюють понад проектний термін. Вугільна генерація перебуває у набагато гіршій ситуації. Більшість ТЕС в Україні побудовані 60-70 років тому, а окремі — ще у 30-х роках минулого століття. За результатами дослідження британського аналітичного центру Carbon Tracker, у 2018 році Україна стала лідером серед країн світу з найбільш неефективною і найдорожчою тепловою генерацією. Відповідні дані були підсумовані в спецпроекті ЄУЕА спільно з виданням Київ Пост.<sup>1</sup>

По-друге, економічна раціональність: саме після завершення дії механізму підтримки відновлюваної енергетики з

допомогою "зеленого" тарифу з 01 січня 2020 року, станції ВДЕ будуть звичайними учасниками ринку електроенергії, що складуть достойну конкуренцію традиційній енергогенерації, адже відсутність потреби у паливі (сонце та вітер є безкоштовними ресурсами), суттєво менші операційні витрати, та витрати на виведення з експлуатації у порівнянні з традиційною генерацією, інтенсивний розвиток відновлюваної енергетики створює попит на технології, завдяки чому збільшується пропозиція, і конкуренція на ринку знижує ціни на сучасне обладнання, що в свою чергу зменшує ціни капітальних витрат, тобто витрат на саме будівництво нових електростанцій. Вдосконалений перехід від механізму підтримки у формі зеленого тарифу, шляхом запровадження системи аукціонів, створює додаткову конкуренцію між потенційними власниками електростанцій, що сприяє зменшенню ціни на чисту електричну енергію, підвищує якість виконання проектів, а також створює додаткові важелі управління державою процесом будівництва нових потужностей ВДЕ.

По-третє, але одне з найбільш важливих, це екологічність, а саме, відсутність відпрацьованого палива, яке забруднює ґрунти та воду наближених територій, де розташовано безпосередньо об'єкт генерації електричної енергії (атомної чи вугільної генерації), відсутність забруднення повітря, оскільки у вітрових та сонячних електростанціях нічого не спалюється.

За даними Міністерства енергетики України, ВДЕ виробили 759,2 млн кВт год електроенергії за жовтень 2020 року, або 6,7 %<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> <https://brandstudio.kyivpost.com/euea/polluted-economy-effect/>

<sup>2</sup> <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article;jsessionid=3A493C7DF96AC1B09FF>

Загальна встановлена потужність об'єктів відновлюваної енергетики станом на 01.10.2020 складає 7485 МВт<sup>3</sup> (рисунок).

Зокрема, станом на 01.10.2020 загальна встановлена потужність по об'єктам:

- 5795,443 МВт нСЕС (778 об'єктів)

- 132,573 МВт фСЕС (300 об'єктів)

- 1251,735 МВт ВЕС (76 об'єктів)

- 115,974 МВт мГЕС (164 об'єкта)

- 102,705 МВт біогаз (52 об'єкта)

- 86,118 МВт біомаса (16 об'єктів)

## ЧАСТИНА 1.

### БАЛАНСУАННЯ

#### ЩО ТАКЕ БАЛАНСУЮЧІ ПОТУЖНОСТІ?

- це практика розробки ефективних способів доставки змінної відновлюваної енергії до мережі;
- це максимізація ефективності витрат при збереженні надійності;
- це більше гнучкості, більше резервів, більше передачі, контроль напруги, а існуючі теплові активи використовуються рідше, що впливає на відновлення витрат;
- це вигідна довгострокова інвестиція.

Балансуюча потужність використовується для швидкого відновлення співвідношення попиту та пропозиції в енергосистемах. Потреба в цьому, як правило, збільшується за рахунок використання змінних відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), таких як вітрова та сонячна енергія. Швидкий ріст потужностей ВДЕ

потребує застосування балансуємих потужностей. До найбільш доступних можна віднести: швидкоманеврені потужності та потужності для акумулювання електричної енергії.

Інтеграція розумних мереж має все більше значення для досягнення високої частки відновлюваної електроенергії в енергетичних системах майбутнього. Ряд юрисдикцій відновлюваних джерел енергії накопичує багатий реальний досвід інтеграції енергосистеми сьогодні, а саме: Китай, Данія, Німеччина, Ірландія, Південна Африка та Іспанія, а також такі штати, як Каліфорнія, Гаваї, Техас.

Частка відновлюваної енергії у багатьох енергетичних мережах та юрисдикціях по всьому світу вже сьогодні досягає 20-40%, включаючи великі частки змінних відновлюваних джерел енергії, таких як вітер та сонячна енергія, і мережам вдається збалансувати ці частки за допомогою різноманітних інновацій, з невеликими обсягами накопичення енергії.

На сьогоднішній день політики та регулюючі органи стикаються з проблемою розуміння та аналізу

інтеграції енергомереж, їх роботи в різних галузях технологій (та регуляторних підрозділів), використання потенціалу розподілених енергетичних ресурсів та співпраці з операторами енергосистеми для досягнення найменших витрат. Тому довгострокове планування та регулювання повинні враховувати весь спектр заходів та інновацій, що забезпечують гнучкість<sup>4</sup>.

Одним із важливих показників є **SAIDI**, який визначає тривалість перерв в електропостачанні. Тільки для порівняння ситуації: в Україні він складає 478 хв для планових перерв і 683 хв для непланових, в той час як у ЄС 160 хв і 102 хв – відповідно. Світовим лідером є Південна Корея, де показник SAIDI складає 9 хв.

Причиною цього є низький рівень автоматизації, тому застосування технологій розумних мереж є рішенням для України, що дозволить підвищити надійність та безперервність електропостачання.

Технології енергетичної інтеграції забезпечують глибшу декарбонізацію у всіх секторах. Вони є наскрізними технологіями, які зазвичай покладаються на складні ланцюги поставок і вимагають цілісного підходу з координованими заходами підтримки, плануванням та операціями, щоб йти в ногу з енергетичним переходом.

## ТЕХНОЛОГІЇ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ

Пристрої для накопичення енергії «заряджаються», коли вони поглинають енергію безпосередньо від пристроїв відновлюваної генерації, або опосередковано від електромережі. Вони «розряджаються», коли доставляють накопичену енергію назад у мережу. Заряд і розряд зазвичай вимагають пристроїв з перетворення енергії, для перетворення електричної енергії (змінного або постійного струму) в іншу форму хімічної, електрохімічної, електричної, механічної та теплової.

Накопичувач енергії може накопичувати надлишки енергії з переривчастих відновлюваних джерел, таких як сонячна фотоелектрична енергія та вітроенергетика, доки це буде потрібно - що дозволяє, таким чином, інтегрувати додаткову відновлювану енергію в систему.

Різні системи накопичення енергії - централізовані та децентралізовані - враховують різні технологічні можливості, які можна згрупувати у 5 класів накопичення енергії: хімічний, електрохімічний, електричний, механічний та тепловий<sup>5</sup>.

### Як розпочати розгортання накопичувачів енергії

Протягом останніх кількох років політики ЄС зробили важливі кроки у напрямку створення нормативної бази, яка підтримує зберігання енергії. Адвокація Європейської асоціації зі зберігання

<sup>4</sup> <https://www.nrel.gov/docs/fy19osti/74426.pdf>

<sup>5</sup> <https://ease-storage.eu/energy-storage/technologies/>

енергії (EASE) та гравців з усього сектору енергозберігання призвела до того, що зберігання енергії отримало широке визнання як ключова сприятлива технологія для енергетичного переходу.

Після затвердження Пакету «Чиста енергія для всіх європейців» та постійних дискусій щодо Стратегії скорочення викидів парникових газів до 2050 року в ЄС, надзвичайно важливо спиратися на те, що було досягнуто на сьогодні.

З цією метою члени EASE розробили перелік з 10 пунктів, які дозволять розпочати зберігання енергії в Європі. Список відображає очікування зацікавлених сторін щодо зберігання енергії щодо прогресу, який ще потрібно досягти, якщо ми хочемо досягти рівня розгортання сховищ, необхідного для досягнення цілей відновлюваних джерел та декарбонізації на 2030 та 2050 роки. Цей перелік дій спрямований на всіх, як спеціалістів, так і неспеціалістів, з метою підвищення обізнаності та знань про важливість накопичення енергії та зазначення того, що необхідно додатково вдосконалювати з точки зору політики<sup>6</sup>.

