



Razumkov
centre

ДЕКАРБОНІЗАЦІЯ УКРАЇНСЬКОЇ ЕНЕРГЕТИКИ (ЕКОНОМІКИ): вплив російської агресії, амбітні цілі та потенційні можливості для України в післявоєнний період

Видання підготовлене за сприяння
Представництва Фонду Ганнса Зайделя в Україні

Київ-2022

ДЕКАРБОНІЗАЦІЯ УКРАЇНСЬКОЇ ЕНЕРГЕТИКИ (ЕКОНОМІКИ): вплив російської агресії, амбітні цілі та потенційні можливості для України в післявоєнний період

Керівник проекту – Володимир ОМЕЛЬЧЕНКО

Автори доповіді: Володимир ОМЕЛЬЧЕНКО, Світлана ЧЕКУНОВА,
Максим БІЛЯВСЬКИЙ, Тетяна ХИТРИК, Андрій КОНЕЧЕНКОВ,
Михайло МІЩЕНКО, Данило ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ

У виданні міститься інформаційно-аналітична доповідь, що складається із шести розділів. У кожному розділі наведені результати дослідження різноманітних механізмів декарбонізації української енергетики (економіки) з урахуванням міжнародного досвіду. Аналізується вплив російської агресії на досягнення Україною кліматичних зобов'язань у рамках Паризької кліматичної угоди. Розглянуто проблеми функціонування існуючої в Україні моделі ринку електричної енергії у контексті залучення інвестицій в розвиток енергетичної інфраструктури для забезпечення переходу до вуглецево-нейтральної енергетики (економіки). Наведені рекомендації щодо створення належних нормативно-правових умов для досягнення цілей зниження викидів парникових газів відповідно до Другого національно визначеного внеску.

Видання орієнтовано на широке коло читачів: урядовців, експертів, наукових працівників, викладачів і студентів.

Думки, висловлені в цьому виданні, не обов'язково відбивають позицію чи схвалюються грантодавцем.

У разі використання матеріалів, посилання на видання є обов'язковим.

Усі фотоматеріали, вміщені в цьому виданні, взяті із загальнодоступних джерел.

ЗМІСТ

6 ВСТУП

9 I. РУХ УКРАЇНИ ДО ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИКИ В КОНТЕКСТІ ДОСВІДУ ЄС

- 9 Поточний стан, врахування головних трендів щодо декарбонізації у країнах ЄС
- 15 Декарбонізація енергетичного сектору України
- 16 Вуглецевий податок
- 19 Декарбонізація вугільного сектору
- 20 Електротранспорт
- 21 Енергоефективність
- 23 Довкілля. Вуглецевий слід війни
- 24 Проекти кліматичних документів
- 24 Висновки

26 II. УДОСКОНАЛЕННЯ ДІЮЧОЇ МОДЕЛІ РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЯК СИСТЕМНОЇ ПРОБЛЕМИ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИКИ

- 27 Покладання спеціальних обов'язків
- 28 Встановлення ринкових тарифів
- 29 Інтеграція з ENTSO-E
- 32 Ринок на добу наперед і внутрішньодобовий ринок
- 34 Регламент ЄС про цілісність і прозорість
оптового енергетичного ринку
- 37 Несприятливі чинники для ринку електроенергії
- 37 Висновки

40 III. ДРУГИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ВИЗНАЧЕНИЙ ВНЕСОК: ПРОБЛЕМИ РЕАЛІЗАЦІЇ

- 41 Міжнародний вимір боротьби із кліматичними змінами
- 47 Вплив російської агресії на енергетичну політику ЄС
- 50 Перспективи реалізації Україною цілей НВБ2 у післявоєнний період
- 56 Збільшення амбіцій стосовно декарбонізації
- 58 Висновки



61	IV. ГАРМОНІЗАЦІЯ ПЛАНІВ ПЕРСПЕКТИВНОГО РОЗВИТКУ СЕКТОРУ ВДЕ З ОЕС УКРАЇНИ
61	Динаміка розвитку сектору ВДЕ та вплив агресії РФ
67	Вплив російської агресії
69	Інвестиційна конференція в Лугано в контексті розвитку ВДЕ
73	Зв'язок перспектив сектору ВДЕ із розвитком ОЕС
76	Проблема дефіциту маневрових потужностей
79	Експорт/імпорт електроенергії
83	Висновки
85	V. ФОРМУВАННЯ НОВОГО ПРОФІЛЮ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ В ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД У КОНТЕКСТІ ЗДІЙСНЕННЯ ПЕРЕХОДУ ДО БЕЗВУГЛЕЦЕВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ
85	Вплив розвитку енергетичної галузі на ВВП
88	Газовий сектор — базис переходу до безвуглецевої енергетики
106	Декарбонізація, децентралізація, диверсифікація та діджиталізація — стратегічні орієнтири післявоєнного відновлення України
118	Висновки
119	VI. МАЙБУТНЄ ВОДНЕВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ
119	Аналіз планів розвитку та нормативно-правового забезпечення в ЄС та Україні
129	Оцінка технологій, економічної привабливості та шляхів фінансування
146	Висновки
148	РЕКОМЕНДАЦІЇ
154	ПРОБЛЕМИ УКРАЇНСЬКОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ В УМОВАХ РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ ЗА ОЦІНКАМИ ЕКСПЕРТІВ
159	DECARBONISATION OF THE UKRAINIAN ENERGY SECTOR (ECONOMY): impact of the Russian aggression, ambitious goals and potential opportunities for Ukraine in the post-war period

ДЕКАРБОНІЗАЦІЯ УКРАЇНСЬКОЇ ЕНЕРГЕТИКИ (ЕКОНОМІКИ): вплив російської агресії, амбітні цілі та потенційні можливості для України в післявоєнний період

Метою проекту є сприяння визначенню оптимального шляху для виконання Україною взятих міжнародних зобов'язань щодо декарбонізації енергетики (економіки) з урахуванням особливостей енергоміксу України, її фінансових можливостей та наслідків російсько-української війни.

Першочерговим завданням є оцінка ефективності визначених в Україні заходів для досягнення цілей декарбонізації енергетики (економіки) України з урахуванням наслідків військових дій, які призвели до знищення (пошкодження) енергетичної інфраструктури та погіршення екологічної ситуації у країні. Також невідкладно слід визначити шляхи відбудови та модернізації енергетичної системи України за рахунок впровадження новітніх технологій, створення сприятливого середовища для інвестицій, удосконалення моделі ринку електричної енергії, підвищення потенціалу зростання сектору ВДЕ та додавання вуглецево-нейтральних видів палива, таких як водень, до енергоміксу, розроблення національної системи торгівлі викидами, підвищення енергоефективності.

На базі європейського досвіду у сфері протидії зміні клімату та «зеленого» переходу, а також з урахуванням зовнішніх викликів (СВАМ) та впливу на енергетичний сектор військових дій пропонується комплекс рекомендацій щодо декарбонізації енергетики (економіки) для забезпечення сталого виробництва енергії, енергетичної безпеки та економічного відновлення.

ВСТУП

Декарбонізація енергетичного сектору є пріоритетним завданням для України, яка прагне енергетичної незалежності та виконує свої міжнародні зобов'язання, пов'язані зі зміною клімату, згідно з Угодою про асоціацію між Україною та ЄС (2014р.) та Паризькою угодою (2016р.). Країна може використати переваги декарбонізації, щоб сприяти розвитку чистого та сталого виробництва енергії, зміцненню енергетичної безпеки та забезпеченню економічного відновлення у поствоєнний період.

Україна стикається з одним із найбільших викликів, пов'язаних зі зміною клімату, багато зусиль докладено для того, щоб економіка України більше не була однією з найбільш вуглецеємних в Європі. Але до початку війни відбулися позитивні зрушення у напрямі вуглецевої нейтральності. На шляху до декарбонізації енергетики (економіки) є чимало викликів, неймовірних втрат зазнала інфраструктура внаслідок військових дій, спостерігаються викривлення в роботі ринку електроенергії¹.

Україна задекларувала свої європейські прагнення. Оскільки Європа рухається до своєї мети — стати першим кліматично нейтральним континентом у світі до 2050р. (A European Green Deal² — Європейська зелена угода), Україна оголосила про намір співпрацювати з ЄС у напрямі переходу до зеленої енергії та прийняла Концепцію³ переходу до зеленої енергії до 2050р. Національною економічною стратегією України до 2030р.⁴ передбачено, що до 2060р. Україна має досягти вуглецевої нейтральності.

З цієї метою в Україні зусилля були зосереджені на створенні механізму залучення інвестицій та фінансування для різноманітних проектів і технологій, які б сприяли енергетичному переходу. Співпраця із західними

¹ Більш детально цю тему досліджено в розділах 1, 2 цієї доповіді.

² A European Green Deal, striving to be the first climate-neutral continent. — European Commission, https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en.

³ Концепція «зеленого» енергетичного переходу України до 2050р., <https://mepr.gov.ua/news/34424.html>.

⁴ Національна економічна стратегія 2030, <https://nes2030.org.ua>.

партнерами сприяла не лише залученню необхідних фінансових ресурсів, але й використанню досвіду, щоб поєднати передові технології та відновлювані джерела енергії для досягнення цілей з нейтральним викидом вуглецю.

Враховуючи поточний фінансово-економічний стан та наслідки військового вторгнення в Україну, необхідно визначити гнучкі джерела генерації, які можуть доповнити зростаючу кількість відновлюваних джерел енергії в енергетичному міксі країни та додати в енергетичний мікс майбутні види палива, такі як водень і синтетичне паливо.

Основні чинники, що формують поступ до вуглецевої нейтральності, включають законодавчо визначений курс України на інтеграцію до єдиного енергетичного співтовариства ЄС та набуття статусу кандидата на членство в ЄС. Українським чинником є вимога українського суспільства забезпечити «чисті» джерела енергії для майбутніх поколінь.

Україна є стороною Паризької угоди (2016р.), учасником переговорного процесу в рамках РКЗК ООН; Додатка I до РКЗК ООН з 1997р.; стороною Додатка В до Кіотського протоколу з 2004р.; країна приєдналася до Договору про заснування Енергетичного Співтовариства з 2010р.

Ще одним свідченням відданості України боротьбі зі зміною клімату та досягненню цілей щодо скорочення викидів у рамках Паризької угоди є Другий національно визначений внесок (НВВ-2). Другий НВВ спрямований на скорочення викидів парникових газів на 65% до 2030р. (порівняно з 1990р.), що вимагатиме трансформації секторів електроенергетики, теплопостачання, транспорту, сільського господарства, лісового господарства, промисловості, управління відходами та житлового сектору⁵.

Відновлювані джерела енергії (ВДЕ) та водень в Україні можуть відіграти головну роль у досягненні цілей декарбонізації. Зі збільшенням використання ВДЕ мережа має бути гнучкою, щоб реагувати на переривчастий характер відновлюваної енергії. Регулюючі органи

⁵ Більш детально цю тему досліджено в розділі 3 цієї доповіді.



та комунальні підприємства повинні мати чітку стратегію для гнучких генеруючих станцій, щоб додати їх до складу генерації⁶.

Діджиталізація енергетичного сектору є невід'ємною складовою декарбонізації⁷. Розумні електромережі повинні впоратися зі змінними факторами, що впливають на процес виробництва електроенергії, і забезпечити оптимальну роботу об'єктів ВДЕ. Розроблення систем прогнозного обслуговування активів забезпечує моніторинг продуктивності обладнання в режимі реального часу, дозволяючи краще прогнозувати, пом'якшуючи дорогі відключення та інші збої обладнання в усіх системах, а також подовжуючи життєвий цикл обладнання.

У середньостроковій перспективі необхідно продовжити поступове виведення з експлуатації ТЕС та реконверсію вугільних регіонів. Виконання Національного плану скорочення викидів від великих спалювальних установок (НПСВ) може бути реалізовано невідкладно, за умови завершення військових дій та проведення технічного аудиту вцілілих об'єктів.

Очікуваним результатом декарбонізації енергетики є перехід до енергосистеми, яка передбачає використання джерел енергії з низьким вмістом вуглецю, розбудову джерел чистої електричної й теплової енергії, підвищення енергоефективності та енергозбереження в усіх секторах економіки та на об'єктах житлово-комунальної інфраструктури, а також стимулювання електромобільності й використання більш екологічних моторних видів палива у секторі вантажних та пасажирських перевезень.

⁶ Більш детально ці теми досліджені в розділах 4, 6 цієї доповіді.

⁷ Питання перспектив декарбонізації нафтогазового сектору та майбутнього української ГТС більш детально досліджені у розділі 5 цієї доповіді.

I. РУХ УКРАЇНИ ДО ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИКИ В КОНТЕКСТІ ДОСВІДУ ЄС

Неспровоковане вторгнення Росії в Україну призвело до уповільнення процесу поступової відмови в ЄС від викидів вуглецю в найближчій перспективі, щоб запобігти ризику дефіциту поставок енергоресурсів. Здійснюється перегляд політики щодо поступової відмови від вуглецю та збільшення частки відновлюваної енергії.

ПОТОЧНИЙ СТАН, ВРАХУВАННЯ ГОЛОВНИХ ТРЕНДІВ ЩОДО ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ У КРАЇНАХ ЄС

Нещодавно країни G7 взяли на себе кілька кліматичних зобов'язань¹: відмовитися від вугілля до 2030р.; декарбонізувати свої енергетичні сектори до 2035р.; збільшити державні інвестиції у відновлювані джерела енергії та припинити державне фінансування будь-яких закордонних проектів використання викопного палива до кінця 2022р.

Але із загостренням енергетичної боротьби між Росією та Європою поступ до кліматичної нейтральності помітно уповільнився. Ринки відреагували різким зростанням цін на енергоносії в Європі. Це потребує значних інвестицій в інфраструктуру, соціальної підтримки домогосподарств і підприємств, а також політичного та дипломатичного капіталу.

Війна Росії проти України пригальмувала зусилля щодо скорочення викидів парникових газів. Зіткнувшись з дефіцитом нафти та газу деякі

¹ G7 commit to «predominantly» decarbonize electricity by 2035, <https://www.cleanenergywire.org/news/g7-commit-predominantly-decarbonise-electricity-2035>.



країни відновили використання забруднюючих вугільних електростанцій, які раніше були закриті, або відклали заплановане закриття. Спалювання вугілля виділяє набагато більше вуглекислого газу, ніж використання нафти та газу для виробництва електроенергії.

Серед найбільших викликів — необхідність швидкого подолання енергетичної залежності від РФ, включно із запровадженням ембарго на імпорт російської нафти і, можливо, газу; а також імплементація пакета «Fit for 55» щодо скорочення викидів парникових газів щонайменше на 55% до 2030р. Запропонований пакет має на меті привести законодавство ЄС у відповідність до цієї цілі до 2030р.

Наприклад, Німеччина переглядає своє рішення щодо закриття останніх трьох атомних станцій та поступового припинення використання вугілля. Країна вивчає можливість будівництва імпорتنих терміналів зрідженого природного газу (ЗПГ) для заміни російських газопроводів. У Франції планують побудувати 14 нових атомних електростанцій до 2050р. Уряди ЄС намагаються поглибити свої відносини з іншими постачальниками газу, починаючи від Алжиру і закінчуючи Катаром. Австрія, Греція, Нідерланди, Польща та Чехія нещодавно подовжили термін експлуатації своїх вугільних електростанцій.

У Нідерландах вугільним електростанціям, які працюють на 35% потужності, було дозволено збільшити потужність до 100% до 2024р. Австрія відновлює роботу вугільної станції, законсервованої у квітні 2020р. Італія готується дати дозвіл кільком електростанціям, що спалюють вугілля, активізувати виробництво.

Водночас у країнах ЄС відбулася зміна ставлення до чистої енергії, а швидкий розвиток технологій, необхідних для «зеленого» переходу, лише прискорить цей процес. Війна в Україні, попри жорстокість і руйнування усіх можливих ланцюгів, дала геополітичний поштовх до подолання залежності від викопного палива.

ЄК запропонувала План відновлення спроможності Європи та звільнення її від російського викопного палива до 2030р. (REPowerEU²), зосередившись на відновлюваних джерелах енергії та диверсифікації поставок шляхом додавання неросійського СПГ та збільшення кількості відновлюваних газів.

Передбачається розширення використання відновлюваних джерел енергії: зростання частки біометану та відновлюваного водню,

² REPowerEU: A plan to rapidly reduce dependence on Russian fossil fuels and fast forward the green transition, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_3131.

застосування теплових насосів і домашніх сонячних панелей. Питання енергозбереження має стати внеском кожного у вирішення нинішньої кризи.

Інвестиції у відновлювані джерела енергії є складовою енергетичної безпеки та політичної стабільності.

Окремі уряди також оголосили про плани прискорити перехід на відновлювані джерела енергії та скоротити використання природного газу у відповідь на війну. Нещодавно в Німеччині оголосили про прискорення проектів у сфері сонячної енергетики та розглядається можливість збільшення тендерів для проектів у сфері вітрової енергетики.

Франція оголосила про плани скасувати субсидії на газові обігрівачі та запропонувати більше фінансування для домогосподарств з метою встановлення електричних теплових насосів. Велика Британія передбачає стрімкий розвиток вітрової та сонячної енергетики в рамках стратегії, яка також включає плани збільшення кількості атомних електростанцій і дозволів на збільшення морських нафтогазових проектів.

Більшість держав-членів погоджуються з тим, що війна Росії проти України вимагає зміни видів і постачальників імпорту енергоресурсів, але вони мають різні підходи до цього виклику.

Наприклад, виникали суперечності між країнами ЄС стосовно того, чи повинен ЄС прийняти ядерну енергію та газ до «зеленої» таксономії для енергетичного переходу й досягнення нульового рівня викидів вуглецю до 2050р. Європейська Комісія запропонувала компромісну класифікацію, яка включала ядерну енергію та газ у перехідний енергетичний баланс ЄС, але додавання ядерної енергії до «зеленої» таксономії викликало несприйняття з боку Австрії та Люксембургу, а також критику з боку Іспанії, Португалії та частини уряду Німеччини. Водночас, експерти з кліматичної політики в багатьох країнах-членах ЄС засудили включення газу до «зеленої» таксономії.

Такі країни, як Франція, Польща та Німеччина, схоже, прагнуть субсидювати енергію для споживачів, оскільки проблеми з ланцюгами виробництва та постачання разом із санкціями Заходу щодо Росії сприяють різкому зростанню вартості життя. Такі держави, як Польща, вже мають чіткі плани щодо таких субсидій. Але такі країни, як Італія та



Австрія, припускають, що більш стійким підходом було б стримування цін до 2025р., що дозволило б домогосподарствам і підприємствам планувати власні ресурси.

Передбачаються також подальші запозичення для фінансування інвестицій у швидке розширення виробництва чистої енергії, як це передбачено у Плані REPowerEU. Усе це створює виклики для кліматичної політики на тлі економічного спаду, підвищення вартості життя та погіршення засад базової енергетичної безпеки в умовах руйнування глобального порядку та потепління на планеті. Потрібне рішуче політичне лідерство, щоб країни-члени діяли колективно та солідарно для підтримки кліматичних амбіцій ЄС.

Існує широкий спектр практичного кліматичного співробітництва країн ЄС, здебільшого у формі державно-приватного партнерства.

У секторі ВДЕ визначним є спільний проект Данії з Францією, Німеччиною, Нідерландами і Бельгією та двосторонній проект з Польщею. Спільні інвестиції з приватним сектором в інфраструктуру для двох «енергетичних островів»: офшорні вітроенергетичні центри, що з'єднують об'єкти потужністю 150 ГВт вітрової енергії Данії з іншими державами ЄС.

Серед проектів «зеленого» водню варто відзначити спільну угоду GreenH2Atlantic Португалії і Франції, метою якого є побудова електролізеру потужністю 100 МВт для виробництва «зеленого» водню з ВДЕ.

Австрія, Бельгія, Литва та Люксембург закликали ЄС до встановлення 70 млн. домашніх сонячних електростанцій до кінця десятиліття. Це ще одне свідчення того, що країни ЄС не відмовляються від проектів, які сприяють декарбонізації та диверсифікації енергозабезпечення. Спільні проекти зміцнюють кліматичну дипломатію, забезпечують економію коштів, об'єднання ресурсів для досліджень і наукових розробок.

Декарбонізація енергетичного сектору країн ЄС – складне поєднання підходів і технологій. Для досягнення цілей Паризької угоди необхідно впровадити комплекс технологій і рішень, при цьому вирішальне значення матиме отримання екологічно чистої енергії.

Технології уловлювання, використання і зберігання вуглецю (Carbon capture, use and storage – CCUS³) існують уже кілька десятиліть. З огляду на обмежені можливості декарбонізації в таких галузях, як нафтогазова промисловість, енергетика, нафтопереробка, нафтохімія і цементна промисловість, CCUS матиме вирішальне значення для майбутнього енергетичного ринку. Здійснюється постійне вдосконалення теплообмінного обладнання, призначеного для максимального збільшення ефективності уловлювання вуглецю.

Відновлюваний («зелений») водень (renewable hydrogen⁴) можна отримати за допомогою електролізу з використанням відновлюваної електроенергії для розщеплення води на водень і кисень. Він має нульовий рівень викидів, може використовуватися як паливо у транспортному секторі та в якості джерела теплопостачання в будинках, у важкій промисловості, а також в якості важливої сировини в хімічній промисловості. Згідно з концепціями та політиками ЄС, частка водню до 2050р., імовірно, становитиме 24% енергетичного ринку. Цьому сприятимуть проривні рішення у сфері теплопередачі та опріснення для ефективного виробництва, зберігання і транспортування «зеленого» водню.

Системи зберігання енергії (energy storage⁵) відіграють ключову роль у переході до вуглецево-нейтральної економіки, використовуються для зберігання і балансування споживаних та генерованих потужностей. Відомо про низку інноваційних проєктів накопичення енергії, які забезпечують тривале зберігання енергії (long duration energy storage, LDES) з ВДЕ: теплові накопичувачі, накопичувачі енергії на стисненому повітрі (compressed air energy storage, CAES), накопичувачі енергії в рідкому повітрі (liquid air energy storage, LAES), насосні накопичувачі теплової енергії (pumped heat energy storage, PHES) та ін.

³ Carbon capture, use and storage. – Climate action, European Commission, https://ec.europa.eu/clima/eu-action/carbon-capture-use-and-storage_en.

⁴ Hydrogen, The EU's hydrogen strategy explores the potential for renewable hydrogen to help decarbonise the EU in a cost-effective way, https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-systems-integration/hydrogen_en.

⁵ Energy storage, Storage and security of supply. – European Commission, https://energy.ec.europa.eu/topics/research-and-technology/energy-storage_en.



Паливні елементи (fuel cells⁶). Одними з найважливіших складових енергетичного забезпечення майбутнього є паливні елементи. Теплові технології нового покоління, включно з полімерними електролітними мембранами (PEM), твердооксидними паливними елементами (SOFC) та ін. забезпечують рішення для нестандартних варіантів застосування.

Технологія Power-to-X (P2X⁷) означає перетворення електрики в газоподібне, рідке паливо або хімреагент, такі як е-аміак, е-метанол, метан, «зелений» водень і синтез-газ. Ця технологія може сприяти декарбонізації у промисловості, транспортному секторі та енергетиці, а також представити важливе рішення для зберігання енергії.

Концентрована сонячна енергія (KCE, Concentrated Solar Power, CSP⁸) в поєднанні з накопиченням тепла може вирішити проблему енергопостачання в майбутньому, а також питання забезпечення прісною водою і теплом.

Україна також розглядає кілька сфер, які потребують модернізації і досліджень, зокрема модернізація існуючої інфраструктури енергопостачання та впровадження інноваційних технологій, у т.ч. «розумних мереж», технологій уловлювання, технологій зберігання та повторного використання вуглецю, а також промислового виробництва та використання водню.

Для досягнення цього Уряд розробив Стратегію розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030р., а також заклад кошти для комерціалізації нових технологій. Йдеться про Фонд розвитку інновацій та Державну інноваційну фінансово-кредитну установу.

Таким чином, повномасштабне вторгнення в Україну посилює поступ Європи на шляху перетворення у кліматично нейтральний континент до 2050р. Економіка ЄС має бути ресурсоефективною та

⁶ Fuel cells, Hydrogen and Fuel Cell Technologies Office, <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/fuel-cells>.

⁷ Power-to-X provides a resource for the green conversion of our society, <https://europeanenergy.com/green-solutions/power-to-x>.

⁸ What is Concentrated Solar Power (CSP), <https://s3platform-legacy.jrc.ec.europa.eu/concentrated-solar-power>.

конкурентоспроможною. Цього можна досягти за допомогою впровадження зелених технологій, створення стійкої промисловості, транспорту та енергетики.

ДЕКАРБОНІЗАЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ

Декарбонізація була одним із енергетичних пріоритетів України до війни, але російська агресія зробила цей підхід ще більш актуальним.

Необхідно здійснити аналіз масштабу збитків в енергетичному секторі внаслідок російської-української війни з метою надання об'єктивної оцінки та створення оновленого профілю української енергетики у поствоєнний період з акцентом на вуглецевій нейтральності, що допоможе залучити інвестиції в «зелену» енергетику.

За даними Міненерго, енергетичний перехід України базуватиметься на потужному атомному секторі, збільшенні вітрової та сонячної енергії та збільшенні виробництва гідроенергії.

Отримавши статус кандидата на вступ до ЄС, Україна й надалі продовжить рухатися в напрямі досягнення цілей Європейської зеленої угоди, продовжуючи впровадження принципів і стандартів європейського законодавства, орієнтуючись на майбутні зобов'язання щодо членства в ЄС у співпраці з європейськими партнерами.

Післявоєнна реконструкція різноманітних об'єктів та інфраструктури має враховувати критерії сталого розвитку, які орієнтуються на ефективне використання енергетичних ресурсів та використання «зелених» технологій.

Для досягнення цілей декарбонізації необхідним є комплексний підхід, який охоплює оподаткування вуглецю, новітні технології, краще регулювання енергетичного ринку, а також дієвий план відновлення з ефективною програмою залучення інвестицій, створення підґрунтя для «зеленої» модернізації.

Існує чимало викликів на шляху України до вуглецево-нейтральної енергетики (економіки).



ВУГЛЕЦЕВИЙ ПОДАТОК

Серед ключових законодавчих пропозицій пакета ЄК «Fit for 55» запровадження механізму прикордонного вуглецевого коригування (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM⁹), що передбачає стягнення зборів з імпортованих ЄС товарів, залежно від їх вуглецевого сліду.

Планується, що нові правила звітності CBAM набудуть чинності у 2023р. — перші три роки імпортери з ЄС повинні будуть звітувати лише про викиди вуглецю від імпортованих товарів, а з 2026р. поступово запроваджуватимуться платежі за вуглецеві сертифікати. Компанії щорічно декларуватимуть кількість товарів, імпортованих до ЄС попереднього року, і відповідні викиди вуглецю, що визначатиме кількість сертифікатів, необхідних для придбання. Спочатку будуть враховуватися лише прямі викиди від виробництва імпортованих товарів. Якщо виробник уже сплатив податок на CO₂ у своїй країні, то за наявності підтвердження оплати можна буде зменшити вартість сертифіката на відповідну суму.

Якщо український експортер не може надати дані про фактичні викиди, доведеться сплатити, враховуючи середні викиди вуглекислого газу, заявлені виробниками аналогічних товарів з України.

Водночас, вартість сертифікатів може суттєво коливатися, оскільки вона визначатиметься з урахуванням вартості дозволів на викиди CO₂ в EU Emission Trading System (ETS¹⁰).

Запровадження вуглецевого податку ЄС прямо або опосередковано вплине не лише на собівартість продукції вітчизняних експортерів, але й призведе до зростання цін на їх продукцію. В умовах війни гостро постало питання доцільності відновлення знищених об'єктів паливно-енергетичного комплексу та металургійних комбінатів. Однак ті, що вціліли, потребують модернізації та реконструкції для зменшення вуглецевих та інших шкідливих для довкілля і населення

⁹ Carbon Border Adjustment Mechanism: Questions and Answers, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3661.

¹⁰ EU Emission Trading System (EU ETS), Climate Action. — European Commission, https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en.

викидів. Це питання тісно пов'язане з проблемами охорони здоров'я мільйонів людей, конкурентоспроможністю продукції українських експортерів, від якої залежить надходження до держбюджету, зменшення його дефіциту.

Україна планує запровадити ринок квот на викиди ПГ, як більш досконалий механізм стимулювання екологічної модернізації підприємств, порівняно з екоподатком. Впроваджуючи у країні систему торгівлі квотами на викиди парникових газів, необхідно орієнтуватися на європейську модель Системи торгівлі викидами Emission Trading System (ETS), як це передбачено Директивою ЄС 87/2003. Ринок торгівлі квотами — альтернатива податку на експорт до країн ЄС. Важливою є співпраця та координація з усіма зацікавленими сторонами з метою переходу до низьковуглецевої енергетики, а також створення сильних переговорних позицій з метою отримання пом'якшення впливу СВМ.

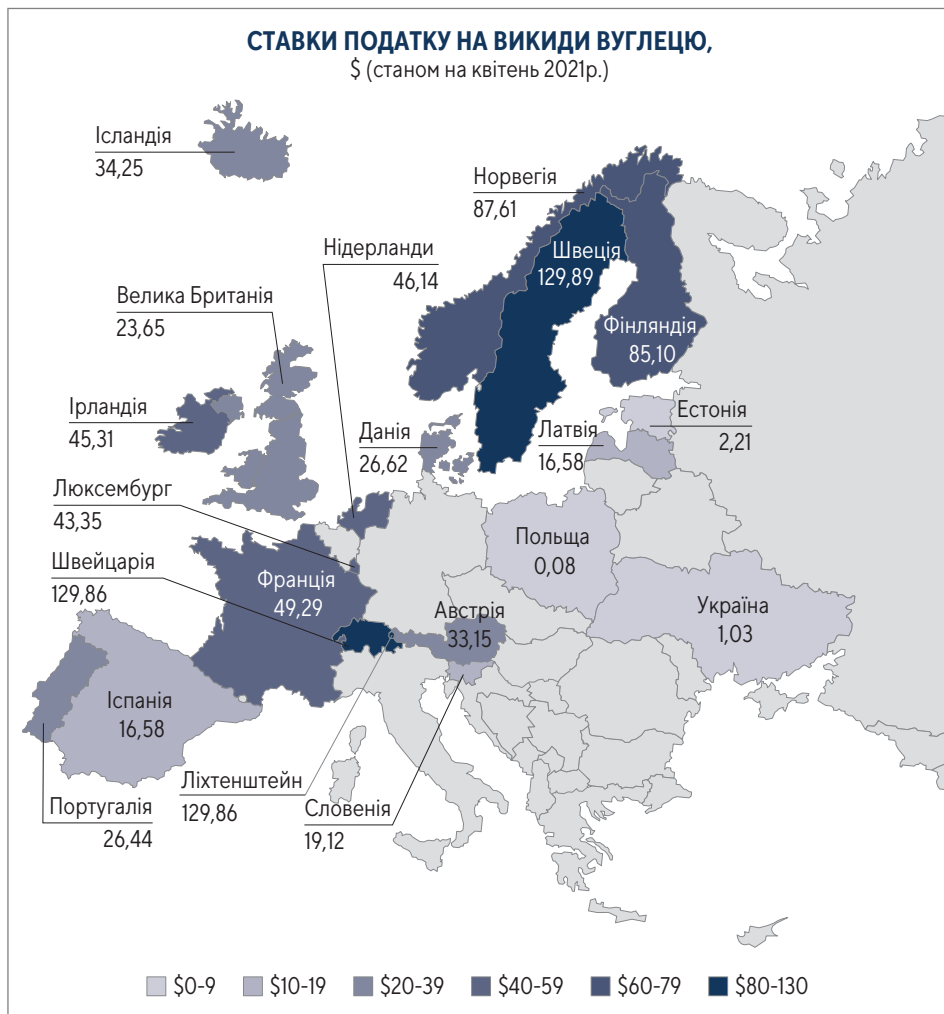
Україна вдосконалила систему моніторингу викидів, запровадивши відповідні нормативно-правові акти, одним з яких є декларування викидів¹¹.

Сьогодні ставка податку¹² на викиди в атмосферне повітря двоокису вуглецю становить 30 грн./т, і ця ставка є в кілька разів нижчою від рівня ЄС (карта «Ставки податку на викиди вуглецю, частка охоплених викидів парникових газів і рік впровадження в європейських країнах», с.18).

Лінійно зростаючий податок на викиди вуглецю має охоплювати всі сектори економіки. Це допоможе уникнути сплати коригування викидів вуглецю на кордоні під час експорту до ЄС, якщо ці кошти будуть спрямовані на вигідні інвестиції в Україні, зменшуючи додатковий податковий тягар. З цією метою зібрані податкові надходження можуть бути частково використані для фінансування заходів з декарбонізації в найбільш постраждалих галузях через відповідний фонд «зеленої» модернізації та компенсації споживачів з низькими доходами.

¹¹ Закон України «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів».

¹² Закон України «Про внесення змін до Податкового кодексу України та деяких законодавчих актів України щодо забезпечення збалансованості бюджетних надходжень».



Джерело: <https://taxfoundation.org/carbon-taxes-in-europe-2022>.

Крім того, регулювання відповідно до європейських стандартів дозволить уникнути витрат через СВМ ЄС та штрафів за перевищення лімітів викидів згідно з директивами про великі спалювальні установки та промислові викиди (Large combustion plant directive, LCPD та Industrial Emissions Directive, IED).

ДЕКАРБОНІЗАЦІЯ ВУГІЛЬНОГО СЕКТОРУ

Під час декарбонізації та шляху країни до ЄС потрібно буде запровадити більш суворі екологічні правила і стандарти, відповідно до засад Європейської Зеленої угоди (European Green Deal), зокрема, реструктурувати вугільний сектор, який постійно субсидується, є збитковим і шкідливим для довкілля.

Україна має міжнародні зобов'язання щодо скорочення викидів від великих спалювальних установок на 2018-2033рр. відповідно до Національного плану скорочення викидів від великих спалювальних установок (НПСВ¹³). До переліку внесені блоки вугільних ТЕС, ТЕЦ і котелень (ТЕЦ потужністю 50 МВт і вище).

НПСВ є перехідним механізмом для відступу від негайного впровадження вимог щодо лімітів викидів, визначених у Директиві 2010/75/ЄС, для забезпечення безперебійного надійного енергопостачання від енергоблоків, які охоплюються НПСВ, та встановлення прозорого управління досягненням європейських стандартів.

Загальні граничні обсяги викидів для усіх великих спалювальних установок до грудня 2033р.: SO₂ — 51004,4 т/рік; NO_x — 53791,3 т/рік; пил — 5172 т/рік.

Потенційним джерелом фінансування проектів модернізації теплової генерації може стати інвестиційна складова в тарифі, передбачена моделлю оптового ринку електроенергії.

До початку війни основною умовою виконання національного плану була модернізація теплової генерації до визначеного терміну, а у разі недотримання термінів, до країни були б застосовані потужні фінансові санкції, а тепла генерація з вугілля припинена. Зупинка великої кількості вугільних ТЕС призвела б до порушення роботи Об'єднаної енергетичної системи (ОЕС) України та можливого знеструмлення.

Враховуючи масштаб руйнування об'єктів інфраструктури теплової генерації під час воєнних дій, деякі з них не підлягатимуть відновленню,

¹³ Національний план скорочення викидів від великих спалювальних установок (НПСВ), http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat_id=245255478.



що спричинить перегляд заходів та програм, зокрема Звіту з оцінки відповідності генеруючих потужностей¹⁴ (НЕК «Укренерго»).

Потенційним джерелом фінансування проектів модернізації теплової генерації може стати інвестиційна складова в тарифі, передбачена моделлю оптового ринку електроенергії.

Відомо, що російське вторгнення завдало не виправних збитків сектору теплової генерації та порушило питання перегляду НПСВ, зокрема виконання у визначеному обсязі шляхом екологічної модернізації. Вочевидь, ті блоки, що зруйновані вщент і підлягали у плані екологічній модернізації, мають бути замінені на інші генеруючі потужності, як буде визначено за результатами технічного аудиту та формування оновленого енергетичного профілю України.

ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТ

У ЄС транспортний сектор наблизиться до кліматичної нейтральності до 2045р. Електромобілі вже знаходяться на ранній стадії впровадження, але знадобиться близько 10 років, щоб налагодити ланцюги постачання для підтримки переходу на 100% продаж електромобілів, від видобутку сировини для акумуляторів до складання електромобілів. У такому випадку викиди можна буде швидко скоротити, за винятком викидів від літаків і кораблів, які є занадто габаритними та подорожують на великі відстані, що не завжди дозволить покладатися на заряд акумулятора. Вони повинні обрати дорожче рішення – перейти на біопаливо, аміак або синтетичне паливо.

В Україні до початку російського вторгнення на транспортний сектор припадало близько 10% усіх викидів парникових газів.

Уряд склав План заходів з реалізації Національної транспортної стратегії України на період до 2030р.¹⁵, що передбачає запровадження засад Європейської Зеленої угоди та заміну громадського транспорту

¹⁴ Постанова НКРЕКП «Про затвердження Звіту з оцінки відповідності (достатності) генеруючих потужностей для покриття прогнозованого попиту на електричну енергію та забезпечення необхідного резерву у 2021 році» №394 від 20 квітня 2022р.

¹⁵ Розпорядження КМУ «Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року» №430 від 30 травня 2018р.

більш сучасними та екологічно чистими засобами, покращення послуг пасажирських перевезень, розвиток велосипедної інфраструктури.

Це інтегрована транспортна стратегія, що поєднує залізничний, автомобільний та авіаційний транспорт. Низький рівень автомобілізації на сьогодні слід розглядати як перевагу, а не як недолік, що дозволяє Україні уникнути помилок системи мобільності, прийнявши систему, орієнтовану на транзит. Щоб досягти цього, варто запроваджувати оподаткування транспортних засобів на основі викидів і плату за затори в містах, а отримані кошти використовувати для інвестицій в залізничну інфраструктуру та громадський транспорт.

У середньостроковій перспективі можна говорити про розвиток інфраструктури громадського транспорту та перехід на електротранспорт. Крім того, вантажі, що перевозяться автомобільним транспортом, можуть бути переведені на залізничний транспорт, який є менш забруднюючим. Модернізація громадського транспорту (автобусного парку) або перетворення його на електричний дозволить досягти кращої якості громадських перевезень та зменшення викидів.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ

Енергоефективність — це не лише захист клімату чи збереження домогосподарств. Це також питання енергонезалежності, ключової складової енергетичної безпеки держави та сталого інноваційного розвитку.

Україна є членом Енергетичного Співтовариства та підтримує рішення Ради міністрів Енергетичного Співтовариства D/2015/08/MC-En¹⁶ стосовно того, що кожна Договірна Сторона зобов'язана привести своє законодавство у відповідність та імплементувати Директиву 2012/27/ЄС¹⁷ з питань енергоефективності.

¹⁶ DECISION OF THE MINISTERIAL COUNCIL OF THE ENERGY COMMUNITY, D/2015/08/MC-EnC: on the implementation of the Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC, <http://www.energy-community.org>.

¹⁷ Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC Text with EEA relevance, <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2012/27/oj>.



Енергоефективність має стати невід’ємною складовою відновлення України.

У процесі відновлення та подальшого розвитку всіх секторів економіки пріоритетними завданнями є підвищення енергоефективності, стимулювання декарбонізації економіки та розвитку «зелених» бізнесів, забезпечення енергетичної безпеки регіонів та розвиток «зеленої» енергетики.

Реалізація політик енергоефективності, розвитку відновлюваної енергетики, зокрема використання водню і біометану, та декарбонізації є обов’язковими складовими євроінтеграційного процесу і визначені ЄК у плані «REPowerEU» як першочергові кроки подолання залежності від російського викопного палива та прискорення «зеленого» переходу. Україна створює відповідну нормативну базу, зокрема для виконання Закону «Про енергетичну ефективність».

Підготовлено низку проектів актів, що стосуються сертифікації систем енергетичного та/або екологічного менеджменту суб’єктів господарювання; акредитації енергоаудиторів; формування переліку виконавців та потенційних об’єктів енергосервісу; розрахунку цільового показника щорічного скорочення споживання енергії; екодизайну та енергомаркування енергоспоживчих продуктів та ін.

Варто відзначити підвищення енергоефективності житлового сектору, наприклад, шляхом встановлення смарт-лічильників та збору даних про енергоспоживання.

Заходи забезпечення енергоефективності у процесі економічного відновлення будуть спрямовані на підвищення енергетичної безпеки, зниження витрат на електроенергію, покращення якості повітря, подолання енергетичної бідності, прискорення економічного розвитку та сприяння створенню нових робочих місць, децентралізації за рахунок надання можливостей середньому і малому бізнесу та громадам.

У будівельному секторі необхідним є розроблення амбітної програми енергоефективності модернізації громадських будівель. Одним із джерел фінансування є випуск зелених облігацій, що призведе до економії витрат на енергію, що перевищує капітальні витрати на модернізацію.

Більшість технологій, необхідних для декарбонізації будівельного сектору, вже доступні. Однак відновлення значної частини зруйнованих територій потребує часу та фінансів. Проте є шанс модернізувати/перебудувати зруйноване житло за допомогою нових технологій та відновлюваних джерел тепла.

Інвестиції в житло мають бути пов'язані з найвищими стандартами енергоефективності для покращення системи опалення та ізоляції і зниження викидів CO₂ протягом життєвого циклу будівлі.

ДОВКІЛЛЯ. ВУГЛЕЦЕВИЙ СЛІД ВІЙНИ

Військові дії завдали широкомасштабної та серйозної шкоди довкіллю та спричинили як негайні, так і довгострокові наслідки для здоров'я людей, екосистем, економіки України та за її межами.

Вчені та аналітики закликають до швидких, радикальних дій щодо зміни клімату, вказуючи на екстремальні погодні умови цього та минулого року — сильні повені, пожежі та частіші урагани.

Війна в Україні, викликавши глобальну енергетичну кризу, також становить непряму загрозу глобальним кліматичним цілям.

Про викиди під час військових операцій у мирний час і під час війни відомо лише частково і не враховано відповідальності за такі дії в контексті кліматичних цілей ООН. Втручання в Україну спонукає до вирішення кліматичних наслідків війни, адже рівень військових викидів може сягати десятків сотень тонн CO₂.

Війна в Україні зміцнила зростаючу обізнаність про військові викиди та підтвердила необхідність включення всіх військових викидів до «глобального підрахунку» парникових газів, який має бути завершено на наступних кліматичних конференціях COP¹⁸ ООН щодо зміни клімату.

Військові витрати є вуглецеємними через залежність озброєння і техніки від викопного палива. Відомо, що Україна отримала лише

¹⁸ Conference of the Parties, <https://unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-cop>.



\$19 млрд. військової допомоги, а країни НАТО планують збільшити власні військові бюджети через війну, зокрема, Німеччина оголосила про збільшення на €100 млрд.¹⁹ Підвищення обсягів військових витрат вплине на загальний військовий вуглецевий слід додатково до величезних викидів безпосередньо від війни.

Обов'язковий облік військових викидів може поставити під загрозу здатність країн досягти їх кліматичних цілей, але з іншого боку спонукатиме світ до повного переходу на відновлювані джерела енергії, зменшуючи кількість коштів від експорту викопного палива, які можна буде реінвестувати у великі військові конфлікти.

ПРОЕКТИ КЛІМАТИЧНИХ ДОКУМЕНТІВ

На виконання міжнародних кліматичних зобов'язань в Україні розпочато роботу над Стратегією адаптації до змін клімату та Інтегрованим національним планом з енергетики та клімату.

Стратегія адаптації до змін клімату визначає середньо- та довгострокові пріоритети адаптації країни до кліматичних змін. Включає аналіз поточних і майбутніх змін клімату та оцінку вразливості до їх наслідків, пропонує шляхи зменшення майбутніх економічних, екологічних та соціальних витрат.

Інтегрований національний план з енергетики та клімату визначає, як країна має намір вирішити питання енергетичної безпеки, внутрішнього енергетичного ринку, енергоефективності, відновлюваних джерел енергії, декарбонізації економіки та скорочення викидів парникових газів, а також проведення досліджень, інновацій та посилення конкурентоспроможності. У плані наведена поточна ситуація, основні напрями політики та заходи, що їх необхідно вжити для досягнення енергетичних і кліматичних цілей.

ВИСНОВКИ

Попри сповільнення поступу до вуглецевої нейтральності, спричиненого наслідками повномасштабного вторгнення РФ в Україну,

¹⁹ Germany commits €100 billion to defense spending, <https://www.dw.com/en/germany-commits-100-billion-to-defense-spending/a-60933724>.



завдання щодо декарбонізації енергетики (економіки) мають бути не менш амбітними. Цього можна досягти за допомогою впровадження зелених технологій, створення стійкої промисловості, транспорту та енергетики.

В умовах невизначеності та знищення промислового потенціалу пріоритетною є декарбонізація галузей, які продукують найбільшу частку викидів парникових газів і є найбільшими джерелами забруднення повітря.

Кліматичної нейтральності можна досягти тоді, коли викиди парникових газів в атмосферу в результаті людської діяльності врівноважуються однаковою кількістю цих газів, вилучених з атмосфери різними методами.

Ця амбітна мета передбачає підвищену потребу в інвестиціях, а процеси декарбонізації можуть вплинути на конкурентоспроможність продукції, тому вкрай важливо дотримуватися балансу між екологічними цілями та економічним зростанням.

Формування «дорожньої карти» для України з реалізації European Green Deal повинно мати на меті досягнення узгодженості між завданнями України долучитися до цієї амбітної стратегії та реальними можливостями. Вона має містити низку пріоритетних напрямів співпраці України та ЄС, наприклад, у сфері системи торгівлі викидами парникових газів, водневої енергетики. Приєднання до європейського «зеленого» курсу сприятиме розробленню індивідуального підходу до умов декарбонізації економіки України, доступу до джерел фінансування, а також можливості запозичити досвід ЄС. Уряд має запропонувати пакет стимулів для української промисловості з огляду на міжнародні зобов'язання та глобальні тренди та з урахуванням економічних і соціальних питань.

Докладаючи зусиль щодо декарбонізації енергетичного сектору, слід ретельно враховувати екологічні наслідки війни. У післявоєнний період слід уникати їх посилення через додатковий вплив енергетики та промисловості на довкілля та здоров'я людей.

II. УДОСКОНАЛЕННЯ ДІЮЧОЇ МОДЕЛІ РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЯК СИСТЕМНОЇ ПРОБЛЕМИ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Реформування ринку електроенергії та усунення перехресного субсидіювання тарифів є частиною зобов'язань України перед Європейським Союзом. Зокрема, в порядку денному Угоди про асоціацію¹ міститься вимога до України щодо продовження реформування тарифів на електроенергію та заходів, які гарантуватимуть повну оплату електроенергії.

Попри вимушене адміністративне регулювання, під воєнний стан, тенденції щодо повернення до попередньої структури єдиного покупця є небезпечними. Цінові обмеження слід поступово скасовувати, оскільки вони гальмують ринкові процеси. Незважаючи на те, що обмеження цін також можуть використовуватися у період надзвичайного стану, ці заходи мають бути обмежені в часі та поступово скасовані, щоб стимулювати участь у всіх сегментах ринку та можливість розвитку конкуренції.

Останні дії Регулятора все ще не сприяють оздоровленню ринку. Цінові обмеження продовжують діяти на ринку на добу наперед (РДН) та внутрішньодобовому ринку (ВДР). Продовжується дія механізму забезпечення загальносуспільних інтересів у процесі функціонування ринку електричної енергії.

¹ Порядок денний асоціації Україна-ЄС для підготовки та сприяння імплементації Угоди про асоціацію, https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_990.

ПОКЛАДАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ОBOB'ЯЗКІВ (ПСО)

Продовжується регулювання оптового ринку електроенергії. Щоб забезпечити доступну ціну на електроенергію для домогосподарств, урядовою Постановою² до листопада 2022р. подовжено дію механізму покладання спеціальних обов'язків.

З 1 жовтня 2021р. домогосподарства, які споживають електроенергію до 250 кВт-год./місяць, сплачуватимуть 1,44 грн./кВт-год. (з ПДВ), а домогосподарства, які споживають понад цю кількість, – 1,68 грн./кВт-год.

Державне підприємство зовнішньоекономічної діяльності «Укрінтеренерго» до кінця 2022р. продовжує виконувати функції постачальника «останньої надії» на ринку електроенергії. Також Регулятор знизив тарифну послугу на I кв. 2022р. у 2,4 раза – до 516,85 грн./МВт-год. (без ПДВ).

Це сталося через внесення змін до Методики формування тарифу на таку послугу (до внесення змін тариф на I кв. 2022р. закріплювався на рівні 856,93 грн./МВт-год.).

Нові регуляторні акти та механізми ПСО негативно впливають на виплати виробникам електричної енергії з відновлювальних джерел.

Не стало винятком також «вугільне ПСО»³, згідно з яким оператор системи передачі (НЕК «Укренерго») має забезпечити позику для ДП «Укрвугілля» в розмірі 2,5 млрд. грн. для забезпечення вугілля для державної генерації.

