



Локалізація Green Tech в Україні: потенціал виробництва обладнання для ВДЕ та інтеграція у глобальні ланцюги створення вартості

Павел Білек, Їгіт Тахмісоглу,
Володимир Власюк, Сергій Поважнюк,
Ірина Романенко, Генрієтта Везер

Дослідження та консалтинг для підтримки економічного розвитку

Berlin Economics – це дослідницька компанія, що спеціалізується на наданні консультаційної підтримки урядовим структурам у питаннях економічної політики. У своїй роботі ми поєднуємо надійну методологію з практичними рішеннями для сприяння економічному розвитку.

BE Berlin Economics GmbH

Schillerstraße, 59

10627 Берлін

Тел: +49 30 20613464-0

Факс: +49 30 20613464-99

info@berlin-economics.com

Контактна особа

Павел Білек, заступник керівника напрямку енергетичної та кліматичної політики

bilek@berlin-economics.com

Подяки

Цей звіт підготовлено компаніями BE Berlin Economics GmbH та Ukrainian Industry Expertise (UEX). Автори висловлюють глибоку вдячність Ірині Ставчук та Оксані Алієвій з Європейського кліматичного фонду (ECF) за їхні поради та коментарі упродовж усієї роботи над звітом. Ми вдячні Роберту Кірхнеру, Гаррі Полушкіну та Марі-Еме Салопіаті за рецензування та коментарі, які допомогли покращити якість цього звіту. Ми також вдячні команді Sustainable Energy for All (SEforALL) за рецензування та цінні зауваження, що допомогли збагатити висновки, представлені у звіті. Відповідальність за будь-які помилки чи неточності несуть виключно автори.

Застереження

Цей звіт було підготовлено за підтримки Європейського кліматичного фонду. Відповідальність за інформацію та погляди, викладені у цьому звіті, покладається на авторів. Європейський кліматичний фонд не несе відповідальності за будь-яке використання інформації, що міститься в цьому звіті.



Резюме

Стрімке зниження вартості зелених технологій – сонячних фотоелектричних систем, вітрових турбін та літій-іонних акумуляторів – у поєднанні з нагальною потребою декарбонізувати глобальні енергетичні системи зумовлює безпрецедентний світовий попит на ці технології.

Для України це може стати стратегічною можливістю для розвитку власної виробничої бази зелених технологій. Існує три ключові аргументи на користь розвитку цих секторів в Україні:

- Зважаючи на потребу в масштабній відбудові енергетичної системи, налагодження місцевого виробництва сприятиме досягненню внутрішніх енергетичних цілей і водночас дозволить зберегти значну частину доданої вартості в Україні.
- Розвиток передового виробничого сектору може стати рушієм економічного зростання та суттєво посприяти відновленню економіки як у сьогоденні, так і в повоєнний період.
- Зростання конкурентоспроможності сприятиме подальшій інтеграції України в ланцюги вартості ЄС на її шляху до членства. Водночас експорт української продукції допоможе досягти кліматичних цілей Євросоюзу, посилить регіональну енергетичну безпеку та утвердить роль України як довгострокового стратегічного партнера.

Згідно з дослідженням, серед проаналізованих технологій найперспективнішим є налагодження в Україні вироб-

ництва у сегментах ланцюга вартості вітрових турбін. Український сектор виробництва вітрових турбін має потенціал бути конкурентоспроможним за вартістю відносно ЄС, особливо у виробництві башт та лопатей. Водночас виробництво гондол є дорожчим через залежність від імпорту та менш розвинену екосистему постачальників. Попри це, деякі компоненти вже виготовляють в Україні, а місцеве складання є економічно доцільним і може бути розширене.

У секторі сонячних фотоелектричних систем Україна навряд чи зможе конкурувати з Китаєм та Південно-Східною Азією лише за вартістю – так само, як і ЄС чи США. Проте існують можливості для відновлення складальних операцій та розширення виробництва допоміжного обладнання (наприклад, інверторів), що може принести значні вигоди. Хоча виробництво ключової сировини (листового скла, полікремнію) серйозно розглядається, його основна роль наразі полягає у забезпеченні інших галузей або стратегічному експорті до ЄС, а не в підтримці стагнуючого вітчизняного сектору СЕС. У довгостроковій перспективі Україна може інтегруватися в європейський ланцюг вартості, якщо міркування енергетичної безпеки переважать над суто ціновою конкуренцією і стимулюватимуть розгортання виробництва СЕС у Європі. У цьому контексті міркування безпеки переважатимуть над розрахунками конкурентоздатності.

Щодо літій-іонних акумуляторів, Україні бракує досвіду у виробництві аку-

муляторних елементів, і перспективи цього сектору залишаються нечіткими. Проте наявні потужності зі складання імпортованих елементів можна розширити для задоволення внутрішнього попиту, зокрема з боку систем накопичення енергії та нових секторів, як-от оборонна промисловість. Наразі зарано говорити про те, яку роль відіграватиме український сектор видобутку критичної сировини у цих ланцюгах вартості.