1. Розробити політику нейтральних технологій

## DEVELOP TECHNOLOGY NEUTRAL POLICIES

Technology neutral policy – aimed at creating a level playing field for all storage technologies – is essential to take full advantage of all capabilities energy storage solutions can bring and to allow business cases to develop across Europe.

01

10 ACTIONS ON ENERGY STORAGE FOR A CLIMATE NEUTRAL EUROPE

2. Визнати всі технології зберігання в довгостроковій стратегії ЄС на 2050 рік

## RECOGNISE ALL STORAGE TECHNOLOGIES IN THE EU'S 2050 LONG-TERM STRATEGY

The contribution of all storage technologies – chemical, electrical, electrochemical, mechanical, and thermal storage – to system stability, flexibility and sectorial integration should be explicitly recognised in the EU's 2050 Long-Term Strategy for Greenhouse Gas Emissions Reductions. This includes energy storage deployed behind-the-meter.

02

10 ACTIONS ON ENERGY STORAGE FOR A CLIMATE NEUTRAL EUROPE

3. Нарощування положень Чистого енергетичного пакету

## BUILD-UP ON THE PROVISIONS OF THE CLEAN ENERGY PACKAGE

Implementation of the 'Clean Energy for all Europeans' package files should lead to a stable, long-term policy framework that incentivises the deployment of flexibility and creates a more harmonised market for energy storage across the EU.

03

10 ACTIONS ON ENERGY STORAGE FOR A CLIMATE NEUTRAL EUROPE

4. Справедливі та гармонізовані мережеві збори та збори за зберігання енергії в Європі

## FAIR AND HARMONISED GRID FEES AND CHARGES FOR ENERGY STORAGE ACROSS EUROPE

A dedicated debate should be held about the grid fees and charges applied to energy storage, taking into account the positive effects of storage on the grid and the benefits of increased harmonisation across Member States.

04

10 ACTIONS ON ENERGY STORAGE FOR A CLIMATE NEUTRAL EUROPE

<sup>6</sup> <https://ease-storage.eu/publication/kick-start-energy-storage/>



5. Збільшити фінансування досліджень, демонстрації та розгортання

**INCREASE FUNDING FOR RESEARCH, DEMONSTRATION, AND DEPLOYMENT**

More public funding (e.g. through Horizon Europe, ETS Innovation Fund, and other funding programmes) should be dedicated to research, demonstration, and deployment to ensure that cost-effective and efficient energy storage technologies are available to provide flexibility at different timescales and at all levels of the system.

**05** 10 ACTIONS ON ENERGY STORAGE FOR A CLIMATE NEUTRAL EUROPE

6. Відзначити переваги, які зберігання приносить енергетичній системі

**REWARD THE BENEFITS THAT STORAGE BRINGS TO THE ENERGY SYSTEM**

Energy storage is an essential enabler of the energy transition: it helps integrate increasing shares of renewables and provides flexibility to the system. The benefits that storage brings to the energy network should be explicitly recognised and remunerated through markets or competitive mechanisms, in order to maintain technology neutrality.

**06** 10 ACTIONS ON ENERGY STORAGE FOR A CLIMATE NEUTRAL EUROPE

7. Рухатися до ринкових закупівель гнучких послуг

**MOVE TOWARDS MARKET-BASED PROCUREMENT OF FLEXIBILITY SERVICES**

TSOs and DSOs should procure flexibility services on the market, wherever possible, with technology-neutral and appropriate tendering and prequalification criteria, allowing for flexibility providers to compete on a level playing field.

**07** 10 ACTIONS ON ENERGY STORAGE FOR A CLIMATE NEUTRAL EUROPE

8. Дозволяти сховищам складати різні потоки доходу

**ENABLE STORAGE FACILITIES TO STACK DIFFERENT REVENUE STREAMS**

Energy storage facilities at all levels of the energy system – residential, commercial/industrial, front-of-meter – should be allowed to stack different revenue streams and compete on a level playing field with other flexibility providers.

**08** 10 ACTIONS ON ENERGY STORAGE FOR A CLIMATE NEUTRAL EUROPE

9. Підтримати роль накопичувача енергії у транспортному секторі

**ENDORSE THE ROLE OF ENERGY STORAGE IN THE TRANSPORT SECTOR**

Policies to support the transition to decarbonised mobility should take into account the immense value of energy storage in linking the energy and transport sectors, for instance by supporting the roll-out of (fast) charging infrastructure and the development of incentives to enable the implementation of vehicle-to-grid services.

**09** 10 ACTIONS ON ENERGY STORAGE FOR A CLIMATE NEUTRAL EUROPE

10. Підтримка розробки та впровадження технологій тривалого зберігання

**SUPPORT DEVELOPMENT AND DEPLOYMENT OF LONG-DURATION STORAGE TECHNOLOGIES**

The framework for long-duration storage technologies to integrate ever higher shares of variable renewables should be designed by EU policymakers. Regulation should strive for market based efficient solutions, while avoiding that regulated entities interfere with price formation in both power and gas markets.

**10** 10 ACTIONS ON ENERGY STORAGE FOR A CLIMATE NEUTRAL EUROPE

## МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД

**Міжнародне Енергетичне Агентство** повідомляє, що **Сполучені Штати** обігнали Китай у 2019 році і вперше за десять років очолили мережеві інвестиції. Слідом за постійною тенденцією до зростання, розпочатою десять років тому, інвестиції США зросли на 12%. Для цього вони активніше активізували модернізацію застарілої інфраструктури, оцифрували та електрифікували транспорт та захистили мережі від стихійних лих та кібератак.

Тенденція до зменшення інвестицій **Китаю** пришвидшилась у 2019 році, знизившись на 11% в основному внаслідок регуляторних змін та зниження мережевих тарифів. Реформа мережі для заохочення приватних інвестицій у розподільчі мережі триває, хоча і повільними темпами. Реформи розпочались у 2015 році, і спочатку було схвалено 400 пілотних проектів, але лише 100 зараз перебувають у стадії розробки.

У **Європі** інвестиції залишаються стабільними на рівні майже 50 млрд. дол. США, при цьому зростаючі витрати, спрямовані на модернізацію та реконструкцію існуючої розумної мережі, оскільки змінні відновлювані джерела енергії та електрифікація стають все більш важливими. **Європейський Союз** продовжує прогресувати в напрямку децентралізації мереж. Пакет "Чиста енергія" передбачає створення нової організації європейських ОПР, що відображає роль, яку ENTSO-E відіграє в електромережах. Він також закликає до більшої рівності на ринку технологій та визначає нові можливості для зберігання енергії, запобігаючи подвійному оподаткуванню активів зберігання як зарядженої, так і розрядженої енергії. Проекти в Німеччині та Франції активно оцінюють, як зберігання може бути активом для електромереж.

В **Індії**, незважаючи на потужні зусилля щодо зміцнення внутрішньодержавної передавальної потужності протягом останніх п'яти

років, темпи нарощування сповільнилися (-20%) у 2019 році.

Уряди, регулюючі органи та комунальні підприємства повинні сприяти прийняттю та використанню нових активів для операторів розподільчих систем, включаючи технічні варіанти, такі як вдосконалене регулювання напруги та реактивної потужності, операції із замкнутим циклом та бездротові альтернативи, такі як розподілені статичні системи зберігання, **стверджує Міжнародне Енергетичне Агентство**<sup>7</sup>.

Вони також повинні вивчити передові інструменти для аналізу витрат інвестицій в управління розподіленими енергетичними ресурсами. Слід зосередити увагу на розробці мережевих кодів, що не мають захисту на майбутнє. В рамках набору інструментів, цінних для операторів, слід пришвидшити інновації, щоб забезпечити більш детальний моніторинг та управління енергією, включаючи прогнозування виробництва та навантаження.