Крім того, згідно зі змінами до механізму ПСО впродовж дії воєнного стану⁴ експортери електроенергії мають сплачувати 80% свого прибутку в якості «послуги із забезпечення безпеки постачання електричної

² Постанова КМУ «Про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 5 червня 2019 р. № 483» №453 від 16 квітня 2022р.

³ Постанова КМУ «Про затвердження Положення про покладання спеціальних обов'язків на оператора системи передачі для забезпечення загальносуспільних інтересів у процесі функціонування ринку електричної енергії» №838 від 22 липня 2022р.

⁴ Постанова КМУ «Про покладання спеціальних обов'язків на учасників ринку електричної енергії, що здійснюють операції з експорту електричної енергії, для забезпечення загальносуспільних інтересів у процесі функціонування ринку електричної енергії протягом дії воєнного стану» №775 від 7 липня 2022р.



енергії». Ця величина розрахована як 80% різниці між умовним доходом експортера та витратами на здійснення цього експорту. Отримані кошти ДП «Гарантований покупець» надалі спрямовуватиме постачальникам універсальних послуг, які постачають електроенергію населенню.

Комерційний експорт до Європи почався з 30 червня 2022р. і його обсяг здійснювався з потужністю по 125 МВт до Словаччини та Румунії, а від 4 вересня — його збільшено до 300 МВт. На добових аукціонах з продажу перетину за цими напрямками існує велика конкуренція, в результаті чого іноді плата за перетин може становити більшу частину прибутків від продажу електроенергії в ЄС, попри різницю в цінах у 4-5, а іноді й більше разів. Разом з тим, експорт до Польщі здійснюється (компанією «ДТЕК Західенерго») виділеною лінією за нульовою ціною перетину.

Згідно з прогнозами, надходження коштів від експортерів у рамках ПСО до кінця 2022р. може скласти приблизно 5 млрд. грн., або 5% усього обсягу ПСО в розмірі орієнтовно 100 млрд. грн.

ВСТАНОВЛЕННЯ РИНКОВИХ ТАРИФІВ

Військова агресія спричинила зростання соціальної напруженості, незважаючи на те, що Уряд намагався врегулювати питання непідвищення тарифів на житлово-комунальні послуги під час війни, рекомендувавши органам, уповноваженим встановлювати тарифи на тепло, постачання теплової енергії, гарячу воду, централізоване водопостачання та водовідведення, дотримуватися діючих цін для домогосподарств під час воєнного стану в Україні⁵.

Відновлення ринкових механізмів у поствоєнний час вимагатиме поступового приведення ціни на електроенергію для населення до ринкового рівня. Повинна діяти ефективна розширена система субсидій (грошових), яка піклується про «незахищеного» споживача.

Варто зазначити, що встановлення економічно обґрунтованих цін на електроенергію для домогосподарств не сприятиме відновленню

⁵ Постанова КМУ «Деякі питання регулювання діяльності у сфері комунальних послуг у зв'язку із введенням в Україні воєнного стану» №502 від 29 квітня 2022р.

ринкової моделі, якщо не буде усунуто диспропорції між сегментами ринку та створено відповідні умови для генеруючих компаній.

Відшкодування боргів гравцям ринку є надзвичайно актуальним. Крім заборгованості перед виробниками ВДЕ, накопичилася заборгованість між НЕК «Укренерго», НАЕК «Енергоатом» та ДП «Гарантований покупець». Необхідно працювати над визначенням джерел погашення заборгованості, забезпечити баланс інтересів генерації, постачальників і споживачів.

Вирішення наведених проблем є вкрай необхідним на шляху до повної інтеграції Об'єднаної Енергетичної Системи України (ОЕС) з ENTSO-E⁶.

ІНТЕГРАЦІЯ З ENTSO-E

Об'єднана Енергетична Система України синхронізована з європейською мережею ENTSO-E, підтримується необхідна частота — 50 Гц. Експорт до Польщі становив 200 МВт/день. Потенційна потужність постачання електроенергії може зрости до 2 МВт до/з сусідніх Румунії, Словаччини та Угорщини.

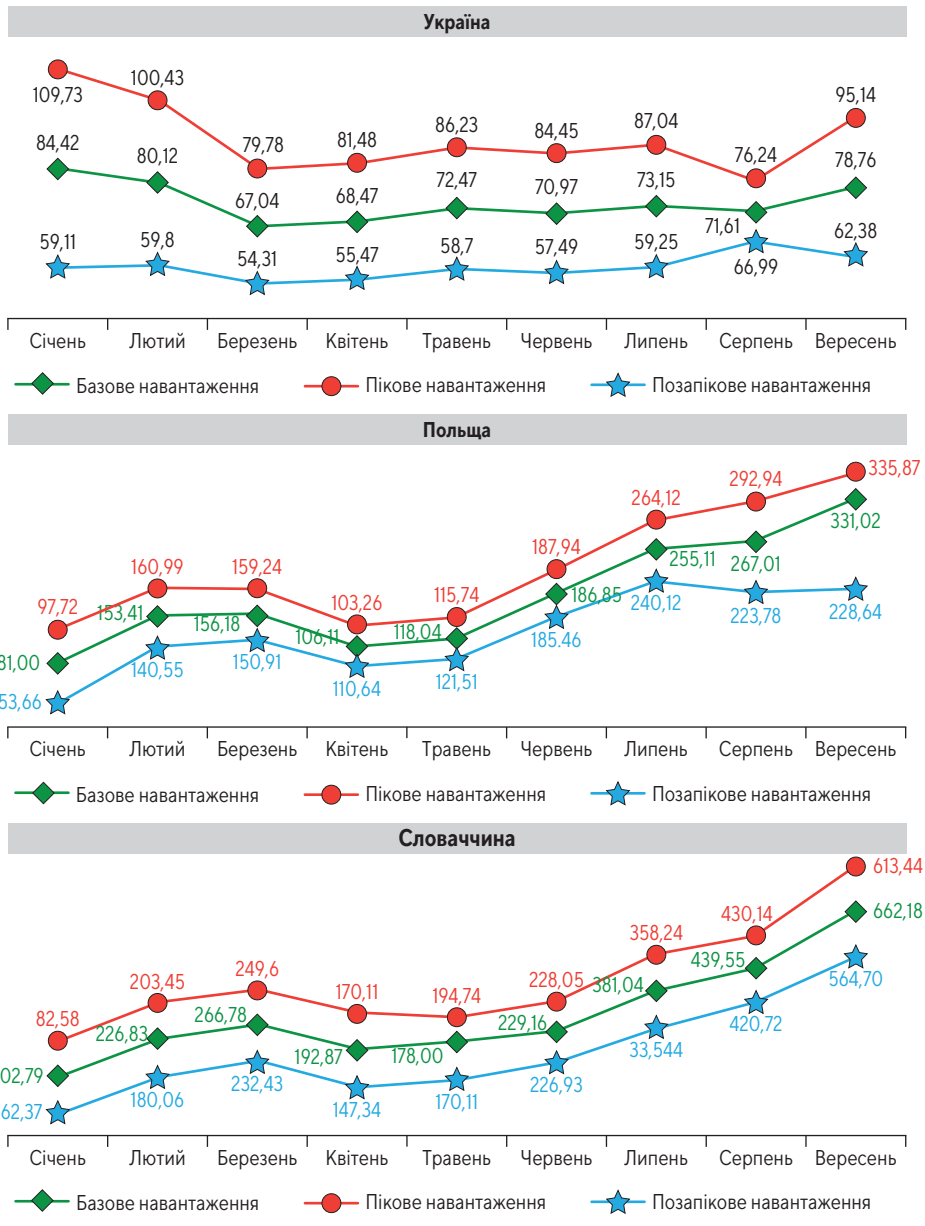
Комерційний обмін електроенергією з українсько-молдовською енергосистемою розпочався 30 червня 2022р. на міжсистемному з'єднанні між Україною та Румунією, розпочалася торгівля електроенергією на інших з'єднаннях Україна-Словаччина, Україна-Угорщина та Молдова-Румунія. Спочатку загальна торгова потужність була встановлена на рівні 100 МВт, пізніше поступове збільшення торгової потужності регулярно оцінювалося на основі міркувань стабільності енергосистеми та безпеки.

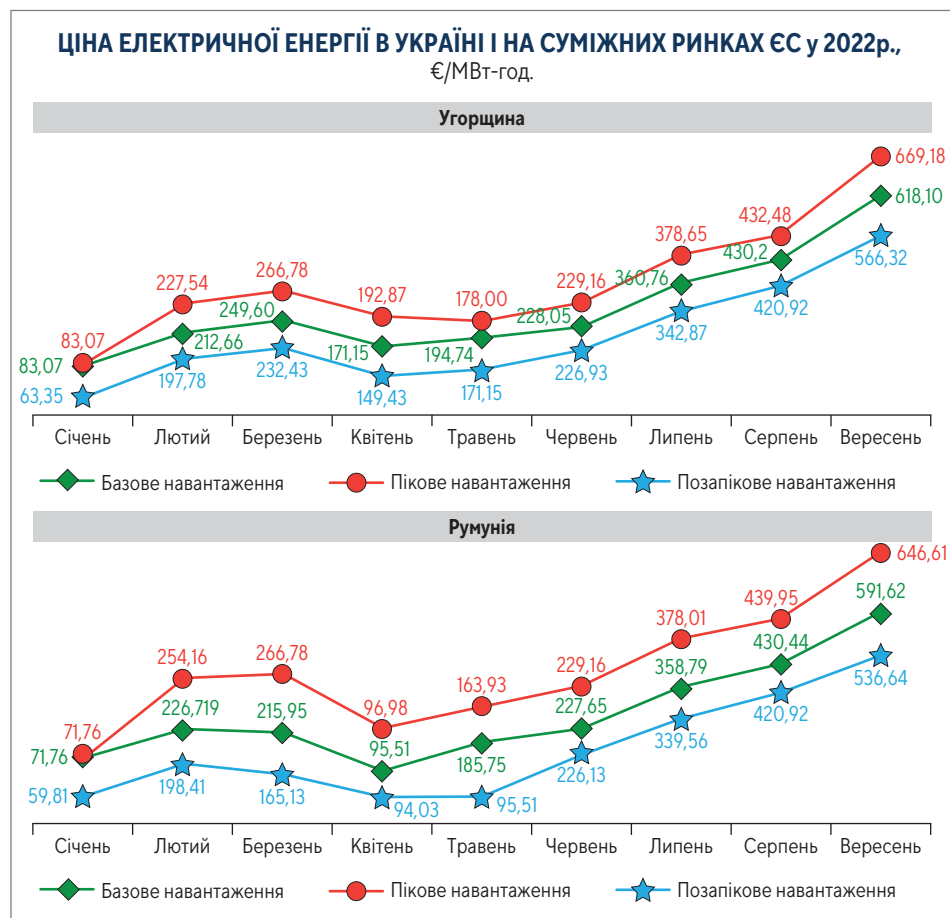
Ціна в Україні зараз становить близько €78/МВт-год., а в сусідній Угорщині — понад €600/МВт-год. (діаграма «Ціна електричної енергії в Україні і на суміжних ринках ЄС», с.30-31). Однак на оптові ціни на електроенергію встановлено обмеження, а європейські ціни є набагато вищими, тому приєднання до Європейської мережі операторів систем передачі електроенергії (The European Transmission System, ENTSO-E) не може істотно знизити ціни для України на цьому етапі.

⁶ The European Network of Operators for Electricity – ENTSO-E, <https://www.entsoe.eu/about/inside-entsoe/objectives>.



ЦІНА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ І НА СУМІЖНИХ РИНКАХ ЄС у 2022р., €/МВт-год.





Попри агресивні наміри щодо знищення енергетичної інфраструктури та захоплення російськими окупантами Запорізької АЕС, Україна протягом березня-серпня 2022р. експортувала 1 335 717 МВт-год. електричної енергії за чотирма напрямками — Польща, Молдова, Румунія, Словаччина.

Переваги синхронізації ОЕС з мережею континентальної Європи:

- ✓ підвищення надійності ОЕС, посилення конкуренції на українському ринку електроенергії;



- ✓ кращі інвестиційні можливості та стимули працювати в європейському енергетичному просторі відповідно до правил і стандартів, зрозумілих інвесторам;
- ✓ стабільність мережі та нові можливості для розвитку відновлюваної енергетики забезпечують необхідну балансуєчу потужність.

Експорт електроенергії може бути сприятливим як для України, так і для ЄС: в умовах нинішньої енергетичної кризи через війну з Росією українська електроенергія для ЄС — це зміцнення енергетичної безпеки, диверсифікація ринків і можливість дешевше отримувати вуглецево нейтральну енергію. Однак, перед прийдешнім опалювальним сезоном необхідно з обережністю планувати експорт з огляду на зупинку Запорізької АЕС та загрози Південноукраїнській АЕС.

Для України та сусідньої Молдови синхронізація з енергосистемою ЄС означає повну електроенергетичну незалежність та входження до європейського енергетичного простору. Для Європи це означатиме зміну енергетичного ландшафту в регіоні та отримання нового гравця в енергосистемі — України, яка стане потужним і надійним джерелом постачання електроенергії.

Архітектура торгівлі електроенергією до Європи має бути організована відповідно до правил ЄС на прозорих конкурентних аукціонах, на яких компанії будуть купувати доступ до міждержавних ліній електропередачі, які експортуються чи імпортуються. Конкурси мають проходити прозоро, і ті, хто запропонує найвищу ціну за доступ, її отримають і, відповідно, можливість експортувати електроенергію.

РИНОК НА ДОБУ НАПЕРЕД (РДН) І ВНУТРІШНЬОДОБОВИЙ РИНОК (ВДР)

Протягом перших трьох днів військового конфлікту ринок на добу наперед і внутрішньодобовий ринок були нестабільними. Спостерігалася волатильність цін і значне зниження обсягів торгів.

Пік припав на 27 лютого 2022р. — ціновий індекс базового навантаження електроенергії на РДН в ОЕС впав до 988,76 грн./МВт-год., а обсяг добових торгів знизився до рекордно низької позначки у 22 тис. МВт-год.

Обсяги торгівлі ВДР значно знизилися з початку повномасштабної війни і протягом перших дев'яти днів війни середньодобовий обсяг торгівлі ВДР становив 3 500 МВт-год.

Щоб стабілізувати ситуацію на спотовому ринку та підтримати виробників електроенергії у воєнний час, Регулятор вирішив підвищити мінімальні ліміти цін на РДН та зберегти поточні ліміти цін на ВДР.

З 1 березня 2022р. Регулятор встановив мінімальні ціни продажу електроенергії на РДН в ОЕС на рівні 110% розрахункової ціни на ВДР.

Також Регулятор 31 травня 2022р. знизив верхню межу ціни на ВДР зі 110% до 102% ціни РДН для зниження цін на ВДР.

Ціновий індекс електричної енергії базового навантаження на ринку «на добу наперед» за 20 днів серпня 2022р. становить 2 816,57 грн./МВт-год. Середньозважена ціна купівлі-продажу електроенергії за цей період становить 2 928,70 грн./МВт-год. На внутрішньодобовому ринку середньозважена ціна акцептованої протягом 20 днів серпня електроенергії становить 2 917,33 грн./МВт-год.

Середні ціни на ринку РДН залишаються нижчими за відповідні показники сусідніх країн на 69,0–82,1%, на ВДР – на 79,7–81,4%.

У період бойових дій РДН виконує функцію індикатора, що дозволяє легко приймати рішення зі споживачем про ціну.

Наприкінці лютого НКРЕКП встановила мінімальні цінові обмеження на РДН з метою забезпечення стабільного фінансового стану учасників ринку електричної енергії під час війни в Україні:

- ✓ період з 00:00 до 07:00 та з 23:00 до 24:00 – 1,38 грн./кВт.-год.;
- ✓ період з 07:00 до 23:00 – 2,65 грн./кВт-год.

Фактичні ціни на РДН (індекс BASE) складали 2,2 грн./кВт-год. з березня по червень.

Стабільність цін на ринку пояснюється значним обсягом профіциту через стрімке падіння обсягів споживання в Україні. Так, пропозиція на РДН перевищує попит у березні – у 4,4 раза; квітні – у 8,3 раза; травні – у 5,5 раза; червні – у 6,6 раза.



Наразі НКРЕКП та Міністерство енергетики України шукають інструменти з метою підвищення ліквідності на РДН, що могло б потенційно призвести до стабілізації РДН та ВДР. Таким чином, сьогодні ціни на ринку залишаються незмінними. У разі покращення ситуації на РДН, регулятор може зменшити цінові обмеження.

Поступ до вуглецевої нейтральності неможливий без подолання кризових явищ на енергетичних ринках, які гальмують процеси інтеграції енергетичних систем України з європейськими.

Водночас у Європі закликають українську владу зберегти досягнення реформи енергетичного ринку та продовжити інтеграцію до єдиного ринку країн ЄС. Таким чином, енергосектор України зможе швидше відновитися та подолати проблеми з ліквідністю. За даними Міненерго, повномасштабне вторгнення РФ на територію України спровокувало дефіцит ліквідності на енергоринку України в розмірі близько €50 млн./місяць. З початку війни було зафіксовано спад електроенергії на 35%, а платежів — приблизно на 60%.

Для підтримки української енергетики також запустили низку ініціатив, наприклад, Фонд підтримки енергетики України.

Європейська Комісія опублікувала нову Зовнішню енергетичну стратегію⁷ ЄС, яка визнає роль ЄС у підтримці України, включно із закупівлею товарів термінової потреби через такий Фонд та підтримку реформ для майбутньої повної інтеграції енергетичного ринку України з ЄС.

РЕГЛАМЕНТ ЄС ПРО ЦІЛІСНІСТЬ І ПРОЗОРІСТЬ ОПТОВОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО РИНКУ

Україні необхідно імплементувати законодавство ЄС, щоб уможливити об'єднання ринків, тобто ринок електроенергії працюватиме за правилами ЄС.

⁷ JOINT COMMUNICATION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE, AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS EU external energy engagement in a changing world JOIN/2022/23 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=JOIN%3A2022%3A23%3AFIN&qid=1653033264976>.

Принципи та підходи, викладені в Регламенті ЄС №1227/2011 про цілісність і прозорість оптового енергетичного ринку (REMIT⁸), повинні бути перенесені до українського законодавства, оскільки країна продовжує інтегрувати енергетичні ринки з європейськими.

Україна оновленим Меморандумом про економічну та фінансову політику за програмою stand-by, затвердженим Радою директорів МВФ 8 листопада 2021р., взяла на себе низку зобов'язань, зокрема прискорення роботи над повною імплементацією REMIT, передбаченою Угодою про асоціацію між Україною та ЄС.

Відповідно до звіту Енергетичного Співтовариства, зміни до основного законодавства, необхідні для транспонування REMIT, поки що не прийняті.

Проти України було порушено справу⁹ за нетранспозицію Регламенту REMIT, який мав бути імplementований 29 травня 2020р.

Технічну допомогу НКРЕКП та ВР надавав Секретаріат Енергетичного Співтовариства в рамках Енергетичної програми EU4 для розробки проекту змін до Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів щодо запобігання зловживанням на оптових ринках енергоресурсів». Кілька законопроектів розглядалися в різних парламентських комітетах, але жоден з них не отримав підтримки в Парламенті.

Законопроекти спрямовані на впровадження REMIT light, однак не передбачають звітності суб'єктів енергетичного ринку та не містять вимог щодо розкриття внутрішньої інформації.

Енергетичне співтовариство обрало REMIT light, покладаючись на компетентні національні органи, а також співпрацюючи з національним регулятором.

⁸ REGULATION (EU) No 1227/2011 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 October 2011 on wholesale energy market integrity and transparency (Text with EEA relevance), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32011R1227>.

⁹ Secretariat initiates dispute settlement procedure against Montenegro and Ukraine for lack of transposition of REMIT Regulations, <https://www.energy-community.org/news/Energy-Community-News/2021/03/26.html>.



Усі проекти зосереджені насамперед на інших аспектах енергетичного сектору в Україні, а не на повній імplementації REMIT. Серед іншого вони сприяють реалізації «адаптованої» версії REMIT. Наявність альтернативних законопроектів свідчить про те, що процес далекий до завершення. Після того, як буде готова остаточна версія, було б розумно оцінити, чи транспонує проект закону більшу частину Регламенту REMIT.

Щойно Закон про імplementацію REMIT буде прийнято, необхідно розробити підзаконні нормативні акти (НКРЕКП), щоб визначити порядок їх застосування.

НКРЕКП має співпрацювати з Радою регулювання енергетичного співтовариства (ECRB) для виконання функцій і завдань, визначених REMIT.

В Україні в рамках НКРЕКП має бути створено важливий елемент регулювання REMIT, тобто механізм зареєстрованої звітності (Registered Reported Mechanism, RRM¹⁰). Відповідно до Регламенту REMIT, RRM повинні мати надійні механізми безпеки, щоб гарантувати належний обмін інформацією між Регулятором і RRM. Належна процедура перевірки для RRM запобігатиме ризикам пошкодження та витоку даних, несанкціонованого доступу тощо.

НКРЕКП матиме змогу діяти на кшталт Агентства з питань співпраці енергетичних регуляторів ЄС (European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators, ACER) в Україні та щоденно збирати необхідну інформацію від учасників ринку, брати на себе відповідальність за розслідування та покарання за вчинені зловживання, тому вона має бути достатньо незалежною та компетентною, щоб виконувати обов'язки неупередженого нагляду.

Також пропонувалося створити адміністратора моніторингу енергетичного ринку на базі АТ «Оператор ринку». Це сприяло б більш ефективному моніторингу енергетичного ринку країни відповідно до вимог REMIT та дозволило б усім учасникам ринку оцінити загальний попит і пропозицію та, як наслідок, визначити причини коливань оптових цін.

¹⁰ How to register a Registered Reported Mechanism, <https://www.acer.europa.eu/remit/remit-for-you/how-to-register-as-a-registered-reporting-mechanism>.

Що стосується моделі REMIT для України, необхідно зосередитися на інтеграції з енергетичним ринком ЄС, що є важливою частиною мети уряду створити прозорі та зрозумілі умови для ринкової діяльності та забезпечити повний market coupling після інтеграції з Європейською мережею операторів систем передачі електроенергії.

НЕСПРИЯТЛИВІ ЧИННИКИ ДЛЯ РИНКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Пошкоджена інфраструктура. Нестабільне функціонування електричних мереж, систем тепlopостачання та інших об'єктів інфраструктури.

Інвестиційні ризики. В умовах війни потенційним інвесторам важко наважитись на фінансування проектів і технологій, які б сприяли енергетичному переходу. Проте вже на часі активізація економіки, використання досвіду ЄС для поєднання передових технологій та відновлюваних джерел енергії для досягнення цілей вуглецевої нейтральності.

Перекося на енергетичному ринку. Сегменти українського ринку електроенергії працюють із спотвореннями (покладання спеціальних обов'язків, обмеження цін на ринку на добу наперед та внутрішньодобовому ринку, штучне регулювання, борги між гравцями ринку).

Зниження попиту на електроенергію. З початку війни виробництво і споживання електроенергії скоротилося на 34%, у т.ч. промислове споживання на 32%. Виробництво АЕС впало на 34%, виробництво ТЕС — на 28%, виробництво електроенергії з ВДЕ — на 72%.

ВИСНОВКИ

Оптовий ринок електроенергії далекий від лібералізації. Відповідно до механізму ПСО державні виробники електроенергії зобов'язані продавати електроенергію нижче собівартості виробництва, накопичуючи борги. Коли війна закінчиться, знадобляться величезні інвестиції в генерацію, передачу та розподіл. Регулювання має забезпечити ринкову конкуренцію та ціни, вільний вибір постачальників, недискримінацію та прозорість ринкових операцій. Ефективні показники створили б стимули для іноземних інвесторів розвивати післявоєнний модернізований сектор електроенергетики.



Відновлення ринкових механізмів у поствоєнний час вимагатиме поступового приведення ціни на електроенергію для населення до ринкового рівня. Повинна діяти ефективна розширена система субсидій (грошових), яка піклується про «незахищеного» споживача.

Питання доступності електроенергії є суспільним і політичним викликом. Уряду доведеться докласти зусиль, щоб захистити постачальників від подорожчання. Буде величезне навантаження на бюджет, оскільки влада зобов'язалася не підвищувати тарифи. Вирішення проблем енергетичної бідності та споживачів з низькими доходами не повинно спотворювати ринок. Реальна вартість електроенергії забезпечує стабільне функціонування та стимул для інвестицій. Водночас ціни на електроенергію в Україні є одними з найнижчих у Європі, і вступ до ENTSO-E не означатиме зниження виробництва електроенергії на цьому етапі.

Варто зазначити, що встановлення економічно обґрунтованих цін на електроенергію для домогосподарств не сприятиме відновленню ринкової моделі, якщо не буде усунуто диспропорції між сегментами ринку та створено відповідні умови для генеруючих компаній.

Через останні проблеми, пов'язані з майбутнім опалювальним сезоном, Україні доведеться покладатися на електрифікацію. Велика частка атомної енергетики в енергобалансі України мала забезпечити енергетичну безпеку. Однак виникли загрози для атомної генерації у зв'язку із зупинкою Запорізької АЕС та обстрілами поблизу Південноукраїнської АЕС.

Водночас, енергетичний баланс України із значною часткою атомної генерації має потенціал для продажу електроенергії в ЄС, доповнює зусилля ЄС з декарбонізації споживання енергії.

З приєднанням України до європейської електромережі з'являється вікно можливостей для збільшення обсягів експорту до Європи в довгостроковому періоді. Україна має збільшити кількість інтерконекторів. Європейський Союз передбачив можливість приєднання у 2030р. до 15% встановленої потужності країни-сусіда ENTSO-E. Встановлена потужність міжнародних перетинів (інтерконекторів) з країнами ЄС значно нижча за очікувану з огляду на такі чинники

обмеженої української конкуренції в Європі: технологічний (відсутність фізичної потужності інтерконекторів) та комерційний (відсутність ділової практики міжнародної торгівлі на ринках ЄС).

Приєднання до ENTSO-E допоможе збалансувати систему, полегшивши управління змінними відновлюваними джерелами енергії. Експорт електроенергії буде корисним як для України, так і ЄС. В умовах нинішньої енергетичної кризи через війну з Росією українська електроенергетика для ЄС є посиленням енергетичної безпеки, диверсифікацією ринків і можливістю дешевше отримувати вуглецево-нейтральну енергію.

Україна має продовжувати розробляти законодавство відповідно до стандартів ЄС і останніх досягнень енергетичного законодавства. Щодо моделі REMIT для України, необхідно зосередитися на інтеграції з енергетичним ринком ЄС, що є важливим для створення прозорих та зрозумілих умов для ринкової діяльності та забезпечення market coupling для повної інтеграції з Європейською мережею операторів систем передачі електроенергії.

Україні надається безпекова допомога з урахуванням критичних потреб енергетики (економіки). Українська влада повинна зберегти досягнення реформи енергетичного ринку та продовжити інтеграцію до єдиного ринку ЄС. Таким чином, енергетика України зможе швидше відновлюватися та подолати проблеми з ліквідністю.



III.

ДРУГИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ВИЗНАЧЕНИЙ ВНЕСОК (НВВ2): ПРОБЛЕМИ РЕАЛІЗАЦІЇ

Антропологічний вплив на глобальну кліматичну систему, підтверджений у дослідженні П'ятої оціночної доповіді Міжурядової групи експертів з питань зміни клімату (IPCC), є головною причиною потепління, що, починаючи із 1950р., з кожним десятиліттям збільшує своє значення для життєдіяльності людей. У разі, якщо не відбудеться корінного зламу в питанні скорочення викидів парникових газів, то у період 2000–2100рр. зростання температури на планеті ймовірно становитиме понад 2°C, а рівень світового океану підвищиться на 0,6–1,2 метра¹.

За цим сценарієм, стрімко зростатиме дефіцит продовольства, до критичного рівня посиляться проблема збереження здоров'я людей, а величезні території багатьох країн стануть непридатними для проживання. Отже, існуватиме реальна загроза зміни траєкторії розвитку людства від науково-технічного й соціально-економічного прогресу до застою та подальшої деградації у більшості сфер людської діяльності. Економічні втрати від реалізації негативного кліматичного сценарію не піддаються підрахункам. Водночас, за розрахунками міжнародних організацій *IPCC*, *WorldResources Institute* та *Climate Action Tracker* для недопущення катастрофічних наслідків необхідно до 2030р. скоротити викиди парникових газів удвічі, а до 2050р. досягнути кліматичної нейтральності².

¹ Стратегія низьковуглецевого розвитку України до 2050р. – Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів, 2018р., с.19, https://mepr.gov.ua/files/docs/Proekt/LEDS_ua_last.pdf.

² Джерело: Центр екологічних ініціатив «Екодія», *ekodiya-strategia-nyzkovyhlecevogorozvytku2050.pdf*.

МІЖНАРОДНИЙ ВИМІР БОРОТЬБИ ІЗ КЛІМАТИЧНИМИ ЗМІНАМИ

Як добре відомо, Кіотський протокол у рамках Конвенції ООН про зміну клімату не дозволив наблизитися до розв'язання нагальних питань щодо боротьби з кліматичними змінами через диференціацію країн у зобов'язаннях виконання намічених цілей. Натомість, завдяки визначеним правовим механізмам, країни-учасники Паризької кліматичної угоди намагаються усунути вказаний недолік. Угода передбачає, що всі держави, незалежно від ступеня їх економічного розвитку, свідомо намагаються досягти певних показників скорочення викидів парникових газів (ПГ) з метою дотримання ключової вимоги з обмеження глобального потепління на рівні 1,5-2°C. Водночас, й цей документ не позбавлений певних слабких місць. Зокрема це стосується визначення кожною країною самостійно показника скорочення парникових газів, що не гарантує об'єктивність цього процесу.

Угода вже надала потужний поштовх для звільнення цивілізації від наслідків глобального потепління. Вже понад 30 країн світу оголосили про досягнення вуглецевої нейтральності, а понад 1000 найбільших корпорацій й університетів із 120 країн світу об'єдналися в альянси *NET Zero 2050* та *Race to Zero* з метою організації спільних зусиль для повного припинення викидів діоксиду вуглецю. Прогресивний великий бізнес швидко починає усвідомлювати, що інвестиції в очищення планети від шкідливих викидів — це вклад у майбутнє та шлях до зростання капіталізації й розширення інвестиційних програм³.

Голова Паризької кліматичної конференції міністр закордонних справ Франції Л.Фабіус, зазначив, що цей «амбітний і збалансований» план був «історичною поворотною точкою» у справі зменшення темпів глобального потепління⁴. Проте, останні статистичні дані свідчать, що, незважаючи на рішучість більшості країн світу виконати поставлені Паризькою кліматичною угодою завдання, їх практична реалізація бажає бути

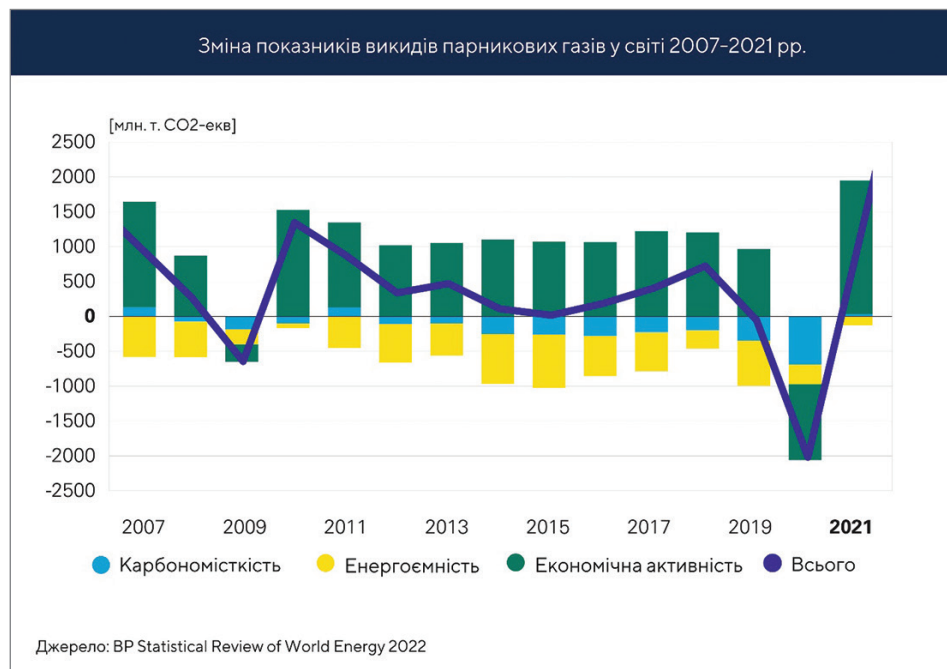
³ Білявський М. Україна і глобальна політика декарбонізації. — Центр Разумкова, 19 березня 2021р., с.1-2, <https://razumkov.org.ua/statti/ukraina-i-globalna-polityka-dekarbonizatsii>.

⁴ Уряд України підтримав Стратегію низьковуглецевого розвитку України до 2050 року. — Урядовий портал, 18 липня 2021р., <https://www.kmu.gov.ua/news/ostap-semerak-uryad-ukrayini-pidtrimav-strategiyu-nizkovugleceвого-rozvitku-ukrayini-do-2050-roku>.



кращою. Так, тимчасова стабілізація показника викидів ПГ спостерігалася у 2020р., що пояснюється зниженням світової економічної активності внаслідок пандемії COVID-19.

Однак уже у 2021р. були запуснені процеси відновлення глобальної економіки через ослаблення впливу фактору пандемії, що призвело до збільшення емісії парникових газів в енергетичному секторі на 5,7%, порівняно із 2021р. (діаграма «Зміна показників викидів парникових газів у світі»⁵). У цьому зв'язку доцільно відзначити, що використання первинної енергії у світі у 2021р. на 1,3% перевищило показник 2019р. (передпандемійного), а зростання навіть на 17% виробництва електроенергії із ВДЕ було недостатнім для того, щоб уповільнити нарощування викидів ПГ⁶.



⁵ BP Statistical Review of World Energy 2022. – BP, 2022, <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf>.

⁶ Там само.

Складність виконання цілей Паризької кліматичної угоди пояснюється тим, що багато країн розробили недостатньо амбітні плани з декарбонізації не лише через дефіцит інвестиційних ресурсів, недосконалість технологій із заміщення викопних видів палива «зеленою» енергетикою та побоювання зростання цін на теплову та електричну енергію, але й внаслідок дефіциту екологічної свідомості.

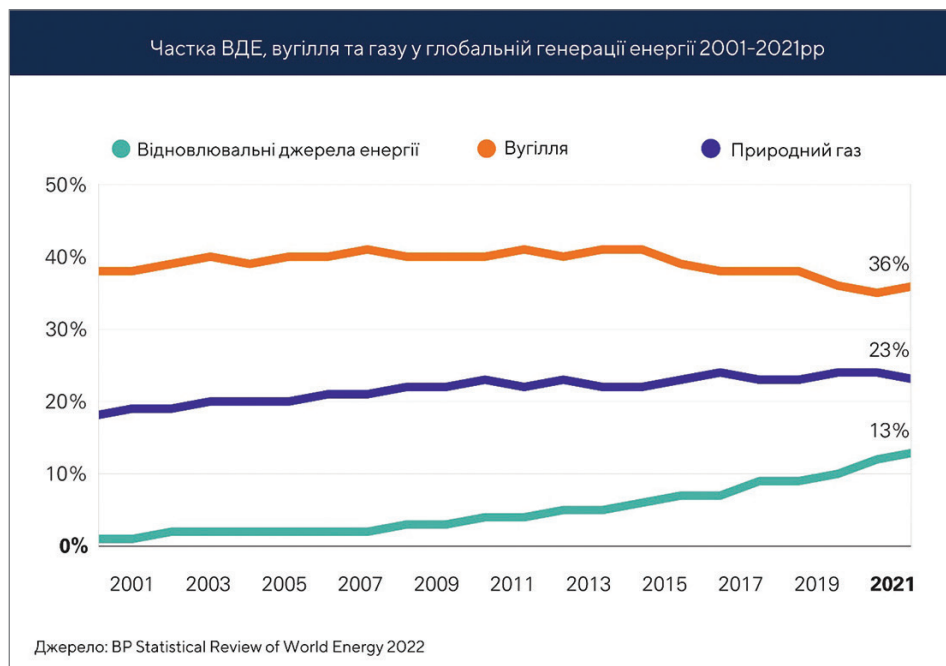
Однією з вимог Угоди є розробка Національного визначеного внеску (НВВ), в якому кожна країна самостійно визначає завдання щодо скорочення емісії парникових газів, виходячи із власних можливостей та бачення кліматичної політики. НВВ повинен бути амбітним та зробити вагомий вклад у загальносвітову справу боротьби із зміною клімату. НВВ подається до Секретаріату Рамкової конвенції ООН з питань зміни клімату для аналізу та визначення його адекватності вимогам Угоди. До проблем НВВ потрібно віднести те, що він має лише оціночний характер й залежить, головним чином, від свідомості країн розробників та не передбачає дієвих механізмів контролю та штрафних санкцій.

У світовій енергетиці ще залишається домінування викопних видів палива. Їх частка у глобальній структурі споживання енергії за останні п'ять років знизилася лише на 2% й зараз становить 83%, тоді як частка ВДЕ — 13% (за винятком гідроенергії). Вугілля, як найбільш шкідливий вид палива для довкілля, із часткою 36% й дотепер впевнено посідає лідируючу позицію серед усіх видів первинної енергії (діаграма «Частка ВДЕ, вугілля та газу у глобальній генерації енергії»⁷, с.44).



У 2021р. інвестиції у будівництво нових сонячних і вітрових електростанцій склали понад половину всіх обсягів інвестицій у спорудження нових генеруючих потужностей у світі. Це дозволило ввести в експлуатацію 226 ГВт потужностей «зеленої» енергетики, що також перевищує 50% усіх збудованих потужностей електростанцій. Головним локомотивом глобального

⁷ Там само.



розвитку ВДЕ продовжує бути Китай, що забезпечив уведення в експлуатацію 36% сонячних та 40% вітрових електростанцій у світі.

Загальні викиди ПГ (від енергетики) у світі за останні 10 років зросли із 31,9 до 33,9 млрд. т, або на 6,2% (таблиця «Глобальне скорочення викидів парникових газів від енергетики»⁸, с.45). Найбільшими країнами – забруднювачами повітря є Китай (31%) та США (14%), на яких припадає 45% усіх викидів ПГ. Також серйозне занепокоєння викликає високий рівень забруднення повітря в Індії. Так, якщо у 2011р. обсяг емісії ПГ там був удвічі нижчий, ніж у ЄС, то вже у 2021р. за цим показником Індія майже наздогнала країни Євросоюзу. Однак ця країна останнім часом планує посилення своєї кліматичної політики. Водночас політика ЄС щодо досягнення вуглецевої нейтральності вже дає свої плоди: у 2011-2021рр. емісія CO₂ там скоротилася до 2,7 млрд. т, або на 18%.

⁸ Там само.

ГЛОБАЛЬНЕ СКОРОЧЕННЯ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ВІД ЕНЕРГЕТИКИ

Регіон	Річний приріст												
	2021	2021-21	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
США	4701.1	6.6%	4701.1	4420.6	4980.9	5132.7	4978.8	5038.0	5137.5	5251.7	5246.6	5089.1	5336.2
Півн. та Півд. Америки (без США)	1213.1	11.1%	1213.1	1094.6	1228.5	1246.0	1283.4	1297.1	1338.4	1352.6	1334.6	1276.4	1225.1
Україна	167.9	-2.7%	167.9	172.9	185.5	198.7	187.9	215.6	195.1	248.8	286.5	299.1	303.2
Європа всього	3793.7	5.4%	3793.7	3608.3	4073.7	4244.4	4277.5	4255.7	4207.0	4199.1	431.0	4537.5	4599.1
Російська Федерація	1581.3	8.9%	1581.3	1456.2	1548.8	1564.7	1507.8	1520.5	1507.0	1539.8	1538.8	1572.4	1558.8
Африка всього	1290.7	5.9%	1290.7	1222.6	1317.1	1276.4	1264.7	1242.0	1211.1	1198.9	1169.8	1139.3	1103.6
Австралія	369.4	-2.1%	369.4	378.2	406.6	401.5	403.7	405.6	407.2	398.5	395.0	398.1	408.8
Китай	10523.0	5.8%	10523.0	9974.3	9868.5	9676.0	9444.9	9234.4	9262.6	9256.7	9219.1	8978.7	8793.5
Індія	2552.8	4.0%	2552.8	2281.2	2465.8	2442.6	2320.2	2241.5	2146.5	2090.7	1924.0	1861.4	1728.4
Азіатсько-тихоокеанський регіон	17734.6	5.7%	17734.6	16829.0	17249.9	16965.4	16496.7	16091.5	15910.2	15790.4	15555.4	15264.7	14813.5
СВІТ Всього	33984.1	5.9%	33984.1	32078.5	34095.8	34148.5	33426.6	33020.6	32337.4	32820.2	32710.9	32241.1	31904.6
Країни ОЕСР	11292.5	5.4%	11292.5	10744.7	12063.5	12459.4	12348.5	12346.2	12183.7	12518.7	12741.3	12555.7	12842.4
Країни поза ОЕСР	22591.5	6.2%	22591.5	21333.9	22012.3	21079.9	21689.6	20672.1	20401.2	20301.4	19969.6	19585.4	19062.2
ЕС	2728.2	6.7%	2728.2	2564.2	2931.5	3069.0	3095.7	3047.7	3043.7	2980.8	3146.0	3218.7	3300.8

Джерело: BP Statistical Review of World Energy 2022

У цьому ж тренді, але ще набагато динамічніше рухається й Україна. За вказаний період вона скоротила емісію ПГ (від енергетики) до 167,9 млн. т, або на 44%. Частка викидів ПГ України в загальносвітовому вимірі складає лише 0,5%. Утім, такі позитивні показники були досягнуті, переважно завдяки скороченню промислового виробництва⁹.

З приходом у Білий дім у 2021р. Дж.Байдена кліматична політика США зазнала кардинальних змін. Якщо Президент Д.Трамп ініціював вихід країни із Паризької кліматичної угоди, то одним із перших кроків діючого Президента став указ про повернення США до неї. Демократична партія США традиційно виступає за «зелений курс», тому програма Д.Байдена *Clean Energy Revolution* є не менш амбітною за *European Green Deal* й також передбачає забезпечення нульових викидів діоксиду вуглецю до 2050р. — у першу чергу завдяки стимулюванню інвестицій у сектор ВДЕ.

Китай та Індія, що останніми десятиліттями були найбільшими емітентами ПГ уже розробили власні програми енергетичного переходу до вуглецево

⁹ Там само.



нейтральної економіки. Так, напередодні саміту *COP26* в Глазго, що відбувся у листопаді 2021р., Китай опублікував стратегічний документ — *Working Guidance*. Він встановлює ключові цілі та заходи кліматичної політики Китаю на довгостроковий період й передбачає, що до 2060р. країна зможе повністю позбавитися емісії парникових газів шляхом збільшення частки ВДЕ у структурі споживання до 80% та зниження енергоємності ВВП завдяки впровадженню енергоефективних технологій у промисловості¹⁰.

Що стосується Індії, то вона, виходячи із своїх кліматичних умов, взяла курс на будівництво сонячних електростанцій, які до 2040р. допоможуть замінити вугільну генерацію, що зараз сягає 70%. Державний міністр Індії з питань відновлюваної енергетики Бхагвант Хуба закликав інвесторів збільшити інвестиції у сектор ВДЕ. За його словами, в Індії вже реалізуються проекти зеленої енергетики на суму \$197 млрд.¹¹

Як бачимо, вже зараз існують підстави прогнозувати, що в довгостроковій перспективі найбільші країни світу складуть серйозну конкуренцію ЄС у боротьбі за лідерство щодо декарбонізації. Це означатиме й зростаючу конкуренцію за інвестиції у сфері інноваційних технологій, що сприяють звільненню атмосфери від шкідливих викидів.

Магістральними напрямками посилення глобального процесу декарбонізації залишається енергозбереження та енергоефективність використання ресурсів, розвиток сонячної та вітрової енергетики, біопалива, зеленого й блакитного водню, збільшення балансуючих потужностей, систем накопичення енергії та уловлювання й зберігання вуглецю. Водночас, у зв'язку із стрімким зростанням інвестицій у сектор ВДЕ найбільшими економіками світу, слід очікувати того, що цей фактор впливатиме на підвищення цін відповідного обладнання. Насамперед, це стосуватиметься сонячних панелей та вітряних турбін.

З огляду на те, що сонячна енергетика як основний драйвер розвитку ВДЕ у світі належить до низькоефективного та нестабільного виду енергії із середнім коефіцієнтом корисної дії (ККД), який не перевищує

¹⁰ Як відбуватиметься «зелений» перехід Китаю. — Асоціація україно-китайського співробітництва, 14 грудня 2021р., <https://aucc.org.ua/jak-vidbuvatimetsja-zelenij-perehid-kitaju>.

¹¹ Джерело: Solar Energy Association of Ukraine, 15 August 2022, <https://www.facebook.com/aseuofficial>.



20%, вона потребує великих площ для розміщення обладнання в умовах постійного зростання дефіциту сільськогосподарських угідь. Отже малоімовірно, що сонячна енергетика разом із іншими видами ВДЕ зможуть замінити на 100% викопне паливо, навіть у довгостроковій перспективі. Більш реалістичним сценарієм із досягнення кліматичних цілей може бути модель світової енергетики, що поєднує розвиток ВДЕ та інноваційні й безпечні ядерні технології. Це, зокрема, стосується малих модульних реакторів (SMR) та реакторів на швидких нейтронах.

Водночас, варто зазначити, що в разі навіть реалізації оптимістичного сценарію стосовно декарбонізації через розвиток ВДЕ та застосування перспективних енергозберігаючих та ядерних технологій, завдання із стримування глобального потепління у межах до 1,5-2°C буде складно досягти без зміни економічної парадигми — переходу від перманентного стимулювання споживання товарів і послуг до управління попитом.

ВПЛИВ РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ НА ЕНЕРГЕТИЧНУ ПОЛІТИКУ ЄС

3 І кварталу 2022р. світ увійшов у стан небаченої із 1972р. енергетичної кризи, яка навіть може перевершити наслідки надзвичайної ситуації 50-річної давнини, що була викликана посиленням арабо-ізраїльського військового конфлікту. Цього разу головною причиною стрімкого зростання цін на енергоносії стало розв'язання широкомасштабної війни РФ проти України, що за числом людських жертв та кількістю зруйнованої інфраструктури є найбільшою у Європі з часів Другої світової війни.

Після початку цієї агресії, застосування Кремлем енергетичної зброї стосовно країн ЄС виявилось очевидним для усіх, й спростувало традиційні твердження багатьох політиків, що купівля природного російського газу є винятково бізнесом й жодним чином не загрожує безпеці в Європі. «Газпром» ще з II половини 2021р. припинив продаж газу на спотових майданчиках та обмежив обсяги наповнення європейських ПСГ, що разом із фактором високого попиту на енергію в Азійсько-Тихоокеанському регіоні призвело до рекордних цін у Європі — понад €2500 за 1000 м³. На порядку денному постало питання позбавлення залежності від російських енергоносіїв. Однак зробити це буде



надзвичайно важко, оскільки залежність ЄС від російського газу постійно нарощувалася протягом останніх 20-ти років й досягла у 2021р. 43%¹².

У першу чергу, це стосується Німеччини, що була драйвером зазначеної вище ризикованої енергетичної політики через будівництво балтійських газопроводів «Північний потік-1» та «Північний потік-2», а також з огляду на поспішне закриття АЕС та вугільних шахт. До серйозного негативного чинника, що збільшував залежність ФРН від «Газпрому» також варто віднести відсутність дотепер у країні LNG-терміналів. У зв'язку із критичною залежністю ЄС від російського газу він не був доданий до пакетів санкцій через російську агресію, але планується, що його частка в енергобалансі країн Євросоюзу до 2017р. буде мінімізована за рахунок спорудження нових LNG-терміналів, заходам енергозбереження та зростанню інвестицій у сектор ВДЕ.

Частка в імпорті російської нафти, нафтопродуктів до ЄС є помітно меншою відносно газу й складає близько 30%, а логістичні можливості диверсифікації є істотно кращими. Відповідно до положень шостого пакета санкцій вже у грудні 2022р. припиняться поставки нафти із Росії, а у березні — нафтопродуктів. Вже з 1 серпня ц.р. країни ЄС у рамках п'ятого пакета санкцій повністю зупинили купівлю російського вугілля, що також відіграло суттєву роль в їх енергозабезпеченні з часткою у структурі споживання до 45%¹³.

Потужною відповіддю на вторгнення російської армії до України слід вважати не лише застосування санкцій, але й План дій ЄС *REPowerEU* із зниження споживання російського газу вартістю €300 млрд. Він, зокрема, передбачає скорочення споживання російського газу найближчим часом із 155 млрд. м³ у 2021р. до 100 млрд. м³ у 2023р. та повне припинення його закупівлі до 2027р. шляхом заміщення через:

✓ будівництво нових LNG-терміналів та диверсифікацію поставок;

¹² Залежність від російського газу: Європа у лещатах «Газпрому». — DW, 9 лютого 2022р., <https://www.dw.com/uk/yevropa-u-leshchatakh-hazpromu-a-60699928/a-60699928>.