З огляду на це, для стимулювання українського сектору виробництва зелених технологій потребуватимуться істотні зусилля. Насамперед, Україна має відродити свою промислову базу, використовуючи наявну інфраструктуру та розвиваючи галузеві зв'язки в ланцюгу вартості ВДЕ. Це передбачає зміцнення логістики, створення промислових парків зі стабільним доступом до чистої енергії та вивчення потенціалу перепрофілювання існуючих виробництв.

Водночас необхідно посилити національну стратегію щодо критичної сировини, визначивши шляхи створення доданої вартості всередині країни та позиціонуючи Україну як надійного довгострокового партнера для ринків ЄС та світу.

Ключову роль відіграватимуть механізми фінансової підтримки, зокрема через спеціальні схеми фінансування, що включають пільгові кредити, державні гарантії та державну підтримку. За по-

точних ринкових умов висока вартість капіталу нівелює структурні переваги України, роблячи великі інвестиції у виробництво нежиттєздатними. Тому пільгове фінансування – через гранти, гарантії або низьковідсоткові кредити – є критично важливим для покращення життєздатності проєктів.

Сприятливе ринкове середовище для зелених технологій зміцнять заходи з боку попиту: прискорене розгортання ВДЕ, подальша лібералізація ринку та запровадження корпоративних договорів купівлі-продажу електроенергії (PPA). У регуляторній сфері цілісна промислова політика та цілеспрямована програма залучення прямих іноземних інвестицій (ПІІ) створять чіткі рамки, необхідні для масштабних капіталовкладень. Ці кроки мають супроводжуватися потужною програмою розвитку людського капіталу, що включатиме цільові ініціативи з перекваліфікації та створення національної рамки сертифікації зелених навичок, забезпечуючи наявність робочої сили, готової до зеленого переходу. Нарешті, Україна повинна інвестувати в дослідження та розробки (НДДКР), підтримуючи державно-приватні партнерства та розбудовуючи інноваційні хаби для стимулювання вітчизняних зелених технологій. Такі комплексні зусилля не лише сприятимуть економічному відновленню, але й утвердять Україну як ключового гравця у європейському майбутньому відновлюваної енергетики.

Зміст

1. Вступ	6
2. Ширший глобальний контекст	8
2.1 Глобальний енергетичний перехід та зростання попиту на зелені технології	9
2.2 Виробництво зелених технологій та промислова політика	13
3. Стратегічне обґрунтування для налагодження виробництва технологій ВДЕ в Україні	15
3.1 Відбудова та енергетичний перехід як рушії внутрішнього попиту	16
3.2 Посилення інтеграції з європейськими ринками ВДЕ	18
3.3 Виробництво як рушій економічного зростання та відновлення	19
4. Промислове середовище України	20
4.1 Промислова база	21
4.2 Критична сировина	25
4.3 Доступ до фінансування	27
4.4 Робоча сила та навички	29
4.5 Дослідження, розробки та інновації	30
4.6 Політичне та регуляторне середовище	31
5. Аналіз технологій	34
5.1 Сонячні фотоелектричні системи	35
5.1.1 Огляд ланцюга вартості	35
5.1.2 Результати та аналіз	38
5.1.3 Економічні вигоди	44
5.1.4 Оцінка та додаткові міркування	47
5.1.5 Висновок та дорожня карта розвитку сектору	50
5.2 Вітрові турбін	51
5.2.1 Огляд ланцюга вартості	51
5.2.2 Результати та аналіз	54
5.2.3 Економічні вигоди	60
5.2.4 Оцінка та додаткові міркування	62
5.2.5 Висновок та дорожня карта розвитку сектору	64
5.3 Літій-іонні акумулятори	66
5.3.1 Огляд ланцюга вартості	66
5.3.2 Результати та аналіз	68
5.3.3 Економічні переваги	72
5.3.4 Оцінка та додаткові міркування	73
5.3.5 Висновки та дорожня карта розвитку сектору	75
6. Обговорення та наслідки для політики	77
7. Висновки	91
8. Посилання	95

1. Вступ

Глобальний енергетичний перехід від викопного палива зумовлює стрімке зростання попиту на різноманітні зелені технології.¹ Сонячні фотоелектричні системи (СЕС) та вітрові турбіни є двома найуспішнішими технологіями для декарбонізації енергетики, а стрімке зниження їхньої вартості зумовлює дедалі вищі темпи їх поширення. Застосування літій-іонних акумуляторів також значно розширилося за останні десятиліття: спочатку в побутовій електроніці, а згодом – дедалі більше в електромобільності та системах накопичення енергії. Оскільки попит на зелені технології в найближчі десятиліття лише зростатиме, посилюватиметься і тиск на виробників та постачальників, які мають забезпечити їх випуск у достатніх масштабах. Для країн, які вже є виробниками, цей підвищений попит означатиме розширення потужностей, але для багатьох інших це може створити «зелене вікно можливостей» для освоєння виробництва цих перодових технологій.²