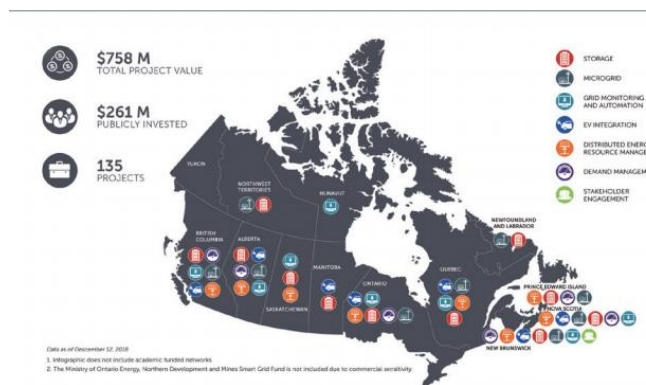
У США, Європейському Союзі, Канаді, Китаї концепція Smart Grid є по суті державною політикою технологічного розвитку електроенергетики майбутнього. Тому варто розглянути їх досвід.

### **Канада**

Усі федеральні, провінційні та територіальні уряди Канади проводять політику, пов'язану з чистою енергією, а також діяльність, пов'язану з модернізацією та розумною мережею.

<sup>7</sup> <https://www.iea.org/reports/energy-storage>

Кілька федеральних, провінційних та територіальних програм фінансування підтримують дослідження, розробку, демонстрацію та зайнятість у відновлюваній енергетиці та інтелектуальній мережі. Державний сектор інвестував понад 261 мільйон доларів США, щоб представити загальну вартість в 785 мільйонів доларів США у 135 проектах розвитку розумних мереж<sup>8</sup>.



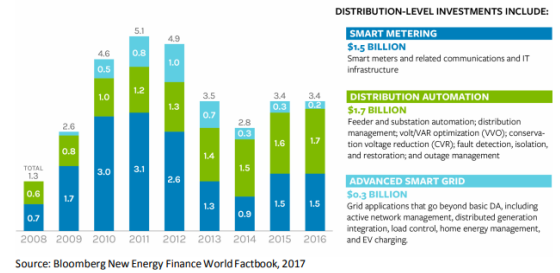
## США

У січні 2019 року губернатор штату **Нью-Йорк** оголосив про Нову Зелену Угоду, що зобов'язує перейти на 100% безвуглецеву електроенергію до 2040 року, розширюючи свою попередню угоду 50% до 2030 року. В рамках цього губернатор збільшив планові розміри накопичення - від 1,5ГВт до 2025 року, до 3ГВт до 2030 року.

У травні 2019 року губернатор штату **Техас** підписав законопроект, що дозволяє кооперативним та комунальним підприємствам мати власне сховище, тобто володіти та експлуатувати енергонакопичувачі.

За даними Bloomberg New Energy Finance, американські комунальні підприємства в 2016 році інвестували приблизно 3,4 мільярда доларів у технології інтелектуальних мереж на рівні розподілу, що становить близько 13% від 27 мільярдів доларів (рисунок).

FIGURE 3. DISTRIBUTION-LEVEL SMART GRID SPENDING, BILLIONS



## Європа

В ЄС у 2007 р. опублікована Стратегічна програма досліджень (Strategic Research Agenda, SRA), яка стала платформою для інших європейських і національних програм по створенню Smart Grid, а в квітні 2010 року видано новий документ – Strategic Deployment Document (SDD), що фактично містить посібник з впровадження Smart Grid. Згідно прийнятого Set-Plan Smart Grid визначено європейські пріоритети впровадження інтелектуальних мереж: оптимізація мережевих операцій та споживання; оптимізація мережевої інфраструктури; об'єднання великомасштабної змінної генерації; інформаційно-комунікаційні технології; активні розподільні мережі; нові ринки, споживачі, енергетичні поставки.

Згідно зі звітом Європейської комісії Smart Grid projects in Europe:

<sup>8</sup> [https://smartgrids.no/wp-content/uploads/sites/4/2018/04/MI\\_IC1\\_Country\\_Report\\_2017.pdf](https://smartgrids.no/wp-content/uploads/sites/4/2018/04/MI_IC1_Country_Report_2017.pdf)

lessons learned and current developments, інвестиції в проекти інтелектуальних мереж: в Європі – 56,5 млрд. євро до 2020 р.; в США – близько 238-334,5 млрд. євро до 2030 р.; в Китаї – 71 млрд. євро до 2020р.

## Німеччина

Початковий німецький закон про подачу електроенергії (Stromeinspeisungsgesetz - StromEinspG) сприяв значному зростанню виробництва вітру, починаючи з початку 1990-х. Закон, який набув чинності 1 січня 1991 р., був використаний як модель для багатьох пізніших законів про введення тарифів у всьому світі.

На сьогоднішній день в Німеччині на реконструкцію будинків з метою зниження енергоспоживання було витрачено понад 1,5 млрд євро. Більше того, власникам житла, які бажають провести реконструкцію будинку, надаються податкові пільги в розмірі 20% і банківські кредити з низькою процентною ставкою. Будучи енергозалежною від поставок енергоносіїв іншими країнами, Німеччина вирішує проблему енергетичної безпеки шляхом енергозбереження та стимулювання розвитку альтернативних видів енергії. Більше третини всього обсягу електроенергії отримують від вітроустановок. Інвестори отримують можливість розмістити на дахах будівель сонячні батареї і подавати отриману енергію в міську мережу.

На сучасному етапі вже з'явилися цілі квартали житлових будинків, що відрізняються наявністю високоефективних енергозберігаючих технологій у таких містах, як Лондон, Фрайбурз, (Німеччина), Хельсінкі (Фінляндія) та інші.

**В Україні ефективному розвитку «зеленого» будівництва заважають такі фактори як:** недостатнє розуміння сутності «зелених підходів»; зацікавленість у відносно дешевих матеріалах, які не є екологічно безпечними; відсутність зацікавленості чиновників в зелених інноваціях та низькими обсягами інвестицій.

Енергетична стратегія Німеччини до 2050 року (прийнята у 2010 році) (далі – Стратегія) передбачає повну відмову від використання атомної енергії до 2027 року. Реалізація цього плану почалася із зупинення роботи 8 найстаріших АЕС. ВДЕ були визначені Стратегією як основна складова структури енергопостачання країни у майбутньому<sup>9</sup>.

Багато ринків ЄС вже запровадили зобов'язання щодо збалансування для сонячних та вітрових проектів у великих масштабах.

Німецька компанія Sonnen є найбільшим виробником домашніх накопичувачів енергії. Компанія також реалізує різноманітні інноваційні ринкові концепції, в рамках яких приватні системи зберігання енергії різних власників об'єднуються в пули

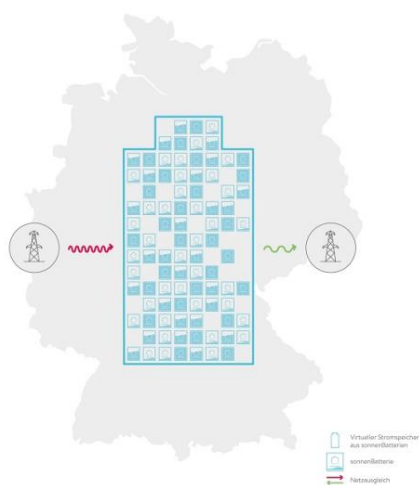
<sup>9</sup> [https://www.economy.nayka.com.ua/pdf/4\\_2019/38.pdf](https://www.economy.nayka.com.ua/pdf/4_2019/38.pdf)



для надання тих чи інших системних / допоміжних послуг.

Найбільший оператор електричних мереж в Німеччині Tennet вперше прекваліфікував «віртуальний накопичувач» від Sonnen і її технологічного партнера tiko Energy Solutions для участі в первинному регулюванні. Раніше цю функцію виконували в основному маневрені теплові електростанції. «Домогосподарства замінюють собою електростанції», - під таким заголовком вийшов прес-реліз Tennet.

«Віртуальний накопичувач» складається з тисяч індивідуальних сховищ електроенергії по всій країні, які використовуються для власних потреб (оптимізації споживання сонячної енергії) домашніх господарств. При коливаннях в енергосистемі, які необхідно усунути, ці домашні накопичувачі енергії автоматично організовуються штучним інтелектом в віртуальну велику батарею для вирівнювання частоти.



В процесі тестування «віртуальний накопичувач» повинен був акумулювати з мережі і постачати назад в мережу 1 МВт протягом 30 секунд.