¹³ Див.: Ананьєва О., Хмарна О. Спонсори війни: хто у ЄС підтримує, а хто блокує заборону нафти та газу з РФ. — Європейська правда, 20 квітня 2022р., <https://www.eurointegration.com.ua/articles/2022/04/20/7138073>.

- ✓ електрифікацію промислового сектору та домогосподарств;
- ✓ підвищення енергоефективності;
- ✓ пролонгацію термінів експлуатації ядерних блоків і вугільних ТЕС.

Включення Євросоюзом природного газу та ядерної енергії до «зеленої» таксономії¹⁴, а також відновлення роботи вугільних ТЕС доцільно вважати необхідним, але тимчасовим заходом для стабілізації роботи енергетичних ринків до часу подолання критичної залежності від російських енергоносіїв. Попри зазначене, ціль ЄС у питанні досягнення вуглецевої нейтральності до 2050р. залишається незмінною. Цьому, зокрема, допоможе план зі збільшення частки ВДЕ у структурі споживання у рамках Кліматичної програми Єврокомісії *Fit for 55* із 40% до 45%. Також заслуговують на увагу надзвичайно амбітні плани з підвищення цільового показника енергоефективності – з 9% до 13%, та виробництва й імпорту 20 млн. т водню до 2030р. Крім того, важливим елементом у досягненні цілей *European Green Deal* є збільшення виробництва біометану до 35 млрд. м³ у 2030р.¹⁵

Власне, російська агресія проти України та енергетичний шантаж Кремля стають потужними стимулами для пришвидшення процесу декарбонізації в Європі, який крім кліматичних цілей, також покликаний бути стримуючим механізмом російського експансіонізму на континенті. Навіть попри необхідності тимчасового відновлення роботи вугільних ТЕС внаслідок проходження важкого періоду заміщення російських вуглеводнів, вже до 2030р. ставиться ціль скорочення викидів ПГ до 2030р. на 55%, порівняно з 1990р. завдяки посиленню фінансування та запровадженню економічних стимулів для виконання програми *European Green Deal*.

¹⁴ «Зелена» таксономія – визначення науково-дослідницьким шляхом видів генерації енергії, що є сприятливими до виконання програми *European Green Deal*.

¹⁵ REPowerEU: План стрімкого зниження залежності від російського викопного палива і швидкого просування «зеленого переходу». – An official website of the European Union, 18 квітня 2022р., https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/uk/IP_22_3131.



ПЕРСПЕКТИВИ РЕАЛІЗАЦІЇ УКРАЇНОЮ ЦІЛЕЙ НВВ2 У ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД

Структура української енергетики вже ніколи не буде такою, якою була до широкомасштабної війни. Однією з головних цілей окупантів є руйнація та захоплення енергетичної інфраструктури України. Так, за даними заступниці Міністра розвитку громад та територій України Н.Хоцянівської, станом на 27 липня 2022р., внаслідок збройної агресії Росії на території України уражені 352 об'єкти критичної інфраструктури у сфері теплопостачання, а саме: 343 котельні (331 пошкоджені і 12 зруйновані) та вісім ТЕЦ (чотири зруйновані та чотири пошкоджені) та пошкоджено одну ТЕС¹⁶. Усього близько 50% теплової генерації зруйновано, знаходиться в зоні бойових дій або під окупацією.

Великою втратою для української енергетики стало захоплення 4 березня 2022р. підрозділами російських збройних сил найбільшої у Європі Запорізької атомної електростанції, що складається із шістьох ядерних блоків загальною потужністю 6 ГВт. Це є першим випадком в історії, коли атомна електростанція суверенної держави була захоплена військовим шляхом та перетворена у військову базу. Крім того, зруйновано та окуповано 90% вітрових електростанцій та 30% сонячних електростанцій¹⁷. Втрата величезних енергетичних потужностей внаслідок війни створила найбільшу загрозу енергозабезпечення української економіки та громадян для проходження опалювального сезону у 2022–2023рр. з часу закінчення Другої світової війни.

Значна кількість об'єктів енергетичної інфраструктури, що зараз перебувають на тимчасово окупованих територіях, вже не підлягають відновленню. У першу чергу, це стосується застарілої вугільної генерації із найбільшим обсягом шкідливих викидів, яку доцільніше буде замінити ВДЕ-генерацією, що слід вважати одним із головних напрямів виконання НВВ2. Зруйнована війною енергетична інфраструктура не тільки

¹⁶ Олексій Чернишов: Більше половини інфраструктури підготовано до опалювального сезону. – Міністерство розвитку громад та територій України, 27 липня 2022р., <https://www.minregion.gov.ua/press/news/oleksij-chernyshov-bilshe-polovyny-infrastruktury-pidgotovano-do-opalyvalnogo-sezonu>.

¹⁷ Загарбники зруйнували або окупували 90% вітрових електростанцій. – Укрінформ, 4 липня 2022р., <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3521967-zagarniki-zruynuvai-abo-okupuvali-90-vitrovih-elektrostantsij.html>.

створила великий виклик для енергетики України, але й відчинила вікно можливостей для формування нового енергетичного профілю із акцентом на посилений розвиток сектору ВДЕ.

У світлі світових трендів щодо переходу до безвуглецевої економіки стає зрозумілим, що Україна здатна буде забезпечити конкурентоспроможність своєї промислової продукції та досягти цілей із декарбонізації й сталого розвитку винятково завдяки збільшенню частки ВДЕ у структурі споживання та зниженню енергоємності ВВП через впровадження інноваційних технологій.

Одним із перших стратегічних документів України, що визначив кардинальну зміну вектора розвитку енергетики від викопних видів палива до використання ВДЕ слід вважати Енергетичну стратегію до 2035р.¹⁸ Це перший документ серед багатьох попередніх енергетичних стратегій та програм, у якому проблема декарбонізації шляхом заміщення вугілля ВДЕ-генерацією поставлена у перелік пріоритетів енергетичної політики держави.

Уперше була поставлена конкретна ціль із радикального скорочення використання вугілля — з 38,3 млн. т н.е. у 2010р. до 12 млн. т н.е. у 2035р., або більш ніж утричі. На відміну енергетичних стратегій деяких країн ЄС, ЕСУ має певну перевагу. Насамперед вона полягає в орієнтації у перехідний період до безвуглецевої економіки на власні ресурси за зниження залежності від поставок російських енергоносіїв. При цьому, плани зі збільшення частки ВДЕ у структурі споживання хоча і є доволі амбітними, але враховують реальні можливості економіки та безпекові ризики.

Тому після початку російської агресії у лютому 2022р., Україні вдалося відносно безболісно першою із країн Європи від них відмовитися на 100%, що нейтралізувало російську енергетичну зброю й побавило РФ потужного важеля впливу. Розв'язання масштабної енергетичної війни у Європі доводить, що обрана Україною відносно помірною стратегія зростання частки ВДЕ у структурі споживання, що не потребує збільшення балансуючих потужностей за рахунок газової генерації, виявилася вірною.

¹⁸ Схвалена Розпорядженням КМУ №605 від 18 серпня 2018р.



Затвердження КМУ 30 липня 2021р. НВВ2 відповідно до Паризької кліматичної угоди дозволило Україні виконати напередодні кліматичного саміту *COP26* у Глазго ключове міжнародне кліматичне зобов'язання. Відповідно до затвердженого НВВ2 Україна зобов'язалася скоротити викиди ПГ на 65%, порівняно із 1990р., що визначило для неї важливий орієнтир з досягнення кліматичної нейтральності до 2060р. Йдеться не лише про скорочення CO_2 , але й про зниження емісії метану CH_4 , закису азоту N_2O , гідрофторвуглецю (HFC), перфторвуглецю (PFC), гексафториду сірки (SF_6) та трифториду азоту (NF_3)¹⁹. Затверджений НВВ2 обґрунтовує формування цільових показників на базі зокрема Звіту з моделювання за участю Інституту економіки прогнозування НАНУ й підтримки ЄБРР та Уряду Швеції²⁰.

Відповідно до положень Аналітичного огляду до НВВ2, що визначив енергетику України в якості ключової галузі із досягнення кліматичних цілей, передбачається, що вона повинна забезпечити скорочення емісії ПГ до 2030р. до 68,1 млн. т, або на 26%, порівняно із 2019р. та на 75%, порівняно із 1990р. (діаграма «План скорочення викидів парникових газів до 2030р. від енергетики», с.53). Очікується, що ці показники будуть досягнуті за рахунок збільшення виробництва в секторі ВДЕ (включно із ГЕС та ГАЕС) з 18,4 до 60 млрд. кВт-год., або більш ніж утричі, що дозволить наростити частку ВДЕ у постачанні всієї первинної енергії до 30%²¹.

Значний ефект зі зниження викидів планується досягнути через модернізацію або виведення з експлуатації більшості вугільних блоків згідно з Національним планом скорочення викидів від великих спалювальних установок (НПСВ). Центром Разумкова був розроблений варіант скорочення викидів забруднюючих речовин великих спалювальних установок, відповідно до норм Директиви 2010/75/ЄС, який полягає у трансформаційному переході енергетичної галузі від

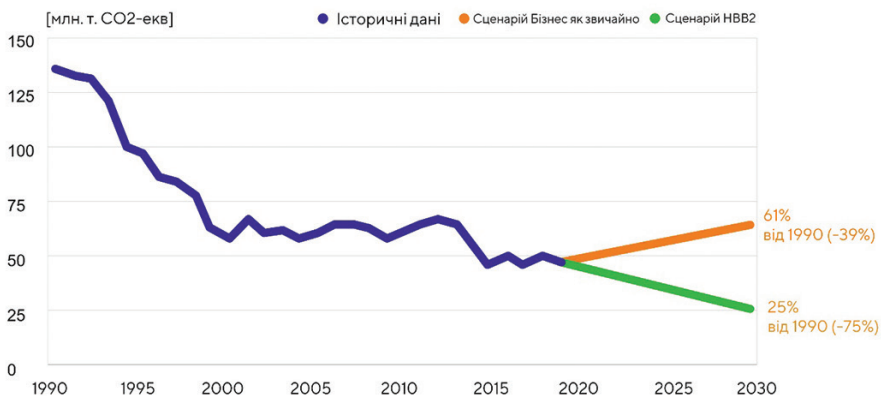
¹⁹ Кабмін затвердив оновлений НВВ2: мета 35% викидів. – Екополітика, 30 липня 2022р., <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/uryad-zatverdiv-onovlenij-nvv2-ukraini-do-parizkoi-ugodi>.

²⁰ Джерело: Міністерством захисту навколишнього середовища і природних ресурсів України, <https://mepr.gov.ua>.

²¹ Аналітичний огляд Другого Національного визначеного внеску України до Паризької Угоди. – Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, липень 2021р.

Цей документ став базовим для формування й затвердження НВВ2.

План скорочення викидів парникових газів до 2030р. від енергетики



Джерело: Аналітичний огляд Другого національного визначеного внеску України до Паризької Угоди
— Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України

використання викопних видів палива до ВДЕ²². Згідно з пропозиціями експертів Центру Разумкова, виведення більшої частини потужностей теплової генерації з експлуатації та заміщення їх ВДЕ-генерацією — більш ефективний спосіб виконання завдань НПСВ, ніж реконструкція та модернізація застарілих ТЕС, що вже перевищили нормативні терміни експлуатації.

У разі впровадження такої пропозиції достатньо буде модернізувати 5 ГВт потужностей ТЕС замість понад 15 ГВт, передбачених НПСВ, що дасть економію до €4,5 млрд. Збережені кошти доцільно направити для будівництва нових потужностей ВДЕ та систем накопичення енергії й частково розмістити їх на майданчиках виведених з експлуатації ТЕС. У період до 2030р. вугільні ТЕС раціонально використовувати головним чином, як балансуєчі потужності.

Натомість заплановано, що промисловість, навпаки, наростить емісію CO₂ до 2030р. на 89 млн. т, або на 16%, що уявляється досить нераціональним рішенням, оскільки базові галузі промисловості (металургія, хімічна, машинобудування) володіють значним потенціалом зменшення

²² Омельченко В., Чекунова С., Білявський М. Енергетика України: виклики та ініціативи. — Центр Разумкова, 2020р., https://razumkov.org.ua/uploads/article/2020_energy_initiatives.pdf.



викидів шляхом запровадження інноваційних енергозберігаючих технологій та збільшення використання зеленої енергії. Прогноз НВВ2 із зростання споживання електричної енергії до 2030р. — до 190 млрд. кВт-год./рік, або на 30%, порівняно з 2020р.²³, також виглядає достатньо невиваженим. Маючи найгірший показник енергоемності ВВП у Європі, Україна повинна приділяти цій проблемі першочергову увагу й намагатися забезпечувати зростання економіки за сталого показника енерговитрат, а не завдяки їх нарощуванню.

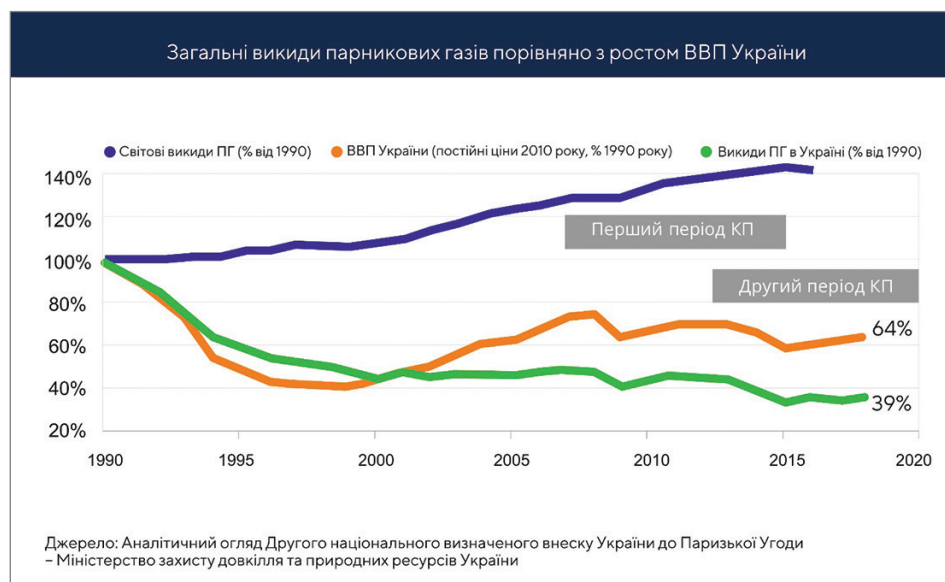
Загальні потреби в капітальних інвестиціях на виконання завдань НВВ2 становлять близько €102 млрд.²⁴ (таблиця «Необхідні інвестиції для досягнення цілей НВВ2 до 2030р.»). Із них Україна за рахунок власних можливостей зможе забезпечити не більше 30%, інша частина інвестицій у 70% залучатиметься із зовнішніх джерел (донорська допомога, кредитні ресурси банків, інвестиції приватного бізнесу).

НЕОБХІДНІ ІНВЕСТИЦІЇ ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ ЦІЛЕЙ НВВ2 ДО 2030р.	
(*сектори потребуватимуть додаткових розрахунків через зміну амбіції щодо рівня викидів ПГ)	
Сектор	Капітальні інвестиції, млрд.євро
Всього	102
1+2. Енергетика + Промислові процеси (без споживчих витрат)	93
Сільське господарство	2
Виробництво енергії та тепла	26*
Промисловість	37*
Будівлі* (без споживчих витрат)	16
Опалення	16
Включаючи термомодернізацію будівель	13
Видобування та транспортування енергоресурсів	8
Транспорт без споживчих витрат	3*
Приватні авто	3
3. Сільське господарство	2,3*
4. ЗЗЗЛГ	3
5. Відходи	2
Джерело: Аналітичний огляд Другого національного визначеного внеску України до Паризької Угоди – Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України	

²³ Там само.

²⁴ Розпорядження КМУ «Про схвалення Оновленого національно визначеного внеску України до Паризької угоди» №868 від 30 липня 2021р.

Україна є одним із світових лідерів з декарбонізації за показником скорочення викидів парникових газів. У період 1990–2019рр. вона спромоглася знизити їх емісію на 62,4% (діаграма «Загальні викиди парникових газів, порівняно з ростом ВВП України»²⁵). Варто відзначити, що таке досягнення дещо затьмарюється тим, що воно відбулося, насамперед не за рахунок зниження енергоємності виробництва продукції та розвитку зеленої енергетики, а внаслідок структурних змін в економіці — в період переходу від радянської планової системи до ринкової економіки, коли частка промислового виробництва у ВВП країни зменшилася в декілька разів.



Разом з тим у 2017–2021рр. почав формуватися вже більш позитивний тренд — зниження емісії CO₂ завдяки динамічному будівництву сонячних і вітрових електростанцій, реалізації численних проектів у біоенергетиці, а також поступовому впровадженню енергоефективних технологій. На жаль, така оптимістична динаміка була раптово обірвана війною. Сектор ВДЕ опинився на межі банкрутства через руйнацію електростанцій або їх потрапляння у зону окупації. Глибока економічна криза в країні лише посилює невизначеність подальших

²⁵ Аналітичний огляд Другого Національного визначеного внеску України до Паризької Угоди. — Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, липень 2021р.



перспектив зеленої енергетики, але сектор ВДЕ в період післявоєнної відбудови, безумовно, стане найбільш привабливим для залучення інвестицій. Приєднання України на саміті *COP26* у Глазго до ініціативи щодо відмови до 2035р. від вугілля робить задачу з нарощування інвестицій у зелену енергетику ще більш актуальною.

Українська економіка належить до найменш енергоефективних економік Європи, що істотно стримує виконання кліматичних цілей. Однак у період 2010–2019рр. у розв'язанні цієї проблеми спостерігалися певні зрушення – енергоемність ВВП знизилася із 0,368 т н.е. до 0,249 т н.е./\$1000. Це відбулося внаслідок реалізації державних програм з енергоефективності та збільшення частки електричної енергії у структурі споживання з 15,6% до 20,3%. У цьому контексті треба відзначити Державну цільову економічну програму енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010–2021рр. (Програму «Теплих кредитів»), місцеві програми співфінансування енергоефективних заходів та Фонд енергоефективності²⁶.

Попри помітний прогрес, сфера енергоефективності в останні п'ять років значно відставала у своїй траєкторії виконання прогнозних показників, визначених ЕСУ, від динаміки розвитку ВДЕ. Так, якщо частка ВДЕ в енергоспоживанні досягла індикативного показника на 2020р. в 11%, то енергоемність ВВП перевищує визначений параметр у 0,20 т н.е./\$1000 на 25%. Реалізацію закладеного потенціалу у зниженні енергоемності ВВП до 2035р. майже у 2 рази потрібно віднести до ключового завдання енергетичної політики України в питанні її боротьби з кліматичними змінами.

ЗБІЛЬШЕННЯ АМБІЦІЙ СТОСОВНО ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ

Враховуючи колосальний потенціал України в підвищенні рівня енергоефективності економіки та розбудові ВДЕ-генерації, є підстави стверджувати, що скорочення емісії CO₂ на 65% у 2030р., порівняно з 1990р., або усього на 2,6% відносно 2019р. не є амбітною метою. Завдяки перегляду явно заниженого індикативного показника для промисловості щодо викидів ПГ та індикативу щодо заміщення вугільних

²⁶ Там само.

ТЕС сонячними й вітровими електростанціями разом із генерацією на біопаливі, реально домогтися загального скорочення емісії CO₂ на загальнонаціональному рівні на 70%, порівняно з 1990р., та знизити фінансові витрати під час виконання НВБ2 на 15-20%²⁷.

У результаті російської військової агресії в Україні знищено, сильно пошкоджено або знаходяться в зоні тимчасової окупації багато об'єктів промисловості, що були, з одного боку, великими емітентами парникових газів, а з іншого — економічним фундаментом держави. До них, зокрема, відносяться: металургійні гіганти ММК імені Ілліча та Азовсталь (на яких припадало виробництво понад 40% металу в державі), Северодонецьке хімічне підприємство Азот, НПЗ «Кременчук» та Лисичанський НПЗ та багато інших. У зоні бойових дій перебувають Криворізька ТЕС, Курахівська ТЕС, Зміївська ТЕС, Слов'янська ТЕС. Водночас суттєво скоротив продукцію через блокаду портів та воєнний стан металургійний комбінат «АрселорМіттал Кривий Ріг». У червні ц.р. Нікопольський та Запорізький феросплавні заводи працювали на 20% потужностей.

За експертними прогнозами, металургійні підприємства упродовж поточного року вироблять 6,5-7 млн. т сталі, або більш ніж утричі скоротять випуск продукції, порівняно із 2021р.²⁸

До зони окупації також потрапили й перебувають в умовно працездатному стані чотири великі вугільні електростанції — Запорізька ТЕС, Каховська ГЕС, Вуглегірська ТЕС, Луганська ТЕС та найбільша атомна електростанція Запорізька АЕС. Загалом Україна внаслідок військової агресії, станом на 20 серпня, втратила близько 20 ГВт потужностей традиційної генерації, а ще 8 ГВт потужностей знаходяться на території бойових дій та нездатні працювати у штатному режимі²⁹. Тобто, на

²⁷ Омельченко В. Проект Другого Національного визначеного внеску України (НВБ2): Чи можливо досягнути більш амбітних цілей за менших витрат? — Центр Разумкова, 16 квітня 2021р., <https://razumkov.org.ua/statti/proekt-drugogo-natsionalnogo-vyznachenogo-vnesku-ukrainy-nvv2-chy-mozhlyvo-dosiagnuty-bilsh-ambitnykh-tsilei-za-menshykh-vytrat>.

²⁸ На межі існування: як війна змінює український промисловий сектор. — УНІАН, 3 серпня 2022р., <https://www.unian.ua/economics/other/viyna-proti-rosiji-yak-viyna-zminyuye-ukrajinskiy-promisloviy-sektor-ostanni-novini-11928213.html>.

²⁹ 3 24 лютого Росія окупувала п'ять великих електростанцій, ще чотири — близько до фронту. — Forbes, 11 серпня 2022р., <https://forbes.ua/news/z-24-lyutogo-rosiya-okupuvala-pyat-velikikh-elektrostantsiy-shche-chotiri-blizki-do-frontu-infografika-forbes-11082022-7636>.



сьогодні до 50% потужностей усієї теплової та атомної генерації країни або втрачено, або перебувають у зоні ризику.

Через війну Україна втратила колосальні виробничі потужності у промисловості та енергетиці, що створювалися десятиліттями, та значно скоротила випуск продукції на ще залучених у виробничому процесі підприємствах.

Наведені факти дозволяють прогнозувати, що Україною з формальної точки зору за підсумками цього року план із декарбонізації на 2030р. згідно до НВВ2 буде суттєво перевиконано.

Тобто, емісія CO₂ від діяльності економічних суб'єктів за трагічних обставин та руйнації базових галузей економіки зменшиться у 2022р., порівняно із 1990р., на понад 70%. Це не може бути віднесено до однозначно позитивного результату із-за втрати виробничих потужностей та руйнації економічної бази держави. Проте успішна реалізація плану реконструкції української економіки в післявоєнний період з орієнтиром на інноваційний розвиток здатна забезпечити стрімке зростання ВВП без збільшення показника викидів ПГ. Власне, це вагомий аргумент, чому українському уряду доцільно ставити більш амбітну й водночас досягнути мету в рамках виконання НВВ2.

ВИСНОВКИ

Незважаючи на амбітні цілі Паризької кліматичної угоди, загроза з перевищення глобальної температури повітря на понад 2°C залишається реальною внаслідок існуючої економічної парадигми безупинного стимулювання споживання товарів і послуг й недостатніх темпів впровадження енергозберігаючих технологій та розвитку сектору ВДЕ у багатьох країнах. Недостатньо амбітні програми зі скорочення діоксиду вуглецю також стримують боротьбу з кліматичними змінами. Високі види палива дотепер складають лівову частку у структурі споживання (83%).

Російська агресія проти України та енергетичний шантаж Кремля країн ЄС створюють додаткові стимули для заміщення російських енергоресурсів зеленою генерацією, що є головним стратегічним фактором позбавлення вуглеводневої залежності від Росії. Вже у

період до 2024р. Євросоюз планує позбутися впливу від російської енергії, а до 2050р. перейти до безвуглецевої економіки.

Україна є одним з лідером зі скорочення парникових газів у світі. У період 1990–2019рр. вони скоротилися на 62,4% головним чином завдяки деградації промислового виробництва. Наразі актуалізується питання виходу на стабільну траєкторію зниження емісії CO₂ через розвиток сектору ВДЕ та інноваційні енергоефективні технології. Військова агресія завдала енергетичній інфраструктурі такої непоправної шкоди, що виникає потреба у формуванні нового профілю усієї енергетичної галузі.

Проблема енергетичного переходу до вуглецево-нейтральної економіки стає для України пріоритетною, оскільки це єдиний можливий варіант забезпечення конкурентоспроможності країни та її просування шляхом цивілізаційного розвитку. Декарбонізація — найліпший економічний механізм із поступового входження України до єдиного політико-економічного простору ЄС й досягнення нею цілей сталого розвитку, що визначені Положеннями резолюції ООН від 25 вересня 2015р. Сьогодні є всі підстави для того, щоб Україна поставила більш амбітну мету щодо скорочення емісії CO₂ до 2030р. на новій технологічній основі, ніж це передбачено в затвердженій редакції НВВ2 — із 65% до 70%, порівняно з 1990р. Це дозволить їй залишатися однією із лідируючих країн Європи в переході до безвуглецевої економіки.

Для промислового сектору слід змінити індикативний показник у НВВ2 із зростання викидів ПГ до 16% на їх скорочення до 10% завдяки інвестиціям у модернізацію металургії, хімічної промисловості та машинобудування через впровадження енергоефективних та вуглецево-нейтральних технологій. Одночасно доцільно переглянути прогноз збільшення споживання електричної енергії до 2030р. з 30% до 10%, порівняно із 2020р., оскільки економічне зростання відбуватиметься на базі зниження енергоемності ВВП, як це передбачено в ЕСУ — з 0,28 т н.е./\$1 000 у 2015р. до 0,15 т н.е./\$1 000 у 2030р.

У рамках імплементації Директиви 2010/75/ЄС й Угоди про асоціацію України та ЄС слід запропонувати нову редакцію НПСВ. Вона має



передбачити економію витрат з €4,2 млрд. до €1,3 млрд. за рахунок оптимізації роботи об'єднаної енергетичної системи шляхом заміни вугільних ТЕС на генерацію з ВДЕ. Замість витрат на модернізацію або будівництво нових блоків ТЕС сумарною потужністю понад 15 ГВт достатньо зробити реконструкцію блоків загальною потужністю 5 ГВт.

Удосконаленню системи залучення коштів сприятиме створення українського «кліматичного фонду» («фонду енергетичного переходу») — окремої юридичної особи, яка мала би повноваження залучати міжнародні кошти, ухвалювати програми стимулювання вітчизняних підприємств до модернізації декарбонізації власних виробництв. Для посилення координації реалізації державної політики у сфері декарбонізації також заслуговує на увагу ідея формування архітектури кліматичного врядування (*climate governance architecture*).



IV.

ГАРМОНІЗАЦІЯ ПЛАНІВ ПЕРСПЕКТИВНОГО РОЗВИТКУ СЕКТОРУ ВДЕ З ОЕС УКРАЇНИ

Зміна енергетичних політик більшості країн світу, а саме лібералізація ринків, оновлення та вдосконалення моделей функціонування ПЕК створюють нові умови роботи й української моделі ринку електричної енергії. Централізація виробництва, викопне паливо, неефективні мережі, слабка конкуренція на ринках поступово відходять у минуле. Надається перевага підвищенню енергоефективності й використанню енергії з відновлюваних джерел (ВДЕ).

ДИНАМІКА РОЗВИТКУ СЕКТОРУ ВДЕ ТА ВПЛИВ АГРЕСІЇ РФ

Задля сталого розвитку, ефективної роботи паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) та енергетичної незалежності України в основу Енергетичної стратегії України до 2035р. (ЕСУ) було покладено розвиток ВДЕ як один з ключових орієнтирів розвитку енергетичного сектору. Україна відповідно до ЕСУ має чітку стратегічну ціль щодо розвитку сфери відновлюваної енергетики – 25% ВДЕ¹ у загальному енергоміксі держави у 2035р.

Ключовим інструментом державної політики стимулювання розвитку вітчизняного сектору ВДЕ був Закон України «Про ринок електроенергії», яким передбачено можливість укладання довгострокових договорів на закупівлі електроенергії, виробленої за «зеленим» тарифом, до 2030р. На виконання цього Закону НКРЕКП встановив «зелений» тариф

¹ Розпорядження КМУ «Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність»» №605 від 18 серпня 2017р.



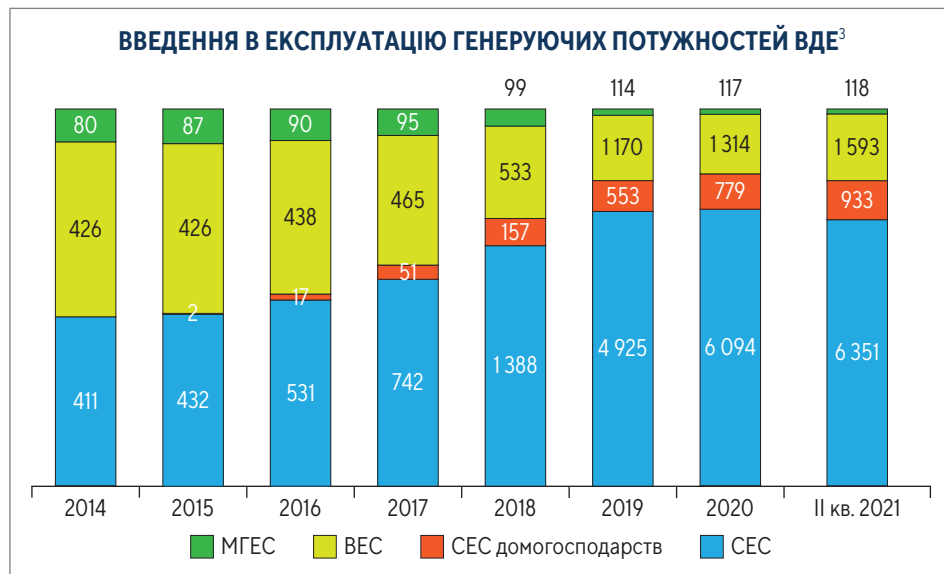
на електричну енергію, вироблену з альтернативних джерел, та визначив стимулюючий тариф на теплову енергію з відновлювальних джерел.

Останні декілька років відбувалося постійне зростання кількості введених в експлуатацію об'єктів відновлюваної енергетики. Обсяг залучених інвестицій міжнародних компаній в період 2019-2021рр. оцінюється на рівні €2,5 млрд. – це один з найкращих показників за період незалежності України, приклад успішного залучення іноземних інвестицій в національну економіку. Загальна сума інвестицій в альтернативну генерацію України, за даними Держенергоефективності, склала більш ніж €8,5 млрд. (діаграма «Іноземні інвестиції в секторі ВДЕ»).



Пік інвестиційних надходжень у будівництво станцій з відновлювальних джерел припав на 2019р. і досягнув 4 722 ГВт. У 2020р. додатково було введено в експлуатацію 1,95 ГВт потужностей ВДЕ, а у 2021р. ще 1,45 ГВт (діаграма «Введення в експлуатацію генеруючих потужностей ВДЕ», с.63).

² Див.: 1,2 млрд євро інвестовано у «зелені» проєкти в Україні у 2020 році. – Держенергоефективність, 25 січня 2021р., <https://saee.gov.ua/uk/news/3652>.



Така динаміка в розвитку ВДЕ призвела до збільшення прогнозного виробництва електроенергії в ОЕС.

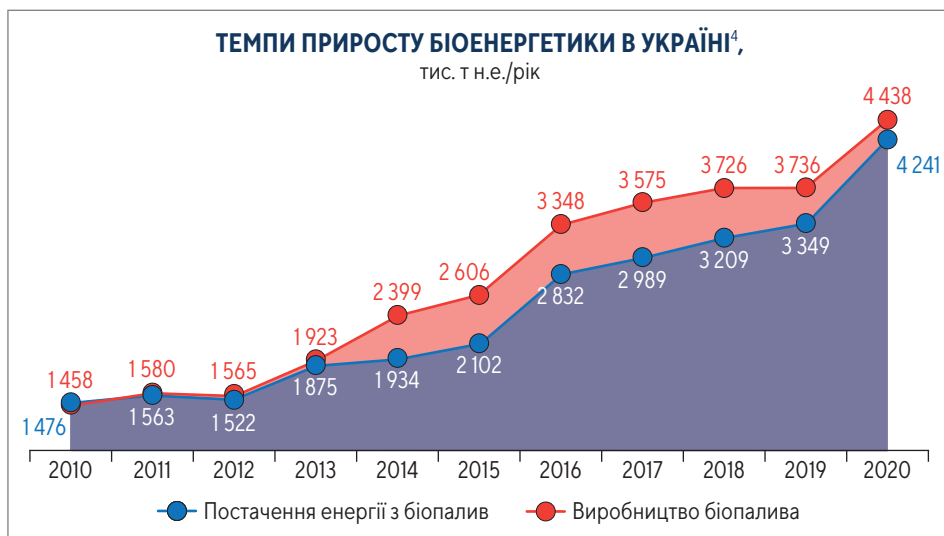
У 2019р. виробництво електроенергії ВДЕ, без урахування ГЕС та ГАЕС, в загальному обсязі склало 3,6%, у 2020р. — 6,8%, 2021р. — 8%. Очікувалось, що у 2022р. виробництво електроенергії ВДЕ становитиме не менше 9% загального виробництва електроенергії в ОЕС України.

Важливим трендом розвитку ВДЕ є запровадження технологій біоенергетики (діаграма «Темпи приросту біоенергетики в Україні», с.64). У 2020р. виробництво енергії за рахунок біоенергетики зросло на 26%,

³ Див.: Встановлена потужність об'єктів ВДЕ в Україні за I півріччя 2021р. збільшилась на 8,3% — до 9225 МВт. — ExPro Consulting, 30 липня 2021р., <https://expro.com.ua/novini/vstanovlena-potujnst-obktv-vde-v-ukran-za-pvrchchya-2021r-zblshilas-na-83-do-9225-mvt#:~:text=%D0%92%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B0%20%D0%BF%D0%BE%D1%82%D1%83%D0%B6%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D0%BE%D0%B1%27%D1%94%D0%BA%D1%82%D1%96%D0%B2%20%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8,%D0%9F%D1%80%D0%BE%20%D1%86%D0%B5%20%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BE%D0%BC%D0%BB%D1%8F%D1%8E%D1%82%D1%8C%20%D0%B2%20%D0%94%D0%B5%D1%80%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%B5%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96>.



що дорівнює заміщенню 5,2 млрд. м³ природного газу на рік. У структурі виробництва енергії в секторі біоенергетики у 2020р. найвагомішу частку мали біопаливо та відходи — 75,4%. Обсяг виробництва біопалив та відходів зріс на 17% і становив 4 438 тис. т н.е. у 2020р. (проти 3 786 тис. т н.е. у 2019р.).



Середньорічний темп приросту біоенергетики в Україні складає 11%. Експорт біопалив становив 424 тис. т н.е. у 2020р. (у 2019р. — 442 тис. т н.е.).

У структурі виробництва електроенергії з ВДЕ у 2020р. частка біопалив становила 4,3%, тоді як у 2019р. було 3,1%.

З іншого боку, на початку 2020р. суттєво уповільнилися темпи впровадження ініціатив, передбачених Енергетичною стратегією України. Зміна в системі інституцій, відповідальних за вироблення та реалізацію державної політики в енергетичній галузі, призвели до низки негативних змін, що впливали не лише на розвиток ВДЕ, але й на весь енергетичний сектор України.

Розвиток ринку наразився на серйозні перешкоди. Причини цьому — недосконале законодавство, викривлена ринкова модель, відсутність

⁴ Див.: «Біоенергетика зросла на 26% за 2020 і заміщує 5,2 млрд м³ природного газу/рік». — Біоенергетична асоціація України, <https://uabio.org/news/uabio-news/11886>.



механізмів підтримки та зручних програм кредитування, а також невиконання державою зобов'язань перед виробниками в секторі ВДЕ.

Одним із факторів, які стримують ріст відновлюваної енергетики, є перехресне субсидювання — штучне заниження цін на електроенергію для населення. Така політика призводить до деградації ринку електроенергії та прирікає його на накопичення внутрішніх боргів.

У 2020р. в секторі ВДЕ відбувалося ретроспективне зниження «зеленого» тарифу, накопичення значної заборгованості з боку ДП «Гарантований покупець» перед виробниками електроенергії з ВДЕ, невиконання Урядом та НКРЕКП Меморандуму та законів.

Через дефіцит коштів ДП «Гарантований покупець» та нестачу маневрових потужностей між інвесторами у ВДЕ та Урядом за сприяння Секретаріату Енергетичного Співтовариства після тривалих перемовин, інвестори погодилися на істотне зниження «зеленого» тарифу для вітрових і сонячних проектів та посилення відповідальності виробників електроенергії з ВДЕ за небаланси.

Зі свого боку, Уряд пообіцяв вжити низку компенсаторних заходів, спрямованих на стабільне функціонування енергосистеми, своєчасну оплату ВДЕ-виробникам, погашення боргів ДП «Гарантований покупець». Процес погашення боргів виявив відкриту дискримінацію і повернення боргів попередніх періодів отримали не всі виробники, що вказувало на маніпуляції з боку державних органів стосовно інвесторів.

У 2020р. ДП «Гарантований покупець» розрахувалося з виробниками електроенергії з ВДЕ у повному обсязі, сплативши в цілому 49 млрд. грн. за 10,22 млн. МВт-год. придбаної у них електроенергії. Проте у 2021р. борг держави перед виробниками склав 9,6 млрд. грн.⁵

Рівень розрахунків у 2022р. перед виробниками ВДЕ в середньому спостерігається на рівні 19% (за даними ДП «Гарантований покупець»).

Щодо приведення цін для побутових споживачів до економічно обґрунтованих із застосуванням адресної допомоги незахищеним верствам

⁵ Див.: «ГарПок» заклав борги перед ВДЕ-генерацією за 2020 рік, за 2021 рік залишається 9,6 млрд грн». — GreenDeal, 26 січня 2022р., <https://greendeal.org.ua/garpok-zakryv-borgy-pered-vde-generacziyeyu-za-2020-rik-za-2021-rik-zalyshayetsya-96-mlrd-grn>.



населення, то перший етап цього процесу Кабінет Міністрів розпочав 28 грудня 2020р. шляхом скасування пільгових тарифів на перші 100 кВт-год. (0,9 грн./кВт-год.) та встановлення з 1 січня 2021р. фіксованої ціни для побутових споживачів на рівні 1,68 грн./кВт-год. (термін дії – до 31 березня 2021р.)⁶.

Прогресивний світ орієнтується на декарбонізацію економіки в рамках Паризької угоди. Україна також взяла на себе зобов'язання до 2030р. скоротити викиди парникових газів на 65% рівня 1990р.⁷

На 2022р. Україна мала певні плани щодо наближення енергетичної системи до виконання своїх зобов'язань. Так, наприклад, у 2022р. український ринок очікував на впровадження нової системи підтримки малої розподіленої генерації Net Billing. Основними кандидатами на цю роль є комерційні та промислові організації, завдяки їх великим розмірам, високій варіативності споживання енергії та здатності оперувати великими обсягами електрики. Найпоширеніший спосіб виробництва електроенергії – сонячні панелі, що встановлюються на даху. В офісах компаній, як правило, є дахи, парковки та невикористані площі, де можна розмістити сонячні системи, що коштують дешевше та перевищують за розміром панелі для житлових будинків. У результаті впровадження такої системи споживачі електроенергії матимуть можливість компенсувати власне споживання завдяки встановленню об'єктів відновлюваної енергетики, а надлишки електроенергії продавати за ринковою ціною постачальникам.

Впровадження вказаної системи підтримки на законодавчому рівні дозволить забезпечити подальший розвиток малої розподільчої генерації електричної енергії з відновлювальних джерел енергії споживачами без державної підтримки.

⁶ Див.: Уряд встановив єдину фіксовану ціну на електроенергію для побутових споживачів. – Урядовий портал, 28 грудня 2020р., <https://www.kmu.gov.ua/news/uryad-vstanoviv-yedinu-fiksovanu-cinu-na-elektroenergiyu-dlya-pobutovih-spozivachiv>.

⁷ Див.: Проект аналітичного огляду оновленого національного визначеного внеску України до Паризької угоди (НБВ2). – Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, липень 2021р., [https://mepr.gov.ua/files/docs/klimatychna_polityka/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%86%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%BE%20%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%9E%D0%B3%D0%BB%D1%8F%D0%B4%D1%83%20%D0%9D%D0%92%D0%92%20%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D0%B5%D0%BD%D1%8C%202021%20\(2\).pdf](https://mepr.gov.ua/files/docs/klimatychna_polityka/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%86%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%BE%20%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%9E%D0%B3%D0%BB%D1%8F%D0%B4%D1%83%20%D0%9D%D0%92%D0%92%20%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D0%B5%D0%BD%D1%8C%202021%20(2).pdf).

Також очікувалося ухвалення проекту Закону про внесення змін до деяких законів України щодо стимулювання виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії на ринкових засадах, який дозволить виробникам зеленої електроенергії виступати самостійними учасниками ринку та збільшувати доходи.

Крім того, необхідні були і зміни до законодавства — проект Закону щодо розвитку систем накопичення енергії, прийнятий за основу у 2021р.⁸ Проект передбачає створення нового учасника ринку — оператора системи накопичення енергії, який збалансує роботу енергосистеми та підвищить стабільність електропостачання для споживачів.

ВПЛИВ РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ

Проте вторгнення РФ та повномасштабні військові дії на всій території України внесли свої корективи, та змінили не лише існуючі плани з розвитку ВДЕ, але й загальну картину роботи ОЕС України.

З початком війни постало питання не розвитку, а збереження галузі, оскільки майже 35% усіх генеруючих потужностей опинилися на тимчасово окупованих територіях Півдня та Сходу України. Щодня об'єкти енергетики, в т.ч. «зеленої», знаходяться під загрозою обстрілів на всій території України. Частина інфраструктури вже пошкоджена або знищена.

Унаслідок військової агресії Росії майже 5% встановлених генеруючих потужностей зруйновано. Майже 600 тис. споживачів не мають доступу до електричної енергії, близько 250 тис. домогосподарств залишилися без газопостачання. Російська агресія вивела з ладу понад 50% теплових потужностей, 30% сонячної та 90% вітрової генерації⁹.

Російські війська зруйнували більше 200 котелень і сильно пошкодили Кременчуцьку, Чернігівську, Охтирську та Луганську ТЕЦ. На ремонтні роботи перших трьох Уряд нещодавно виділив 300 млн. грн. Одну з

⁸ Проект Закону «Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку систем накопичення енергії» (реєстр. №5436-д від 17 вересня 2021р.), http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=72789.

⁹ Див.: «Україна внесла пропозицію на асоційоване членство в Міжнародному енергетичному агентстві». — Міністерство енергетики України, 15 червня 2022р., http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/printable_article?art_id=245655306.



найбільших українських ТЕЦ — Северодонецьку, практично повністю зруйновано¹⁰.

Йдуть тривалі бої поблизу Вуглегірської ТЕС «Центренерго», зупинено Слов'янську ТЕС «Донбасенерго». Втрачено контроль над Луганською ТЕС та зупинено роботу Запорізької теплової станції.

Станом на 24 липня 2022р., в Україні працює 10 з 15 атомних блоків, у т.ч. по три на Запорізькій та Рівненській АЕС, та по два на Південно-українській та Хмельницькій АЕС. Інші реактори зупинені на планове обслуговування або залишаються в резерві. У зоні ризику — шість блоків ЗАЕС. Станція знаходиться в окупованому російськими військами Енергодарі.

Проте, на тлі військових дій в Україні, відбулося закономірне падіння споживання електроенергії на 30–35%¹¹. Частина промислових підприємств, які є основними споживачами електричної енергії, зупинили роботу, малий та середній бізнес скоротився та вимушений був переміститися до західних регіонів, понад 6 млн. українців виїхали з України.

За попередніми підрахунками, загальні втрати від військової агресії РФ з урахуванням як прямих, так і непрямих втрат (зниження ВВП, інвестиційних надходжень до держави, надходжень податків до державного бюджету, збільшення витрат на армію, оборону та соціальну підтримку) складають від \$564 млрд. до \$600 млрд.¹²

З моменту початку війни на території України було зруйновано або захвачено 35,2 млн. м² житла, понад 200 підприємств, 580 установ охорони здоров'я, 562 дитячих садочка, понад 200 адміністративних і технічних будівель, 27 нафтобаз та 12 цивільних аеропортів¹³.

¹⁰ Зруйновано понад 200 котелень, розбиті п'ять ТЕЦ: уряд почав підготовку до опалювального сезону. — ДОМ, 7 червня 2022р., <https://kanal-dom.tv/uk/zrujnovano-ponad-200-kotelen-rozbyt-pyat-tecz-uryad-pochav-pidgotovku-do-opalyvalnogo-sezonu>.

¹¹ Див.: «Шмигаль: Споживання електроенергії впало на 30%». — Фінанси та Економіка, 8 червня 2022р., <https://finbalance.com.ua/news/shmihal-spozhyvannya-elektroenerhi-vpalo-na-30>.

¹² Див.: Проект Плану відновлення України. Матеріали робочої групи «Енергетична безпека». — Урядовий портал, липень 2022р., <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/energy-security.pdf>.

¹³ Загальні втрати економіки, понесені в ході війни, складають \$564–600 млрд. — Київська школа економіки, 27 травня 2022р., <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/zagalna-suma-pryamih-zbitkiv-infrastrukturi-vzhe-perevishhuye-105-5-mlrd>.



Усе це призвело до надлишку електричної енергії навіть на фоні втрачених потужностей.

За підрахунками, ринок електроенергетики лише через міграцію громадян щомісяця втрачає 1,3 млрд. грн.¹⁴

ІНВЕСТИЦІЙНА КОНФЕРЕНЦІЯ В ЛУГАНО В КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ ВДЕ

У липні 2022р. на Міжнародній конференції з відновлення України, що відбулася в Луганно, українська делегація презентувала План відновлення країни¹⁵, який потребує \$750 млрд. протягом найближчих 10 років на відновлення країни. З них \$130 млрд. знадобиться на посилення енергетичної незалежності та впровадження «Зеленого» курсу.

Особливу увагу у Плані відновлення країни, представленому в Луганно, приділяється енергетичному сектору. А саме атомній генерації, відновлювальним джерелам енергії, гідрогенерації, виробництву водня та біопалива, проектам з підвищення гнучкості енергетичної системи та будівництву маневрових потужностей, розвитку електричних мереж, інфраструктури, видобутку та транспортуванню газу.

Саме зростання генерації з ВДЕ у майбутньому розглядається як один з можливих факторів посилення енергетичної незалежності України та впровадження «зеленого» курсу.

Враховуючи курс України в частині зеленого енергетичного переходу та відповідальність перед європейськими партнерами у декарбонізації, критичну необхідність в енергетичній незалежності та повну відмову від енергоносіїв РФ та Білорусі, очевидно, що відбудовувати зруйновані та без того застарілі ТЕС немає жодного сенсу, тож необхідно замінити потужності через інвестиції у розвиток відновлювальних джерел енергії та будівництво систем її накопичення.

Але варто відзначити, що одним з ключових завдань для подальшого розвитку енергетичного сектору країни та збільшення кількості потужностей ВДЕ є підвищення маневрових можливостей енергетичної

¹⁴ Див.: Донченко О. Українська електроенергетика і інтеграція з ринками ЄС. – Економічна правда, 1 липня 2022р., <https://www.epravda.com.ua/rus/columns/2022/06/1/687705>.

¹⁵ Див.: Проект Плану відновлення України. Матеріали робочої групи «Енергетична безпека».



системи. Світовий досвід налічує низку технологій, що надають можливість вирішити проблеми забезпечення гнучкості (зокрема і балансування) енергосистеми й водночас покращити технічну можливість подальшої інтеграції ВДЕ до складу енергосистем.

До таких технологій належать:

- ✓ високоманеврова тепла генерація (на кшталт газотурбінних установок або газопоршневих двигунів) з можливістю швидкого пуску/зупинки та широкими можливостями регулювання потужності;
- ✓ високоманеврені ГАЕС та ГЕС;
- ✓ системи накопичення електричної енергії для підтримання та регулювання частоти (СНЕ);
- ✓ споживачі-регулятори на основі технологій акумулювання теплової енергії;
- ✓ малі модульні ядерні реактори; технології утилізації профіцитів електричної енергії в енергосистемі («Power to X»), в якості яких на сьогодні в Україні розглядаються, перш за все, впровадження підприємницької діяльності з виробництва водню, який виробляється методом електролізу («Power to Gas»);
- ✓ системи накопичення електричної енергії для перенесення потужності з періодів, де наявний її профіцит, до періодів, де наявний її дефіцит («Power to Power»), які по суті є електроакумуляторами електростанцій.

Впровадження цих технологій формує передумови практично необмеженого розвитку електростанцій, які працюють на ВДЕ, і водночас можуть повністю забезпечити потреби в енергоносіях.

Сьогодні у планах України є будівництво 3,5 ГВт гідроелектростанцій і насосних гідроелектростанцій, локалізація виробництва обладнання для ВДЕ, такого як вітрові вежі, трансформатори, кабелі, електролізери, батареї. Крім того, у планах будівництво більш як 30 ГВт потужностей ВДЕ для виробництва H₂ та розвиток виробництва біопалива¹⁶.

¹⁶ Там само.



Саме ці напрями Україна визначила для себе як пріоритетні в післявоєнний період та розраховує на залучення інвестицій для побудови енергетично незалежної надійної енергетичної системи.

Україна розглядає кілька шляхів залучення коштів на відбудову. Пріоритетним джерелом мають стати російські репарації і заморожені активи країни-агресора та її олігархів. Зрозуміло, що процес стягнення репарацій з країни-агресора буде повільним, тому пряме залучення інвестицій так само розглядається на рівні з компенсацією.

Серед них розглядають отримання грантів, пільгових позик від партнерів та залучення приватних інвестицій.

Потребу на 2022р. \$60-65 млрд. Україна очікує перекрити переважно грантами. На другому і третьому етапах у вигляді грантів повинні надійти \$200-300 млрд. Стільки ж коштів планується залучити у вигляді партнерських позик¹⁷.

Водночас мають зростати приватні інвестиції: з \$50 млрд. у 2023-2025рр. до \$200 млрд. у 2026-2032рр.

Для більш стійкого післявоєнного відновлення необхідно розробити та впровадити заходи із забезпечення захисту інвестицій та заохочення міжнародних інвесторів. Пріоритетом можуть стати інвестиції міжнародних компаній, які застосовують сучасні технології та обладнання під час реалізації нових капіталомістких проектів у енергетиці або вже мають досвід роботи на українському ринку, особливо в секторі ВДЕ, та пільгові кредити міжнародних банків.

Сам по собі ринковий механізм не в змозі автоматично забезпечити інтенсивність інвестиційного процесу, тим паче, що Україна знаходиться в переліку країн з високими інвестиційними ризиками через військову агресію з боку РФ, тому створення сприятливого інвестиційного клімату в країні пов'язане з чітким державним регулюванням інвестиційної діяльності. Саме держава має взяти на себе ключову роль гаранта для інвесторів з виконання зобов'язань. Першими кроками з врегулювання поточних проблем на ринку мають стати:

- ✓ погашення боргів перед виробниками з ВДЕ;

¹⁷ Там само.



- ✓ запровадження ринку допоміжних послуг;
- ✓ скасування перехресного субсидювання;
- ✓ запровадження системи підтримки малої розподіленої генерації Net Billing;
- ✓ удосконалення системи проведення аукціонів у сегменті дво-сторонніх договорів;
- ✓ впровадження системи гарантій походження електроенергії.

Базовий сценарій функціонування ОЕС України передбачає у 2030р. структуру генерації, яка наближено відповідає вимогам європейської політики «зеленого» переходу. Тобто, відбуватиметься зменшення обсягів теплової генерації у структурі річного виробництва електроенергії з одночасним зростанням частки ВДЕ за незмінної ролі атомних енергоблоків.

Енергетичне співтовариство ухвалило рішення створити Фонд енергетичної підтримки України для протидії наслідкам російського вторгнення. Очікується, що донорами Фонду будуть держави-члени ЄС, міжнародні компанії та корпорації¹⁸.

Враховуючи ті зобов'язання, що Україна взяла на себе приймаючи Європейський вектор розвитку та намір приєднатися до ЄС, з реалізації політики енергоефективності, розвитку відновлювальних джерел енергії, враховуючи використання водню та біоетанолу, та декарбонізації — вони ж і залишаються пріоритетними напрямками розвитку енергетичного сектору України. Крім того, розвиток саме цих секторів енергетики дозволить зменшити залежність України від імпорتنих енергоресурсів та позитивно вплине на енергетичну незалежність та безпеку в цілому.

Варто відзначити, що Україна має значний технічно досяжний потенціал вироблення енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива, який становить понад 98 млн. т у.п. на рік¹⁹.

¹⁸ Див.: Енергетичне співтовариство створило Фонд для відновлення в Україні зруйнованої війною енергетичної інфраструктури. – Урядовий портал, 6 квітня 2022р., <https://www.kmu.gov.ua/news/energetichne-spivtovaristvo-stvorilo-fond-dlya-vidnovlennya-v-ukrayini-zrujnovanoyi-vijnoyu-energetichnoyi-infrastrukturi>.

¹⁹ Див.: Відновлювальна енергетика. Потенціал. – Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України, <https://sae.gov.ua/uk/activity/vidnovlyuvana-enerhetyka/potentsial>.



А отже, Україна має всі передумови для того, щоб значно збільшити заплановану частку у 25% ВДЕ у загальному енергоміксі держави до 2035р. Проте, для досягнення більш амбітних цілей, Україна має виконати низку умов, які будуть стимулом для інвестування у галузь та розвиток потужностей з ВДЕ. Серед них:

- ✓ створення привабливого інвестиційного клімату в державі;
- ✓ зміна моделі ринку та запровадження ринку допоміжних послуг;
- ✓ відмова від перехресного субсидіювання;
- ✓ розвиток систем накопичення енергії;
- ✓ впровадження системи гарантій походження електроенергії, що дозволить збільшити експорт електричної енергії до країн ЄС.

Але головною передумовою, звісно, має стати повне припинення бойових дій на території України та відновлення її економіки.

ЗВ'ЯЗОК ПЕРСПЕКТИВ СЕКТОРУ ВДЕ ІЗ РОЗВИТКОМ ОЕС

Сьогодні Об'єднана енергосистема України є одним з найбільших енергооб'єднань Європи.

До структури національної енергосистеми належать різні за типом електростанції, магістральні та розподільні мережі, розташовані на значній території та об'єднані загальним режимом виробництва, передачі та розподілу електричної та теплової енергії.

Режим роботи ОЕС України визначається на основі балансу виробництва та споживання електроенергії, ремонту електричних мереж та енергогенеруючого обладнання, а також можливості ліквідації надзвичайних ситуацій у випадку зупинки електроенергетичного обладнання на електростанціях та пошкодження магістральних ЛЕП.

До початку повномасштабних бойових дій в Україні на її території працювали 413 виробників електричної енергії, з яких сім потужних енергогенеруючих компаній забезпечували близько 90% всього виробництва, 40 підприємств — з передачі електроенергії місцевими (локальними) електричними мережами та 147 компаній з постачання електричної енергії.



16 березня 2022р. відбулася важлива подія і українська енергосистема була остаточно від'єднана від енергомережі РФ та Білорусі. На тлі російського військового вторгнення, більш ніж на рік раніше запланованого терміну енергосистема України була повністю синхронізована з енергомережею континентальної Європи ENTSO-E. Відповідне рішення було ухвалено об'єднанням системних операторів ENTSO-E 11 березня 2022р. Після синхронізації Об'єднана енергосистема України працює стабільно, частота підтримується на рівні 50 ГЦ²⁰.

Загальна встановлена потужність електричних станцій ОЕС України, станом на 31 грудня 2021р., складала 56,2 ГВт, з яких 49,7% припадало на теплові електростанції (зокрема, ТЕС, ТЕЦ, блок-станції), 24,6% – на атомні електростанції, 11,2% – на гідроелектростанції та гідроакумуючі електростанції, 14,5% – на електростанції, що працюють на відновлюваних джерелах енергії – ВЕС, СЕС, БіоЕС (діаграма «*Структура встановленої потужності електричних станцій ОЕС України*», с.75). Проте реальна потужність ОЕС України, що може бути задіяна технологічно та комерційно, є значно нижчою і складає до 40 ГВт²¹. Значна кількість блоків теплової генерації знаходиться у резерві або консервації.

Як бачимо за останні шість років доля ВДЕ збільшилась у 8 разів у загальній картині енергетичної системи. У зв'язку з цим ОЕС України ПрАТ «Укргідроенерго» прогнозує дефіцит маневрових потужностей на рівні 2,5 ГВт у 2025р., а у 2031р. – 9 ГВт²².

З одного боку, ОЕС України має достатні обсяги генеруючих потужностей, порівняно із загальним навантаженням в енергосистемі, але водночас енергетична система України зовсім не гнучка, тобто характеризується дефіцитом маневрових потужностей. Це зумовлено тим, що:

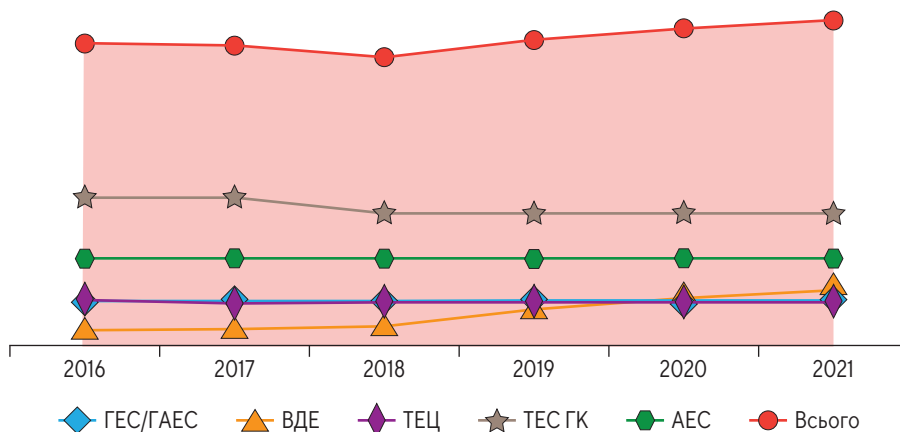
- ✓ низка потужностей, що може змінювати свої режими роботи (зосереджена переважно на ТЕС), вже відпрацювала парковий ресурс;

²⁰ Див.: Історія енергетики України. – Міністерство енергетики України, <https://www.mev.gov.ua/storinka/istoriya-enerhetyky>.

²¹ Див.: Проект Плану відновлення України. Матеріали робочої групи «Енергетична безпека».

²² Реалізація перспективних проектів Укргідроенерго дозволить покрити дефіцит маневрових та регулюючих потужностей. – Укргідроенерго, 21 грудня 2020р., https://uhe.gov.ua/media_tsentr/novyny/realizaciya-perspektivnikh-proektiv-ukgidroenergo-dozvolit-pokriti-deficit.

СТРУКТУРА ВСТАНОВЛЕНОЇ ПОТУЖНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ ОЕС УКРАЇНИ^{*23}, ГВт



* Без урахування ТНКТ АР Крим, Донецької та Луганської областей.

- ✓ низка потужностей є переважно базовою потужністю, не призначеною для частих і швидких змін режимів роботи;
- ✓ значна частина потужностей з різних причин не є доступною у періоди максимумів електричних навантажень.

Збільшення ВДЕ в системі призвело до зростання волатильності. Чим більше волатильність, тим більш гнучкою має бути система. Для будь-якої енергосистеми важливими є два показники: адекватність і гнучкість.

Адекватність — показник наявних генеруючих потужностей і їх можливості задовольнити попит.

²³ Див.: Проект Плану відновлення України. Матеріали робочої групи «Енергетична безпека»..



Гнучкість — це здатність швидко змінювати потужність так, щоб відповідати зростанню споживання, або можливість змінювати споживання так, щоб воно відповідало потужності. Проблема енергосистеми України — це її негнучкість. Основне навантаження в Україні несуть теплові та атомні станції.

При цьому варто враховувати, що переважна більшість об'єктів вугільної генерації у зв'язку виконанням НПСВ шляхом виведення блоків з експлуатації та не відповідністю екологічним нормам буде виведена з експлуатації у період до 2035р. з подальшим повним виведенням усіх потужностей вугільної генерації до 2050р.

А це означає, що однією з найбільш актуальних проблем, яка на сьогодні стоїть перед ОЕС України, в контексті забезпечення балансування в реальному часі, є необхідність значного підвищення маневрової здатності енергосистеми.

ПРОБЛЕМА ДЕФІЦИТУ МАНЕВРОВИХ ПОТУЖНОСТЕЙ

Суттєву частину дефіциту маневрових потужностей можна покрити за рахунок систем накопичення електроенергії, які використовуються для вирівнювання добового графіка навантаження та компенсації раптових змін навантаження. Робота ОЕС України спільно з системами накопичення електроенергії матиме позитивний вплив на енергоблоки теплової генерації, а саме зменшення кількості пусків (зупинок) енергоблоків унаслідок вирівнювання добового графіка навантажень.

Системи накопичення енергії — це тренд, який радикально змінює глобальний енергетичний ландшафт. Цей сектор електроенергетики за останні 10 років виріс у 48 разів. За прогнозами Bloomberg NEF, до 2040р. сумарна потужність накопичувачів перевищить 1 ТВт²⁴.

Пріоритетними напрямками є покращення можливостей балансування енергосистеми за рахунок відкриття нових високоманеврових потужностей, систем накопичення енергії, експорту електроенергії на ринок ЄС, що відкриває шлях до нарощування виробництва ВДЕ.

²⁴ Див.: Ільїн А. Уже в найближчі роки. Скільки energy storage потрібно Україні. — НВ Бізнес, 14 вересня 2021р., <https://biz.nv.ua/ukr/markets/skilki-energy-storage-potribno-ukrajinskiy-energo-sistemi-novini-ukrajini-50183160.html>.

Високоманеврові ТЕС, ГАЕС та ГЕС, системи накопичення енергії, малі модульні ядерні реактори, технології «Power to X», «Power to Gas» та «Power to Power» — впровадження цих технологій формує передумови практично необмеженого розвитку електростанцій, які працюють на ВДЕ і водночас можуть повністю забезпечити потреби в енергоносіях за відповідного розвитку технологій споживання паливно-енергетичних ресурсів, тобто водню, однак вартість енергозабезпечення за впровадження цих технологій буде надто високою.

16 червня 2022р. набув чинності Закон України, який вперше в історії України врегульовує питання експлуатації установок зберігання енергії на ринку електроенергії²⁵.

Законопроект передбачає врегулювання діяльності з накопичення енергії та визначення статусу системи накопичення енергії (СНЕ) та оператора системи накопичення енергії.

Закон дозволяє інтегрувати об'єкти «зеленої» енергетики в ОЕС та забезпечує надійність графіка електропостачання, вирівнюючи графік навантаження як електростанцій, так і електроенергетичної інфраструктури.

Системи накопичення енергії здатні накопичувати електроенергію, вироблену в години профіциту потужності електроспоживання, і зберігати її певний час, щоб віддавати в систему в години дефіциту потужності.

Проте, СНЕ мають обмежені строки роботи акумуляторних батарей, що потребують регулярної заміни, а їх робота супроводжується значними витратами електричної енергії на власні потреби і комерційними втратами. Тому, особливо з урахуванням високих капітальних витрат, використання СНЕ з метою балансування потужностей з ВДЕ, на сьогодні, обмежується їх відносно високою вартістю.

Окремо необхідно зупинитися на системах, які використовують енергію сонця та вітру для електролізних виробництв й реалізують концепцію «Power to Gas», що представляє собою можливість переходу до виробництва електричної енергії, яке не буде супроводжуватися викидами ПГ. Ці технології, за значного зростання потужності ВЕС та СЕС,

²⁵ Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку установок зберігання енергії».



надають можливість вирішити проблему обмеженості використання технологій «Power to Power», зокрема, ГАЕС та ЕАЕС, коли загальне виробництво електричної енергії в певну добу перевищує її споживання на всіх ступенях ГЕН (графік енергетичного навантаження). Поряд з цим, використання ЕАЕС потребує значної ємності акумуляторних батарей, які мають обмежений термін часу роботи та достатньо високу вартість, що робить їх малоефективними для вирішення задач перенесення потужності, особливо відносно ГАЕС.

Сьогодні основними потужностями покриття навантаження є вугільні ТЕС потужністю 150-300 МВт. Через несприятливу структуру місткості, енергосистема практикує щоденні зупинки 7-10 блоків на нічний період у позапікові періоди з наступними стартами для ранкових піків, зупинками в денній зоні і починається під час вечірніх піків. Такі режими призводять до додаткового вичерпання терміну служби обладнання, більшої кількості аварій і більших витрат палива. Це безпосередньо впливає на достатність генеруючих потужностей, а також на збільшення постійних та змінних витрат й, отже, вищої цінової пропозиції.

Проте найбільш мобільними піковими виробниками електроенергії є ГЕС і ГАЕС. Однак їх встановлена потужність не покривається гідроресурсами для контролю добових кривих навантаження повною мірою, особливо останніми маловодними роками. Зокрема виробництво електроенергії ГЕС у 2020р. було найнижчим за горизонт дослідження за останні багато років. Тим не менш, у 2021р. виробництво ГЕС повернулося до нормального середнього рівня. При цьому, погодні умови восени та взимку, що характеризуються аномально високими температурами, та низька кількість опадів впливають на доступність гідроресурсів та експлуатацію режими ГЕС.

Отже, високоманеврова теплова генерація на сьогодні є критично важливою для балансування української енергосистеми. Водночас, основна частка ТЕС та ТЕЦ має фізично зношене та морально застаріле обладнання (83% енергоблоків ТЕС і ТЕЦ відпрацювали понад 200 тис. год.). Через низькі екологічні показники передусім цих об'єктів Україна входить у топ-15 країн світу за обсягом викидів SO_2 та відповідає майже за 75% викидів PM_{10} (частки шкідливих викидів до 10 мікрон) в Європі²⁶.

²⁶ Див.: Проект Плану відновлення України. Матеріали робочої групи «Енергетична безпека».



У разі інтеграції об'єктів ВДЕ потужністю 14 ГВт та систем накопичення ємністю 2,5 ГВт до об'єднаної енергосистеми України значно скорочується необхідність потреб теплової генерації та може складати лише 4,8 ГВт²⁷.

ЕКСПОРТ/ІМПОРТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Станом на 1 серпня 2022р., українську електроенергію купують лише чотири європейські країни: Словаччина, Польща, Румунія та Молдова. Це традиційні ринки збуту для України і вони відновили імпорту української електроенергії впродовж березня-липня, після паузи з кінця лютого.

Угорщина, яка ще у 2021р. активно імпортувала з України електроенергію, поки що цього не робить. Країна призупинила постачання української електроенергії взимку 2022р.

В Євросоюзі очікують, що українська електроенергія дозволить європейським країнам зменшити споживання російського газу та замінити до 5 млрд. м³ газу на рік.

Чим більше Україна експортуватиме електроенергії до Європи, тим більше коштів надійде як до державного бюджету, що особливо актуально в умовах війни, так і для виробників електричної енергії. Тим паче необхідно враховувати різницю цін на електроенергію в Україні та державах ЄС.

Так, наприклад, в Україні електроенергія коштує близько €70-76 за МВт-год., тоді як у Польщі електрична енергія коштує до €295 за МВт-год., а у Словаччині та Румунії – від €466 до €542²⁸.

За даними Укренерго, на 30 липня 2022р., щогодинно українські трейдери та виробники постачають до цих країн від 90 до 205 МВт-год. електроенергії. Найбільше отримує Польща²⁹.

²⁷ Див.: Проект Плану відновлення України. Матеріали робочої групи «Енергетична безпека».

²⁸ Див.: Electricity price statistic. – Eurostat, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_price_statistics.

²⁹ Див.: ЄС подвоїв імпорту електроенергії з України. Хто на цьому заробить? Не лише Ахметов. – Ліга Бізнес, 1 серпня 2022р., <https://biz.liga.net/ua/ekonomika/tek/cards/es-udvoil-import-elektro-energi-iz-ukrainy-kto-na-etom-zarabotaet-ne-tolko-ahmetov>.



Раніше українські виробники також постачали електроенергію до цих країн, але за інших умов: українська енергосистема була складовою енергосистеми Росії та Білорусі. Через технічні та адміністративні обмеження для більшості гравців українського ринку доступ до європейських країн був лімітований. Водночас ринки Росії та Білорусі для України були закриті.

Попередніми роками імпорт електричної енергії був певною мірою нестабільним. Перш за все через політичні складнощі у взаємовідносинах з Росією та Білоруссю, імпорт з яких надходив до ОЕС України. Імпорт електроенергії з Білорусі та Росії до ОЕС України здійснювався до травня 2021р., після чого був заборонений рішенням НКРЕКП³⁰. Проте в листопаді 2021р. Україна відновила імпорт з Білорусі, який тривав фактично до військового вторгнення.

Україна у 2021р. експортувала майже 3,5 млн. МВт-год. електроенергії, з них 72% з Бурштинського енергоострова (діаграми «Експорт електроенергії з ОЕС України», «Імпорт електроенергії в ОЕС України», с.81). А імпортовано було вдвічі менше – 1,7 млн. МВт-год., більшість обсягів – 75% – надійшли до ОЕС України.



³⁰ Регулятор продовжив до 1 листопада 2021р. термін обмеження доступної пропускної спроможності, що розподіляється на місячних та добових аукціонах на 2021р., у частині міждержавних перетинів між Україною та державами, які не є сторонами Енергетичного Співтовариства (Російською Федерацією та Республікою Білорусь), до 0 МВт.

³¹ Див.: Імпорт/Експорт електроенергії. Аналітика. – НЕК Укренерго, <https://ua.energy/analitika-zvit>.



Обсяги зовнішньої торгівлі електроенергією, як у частині експорту, так і в частині імпорту, порівняно з 2020р., впали на чверть.

Приєднавшись до європейського енергоринку, Україна відкрила доступ до європейських споживачів для всіх українських енергокомпаній. Зокрема й для найбільших у країні виробників – державних Енергоатому та Укргідроенерго.

Крім того, оператори системи передачі континентальної Європи ENTSO-E наростили більше ніж удвічі доступний обсяг міждержавних перетинів для експорту/імпорту електроенергії між Україною та ENTSO-E. Від 28 липня 2022р. сукупний обсяг доступного перетину української енергосистеми з ENTSO-E становить 250 МВт³².

У літні періоди в Україні спостерігається профіцит електроенергії. У воєнний період цей профіцит збільшився. Через бойові дії споживання електроенергії зменшилося на 30–35%. За оцінками експертів, тільки атомні електростанції Енергоатому матимуть до 5 ГВт «вільних потужностей»³³ (у разі повернення під український контроль ЗАЕС).

³² Див.: Європейські оператори системи передачі погодили збільшення вдвічі торгової потужності з енергосистемою України/Молдови. – Укренерго, 29 липня 2022р., <https://ua.energy/zagalni-novyny/yevropejski-operatori-sistemy-peredachi-pogodyly-zbilshennya-vdvichi-torgovoyi-potuzhnosti-z-energosityemoyu-ukrayiny-moldov>.

³³ Див.: Копач Я. Експорт української електроенергії до ЄС. – Biznes Alert, 16 травня 2022р., <https://biznesalert.com/exporting-ukrainian-electricity-to-the-eu>.



А у разі, якщо Україна встановить на своїх електростанціях системи Statcom, вона може збільшити сукупний обсяг доступного міжкордонного перетину та досягти встановлених 2,5 ГВт.

Statcom — це спеціальні пристрої, які мають балансувати українську та європейську системи, унеможливаючи великі коливання напруги. Їх установка — одна з технічних умов, які має виконати Україна, перш ніж ЄС повноцінно відкриє свій енергетичний ринок для нас. Ціль Міністерства енергетики України — довести обсяги експорту до 6 ГВт³⁴.

Приєднання до ENTSO-E відкриває додаткові можливості для розвитку національного виробництва «зеленої» електроенергії та її експорту. Саме експорт був визнаний надзвичайно важливим елементом післявоєнного відновлення України на Конференції в Лугано.

Оскільки візія ENTSO-E відіграє ключову роль у тому, щоб дати можливість Європі стати першим кліматично нейтральним континентом до 2050р., для цього ENTSO-E має забезпечити не лише безпечну, стійку та доступну енергосистему, але й інтеграцію «зеленої» електроенергії.

Для України, безумовно, важливими є цілі Європейської зеленої угоди, а також Паризької угоди, Порядку денного ООН зі сталого розвитку на період до 2030р., Угоди про асоціацію між Україною та ЄС та Договору про Енергетичне співтовариство. Тому, починаючи з 2014р., динаміка введення в експлуатацію генеруючих потужностей ВДЕ стрімко зростала.

У попередні роки сектор зеленої енергетики в Україні активно розвивався завдяки щедрій тарифній підтримці, що не є стійким рівнем підтримки і завершиться у 2030р. Інтеграція до європейської енергетичної системи це можливість для інтенсифікації виробництва відновлюваної електроенергії за рахунок її експорту. Одним із ключових інструментів для посилення генерації зеленої електроенергії та забезпечення її фактичного експорту є механізм гарантій походження.

³⁴ STATCOM — швидкодіючий пристрій, здатний видавати або поглинати реактивний струм і таким чином регулювати напругу в точці підключення до електромережі. — ENTSOE, <https://www.entsoe.eu/Technopedia/techsheets/static-synchronous-compensator-statcom>.

Гарантії походження — це електронний документ, єдиною функцією якого є надання доказів кінцевому споживачу, що цю частку чи обсяг електроенергії було вироблено з відновлюваних джерел.

У ЄС багато споживачів просто не купують електроенергію без гарантії походження, а в майбутньому сертифікат про походження стане майже обов'язковою вимогою. Проте в Україні механізм надання сертифікатів гарантії походження наразі залишається невирішеним не лише організаційно, але й на законодавчому рівні.

Крім того, не менш важливим для збільшення об'ємів експорту до ЄС є й будівництво та розвиток мереж, які будуть давати додаткову спроможність експортувати електроенергію.

Тому вже розпочато реалізацію проекту з відновлення лінії Хмельницька АЕС — Жешув. Проект розбито на два етапи. Цього року можна відновити лінію та отримати 1 ГВт, у майбутньому за більш серйозної реконструкції та будівництва мереж потужність експорту можна довести до 2 ГВт. Крім того, існує серйозний проект відновлення міждержавних мереж з Румунією (до 2 ГВт)³⁵.

Сумарна можливість експорту в довгостроковій перспективі може становити до 10 ГВт з урахуванням будівництва нових потужностей. Цей обсяг електроенергії здатний суттєво допомогти європейським країнам зменшити дефіцит енергоресурсів та, як наслідок, знизити аномально високі ціни на своїх ринках.

ВИСНОВКИ

Останні декілька років до початку широкомасштабної агресії РФ в Україні відбувалося постійне зростання кількості введених в експлуатацію об'єктів відновлюваної енергетики. Обсяг залучених інвестицій міжнародних компаній в період 2019-2021рр. оцінюється на рівні €2,5 млрд. Загалом сума інвестицій в альтернативну генерацію України склала більш ніж €8,5 млрд.

³⁵ Див.: Селіщев О. Будущее зеленой энергетики Украины зависит от диалога государства с инвесторами. — ДТЕК, 11 липня 2022р., <https://dtek.com/ru/media-center/news/gendirektor-dtek-vde-maybutne-zelenoi-energetiki-ukraini-zalezhit-vid-dialogu-derzhavi-z-investoram>.



Розвиток галузі до 24 лютого 2022р. цілком залежав від внутрішніх процесів і кроків, що будуть відображені в державній політиці. Проте військова агресія РФ внесла суттєві корективи, і подальший розвиток сектору ВДЕ, скоріше за все, можливий вже після повного припинення бойових дій на території України.

Темпи цього розвитку та його напрями залежатимуть від низки факторів. Насамперед це стосується інвестиційного клімату, який безпосередньо пов'язаний з політикою держави. Врегулювання роботи ринку електричної енергії, ухвалення необхідної законодавчої бази в рамках євроінтеграційних процесів та розв'язання фінансової кризи — ключові передумови для відновлення розвитку сектору ВДЕ у після-воєнний період.

Важливу роль для зниження викидів парникових газів відіграватиме розвиток системи тепlopостачання країни за рахунок нарощування потужностей ТЕЦ на біомасі та реконструкції існуючих ТЕЦ з впровадженням технологій максимально ефективного використання органічного палива за комбінованого виробництва теплової та електричної енергії, а також утилізація скидного тепла з використанням теплових насосів.

Подальший розвиток гідроенергетики відповідно до наявних планів, а саме завершення реабілітації ГЕС Дніпровського каскаду та впровадження нових гідроагрегатів на ГЕАС, застосування нових технологій СНЕ з можливістю швидкого пуску — важливі фактори для подолання стримування інвестицій у сектор ВДЕ шляхом подолання проблеми дефіциту балансуєчих потужностей. Водночас, поглиблення синхронізації ОЕС України із ENTSO-E не лише сприятиме подоланню фінансової кризи на ринку електричної енергії України, але й дозволить більше розкрити потенційні можливості зеленої енергетики.

Майбутнє українського сектору ВДЕ залежатиме не лише від врегулювання проблеми залучення інвестицій, але й від гармонізації планів розвитку з іншими видами генерації, що мають фундаментальне значення для енергозабезпечення країни. Насамперед це стосується планування розвитку ядерної енергетики та поступового заміщення вугільної генерації вуглецево-нейтральними потужностями з урахуванням можливостей ОЕС України.

V.

ФОРМУВАННЯ НОВОГО ПРОФІЛЮ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ В ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД У КОНТЕКСТІ ЗДІЙСНЕННЯ ПЕРЕХОДУ ДО БЕЗВУГЛЕЦЕВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

ВПЛИВ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ НА ВВП

Першою спробою статистично дослідити залежність між спожитою енергією та виробленим продуктом стало дослідження¹, яке довело взаємопов'язаність ВВП та прогресу в енергетичній галузі. Згодом, у 2014р. французький дослідник Жюро у своїй роботі² довів існування взаємовизначального зв'язку між ВВП та загальним постачанням первинної енергії³.

Розв'язана Росією повномасштабна війна проти України принесла для нашого народу небачену за масштабами соціальну та гуманітарну катастрофу, яка безумовно позначилась на економіці держави.

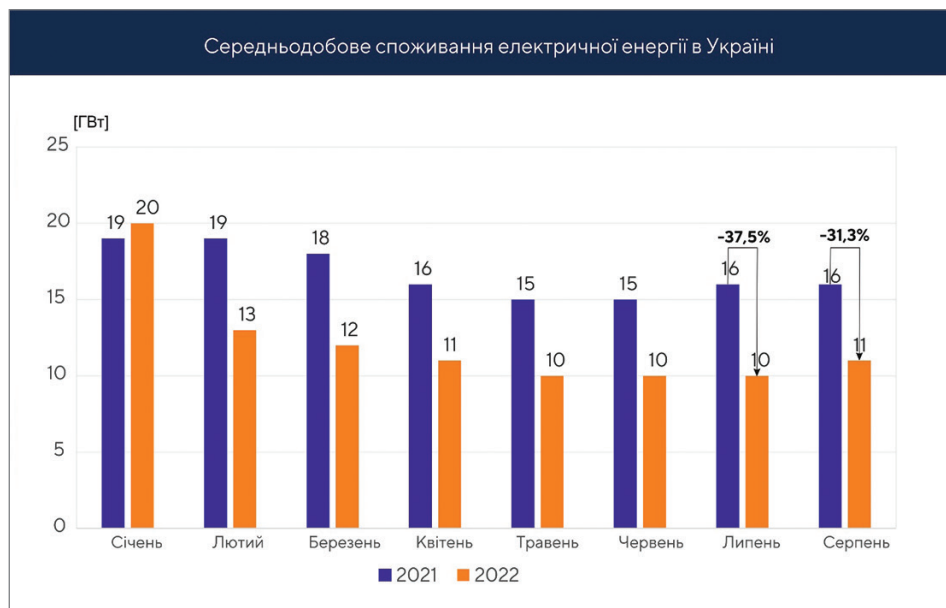
Досконало оцінити наслідки цього воєнного злочину РФ наразі досить складно, однак різке падіння обсягів споживання електроенергії вказує на щонайменше 30%⁴ падіння ВВП держави.

¹ Kraft, J. and Kraft, A. «On the relationship between energy and GNP», 1975.

² Див.: <https://www.parisschoolofeconomics.eu/IMG/pdf/article-pse-medde-juin2014-giraud-kahraman.pdf>.

³ Наприклад, за зниження споживання енергії на 10% – ВВП зменшується на 6%.

⁴ Розрахунки експертів Центру Разумкова на підставі аналізу структури споживання електроенергії України. Така оцінка співставна із заявою ЄБРР, <https://www.ebrd.com/news/2022/war-in-ukraine-and-inflation-slow-growth-in-ebrd-regions.html>.



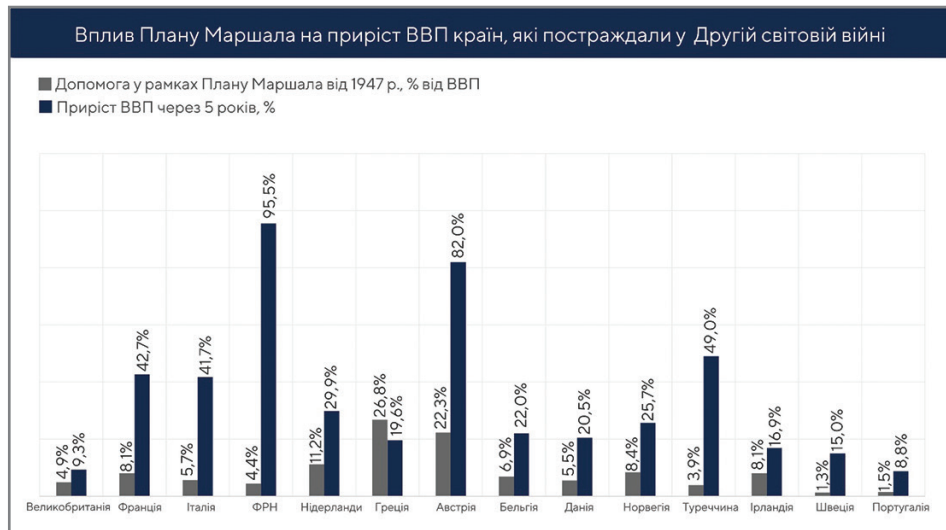
Тут доречно нагадати, що ВВП України з 2000р. постійно зростає, і, станом на грудень 2008р., досягнув 74,2% рівня 1990р. Після цього, на фоні фінансової кризи (2008р.) темпи зростання національної економіки уповільнились, а починаючи з 2013р. ВВП України починає падати, а після анексії АР Крим та окупації окремих регіонів Донецької і Луганської областей, різко знижується на 20%, і як наслідок у 2016р. досягає рівня 59,9% від 1990р.⁵ Ситуацію вдалося стабілізувати за рахунок підтримки з боку міжнародних фінансових організацій, і в результаті у 2019р. повернути добробут громадян на рівень показників докризового періоду 2008р.⁶ Після цього зламу тренду, Центр досліджень проблем економіки й бізнесу спрогнозував, що між 2021р. і 2036р. Україна підніметься з 55-го на 53-є місце в рейтингу економік світу⁷.

⁵ Хаєцька О.П., Вертелецький М.В. Аналіз динаміки ВВП України. – Електронне наукове фахове видання «Ефективна економіка», 2008р., №1, http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/1_2018/60.pdf.

⁶ Іванов С.В. Економічне відновлення і розвиток країн після збройних конфліктів та воєн: невтрачені можливості для України. – Економіка України, 2019р., №1 (686).

⁷ Center for Economics and Business Research (CEBR), <https://cebr.com/service/macroeconomic-forecasting>.

Очевидно, що повернутися до оптимістичних прогнозів зростання ВВП України можливо буде лише після розробки та впровадження дієвої стратегії відновлення економіки нашої держави. Концепція такого документа має базуватися на кращих положеннях Плану Маршала⁸, який продемонстрував доволі відчутний ефект, а також на досвіді інших країн.



Успіх післявоєнного відновлення європейських країн визначила не лише фінансова допомога та фокусування уваги на ринкових відносинах⁹, але й власна мотивація звільнених націй, яка зокрема проявлялась у нульовій терпимості до корупції та закріпленні верховенства права через розбудову незалежної судової системи.

Такий підхід підтримали не всі держави, які стали на шлях післявоєнного відновлення. Наприклад, Японія, яка втратила понад 70% усіх своїх

⁸ Наприклад, підприємство у Франції замовило обладнання у США, але постачальник отримував гроші з фонду «плану Маршалла». Натомість заявник вносив відсоток від вартості замовлення до європейських фондів, які кредитували місцевих підприємців.

⁹ Міністр економіки Німеччини Ерхард провів комплексну реформу під назвою «Концепція соціального ринкового господарства», яка обмежувала монополії, але заохочувала приватну конкуренцію і одночасно створювала товарний достаток, а також за допомогою визначеної на законодавчому рівні моделі «попит-пропозиція» створила ринкові відносини при цьому захистивши соціально-вразливі категорії населення. Загалом ця концепція дозволила лібералізувати економіку післявоєнної Німеччини та збалансувати взаємодію держави та бізнесу.



промислових активів, спершу зосередилася на консолідації та вивченні найкращих доступних технологій, які згодом були включені до звіту під назвою «Основні проблеми економічної реконструкції Японії»¹⁰. Прimitно, що головними авторами цього документа були інженери-електрики Сабуро Окіто та Йоносуке Го, які запропонували пріоритетну виробничу політику, яка передбачала зосередження дефіцитних ресурсів у кількох стратегічно важливих галузях і повинна була б мультиплікувати ефект на суміжні сектори економіки¹¹. Перше, з чого Японія розпочала свій шлях відновлення — це нарощування видобутку вугілля, яке з 1948р. стало базою для розвитку кількох галузей одночасно та збільшення доходів від експорту сталі.

Пізніше, в 1951р. цей досвід використали Франція, ФРН, Італія, Бельгія, Нідерланди та Люксембург, які створили Європейське об'єднання вугілля і сталі. Власне ця організація згодом трансформувалась у нинішню економічну модель ЄС. Враховуючи виснаження вугільних родовищ, а також курс на декарбонізацію — базовим паливом для такої трансформації слід обрати природний газ.

ГАЗОВИЙ СЕКТОР – БАЗИС ПЕРЕХОДУ ДО БЕЗВУГЛЕЦЕВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Українські політики в повсякденній діяльності, а також під час комунікацій із суспільством дедалі частіше говорять про енергетичну галузь. Однак важливі технічні аспекти залишаються поза увагою і, як наслідок, відбувається їх ігнорування та формується недосконалий порядковий потреб галузі. Це своєю чергою призводить до системних помилок під час ухвалення стратегічних рішень, наприклад, у частині реформування ринку газу¹². Тому проблеми сектору продовжують накопичуватись, і, відповідно виникає необхідність посилювати державне регулювання¹³, що лише відкладає вирішення нагальних викликів,

¹⁰ Saburo Okita, ed, Postwar Reconstruction of the Japanese Economy, University of Tokyo Press, 1992.

¹¹ Kenichi Ohno. The Path Traveled by Japan as a Developing Country: Economic Growth from Edo to Heisei. — Yuhikaku Publishing Co. Ltd., Tokyo, 2005, <https://www.grips.ac.jp/forum/pdf06/EDJ.pdf>.

¹² Див.: <https://razumkov.org.ua/statti/fiksovana-tsina-gazu-odyn-krok-vpered-i-dva-nazad>.

¹³ Суперечить положенням Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text.

створює хибні уявлення в суспільстві та послаблює енергетичну безпеку держави¹⁴, без якої неможливе повноцінне післявоєнне відновлення України.

Розглянемо газовий сектор, як базовий елемент для формування нового профілю енергетики України в контексті здійснення переходу до безвуглецевої енергетики.

На внутрішній український ринок¹⁵ природний газ надходить від видобувних компаній або європейських країн через магістральні трубопроводи¹⁶. Обсяги блакитного палива під час передачі-приймання між країнами¹⁷ та окремими частинами нашої держави фіксується вимірювальними станціями¹⁸. Протягом року споживання природного газу не є рівномірним, тому для своєчасного задоволення потреб споживачів використовують резервний ресурс із сховищ. Подача необхідної кількості газу безпосередньо споживачу здійснюється через газорозподільні станції²⁰ та мережі низького тиску²¹.

¹⁴ Достатня кількість енергоресурсів належної якості та їх диверсифіковане постачання через надійну інфраструктуру на конкурентні ринки, до яких має доступ платоспроможний споживач.

¹⁵ Щорічне транспортування газу для українських споживачів становить 30 млрд. м³ і пропорційне обсягу найстарішого озера планети – Байкал.

¹⁶ Під час транспортування ресурсу від родовища або іншого джерела тиск поступово зменшується, для його підтримки використовують компресорні станції, які встановлюються, залежно від рельєфу місцевості, з інтервалом 70-120 км.

¹⁷ Вимірювання обсягу та визначення якості газу здійснюється на прикордонних пунктах приймання-передачі газу, або т.зв. газовимірювальних станціях. Такі об'єкти встановлюються в безпосередній близькості до державного кордону та складаються із кількох пунктів виміру витрати газу та хімічної лабораторії. На підставі погодинних роздруківок систем вимірювання кількості та фізико-хімічних показників газу складають добові і місячні акти здавання-приймання газу і паспорти-сертифікати фізико-хімічних показників газу.

¹⁸ Вимірювання обсягу та визначення якості газу на пунктах вимірювання витрати газу. Такі об'єкти є технологічними спорудами, які споруджуються на газогоні, до їх складу входять вимірювальні трубопроводи, автоматичні прилади для вимірювання обсягу та якості газу.

¹⁹ Українські ПСГ мають місткість 31 млрд. м³, що співрозмірно з мережами ПСГ Німеччини та Франції разом взятими.

²⁰ Газорозподільні станції (ГРС) призначені для зниження тиску (редукування), очищення, одоризації, комерційного і технічного вимірювання обсягів блакитного палива, яке передається оператору газорозподільної мережі. Абсолютна більшість ГРС недовантажені за продуктивністю. 93% експлуатуються з завантаженістю нижче 50% проектної продуктивності.

²¹ Інша назва – газорозподільні мережі (ГРМ).



Оперуючи основними поняттями про функціонування газотранспортної мережі, перейдемо до покрокового формування алгоритму відкриття повноцінного ринку газу в Україні. Ця стратегічна ціль досягається шляхом виконання задач зовнішнього та внутрішнього рівнів.

Зовнішній аспект полягає в забезпеченні вільного перетоку газу між Україною та ЄС за рахунок перенесення точок приймання-передачі природного газу на східний кордон.

Внутрішній аспект включає успішну імплементацію законодавства ЄС; єдину ринкову ціну²²; вільний та прозорий доступ до інфраструктури²³; розвиток вітчизняного газовидобутку; безперебійне та безпечне постачання ресурсу; повноцінний захист прав споживачів; ефективне газоспоживання; сприятливий інвестиційний клімат; інституційну незалежність регуляторних органів.

Зовнішній аспект

Проаналізуємо еволюцію системи комерційного обліку та контролю за якістю природного газу на міждержавних точках з'єднання національної газотранспортної мережі.

Після встановлення державного кордону між Україною та РФ, завершився перерозподіл технологічних об'єктів газотранспортної системи колишнього радянського союзу²⁴. Як наслідок, ВАТ «Газпром» запропонував АТ «Укргазпром» забезпечити прикордонний облік блакитного палива (входить до національної газотранспортної мережі) на базі пунктів вимірювання витрати газу російських компресорних станцій²⁵. Вихідний потік до європейських країн у 1992р., здійснювався лише на прикордонних газовимірювальних станціях «Берегово»²⁶ і «Дроздовичі»²⁷.

При цьому, природний газ у газотранспортній системі передавався до Словаччини та Румунії безпосередньо на території цих держав – ГВС

²² Створення цінового індикативу українського газового ринку.

²³ ГТС, ПСГ, ГРМ.

²⁴ Історія одного відкриття, <https://www.istpravda.com.ua/articles/2014/09/25/144855>.

²⁵ Усі компресорні станції на території РФ мали відповідне обладнання, за винятком магістральних газопроводів, що проходили через територію Білорусі.

²⁶ Передача газу до газотранспортної мережі Угорщини.

²⁷ Передача газу до газотранспортної мережі Польщі.

«Велке Капушани» і ГВС «Ісакча», відповідно. Аналогічна ситуація була із транспортуванням газу для молдовських споживачів. Відтак на той час виникла практична задача – підвищити точність балансування української газотранспортної системи і, відповідно, зменшити втрати. Ціль була досягнута за рахунок будівництва газовимірювальних станцій на російському кордоні²⁸; забезпечення комерційного обліку транспортованого газу по всім напрямкам на західному кордоні України²⁹; підвищення точності вимірювального обладнання національного газотранспортного оператора³⁰.

Таким чином лише у 2000р. відбулось юридичне оформлення прав ДК «Укртрансгаз»³¹ здійснювати комерційний вимір кількості та якості газу на західному кордоні³² в усіх напрямках подачі блакитного палива. Утім, переконати РФ погодитися здійснювати комерційний облік газу на східному кордоні України не вдалося, навіть за сприяння Туркменістану³³. На той час Москва обґрунтовувала свою позицію тим, що вага має знаходитись зі сторони продавця. Це дало можливість РФ у 2006р.³⁴ необґрунтовано звинуватити Україну нібито в несанкціонованому відборі газу, що фактично зупинило подальшу диверсифікацію постачань блакитного палива.

²⁸ Процес будівництва прикордонних газовимірювальних станцій зі сторони РФ та Білорусі завершився у 2000р.

²⁹ У 1995-1997рр. силами АТ «Укргазпром» були введені в експлуатацію ГВС «Ужгород» (замість ГВС «Велке Капушани», Словаччина), ГВС «Орловка» (замість ГВС «Ісакча», Румунія), ГВС «Олексіївка» (для передачі-прийманні газу в Молдову).

³⁰ З 1992р. по 1994р. АТ «Укргазпром» вводить в експлуатацію автоматичні мікропроцесорні комплекси на базі обчислювача витрати газу SuperFlo-IIЕ і датчиків перепаду тиску. Клас точності такого обладнання складав $\pm 0,5\%$. До цього комерційний облік здійснювався засобами вимірювання витрати газу із сумарною похибкою до 5%.

³¹ Компанія «Укртрансгаз» була створена на базі газотранспортних підприємств та структурних підрозділів АТ «Укргазпром» відповідно до Постанови КМУ «Про розмежування функцій з видобування, транспортування, зберігання і реалізації природного газу» від 24 липня 1998р. Засновником компанії є Національна акціонерна компанія «Нафтогаз України». Компанія є правонаступником майнових і немайнових прав та обов'язків газотранспортних підприємств і структурних підрозділів ВАТ «Укргазпром».

³² У присутності представників ВАТ «Газпром Експорт».

³³ Див.: Угода між Україною і Туркменістаном про постачання природного газу із Туркменістану в Україну у 2000-2001рр., https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/795_702#Text; Угода між Україною і Туркменістаном про постачання природного газу із Туркменістану в Україну у 2002-2006рр., https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/795_038#Text.

³⁴ Напередодні кризи у взаємовідносинах РФ вимагала в Україні сплатувати за російський газ ціну в \$250 за 1 000 м³.



Друга хвиля необґрунтованих звинувачень зі сторони Москви на адресу Києва припала на початок 2009р.³⁵ через відсутність транзитного контракту та договору на постачання газу для українського ринку. Під час зупинки подачі російського газу, об'єднаному диспетчерському управлінню ДК «Укртрансгаз» вдалось оперативно перевести магістральні газопроводи в реверсний режим без втрати стабільного постачання для вітчизняних та європейських споживачів. Набутий досвід дозволив у 2012-2014рр. відкрити газотранспортні коридори для постачання газу із країн ЄС до України³⁶.

Крім цього, в період 2009-2014рр. ДК «Укртрансгаз» здійснив перехід на розрахунок кількості газу згідно з вимогами міжнародного стандарту ISO 5167, а також завершив гармонізацію міждержавних стандартів у частині визначення фізико-хімічних показників блакитного палива. Пізніше, у 2015р., була розпочата щоденна публікація оперативних даних на веб-сайті українського газотранспортного оператора та ENTSO-G, що унеможливило будь-які маніпуляції із тезою «несанкціоновано відібраний газ».

Взаємодія ВАТ «Газпром» та НАК «Нафтогаз України» щодо комерційного обліку газу та контролю за його якістю, як у газовому контракті від 2009р., так і в договорі від 2019р., здійснюються згідно із технічною угодою³⁷. Цей документ визначає режими й обсяги постачань і транзиту газу, а також газовимірювальні станції, на яких здійснюється комерційний облік блакитного палива. У нині діючому договорі, на відміну від попереднього, були внесені зміни в частині здійснення комерційного обліку газу по ужгородському коридору транспортування блакитного палива, замість західного кордону України — східний кордон Словаччини.

Фактично це знівелювало досягнення попередніх 20 років у частині розбудови української системи вимірювання газу, а також призвело до

³⁵ РФ припинила поставки природного газу на 19 днів.

³⁶ Природний газ із ЄС. Кому потрібні міфи?, <https://razumkov.energy/meny/news/eu-import-gas.html>.