Важливо відзначити, що домовласники, які беруть участь в «віртуальному накопичувачі», надаючи своє домашнє сховище для мережевих послуг, будуть отримувати натомість безкоштовну електроенергію (на обсяг наданої потужності).

В недалекому майбутньому (точний час не називається) Sonnen планує збільшити потужність «віртуального накопичувача» до 100 МВт<sup>10</sup>.

## Велика Британія

У квітні 2005 року системи Шотландії, Англії та Уельсу (Великобританія) були об'єднані в єдиний ринок з єдиним оператором системи - Національна мережа ESO.

Найбільші британські вітроелектростанції, на які припадає близько половини вітрової потужності, беруть участь у балансуєчому ринку та забезпечують регулювання в бік зниження. У разі ринкових запасів або конвеєрів, що охоплюють ринок, National Grid приймає заявки, за необхідності, та платить генераторам ціну їх пропозиції.

Британська компанія Limejump, керуюча віртуальною електростанцією (Virtual Power Plant), стала учасником балансуєчого ринку, на якому

<sup>10</sup> <https://renew.ru/sonnen-s-virtual-storage-is-prequalified-for-participation-in-the-balancing-market/>

забезпечується відповідність попиту на електроенергію і пропозиції на неї в режимі реального часу.

Віртуальна електростанція Limejump – це пул об'єктів відновлюваних джерел енергії, накопичувачів енергії та технологій управління попитом (demand response), пов'язаних між собою відповідним програмним забезпеченням з використанням аналізу великих даних і машинного навчання і, зрозуміло, юридичними конструкціями. У підсумку «мішанина» об'єктів різних типів і розмірів стає здатною діяти так, як ніби це одна велика електростанція.

Limejump управляє накопичувачами енергії сумарною потужністю 150 МВт і «великими обсягами» об'єктів відновлюваних джерел енергії і розподіленої генерації.

Компанія отримала ліцензію постачальника електроенергії в 2015 році, і тепер вперше такий агрегатор отримує можливість роботи на критично важливому балансуєчому ринку, який історично об'єднує великі енергетичні компанії.

Тепер Limejump буде конкурувати з «великою шісткою» та іншими великими традиційними енергетиками за частку виручки на британському балансуєчому ринку, обсяг якого дорівнює мільярду фунтів стерлінгів<sup>11</sup>.

## Данія

Данія стала світовим лідером вітроенергетики. Вона встановила

міжнародні рекорди, наприклад, за два дні липня 2016 року генерувавши 140% своїх потреб у електроенергії.

Передавальна мережа Данії розділена на дві окремі зони: західний та східний. Західна зона пов'язана з європейською континентальною сіткою, а східна зона - з північною сіткою. У свою чергу, дві зони з'єднані через 600 МВт з'єднання через "Великий пояс". Східна Данія з'єднана зі Швецією за допомогою чотирьох з'єднань змінного струму загальною потужністю передачі 1900 МВт, а з Німеччиною з'єднанням постійного струму загальною потужністю передачі 600 МВт. Західна Данія з'єднана з Німеччиною з'єднаннями змінного струму, де загальна пропускна спроможність визначається заторами в навколишніх мережах і зазвичай становить 1500 МВт в південному напрямку та 950 МВт в північному напрямку. Західна Данія з'єднана зі Швецією постійним струмом загальною потужністю 740 МВт, а з Норвегією 1040 МВт.

Завдяки механізмам взаємозв'язку ринків у центрально-західній Європі Данія може вільно купувати та продавати електроенергію у своїх сусідів, щоб збалансувати свої відновлювані джерела енергії.

Починаючи з 2011 року, вітроелектростанціям у Данії дозволено здійснювати регулювання зниження на балансуєчому ринку, тобто основна частина скорочень випуску в Данії добровільна. Зменшення дозволено в рідкісних випадках, коли спотовий

<sup>11</sup> <https://renen.ru/virtual-power-engineering-on-the-balancing-electricity-market/>

ринок падає нижче - 500 євро / МВт-год<sup>12</sup>.

## БАЛАНСУВАННЯ ЕНЕРГЕТИКИ У ЄВРОПІ

Європейська енергосистема швидко трансформується щоб інтегрувати більше відновлюваних джерел енергії, розвинути гнучкість та забезпечити можливість споживачів відігравати більш центральну роль. Для ринків електроенергії цей перехід означає, що торгові потреби повинні наближатися до реального часу, тобто ближче до доставки при дотриманні безпеки системи.

Національний та регіональний ринки стають дедалі більше інтегровані до спільного Європейського ринку. Нові гравці, такі як агрегатори, сховище та відповідь на попит операторів виходять на ринок. По мірі того як змінюється основна система та досягається інтеграція, також потрібно розробити ефективне збалансування енергетичної системи, щоб забезпечити перехід до чистої енергії для всіх європейців. Ефективно балансуючі ринки повинні забезпечувати безпеку поставок за мінімальної вартості та екологічну вигоду за рахунок зменшення необхідності резервного генерування.

Регламент Комісії (ЄС) 2017/2195 від 23 листопада 2017 р., встановлює керівні принципи з балансування електроенергії (EBGL), детальні правила для інтеграції балансуючих енергетичних ринків в Європі з метою

сприяння ефективній конкуренції, недискримінації, прозорості та інтеграції на балансуючих ринках електроенергії, і таким чином підвищуючи ефективність Європейської системи балансування, а також безпеку постачання.

## ЗАГАЛЬНЕ ФУНКЦІОНУВАННЯ РИНКІВ БАЛАНСУВАННЯ

Балансування означає всі дії та процеси, за допомогою яких оператори систем передачі (ОСП) постійно забезпечують підтримку системної частоти в межах заздалегідь визначеного діапазону стабільності, а також відповідність кількості резервів, необхідних щодо необхідної якості.

Процес балансування складається з трьох основних етапів: 1) розмір потреби ОСП в балансуючих резервах, 2) ОСП закупають необхідну балансувальну здатність та 3) ОСП забезпечують балансування енергії.

Балансуючі енергетичні ринки представляють цілісність інституційних, комерційних та оперативних механізмів, які забезпечують ринкове збалансування системи. Добре функціонуючі ринок на добу наперед, та внутрішньодобовий ринок виступають основою для балансуючого ринку, на якому роль ОСП переконалися, що враховуючи результати інших ринків, попит і пропозиція залишаються

<sup>12</sup> [https://ieefa.org/wp-content/uploads/2018/02/Power-Industry-Transition-Here-and-Now\\_February-2018.pdf](https://ieefa.org/wp-content/uploads/2018/02/Power-Industry-Transition-Here-and-Now_February-2018.pdf)

збалансованими, працюючи в тісному режимі до реального часу.

Постачальники послуг балансування (BSP), такі як генератори, засоби реагування на попит та оператори зберігання можуть запропонувати послуги балансування (потужності та / або енергії) для ОСП, які, в свою чергу, використовують ці послуги для збалансування системи.

Відповідальні сторони балансування (BRP), такі як виробники електроенергії, споживачі та постачальники повинні зберігати своє індивідуальне положення (сума енергетичного обсягу, що вводиться фізично або виводиться з системи та їх торгів) у балансі або допомогти системі бути збалансованою, так як вони фінансово відповідальні за дисбаланс своїх портфелів.

EBGL вимагає узгодження певного балансування ринкових процесів та правил, включаючи встановлення загальних принципів для активації та обміну балансуючої енергії. Виходячи з цих вимог, усі ОСП спільно з відповідними зацікавленими сторонами співпрацюватимуть для розвитку наборів правил і методологій та для встановлення балансування загальноєвропейських платформ.

## ПРОЦЕСИ БАЛАНСУВАННЯ

Європейські ОСП використовують різні процеси та продукти для збалансування системи і відновлення частоти, виходячи з історичного розвитку та різних балансуючих філософій. Балансування енергії в Європі організовується з п'яти кроків:

» Резерв стримування частоти (FCR) - запаси активної потужності, доступні для утримання частоти системи після виникнення дисбалансу.

» Взаємобалансованість (IN) - процес, узгоджений між ОСП, який дозволяє уникнення одночасної активації aFRR в протилежних напрямках, враховуючи відповідні помилки контролю відновлення частоти, а також активований aFRR і відповідно виправлення вводу залучених процесів відновлення частоти.

» Резерви відновлення частоти з автоматичною активацією (aFRR) та » Резерви відновлення частоти з ручною активацією (mFRR) - запаси активної потужності, доступні для відновлення частоти системи до заданого значення частоти і, для синхронної зони, що складається з декількох зон регулювання частоти навантаження (зона LFC) для відновлення балансу потужності до запланованого значення.

» Запасні резерви (RR) - запаси активної потужності, доступні для відновлення або підтримання необхідного рівня FRR, для того щоб бути готовим до можливих додаткових дисбалансів системи, в тому числі резервів генерації.

Загальноєвропейські платформи для процесу IN, обміну балансуючою енергією від aFRR, обміну балансуючою енергією від mFRR та обміну балансуючою енергією від RR розробляється для гармонізації таких процесів по всій Європі.



## БАЛАНСУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЦІНОУТВОРЕННЯ ТА РЕГЛАМЕНТУ

EBGL передбачає, що процес врегулювання повинен бути на основі граничного ціноутворення (оплата за умови дозволу). Гранична ціна представляє ціну останньої заявки на стандартний товар, яка була активована для покриття потреби в енергії в межах зазначеної області. АОФ буде обчислювати ціну енергії балансування для зон торгів та / або LFC районів. У випадку, якщо між сусідніми районами не буде заторів, ціна буде однаковою в цих районах, зазначена до незавантажених ділянок. У разі виникнення заторів, відбудеться розкол цін (такий самий, як при зв'язку ринку на добу вперед). У разі виникнення заторів з часом, незавантажені ділянки можуть бути різними для кожного продукту. Розрахунок граничного ціноутворення враховуватиме різницю між різними процесами, отже, для кожного балансуемого товару ціна буде розраховуватися окремо для кожного циклу оптимізації. Залежно від процесу балансування, очікується, що цикл оптимізації варіюватиметься від секунд до 15 хвилин (тобто ISP).

## ВРЕГУЛЮВАННЯ ДИСБАЛАНСУ

Урегулювання дисбалансу є ключовим елементом балансуємих ринків. Це механізм фінансового врегулювання, спрямований на нарахування або виплату BRP за їх дисбаланси за кожен період врегулювання дисбалансу (ISP).

Загальні принципи розрахункових процесів мають на меті:

»Встановити адекватні економічні сигнали, що відображають ситуацію дисбалансу,

»Забезпечити врегулювання дисбалансів за ціною, яка відображає значення енергії в реальному часі,

»Стимулювати BRP дотримуватися рівноваги або допомагати системі відновити свій баланс,

»Сприяти гармонізації механізмів врегулювання дисбалансу,

»Уникати спотворення стимулів для BRP, BSP та ОСП,

»Підтримка конкуренції серед учасників ринку, і

»Стимулювання BSP для пропонування та забезпечення послуг балансування з підключенням ОСП.

»ОСП не повинні зазнавати економічних прибутків або збитків щодо фінансових результатів розрахунків:

»Дисбаланс з BSP,

»Балансування енергії з BSP, і

»Передбачуваний та ненавмисний обмін енергією з ОСП, завдяки процесам балансування.

Дисбаланс ціноутворення виникає протягом певного періоду, ISP. В Європейському Союзі в даний час країни застосовують ISP на 60, 30 та 15 хвилин. EBGL вимагає, щоб усі ОСП узгодили ISP до 2021 року, або

найпізніше до 2025 року, до ISP на 15 хвилин.

## ЄВРОПЕЙСЬКІ ПЛАТФОРМИ І ПРОЕКТИ ДЛЯ ОБМІНУ БАЛАНСУЮЧОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

EBGL передбачає реалізацію загальних Європейських платформ і, отже, гармонізацію процесів Європейського ринку балансування. Для кожного з процесів (IN, aFRR, mFRR та RR) EBGL вимагає розробку європейської платформи. Для того, щоб досягти цієї мети європейські ОСП встановили наступні реалізаційні проекти:

» Міжнародне співробітництво з управління мережею (IGCC) - для процесу балансування дисбалансу;

» Платформа для міжнародної координації автоматизованого відновлення частоти та стабільної роботи системи (PICASSO) - для процесу aFRR;

» Ініціатива резервів, задіяних вручну (MARI) - для mFRR-процесу;

» Транс-європейська біржа реставраційних резервів (TERRE) - для процесу RR.

В даний час названі платформи розробляються відповідно до необхідного графіку EBGL. Мета – знайти найефективніші рішення; тому оптимальна кількість платформ, оптимальна кількість суб'єктів для роботи функцій платформ та співпраця

між платформами регулярно переглядаються<sup>13</sup>.

## Тенденції розвитку світового ринку накопичення енергії можуть слугувати важливим кейсом для України

Вперше за майже десятиліття щорічні установки технологій накопичення енергії впали в порівнянні з аналогічним періодом минулого року в 2019 році. Постійна невизначеність на ключовому ринку зростання в Кореї у 2018 році, а також повільна активність у Європі та Сполучених Штатах спричинили нестабільний рік для зберігання. Події у 2019 році показали, наскільки крихким є зростання цих технологій, **оскільки вони продовжують сильно залежати від втручання політики за допомогою прямої підтримки або створення ринку.**

У всьому світі в 2019 році до систем електроенергетики було додано 2,9 ГВт накопичувальних потужностей - майже на 30% менше, ніж у 2018 році. Фактори цієї тенденції підкреслюють, наскільки зберігання залишається технологією на ранніх стадіях, присутньою лише на декількох ключових ринках і сильно залежить від політики підтримки.

В Європі Європейська Комісія сигналізує про рішучу довгострокову підтримку накопичення енергії. **Європейський пакет чистої енергії (CEP) визначив сховище як об'єкт, відокремлений від виробництва, передачі або**

<sup>13</sup> [https://www.entsoe.eu/network\\_codes/eb/#implement](https://www.entsoe.eu/network_codes/eb/#implement)

**навантаження, запобігаючи його подвійному оподаткуванню під час зарядки та розрядки.**

Більш позитивним є те, що в Європі були розпочаті пілотні проекти з вивчення нових додатків та ринків для накопичення: передавальні активи в Німеччині (Netzbooster) та Франції (Рінго), а також шляхом агрегації в Італії (UVAM) та Великобританії (від Powervault і Калуза).

Однак загалом показник встановлення потужностей накопичення енергії в Європі сповільнився на 40% у порівнянні з попереднім роком.

**Правила власності на накопичення енергії займають головне місце**

Правила, які регламентують, хто повинен володіти та експлуатувати накопичувальні активи, вже давно є джерелом суперечок на ринках електроенергії, і в 2019 році кількість ринків, що керують або переглядають ці норми, зросла. **Основна проблема полягає в тому, чи може сховище надавати послуги електричним мережам, включаючи відстрочку передачі та розподілу, а також послуги з гнучкості та балансування на ринках енергії та потужності.**

**Європейський СЕР**, затверджений у травні 2019 року, дозволяє операторам передавальної та розподільчої мережі володіти та експлуатувати сховища лише за виняткових обставин, які ще не були закріплені у національному законодавстві.

Китай також переглянув свої правила в 2019 році, і мережевими компаніям більше не дозволяється включати витрати на накопичення у свої збори за передачу та розподіл. Як результат, анонсування нових проектів було заморожено, а установки протягом року скоротились на третину. Ринок накопичення в Китаї зараз рухається в напрямку колокації сховищ та зменшення скорочення виробленої на місці енергії з відновлюваної енергії.

**США працюють над подальшим з'ясуванням ролі сховища.** Незалежний системний оператор Каліфорнії продовжує переглядати правила власності сховища; Незалежний системний оператор Середнього Заходу запросив дозвіл федерального регулятора використовувати сховище як альтернативу передачі; і ERCOT, Техаський оператор мережі, призначив внутрішню робочу групу для визначення сховища як сутності, окремої від генерації або навантаження.

**Інші юрисдикції активно планують розгортання сховищ у мережах:** у Німеччині безліч проектів за програмою Netzbooster оцінюватиме сховище як передавальний актив, а аналогічна програма у Франції (Рінго) отримала схвалення регуляторів для початку розробки в 2020 році.