³⁷ «Техническое соглашение между ОАО «Газпром» и НАК «Нафтогаз Украины» об условиях сдачи-приемки природного газа на приграничных газоизмерительных станциях для транзита его через территорию Украины, а также передачи природного газа потребителям Украины».

зростання обсягу втрат блакитного палива під час здійснення товаро-транспортної роботи. *За розрахунками експертів Центру Разумкова³⁸, під час дії транзитного контракту (2019-2024рр.) через здійснення комерційного обліку на ГВС «Велке Капушани» замість ГВС «Ужгород», небаланси складатимуть близько 500 млн. м³ природного газу, що еквівалентно 3,5 млрд. грн.*

Відносини ТОВ «ОГТСУ» та операторів газотранспортних систем суміжних європейських країн щодо організації здавання-приймання газу до України (імпортні поставки) також регламентуються відповідними Технічними угодами. Згідно з ними, комерційний облік газу, який поставляється із країн ЄС до України, здійснюється на стороні Польщі, Угорщини та Словаччини відповідно. *Отже, газовимірювальні станції на західному кордоні України поступово втрачають свою значимість³⁹ і їх потенціал⁴⁰ переважно використовується для проведення дублюючих замірів.*

За таких умов, питання відновлення контролю України за комерційним обліком природного газу, який транспортується як до ЄС, так і до нашої держави – є стратегічно важливим завданням, яке об'єднує національний інтерес у геополітичній та економічній площині. Варто зважати, що перенесення точок приймання-передачі природного газу на східний кордон України може бути реалізовано лише за умови повної підтримки європейських замовників транспортуючих потужностей. Формат реалізації може бути різним, наприклад, необов'язково фізично будувати газовимірювальні станції⁴¹, достатньо відкрити віртуальну торгіву

³⁸ Здійснювались відповідно до COY 60.3-30019801-100:2012, http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=65493.

³⁹ Газотранспортна система України має один з найнижчих у Європі рівень втрат блакитного палива – близько 0,3%. Це свідчить про успішну синхронізацію міжнародного стандарту ISO 50001:2011 та високий рівень досягнутої точності комерційного обліку природного газу.

⁴⁰ Комерційний облік газу, який подається до Угорщини, Польщі та Румунії, здійснюється на українських ГВС «Берегово», «Дроздовичі», а також «Теково».

⁴¹ Спорудження нових газовимірювальних станцій з урахуванням вартості будівельних робіт і матеріалів, а також обладнання, потребує значних капітальних вкладень на рівні \$200 млн. На сьогодні, ТОВ «ОГТСУ» має можливість контролювати результати вимірювання російських газовимірювальних станцій лише непрямым методом.



точку⁴², через яку буде забезпечуватися розподіл потоків серед замовників, зокрема із країн ЄС.

Підсумовуючи наведене, перенесення точок приймання-передачі природного газу на східний кордон має стати стратегічною ціллю для Уряду України в рамках повноцінного відкриття ринку газу, зокрема забезпечення справедливої ціни блакитного палива для усіх категорій споживачів, збереження завантаженості газотранспортної інфраструктури, залучення інвестицій у видобуток, тощо. Опрацювання цього питання варто розпочати вже у I кварталі 2023р., аби реалізувати перші торгові операції на східному кордоні України після завершення діючого контракту із ВАТ «Газпром» (контракт чинний до 2024р. включно).

Внутрішній аспект

Готовність основних складових внутрішнього рівня доцільно оцінити шляхом аналізу виконання секторальних цілей, визначених Енергетичною стратегією України до 2035р.⁴³ (ЕСУ-2035).

Ресурси. За останні п'ять років відбувся помітний прогрес у напрямі надрокористування, зокрема прийнято Закон «Про забезпечення прозорості у видобувних галузях»; адаптовано Національну Класифікацію запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр України⁴⁴; впроваджено електронні аукціони⁴⁵; затверджено новий порядок розпорядження геологічною інформацією⁴⁶, який значно лібералізував

⁴² Точка входу/виходу в газотранспортній системі з невизначеним фізичним розташуванням, на якій здійснюються торгові та інші комерційні операції на ринку природного газу між оптовими продавцями та оптовими покупцями/постачальниками природного газу та відносно якої оператор газотранспортної системи здійснює адміністрування таких точок, https://ips.liga.zakon.net/document/re27823?an=1&ed=2017_07_01.

⁴³ Розпорядження КМУ №605 від 18 серпня 2017р.

⁴⁴ 19 вересня 2018р. Україна внесла зміни до своєї Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр для її узгодження з останньою версією РКООН. Ці поправки роблять Класифікацію України такою, що повністю відповідає міжнародним стандартам.

⁴⁵ Уряд України затвердив Порядок проведення аукціонів з продажу спеціальних дозволів на користування надрами (Постанова КМУ №993 від 23 вересня 2020р.), а також переглянув Методику визначення початкової ціни продажу на аукціоні спеціального дозволу на право користування надрами (Постанова КМУ №915 від 23 вересня 2020р.).

⁴⁶ Постанова КМУ №939 від 7 листопада 2018р. Крім цього, випущено геологічний атлас надрокористувача.

правовідносини в цій сфері шляхом забезпечення відкритості та доступності даних.

Усе це, разом із чисельними змінами до вторинного законодавства, дозволило скасувати плату за подовження строку дії спеціального дозволу на користування нафтогазоносними надрами; виключити наявність податкових боргів із переліку підстав для відмови у подовженні строку дії дозволу та внесення змін до нього; спростити порядок погодження місцевими органами влади ділянок надр, дозволу на користування якими виставляються на аукціон; запровадити можливість проведення електронних аукціонів з продажу спеціальних дозволів на користування надрами.

Завдяки спрощенню регуляторного режиму⁴⁷ та податкового навантаження⁴⁸ вдалося створити модель підтримки газовидобувних компаній, яка є однією із найкращих в ЄС. Попри позитивні зрушення залишаються неврегульовані питання «сплячих» ліцензій⁴⁹; укладання угод про розподіл продукції; ефективного адміністрування підготовки документації про виділення земельних ділянок (у т.ч. ліцензійних площ); спрощення процедури видачі археологічних дозволів, погодження маршрутів прокладання трубопроводів на землях сільськогосподарського призначення, водного та лісового фондів. У цілому низький рівень розробки нафтогазоносних ділянок закладає прогнозований тренд падіння обсягів видобутку природного газу⁵⁰.

⁴⁷ Закон України №2314-VIII, Закон України №2545-VIII, внесено зміни до ПКМУ №615 та №594. Забезпечено децентралізацію ренти, що надає право територіальним громадам отримувати частину (5%) податкових надходжень.

⁴⁸ Закон України №1791-VIII. Запроваджено п'ятирічний мораторій на зміну режимів оподаткування. Встановлені ставки ренти на свердловини, що були збудовані з 2018р., відповідно на рівні 12% та 6% замість 29% та 14%. Для режимів УРП ставки ренти зменшені більше ніж у 20 разів, із 29% до 1,25%.

⁴⁹ Майже 30% виданих спецдозволів перебувають у статусі «сплячих» ліцензій. Таким чином низький рівень розробки нафтогазоносних ділянок закладає тренд зниження обсягів видобутку вуглеводнів.

⁵⁰ За підсумком 12 місяців 2020р. видобуток природного газу в Україні склав 20,2 млрд. м³, що на 0,5 млрд. м³ менше за показники попереднього року. Водночас «Укргазвидобування» вже третій рік зменшувати видобуток газу: із 15,5 (2018р.) до 14,2 (2020р.) млрд. м³.

У 2019р. стали відомі подробиці маніпулювання НАК «Нафтогаз України» із даними так званого товарного газу й технологічного газу. Тобто, протягом 2015-2018рр. державний монополіст демонстрував зростання видобутку газу лише на цифрах, тоді як насправді зростали показники виробничо-технологічних витрат.



Подальший розвиток сфери надрокористування і видобутку природного газу неможливий без розробки нового кодексу про надра⁵¹; переходу до середньо- та довгострокових моделей бюджетування державних підприємств видобувної галузі; удосконалення системи оформлення земельних сервітутів для проведення робіт з розвідки та видобування вуглеводнів із чітким компенсаторним механізмом для землекористувачів чи землевласників⁵²; розвиток діджиталізації⁵³ та широкое впровадження інноваційних рішень⁵⁴; збільшення фінансової та управлінської автономії АТ «Укргазвидобування» в рамках НАК «Нафтогаз України». Таким чином необхідним є комплексний перегляд концепції стимулювання видобутку блакитного палива⁵⁵.

Інфраструктура та ринок. Починаючи із 2015р., найменший прогрес продемонструвала сфера розподілу газу. Наприклад, Енергетична стратегія України до 2035р. ставила за мету вирішити проблему власності ГРМ, провести незалежну оцінку вартості активів та стимулювати інвесторів за рахунок впровадження RAB-тарифоутворення. Утім жодна із цих задач не була досягнута. Так само, як і не було забезпечено 100% обліку для всіх абонентів природного газу⁵⁶. Єдиним досягненням можна

⁵¹ Прийняття нового Кодексу про надра з чітким закріпленням норм, зокрема прозорі процедури погодження передачі права з вичерпним переліком документів, у т.ч. про набувача прав; проходження погоджувальної процедури до відчуження прав; вичерпного переліку підстав відмови в погодженні.

⁵² Ініціатива полягає в забезпеченні можливості оперативного отримання дозволу для доступу до земельних ділянок із відшкодуванням усіх втрат з боку газовидобувних підприємств землекористувачам чи землевласникам.

⁵³ Предиктивна аналітика; створення цифрової бази даних параметрів розробки родовища; цифровізація складського обліку матеріальних виробничих запасів.

⁵⁴ Проведення ремонтів свердловин без їх зупинки; освоєння запасів вуглеводнів родовищ, частина яких пов'язана з ущільнювальними піщаниками типу «Tight gas»; підвищення ефективності розробки родовищ з тріщинуватими карбонатними колекторами; пошук високоефективних технологій інтенсифікації видобутку продуктивних горизонтів існуючих родовищ з пониженим пластовим тиском; застосування високоефективних технологій інтенсифікації карбонатних колекторів в умовах аномально високих пластових тисків та температур; малотоннажне виробництво зрідженого природного газу.

⁵⁵ Варто переглянути стратегію НАК «Нафтогаз України» та оцінити варіант його трансформації після 2022р. з наступним виділенням активів з видобутку та транспортування нафти і газу.

⁵⁶ За даними НКРЕКП, станом на 1 січня 2020р., вцілому по Україні 89% абонентів забезпечені комерційним приладом вимірювання обсягів газу.

вважати юридичне розділення облгазів на два підприємства та впровадження окремих рахунків за розподіл⁵⁷ та постачання газу.

Найбільший прогрес був зафіксований у сфері транспортування та зберігання блакитного палива. Одним із основних надбань стала синхронізація законодавства, відповідно до Директиви 2009/73/ЄС.

Таким чином, було змінено структуру ринку; тимчасово запроваджено поняття покладання спеціальних обов'язків⁵⁸; відбулось відокремлення оператора ГТС та його асоційоване членство у ENTSO-G; запроваджено процедуру добового балансування і систему аукціонів на міждержавних з'єднаннях; запроваджено систему надання послуг транспортування по точках входу/виходу.

Такі зміни дозволили відкрити доступ до інфраструктури для вітчизняних та європейських компаній; забезпечити диверсифікацію постачання блакитного палива⁵⁹; реалізувати віртуальний реверс⁶⁰ і систему «митний склад»⁶¹; укласти середньостроковий транзитний контракт до 2024р.⁶²

Законодавчою базою для таких трансформацій стало ухвалення Закону України «Про ринок природного газу»⁶³, а також вторинного

⁵⁷ Про газовий рік та квитанції за доставку газу. Що це і для чого?, <https://razumkov.org.ua/statti/pro-gazoviy-rik-ta-kvytantsii-za-dostavku-gazu-shcho-tse-i-dlia-chogo>.

⁵⁸ Фактично було відновлено з 1 лютого 2021р. після ухвалення рішення Уряду (ПКМУ від 18 січня 2021р. №25), <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-vnesennya-zmin-do-deyakih-postanov-kabinetu-ministriv-t180121>.

⁵⁹ Більше 30 імпортерів, зокрема такі відомі компанії RWE, ENGIE, Shell, Trafigura, Trail Stone.

⁶⁰ Backhaul (віртуальний реверс) розпочався в головній точці з'єднання зі Словаччиною («Ужгород»–«Велке Капушани»), а з угорським оператором FGSZ було створено єдину віртуальну точку (VIP) «Берег».

⁶¹ Більшість імпортованого газу надходить на зберігання в режимі «митного складу», при цьому на 162% зріс показник закачки газу іноземними компаніями.

⁶² 31 грудня 2019р. представники НАК «Нафтогаз України», ТОВ «Оператор ГТС України» та ВАТ «Газпром» підписали комплекс угод, які дали змогу продовжити транзит російського газу. Мінімальна гарантована потужність була встановлена в розмірі 65 млрд. м³ на 2020р. та 40 млрд. м³ щорічно в період 2021-2024рр. За підрахунками «ОГТСУ», гарантований дохід з транзиту сягатиме 185 млрд. грн. (з урахуванням ПДВ) протягом наступних п'яти років, що становить 80% витрат на експлуатацію системи. Решта 20% надійде від українських компаній, що користуються послугами оператора ГТС.

⁶³ Закон України №329-VIII.



законодавства: кодекси ГТС⁶⁴, ГРМ⁶⁵, ПСГ⁶⁶; правила постачання природного газу⁶⁷; типові договори⁶⁸; порядок здійснення процедури сертифікації⁶⁹ та ліцензійні умови⁷⁰; методики визначення та розрахунку тарифів на послуги транспортування⁷¹, розподілу⁷² і зберігання⁷³; методологія встановлення плати за приєднання до ГТС і ГРМ⁷⁴; форми звітності НКРЕКП щодо здійснення моніторингу на ринку природного газу⁷⁵ тощо.

Утім, залишаються невирішеними питання своєчасного моніторингу ринку; інституційної незалежності ТОВ «ОГТСУ»⁷⁶; достовірної оцінки перспектив і необхідних потужностей інфраструктури після 2025р.⁷⁷; повноцінного впровадження мережових кодексів, зокрема для врегулювання проблемних питань, пов'язаних із небалансами та швидким накопиченням заборгованості.

Для забезпечення повної готовності внутрішнього рівня до запуску повноцінного ринку газу необхідно зробити наступне. Перш за все, особливу увагу варто приділити питанням відкриття доступу до всього ресурсу АТ «Укргазвидобування»⁷⁸; оптимізації діяльності операторів

⁶⁴ Постанова НКРЕКП №2493 від 30 вересня 2015р.

⁶⁵ Постанова НКРЕКП №2494 від 30 вересня 2015р.

⁶⁶ Постанова НКРЕКП №2495 від 30 вересня 2015р.

⁶⁷ Постанова НКРЕКП №2496 від 30 вересня 2015р.

⁶⁸ Постанови НКРЕКП №2497-2501 від 30 вересня 2015р.

⁶⁹ Постанова НКРЕКП №631 від 14 квітня 2016р.

⁷⁰ Постанова НКРЕКП №201 від 16 лютого 2017р.

⁷¹ Постанова НКРЕКП №2517 від 30 вересня 2015р.

⁷² Постанова НКРЕКП №236 від 25 лютого 2016р.

⁷³ Постанова НКРЕКП №480 від 19 червня 2018р.

⁷⁴ Постанова НКРЕКП №3054 від 24 грудня 2015р.

⁷⁵ Постанова НКРЕКП №123 4від 07 липня 2016р.

⁷⁶ Інституційна незалежність оператора ГТС обмежена НАК «Нафтогаз України» через фінансові зобов'язання в рамках нового транзитного контракту. Це створює додаткові корупційні ризики в умовах лібералізованого ринку газу, де має бути забезпечена справедлива конкуренція між постачальниками.

⁷⁷ Варто на виконання рамкових домовленостей із США про створення газового хабу ухвалити зміни до Закону «Про трубопровідний транспорт газу», в якому дозволити здачу окремих потужностей газових сховищ України в концесію.

⁷⁸ Пропонується дозволити АТ «Укргазвидобування» самостійно реалізовувати природний газ власного видобутку на вільному ринку, в перспективі через систему електронних торгів ProZorro.

ГТС⁷⁹ та ГРМ⁸⁰; повного переходу на енергетичну систему вимірювання обсягів газу⁸¹; приведення послуг газопостачання у відповідність до міжнародних стандартів, а також зменшення бюрократичних процедур для споживачів⁸²; вдосконалення системи корпоративного управління підприємствами нафтогазової сфери, яка до цього часу обмежилася лише вимогою Уряду⁸³ щодо цілей НАК «Нафтогаз України» в частині провадження ринкової діяльності та виконання спеціальних функцій⁸⁴.

Підсумовуючи викладене, слід зазначити, що найбільшою перепорою для повноцінного відкриття ринку природного газу є недосконалість регуляторного середовища, яке варто переглянути, використовуючи, зокрема досвід США⁸⁵.

Український газовий хаб

У 25 державах Європи ринкова конкуренція забезпечена шляхом функціонування газових хабів⁸⁶. Найбільш ліквідною торговою зоною є TTF⁸⁷ у Нідерландах. Помітний прогрес у частині хеджування⁸⁸

⁷⁹ Передбачається розробка дорожньої карти створення Східно-Європейського газового хабу; оптимізація режимів роботи газотранспортної системи за критерієм максимального використання електроприводних газоперекачувальних агрегатів; оптимізацію тарифів для точок входу/виходу газотранспортної системи, що дозволить зменшити платіжки всіх категорій споживачів через мінімізацію навантаження на видобувні компанії та трейдерів імпортного газу.

⁸⁰ Запровадження RAB-регулювання.

⁸¹ Реалізація цієї ініціативи передбачає зменшення рівня корупційних зловживань на ринку природного газу; збільшення ефективності використання природного газу; забезпечення прозорості торгових операцій на вітчизняному ринку природного газу, а також синхронізацію його роботи з європейськими майданчиками.

⁸² Рекомендовано впровадити механізм зміни постачальника на основі єдиного центру інформації (Data Hub) та запровадити правила функціонування сучасних інституційних елементів роздрібного ринку газу.

⁸³ Розпорядження КМУ №456 від 26 червня 2019р.

⁸⁴ Жодних кадрових рішень на фоні зриву програми з наращування видобутку та збитковості Оператора ГТС України прийнято не було.

⁸⁵ Див.: <https://razumkov.energy/meny/news/regulatory-lessons-shale-industry.html>.

⁸⁶ За інформацією ACER Market Monitoring Report 2019, <https://acer.europa.eu/en/Electricity/Market%20monitoring/Pages/Current-Edition.aspx>.

⁸⁷ Цінові індекси TTF мають суттєвий вплив на інші торгові операції інших хабів ЄС.

⁸⁸ Хеджування – це страхування різних активів від несприятливої зміни ринкової ситуації. Цей процес полягає у придбанні можливості здійснити операцію з активом у майбутньому на заздалегідь встановлених умовах.



демонструють хаби Франції, Бельгії, Німеччини, Австрії, Чехії, Іспанії, Італії. Швидкі темпи розвитку спотової торгівлі притаманні таким державам, як Польща, Угорщина, Данія та Швеція. На стадії становлення перебувають хаби у країнах Балтії, Словаччині, Румунії, Словенії, Хорватії та Греції.

Україна має вигідне географічне розташування, володіє достатніми ресурсами природного газу, експлуатує газотранспортну систему із достатніми технічними потужностями⁸⁹, яка водночас є найбільш розгалуженою мережею в Європі⁹⁰. Усе це, за умови виконання задач зовнішнього та внутрішнього рівня (див. розділи 1 та 2), створює передумови для організації хабу на базі національної газотранспортної інфраструктури.

Формат українського газового хабу. Газовим хабом прийнято називати торгову точку, де покупці та продавці обмінюються правом власності на товар. Такі операції відбуваються шляхом укладання фінансових (ф'ючерси) та/або комерційних угод (фізична поставка) в межах однієї торгової зони⁹¹ на біржі⁹².

Орієнтирами процесу організації газового хабу в Україні мають стати: дерегулювання ціни газу; перенесення точок приймання-передачі із західного на східний кордон; стандартизація правил торгівлі⁹³; забезпечення прозорості ціноутворення та об'єму ринку; встановлення цінових індексів⁹⁴; хеджування та організація ф'ючерсних торгів; довгострокові прогнози⁹⁵.

⁸⁹ Загальна перекачувальна потужність (5 237 МВт) співмірна з 80 фрегатами типу «Петро Сагайдачний» або двома атомними електростанціями.

⁹⁰ Протяжність магістральних газогонів складає 35,6 тис. км, що співмірно із довжиною екватора Землі.

⁹¹ Для прикладу, торгова зона хабів NBP та TTF поширюється на товар, що перебуває в газотранспортних системах Великої Британії та Нідерландів, відповідно.

⁹² Спеціалізована торгова платформа.

⁹³ Головним сегментом ринку має стати формат «двосторонніх договорів», який надаватиме можливість виробникам газу укласти контракти напряму зі споживачем.

⁹⁴ Збільшення ліквідності торгової зони призведе до природного визначення цінових індексів.

⁹⁵ Ліквідна форвардна крива формується за рахунок збільшення кількості торгів ф'ючерсними контрактами.

Особливістю національної торгової зони може стати застосування блок-чейн технологій для здійснення торгових операцій⁹⁶.

Таким чином, український національний газовий хаб має перспективи стати багатофункціональним, тобто не лише фізичним⁹⁷, але й водночас транзитним⁹⁸ та бенчмаркерним⁹⁹. Після організації хабу, згідно із європейською практикою, доречно застосувати імпорتنний паритет для зменшення валютних і цінових ризиків, що дозволить збільшити ліквідність національного торгового простору. Відтак організація газового хабу в Україні матиме економічні та політичні переваги.

Функціонування українського газового хабу відкриває нові можливості для зміцнення національної економіки за рахунок формування справедливої ціни газу для усіх категорій споживачів; збереження обсягів товаротранспортної роботи; залучення інвестицій у газовидобуток; відкриття нових замовлень для підприємств суміжних галузей; підвищення ділової активності.

Розгортання хабу в Україні дозволить завершити євроінтеграційні зобов'язання¹⁰⁰ через інтеграцію вітчизняної інфраструктури в газовий ринок ЄС; відкрити додаткові формати економічної співпраці із Туреччиною¹⁰¹ та Азербайджаном¹⁰², а також створити альтернативу російському торговому простору в чорноморському регіоні.

⁹⁶ Див.: <https://razumkov.org.ua/statti/transformatsiia-2050-shcho-potribno-energetychnii-galuzi-vid-didzhytalizatsii>.

⁹⁷ Тип хабу, який характерний для торгових точок, де відбувається фізична передача природного газу. Необхідною умовою для організації такого хабу є достатній обсяг видобутку газу, розгалужена інфраструктура, велике число учасників ринку.

⁹⁸ Підтип торгового хабу, де відбувається перепродаж та перевантаження природного газу із одного типу транспорту в інший. Наприклад із трубопровідного в автомобільний або LNG-судна.

⁹⁹ Підтип торгового хабу, де розвинутий ринок фінансових послуг і довгострокове кредитування.

¹⁰⁰ Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони, https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011.

¹⁰¹ Див.: <https://razumkov.energy/meny/news/chomu-pri%D1%97zdvi-erdogan-poglyad-energetika.html>.

¹⁰² Див.: <https://novayaepoxa.com/maksim-belyavskiy-perspektivy-u-ture/352610/?fbclid=IwAR0DRfSeMoAQ0PNXNI73DjkjE58F6qOq-XHKYVzZ6AcxdoeSxTT48y6uwZg>.



Математичне моделювання

Сценарне моделювання основних показників балансу газу виконане із врахуванням вітчизняного¹⁰³ та європейського¹⁰⁴ законодавства, і передбачає, що від 2025р. розпочне функціонувати український газовий хаб.

Під час проведення розрахунків були враховані аспекти, пов'язані із режимами експлуатації маршрутів постачання природного газу на європейський ринок¹⁰⁵; перспективні інфраструктурні проекти¹⁰⁶, які суттєво впливатимуть на пропускну здатність європейської мережі; план розвитку української ГТС¹⁰⁷ та вітчизняних ПСГ¹⁰⁸, а також поточний рівень їх завантаженості; технічний знос газоперекачувальних агрегатів¹⁰⁹ та напрацювання компресорних станцій¹¹⁰; плани розвитку вітчизняних газорозподільних підприємств¹¹¹.

Сценарії споживання та видобутку газу в Україні. Згідно із положеннями ЕСУ-2035, був проведений розрахунок обсягів загального

¹⁰³ Закони України: «Про трубопровідний транспорт»; «Про нафту і газ»; «Про ринок природного газу»; «Про державне прогнозування та розроблення програм економічного і соціального розвитку України»; «Про управління об'єктами державної власності»; «Про об'єкти підвищеної небезпеки»; «Про природні монополії»; Кодекс газотранспортної системи; Кодекс газосховищ.

¹⁰⁴ Directive 2009/73/EC of The European Parliament and of The Council of 13 July 2009 concerning common rules for the internal market in natural gas and repealing Directive 2003/55/EC; EU Gas Regulation (EC) 715/2009; EU Gas Regulation (EC) 994/2010; ENTSG Ten-year network development plan 2017; Central and South Eastern Europe Gas Connectivity (CESEC); Gas Regional Investment Plans Central Eastern Europe 2017; EU strategy for liquefied natural gas and gas storage.

¹⁰⁵ Див.: <https://transparency.entsog.eu>.

¹⁰⁶ ENTSG Ten-year network development plan, https://www.entsog.eu/sites/default/files/2020-11/entsog_TYNDP_2020_Scenario_Storyline_Report_201103.pdf.

¹⁰⁷ Див.: <https://tsoua.com/gts-infrastruktura/rozvytok-gts/10-richnyi-plan-rozvytku>.

¹⁰⁸ План розвитку газосховищ Оператора газосховищ АТ «Укртрансгаз» на 2020-2029 роки, <http://utg.ua/img/menu/company/docs/2020/psg/09/%D0%9F%D0%9B%D0%90%D0%9D%202021-2030%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%BF%D1%83%D0%B1%D0%BB%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8E.pdf>.

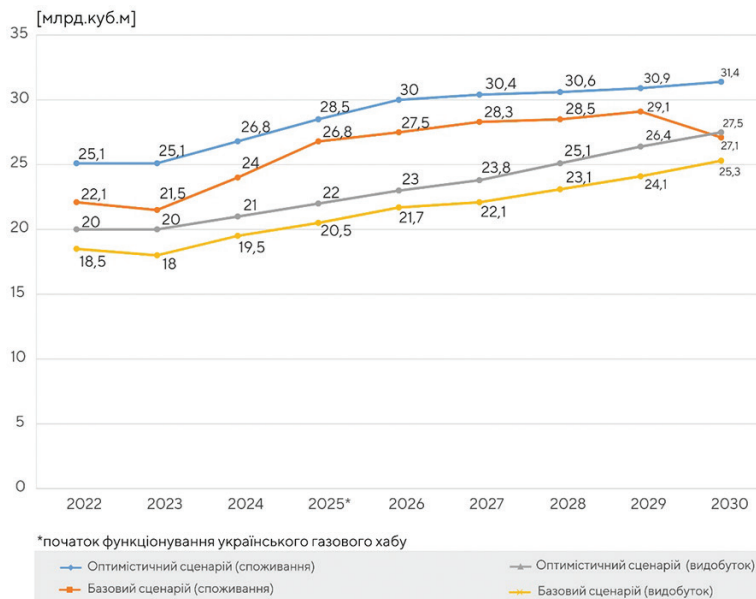
¹⁰⁹ Більше 80% ГПА на КС розроблені більше 25 років тому і мають ККД не більше 29%. Тому під час планування реконструкції необхідно на передній план ставити енергоефективність нового обладнання.

¹¹⁰ Напрацювання складають близько 700 тис. мотогодин/рік.

¹¹¹ Плани розвитку газорозподільних систем Операторами ГРМ, <https://www.nerc.gov.ua/?id=38754>.



Оптимістичний та базовий сценарії видобутку та споживання газу в Україні



первинного постачання енергії в частині природного газу, зокрема у 2030р. він складає 28 млн. т н.е., або близько 31-32 млрд. м³. Помірне зростання обсягів споживання блакитного палива пов'язано із запровадженням енергоефективних заходів та зниженням енерговитрат. Таким чином, починаючи із 2027р. річна потреба у природному газі всіма категоріями споживачів варіюватиметься в діапазоні 26,1-31,4 млрд. м³.

Проведене сценарне моделювання демонструє, що видобуток блакитного палива в Україні зростатиме доволі стримано і за оптимальним сценарієм, у 2030р. він складатиме до 25,3 млрд. м³. Незначне нарощування обсягів видобутку буде досягнуто за рахунок приватних газовидобувних компаній та збільшення інвестицій у галузь шляхом пожвавлення ділової активності на ринку через розвиток українського газового хабу.

Сценарії функціонування інфраструктури. Товаротransпортна робота розраховувалась із очікувань видобутку, споживання, обсягів



поставок для європейських споживачів, а також імпорту в Україну. Результати моделювання показують, що у 2025р. загальні обсяги прокачування блакитного палива складають від 37 до 40 млрд. м³ на рік.

За умови своєчасного виконання зовнішніх та внутрішніх передумов до 2024р. включно, починаючи із 2025р. відбудеться поступове зростання завантаженості газотранспортної системи. Оптимістичний сценарій передбачає 45 та 48 млрд. м³, відповідно у 2025р. та 2030р.

Варто зауважити, що збільшення завантаженості газотранспортної системи дозволить уникнути в середньостроковій перспективі суттєвого зростання тарифів на транспортування блакитного палива магістральними газопроводами.

У випадку зменшення завантаженості газотранспортної системи доведеться проводити демонтаж незадіяних потужностей, що суттєво вплине на видатки державного бюджету і, відповідно, позначиться на макроекономічній ситуації в Україні.

Протягом 2010–2020рр. рівень завантаженості європейських газосховищ був у діапазоні 70–95% технічної потужності.

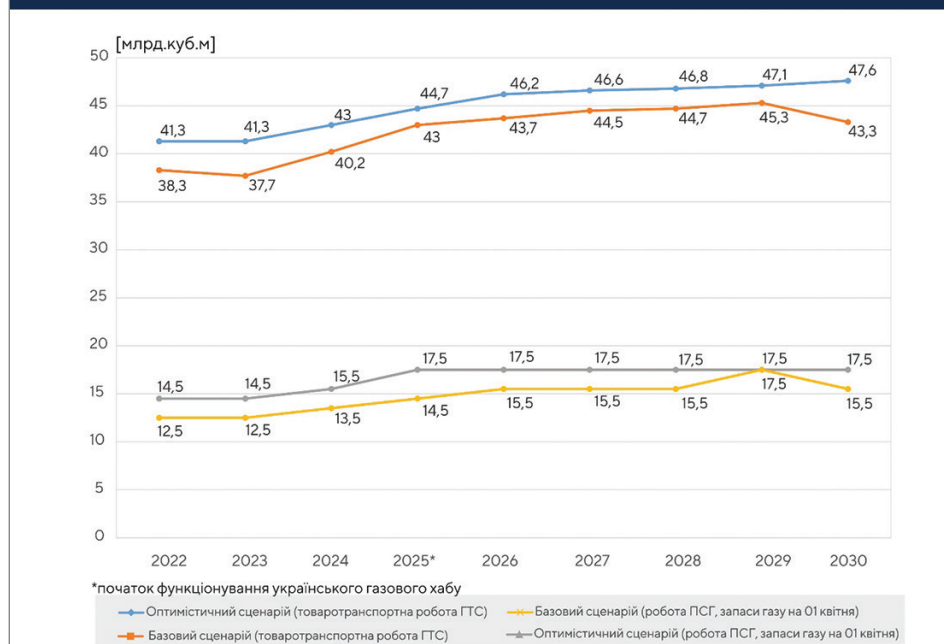
Враховуючи це, а також перспективні плани розвитку сховищ газу країн ЄС¹¹², були сформовані наступні орієнтири в частині завантаженості ПСГ України.

Поява попиту зі сторони країн Східної Європи на послуги зберігання газу матиме місце, в першу чергу, за умови приведення формату цих послуг до європейської моделі. Другою умовою збільшення інтересу іноземних компаній до українських газосховищ є лібералізований ринок газу та прямий доступ до споживача. Це може бути забезпечено внаслідок організації газового хабу.

Зважаючи на пряму кореляцію обсягів закачування/відбору газу в ПСГ і транспортування газу, можна з великою вірогідністю прогнозувати залишки блакитного палива у сховищах на кінець опалювального сезону. Отже, відповідно до результатів математичного моделювання, до моменту відкриття українського хабу (2025р.), на завершення опалювального сезону у сховищах залишатиметься 12,5–15,5 млрд. м³

¹¹² Див.: <https://www.gie.eu/index.php/gie-publications/studies>.

Оптимістичний та базовий сценарії завантаження ГТС та ПСГ України



природного газу¹¹³. Відповідно до оптимістичного сценарію очікується (відповідає індикативам ЕСУ-2035), що із відкриттям хабу, європейські компанії зберігатимуть до 20% технічних потужностей газосховищ України.

Відкриття газового хабу в Україні збільшить завантаженість інфраструктури, трансформує модель ціноутворення¹¹⁴, пожвавить ділову активність на ринку (конкуренція), і, як наслідок, відбудеться поступове встановлення вартості блакитного палива, близької до значень європейських хабів.

Наприклад, якщо хаб розпочинає функціонувати із 2025р., то вже у 2030р. ціна природного газу в Україні буде відповідати формулі «котирування

¹¹³ Із урахуванням буферного газу – використовується для забезпечення надійного функціонування газосховищ.

¹¹⁴ Єдиний індикатив для окремого продукту, який створить для постачальників форватор комерційних пропозицій ($\pm 25\%$ ринкової ціни).



європейського хабу мінус транспортування». Тобто, на досягнення ліквідності вітчизняного торгового простору в середньому потрібно п'ять років. Таким чином, зволікання із повноцінним запуском ринку призводить до зростання цін на товари першої необхідності, зменшення конкурентоспроможності вітчизняних підприємств, а також до переоплати коштів домогосподарствами і, відповідно зростанню рівня енергетичної бідності¹¹⁵.

ДЕКАРБОНІЗАЦІЯ, ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ, ДИВЕРСИФІКАЦІЯ ТА ДІДЖИТАЛІЗАЦІЯ – СТРАТЕГІЧНІ ОРІЄНТИРИ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ

Враховуючи розглянутий вище досвід, для економічного відновлення України варто обрати курс вуглецевої нейтральності¹¹⁶ в енергетиці для досягнення щорічного зростання ВВП на 4% шляхом подолання імпортозалежності через доступність найкращих технологій, диверсифікацію, децентралізацію та діджиталізацію.

Попередні дослідження існуючих політик декарбонізації¹¹⁷ дозволяють визначити п'ять орієнтирів запропонованого курсу післявоєнного відновлення України: *постачання первинної енергії; інфраструктура; ринки; споживач; методологічне та кадрове забезпечення галузі*.

Такі орієнтири були обрані з огляду на поточну проблематику енергетичної галузі України, до якої слід віднести високий рівень імпортозалежності¹¹⁸; низьку енергоефективність¹¹⁹ та фінансову ліквідність ринків через

¹¹⁵ Енергетична бідність в Україні: виклики і шляхи врегулювання, <https://razumkov.energy/meny/research/research-energy-uaopolicy.html>.

¹¹⁶ До сьогодення для скорочення викидів (у 2018р. – 64% відносно 1990р.) на жаль сприяло зменшення промислового виробництва, а не ефективна державна політика включно із модернізацією технологічних процесів із акцентом на екологічність. Однією із основних причин помилкового кліматичного курсу є багатогранність законодавства та недостатня інтеграція кліматичного порядку денного стратегічних документів у безпосередню діяльність усіх галузей економіки.

¹¹⁷ Білявський М.Л. Україна і глобальна політика декарбонізації. – Центр Разумкова, 2021р., <https://razumkov.org.ua/statti/ukraina-i-globalna-polityka-dekarbonizatsii>.

¹¹⁸ Частка імпорту в постачанні первинної енергії складає до 38%. Середній показник для країн ЄС не більше 30%.

¹¹⁹ Енергоемність українського ВВП (узагальнюючий макроекономічний показник, що характеризує рівень витрат паливно-енергетичних ресурсів на одиницю виробленого валового внутрішнього продукту. Одна з фундаментальних характеристик для економіки кожної країни складає 0,390 кг нафтового еквіваленту/\$, що у 2 рази вище за середньозважений показник світових країн.

незавершене їх реформування. Усе це спричиняє дисбаланс в українському суспільстві, для якого найпершим викликом є високі ціни на енергоресурси та комунальні послуги, які неспівставні з доходами споживачів. Головною причиною цього є дисбаланс ціноутворення¹²⁰ первинних ресурсів для виробництва необхідних товарів або послуг для ринків електроенергії, газу, утилізації твердих побутових відходів, тепло- і водопостачання.

Додатковими причинами, які впливають на стан галузі, є монополізація окремих сегментів енергетичного ринку, непрозора система тарифоутворення та субсидіювання, недостатній рівень диверсифікації та видобутку ресурсів, висока енергоємність ВВП, дефіцит антрацитової групи вугілля та нафтопродуктів власного виробництва.

Недосконалий технічний стан енергетичної інфраструктури¹²¹, неефективні державні дотації та високий рівень заборгованості за спожиті ресурси¹²² лише сприяють поглибленню соціальної кризи¹²³ і загалом знижують рівень енергетичної безпеки України.

Тому основною метою даного розділу є розробка нового профілю енергетики України в умовах повоєнного відновлення для забезпечення економіки в паливно-енергетичних ресурсах у технічно надійний, безпечний, економічно ефективний та екологічно прийнятний спосіб в інтересах споживачів та суспільства загалом.

Для досягнення такої мети потрібно вирішити наступні завдання.

Постачання первинної енергії

Пропонується в новій структурі постачання первинної енергії (таблиця 5.2) передбачити зменшення імпорту за одночасного збільшення

¹²⁰ Застосовуються різні моделі ціноутворення на вхідну/вихідну продукцію або послугу.

¹²¹ Більше 70% основних виробничих фондів експлуатуються більше 30 років та морально застарілі на сьогодні.

¹²² Лише на ринку природного газу рівень заборгованості всіх категорій споживачів перевищує 70 млрд. грн. Борговий портфель на ринку електроенергії складає близько 32 млрд. грн.

¹²³ Суспільно-політичні настрої населення можуть бути реанімовані виключно за рахунок збільшення середньої заробітної плати/пенсії та зменшення тарифів на енергоресурси і комунальні сервіси.



виробництва та експорту. Таким чином, загальна імпортозалежність у структурі забезпечення постачання первинної енергії не перевищуватиме 8% замість 36% у 2020р. (таблиця 5.1).

Запропонована структура постачання первинної енергії (таблиця 5.2) дозволить забезпечити у 2030р. зменшення енергоемності ВВП, порівняно з 2015р., на 25% до рівня 0,18 т н.е./тис. \$ ВВП.

Крім цього, розроблені пропозиції передбачають зменшення частки викопних видів палива у структурі постачання первинної енергії з 70% до 53%.

Вугілля, торф. Рекомендовано перспективні державні шахти об'єднати в єдине підприємство. Забезпечити прозору приватизацію збиткових шахт. Модернізувати інфраструктуру для збільшення обсягів видобутку дефіцитного антрацитового вугілля. Підвищити рівень безпечного функціонування шахт, зокрема за рахунок впровадження систем утилізації шахтного метану. Державні торфовидобувні переорієнтувати на виробництво композиційного висококалорійного твердого палива у формі гранул, брикетів на основі сумішей торфу та біомаси. На базі підприємств з видобутку бурого вугілля започаткувати виробництво водовугільного палива¹²⁴, а також розмістити потужності з виробництва водню¹²⁵ та піролізного газу¹²⁶ шляхом гідротермальної конверсії.

Сира нафта та нафтопродукти. У цьому пункту пропозицій закладено збільшення обсягів видобутку нафти у 2 рази, а також повне покриття поточного імпорту нафтопродуктів шляхом їх виробництва на вітчизняних потужностях. Це має відбутися за рахунок державного стимулювання через перегляд податкової політики та механізм дозвільних процедур.

¹²⁴ Водовугільне паливо – рідке паливо, яке отримують шляхом змішування подрібненого вугілля, води та пластифікатора. Використовується на теплогенеруючих об'єктах, здебільшого як альтернатива природному газу та мазуту. Дозволяє суттєво зменшити витрати під час виробництва теплової та електричної енергії.

¹²⁵ Собівартість виробництва водню за такою технологією в 1,5 раза дешевша за електроліз.

¹²⁶ Частка метану в піролізному газі становитиме до 40%, що відповідатиме калорійності 4 000 ккал/м³.



Таблиця 5.1. СТРУКТУРА ПОСТАЧАННЯ ПЕРВИННОЇ ЕНЕРГІЇ УКРАЇНИ у 2020р.¹²⁷, тис. т.н.е.

	Вугілля, торф	Сира нафта	Нафто- продукти	Природний газ	Атомна енергія	ГЕС	ВЕС та СЕС	GeoTЭС	Біопаливо та відходи	Електро- енергія	Тепло- енергія	Усього
Виробництво	12 753	2 476	-	15 856	19 994	650	794	-	4 438	-	56	57 017
Імпорт	11 036	1 815	10 204	7 386	-	-	-	-	51	234	-	30 726
Експорт	-39	-116	-226	-	-	-	-	-	-424	-442	-	-1 246
Міжнародне бункерування	-	-	-32	-	-	-	-	-	-	-	-	-32
Зміна запасів	-935	21	72	602	-	-	-	-	176	-	-	-63
Загальне постачання первинної енергії	22 816	4 196	10 019	23 844	19 994	650	794	-	4 241	-208	56	86 402

Таблиця 5.2. ПРОПОНОВАНА СТРУКТУРА ПОСТАЧАННЯ ПЕРВИННОЇ ЕНЕРГІЇ УКРАЇНИ у 2030р., тис. т.н.е.

	Вугілля, торф	Сира нафта	Нафто- продукти	Природний газ	Атомна енергія	ГЕС	ВЕС та СЕС	GeoTЭС	Біопаливо та відходи	Електро- енергія	Тепло- енергія	Усього
Виробництво	8 000	4 500	8 200	23 500	20 500	900	1 800	12 000	10 500	-	56	89 956
Імпорт	-	3 800	2 200	1 000	-	-	-	-	-	200	-	7 200
Експорт	-400	-116	-226	-500	-	-	-	-	-900	-1 000	-	-3 142
Міжнародне бункерування	-	-	-32	-	-	-	-	-	-	-	-	-32
Зміна запасів	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Загальне постачання первинної енергії	7 600	8 184	10 142	24 000	20 500	900	1 800	12 000	9 600	-800	56	93 982

¹²⁷ За даними Державної служби статистики України, <http://www.ukrstat.gov.ua>.



Природний газ. Перш за все слід спростити регуляторний режим видобутку газу — зменшити рентні платежі, особливо для глибоких і надглибоких свердловин¹²⁸. З метою зменшення викидів діоксиду вуглецю під час видобутку, пропонується запровадити найкращі доступні технології утилізації попутного нафтового газу та здійснити консервацію виснажених та/або неперспективних свердловин. Крім цього, на державних підприємствах варто провести комплексний аудит¹²⁹ виконання програми з нарощування видобутку газу. Забезпечити фінансову та управлінську автономію АТ «Укргазвидобування» шляхом виокремлення компанії із структури корпоративного управління НАК «Нафтогаз України».

Ядерне паливо. Варто завершити будівництво енергоблоків №3 та №4 Хмельницької АЕС, а також розпочати практику експлуатації малих модульних реакторів. Рекомендується продовжити процес диверсифікації джерел постачання енергетичних ресурсів, зокрема ядерного палива для атомних електростанцій, за рахунок розширення власної ресурсної бази урану, освоєння виробництва цирконієвих сплавів та створення потужностей з його фабрикації у співпраці зі світовими виробниками.

Геотермальна енергія. Згідно з базовим сценарієм¹³⁰, геотермальні теплові електростанції вироблятимуть 400 МВт електроенергії та 2,2 ГВт тепла, що еквівалентно 12 млн. т у.п., або 10 млрд. м³ природного газу (таблиця 5.2). Це дасть можливість скоротити близько 6 млн. т викидів діоксиду вуглецю. Розміщувати геотермальні станції доцільно на базі виснажених нафтогазових свердловин, а також у вугільних регіонах через механізм їх реконверсії. Такий підхід значно зменшить капітальні витрати на спорудження. Крім цього, на базі геотермальних електростанцій варто створювати комбіновані електротехнічні вузли з можливістю підключення інших видів генерації.

Загалом, геотермальні ТЕС мають розглядатись як елемент децентралізації енергосистем та оновлення інфраструктури теплозабезпечення

¹²⁸ Білявський М., Кухар М., Кукуруза Г., Довгаль С., Пантюхов А. Вплив розміру ренти на газовидобуток в Україні та світі. — Аналітичне дослідження Ukraine Economic Outlook, 2022р., <https://www.ukraine-economic-outlook.com/researches>.

¹²⁹ Включаючи аудит з енергоефективності.

¹³⁰ Залучення 4% загального геотермального потенціалу.

в містах та населених пунктах. Враховуючи те, що собівартість термальної енергії надр у 20 разів дешевша за поточні котирування природного газу¹³¹, це неодмінно позначиться на зменшенні платіжок за теплозабезпечення населення.

Сонячна, вітрова та гідрогенерація. Базовий сценарій розвитку альтернативної енергетики України був розроблений у роботі¹³², яка передбачає покриття пікового навантаження у 25 ГВт за рахунок 11 ГВт атомної генерації; 4 ГВт – ГЕС та ГАЕС; 4 ГВт – ВДЕ; 5 ГВт – ТЕС та ТЕЦ¹³³; 2,5 ГВт – системи накопичення електроенергії.

Інфраструктура

Вугільний сектор та теплова генерація. Рекомендується реалізувати програму соціальної реконверсії регіонів та населених пунктів, де проведено закриття вугільних шахт та інших малоперспективних об'єктів енергетичної галузі.

Жорсткість кліматичної політики та зростання вартості викидів діоксиду вуглецю призводить до того, що будівництво навіть найдосконалішої вугільної генерації стає нерентабельним без додаткових спеціальних заходів із уловлювання CO₂ в димових газах ТЕС, які в подальшому накопичуються та використовуються в суміжних секторах економіки. Відтак пропонується модернізувати існуючі об'єкти вугільної генерації шляхом запровадження комбінованого технологічного процесу виробництва електроенергії, який додатково включатиме об'єкти «зеленої» генерації та систему уловлювання діоксиду вуглецю.

У зв'язку з цим пропонується на території вугільної ТЕС розмістити систему уловлювання CO₂ та сонячну електростанцію, енергія із якої збиратиметься і поміщатиметься в рідку розплавлену сіль, а вуглекислий газ перетворюватиметься в сухий лід. Коли існує потреба в додатковій

¹³¹ Станом на 20 травня 2022р., на європейських газових ринках середня вартість природного газу становила \$1 100 за 1 000 м³, <https://www.eex.com/en/market-data/natural-gas>.

¹³² Білявський М.Л. Орієнтири розвитку альтернативної енергетики до 2030 року. – Центр Разумкова, 2020р., <https://razumkov.org.ua/statti/orientyry-rozvytku-alternatyvnoi-energetyky-ukrainy-do-2030r>.

¹³³ Пропонується в добовому балансі використовувати лише 2 ГВт потужності теплової генерації, а решту до 3 ГВт модернізувати до можливості роботи в режимі «швидкого старту» і тримати у запасі для оперативного покриття нерівномірності споживання.



потужності, розплавлена сіль нагріває сухий лід до стану, який називається «надкритичний флюїд»¹³⁴, який запускає турбіну, що генеруватиме електроенергію. Такий підхід дозволить одночасно зменшити викиди парникових газів вугільної генерації та збільшити її маневреність. Додаткова практична цінність цієї технології полягає в можливості її інтеграції в інфраструктуру водневої енергетики. Передбачається, що під час реакції H_2 та CO_2 в умовах підвищеної температури, тиску та каталізатора (реакція Саботье)¹³⁵ будуть вироблені вода і метан, який використовуватиметься для генерації електроенергії.

Нафтовий та нафтопереробний сектор. Необхідно стимулювати розвиток автомобільних мереж для заправки транспортних засобів більш безпечними для споживача й довкілля видами палив та електричною енергією. Забезпечити умови для створення стратегічного запасу нафти і нафтопродуктів на рівні, еквівалентному обсягу щонайменше 90-денного середньодобового імпорту в Україну або 61-денного обсягу споживання згідно з Директивою Ради ЄС 2009/119/ЄС.

Газовий сектор. Варто оцінити створення східноєвропейського газового хабу на базі українських ПСГ, а також доцільність організації реверсних потоків газу з Румунії та Болгарії. Розпочати реалізацію практичної частини проекту: «Інтерконектор «Україна–Польща» для додаткового завантаження газосховищ України. Також доцільно розглянути питання передачі одного газосховища до основних фондів АТ «Укр-газвидобування». Крім цього варто запровадити RAB-регулювання для залучення інвестицій у модернізацію газорозподільних систем.

Енерготехнічний комплекс. Оскільки 88% ліній магістральних електропередач експлуатується понад 30 років, варто їх замінити шляхом спорудження багатоцільових ліній з різними класами номінальної напруги, які прокладені на одних і тих самих опорних конструкціях¹³⁶ із можливістю

¹³⁴ Надкритичний флюїд – це стан матерії, в якому вона не має конкретної рідинної або газової характеристики

¹³⁵ Bolbas, IA Sabatier's reaction for obtaining synthetic natural gas. IA Bolbas; scientific hands. AA Matyavin. Actual problems of energy [Electronic resource]: materials of the 75th scientific and technical conference of students and graduate students: section Heat power engineering / comp. TE Zhukovskaya. – Minsk: BNTU, 2019, p.163-164, <http://rep.bntu.by/handle/data/61443>.

¹³⁶ Наприклад, 2 лінії по 380 кВ та 170 кВ, відповідно. Такий підхід має ряд переваг, зокрема це збільшення пропускної здатності інфраструктурного коридору та збільшення можливостей для розвитку мережі за мінімальних капітальних інвестицій. Особливо економія буде відчутна в районах зі складним природним ландшафтом, наприклад, у Львівській, Івано-Франківській та Закарпатській областях.

дистанційного моніторингу температури кабелю. Подальший розвиток сектору альтернативної енергетики неможливий без реконструкції підстанцій¹³⁷ та еволюції енергосистеми, неможливий без діджиталізації, тому пропонується перш за все перейти до експлуатації модульних та уніфікованих конструкцій підстанцій¹³⁸, а також оснастити комутаційне обладнання електроприводами з функцією дистанційного керування та контролю за їх технічним станом.

Враховуючи акцент на децентралізацію вітчизняної енергосистеми, важливо впровадити систему управління розподіленими енергоресурсами, яка включає віртуальну модель; активні мережі та мікромережі. Такий підхід може бути використаний і під час агрегації ресурсу та учасників балансуючого сегменту ринку електроенергії. Крім цього, під час реконструкції мереж низької напруги варто застосувати сіметрізатор навантажень, який дозволить зменшити вищі гармоніки напруги та втрати в обмотках розподільчих трансформаторів мережі.

Перераховані вище заходи дозволять ліквідувати обмеження з видачі потужності генеруючих підприємств, а також впровадити концепції «розумних» енергомереж (Smart Grids)¹³⁹, «розумного» обліку споживання електроенергії у споживачів (Smart metering) та створити надійну інфраструктуру для електротранспорту, зокрема муніципального.

Критерієм успішної післявоєнної модернізації енергосистеми України має стати зниження частки втрат в електромережах з 14% до 7% (таблиця 5.3).

Сектор відновлюваної енергетики. Перша черга масштабного встановлення систем накопичення електроенергії має проходити на базі об'єктів АТ «Укргідроенерго» у комбінуванні із інсталяцією сонячних електростанцій — загалом 200 МВт та 35 МВт відповідно. Наприклад,

¹³⁷ Загальна кількість підстанцій 140, з яких 15% експлуатується понад 40 років. При цьому 66% усього обладнання релейного захисту відпрацювала свій ресурс. Мають бути реконструйовані 101 підстанція (750-330 кВ) з обов'язковим впровадженням АСКТПП.

¹³⁸ Концепція гібридних модулів передбачає інтеграцію різних функцій високовольтного обладнання в комірці підстанції — єдиному модулі з елементами якості ізоляції.

¹³⁹ Концепція розумних енергомереж включає стабілізацію потужностей, прогнозування збоїв та оперативну оптимізацію режим роботи енергомереж, а також двосторонню взаємодію із споживачами.



Київська ГАЕС (40 МВт накопичення та 10 МВт сонячної електростанції); Канівська ГЕС (60 МВт накопичення та 13 МВт сонячної електростанції); Кременчуцька ГЕС (60 МВт накопичення та 6 МВт сонячної електростанції); Середньодніпровська ГЕС (25 МВт накопичення та 5 МВт сонячної електростанції). Крім цього варто розробити єдину інфраструктурну мережу збирання, транспортування та переробки біомаси для виробництва біопалива, а також генерації теплової і електричної енергії.

Комунальний сектор. Пропонується переглянути норми централизованого опалення та забезпечити комерційний облік споживання теплової енергії у житловій сфері, щонайменше на рівні багатоквартирних будинків. Для завершення процесу децентралізації енергосистеми варто розробити та реалізувати локальні програми модернізації теплоенергетичної інфраструктури, зокрема оптимізувати місцеві енергетичні системи через врахування потенціалу місцевих видів палива, логістики постачання, локальної та загальнодержавної енергетичної інфраструктури.

Ринки

Вугільний сектор. У цьому сегменті було визначено два пріоритети. Перший — це створення ринку вугільної продукції. Другий — аудит державних підприємств та визначення реальної вартості реалізації вугільної продукції через її збут на державній біржі.

Нафтовий сектор. Комплекс заходів полягає в демонополізації ринку нафтопродуктів, впровадженні нагляду за якістю моторних палив, підвищенні конкурентоспроможності постачальників за рахунок оптимальної тарифної політики та інтеграції вітчизняної нафтотранспортної системи з нафтопереробними потужностями інших країн. Критерієм успішного післявоєнного відновлення сектору має стати покриття щонайменше 50% потреб внутрішнього ринку вітчизняними нафтопродуктами екологічного класу якості не нижче стандарту Євро-5 (таблиця 5.3).

Газовий сектор. План заходів передбачає скасування моделі покладання спеціальних обов'язків; відмова від принципу імпортного паритету через створення цінового індексу українського газу на базі біржової

торгівлі на внутрішньому ринку; створення єдиного державного реєстру споживачів; виключення НАК «Нафтогаз України» із ланцюжка реалізації газу; передача обов'язків постачальника останньої надії від НАК «Нафтогаз України» до АТ «Укргазвидобування» та надання останньому можливості реалізовувати надлишки природного газу на вільному ринку.

Електроенергетичний сектор. Пропонується невідкладно розробити комплекс заходів післявоєнного відновлення ринку електричної енергії, який би дозволив ліквідувати високу концентрацію, обмежену конкуренцію та маніпуляції. Також рекомендується передбачити заходи щодо запровадження ринку допоміжних послуг та впровадження дієвого механізму моніторингу та штрафів відповідно до Регламенту 2011/1227/ЄС¹⁴⁰.

Фінансові послуги. По-перше, рекомендовано відкрити національну систему торгівлі квотами на викиди парникових газів, а також її інтеграція із платформою ЄС (EU ETS). По-друге, варто запровадити інструментарій кліматичного фінансування, зокрема збільшення частки «зелених» облігацій. По-третє, зобов'язати суб'єктів господарської діяльності, зареєстрованих в Україні, надавати нефінансову звітність у частині проведених заходів із протидії змінам клімату.

Методологічне та кадрове забезпечення галузі. По-перше, рекомендовано привести у відповідність технічний глосарій згідно із стандартом ІЕС-60070¹⁴¹. По-друге, розробити державну політику людського капіталу в енергетичній галузі¹⁴², яка б включала нові методики підготовки та перепідготовки фахівців професійно-технічних спеціальностей та інженерів. По-третє, рекомендовано провести повний аудит енергетичних державних компаній та змінити кадрову політику (система оплати праці), зокрема це стосується Наглядових рад державних компаній.

¹⁴⁰ Україна взяла на себе зобов'язання імplementувати цей регламент, відповідно до Угоди про асоціацію з Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їх державами-членами. Угода була ратифікована Законом України №1678-VII від 16 вересня 2014р.

¹⁴¹ Див.: <https://www.electropedia.org>.

¹⁴² Визначення потреби у фахівцях для енергетичної галузі до 2030р.; впровадити програму дуального навчання; забезпечити співпрацю закладів вищої освіти та виробничих лідерів галузі; підтримати проекти співпраці ЗВО України з провідними науковими центрами ЄС та США для вдосконалення навчальних програм тощо.



Інвестиції

Для більш стійкого післявоєнного відновлення пропонується розробити та впровадити заходи¹⁴³ із забезпеченню захисту інвестицій та заохочення міжнародних інвесторів, зокрема тих, хто практикує застосування сучасних технологій та обладнання під час реалізації нових капіталомістких проектів в енергетиці. Крім цього варто забезпечити формування чітких і зрозумілих механізмів державно-приватного партнерства і застосування прозорої регуляції європейського зразка у сфері інвестицій. Частка прямих інвестицій з державного бюджету України у розвиток енергетичної інфраструктури не має перевищувати 5-10%, водночас прямі інвестиції з однієї іноземної країни не повинні сягати критичного рівня, що зумовить дотримання принципу диверсифікації інвестицій.

Критерієм завершеності післявоєнного відновлення енергетичних ринків має стати збільшення частки біржової торгівлі енергетичними ресурсами (електрична енергія, вугілля, нафта, газ та інші види палива) від загального споживання на рівні не менше 50%. При цьому, рівень інтеграції вітчизняних ринків електроенергії та газу з європейськими має зрости в декілька разів, до 15% та 40%, відповідно (таблиця 5.3).

Споживач

Пропонується на загальнодержавному рівні зобов'язати середні та великі промислові підприємства пройти сертифікаційний аудит за напрямом «Енергоменджмент» за стандартом ISO 50001; збільшити державні видатки для фінансового наповнення Фонду енергоефективності та програми «Теплі кредити»; запровадити компенсації споживачам, що власними силами встановили лічильники газу, теплової та електричної енергії. Крім цього варто розпочати реалізацію програми комплексного перероблення сміття та розпочати будівництво нових сміттепереробних заводів, що не лише наведе лад з утилізацією побутового сміття, але й збільшить потужність генерації електричної та теплової енергії з відновлюваних джерел енергії. Створити нормативно-правову базу для функціонування прозорого та конкурентного ринку біопалива для підприємств теплокомуненерго.

¹⁴³ Удосконалити податкове законодавство та інші нормативно-правові акти, що стимулюватимуть інвестиції в паливно-енергетичний комплекс, зокрема у відновлювальні джерела енергії та енергоефективність.

Підвищення якості надання послуг. Створити інститут енергетичного омбудсмена з метою гарантування європейських стандартів обслуговування, розширення можливостей для позасудового вирішення споживчих спорів, адвокації прав споживачів і здійснення проактивного впливу на розроблення та виконання регуляторних актів в енергетичній галузі.

Екологічний менеджмент. Рекомендовано розробити та забезпечити контроль за реалізацією державної програми по впровадженню системи екологічного менеджменту і аудиту (EMAS) на підприємствах усіх форм власності; стимулювати споживачів до впровадження новітніх технологій з утилізації відходів; запровадити заходи обмеження впливу енергетики на довкілля. Крім цього пропонується зменшити вдвічі кількість державних контролюючих органів у сфері екології та охорони довкілля, а також створити єдиний природоохоронний дозвіл з чіткою системою моніторингу дотримання стандартів та законів.

Підсумовуючи всі запропоновані ініціативи, були встановлені цільові критерії післявоєнного відновлення енергетики України, які зібрані в таблиці нижче.

Таблиця 5.3. ЦІЛЬОВІ КРИТЕРІЇ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ		
Критерій	2023р.	2030р.
Частка ВДЕ у кінцевому енергоспоживанні	9,1%	30%
Частка вугільної генерації у загальному обсязі виробництва електроенергії	30%	10%
Частка спалювання попутного нафтового газу на факелах від обсягу їх викидів	95%	20%
Енергоефективність будівель (питоме споживання енергоресурсів), кВт год./м ²	200	115
Рівень втрат в енергомережах	14%	7%
Рівень втрат у тепломережах	20%	5%
Частка захоронених відходів від загального обсягу їх утворення	94%	80%
Обсяг відходів, тон/особа/рік	0,3	0,22
Вторинна переробка відходів від загального обсягу їх утворення	4%	18%
Частка приватного електротранспорту	1,5%	25%
Частка електрофікованих залізничних колій	47%	95%
Частка біржової торгівлі від загального споживання енергоресурсів	20%	≥50%
Покриття потреби внутрішнього ринку нафтопродуктів стандарту Євро-5 за рахунок власного виробництва	10%	≥50%
Вуглецеємність економіки, тон діоксиду вуглецю/\$1000 ВВП	0,82	0,5



ВИСНОВКИ

Рівень енергетичної безпеки нерозривно пов'язаний із лібералізацією ринків, яка є визначальною умовою для диверсифікованого постачання ресурсів та надійної експлуатації інфраструктури. Тому у розділі були встановлені передумови запуску повноцінного ринку газу в Україні, а також надані рекомендації в частині вдосконалення державної політики.

Одним із основних завдань Уряду України повинна стати розробка нової моделі взаємодії із європейськими замовниками послуг транспортування і зберігання газу, яка має бути імплементована не пізніше 2025р.

Розрахунковим методом доведені економічні та геополітичні переваги, які матимуть місце внаслідок запровадження повноцінного ринку природного газу.

Відсутність прогресу в частині повноцінного запуску ринку природного газу в середньостроковій перспективі щонайменше призведе до зростання енергетичної бідності та витрат на демонтаж незадіяних потужностей критичної інфраструктури, що негативно позначиться на макроекономічній стабільності держави та суспільних настроях громадян України.

Запропонована модель післявоєнного відновлення України, яка полягає у структурних реформах енергетичної галузі з метою забезпечення національної економіки в паливно-енергетичних ресурсах у технічно надійний, безпечний, економічно ефективний та екологічно прийнятний спосіб в інтересах споживачів та суспільства загалом.

VI. МАЙБУТНЄ ВОДНЕВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

АНАЛІЗ ПЛАНІВ РОЗВИТКУ ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В ЄС ТА УКРАЇНІ

Перші дослідження у галузі водневої енергетики розпочались у 1925р., тоді британські та канадські вчені досліджували виробництво водню на базі гідроелектростанцій. Утім дослідження були закриті через потребу економії у використанні більш дешевого викопного палива.

Дослідження можливостей водневої енергетики проводились і в Німеччині, зокрема вчені підтвердили можливість використання водню (за умови зміни паливної системи), як додаткової суміші до моторного палива для двигунів внутрішнього згорання¹.

Збільшення інтересу до водневої енергетики припало на часи Другої світової війни. Базуючись на власних дослідженнях, Німеччина широко використовувала синтетичне моторне паливо², а в Радянському Союзі експлуатувався дослідний парк вантажних автомобілей на водні. Причому, паливо вироблялось із аеростатів військ протиповітряної оборони, що відпрацювали свій технічний ресурс.

Крім цивільного застосування водню було розроблено проект автономної енергосистеми для дизельного підводного човна, який мав би використовувати в якості палива стиснутий водень кисень, отриманий у результаті електролізу води.

Пік наукових розробок та випробувань припав на середину 1970-х років, у період нафтової кризи. Сприяла цьому створена у 1974р. Міжнародна асоціація по водневій енергетиці. Таким чином було

¹ Експерименти продемонстрували збільшення потужності двигунів на 15% з одночасним зменшенням шкідливих викидів із відпрацьованими газами.

² Вироблялося шляхом гідрогенізації вугілля.



досягнуто значних успіхів у частині виробництва водню з ВДЕ, використання в якості палива в усіх секторах транспортної³ та космічної галузях⁴.

Результатом успішних досліджень стала розробка стандартів водневої енергетики⁵ та перехід до реалізації комерційних проектів⁶. Для прикладу, вже у 1994р. запрацювала перша установка з виробництва в одну від енергії сонця, розташовувана в Саудівській Аравії⁷.

Поступове збільшення обсягів використання водню в секторі транспорту сприяло появі перших фінансових ініціатив підтримки розвитку цього сектору⁸. Успішність такої політики привернула увагу провідних країн світу до майбутньої ролі водневих технологій в енергетичному балансі.

У 2017р. Японією була розроблена перша концепція розвитку водневої енергетики⁹, на базі якої через два роки було створено детальну дорожню карту дій¹⁰. У рамках цього документа у 2020р. було профінансовано галузь на рівні \$0,7 млрд. Південна Корея пішла за прикладом Японії, і затвердила у 2019р. дорожню карту водневої економіки до 2040р.¹¹, яка передбачає лідерство у виробництві паливних елементів для електростанцій та електромобілей¹². Майбутня імпортоорієнтованість водневих економік Японії та Південної Кореї була максимально врахована у стратегії Австралії¹³, яка базується на створенні

³ У квітні 1988р. було здійснено успішне випробування літака експериментальної моделі Ту-155, у якого один з трьох двигунів працював на водневому паливі.

⁴ Програма «Space Shuttle» у США та «Буран-Енергія» у СРСР.

⁵ Починаючи з 1989р. в Цюріху (Швейцарія) з ініціативи Міжнародної організації зі стандартів створюється відповідний комітет.

⁶ Над ними працювали компанії Toyota, General Motors, Shell, Norsk Hydro, Tokyo Electric Utility.

⁷ Проект «HYSOLAR» реалізовувався спільними зусиллями Німеччини та Саудівської Аравії.

⁸ Станом на 2018р., у світі налічувалося більше 50 заходів, які напряду підтримують використання водню, <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>.

⁹ Воднева стратегія Японії, https://www.meti.go.jp/english/press/2017/1226_003.html.

¹⁰ Основний акцент на створенні водневої економіки; підвищенні енергобезпеки; декарбонізації; збільшенні експорту автомобілей на водневих елементах.

¹¹ Дорожня карта водневої економіки Південної Кореї до 2040р., <https://www.iea.org/policies/6566-korea-hydrogen-economy-roadmap-2040>.

¹² Фінансовий план створення промислової екосистеми для водневих автомобілей передбачає \$2,2 млрд. інвестицій у 2022р.

¹³ Національна воднева стратегія Австралії, <https://www.industry.gov.au/data-and-publications/australias-national-hydrogen-strategy>.

гнучких¹⁴ ланцюжків виробництва, постачання та експортування водню¹⁵. Серед інших країн Азійсько-Тихоокеанського регіону, наприклад, у Новій Зеландії, перспективи водню враховані лише на рівні енергетичної стратегії¹⁶.

ЄК розраховує на те, що одночасне впровадження водневої стратегії¹⁷, плану по інтеграції енергосистеми країн ЄС¹⁸ разом із новою екологічною політикою (Green Deal) і системою прикордонних податків (Carbon border adjustment mechanism) дозволять відновити економіку після коронакризи¹⁹ і захистити власного виробника від економічної експансії РФ та КНР.

Основою для реалізації водневої стратегії є план по інтеграції енергосистеми країн ЄС, який включає п'ять груп заходів: створення ОЕС із замкнутим циклом; цифровізація галузі та підтримка інновацій; максимальна орієнтація споживачів на використання ВДЕ; гнучке податкове законодавство для ефективної декарбонізації; розширення можливостей альтернативної енергетики та низьковуглецевих видів.

Безпосередній перехід до водневої економіки Європейського Союзу заплановано здійснити у три кроки:

- ✓ Протягом 2020-2024рр. встановити потужність електролізних установок до 6 ГВт, а виробництва «зеленого» водню до 1 млн. т.
- ✓ У період 2025-2030рр. водень стає невід'ємним елементом енергетичного балансу, а встановлена потужність електролізних установок складає 40 ГВт. При цьому виробництво «зеленого» водню

¹⁴ Гнучкість ланцюжків полягає у створенні інфраструктури по типу хабу, який прийматиме вироблений водень по різним технологіям, у т.ч. із викопних видів палива.

¹⁵ Австралія організувала партнерство з Японією з розвитку пілотного проекту «Створення ланцюжка постачання водню», а також підписала договір про наміри з Південною Кореєю, <https://www.bennettjones.com/Blogs-Section/Hydrogen-around-the-World-Enhancing-Japanese-and-South-Korean-Energy-Security>.

¹⁶ Енергетична стратегія Нової Зеландії, <https://www.mbie.govt.nz/building-and-energy/energy-and-natural-resources/energy-strategies-for-new-zealand>.

¹⁷ Воднева стратегія для кліматично нейтральної Європи, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/FS_20_1296.

¹⁸ Європейська стратегія по інтеграції енергосистем, https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/energy_system_integration_strategy.pdf.

¹⁹ Європейська комісія очікує, що реалізація водневої стратегії сприятиме створенню 1 млн. робочих місць по всім ланцюжкам нового сектору економіки.



складає щонайменше 10 млн. т/рік. На впровадження водневих технологій до 2030р. заплановано інвестувати \$170 млрд.

- ✓ Під час 2030-2050рр. відбувається масштабне освоєння водневих технологій в усіх секторах економіки ЄС. Загальний портфель інвестицій у розвиток водневої економіки ЄС складатиме близько \$430 млрд.²⁰

Російська Федерація, у відповідь на новий вектор енергетичної політики Європейського Союзу, розробила власний план заходів до 2024р.²¹, що має на меті максимально розвинути експортний потенціал для повного задоволення потреб споживачів європейського та Азійсько-Тихоокеанського регіону, — у тому числі через існуючу мережу магістральних газопроводів. Таким чином, РФ продовжує використовувати енергетику²² в контексті міжнародної політики, зокрема здійснюючи тиск у питанні проекту «Північний потік-2»²³.

КНР також працює над інтеграцією водню у структуру національної економіки. Наприклад, створений національний план «Блакитна книга по водневій інфраструктурі»²⁴. Головний акцент китайської стратегії націлений на зміну транспортної парадигми і заміщення акумуляторних батарей на водневі паливні елементи.

Португалія, як і ЄК у 2020р., ухвалила одночасно два стратегічних документи: Національний енергетичний і кліматичний план²⁵ та Національну водневу стратегію²⁶. Згідно з останнім документом, Лісабон до

²⁰ Див.: <https://www.petroleum-economist.com/articles/low-carbon-energy/energy-transition/2020/eu-to-fund-hydrogen-as-part-of-decarbonisation-strategy>.

²¹ Дорожня карта з розвитку водневої енергетики в Російській Федерації до 2024р., <https://minenergo.gov.ru/node/19194>.

²² Аналітичне дослідження «Енергетика в геополітиці Кремля», <https://razumkov.energy/meny/news/energy-independent.html>.

²³ За даними аналітичного дослідження «Підводні трубопроводи військового призначення», проект «Північний потік-2» може здійснювати розвідувальну функцію, <https://razumkov.energy/meny/news/military-pipelines.html>.

²⁴ Blue Book on Global H2 Infrastructure and FCVs to be released in October 2018 Release.

²⁵ Див.: <https://www.portugal.gov.pt/pt/gc22/comunicacao/comunicado?i=plano-nacional-energia-e-clima-2030-aprovado-em-conselho-de-ministros>.

²⁶ Воднева стратегія Португалії, <https://climate-laws.org/geographies/portugal/policies/national-hydrogen-strategy>.

2030р. на впровадження водневих технологій запланував витратити \$8,3 млрд. Аналогічні масштаби фінансування передбачені урядом Франції в Національній стратегії розвитку «чистого» водню²⁷.

Найбільший обсяг інвестицій у сектор водневої економіки передбачений Водневою стратегією Норвегії²⁸ на рівні \$13 млрд. до 2030р.

Нідерланди також прийняли державну стратегію розвитку водневої енергетики, яка має на меті забезпечити вихід країни у світові лідери з виробництва та використання «зеленого» водню²⁹. Прийнятий документ визначає три пріоритети: ефективна регуляторна політика; зниження собівартості, збільшення обсягів виробництва та споживання «зеленого» водню; міжнародна кооперація. Цілком ймовірно, що першим міждержавним проектом стане постачання водню на ринок Німеччини³⁰, яка у власній стратегії³¹ визнала, що через брак генеруючих потужностей імпортуватиме новий енергоносіє до 2030р.

Зростаючий інтерес провідних держав світу до водневої енергетики, а також прогнозний попит на новий тип енергоносія у країнах ЄС створює сприятливі умови для розвитку експортного потенціалу України.

Саме тому більшість міжнародних дослідників прогнозують³², що до 2050р. чверть світової потреби в енергії покриватиметься за рахунок водню.

На розвиток водневої енергетики розраховують промислові споживачі. Провідні гірничо-металургійні компанії світу розробили

²⁷ Див.: <https://www.economie.gouv.fr/presentation-strategie-nationale-developpement-hydrogene-decarbone-france>.

²⁸ Воднева стратегія Норвегії, <https://www.regjeringen.no/en/aktuelt/the-norwegian-hydrogen-strategy/id2704774>.

²⁹ Національна кліматична угода Нідерландів від 28.06.2019р., <https://www.klimaatakkoord.nl/documenten/publicaties/2019/06/28/national-climate-agreement-the-netherlands>.

Починаючи із 2021р., щорічний обсяг фінансування заходів впровадження водневих технологій складає \$0,05 млрд.

³⁰ Пріоритетами водневої стратегії Німеччини є орієнтація на імпорт та власне виробництво «зеленого» водню; застосування нового енергоносія в секторі транспорту і промисловості; розвиток інновацій, зокрема технології Power-to-X. Усього в інновації заплановано витрати \$1,7 млрд. до 2026р.

³¹ Національна воднева стратегія Німеччини, <https://www.bmw.de/Redaktion/EN/Publikationen/Energie/the-national-hydrogen-strategy.html>.

³² Hydrogen Council, <https://hydrogencouncil.com/en>.



вуглецево-нейтральні стратегії розвитку з акцентом на виробництво низьковуглецевої сталі з використанням водню, який генеруватиметься об'єктами ВДЕ. Наприклад, австралійсько-британський концерн Rio Tinto³³ та китайська компанія China Baowu Steel Group публічно заявили про спільні наміри інвестувати \$10 млн. у такі проекти. Про плани збудувати завод з виготовлення низьковуглецевої сталі також оголосила німецька компанія ThyssenKrupp³⁴.

Аналіз планів розвитку та нормативно-правового регулювання водневої енергетики у ЄС продемонстрував необхідність повної імплементації чотирьох Європейських директив та 18 міжнародних та європейських стандартів, удосконалення первинного законодавства України, прийняття регуляторних рішень, розробки технічних регламентів і внесення змін до корпоративних нормативно-правових документів ТОВ «ОГТСУ»³⁵.

Перелік Європейських директив, які мають бути повністю імplementовані в Україні:

- ✓ Директива 2014/68/EU від 15 травня 2014р. про гармонізацію законодавства держав-членів щодо надання доступу на ринок обладнання під тиском³⁶;
- ✓ Директива 2014/94/EU від 22 жовтня 2014р. щодо розгортання інфраструктури альтернативних видів палива (AFID)³⁷;
- ✓ Директива 2012/18/EU³⁸ від 4 липня 2012р. про контроль за небезпеками великих аварій, пов'язаних із небезпечними речовинами;
- ✓ Директива 2014/34/EU³⁹ від 26 лютого 2014р. про гармонізацію законодавства держав-членів щодо обладнання та захисних систем,

³³ Згідно із стратегією концерну, всі підприємства мають стати вуглецево нейтральними до 2050р., <https://www.riotinto.com>.

³⁴ Німецька компанія має на меті вже у 2050р. стати нейтральною стосовно діоксиду вуглецю, <https://www.thyssenkrupp.com>.

³⁵ Виконує функцію оператора газотранспортної системи України.

³⁶ Див.: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0068&qid=1657530191418>.

³⁷ Див.: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0094&qid=1657530139877>.

³⁸ Див.: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32012L0018>.

³⁹ Див.: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0034&qid=1657530008761>.

призначених для використання в потенційно вибухонебезпечній атмосфері.

Перелік законів України, до яких необхідно внести зміни:

- ✓ «Про альтернативні джерела енергії»;
- ✓ «Про ринок природного газу»;
- ✓ «Про трубопровідний транспорт»;
- ✓ «Про об'єкти підвищеної небезпеки»;
- ✓ «Про охорону праці»;
- ✓ «Про охорону навколишнього середовища».

Перелік нових регуляторних актів та змін вторинного законодавства України:

- ✓ Розробка нових постанов НКРЕКП⁴⁰ щодо діяльності Оператора ГТС України, а саме внесення змін до тарифної політики та додавання тарифу на модернізацію магістральних газопроводів для створення нової інфраструктури з транспортування водню або газоводневої суміші;
- ✓ Розробка Технічного регламенту на природний газ (відповідальний виконавець — Державна регуляторна служба⁴¹);
- ✓ Розробка Технічного регламенту з транспортування водню або газоводневої суміші в газорозподільних мережах;
- ✓ Розробка Правил технічної експлуатації станцій змішування та Правил технічної експлуатації установок з видалення водню;
- ✓ Розробка Методології визначення коефіцієнту стисливості у природному газі за методиками AGA8⁴² або AGA10⁴³, залежно від зміни компонентного складу;

⁴⁰ Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, <https://www.nerc.gov.ua>.

⁴¹ Див.: <http://www.drs.gov.ua>.

⁴² Див.: <https://www.flowsolv.com/examples/density-compressibility-aga8>.

⁴³ Див.: <https://www.flowsolv.com/examples/speed-of-sound-aga10-2003>.



- ✓ Розробка Правил безпечної експлуатації магістральних трубопроводів з газоводневою сумішшю;
- ✓ Технічний регламент безпеки обладнання, що працює під тиском, затверджений Постановою КМУ від 19 січня 2001р.;
- ✓ Технічний регламент обладнання та захисних систем, призначених для використання у потенційно вибухонебезпечних середовищах, затверджений Постановою КМУ від 28 грудня 2016р.;
- ✓ Технічний регламент засобів вимірювальної техніки, затверджений Постановою КМУ від 24 лютого 2016р.;
- ✓ Технічний регламент законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, затверджений Постановою КМУ від 13 січня 2016р.;
- ✓ Розробка нових вимог і доповнень до Кодексу газотранспортної системи⁴⁴ та Кодексу газорозподільних систем⁴⁵.

Перелік міжнародних/європейських стандартів, які мають бути імплементовані в Україні:

- ✓ ISO/DIS 14687: Якість водню — специфікація продукту;
- ✓ ISO/DIS 22734: Генератори водню з використанням процесу електролізу води — Промислові, комерційні та житлові приміщення;
- ✓ ISO/TS 20100:2008: Водень газоподібний. Заправні станції;
- ✓ ISO 14687-1:1999: Водневе паливо — Специфікація продукту — Частина 1: Усі застосування, крім паливного елемента протонної мембрани (РЕМ) для транспортних засобів;
- ✓ ISO 14687-2:2012: Водневе паливо — Специфікація продукту — Частина 2: Застосування паливних елементів для протонних обмінних мембран (РЕМ) для дорожніх транспортних засобів;
- ✓ ISO 14687-3:2014: Водневе паливо — Специфікація продукту — Частина 3: Застосування паливних елементів РЕМ для стаціонарних приладів;

⁴⁴ Затверджений Постановою НКРЕКП №2493 від 30 вересня 2015р.

⁴⁵ Затверджений Постановою НКРЕКП №2494 від 30 вересня 2015р.

- ✓ ISO 16110-1:2007: Генератори водню з використанням технологій переробки палива – Частина 1: Безпека;
- ✓ ISO 16110-2:2010: Генератори водню з використанням технологій переробки палива – Частина 2: Методи випробувань на продуктивність;
- ✓ ISO/TS 19883:2017: Безпека адсорбційних систем для сепарації та очищення водню;
- ✓ ISO 22734-1:2008: Генератори водню з використанням процесу електролізу води – Частина 1: Промислове та комерційне застосування;
- ✓ ISO 22734-2:2011: Генератори водню з використанням процесу електролізу води – Частина 2: Житлові приміщення.

Перелік корпоративних нормативно-правових документів ТОВ «ОГТСУ», які мають бути вдосконалені:

- ✓ ДБН А.3.2-2-2009 «Системи стандартів безпеки праці. Охорони праці та промислова безпека при будівництві. Основні положення»;
- ✓ ДБН В.2.5.-20:2018: «Газопостачання»;
- ✓ ГБН В.3.1-00013741-12:2011 «Магістральні газопроводи. Ремонт дуговим зварюванням в умовах експлуатації»;
- ✓ ВБН В.2.3.-00013741-09:2009 «Магістральні трубопроводи. Будівництво. Лінійна частина. Очищення порожнини та випробовування».
- ✓ ДСТУ Б.В.2.7.-73-98 «Будівельні матеріали. Труби поліетиленові для подачі горючих газів»;
- ✓ СНиП 2.05.06-85 «Магістральні трубопроводи»;
- ✓ СНиП 3.05.05-84 «Технологічне обладнання та технологічні трубопроводи»;
- ✓ СНиП 3.05.07-85 «Системи автоматизації»;
- ✓ ДСТУ 4046-2001 «Обладнання технологічне нафтопереробних, нафтохімічних та хімічних виробництв. Технічне діагностування. Загальні технічні вимоги.»;



- ✓ ДСТУ Н Б В. 2.3.-21:2008 «Магістральні трубопроводи. Настанова. Визначення залишкової міцності магістральних трубопроводів з дефектами»;
- ✓ ДСТУ Б В. 2.5.-29:2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Система газопостачання. Газопроводи підземні сталеві. Загальні вимоги до захисту від корозії»;
- ✓ ДСТУ 2611-94 «Арматура трубопровідна загальнопромислового призначення. Терміни та визначення»;
- ✓ ДСТУ ГОСТ 12.2.085:2007 «Посудини, що працюють під тиском. Клапани запобіжні. Вимоги щодо безпеки»;
- ✓ ДСТУ ISO 10012:2005 «Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання»;
- ✓ ДСТУ ГОСТ 8.586.1:2009 «Метрологія. Вимірювання витрати та кількості рідини й газу із застосуванням стандартних звужувальних пристроїв»;
- ✓ ДСТУ ISO 13686:2015 «Природний газ. Показники якості»;
- ✓ НПАОП 60.3-1.01-10 «Правила безпечної експлуатації магістральних газопроводів», зареєстровані в Міністерстві юстиції України №292/17587 від 19 квітня 2010р.

Разом із імплементацією європейських директив, міжнародних стандартів та створенням нормативно-правової бази, бажано провести масштабні експериментальні дослідження на об'єктах газотранспортної системи України наступного змісту:

- ✓ Гідравлічний розрахунок транспортування газоводневої суміші (концентрація водню: 2%, 5%, 7%, 10%, 15%, 20%) на прикордонних ділянках України з Румунією та Словаччиною;
- ✓ Розрахунок властивостей газоводневої суміші у різних умовах роботи магістральних газопроводів (тиск: 10 МПа, 20 МПа, 30 МПа, 40 МПа, 50 МПа);

- ✓ Розрахунок обсягу газоводневої суміші (концентрація водню: 2%, 5%, 7%, 10%, 15%, 20%) в енергетичних одиницях;
- ✓ Розрахунок запасу природного газу або газоводневої суміші в ділянках магістральних трубопроводів (зовнішній діаметр 420 мм, 520 мм, 720 мм, 1 022 мм, 1 220 мм, 1 420 мм) для різних режимів транспортування;
- ✓ Дослідження стану поверхні магістральних газопроводів під час впливу на неї газоводневої суміші різної концентрації;
- ✓ Дослідження якості вимірювання об'єму газоводневої суміші за допомогою витратомірів змінного перепаду тиску;
- ✓ Дослідження стану та експлуатаційних характеристик відповідального обладнання газотранспортної системи у разі впливу на них газоводневої суміші різної концентрації;
- ✓ Дослідження остаточних значень фізико-хімічних показників газоводневої суміші за різної концентрації водню;
- ✓ Дослідження ризиків утворення сполуки сірчаної кислоти в магістральних трубопроводах після змішування водню та неякісного природного газу власного видобутку;
- ✓ Дослідження ризиків водневого насичення зварних швів українських магістральних газопроводів та термічного відновлення воднево-насичених сталей газопроводів під час виконання ремонтних робіт;
- ✓ Дослідження дифузії водню через конструктивні матеріали магістральних газопроводів України.

ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЙ, ЕКОНОМІЧНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ТА ШЛЯХІВ ФІНАНСУВАННЯ

Водень — найбільш поширений хімічний елемент, який формує основну масу зірок, які випромінюють світло під час термоядерного згорання саме цієї сполуки. За звичайних умов водень — це газ без кольору та запаху, який майже в 15 разів легше повітря і має надзвичайно високу температуру згорання — більше 2 700°C.



Однак у чистій формі у природі він не існує, тому його можливо отримати в лабораторних⁴⁶ або промислових умовах шляхом його виділення із складу інших хімічних сполук.

Для цього можуть бути використані наступні способи: парова конверсія метану і природного газу; газифікація вугілля; електроліз⁴⁷; піроліз; часткове окислення. Відтак широка різноманітність способів отримання водню є однією з основних переваг водневої енергетики.

Проте, кожен спосіб виробництва водню має свої недоліки. Для прикладу, електроліз пов'язаний з великими затратами енергоресурсів, а застосування технології газифікація вугілля потребує додаткового очищення кінцевого продукту перед його використанням. Такий водень прийнято називати *сірим*, адже його отримання супроводжується викидами вуглекислого газу.

Водночас застосування технології газифікації разом із пристроєм уловлювання вуглекислого газу, дозволяє називати отриманий водень — *голубим*, оскільки зменшується емісія шкідливих викидів.

Альтернативою *сірому* та *голубому* водню може бути *зелений*, який отримується внаслідок піролізу за допомогою енергії, отриманої з відновлювальних джерел.

Атомно-воднева енергетика. Концепція атомно-водневої енергетики була розроблена спеціалістами Курчатовського інституту в 1970-ті роки та полягає у виробництві водню із води за допомогою високотемпературних ядерних реакторів.

Роботи по атомно-водневим програм проводяться із 2003р. в США, а нещодавно влада РФ заявили про готовність апробувати технології з виробництва водню на Кольській АЕС, яка фігурувала в ЗМІ як потенційне джерело радіаційного забруднення в ЄС.

Про зацікавленість у розвитку атомно-водневої енергетики заявляють компанії PBMR Ltd. (Південноафриканська республіка); JAERI (Японія);

⁴⁶ Цей хімічний елемент був відкритий британським вченим Кавендишем у 1766р.

⁴⁷ Був відкритий у 1800р., однак промислова реалізація розпочалась у 1888р. після появи генераторів постійного струму.

Westinghouse Electric (США); Інститут ядерних і нових енергетичних технологій (Китай) та інші.

Однак компанія EDF — оператор атомних електростанцій Франції, у 2019р. заявила про відкриття дочірнього підприємства Hynamics, який спеціалізуватиметься на виробництві, постачанні та обслуговуванні електролізерів та заправки воднем транспорту.

Виробництво водню із відновлювальних джерел енергії

Сонце. Вода розкладається на водень і кисень за температури 1730°C, яка може бути досягнута за рахунок використання параболического віддзеркалювача або лінзи, що фокусує сонячні промені. Базуючись на такому принципі, швейцарська компанія Clean Hydrogen Producers (CHP), розробила установку, яка за світовий день виробляла 10 кг водню⁴⁸.

Ізраїльські вчені із Weizmann Institute of Science у 2005р. апробували пристрій з виробництва чистого цинку в сонячній вежі, який легко транспортувати і в потрібному місці, під час реакції з водою отримувати водень та оксид цинку. Ефективність такого пристрою також підтвердили експерти Institute for the Energies and Applied Research із Канади.

Вітер. Дослідження з виробництва водню із енергії вітру найбільш активно проводяться у США із 2006р. Результатом праці вчених стало спорудження вітро-гідролізної установки потужністю 100 кВт. Експериментальним шляхом було встановлено, що собівартість виробництва 1 кг водню таким методом складає \$3,4.

Побутове сміття. Британські вчені ще у 2006р. успішно провели експериментальні дослідження та довели економічну доцільність виробництва водню з побутового сміття шляхом піролізу або анаеробного бродіння. Ринком збуту для водню, виробленого із сміття, може стати муніципальний транспорт.

Біомаса. Для виробництва водню з такого виду відновлювальних ресурсів може бути використано термохімічний або біохімічний спосіб. Відповідно перший метод полягає в нагріванні біомаси без доступу кисню до 800°C, після чого виділятимуться водень, метан та оксид вуглецю.

⁴⁸ Площа дзеркал 100 м², температура в фокусі концентратора складала 2 200°C.



Інший спосіб передбачає виробництво водню від дії бактерій за нормального атмосферного тиску та температури 30°C.

Хімічна реакція металів та води. Першими такий метод апробували вчені із американського університету Purdue у 2007р., які розташували сплав алюмінію із галієм у воді отримали водень та оксид алюмінію.

Собівартість виробництва водню за найкращими доступними технологіями

Проведений аналіз найкращих доступних технологій виробництва водню встановив, що собівартість кінцевого продукту безпосередньо залежить від рівня розвитку технології виробництва, наявності існуючої інфраструктури, ціни на сировину, а також масштабів генерації⁴⁹. Більш фінансово вигідними способами отримання водню є парова конверсія метану та газифікації біомаси. Крім цього, ядерні термохімічні цикли є також економічно конкурентоздатними, порівняно з виробництвом водню з викопного палива та біомаси. Водночас, вітровий та сонячний електролізи дають вищі виробничі витрати на 1 кг водню. Оскільки однією з основних переваг електролізу є його локальне застосування, під час розрахунку вартості електролізу роблять припущення про розподілене дрібномасштабне виробництво.



⁴⁹ Tashcheiev Yu. V., Voitko S. V., Trofymenko O. O., Riepin O. O., Kudria T. S. Global Trends in the Development of Hydrogen Technologies in Industry. 2020, www.business-inform.net.

Загалом, усі доступні технології можна класифікувати за двома типами виробництва: розподілені⁵⁰ та централізовані⁵¹. Наприклад, вартість виробництва водню з природного газу за допомогою парової конверсії метану варіюється від \$1,25 до \$3,50, залежно від ціни природного газу та масштабів випуску продукту. Деякі дослідники вважають, що розподілене виробництво є більш імовірним шляхом розвитку водневого ринку в енергетичній системі⁵². Розподілена виробнича інфраструктура може складатися з установок для риформінгу природного газу або електролізерів, розташованих у місці використання, наприклад, на заправній станції або стаціонарної генерації електроенергії. Водночас собівартість децентралізованого виробництва водню за різними технологіями перевищує \$6 за кг.

Зберігання водню

Масштабне споживання водню передбачає його безпечне та ефективне зберігання, що можливо умовно розділити на дві групи методів.

Перша група включає фізичні методи, які базуються на фізичних процесах для переведення водню із газоподібного в компактний стан. На практиці реалізовані наступні методи зберігання: стиснутий газоподібний водень (газові балони; підземні резервуари; трубопроводи; скляні мікросфери) та рідкий водень (криогенні контейнери).

Друга група включає хімічні методи, які полягають у використанні певної групи матеріалів, що вступають у реакцію із воднем та забезпечують його зберігання: адсорбційний водень; абсорбція в об'ємі матеріалу; хімічна взаємодія.

Вибір методу зберігання залежить від техніко-економічних показників проекту, зокрема обсяг добового виробництва та споживання водню.

Водень може зберігатись у чотирьох станах: зріджений; стиснутий переохолоджений; стиснутий охолоджений; стиснутий.

⁵⁰ Водень споживається неподалік від його виробничих потужностей.

⁵¹ Великомасштабне виробництво водню, де його необхідно транспортувати від точки виробництва до споживача.

⁵² Ehret O., Bonhoff K. Hydrogen as a fuel and energy storage: Success factors for the German Energiewende. International Journal of Hydrogen Energy. 2015. Vol. 40. Issue 15. P. 5526-5533.



Транспортування водню

Водень можливо транспортувати автовозами, трубопроводом, залізничними цистернами та кораблями. Від типу транспорту залежатиме застосування способу його зберігання та фізико-хімічний стан, а відтак це впливатиме на кінцеву вартість ресурсу.

Наземний вид транспортування водню успішно апробований уже протягом двох десятиліть, і сьогодні вчені працюють над збільшенням ключових показників процесу транспортування для збереження конкурентних позицій.

Трубопровідний транспорт застосовується для забезпечення стабільних поставок водню визначеним обсягом на промислові потреби. Варто зауважити, що на сьогоднішній день безпечно експлуатується понад 5 000 км газогонів, якими постачається водень. Окрім магістральних трубопроводів використовують локальні газорозподільні



мережі⁵³, а в окремих випадках допускається збільшення частки водню у природному газі до 15%.

Варто зазначити, що за різними експертними оцінками, змішування водню та природного газу в системі трубопроводів призведе до зменшення викидів парникових газів до 8%.

Для трансконтинентального транспортування застосовуються танкери, які в середньому за один прохід можуть перевезти до 5 т водню на відстань не більше 3 000 км. Обсяги перевезень одним танкером можуть

⁵³ Історія розвитку трубопровідного транспорту США, європейських держав та України, в період II половина XIX ст. – 30-ті роки XX ст. свідчить про застосування газогонів для транспортування блакитного палива, який отримували з вугілля і в якому частка водню складала близько 40-45%.



бути збільшені за рахунок вдосконалення конструкції посудин у частині зменшення їх матеріаломісткості. На сьогодні, вартість транспортування водню танкерами дорожча щонайменше в 2 рази за перевезення блакитного палива через LNG-судна.

Крім морських перевезень практикується транспортування водню річними суднами, що може користуватися попитом серед споживачів центральної та східної Європи, які мають доступ до портів, розташованих на берегах річок Дунай, Вісла, Рейн, Одер.

Сфери споживання водню

Водень як енергоносіє може використовуватися в побуті, промисловості, генерації електроенергії та в якості моторного палива для всіх видів транспорту.

За сферою застосування водень аналогічний ринку споживання природного газу, відтак він може споживатись у *побуті* для приготування їжі, опалення житлових приміщень та виробництва електроенергії для власних потреб.

Генерувати електроенергію з водню можливо і у промислових масштабах, що дозволить у перспективі замінити вугільні та газові станції, які характеризуються низьким рівнем екологічності. Крім цього, альтернативною атомним електростанціям, які споживають ядерне паливо, в найближчому майбутньому можуть стати установки, що функціонуватимуть за принципом термоядерного синтезу, який використовуватиме водень.

Також водень може споживатися хімічною та металургійною промисловістю, яка сьогодні використовує викопні види палива в технологічних процесах, що негативно впливає на коефіцієнт корисної дії виробництва загалом та вартість кінцевої продукції.

Сфера застосування водню на *транспорті* охоплює всі засоби: від легкових машин до ракетноносіїв, але існує два принципові підходи — це змішування з існуючим паливом та паливні елементи, які характеризуються високим рівнем безпечності, екологічності та ефективності.

Бельгійські вчені із Льєжського університету опублікували сенсаційне дослідження⁵⁴, в якому стверджується що за 60 останніх років кисневий шар у Чорному морі зменшився на третину, натомість збільшилася частка сірководню. Через це відбулося суттєве скорочення фауни (до 40%) і в перспективі може призвести до глобальної екологічної катастрофи.

Враховуючи той факт, що зниження концентрації кисню провокує швидке розмноження бактерій, які виробляють сірководень⁵⁵ — врегулювати цю проблему можливо шляхом безпечного розвантаження Чорного моря від сірководню.

Технологічно таку задачу можна вирішити за рахунок підйому газорідинної суміші газліфтным способом із використанням хвильових імпульсів для наступного виділення сірководню у газоподібному стані. Після цього існує два сценарії утилізації. Перший — це безпосереднє його використання в якості енергоресурсу, оскільки ця хімічна сполука є висококалорійним з'єднанням. Другий сценарій полягає в розчепленні сірководню та отриманні водню і сірки, яку споживає промисловість.

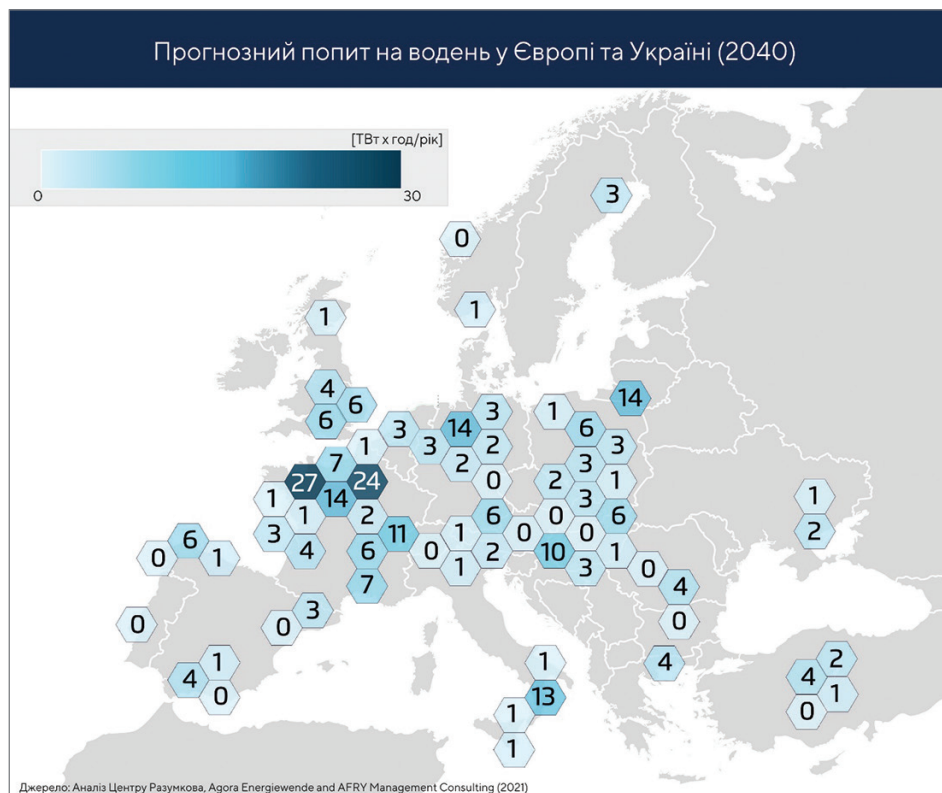
Отже, Україна має унікальну можливість одночасно зберегти екосистему та наповнювати водневим ресурсом міжнародні ринки через існуючу газотранспортну інфраструктуру, але все залежатиме лише від нашої здатності ефективно управляти власними ресурсами та вміло провадити енергетичну дипломатію.