В Австралії мережевими компаніям дозволяється володіти активами накопичення за певних умов, а в Чилі національний закон був змінений, щоб дозволити сховищам служити посиленням мережі передачі в надзвичайних випадках.

**Накопичення енергії зберігає сильну залежність від сприятливих, стабільних політичних умов**

Накопичення було недостатньо ефективним у 2019 році, головним чином через невизначеність та повільний прогрес у встановленні правил та норм щодо його розгортання та використання.

**Пряма підтримка накопичення через мандати та політику залишається найпоширенішим варіантом стимулювання розгортання, але більший акцент слід зробити на забезпеченні прозорості та відкритості нормативних актів, а також на розвитку ринків потужності, гнучкості та допоміжних послуг, щоб сховище могло конкурувати з іншими технологіями та заходами.**

Досвід 2019 року показує, що сховище диверсифікується на нові ринки та додатки. Ключовими силами стають розгортання під керівництвом споживачів, зумовлене стійкістю (Каліфорнія, Японія), проз'юмеризмом (Австралія, Німеччина) та іншими факторами.

Тим не менше, роль сховища в мережах залишається спірним питанням, і нормативні акти повинні розвиватися, щоб відображати його нові функції, включаючи використання гнучкості від агрегації споживачів або перевантажень мережі<sup>14</sup>.

## **ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ**

**Покласти гнучкість, а не окремі технології в основу розробки політики**

Щоб оцінити економіку та потенціал, а також визначити пріоритети потреб у НДДКР та адекватно розробити підтримку політики, технології накопичення слід розуміти в контексті послуг та програм, які вони надають. Вони варіюються від відновлення роботи мережі внаслідок відключення електроенергії до забезпечення операційних резервів або відстрочки інвестицій у нові лінії електропередач.

Однак накопичення є лише одним із набору варіантів для забезпечення гнучкості енергетичної системи. Отже, першим кроком належної оцінки є проведення системного дослідження вимог до гнучкості, яке порівнює обсяг накопичення та інші варіанти, такі як реагування на попит, модернізація електростанцій, заходи інтелектуальної мережі, що покращують електромережі та інші технології, що підвищують загальну гнучкість.

Накопичення акумуляторів не завжди може бути найпривабливішим варіантом, і тривалий час виконання інших конкурентноздатних технологій накопичення свідчить про те, що навіть якщо інвестиційних сигналів для гнучкості в даний час бракує, критично важливо оцінити потенціал країни та регіону, які будуть актуальними у довгостроковій перспективі.

<sup>14</sup> <https://www.iea.org/reports/energy-storage>



## **Продовжувати переглядати стан накопичення в нормативних рамках**

Чіткі та прозорі нормативні рамки необхідні для визначення послуг, які можуть надавати регульовані оператори передачі та розподілу, щоб уникнути конкуренції з виробниками електроенергії.

Ключовою проблемою є право власності на сховище: на багатьох ринках сховище вважається активом генерації, а системні оператори (як для передачі, так і для розповсюдження) не мають права володіти пристроями накопичення. Це суттєвий бар'єр для відстрочки передачі та розподілу, одне з найбільш цінних додатків для накопичення.

## **Розширити роль сховища на ринках допоміжних послуг та ринках гнучкості**

Бізнес-справи для накопичення можуть бути складними і, як правило, нежиттєздатними за застарілих ринкових та нормативних умов.

Досвід у Сполучених Штатах, Європі та Австралії показав, що винагорода за те, як швидко або як часто реагують системні активи - або зменшення регуляторних бар'єрів, щоб зробити накопичення частиною допоміжних послуг - може допомогти розробникам монетизувати вартість зберігання електроенергії. Економіка накопичення значно покращується завдяки «накопиченим» перевагам, тобто об'єднанню декількох енергетичних програм.

## **Визначити пріоритети для найбільш доступних програм**

Хоча це не завжди є оптимальним з огляду на витрати для системи, співставлення відновлюваних джерел та сховищ може бути другим найкращим варіантом для розгортання гнучкості системи.

Уряди та комунальні підприємства повинні постійно вдосконалювати свої механізми планування, щоб забезпечити оптимальне розміщення відновлюваних джерел енергії та не запобігати необхідності накопичення енергії.

## **ЧАСТИНА 2.**

### **ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ СОНЯЧНОЇ ТА ВІТРОВОЇ ГЕНЕРАЦІЇ В УКРАЇНІ З ВРАХУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНИХ КРИТЕРІЇВ (НЕЦУ)**

Ключовим елементом Європейського зеленого курсу є декарбонізація енергетики, яка відповідальна за 3/4 викидів парникових газів в ЄС. Енергетичний перехід з метою досягнення кліматичної нейтральності ЄС до 2050 року базується на розвитку ВДЕ, які мають стати основою майбутньої європейської енергосистеми та замінити традиційні види енергетики.

Як у ЄС так і в світі загалом прогнозується посилення домінування сонячної та вітрової енергетики. Очікується, що до 2050 р. більше 2/3

світової генерації електроенергії припадатиме на ці два види генерації, а їх частка в енергосистемі ЄС становитиме 70 %<sup>15</sup>. Саме ці два види генерації мають забезпечити кліматичну нейтральність майбутньої енергетики.

Україна не може залишатися осторонь світових та європейських трансформацій. До цього, зокрема, спонукають зобов'язаннями згідно Угоди про асоціації та ініціативи Східного партнерства, заяви представників української влади щодо приєднання до Європейського зеленого курсу.

Презентований Мінекоенерго на початку 2020 р. проект Концепції «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року<sup>16</sup>, який позиціонувався як «Український зелений курс», передбачає збільшення частки ВДЕ до 2050 р. до 70%. Зміна в енергосистемі країни згідно концепції має відбутися шляхом повного заміщення вугільних теплових електростанцій (ТЕС) сонячною та вітровою генерацією та електростанціями на біомасі у поєднанні із запровадженням нових високоманеврових генеруючих потужностей. Такі амбітні цілі наближають Україну до європейських трендів, але їх досягнення передбачає повну перебудову вітчизняного енергосектору, який, не зважаючи на всі попередні зусилля, знаходиться лише на початку трансформації.

Виробництво електроенергії в Україні зосереджено на атомних (54%) та вугільних (34%) електростанціях. Проектний термін експлуатації енергоблоків АЕС України становить 30 років, і 10 із 15 енергоблоків уже працюють понад проектний термін. Вугільна генерація перебуває у ще гіршому стані. Більшість ТЕС в Україні побудовані 60-70 років тому, а окремі — ще у 30-х роках минулого століття. За результатами дослідження британського аналітичного центру Carbon Tracker, у 2018 році Україна стала лідером серед країн світу з найбільш неефективною і найдорожчою тепловою генерацією. Розвиток ВДЕ (сонячної та вітрової генерації) видається доцільним не лише з екологічних критеріїв, але й з економічних, якщо береться до уваги вартість атомної електроенергії повного циклу чи модернізації об'єктів теплогенерації для їх приведення до сучасних екологічних стандартів.

Ухвалений у 2014 р. Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року<sup>17</sup> містив індикативну ціль щодо частки енергії з відновлюваних джерел у валовому кінцевому обсязі споживання енергії у 2020 році – 11%. До цієї, не надто амбітної цілі, вдалося наблизитись лише у 2019 р. внаслідок зведення 4500 МВт нових потужностей ВДЕ. Це забезпечило збільшення загальної потужності «чистої» електроенергетики в 2019 р. відразу у 3 рази – до 6,8 ГВт<sup>18</sup>, а станом на 01.10.2020 – до 7,485 ГВт<sup>19</sup>. Нові

<sup>15</sup> Energy Transition Outlook 2020

<sup>16</sup> <https://mepr.gov.ua/news/34424.html>

<sup>17</sup> <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80#Text>

<sup>18</sup> <http://saee.gov.ua/uk/news/3287>

<sup>19</sup> <https://www.nerc.gov.ua/?id=50471>

генеруючі потужності практично повністю представлені сонячними та вітровими станціями, що відображує загальні світові і європейські тенденції. Зокрема, в 2019 р. їх частка у секторі ВДЕ становила 98 %. Зокрема, було введено:

- 3537 МВт СЕС (78,5%);
- 637 МВт ВЕС (14,1%);
- 243 МВт СЕСд (5,4%);
- 15 МВт мініГЕС (0,33%);
- 73 МВт із використанням біомаси/біогазу (1,6%).

Проте навіть відносно незначний прогрес у секторі ВДЕ оголив проблему відсутності стратегії розвитку сонячної і вітрової енергетики в країні, яка б могла окреслити масштаби та рамки розвитку цих видів ВДЕ, забезпечити їх «зелене» майбутнє – без шкоди для довкілля. Натомість, такі кейси, як проект будівництва вітростанції на полонині Боржава<sup>20</sup>, яскраво демонструють наслідки ігнорування екологічних вимог у секторі ВДЕ в умовах відсутності необхідного нормативного врегулювання.

Враховуючи значний потенціал у розвитку сонячної і вітрової енергетики, очікуваний приріст їх встановлених потужностей, Україна потребує невідкладного врегулювання екологічних критеріїв розвитку ВДЕ, що буде сприяти як збалансованому розвитку сектору, так і енергетичному переходу країни. Серед іншого, такі критерії мають враховувати

необхідність створення балансуючих потужностей як невід'ємної складової переходу України на ВДЕ.

## СТАН ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ КРИТЕРІЇВ ДЛЯ ВДЕ В УКРАЇНІ

### Досягнення

Ключовими досягненнями у запровадженні екологічних критеріїв для ВДЕ стали ухвалення в рамках виконання зобов'язань згідно Угоди про асоціацію Законів України «Про оцінку впливу на довкілля»<sup>21</sup> (ОВД) та «Про стратегічну екологічну оцінку»<sup>22</sup> (СЕО). Вони дозволили запровадити більш прозорий механізм екологічних оцінок загалом та зокрема в секторі ВДЕ.

Закон про ОВД, введений в дію у грудні 2017 р., сприяв розкриттю інформації про проекти вітроелектростанцій та забезпечив вільний доступ до матеріалів оцінки впливу на довкілля через Єдиний реєстр з ОВД. Було створено умови для громадського та експертного аналізу проектів, виявлення їх недоліків та ризиків, можливості надання зауважень та пропозицій. Дозвільним документом, яким став Висновок з ОВД, державою встановлюються екологічні умови до їх впровадження, які є обов'язковими до виконання. Також передбачено запровадження післяпроектного моніторингу, що направлено на виявлення фактичних впливів проектів, управління такими впливами. Згідно закону десятки різномасштабних проектів будівництва

<sup>20</sup> <https://ekosphera.org/4/>

<sup>21</sup> <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text>

<sup>22</sup> <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2354-19#Text>

вітростанцій вже пройшли процедуру оцінки впливу на довкілля. Проекти сонячних електростанцій цим законом не регламентуються.

Закон про СЕО, введений у дію у жовтні 2018 р., передбачає проведення стратегічної екологічної оцінки для документів державного планування. Проте згадана відсутність стратегій розвитку видів ВДЕ не дозволила застосувати механізми даного закону для визначення шляхів розвитку сектору. Водночас, відповідно до Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності»<sup>23</sup>, містобудівна документація підлягає стратегічній екологічній оцінці в порядку, встановленому Законом про СЕО. На практиці це визначило розробку звітів з СЕО проектів детальних планів територій для будівництва сонячних та вітрових станцій, які передують проектам будівництва.

### Прогалини

Не дивлячись на певні, навіть фундаментальні, досягнення, можна стверджувати, що наразі існує достатньо прогалин у запровадженні екологічних критеріїв для ВДЕ в Україні. Це негативно впливає на розвиток сектору, зокрема створює умови для непрозорої конкуренції внаслідок нехтування вимогами до захисту довкілля, заходами з уникнення, мінімізації та компенсації екологічних впливів. Ключовими прогалинами, в порядку їх значимості, можна вважати відсутність:

- національних стратегій розвитку ВДЕ, загалом та зокрема вітрової та сонячної енергетики як ключових складових сектору. Результатом є хаотичний розвиток сектору ВДЕ – без стратегічних оцінок впливу на довкілля – та неможливість передбачити та уникнути сукупний негативний вплив; не завжди оптимальне використання земельних ресурсів, що є ключовими для реалізації проектів.

- вимоги проходження процедури ОВД для проектів сонячної енергетики. Проекти сонячних електростанцій мають не менший вплив на довкілля, ніж вітрова генерація. Відсутність зобов'язань проходження процедури ОВД фактично залишає ці проекти без достовірних оцінок та публічного обговорення. Розробка матеріалів оцінки впливу на довкілля (ОВД) у складі проектної документації не замінює процедуру ОВД та не забезпечує дотримання вимог, які нею передбачені. Ймовірно, що вибуховий приріст потужностей сонячних електростанцій в 2019 р. обумовлений саме відсутністю необхідності проходження процедури ОВД, а його наслідком можуть стати суттєві негативні впливи на довкілля в місцях концентрації сонячних електростанцій.

- затверджених методик розробки звітів з СЕО та ОВД будівництва сонячних та вітрових станцій. За умови відсутності обов'язкових вимог до рівня деталізації інформації, методів дослідження та прогнозування, переліку впливів, що

<sup>23</sup> <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17>



мають бути враховані тощо відкривається вікно для неповних або навіть недостовірних оцінок у звітах з СЕО чи ОВД. Також створюються умови для уникнення екологічних вимог до проектів завдяки відсутності висвітлення об'єктивної інформації про стан довкілля.

- експертних комісій з оцінки впливу на довкілля, передбачених Законом про ОВД. Зволікання з запровадженням інституту експертних комісій сприяє низькому рівню підготовки звітів з ОВД, що призводить до профанації процедури ОВД в окремих проектах, що є особливо актуально для проектів, що не проходять незалежної експертизи міжнародними фінансовими установами.

- єдиного відкритого реєстру СЕО. Досвід впровадження Єдиного реєстру з ОВД довів ефективність такого підходу. Реєстр забезпечив зручний доступ до матеріалів ОВД, відкрив можливості громадськості впливати на довкілля загрозові проекти, деякі з яких були зупинені саме завдяки доступу до інформації через відкритий реєстр. Інформація про СЕО, хоча й оприлюднюється на сайтах органах влади, є розрізною та розкиданою на сотнях ресурсів, несистематизованою, подекуди неповною. Відсутня можливість оприлюднення зауважень та пропозицій громадськості та інформації про їх врахування. В результаті, вплив громадськості на процедуру СЕО є значно нижчим ніж у

випадку з ОВД, що, на фоні відсутності встановлених вимог до звітів та необхідності їх експертної оцінки, нівелює вплив СЕО за незначними виключеннями. Зокрема це позначається і на відсутності встановлення екологічних критеріїв до проектів відновлюваної енергетики. Звіти з СЕО, які згідно вимог мають містити визначення, опис та оцінювання наслідків для довкілля, виправдані альтернативи, заходи із запобігання, зменшення та пом'якшення можливих негативних наслідків, в реальності здебільшого обмежуються загальними орієнтовними оцінками.

#### **РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВРАХУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ КРИТЕРІЇВ ПРИ РОЗВИТКУ ВДЕ В УКРАЇНІ**

Згідно оприлюднених оцінок<sup>24</sup> потенціал вітроенергетики України оцінюється в 16 ГВт, а сонячних наземних станцій – 90 ГВт до 2050 р. Водночас розвиток технологій, зокрема зростання потужностей вітроелектрогенераторів з 2,0–2,5 МВт до 4–6 МВт і більше, свідчить про ще більші можливості ВДЕ в Україні. Розвиток ВДЕ в таких масштабах, навіть незважаючи на значно менші екологічні впливи порівняно з традиційною енергетикою – атомною та теплоенергетикою, визначає нові масштабні впливи на довкілля, які, при відсутності необхідних процедурних запобіжників, потенційно можуть мати руйнівні наслідки для екосистем.