Виходячи із поточних трендів та існуючих досліджень⁵⁶, був розрахований прогностичний попит на водень в Європі та Україні. Дослідження показали, що концентрація споживачів водню у географічному вимірі подібна до кластерної структури і співпадатиме із розташуванням об'єктів металургійної, хімічної та енергетичної промисловості.

⁵⁴ Див.: <https://phys.org/news/2016-09-black-sea-lost-habitable-volume.html>.

⁵⁵ Загальна кількість сірководню в Чорному морі оцінюється у 50 млрд. т, причому річний приріст складає щонайменше 0,1 млрд. т.

⁵⁶ Див.: <https://static.agora-energiawende.de>.



Паливні елементи — основа водневої економіки

Десятиліття випробувань довели, що паливні елементи – це саме та складова водневих енергосистем, навколо якої можливо розвивати принципово нову модель економіки та зменшувати викиди парникових газів.

Що таке паливні елементи? Це простий електрохімічний пристрій, який перетворює хімічну енергію в електричну і конструктивно складається із двох електродів та електроліту, який забезпечує переміщення іонів, причому в ролі палива використовується водень, а окиснювачем виступає кисень. Високий коефіцієнт корисної дії (до 90%) та простота конструкції дозволяють широко використовувати паливні елементи, як джерело електроживлення для машин та механізмів.

Фактично на цьому ґрунтується воднева економіка, яка розглядає водень, новим носієм енергії, що поряд з атомними електростанціями та відновлювальними джерелами енергії має замістити викопні види палива і сформувати нову архітектуру глобальних енергетичних ринків.

Стратегічно, збільшення частки водню у світовому енергобалансі збільшить резервну міцність енергосистем.

Сценарій розвитку водневої енергетики України

Центр Разумкова розробив сценарій розвитку водневої енергетики в Україні, який включає більше 20 груп заходів та розрахований на три періоди впровадження.

Короткострокові заходи (2023–2024рр.):

- ✓ Розробка організаційного механізму із впровадження водневих технологій. Передбачається створення проектного офісу з впровадження водневих технологій при Кабінеті Міністрів України, який здійснюватиме координацію дій, направлених на розробку та впровадження цієї стратегії.
- ✓ Аналіз існуючих стратегій розвитку водневої енергетики. Створення бази даних найкращих доступних технологій та демонстраційних зразків, придатних для сталого розвитку сектору водневої економіки.
- ✓ Розробка стратегічного плану на базі аналітичних досліджень, зокрема в частині оцінки технічного потенціалу для виробництва водню, вибору оптимальних технологій, розрахунків різних сценаріїв розвитку та оцінка їх економічної ефективності. Функція стратегічного планування розвитку сектору водневої економіки покладається на Міністерство енергетики України та Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України, а задача моніторингу ринків⁵⁷ на НКРЕКП.
- ✓ Розробка плану заходів державної підтримки розвитку водневої енергетики. План заходів державної підтримки⁵⁸ розвитку водневої

⁵⁷ У т.ч. розробка форм звітності для моніторингу.

⁵⁸ Включаючи впровадження диференційованих податкових ставок.



енергетики розробляє і координує Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. Цей документ враховує питання підтримки суб'єктів господарювання і державно-приватного партнерства; визначення пріоритетів економічного співробітництва під час діалогу з торговельними партнерами; здійснення зовнішньоекономічної діяльності; захисту інвестицій; удосконалення системи збору, систематизації та оприлюднення статистичної інформації стосовно сектору водневої економіки.

- ✓ Створення державних стандартів. Організація в Україні технічного комітету з розроблення державних стандартів для сектору водневої економіки. Розроблення національних стандартів, у т.ч. гармонізованих із міжнародними⁵⁹ та європейськими стандартами⁶⁰ у сфері систем і пристроїв для виробництва, зберігання, транспортування, вимірювання і використання водню, які сприятимуть організаційному та методичному забезпеченню у сфері паливної та енергетичної безпеки, ефективності та незалежності, зняттю бар'єрів у торгівлі, визнанню вітчизняного виробника на світових ринках.
- ✓ Розвиток міжнародної співпраці та створення інвестиційних пропозицій. Міністерство закордонних справ України у своїй діяльності враховує положення водневої стратегії та зовнішньополітичні інтереси держави у цьому напрямі, а також готує пропозиції по двох і багатосторонній співпраці. Міжнародна співпраця передбачає відстоювання позицій України в міжнародних установах та під час реалізації проектів розвитку транскордонної інфраструктури;

⁵⁹ Загальна кількість стандартів, що стосуються використання водню в різних галузях промисловості, закріплених за різними комітетами ISO, становить 270 одиниць (у т.ч. 143 діючих, 13 у розробці, 114 не діючих/відкликаних).

У світовій практиці вже впроваджено або знаходиться у стані розробки значна група стандартів і технічних специфікацій, що стосуються безпосередньо водневої енергетики (а також значна кількість стандартів, що стосуються водневих технологій). Стандарти розроблюються та поширюються завдяки спеціалізованим технічним комітетам стандартизації та організаціям, які мають достатній досвід і компетенцію щодо створення документів національного, регіонального та міжнародного рівня. До спеціалізованих міжнародних ТК відноситься ISO TC 197 «Водневі технології», який об'єднує фахівців із 35 країн-учасниць ISO (22 активних учасників і 13 країн-спостерігачів) у 12 робочих групах.

⁶⁰ Європейський комітет зі стандартизації (CEN) створив власний технічний комітет CEN/CLC/JTC 6 «Водень в енергетичних системах», який координує роботу дев'яти суміжних ТК CEN з управлінням воднем.

супроводження інвестиційних проектів, а також перемовин різного рівня стосовно торгових операцій⁶¹ у розрізі сектору водневої економіки.

- ✓ Підтримка ділової репутації та іміджу України⁶². Розробка та реалізація міжнародної PR-компанії, націленої на зміцнення іміджу держави в питаннях надійного партнера на глобальних ринках водню.
- ✓ Інформування громадськості⁶³. Розвіювання міфів про водневі технології за рахунок інформаційно-просвітницької роботи в регіонах України через публічні заходи, освітні навчальні матеріали та медіа-продукти.

Середньострокові заходи (2025-2029рр.):

- ✓ Реалізація пілотних проектів. Створення промислової бази⁶⁴, бізнес-кластерів та експериментальних полігонів для вивчення процесів транспортування, зберігання і виробництва водню, в т.ч. на базі газотранспортної і газорозподільної інфраструктури⁶⁵, об'єктів відновлювальної енергетики⁶⁶, нафтопереробки, видобутку природного газу та вугілля. Дослідження екологічності різних технологічних схем виробництва, транспортування і зберігання водню. Розробка і апробація⁶⁷ обладнання для виробництва водню без викидів вуглекислих газів; технології виготовлення газових турбін, які працюватимуть на метано-водневій суміші; дослідного взірця транспортного засобу на паливних елементах.

⁶¹ Закупівля або продаж обладнання для реалізації водневих технологій, підписання контрактів на поставку водню на ринок Європейського Союзу.

⁶² Нашій державі варто враховувати у секторі енергетичної безпеки прагнення РФ посилювати свій вплив на європейському ринку водню і готовності Кремля здійснювати інформаційно-психологічні спецоперації.

⁶³ Блокування водневої стратегії на рівні громад можливе в рамках дискредитаційної компанії РФ.

⁶⁴ Промислова база призначена для виробництва технічних пристроїв, обладнання, монтажу, експлуатації, ремонту та сервісу.

⁶⁵ Див.: <https://razumkov.org.ua/en/articles/the-first-practical-project-in-the-hydrogen-energy-sector-of-ukraine>.

⁶⁶ Інститут проблем матеріалознавства НАН України спільно із Інститутом відновлюваної енергетики НАН України спорудив і досліджує особливості експлуатації вітрової електростанції, яка виробляє водень за допомогою електролізера.

⁶⁷ Із залученням фахівців та потужностей вітчизняних машинобудівних підприємств.



- ✓ Розробка інноваційних рішень. Відбір⁶⁸ та державна реєстрація⁶⁹ інноваційних проектів, що сприятимуть сталому розвитку водневої енергетики. Проведення установами НАНУ та МОНУ спеціальних науково-дослідних робіт з метою створення вітчизняних технологій та устаткування⁷⁰.
- ✓ Ліцензування діяльності та сертифікація продуктів. Покладання функції регулятора сектору водневої економіки на НКРЕКП. Розробка ліцензійних умов для підприємств, що здійснюватимуть безпечну господарську діяльність з виробництва, транспортування, зберігання і споживання водню. Затвердження системи сертифікації водневих сумішей, зокрема декарбонізованого водню⁷¹.
- ✓ Кадрове забезпечення водневого сектору економіки. Проведення аналізу потреби вітчизняних підприємств сектору водневої економіки у професійних кадрах до 2050р. Створення професійних стандартів та нової навчальної програми для вдосконалення освітньої підготовки фахівців напряму підготовки 6.050502 «Інженерна механіка». Підтримка молодих фахівців і вчених шляхом присудження іменних стипендій, наукових грантів та організації стажування у кращих світових центрах з дослідження водневих технологій.
- ✓ Транскордонна торгівля воднем. Імплементация законодавства ЄС з метою забезпечення вільної транскордонної торгівлі воднем із країнами ЄС.

Довгострокові заходи (2030–2035рр.):

- ✓ Формування виробничого потенціалу водневого сектору економіки України. Редизайн газотранспортної і газорозподільної систем, впровадження промислових потужностей з виробництва водню на об'єктах альтернативної енергетики, вуглевидобувних⁷² і газовидобувних підприємствах⁷³, атомних електростанціях та інших

⁶⁸ Державній інвестиційній фінансово-кредитній установі.

⁶⁹ Український інститут інтелектуальної власності.

⁷⁰ Використовуючи досвід провідних країн світу.

⁷¹ ДП «УкрНДНЦ» та ДП «Укрметрестестстандарт».

⁷² Масове виробництво водню з вугілля можливе шляхом його газифікації (парова конверсія).

⁷³ Масове виробництво водню з природного газу за допомогою парового перетворення метану (steam methane reforming – SMR).

об'єктах⁷⁴. Середньосерійне виробництво та експлуатація морських платформ для виробництва водню кількома способами⁷⁵. Впровадження концепції атомно-водневої енергетики, оновлення ядерних потужностей малими модульними реакторами, а також посилення вимог до безпеки нових реакторних комплексів.

- ✓ Промисловий випуск обладнання для виробництва та зберігання водню. Організація масового виробництва:
 - а) електролізерів модульної конструкції⁷⁶, що забезпечують можливість отримання необхідної продуктивності шляхом об'єднання уніфікованих електролізних комірок;
 - б) електролізерів з використанням активного газопоглинаючого електроду⁷⁷;
 - в) низькотемпературних воднево-кисневих паливних елементів, а також акумуляторних батарей на основі протон-провідних мембран та вдосконалених катодних і анодних каталізаторів⁷⁸;
 - г) газобалонного обладнання для автотранспортних засобів і промислових споживачів водню;
 - д) іншого обладнання, яке пройде апробацію в період 2025–2027рр.

⁷⁴ Існує більше 10 додаткових технологій отримання водню (термохімічне розщеплення води; газифікація біомаси; фотокаталіз; газифікація води та ін.). Детальніше в дослідженні: FCH JU Support to Electrolysis for Energy Applications. Presentation at the International Conference on Electrolysis 2017, Copenhagen, 12 June 2017, <http://www.fch.europa.eu/publications/study-hydrogen-renewable-resources-eu>.

⁷⁵ Перший спосіб – це перетворення енергії вітру, сонця та морських хвиль у водень шляхом електролізу. Другий спосіб – розвантаження Чорного моря від надлишкової кількості сірководню. Такий підхід полягає в підйомі газорідинної суміші газліфтным способом із використанням хвильових імпульсів для наступного виділення сірководню в газоподібному стані з наступним розщепленням отриманої сполуки на сірку та водень.

⁷⁶ Обладнання розроблене фахівцями Інституту проблем машинобудування НАН України.

Орієнтовна вартість електролізера продуктивністю 1 м³/год. складатиме \$18 тис. за дрібносерійного виробництва (до 20 одиниць на рік). За крупносерійного виробництва (до 100 одиниць на рік) вартість електролізера може становити \$14 тис.

⁷⁷ Наукова розробка Інституту проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України.

⁷⁸ Наукова розробка Інституту загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України.



- ✓ Використання водню в секторі залізничного транспорту⁷⁹. Середньо-серійне виробництво локомотивів на водневих паливних елементах⁸⁰ та оновлення парку АТ «Укрзалізниця»⁸¹. Зменшення собівартості залізничних перевезень, реалізація механізму збірних маршрутів, компенсації за пільговий проїзд пасажирів⁸², збільшення товаротранспортної роботи (транзитний хаб).
- ✓ Використання водню в секторі річкового транспорту. Середньо-серійне виробництво суден на водневих паливних елементах, модернізація об'єктів берегової інфраструктури, збільшення обсягів перевезень річковим транспортом⁸³, створення логістичних хабів спільно із залізничним транспортом.
- ✓ Використання водню в секторі автомобільного транспорту. Середньосерійне виробництво автотранспортних засобів (автобуси⁸⁴ та вантажівки) на водневих паливних елементах, оновлення парку⁸⁵, зменшення собівартості перевезень, збільшення екологічності⁸⁶, створення логістичних хабів спільно із залізничним та річковим транспортом.
- ✓ Створення мережі заправних і сервісних станцій для водневого транспорту. Створення загальнонаціональної мережі заправних і

⁷⁹ Study on the use of fuel cells and hydrogen in the railway environment, <https://shift2rail.org/publications/study-on-the-use-of-fuel-cells-and-hydrogen-in-the-railway-environment>.

⁸⁰ Локомотиви, що працюють на водневих паливних елементах, є альтернативою особливо в умовах достатньої протяжності залізниці, високого рівня собівартості перевезень, викидів та недостатньої електрифікації ліній.

⁸¹ Протяжність основних залізничних магістралей України складає 19,8 тис. км, у т.ч. електрифікованих колій – 9 900 км. Локомотивний парк складається із 1 900 од. тепловозів та 1 600 од. електровозів. Причому, останні спожили 7 млрд. кВт-год. електроенергії.

⁸² Щороку залізничний транспорт перевозить 300 млн. пасажирів.

⁸³ Потенціал річкового транспорту України використовується лише на 30%, загальний річний обсяг перевезень може складати більше 30 млн. т вантажів.

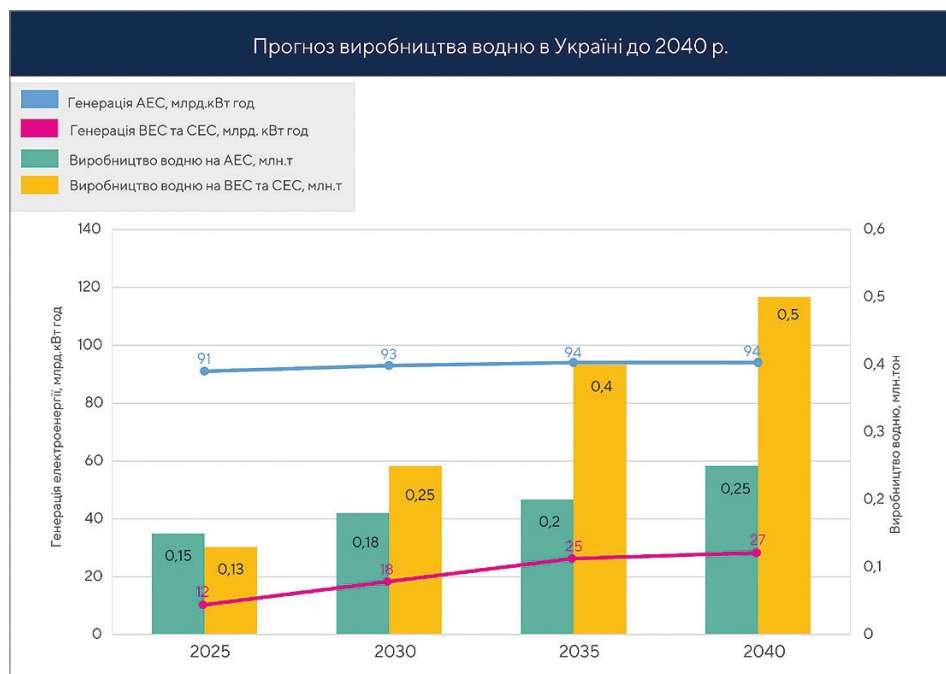
⁸⁴ Щороку вітчизняний автомобільний транспорт перевозить 3 млрд. пасажирів.

⁸⁵ Парк міжміських автобусів більше ніж на 90% вичерпав свій ресурс і підлягає заміні на більш екологічні, енергоощадні та комфортабельні. Сьогодні більшість пасажирських перевезень у містах здійснюється транспортом, який не стандартизований і не відповідають жодним сучасним вимогам.

⁸⁶ Україна потрапила до рейтингу країн із найбільш забрудненим повітрям (49 позиція із 73 країн світу), зокрема через високий рівень загазованості атмосферного повітря.

сервісних станцій для водневого транспорту з централізованим постачанням водню⁸⁷, здатними забезпечити до 10% автотранспортних перевезень, у т. ч. до 15% пасажирських перевезень.

- ✓ Інтеграція водневого палива в технологічний процес підприємств теплозабезпечення. Модернізація газорозподільних мереж і обладнання підприємств житлово-комунальної сфери. При виробництві теплоносія і гарячої води досягнення рівня заміщення природного газу воднем до 10%.
- ✓ Використання водню у військово-промисловому комплексі. Підвищення обороноздатності України, прийняття на озброєння нових видів військової техніки⁸⁸, модернізація енергоємних об'єктів, оптимізація системи тилового забезпечення шляхом широкого використання водневих паливних елементів.



⁸⁷ Можлива комбінація із АГНКС, які підключені до системи магістральних газопроводів.

⁸⁸ Для прикладу, паливо для ракетних двигунів.



ВИСНОВКИ

Поточна політизація глобальних енергетичних ринків, а також зловживання країнами-виробниками викопних ресурсів своїм положенням мотивують споживачів змінювати діючу модель взаємовідносин, лідерів і правила.

Це сприяло тому, що Австралія⁸⁹, Франція, Німеччина, Японія⁹⁰, Корея⁹¹ та Норвегія у 2020р. опублікували національні водневі стратегії. Однак поточний статус розвитку водневої енергетики виглядає досить локальним, адже більше 80% водню споживається на місці його виробництва.

Окремі країни вже активно просувають власні водневі інтереси через енергетичну дипломатію⁹². Усе вказує на те, що тенденція двосторонніх договорів буде розвиватись, і може в перспективі повторити еволюцію поставок LNG-газу⁹³ на глобальні ринки. Тоді одним із основних драйверів росту ринку зрідженого газу була Японія, яка може сьогодні повторити той самий підхід тепер уже в поставках водню⁹⁴.

Карта маршрутів поставок водню до країн ЄС уже сьогодні складається із кількох потенційних джерел, якими заплановано наповнювати

⁸⁹ Стратегія розвитку водневої енергетики в Австралії, <https://www.industry.gov.au/data-and-publications/australias-national-hydrogen-strategy>.

⁹⁰ Японія перша у світі оголосила про стратегічний курс у частині розвитку водневої енергетики. Зокрема акцент робиться на створення розподіленої теплової генерації та переведення транспорту, який працюватиме на паливних елементах.

⁹¹ Див.: <https://www.msit.go.kr>.

⁹² Уряд Нідерландів призначив омбудсмена з питань водневої енергетики, а влада Японії проводить перемовини про закупівлю водневого палива із Австралії, Норвегії та Саудівської Аравії. Крім цього Німеччина вже підписала угоду про постачання водню із Марокко. Водночас Нідерланди та Бельгія проводять перемовини про поставки водню із Португалією, Оманом та Чилі.

⁹³ Перша поставка скрапленого природного газу зі США до Великої Британії була здійснена в 1959р. на модифікованому танкері часів Другої світової війни, який носив назву «Methane Pioneer». У тому ж році газ був поставлений зі США до Японії.

⁹⁴ Японія отримала першу поставку рідкого водню з Брунею на початку 2020р.

діючі газорозподільні мережі. Європейські країни найбільшу перевагу надають поставкам водню з Африки⁹⁵ та України.

Водень для країн-експортерів нафти в середньостроковій перспективі може стати одним із джерел диверсифікації доходів державної скарбниці. Проте лідери з видобутку вуглеводнів, що знаходяться в регіонах Близького Сходу та Африки, будуть обмежені у виробництві через низький гідротехнічний потенціал річок та водойм.

У глобальному вимірі, ринок водню вже у 2050р. може досягти рівня \$900 млрд. і покривати чверть світових потреб в енергоресурсах. Масштаб розвитку світового ринку водню напряду залежатиме від обсягу першочергових інвестицій, державних дотацій та вартості технологій.

Таким чином, забезпечення конкурентоспроможності водню на енергетичних ринках поряд із врегулюванням проблеми оптимального використання водних ресурсів та нормування питань безпечної експлуатації об'єктів нових енергосистем є найбільш слабкою стороною.



⁹⁵ Зокрема обговорюється проект створення в пустелі Сахара в Африці сонячних електростанцій великої потужності із подальшим електролізом водню і транспортування його за існуючими газопроводами або новими трубопроводами до Європи для наступного виробництва енергії.

РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. ДОСЯГНЕННЯ КЛІМАТИЧНИХ ЦІЛЕЙ

Україні доцільно визначити більш амбітну мету щодо скорочення емісії CO₂ до 2030р. на новій технологічній основі, ніж це передбачено в затвердженій редакції НВВ2 – із 65% до 70%, порівняно з 1990р. Це дозволить їй залишатись однією із лідируючих країн Європи в переході до безвуглецевої економіки.

Доцільно переглянути прогноз збільшення споживання електричної енергії у НВВ2 до 2030р. з 30% до 10%, порівняно із 2020р., оскільки економічне зростання відбуватиметься на базі зниження енергоємності ВВП, як це передбачено в ЕСУ – з 0,28 т н.е./\$1 000 у 2015р. до 0,15 т н.е./\$1 000 у 2030р.

У ході імплементації Директиви 2010/75/ЄС й Угоди про асоціацію України та ЄС варто запропонувати нову редакцію НПСВ, що передбачатиме зниження витрат з €4,2 млрд. до €1,3 млрд. за рахунок оптимізації роботи об'єднаної енергетичної системи шляхом заміни вугільних ТЕС на генерацію з ВДЕ. Замість витрат на модернізацію або будівництво нових блоків ТЕС сумарною потужністю понад 15ГВт достатньо зробити реконструкцію блоків загальною потужністю 5 ГВт.

Забезпечити зростання податку на викиди вуглецю, який має охоплювати всі сектори економіки, що допоможе уникнути сплати за коригування викидів вуглецю на кордоні під час експорту до ЄС. Впроваджувати в країні систему торгівлі квотами на викиди парникових газів, орієнтуючись на європейську модель Системи торгівлі викидами (EU ETS). Посилити співпрацю та координацію з усіма зацікавленими сторонами з метою переходу до низьковуглецевої енергетики, а також для створення сильних переговорних позицій з метою отримання пом'якшення впливу механізму вуглецевого прикордонного коригування (СВАМ).

Для досягнення цілей декарбонізації необхідним є комплексний підхід, який охоплює оподаткування вуглецю, новітні технології, краще регулювання енергетичного ринку, а також дієвий план відновлення

з ефективною програмою залучення інвестицій, формування підґрунтя для зеленої модернізації.

Створити український «кліматичний фонд» (окрему юридичну особу) для залучення міжнародних коштів та ухвалення програм стимулювання вітчизняних підприємств до модернізації декарбонізації власних виробництв. З метою посилення координації реалізації державної політики у сфері декарбонізації сформуванати архітектуру кліматичного врядування (climate governance architecture).

2. УДОСКОНАЛЕННЯ ІСНУЮЧОЇ МОДЕЛІ РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Продовжити реформування ринку електроенергії та усунути перехресне субсидіювання тарифів на електроенергію та забезпечити заходи, які гарантуватимуть повну оплату електроенергії. Попри вимушене адміністративне регулювання під час воєнного стану, не допустити повернення до попередньої структури єдиного покупця.

Цінові обмеження слід поступово скасовувати, щоб не допустити гальмування ринкових процесів, а також стимулювати участь у всіх сегментах ринку та можливість розвитку конкуренції. Забезпечити дію ефективної системи субсидій (грошових), яка орієнтується на «незахищеного» споживача. Регулювання має забезпечити ринкову конкуренцію, вільний вибір постачальників, недискримінацію та прозорість ринкових операцій.

Забезпечити подальше впровадження принципів і стандартів європейського законодавства, орієнтуючись на майбутні зобов'язання щодо членства в ЄС у співпраці з європейськими партнерами. Першочерговим завданням є завершення імплементації принципів і підходів, викладених у Регламенті ЄС про цілісність і прозорість оптового енергетичного ринку (REMIT) з метою створення прозорих та зрозумілих умов для ринкової діяльності й забезпечення повного market coupling після інтеграції з Європейською мережею операторів систем передачі електроенергії (ENTSO-E).

Організувати торгівлю електроенергією з ЄС відповідно до правил ЄС на прозорих конкурентних аукціонах для забезпечення чинників підвищення конкуренції України в ЄС: технологічного – збільшення



фізичної потужності інтерконекторів, а також комерційного – розвитку ділової практики міжнародної торгівлі на ринках ЄС.

3. РОЗВИТОК ВДЕ ТА НОВИЙ ПРОФІЛЬ ЕНЕРГЕТИКИ

Новий профіль енергетики України в післявоєнний період пропонується сформувати на базі:

- ✓ заміщення вугільних ТЕС ВДЕ-генерацією;
- ✓ збільшення високоманеврових потужностей ТЕС, ГЕС та ГАЕС;
- ✓ розвитку систем накопичення енергії;
- ✓ поступової заміни існуючих ядерних блоків на АЕС на малі модульні реактори SMR;
- ✓ заміщення імпортного газу газом власного видобутку;
- ✓ децентралізації систем енерго-та теплозабезпечення, зокрема шляхом нарощування інвестицій у сектор біоенергетики;
- ✓ збільшення експорту електричної енергії завдяки можливостям синхронізації ОЕС України з мережами ENTSO-E;
- ✓ створення нової галузі економіки – водневої енергетики.

Україна має всі передумови для того, щоб помітно збільшити частку ВДЕ в загальному енергоміксі держави від заплановано Енергетичною стратегією України до 2035р. рівня у 25%. У період до 2050р. українська енергетика здатна стати повністю вуглецево нейтральною. Для досягнення більш амбітних цілей, Україні необхідно виконати низку умов, які будуть стимулом для інвестування у галузь та розвиток потужностей з ВДЕ. Серед них:

- ✓ погашення існуючих боргів перед виробниками з ВДЕ;
- ✓ зміна моделі ринку та запровадження ринку допоміжних послуг;
- ✓ відмова від перехресного субсидіювання;
- ✓ запровадження системи підтримки малої розподіленої генерації Net Billing;

- ✓ впровадження системи гарантій походження електроенергії, що дозволить збільшити експорт електричної енергії до країн ЄС.

Пропонується у новій структурі постачання первинної енергії передбачити зменшення імпорту за одночасного збільшення виробництва та експорту. Таким чином, загальна імпортозалежність у структурі забезпечення постачання первинної енергії у 2030р. не перевищуватиме 8%, порівняно із 36% у 2020р. Імпортозаміщення відбудеться шляхом зростання частки ВДЕ, зниження рівня енергоемності ВВП до 0,15-0,18 т н.е./\$1 000 ВВП, або на 25%, порівняно із 2015р. та за рахунок досягнення на 100% самозабезпечення природним газом.

За умов радикального удосконалення моделі ринку електричної енергії та суттєвого покращення інвестиційного клімату, у структурі споживання електричної енергії у 2030р. найбільшу частку займатимуть ядерна енергія (50%) та ВДЕ (30%), значно скоротиться частка ТЕС/ТЕЦ — до 12%, також передбачається незначне збільшення частки ГЕС та ГАЕС — до 8%. Тобто, загальна частка чистої електроенергії у структурі споживання становитиме 88%.

Важливими факторами у створенні нового енергетичного профілю енергетики України має стати ліквідація обмежень з видачі потужності генеруючих підприємств, а також впровадження концепції «розумних» енергомереж (Smart Grids), «розумного» обліку споживання електроенергії у споживачів (Smart metering) та створення надійної інфраструктури для електротранспорту, зокрема муніципального. Критерієм успішної післявоєнної модернізації енергосистеми України має стати зниження частки втрат у електромережах з 14% до 7%.

4. ВОДНЕВА ЕНЕРГЕТИКА

Короткострокові заходи (2023–2024рр.)

Створити проектний офіс із впровадження водневих технологій при КМУ, який здійснюватиме координацію дій, направлених на розробку та реалізацію водневої стратегії.

Розробити стратегічний план на базі аналітичних досліджень, зокрема в частині оцінки технічного потенціалу виробництва водню та



вибору оптимальних технологій. Підготувати сценарії розвитку водневої енергетики та оцінити їх економічну ефективність.

Розробити національні стандарти, що гармонізовані з міжнародними та європейськими стандартами у сфері систем і пристроїв для виробництва, зберігання, транспортування, вимірювання і використання водню.

Середньострокові заходи (2025-2029рр.)

Забезпечити реалізацію пілотних проектів. Сформувати промислову базу, бізнес-кластери та експериментальні полігони для вивчення процесів транспортування, зберігання і виробництва водню, у т.ч. на базі газотранспортної і газорозподільної інфраструктури, об'єктів відновлювальної енергетики, нафтопереробки, видобутку природного газу та вугілля.

Провести дослідження екологічності різних технологічних схем виробництва, транспортування і зберігання водню. Розробити й здійснити апробацію технологій та обладнання для: виробництва водню без викидів вуглекислих газів; виготовлення газових турбін, які працюватимуть на метано-водневій суміші; дослідного взірця транспортного засобу на паливних елементах.

Покласти функцію регулятора сектору водневої економіки на НКРЕКП, що має розробити ліцензійні умови для підприємств, які здійснюватимуть безпечну господарську діяльність з виробництва, транспортування, зберігання й споживання водню. Затвердити системи сертифікації водневих сумішей, зокрема декарбонізованого водню.

Забезпечити імплементацію законодавства ЄС у сфері здійснення вільної транскордонної торгівлі воднем із країнами ЄС.

Довгострокові заходи (2030-2035рр.)

Забезпечити формування виробничого потенціалу водневого сектору економіки України. Здійснити редизайн газотранспортної і газорозподільної систем, впровадження промислових потужностей з виробництва водню на об'єктах альтернативної енергетики,

вуглевидобувних і газовидобувних підприємствах, атомних електро-станціях та інших об'єктах.

Організувати серійне виробництво та експлуатацію морських платформ для виробництва водню. Впровадити концепцію атомно-водневої енергетики через оновлення ядерних потужностей на базі малих модульних реакторів.

Сформувати можливості для: середньосерійного виробництва транспортних засобів на водневих паливних елементах; оновлення транспортного парку; зменшення собівартості перевезень; поліпшення екологічності; створення логістичних хабів спільно із залізничним та річковим транспортом.

Створити загальнонаціональні мережі заправних і сервісних станцій для водневого транспорту з централізованим постачанням водню, здатними забезпечити до 10% автотранспортних перевезень, у т.ч., до 15% пасажирських перевезень.

Організувати масове виробництво:

- ✓ електролізерів модульної конструкції, що забезпечують можливість отримання необхідної продуктивності шляхом об'єднання уніфікованих електролізних комірок;
- ✓ електролізерів з використанням активного газопоглинаючого електроду;
- ✓ низькотемпературних воднево-кисневих паливних елементів, а також акумуляторних батарей на основі протон-провідних мембран та вдосконалених катодних і анодних каталізаторів;
- ✓ газобалонного обладнання для автотранспортних засобів та промислових споживачів водню.

ПРОБЛЕМИ УКРАЇНСЬКОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ В УМОВАХ РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ ЗА ОЦІНКАМИ ЕКСПЕРТІВ

У липні-серпні 2022р. соціологічною службою Центру Разумкова було проведене експертне опитування¹, спрямоване на визначення проблем української енергетики та шляхів їх вирішення в умовах війни. Значна частина питань дослідження стосувалася проблеми впровадження відновлюваної енергетики і проблем, з якими стикається запровадження відновлюваної енергетики в умовах війни.

Значною мірою скепсис третини експертів стосовно спроможності України залучити необхідні інвестиції у розвиток ВДЕ для виконання зобов'язань у рамках Паризької кліматичної угоди на базі існуючої в Україні моделі ринку електричної енергії зумовлює війна в Україні. Лише 38% експертів вважають, що Україна здатна залучити такі інвестиції.

ЧИ ЗДАТНА УКРАЇНА ЗАЛУЧИТИ НЕОБХІДНІ ІНВЕСТИЦІЇ У РОЗВИТОК ВДЕ ДЛЯ ВИКОНАННЯ СВОЇХ ЗОБОВ'ЯЗАНЬ У РАМКАХ ПАРИЗЬКОЇ КЛІМАТИЧНОЇ УГОДИ НА БАЗІ ІСНУЮЧОЇ В УКРАЇНІ МОДЕЛІ РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ?

% опитаних експертів



¹ В опитуванні взяли участь 50 вітчизняних фахівців у галузі енергетики.

Разом з тим, цей скепсис може бути викликаний також особливостями існуючої моделі ринку електричної енергії, що характеризується регулярним адміністративним втручанням у ринкові механізми та державним регулюванням цін для населення. З іншого боку, саме ситуація війни може бути одним з чинників, що примушує Уряд до такого втручання.

Однак слід наголосити, що свідоме викривлення ринкової моделі ринку на користь окремих гравців відбувалося з боку енергетичного блоку влади протягом попередніх 2,5 років до початку війни, яка лише посилила цю тенденцію. Сектор ВДЕ, на жаль, став головною жертвою такої енергетичної політики Уряду та Парламенту України.

72% експертів вважають, що нарощування експорту електричної енергії із України до країн ЄС сприятиме інвестиціям в український сектор ВДЕ.



Разом з тим, лише відносна більшість (42%) експертів вважають, що Україна має ресурсні та економічні передумови, щоб до 2030р. створити нову галузь економіки – виробництво «зеленого водню».

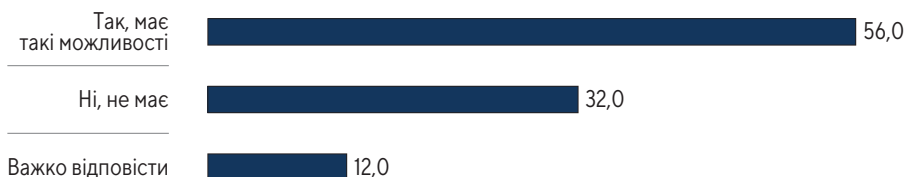




Оцінюючи, чи має Україна економічні можливості досягти головної цілі Другого Національного визначеного внеску (НВВ2) відповідно до Паризької кліматичної угоди щодо скорочення парникових газів до 2030р. на 65%, порівняно з 1990р., більшість експертів вважають, що Україна має такі можливості.

ЧИ МАЄ УКРАЇНА ЕКОНОМІЧНІ МОЖЛИВОСТІ ДОСЯГТИ ГОЛОВНОЇ ЦІЛІ (НВВ2) ВІДПОВІДНО ДО ПАРИЗЬКОЇ КЛІМАТИЧНОЇ УГОДИ ЩОДО СКОРОЧЕННЯ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ДО 2030р. НА 65%, ПОРІВНЯНО З 1990р.?

% опитаних експертів



Однак більшість (54%) експертів вважають, що Україні не потрібно ставити більш амбітну мету з досягнення цього показника у 70-75% у зв'язку з руйнацією російськими агресорами значних потужностей ТЕС та ТЕЦ, що працювали на вугіллі, а також через знищення металургійних і хімічних підприємств.

Цілком очікувано, що частіше так вважають ті експерти, які дотримуються думки, що Україна не має можливості досягти показника навіть у 65% (так вважають 62,5%), але навіть серед тих, хто вважає, що Україна здатна досягти показника в 65%, відносна більшість (50% проти 43%) вважають, що мету досягнення показника у 70-75% не варто ставити.

ЧИ ПОТРІБНО УКРАЇНІ СТАВИТИ БІЛЬШ АМБІТНУ МЕТУ З ДОСЯГНЕННЯ ЦЬОГО ПОКАЗНИКА У 70-75% У ЗВ'ЯЗКУ З РУЙНАЦІЄЮ РОСІЙСЬКИМ АГРЕСОРОМ ЗНАЧНИХ ПОТУЖНОСТЕЙ ТЕС ТА ТЕЦ, ЩО ПРАЦЮВАЛИ НА ВУГІЛЛІ, А ТАКОЖ ЧЕРЕЗ ЗНИЩЕННЯ МЕТАЛУРГІЙНИХ І ХІМІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ?

% опитаних експертів



Більшість (56%) експертів дотримуються думки, що зниження енергоємності ВВП України до середнього рівня у країнах ЄС має стати головним пріоритетом економічної політики України у сфері декарбонізації.



72% експертів погоджуються з тим, що система накопичування енергії відіграє ключову роль у подоланні дефіциту маневрових потужностей, що є базовою передумовою для зростання частки ВДЕ до 30% в енергобалансі України до 2030р.

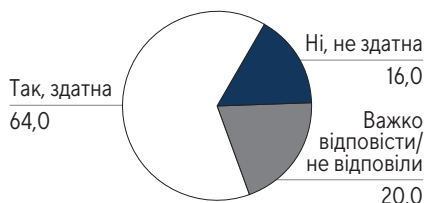


64% експертів вважають, що імплементація Україною правового механізму з декарбонізації ЄС (СВАМ) здатна надати поштовх до перебудови економіки на основі впровадження інноваційних технологій. Однак лише відносна більшість (48%) опитаних експертів дотримуються думки, що імплементація Україною правового механізму з декарбонізації ЄС (СВАМ) здатна зробити продукцію українських виробників більш конкурентоспроможною на світових ринках.



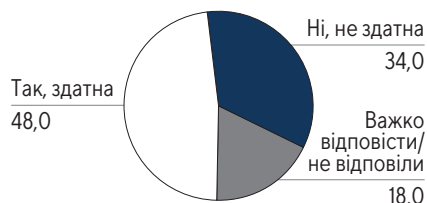
**ЧИ ЗДАТНА ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ
УКРАЇНОЮ ПРАВОВОГО МЕХАНІЗМУ
З ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ЄС (СВАМ) НАДАТИ
ПОШТОВХ ДО ПЕРЕБУДОВИ
ЕКОНОМІКИ НА ОСНОВІ
ВПРОВАДЖЕННЯ
ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ?**

% опитаних експертів



**ЧИ ЗДАТНА ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ
УКРАЇНОЮ ПРАВОВОГО МЕХАНІЗМУ
З ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ЄС (СВАМ)
ЗРОБИТИ ПРОДУКЦІЮ УКРАЇНСЬКИХ
ВИРОБНИКІВ БІЛЬШ КОНКУРЕНТО-
СПРОМОЖНОЮ НА СВІТОВИХ
РИНКАХ?**

% опитаних експертів

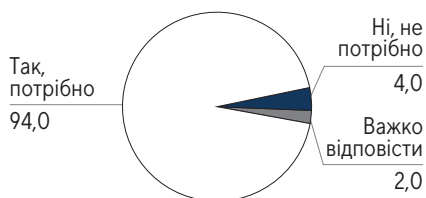


Переважна більшість (94%) експертів вважають, що потрібно зберегти суттєву роль ядерної енергії в енергетичному балансі України під час енергетичного переходу до вуглецево-нейтральної економіки до 2060р., яка базуватиметься на отриманні енергії з ВДЕ та завдяки енергоефективним технологіям.

Помітно менше, але все ж більше половини опитаних експертів дотримуються думки, що під час цього переходу варто зберегти суттєву роль газу як джерела енергії в енергетичному балансі України.

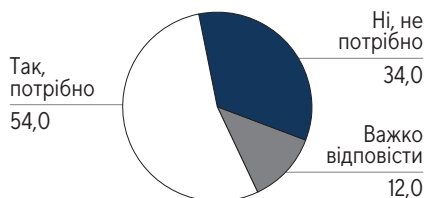
**ЧИ ПОТРІБНО ЗБЕРІГАТИ СУТТЄВУ
РОЛЬ ЯДЕРНОЇ ЕНЕРГІЇ В
ЕНЕРГЕТИЧНОМУ БАЛАНСІ УКРАЇНИ
ПІД ЧАС ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПЕРЕХОДУ
ДО ВУГЛЕЦЕВО-НЕЙТРАЛЬНОЇ
ЕКОНОМІКИ ДО 2060р., ЯКА
БАЗУВАТИМЕТЬСЯ НА ОТРИМАННІ
ЕНЕРГІЇ З ВДЕ ТА ЗАВДЯКИ
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИМ ТЕХНОЛОГІЯМ?**

% опитаних експертів



**ЧИ ПОТРІБНО ЗБЕРІГАТИ СУТТЄВУ
РОЛЬ ГАЗУ ЯК ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ
В ЕНЕРГЕТИЧНОМУ БАЛАНСІ УКРАЇНИ
ПІД ЧАС ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПЕРЕХОДУ
ДО ВУГЛЕЦЕВО-НЕЙТРАЛЬНОЇ
ЕКОНОМІКИ ДО 2060р.,
ЯКА БАЗУВАТИМЕТЬСЯ НА
ОТРИМАННІ ЕНЕРГІЇ ВІД ВДЕ ТА
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ?**

% опитаних експертів



DECARBONISATION OF THE UKRAINIAN ENERGY SECTOR (ECONOMY): impact of the Russian aggression, ambitious goals and potential opportunities for Ukraine in the post-war period

The goal of the project is to help determine the optimal way for Ukraine to meet its international obligations of the energy sector (economy) decarbonisation with account of Ukraine's specific energy mix, financial capabilities and the consequences of the Russo-Ukrainian war.

The priority task is to assess the efficiency of measures envisaged in Ukraine to achieve the goals of decarbonisation of Ukraine's energy sector (economy) with account of the consequences of hostilities that led to the destruction (damage) of the energy infrastructure and deterioration of the environmental situation in the country. It is also necessary to urgently determine the ways to rebuild and modernise Ukraine's energy system by introducing advanced technologies, creating a favourable environment for investments, improving the electricity market model, increasing the growth potential of the RES sector and adding carbon-neutral fuels, such as hydrogen, to the energy mix, developing a national emission trading system, enhancing energy efficiency.

On the basis of the European experience of countering climate change and «green» transition, and with account of external challenges (CBAM) and impacts of hostilities on the energy sector, a set of recommendations for decarbonisation of the energy sector (economy) is proposed,



to ensure sustainable energy generation, energy security and economic reconstruction.

Decarbonisation of the energy sector is a priority task for Ukraine, seeking energy independence and meeting its international obligations associated with climate change under the Agreement of Association between Ukraine and the EU (2014) and the Paris Agreement (2016). The country may use the advantages of decarbonisation for the development of clean and sustainable energy generation, enhancement of energy security and promotion of economic reconstruction in the post-war period.

Ukraine faces one of the greatest challenges associated with climate change, much effort has been made for Ukraine's economy not to rank among the most carbon-consuming in Europe. However, before the war, positive shifts towards carbon neutrality took place. There are many challenges on the road to decarbonisation of the energy sector (economy), the infrastructure has sustained immense losses due to hostilities, distortions are observed in the electricity market operation¹.

Ukraine has declared its European aspirations. Since Europe is moving towards its goal – to become the first climate-neutral continent in the world by 2050 (A European Green Deal²), Ukraine announced its intention to cooperate with the EU in the field of transition to green energy and adopted the Concept³ of transition to green energy through 2050. Ukraine's National Economy Strategy through 2030⁴ provides that Ukraine is to reach carbon neutrality before 2060.

For this purpose, Ukraine focused on creation of a mechanism for attraction of investments and funding for various projects and technologies contributing to the energy transition. Cooperation with western partners helped it not only raise the required financial resources but use the experience of combining advanced technologies with renewable energy sources for achievement of neutral carbon emission goals.

¹ This subject is discussed in more detail in sections 1, 2 of the report.

² A European Green Deal, striving to be the first climate-neutral continent. – European Commission, https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en.

³ Concept of «Green» Energy Transition of Ukraine through 2050, <https://mepr.gov.ua/news/34424.html>.

⁴ National Economy Strategy 2030, <https://nes2030.org.ua>.

Given the current financial-economic situation and consequences of the military invasion into Ukraine, flexible generation sources should be identified, capable of supplementing the growing number of renewable energy sources in the country's energy mix and adding advanced fuels, such as hydrogen and synthetic fuel, to the energy mix.

The key factors that determine the advance to carbon neutrality include Ukraine's legislatively provided policy of integration in the EU energy community and the status of a candidate for the EU membership. A critical factor is presented by the Ukrainian society's requirement to provide «clean» energy sources for the future generations.

Ukraine is a party to the Paris Agreement (2016), a participant of the process of negotiations within the framework of the UN Framework Convention of Climate Change; Annex I to the UN Framework Convention of Climate Change from 1997; a party to Annex B of the Kyoto Protocol from 2004; the country has acceded to the Energy Community Treaty in 2010.

Renewable energy sources (RES) and hydrogen may play a key role in the achievement of decarbonisation goals in Ukraine. For greater use of RES, the network should be flexible to respond to the intermittent character of renewable energy. Regulatory authorities and utility companies should have a clear strategy for flexible generating stations, to add them to generation⁵.

Digitalisation of the energy sector is an integral element of decarbonisation⁶. Smart power grids should cope with variable factors that influence the process of power generation and ensure optimal operation of RES facilities. Development of systems for predictive maintenance of assets provides real-time monitoring of the equipment productivity, with better forecasting, mitigating expensive disconnections and other equipment failures in all systems, and extending the equipment life cycle.

In the middle run, it is necessary to continue gradual decommissioning of thermal power plants and reconversion of coal-mining regions. The

⁵ These subjects are discussed in more detail in sections 4, 6 of the report.

⁶ Issues of would-be decarbonisation of the oil and gas sector and the future of the Ukrainian gas transportation system are discussed in more detail in section 5 of the report.



National Plan of Emission Reduction at Large Combustion Plants may be implemented immediately after the end of hostilities and technical due diligence of the surviving facilities.

The expected result of the energy sector decarbonisation involves transition to an energy system providing for utilisation of low-carbon energy sources, development of sources of clean electric and thermal energy, enhancement of energy efficiency and energy conservation in all sectors of the economy, housing and utility facilities. The same refers to promotion of electromobility and use of more environment-friendly motor fuels for freight and passenger traffic.

INTERNATIONAL DIMENSION OF DECARBONISATION

The anthropological effect on the global climate system was confirmed in the Fifth Evaluation Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), being the main reason for the warming that, starting from 1950, grows in magnitude, endangering human lives. If the greenhouse gas emission growth is not reversed, in 2000–2100 the temperature on the planet may rise in excess of 2°C, and the world ocean will rise by 0.6–1.2 metres⁷.

Under this scenario, food deficit will grow rapidly, the problems of human health will become critical, and huge territories of many countries will be unfit for living. It poses a real threat of changing the trajectory of human development from scientific-technological and socio-economic progress to stagnation and subsequent degradation in most sectors of human life. Economic losses from implementation of the bad climatic scenario are beyond calculation. Meanwhile, according to the estimates of international organisations IPCC, WorldResources Institute and Climate Action Tracker, to avoid catastrophic consequences, greenhouse gas emission should be halved before 2030, and climatic neutrality reached before 2050⁸.

⁷ Стратегія низьковуглецевого розвитку України до 2050р. – Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів, Київ-2018, стор. 19, https://mepr.gov.ua/files/docs/Proekt/LEDS_ua_last.pdf.

⁸ Source: Центр екологічних ініціатив «Екодія» – *ekodiya-strategia-nyzkovyhlevcevog-rozvytku 2050.pdf*.