<sup>24</sup> «Перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року» / О. Дячук, М. Чепелев, Р. Подолець, Г. Трипольська та ін. ; за

заг. ред. Ю. Огаренко та О. Алієвої // Пред-во Фонду ім. Г. Бюлля в Україні. – Київ : Вид-во ТОВ «АРТ КНИГА», 2017. – 88 с.

Розвиток сонячної енергетики, а саме будівництво промислових СЕС, потребуватиме сотень тисяч гектар земельних ресурсів. Згідно оприлюднених матеріалів оцінки впливу на довкілля сонячних електростанцій, необхідна<sup>2526</sup> площа земель для їх встановлення складає близько 2 га на 1 МВт встановленої потужності. Отже, потенційно потреба в земельних ресурсах для розвитку сонячної енергетики до 2050 року може скласти до 200 тис. га. Використання земель в таких масштабах несе ризики значних втрат середовищ існування різних видів флори і фауни, руйнування екосистем, вилучення і деградацію родючих ґрунтів тощо. У разі розміщення СЕС над водною поверхнею, зокрема в межах дніпровських водосховищ, виникають ризики для водних екосистем, що спричинено зміною інсоляції, можливим забрудненням тощо.

Вітрові електростанції не потребують вилучення таких масштабних площ земель як у випадку сонячних, хоча також займають значні території. Їх основним впливом на довкілля є вплив на орнітофауну (птахів), тому бурхливий розвиток вітроенергетики, насамперед на півдні України, де пролягають основні міграційні коридори та фіксуються сезонні скупчення птахів, потребує системного узгодження. Потенційні ризики ВЕС несуть також для кажанів. Небезпеку представляє шумовий вплив та стробоскопічний ефект тощо.

Запланований приріст генерації ВДЕ вимагає відповідного збільшення

балансуючих потужностей. Це, зі свого боку, вимагатиме визначення доцільних, ефективних та екологічно безпечних технологій маневрування та балансування та врахування їх впливів на довкілля при оцінці програм та проектів сонячної та вітрової генерації. Тому розвиток ВДЕ має підкріплюватися розвитком екологічно допустимих технологій балансуючих потужностей.

Отже, сонячна та вітрова енергетика, а також балансуючі потужності необхідні для їх запровадження, потребують встановлення чітких та прозорих екологічних критеріїв для забезпечення їх сталості та довкілля безпеки, що дозволить їх розглядати як дієву складову зеленого переходу чи частину так званого українського Green Deal.

Екологічні оцінки (СЕО та ОВД) програм та проектів в сфері ВДЕ мають базуватися на екосистемному підході, що дозволяє визначити та оцінити зміни в екосистемах, комплексно оцінити вплив відповідних програм та проектів. Для кожного виду ВДЕ та балансуючих потужностей необхідно розробити методичні вказівки для розробки звітів з СЕО та ОВД, визначити допустимості технологій використання ВДЕ, принципів розміщень їх об'єктів, встановити та законодавчо закріпити екологічні вимоги та обмеження. Вплив на довкілля як об'єктів ВДЕ, так і балансуючих потужностей, має бути оцінений на всіх етапах розвитку проектів: вибору місця розташування

<sup>25</sup> <http://eia.menr.gov.ua/uk/case/id-2456>

<sup>26</sup> <http://eia.menr.gov.ua/uk/case/id-1840>

та технологій, будівництва, експлуатації, виведення з експлуатації.

Прозора система екологічних оцінок розвитку ВДЕ має сприяти не лише росту зеленої генерації, але й відповідному заміщенню найбільш небезпечних та шкідливих видів енергетики. Подібний системний підхід до оцінки впливу на довкілля відновлюваної та балансуючої енергетики може внести суттєві зміни у державні плани розвитку сектору ВДЕ та його значення для трансформації енергосистеми, зокрема позначитися на темпах росту, розрахункових капіталовкладеннях в галузь, інвестиційній привабливості, термінах окупності, собівартості тощо.

## ІНФОРМАЦІЯ ПРО ЄУЕА ТА НЕЦУ

**Європейсько-українське енергетичне агентство (ЄУЕА)** – це незалежна неприбуткова організація, відкрита для всіх учасників ринку енергоефективності та відновлюваної енергетики України, які мають на меті конструктивно співпрацювати з компаніями-однодумцями. ЄУЕА об'єднує відомих міжнародних та національних українських інвесторів загальною сумою інвестицій у понад 3,5 млрд. євро у сектор відновлюваної енергетики в Україні для будівництва понад 2,7 ГВт електростанцій з відновлюваних джерел, використовуючи сонце, вітер та біомасу.

Пріоритетними напрямками діяльності ЄУЕА є Енергоефективність (з підгрупами в секторі будівництва, централізованого тепlopостачання, промисловості та енергії з відходів), Біоенергетика (включаючи біомасу та біогаз), Вітрова та Сонячна енергетика, «Розумні Мережі», Проектне фінансування та Договір про Енергетичне Співтовариство.

Засноване у 2009 році, ЄУЕА стало ефективною платформою для реалізації масивного потенціалу енергозбереження та відновлюваної енергетики, шляхом співпраці з діловою спільнотою України, державними органами влади та з іншими ключовими гравцями ринку.

**Національний екологічний центр України (НЕЦУ)** – одна з перших екологічних громадських неприбуткових організацій національного рівня, зареєстрованих у незалежній Україні. Заснований 30 серпня 1991 р., має 20 територіальних підрозділів по всій Україні.

НЕЦУ має на меті створення здорового довкілля та поліпшення якості життя людей в Україні, намагається донести позиції фахівців щодо захисту довкілля до посадовців, які приймають рішення у різних галузях господарства. Значна частка роботи НЕЦУ пов'язана зі збереженням природи України шляхом створення нових природоохоронних об'єктів та відстоювання недоторканності існуючих.

НЕЦУ також намагається вплинути на енергетичну політику, розуміючи, що саме новітні підходи до розбудови енергетичного сектора можуть створити умови для розвитку країни без негативних наслідків для довкілля. НЕЦУ відстоює позицію, що кошти платників податків не повинні використовуватися на будівництво об'єктів зі значним негативним впливом на населення та довкілля, і намагається вплинути на рішення про фінансування проектів міжнародними фінансовими організаціями.



Українська національна платформа Форуму громадянського суспільства Східного партнерства (<http://eap-csf.org.ua/>) – це мережа з понад 140 громадських організацій України, що відстоює українські інтереси у рамках Східного партнерства. Платформа є частиною Форуму громадянського суспільства Східного партнерства (ФГС СхП).

Форум громадянського суспільства Східного партнерства (<https://eap-csf.eu/>) - унікальна багаторівнева регіональна платформа громадянського суспільства, спрямована на просування європейської інтеграції, сприяння реформам та демократичним перетворенням у шести країнах Східного партнерства - Вірменії, Азербайджані, Білорусі, Грузії, Молдові та Україні. Будучи громадським елементом СхП, ФГС СхП намагається

посилити громадянське суспільство у регіоні, підвищити рівень плюралізму у публічному дискурсі та політиці шляхом сприяння демократії участі та фундаментальним свободам. ФГС СхП - це позапартійна добросовісна неурядова організація.

Ця публікація була підготовлена у рамках проекту «Підтримка діяльності УНП ФГС СхП», який реалізує Інститут економічних досліджень та політичних консультацій за фінансової підтримки Європейського Союзу. Зміст цієї публікації є виключною відповідальністю Європейсько-українського енергетичного агентства (EUEA) і жодним чином не відображає точку зору Європейського Союзу чи Інституту економічних досліджень та політичних консультацій.

“Розвиток відновлюваної енергетики та створення балансуючих потужностей – аналіз викликів для стійкості енергосистеми України в розрізі досягнення енергетичних та кліматичних цілей” ініціатива в рамках проекту «Підтримка діяльності Української національної платформи Форуму громадянського суспільства Східного партнерства (ФГС СхП)», який адмініструє Інститут економічних досліджень та політичних консультацій, що фінансується Форумом громадянського суспільства Східного партнерства та Європейською Комісією.

Метою ініціативи є аналіз можливостей розвитку балансуючих потужностей як ключової умови «Зеленого» переходу України та збільшення частки відновлюваної енергетики і надання якісних рекомендацій галузевим стейкхолдерам для вирішення причини сучасної кризи у розвитку ВДЕ.