As we know, the Kyoto Protocol of the UN Convention on climate change does not ensure solution of urgent tasks of fighting climate change due to differentiation of the countries' commitments to pursue the set goals. Instead, the state parties to the Paris Climate Agreement will try to use the provided legal mechanisms to do away with said deficiency. In particular, it provides that all states, irrespective of their economic development, will consciously try to achieve certain targets of reduction of greenhouse gas emission in order to meet the key requirement – keep global warming within 1.5–2°C. Meanwhile, this document, too, has certain bottlenecks. In particular, this refers to every country setting its own target of greenhouse gas reduction, which cannot guarantee the impartiality of this process.

The Agreement has given a strong impetus for the civilisation to get rid of the effects of global warming. More than 30 countries of the world announced the achievement of carbon neutrality, over 1000 of the biggest corporations and universities in 120 countries united in alliances NET Zero 2050 and Race to Zero to join efforts for complete termination of carbon dioxide emission. Forward-looking big business is quickly beginning to realise that investments in cleaning the planet from hazardous emissions are an investment in the future and a way to increase capitalisation and expand investment programmes⁹.

The Chair of the Paris Climate Conference, French Foreign Minister Laurent *Fabius* noted that this «ambitious and balanced» plan was a «historic turning point» to slow down the pace of global warming¹⁰. However, the recent statistic data show that despite the resolve of the majority countries of the world to meet the tasks set by the Paris Climate Agreement, their practical implementation remains poor. Say, temporary stabilisation of greenhouse gas emission was observed in 2020, due to the world economic recession caused by the pandemic of COVID-19.

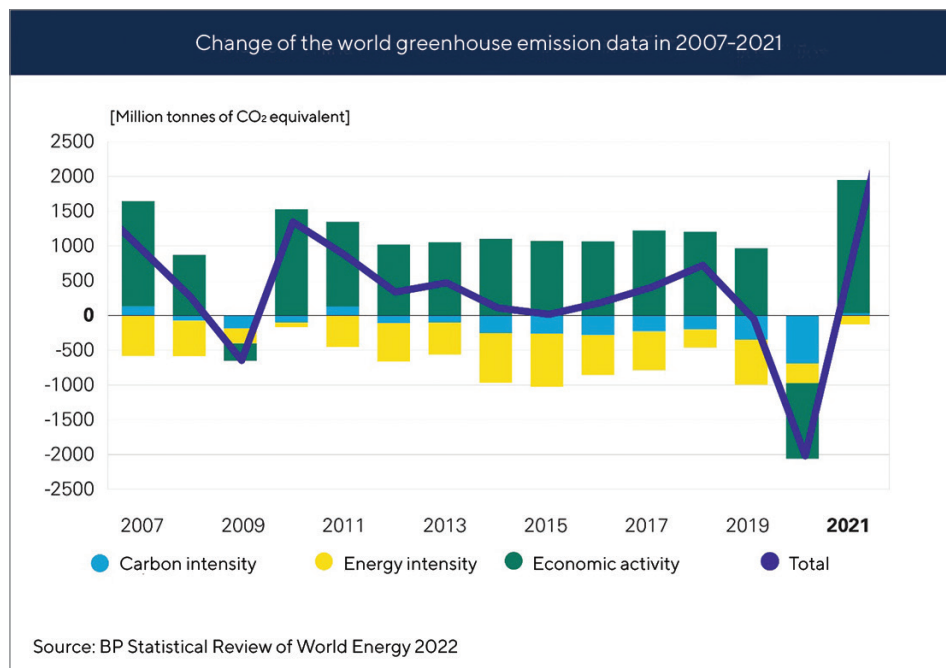
However, in 2021 recovery of the global economy started due to weakening of the effects of the pandemic, which led to an increase in the

⁹ Білявський М. – Україна і глобальна політика декарбонізації, Центр Разумкова, 19 березня 2021 стор. 1-2, <https://razumkov.org.ua/statti/ukraina-i-globalna-polityka-dekarbonizatsii>

¹⁰ Уряд України підтримав Стратегію низьковуглецевого розвитку України до 2050 року – Урядовий портал, 18 липня 2021, <https://www.kmu.gov.ua/news/ostap-semerak-uryad-ukrayini-pidtrimav-strategiyu-nizkovugleceвого-rozvitku-ukrayini-do-2050-roku>.



greenhouse gas emission in the energy sector by 5.7%, compared to 2021 (Diagram «*Change of the world greenhouse emission data in 2007-2021*»¹¹). In this connection it should be noted that the use of primary energy in the world in 2021 by 1.3% exceeded the figure of pre-pandemic 2019. Noteworthy, even growth of electricity generation from RES by 17% was not enough to slow down the growth of greenhouse gas emission¹².



The difficulty of attaining the goals of Paris Climate Agreement is explained by the fact that many countries have set insufficiently ambitious decarbonisation plans not only due to the deficit of investment resources, imperfect technologies of fossil fuels' replacement with «green» energy and fears of galloping heat and electricity prices, but also due to the deficit of environmental responsibility.

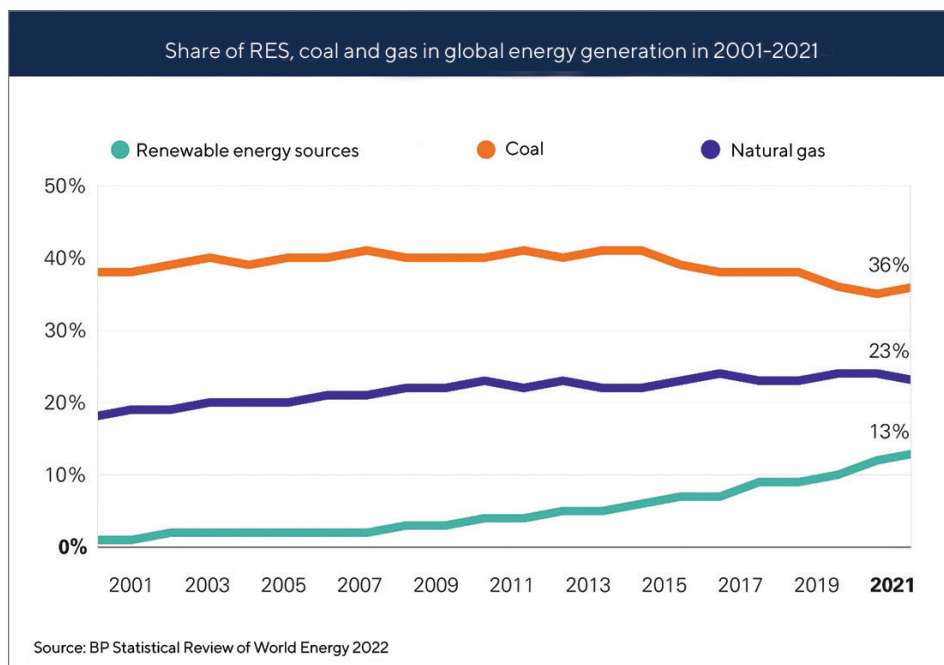
The requirements of the Agreement include the development of Nationally Determined Contributions (NDC), where each country independently sets the

¹¹ BP Statistical Review of World Energy 2022 – <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf>.

¹² Ibid.

goal of reducing greenhouse gas emission, proceeding from its capabilities and vision of the climatic policy. NDC is to be ambitious and to strongly contribute to the global efforts of fighting climate change. The NDC is submitted to the UN Framework Convention on Climate Change Secretariat for analysis and assessment of its compliance with the Agreement provisions. NDC bottlenecks also include its evaluative character and dependence on the diligence of the authors, without efficient control mechanisms or penalty sanctions.

The world power engineering remains dominated by fossil fuels. Their share in the global energy consumption structure over the past 5 years fell by just 2% and currently makes 83%, while the share of RES equals 13% (except hydro energy). Coal, environmentally the most hazardous fuel, even now confidently tops the rating of all kinds of primary energy with the share of 36% (Diagram «Share of RES, coal and gas in global energy generation in 2001-2021»¹³).



¹³ Ibid.



GLOBAL REDUCTION OF GREENHOUSE GAS EMISSION IN POWER ENGINEERING

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Річний приріст		
												2021	2021-20	2021-21
US	5336.2	5089.1	5246.6	5251.7	5137.5	5038.0	4978.8	5132.7	4980.9	4420.6	4701.1	6.6%	-1.3%	13.9%
North, South America (less US)	1225.1	1276.4	1334.6	1352.6	1338.4	1297.1	1283.4	1246.0	1228.5	1094.6	1213.1	11.1%	-0.1%	3.6%
Ukraine	303.2	299.1	286.5	246.8	195.1	215.6	187.9	198.7	185.5	172.9	167.9	-2.7%	-5.7%	0.5%
Europe total	4599.1	4537.5	4431.0	4199.1	4207.0	4255.7	4277.5	4244.4	4073.7	3608.3	3793.7	5.4%	-1.9%	11.2%
Russia	1558.8	1572.4	1538.8	1539.8	1507.0	1520.5	1507.8	1564.7	1548.8	1456.2	1581.3	8.9%	0.1%	4.7%
Africa total	1103.6	1139.3	1169.8	1198.9	1211.1	1242.0	1264.7	1276.4	1317.1	1222.6	1290.7	5.9%	1.6%	3.8%
Australia	406.8	398.1	395.0	396.5	407.2	405.6	403.7	401.5	406.6	378.2	369.4	-2.1%	-1.0%	1.1%
China	8793.5	8978.7	9219.1	9256.7	9226.2	9234.4	9444.9	9676.0	9883.5	9974.3	10523.0	5.8%	1.8%	31.1%
India	1728.4	1861.4	1934.0	2090.7	2146.5	2241.5	2320.2	2442.6	2465.8	2281.2	2552.8	12.2%	4.0%	7.5%
Asia and Pacific total	14813.5	15264.7	15555.4	15790.4	15910.2	16091.5	16486.7	16966.4	17249.9	16829.0	17734.6	5.7%	1.8%	52.3%
World total	31904.6	32241.1	32710.9	32820.2	32837.4	33020.6	33426.4	34146.5	34095.8	32078.5	33884.1	5.9%	0.6%	100.0%
OECD countries	12842.4	12655.7	12741.3	12518.7	12436.2	12348.5	12346.5	12459.4	12083.5	10744.7	11292.5	5.4%	-1.3%	33.3%
countries beyond OECD	19062.2	19585.4	20369.6	20301.4	20401.2	20672.1	21079.9	21687.1	22012.3	21333.9	22591.5	6.2%	1.7%	66.7%
EU	3300.8	3218.7	3146.0	2980.8	3043.7	3075.7	3095.7	3069.0	2931.5	2554.2	2728.2	6.7%	-1.9%	8.1%

Source: BP Statistical Review of World Energy 2022

In 2021, investments in construction of new solar and wind power plants made more than half of total investments in construction of new generating capacities in the world. This made it possible to commission 226 GW of «green» generating capacities, also exceeding 50% of all newly-built capacities of power plants. China remains the main engine of global RES development: it commissioned 36% of all solar and 40% wind power plants in the world.

Total greenhouse gas emission (in power engineering) in the world over the past 10 years rose from 31.9 to 33.9 billion tonnes, or by 6.2% (Table «Global reduction of greenhouse gas emission in power engineering»¹⁴). The biggest air pollutants are China (31%) and the US (14%), they are responsible for 45% of the total greenhouse gas emission. High air pollution in India also arouses serious concern. While in 2011 greenhouse gas emission there was twice lower than in the EU, in 2021 it almost caught up with the European Union countries. However, this country plans to enhance its climatic policy. Meanwhile, the EU policy of carbon neutrality

¹⁴ Ibid

already brings fruit. Say, in 2011-2021, its CO₂ emission fell to 2.7 billion tonnes, or by 18%.

Ukraine follows this trend even more dynamically. Over the same period it reduced greenhouse gas emission (in power engineering) to 167.9 million tonnes, or by 44%. Ukraine's share in the global greenhouse gas emission makes only 0.5%. However, such good indicators were mainly achieved thanks to the reduction of industrial production¹⁵.

After Joe Biden came to the White House in 2021, the US climate policy saw fundamental change. While the previous president Donald Trump initiated his country's withdrawal from the Paris Climate Agreement, a decree of the US rejoining it was among the first issued by the new president. The US Democratic Party traditionally stands for the «green course», so, Joe Biden's programme Clean Energy Revolution is no less ambitious than the European Green Deal and also provides for zero emission of carbon dioxide by 2050 – first of all, thanks to the encouragement of investments in RES.

China and India, being the biggest producers of greenhouse gas in the recent decades, have developed their own programmes of energy transition to a carbon-neutral economy. Say, on the eve of the COP26 summit held in Glasgow in November 2021, China released a strategic document – the Working Guidance. It set the key goals and measures of the Chinese climate policy in the long run and provides that the country may fully do without greenhouse gas emission by 2060 by raising the RES share in the consumption structure to 80% and reducing the GDP energy intensity thanks to introduction of energy-efficient technologies in industry¹⁶.

As for India, it, proceeding from its climatic conditions, opted for construction of solar power plants that will replace coal generation, currently accounting for 70%, by 2040. India's Minister of State for Renewable Energy *Bhagwanth Khuba* called upon the investors to boost their investments in RES. According to his words, India is implementing green energy projects totalling \$197 billion¹⁷.

¹⁵ Ibid.

¹⁶ Як відбуватиметься «зелений» перехід Китаю – Асоціація україно-китайського співробітництва, 14 грудня 2021, <https://aucc.org.ua/jak-vidbuvatimetsja-zelenij-perehid-kitaju/>.

¹⁷ Source: Solar Energy Association of Ukraine, 15.08.2022 – <https://www.facebook.com/aseuofficial/>.



As we see, there are grounds to predict that in the long run the biggest countries of the world will seriously compete with the EU in the fight for leadership in decarbonisation. This will also mean growing competition for investments in the field of advanced technologies, releasing the atmosphere from hazardous waste.

The key lines of the global process of decarbonisation remain energy conservation and energy efficiency in the use of resources, development of solar and wind power engineering, bio fuel, green and blue hydrogen, growth of balancing capacities, energy accumulation and carbon catching and storage systems. Meanwhile, in connection with the rapid growth of investments of the world biggest economies in the RES sector, this factor may influence the prices of the relevant equipment, primarily, solar panels and wind turbines.

Since the solar energy, as the main driver of RES development in the world, is a low-efficient and unstable kind of energy with the average efficiency not exceeding 20%, it requires vast areas for equipment placing in the conditions of the permanently growing deficit of farming land. Hence, it looks unlikely that solar energy and other RES can replace fossil fuel by 100% even in the long run. A more realistic scenario to achieve climatic goals may be to use the global power engineering model combining RES development and safe innovative nuclear technologies. This, in particular, refers to small modular reactors (SMR) and fast neutron reactors.

At the same time it should be noted that in case of even the optimistic scenario of decarbonisation through the development of RES and application of advanced energy-saving and nuclear technologies, the task of keeping global warming within 1.5-2°C will be hard to achieve without the change of the economic paradigm – transition from permanent promotion of consumption of goods and services to the management of demand.

INFLUENCE OF THE RUSSIAN AGGRESSION ON THE EU ENERGY POLICY

In the 1st quarter of 2022 the world entered an energy crisis unprecedented since 1972 that may even surpass the consequences of the 50-years-old emergency situation caused by the escalation of the Arab-Israeli military conflict. This time, the main reason for the rapid growth of

prices of energy resources was presented by the unprovoked large-scale war of the Russian Federation against Ukraine, the biggest in Europe since World War II in terms of the human toll and infrastructure destroyed by the invaders.

After the beginning of this aggression, the use of the energy weapon by the Kremlin against the EU countries became evident for all and fully refuted the traditional past assertions of many politicians claiming that purchase of Russian natural gas was only business and did not threaten European security in any way. In the second half of 2021 Gazprom stopped spot gas sales and limited pumping to the European underground storage facilities, which, together with the factor of high demand for energy in Asia and Pacific, led to record-high prices in Europe – over €2,500 per thousand m³. The issue of gaining independence from the Russian energy resources is on the agenda now. However, it will be extremely difficult to do, since the EU dependence on the Russian gas was steadily growing in the past 20 years and reached 43% in 2021¹⁸.

This primarily refers to Germany, being the driver of the above-mentioned risky energy policy, with the construction of Baltic gas pipelines Nord Stream 1 and Nord Stream 2, along with hasty closedown of NPPs and coal mines. Another serious negative factor that added to Germany's dependence on Gazprom was presented by the absence, until recently, of LNG terminals in that country. Due to critical dependence of the EU on the Russian gas it was not sanctioned because of the Russian aggression, but its share in the energy balance of the European Union by 2027 is to be minimised at the expense of construction of new LNG terminals, energy conservation measures and investments in the RES sector.

The share of Russian oil and petroleum products in the EU imports is much smaller than of gas and makes close to 30%, while the logistic capabilities for diversification are much better. Pursuant to the provisions of the 6th sanctions package, as soon as in December, 2022, deliveries of oil from Russia will be stopped, in March, the same will happen to petroleum products. From the 1st of August, the EU countries completely stopped buying Russian coal under the 5th sanctions package: it also played an

¹⁸ Залежність від російського газу: Європа в лещатах «Газпрому» – DW, 09.02.2022, <https://www.dw.com/uk/yevropa-u-leshchatakh-hazpromu-a-60699928/a-60699928>.



important role in their energy supply with the 45% share in the consumption structure¹⁹.

The strong response to the Russian army's invasion to Ukraine included not only application of sanctions but also the EU Plan of Action – RPowerEU, called to reduce consumption of Russian gas worth €300 billion. In particular, it provides for the reduction in consumption of the Russian gas in the near future from 155 BCM in 2021 to 100 BCM in 2023 and complete termination of its procurement in 2027 due to replacement, thanks to:

- ✓ construction of new LNG terminals and diversification of deliveries;
- ✓ electrification of the industrial sector and households;
- ✓ enhancement of energy efficiency;
- ✓ extension of operation of nuclear units and coal TPPs.

Inclusion of natural gas and nuclear energy in the «green» taxonomy²⁰ by the European Union, as well as re-commissioning of coal TPPs should be seen as necessary but temporary measures for energy market stabilisation to overcome the critical dependence on the Russian energy resources. Despite the above, the EU goal of achievement of carbon neutrality by 2050 remains unchanged. The same goal is pursued by the plan of the increase of the RES share in the consumption structure under the European Commission Climatic Program Fit for 55 from 40% to 45%. Very ambitious plans of the energy efficiency target rising from 9% to 13% and production and imports of 20 million tonnes of hydrogen before 2030 also deserve mention. Additionally, an increase in biomethane production to 35 BCM in 2030 presents an important element of achievement of the European Green Deal goals²¹.

¹⁹ Ананьева О., Хмарна О. – Спонсори війни: хто в ЄС підтримує, а хто блокує заборону нафти й газу з РФ, Європейська правда, 20.04.2022, <https://www.eurointegration.com.ua/articles/2022/04/20/7138073/>.

²⁰ «Зелена» таксономія – визначення науково-дослідницьким шляхом видів генерації енергії, що є сприятливими до виконання програми European Green Deal.

²¹ REPowerEU: A plan of rapid reduction of dependence on Russian fossil fuel and prompt «green transition» – An official website of the European Union, 18.05.2022, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/uk/IP_22_3131.

In fact, the Russian aggression against Ukraine and the Kremlin's energy blackmail provided strong incentives for sooner decarbonisation in Europe, which, in addition to the climate goals, also presents a safeguard against the Russian expansionism on the continent. However, despite even the need of temporary resumption of operation of coal TPPs to pass the hard period of replacement of Russian hydrocarbons, the goal has been set to reduce greenhouse gas emission by 55% before 2030, compared to 1990, thanks to additional funding and economic incentives for the European Green Deal implementation.

PROSPECTS OF IMPLEMENTATION OF NDC2 GOALS BY UKRAINE IN THE POST-WAR PERIOD

The Ukrainian energy structure will never be as it was before the start of the Russian full-scale war against the Ukrainian state and the Ukrainian people. The main goals of the occupiers include destruction and seizure of Ukraine's energy infrastructure. Say, according to the Deputy Minister for Communities and Territories Development of Ukraine *Nataliya Khotsianivska*, as of July 27, 2022, as a result of the Russian armed aggression, 352 critical heat-supply infrastructure facilities were hit in Ukraine, specifically: 343 boiler houses (331 damaged and 12 ruined) and 8 CHPPs (4 ruined and 4 damaged), and 1 TPP was damaged²². Nearly 50% of all thermal generation capacities were ruined, occupied or appeared in the area of hostilities.

The seizure by Russian units of Europe's biggest Zaporizhia Nuclear Power Plant, comprising six nuclear units with the total capacity of 6GW on the 4th of February, 2022, became a huge loss for the Ukrainian energy sector. It was the first case in the history of mankind that a nuclear power plant of a sovereign state is seized by military force and turned into a military base. Furthermore, 90% of all wind power plants and 30% of solar power plants were ruined or occupied²³. The loss of huge energy capacities as a result of the war posed the greatest threat for the energy supply for

²² Source: Міністерство розвитку громад і територій України, 27.07.2022 – <https://www.minregion.gov.ua/press/news/oleksij-chernyshov-bilshe-polovyny-infrastruktury-pidgotovano-do-opalyvalnogo-sezonu/>.

²³ Invaders ruined or occupied 90% of wind power plants – Ukrinform, 04.07.2022, <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3521967-zagarniki-zrujnuvali-abo-okupuvali-90-vitrovih-elektrostantsij.html>.



the Ukrainian economy and citizens in the 2022-2023 heating season since the end of World War II.

Although the absolute majority of Ukrainians believe in liberation of all the occupied territories from the Russian invaders, many energy infrastructure facilities will never be restored, as it will be economically unreasonable. This primarily refers to the obsolete coal generation producing the greatest quantities of pollutants, which should be replaced with RES generation, being a key line of the NDC2 implementation. The energy infrastructure ruined by the war not only created a huge challenge for Ukraine's energy sector but also opened a window of opportunities for creating a new energy profile with an emphasis on accelerated development of the RES sector.

In the light of the global trends of transition to a carbon-free economy it becomes crystal clear that Ukraine will be able to ensure competitiveness of its industrial products and achieve decarbonisation and sustainable development goals solely thanks to the increase in the RES share in the consumption structure and reduction of the GDP energy intensity through introduction of advanced technologies.

One of the first Ukrainian strategic documents that marked the fundamental change of the energy development vector from fossil fuels to RES was the Energy Strategy through 2035, approved by the Government Resolution in 2017²⁴. It was the first document among many previous energy strategies and programmes that listed the task of decarbonisation through coal replacement with RES generation among the priorities of the state energy policy.

For the first time, a concrete goal was set – to radically reduce coal consumption: from 38.3 million tonnes of oil equivalent in 2010 to 12 million tonnes of oil equivalent in 2035, or more than three-fold. By contrast to the energy strategies of some EU countries, the Energy Strategy of Ukraine has an advantage. It lies primarily in self-reliance in the period of transition to a carbon-free economy for reduction of dependence on deliveries of Russian energy resources. That said, the plans to raise the share of RES in the consumption structure may be ambitious but they rest on real capabilities of the economy and security risks.

²⁴ Approved by the CMU Resolution dated 18 August, 2018, No, 605p.

So, after the beginning of the Russian aggression in February 2022, Ukraine became the first European country that rather painlessly gave them up by 100%, which neutralised the Russian energy weapon and deprived Russia of a powerful tool of influence. The large-scale energy war unleashed by Russia in Europe shows that the relatively moderate strategy of the RES share increase in the consumption structure chosen by Ukraine, which does not require an increase in the balancing capacities at the expense of gas generation, proved correct.

Approval of NDC2 by the CMU on July 30, 2021, pursuant to the Paris Climate Agreement let Ukraine meet its key international climatic commitment on the eve of the climatic summit of COP26 in Glasgow. Pursuant to the approved NDC2, Ukraine undertook to reduce greenhouse gas emission by 65% compared to 1990, which set an important target of climatic neutrality for it by 2060. It is not only to reduce carbon dioxide (CO₂), but also to cut emissions of methane CH₄, nitrous oxide N₂O, hydrofluorocarbon (HFC), perfluorocarbon (PFC), sulphur hexafluoride (SF₆) and nitrogen trifluoride (NF₃)²⁵. The approved NDC2 substantiates target-setting, in particular, on the basis of the Modelling Report (Report 3) involving the Institute of Economics and Forecasting of the National Academy of Sciences of Ukraine with support from the EBRD and the Swedish Government²⁶.

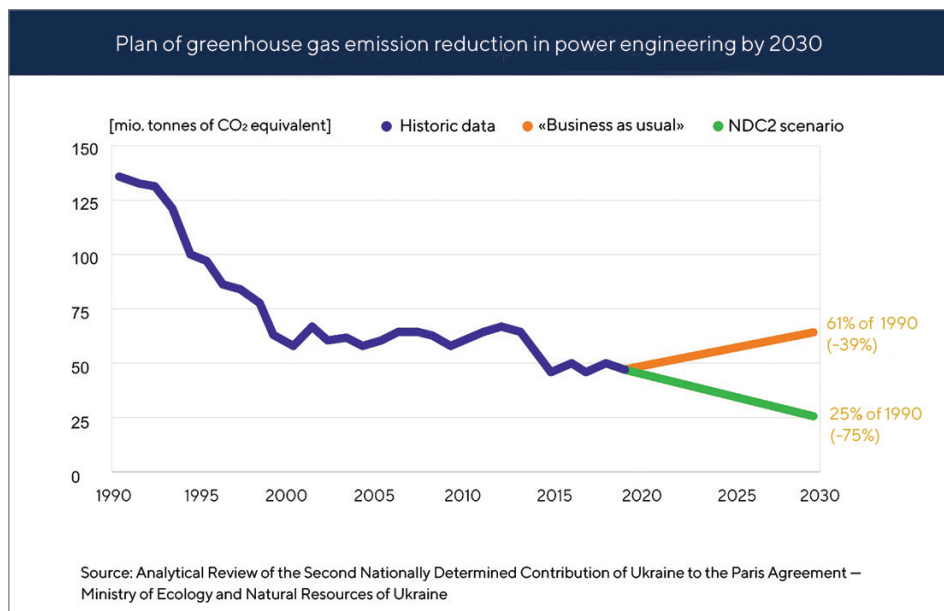
Pursuant to the provisions of the Analytical Review of NDC2 that named Ukraine's energy sector as the key branch for achievement of climate goals, it must reduce greenhouse gas emission by 2030 to 68.1 million tonnes, or by 26%, compared to 2019, and by 75%, compared to 1990 (Diagram «*Plan of greenhouse gas emission reduction in power engineering by 2030*»). These indicators are expected to be achieved at the expense of production growth in the RES sector (including HPPs and PSPPs) from 18.4 to 60 billion kWh, or more than three-fold, which will make it possible to raise the share of RES in primary energy supply to 30%²⁷.

²⁵ Яценю О. — Кабмін затвердив оновлений НВВ2: мета 35% викидів — Екополітика, 30.07.2022, <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/uryad-zatverdiv-onovlenij-nvv2-ukraini-do-parizkoi-ugodi/>.

²⁶ Source: Ministry of Ecology and Natural Resources — <https://mepr.gov.ua>.

²⁷ Analytical Review of the Second Nationally Determined Contribution of Ukraine to the Paris Agreement — Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, July 2021, <https://mepr.gov.ua/>.

This document formed the basis for NDC2 drafting and approval.



A significant effect from emission reduction is to be achieved through modernisation or decommissioning of the majority of coal units under the National Plan of Emission Reduction at Large Combustion Plants. Razumkov Centre has developed an option of emission reduction at large combustion plants in line with the norms of the Directive 2010/75/EC, presuming the energy sector transition from fossil fuels to RES²⁸. According to the Razumkov Centre expert proposals, decommissioning of the bulk of thermal generation capacities and their replacement with RES generation present a more efficient way of meeting the tasks of the National Plan than reconstruction and modernisation of obsolete TPPs that ran out of their planned operation life.

In case of implementation of this proposal, it will be enough to upgrade 5 GW of TPP capacities instead of over 15 GW envisaged by the National Plan, which will save up to €4.5 billion. Saved funds should be spent on construction of new RES capacities and energy accumulation systems at decommissioned TPP sites. Till 2030 coal TPPs should be used mainly as balancing capacities.

²⁸ Омельченко В., Чекунова С., Білявський М. – Енергетика України: виклики та ініціативи – Центр Разумкова, Київ-2020, https://razumkov.org.ua/uploads/article/2020_energy_initiatives.pdf.

Instead, industry is to raise CO₂ emission by 89 million tonnes, or 16%, by 2030, which seems rather unreasonable, since the basic branches (metallurgy, engineering, chemical industry) may seriously reduce emission with the introduction of advanced energy-saving technologies and greater use of green energy. NDC2 forecast of electricity consumption growth till 2030 – to 190 billion kWh/year, or 30%, compared to 2020²⁹ – also looks unreasonable. Ukraine with its worst GDP energy intensity indicator in Europe should pay priority attention to this problem and try to ensure economic growth with a steady energy consumption figure rather than its increase.

The total requirement of capital investments for NDC2 tasks is close to €102 billion³⁰ (Table «*Investments required to achieve NDC2 goals by 2030*») In that, Ukraine can provide not more than 30%, the rest 70% of investments will be taken from external sources (donor assistance, credit resources of banks, investments of the private business).

INVESTMENTS REQUIRED TO ACHIEVE NDC2 GOALS BY 2030	
(*sectors will require additional calculations due to changing ambitions of greenhouse gas emission)	
Sector	Capital investments, € billion
Total	102
1+2. Power engineering + Industrial processes	93
Agriculture	2
Production of energy and heat	26*
Industry	37*
Buildings* (without consumer expenses)	16
Heating	16
Including thermal insulation of buildings	13
Extraction and transportation of energy resources	8
Transport (without consumer expenses)	3*
Private cars	3
3. Agriculture	2.3*
4. Land use, changes in land use and forestry	3
5. Waste	2

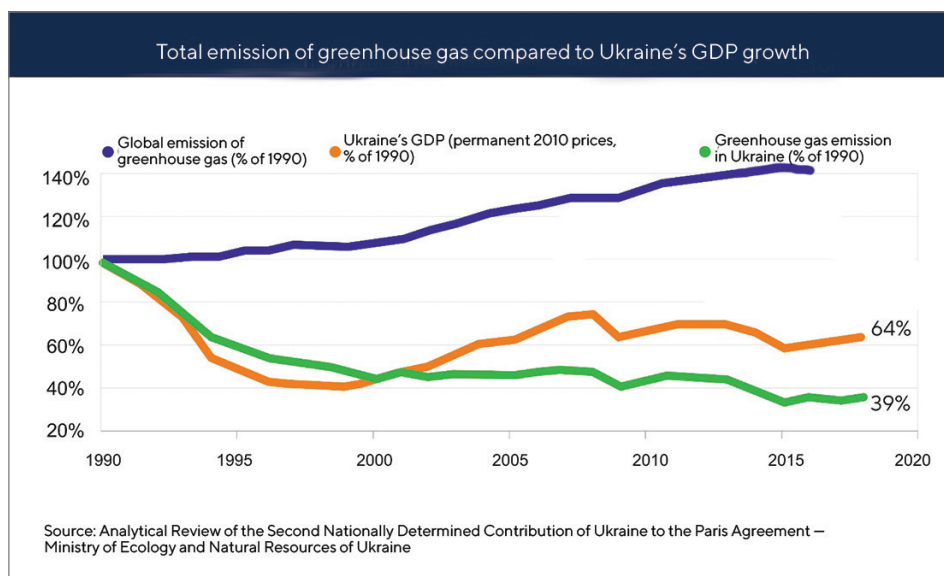
Source: Analytical Review of the Second Nationally Determined Contribution of Ukraine to the Paris Agreement – Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine.

²⁹ See: *ibid.*

³⁰ Updated nationally determined contribution of Ukraine to the Paris Agreement (NDC2) – CMU Resolution dated 30 July 2021 No. 868-p. Text of NDC2: <https://ua-energy.org/uk/posts/ukraina-podala-onovlenyi-natsionalno-vyznachenyi-vnesok>.



Ukraine is among the world leaders in decarbonisation by the reduction of greenhouse gas emission. In 1990-2019 it managed to reduce such emission by 62.4% (Diagram «*Total emission of greenhouse gas compared to Ukraine's GDP growth*»³¹). Noteworthy, such an achievement is somewhat compromised by the fact that it took place not at the expense of reduction of energy intensity of production and development of green energy but in the result of structural changes in the economy – in the period of transition from the Soviet planned system to the market economy, the share of industrial production in the country's GDP fell several-fold.



Meanwhile, in 2017-2021 a more positive trend began to appear – reduction of CO₂ emission thanks to rapid construction of solar and wind power plants, implementation of numerous bio energy projects, as well as gradual introduction of energy-efficient technologies. Unfortunately, such optimistic dynamics were abruptly broken by the war. The RES sector appeared on the brink of bankruptcy due to ruination or occupation of power plants. A deep economic crisis in the country only enhances uncertainty about the prospects of green energy, but the RES sector will

³¹ Analytical Review of the Second Nationally Determined Contribution of Ukraine to the Paris Agreement – Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, July 2021, <https://mepr.gov.ua/>.

surely be the most attractive for investments in the period of post-war reconstruction. Ukraine's accession to the initiative of refusal from coal by 2035 at the COP 26 summit in Glasgow makes the task of growth of investments in green energy even more topical.

The Ukrainian economy ranks among the least energy-efficient economies in Europe, which substantially hinders its fulfilment of the climatic goals. However, in the period of 2010-2019 the solution of this problem saw some positive shifts – the GDP energy intensity fell from 0.368 to 0.249 tonnes of oil equivalent/\$1000. It took place, in particular, thanks to implementation of state programmes of energy efficiency and the increase in the share of electricity in the consumption structure from 15.6 to 20.3%. In this connection one should mention the State target economic programme of energy efficiency and development of production of energy resources from renewable energy sources and alternative fuels for 2010-2021 (Programme of «Warm Credits»), local programmes of co-funding of energy efficiency measures and the Energy Efficiency Fund.³²

Despite such notable progress, the domain of energy efficiency substantially lagged behind the targets of RES development set by the Energy Strategy of Ukraine in the 5 recent years. Say, while the RES share in energy consumption reached the indicative target of 11% in 2020, the GDP energy intensity exceeds said parameter of 0.20 tonnes of oil equivalent/\$1000 by 25%. The planned reduction of the GDP energy intensity almost 2-fold by 2035 should be viewed as a key task of Ukraine's energy policy of fight with the climate change.

Growing ambitions of decarbonisation. Given the colossal potential of Ukraine to raise the energy efficiency of its economy and develop RES generation, there are grounds to assume that reduction of CO₂ emission by 65% in 2030 compared to 1990, or by just 2.6% compared to 2019, is not a sufficiently ambitious goal. Thanks to the revision of the clearly understated indicative target of greenhouse gas emission in industry and replacement of coal TPPs with solar and wind power plants, together with generation based on bio fuel, it is feasible to achieve the general reduction

³² Ibid.



of CO₂ emission in the country by 70%, compared to 1990, and to reduce financial costs of NDC2 implementation by 15–20%³³.

The Russian military aggression in Ukraine resulted in destruction, serious damage or temporary occupation of many industrial enterprises that were big producers of greenhouse gas and at the same time, made the backbone of the national economy. They include metallurgical giants Ilyich Iron and Steel Works and Azovstal in Mariupol (used to produce more than 40% of metal in the country), Siverodonetsk Chemical Factory Azot, Kremenchuk and Lysychansk oil refineries and many others. Kryvyi Rih TPP, Kurakhovo TPP, Zmiivska TPP, Slovyansk TPP appeared in the area of hostilities. Arcelor Mittal Kryvyi Rih metal works substantially reduced production due to the blockade of Ukrainian ports and the martial law. Last June, the Nikopol and Zaporizhia Ferroalloy Plants worked at 20% of their capacity. According to expert estimates, metallurgical enterprises will produce 6.5 to 7 million tonnes of steel this year, reducing production more than three-fold compared to 2021³⁴.

On the occupied territories there are also 4 big partially operational coal power stations – Zaporizhia TPP, Kakhovka HPP, Vuhlehirsk TPP, Luhansk TPP, and the biggest nuclear power plant, Zaporizhia NPP. Due to the military aggression, Ukraine had lost nearly 20 GW of traditional generating capacities by August 20, another 8 GW are in the area of hostilities and cannot operate in a normal mode³⁵. So, today, up to 50% of all heat and nuclear generating capacities in the country have been lost or endangered.

Due to the Russian aggression, Ukraine has lost colossal production capacities in industry and power engineering that were created for decades, and substantially reduced production at operational enterprises. These

³³ Омельченко В. – Проект Другого Національного визначеного внеску України (HBB2): чи можливо досягнути більш амбітних цілей за менших витрат? – Центр Разумкова, 16.04.2021, <https://razumkov.org.ua/statti/proekt-drugogo-natsionalnogo-vyznachenogo-vnesku-ukrainy-nvv2-chy-mozhlyvo-dosiagnuty-bilsh-ambitnykh-tsilei-za-menshykh-vytrat>.

³⁴ На межі існування: як війна змінює український промисловий сектор – УНІАН, 03.08.2022, <https://www.unian.ua/economics/other/viyna-proti-rosiji-yak-viyna-zminyuye-ukrajinskiy-promisloviy-sektor-ostanni-novini-11928213.html>.

³⁵ Source: Forbes – <https://forbes.ua/news/z-24-lyutogo-rosiya-okupuvala-pyat-velikikh-elektrostantsiy-shche-chotiri-blizki-do-frontu-infografika-forbes-11082022-7636>.

facts let us predict that formally, Ukraine will substantially outstrip the target of decarbonisation for 2030 under NDC2 this year.

That is, CO₂ emission by economic actors under such tragic circumstances and ruination of the basic branches of the economy will fall by more than 70% in 2022, compared to 1990. This cannot be seen as an undoubtedly good result due to the loss of production capacities and ruination of the economic basis of the state. However, successful implementation of the plan of recovery of the Ukrainian economy in the post-war period with a view of innovative development can ensure rapid GDP growth without an increase in greenhouse gas emission. This is a weighty argument for the Ukrainian government to set a more ambitious and at the same time achievable goal of NDC2 implementation.

CONCLUSIONS

Despite the ambitious goals of the Paris Climate Agreement, the threat of the global temperature growth in excess of 2°C remains real due to the existing economic paradigm of constant promotion of consumption of goods and services and the insufficient pace of introduction of energy-saving technologies and RES development in many countries. Insufficiently ambitious programmes of carbon dioxide reduction also hinder the fight with climate change. Fossil fuels even now make the lion's share in the consumption structure (83%).

The Russian aggression against Ukraine and the Kremlin's energy blackmail against the EU countries create additional incentives to replace Russian energy resources with green generation, being the main strategic factor of parting with the hydrocarbon dependence on Russia. The European Union plans to get rid of its dependence on Russian energy as soon as by 2024, and to have a carbon-free economy by 2050.

Ukraine is among the world leaders by the reduction of greenhouse gases. In 1990–2019 their emission fell by 62.4%, mainly thanks to degradation of industrial production. Now, the issue of a steady decrease in CO₂ emission with the development of RES and advanced energy-efficient technologies is on the agenda. The Russian military aggression inflicted such irreparable harm to the energy infrastructure that a new profile of the entire energy sector should be formed.



The problem of energy transition to a carbon-neutral economy becomes a priority for Ukraine, since it is the only practical option to ensure the competitiveness of the country and its civilisational development. Decarbonisation is the best economic mechanism of Ukraine's gradual accession to the common political and economic space of the EU and achievement of sustainable development goals set by the provisions of the UN Resolution dated 25 September 2015. Currently, there are all grounds for Ukraine to set a more ambitious goal of reducing CO₂ emission by 2030 on a new technological basis, other than provided in the approved version of NDC2 – from 65 to 70%, compared to 1990. This will let it stay among the European leaders of transition to a carbon-free economy.

For the industrial sector, the NDC2 indicative target of greenhouse gas emission increase by 16% should be replaced with its reduction by 10% thanks to investments in modernisation of the metallurgy, chemical industry and machine building with the introduction of energy-efficient and carbon-neutral technologies. Meanwhile, it makes sense to review the forecast of electricity consumption growth by 2030 from 30% to 10%, compared to 2020, since economic growth will take place on the basis of reduction of the GDP energy intensity, as provided in the Energy Strategy of Ukraine – from 0.28 in 2015 to 0.15 in 2030 tonnes of oil equivalent/\$1000.

In course of implementation of the Directive 2010/75/EC and the Agreement of Association between Ukraine and the EU, a new version of the National Plan of Emission Reduction at Large Combustion Plants should be proposed. It should provide for the reduction of expenditures from EUR 4.2 billion to EUR 1.3 billion at the expense of optimisation of the United Energy System operation with replacement of coal TPPs with RES generation. Instead of expenditures on modernisation or construction of new TPP units with the aggregate capacity of over 15GW it will be enough to upgrade units with the total capacity of 5 GW.

The system of fundraising should be improved with the establishment of the Ukrainian «climate fund» («energy transition fund») – a separate legal entity empowered to raise international funds and approve programmes encouraging domestic enterprises to modernise decarbonisation of their facilities. For better coordination of implementation of the state policy in the field of decarbonisation, the idea of the climate governance architecture also deserves attention.

RECOMMENDATIONS:

1. Achievement of climatic goals

Ukraine should set a more ambitious goal of reducing CO₂ emission before 2030 on a different technological basis than provided in the approved version of NDC2 – from 65 to 70%, compared to 1990. This will let it stay among the European leaders in terms of transition to a coal-free economy.

The NDC2 forecast of electricity consumption growth by 2030 should be reviewed from 30% to 10%, compared to 2020, since economic growth will take place on the basis of reduction of the GDP energy intensity, as provided in Ukraine's Energy Strategy – from 0.28 tonnes of oil equivalent per \$1000 in 2015 to 0.15 in 2030.

In course of implementation of the Directive 2010/75/EC and the Agreement of Association between Ukraine and the EU, it makes sense to propose a new wording of the National Plan of Emission Reduction at Large Combustion Plants, providing for the decrease in expenditures from €4.2 billion to €1.3 billion through optimisation of the united energy system work with replacement of coal-powered TPPs with RES generation. Instead of investments in modernisation and construction of new TPP units with the aggregate capacity exceeding 15 GW, it will be enough to upgrade units with the aggregate capacity of 5 GW.

To provide for an increase in the tax on carbon emission to cover all sectors of the economy, which will make it possible to avoid payment for adjustment of carbon emission at the border during exports to the EU. To introduce a system of trade in greenhouse gas emission quotas in the country after the European model of the Emission Trade System (EU ETS). To enhance cooperation and coordination with all concerned parties for transition to low-carbon energy, as well as for obtaining a strong negotiating position for mitigation of the effects of the Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM).

To attain decarbonisation goals, a comprehensive approach is necessary, encompassing taxation of carbon, advanced technologies, better regulation of the energy market, as well as a workable recovery plan with an efficient investment programme, creation of preconditions for green modernisation.



To set up a Ukrainian «climatic fund» (a separate legal entity) to raise international funds and to approve programmes of encouragement of domestic enterprises to modernise decarbonisation at their facilities. To improve coordination of implementation of the state policy in the field of decarbonisation, to form the climate governance architecture.

2. Perfection of the existing electricity market model

To continue electricity market reforms, to remove cross-subsidies in electricity rates and to take measure that will guarantee full payment for electricity. Despite obligatory administrative regulation during martial law, to rule out the return to the previous pool market model.

Price caps should be gradually lifted, in order to rule out hindering of market processes, encourage participation in all market segments and promote competition. To provide an efficient system of (monetary) subsidies, targeting «unprotected» consumers. Regulation is to ensure market competition, free choice of suppliers, non-discrimination and transparency of market operations.

To provide for further implementation of the principles and standards of the European legislation with a view of future obligations of the EU membership in cooperation with the European partners. The priority tasks include full implementation of the principles and approaches set out in the Regulation on Wholesale Energy Market Integrity and Transparency (REMIT) with the purpose of creating transparent and clear-cut conditions for market operation and complete market coupling after integration with the European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E).

To organise trade in electricity with the EU in line with the EU rules at transparent competitive auctions in order to provide for the enhancement of Ukraine's competitiveness in the EU: technological – an increase in the physical capacity of interconnectors, and commercial – development of business practices of international trade at the EU markets.

3. RES development and a new energy profile

A new energy profile of Ukraine in the post-war period should be formed on the basis of:

- ✓ replacement of coal-powered TPPs with RES generation;
- ✓ an increase in highly manoeuvrable capacities of TPPs, HPPs and PSPPs;
- ✓ development of energy accumulation systems;
- ✓ gradual replacement of the existing nuclear units of NPPs with small modular reactors (SMR);
- ✓ replacement of imported gas with domestically produced;
- ✓ decentralisation of power and heat supply systems, in particular, by raising investments in the bioenergy sector;
- ✓ an increase in electricity exports thanks to synchronisation of Ukraine's United Energy System with the ENTSO-E networks;
- ✓ creation of a new branch of the economy — hydrogen power engineering.

Ukraine has all preconditions to substantially raise the share of RES in the national energy mix above the 25% planned in Ukraine's Energy Strategy through 2035. The Ukrainian energy sector can become fully carbon-neutral before 2050. For achievement of more ambitious goals, Ukraine will have to meet a number of conditions that will encourage investments in the sector and development of RES capacities. They include:

- ✓ repayment of the existing debts to RES producers;
- ✓ change of the market model and introduction of the market of auxiliary services;
- ✓ refusal from cross subsidies;
- ✓ introduction of a system of support for small-scale distributed generation net billing



- ✓ introduction of a system of guarantee of origin, which will make it possible to boost electricity exports to the European Union countries.

It is proposed to reduce imports with a simultaneous increase in production and exports in the new primary energy supply structure. Therefore, the total dependence on imports in the primary energy supply structure in 2030 will not exceed 8%, compared to 36% in 2020. Imports will be substituted through the increase in the share of RES, reduction of the GDP energy intensity to 0.15–0.18 tonnes of oil equivalent per \$1000 of the GDP, or by 25% compared to 2015, and achievement of 100% self-reliance on domestic natural gas.

On the condition of a fundamental perfection of the electricity market model and substantial improvement of the investment climate, the 2030 electricity consumption structure will be dominated by nuclear energy (50%) and RES (30%), the share of TPPs/CHPPs will drop substantially – to 12%, while the share of HPPs and PSPPs will somewhat rise – to 8%. That is, the total share of clean energy in the structure of consumption will make 88%.

Factors important for creation of a new energy profile of Ukraine should include removal of limitations on power output at generating enterprises, as well as introduction of the concept of smart grids, smart metering, and creation of a reliable infrastructure of electrical transport, especially municipal. The criterion of successful post-war modernisation of Ukraine's energy system should be presented by the reduction of losses in power grids from 14% to 7%.

4. Hydrogen power engineering

Short-term measures (2023-2024)

To create a project office for introduction of hydrogen technologies at the CMU that will coordinate activities aimed at the development and implementation of the hydrogen strategy.

To work out a strategic plan of the basis of the performed analytical research, in particular, with the assessment of the technical potential of hydrogen production and choice of optimal technologies. To prepare

scenarios of hydrogen power engineering development and to assess their economic efficiency.

To work out national standards harmonised with international and European standards for systems and devices for hydrogen production, storage, transportation, metering and use.

Mid-term measures (2025-2029)

To provide for implementation of pilot projects. To create the industrial basis, business clusters and test ranges for study of the processes of hydrogen transportation, storage and production, including with the use of the gas transportation and gas distribution infrastructure, renewable energy facilities, oil refining, natural gas and coal extraction.

To study the environmental friendliness of different process schemes for hydrogen production, transportation and storage. To work out and test technologies and equipment for hydrogen production without carbonic gas emission; production of gas turbines powered by the methane-hydrogen mix; a pilot vehicle with fuel elements.

To vest the function of the hydrogen sector regulator in NERC, tasked to work out licensing conditions for enterprises engaged in safe business activity of hydrogen production, transportation, storage and consumption. To approve the system of certification of hydrogen mixes, in particular, decarbonised hydrogen.

To provide for implementation of the EU legislation in the field of free trans-border trade in hydrogen with the EU countries.

Long-term measures (2030-2035)

To provide for creation of the production potential for the hydrogen sector of Ukraine's economy. To redesign the gas transportation and gas distribution systems, to introduce industrial capacities for hydrogen production at alternative energy facilities, coal and gas extraction enterprises, nuclear power plants and other facilities.

To organise batch production and operation of sea rigs for hydrogen production. To introduce the concept of nuclear-hydrogen power engineering through the upgrading of nuclear capacities using small modular reactors.



To lay down the basis for: medium-batch production of vehicles powered by hydrogen fuel elements; modernisation of the fleet; reduction of self-cost of transportation; enhancement of environmental friendliness; creation of joint logistic hubs with rail and river transport.

To create nation-wide networks of fuel and service stations for hydrogen transport with centralised hydrogen supply capable of covering up to 10% of motor traffic, including 15% of passenger traffic.

To organise mass production of:

- ✓ modular electrolyzers that can provide the required productivity through unification of electrolytic cells;
- ✓ electrolyzers with an active gas-absorbing electrode;
- ✓ low-temperature hydrogen-oxygen fuel elements, as well as accumulator batteries using proton-conducting membranes and improved cathode and anode catalysts;
- ✓ gas cylinder equipment for motor vehicles and industrial hydrogen consumers.