Для України налагодження виробництва у ланцюгах вартості зелених технологій може створити низку значних економічних можливостей. Енергетичний сектор України став головною мішенню для Росії з початку її злочинного вторгнення у лютому 2022 року. Енергетична стратегія до 2050 року та Національний план з енергетики та клімату до 2030 року наголошують на важливості переходу до більш зеленої, децентралізованої енергосистеми. Ці документи передбачають значне зростання потужностей фотоелектричних СЕС, вітроелектростанцій та систем накопичення енергії.³ Значний внутрішній попит може стати важливою передумовою для налагодження місцевого виробництва. Водночас майбутній вступ України до Європейського Союзу відкриває доступ до значного експортного ринку, де виробництво та продаж українських технологій ВДЕ (а також торгівля енергією) могли б сприяти реалізації європейської програми декарбонізації. Виробничий сектор традиційно відігравав важливу роль в економіці України, і країна вже має певні високотехнологічні виробництва, зокрема в енергетиці. Таким чином, перезапуск виробничого сектору дасть потужний поштовх економіці: він сприятиме створенню робочих місць, зростанню зарплат, збільшенню експортних надходжень та стимулюватиме попит в інших галузях. Усе це є критично важливими рушіями економічного відновлення України.

Це дослідження, наскільки відомо авторам, є першою комплексною оцінкою потенціалу для налагодження в Україні виробництва у трьох ланцюгах вартості зелених технологій: сонячної енергетики (фотоелектричні системи), вітроенергетики та літій-іонних акумуляторів. Дослідження містить якісний та кількісний аналіз конкурентоспроможності трьох ланцюгів вартості, в якому потенціал України порівнюється з можливостями інших світових та регіональних виробників. У звіті також окреслено необхідні заходи підтримки та оцінено потенційний економічний вплив і внесок місцевого виробництва в розвиток України. Цей звіт покликаний стати першим кроком для залучення інтересу інвесторів у виробництво зелених технологій

в Україні. Він також пропонує дорожню карту політичних кроків, необхідних для залучення та стимулювання інвестицій у цю галузь.

Аналіз у цьому звіті ґрунтується на поєднанні кількісних та якісних методів. У межах дослідження було проведено первинний аналіз та збір даних, зокрема через напівструктуровані інтерв'ю з ключовими українськими й міжнародними виробниками, галузевими асоціаціями, розробниками проєктів, представниками влади та іншими зацікавленими сторонами. Дані про витрати для України отримано безпосередньо від місцевих виробників, а міжнародні порівняльні показники взято з галузевих публікацій та відкритих баз даних. Було також проведено комплексний огляд літератури та додаткові експертні інтерв'ю та думки. Це стало основою для багатьох припущень, на яких ґрунтується кількісний та якісний аналіз.

Звіт складається з шести основних розділів. Розділ 2 окреслює ширший глобальний контекст, зокрема зростання попиту на технології СЕС, вітрових турбін та літій-іонних акумуляторів, а також базово аналізує еволюцію виробничого ландшафту та роль промислової політики. У розділі 3 увага зосереджена на Україні та фундаментальному обґрунтуванні для налагодження місцевого виробництва технологій ВДЕ, його потенційних перевагах та можливостях. Розділ 4 присвячений оцінці стану українського високотехнологічного виробництва, з детальним аналізом ключових аспектів, важливих для розгортання виробництва зелених технологій. Розділ 5 містить короткий огляд ланцюгів вартості та представляє кількісний і якісний аналіз для трьох обраних технологій, включно з основними висновками щодо їхньої потенційної конкурентоспроможності в Україні. У розділі 6 результати аналізу обговорюються в ширшому контексті, з акцентом на необхідних політичних реформах для підвищення конкурентоспроможності цих галузей. На завершення, у розділі 7 подано загальні висновки та дорожню карту з необхідними політичними заходами.



2. Ширший глобальний контекст

Глобальний рух до декарбонізації зумовлює стрімке зростання попиту на технології відновлюваної енергетики, зокрема на сонячні фотоелектричні системи (СЕС), вітрові турбіни та літій-іонні акумулятори. Цей підвищений попит у поєднанні з ключовими економічними, стратегічними та геополітичними чинниками фундаментально змінює світовий ландшафт виробництва зелених технологій. Це створює потенційні можливості для виходу на ринок нових гравців та їхньої інтеграції у відповідні ланцюги вартості. У наступних підрозділах подано огляд ключових рушіїв попиту, що демонструє масштаб наявних можливостей, перш ніж представити загальний виробничий ландшафт.

2.1 Глобальний енергетичний перехід та зростання попиту на зелені технології

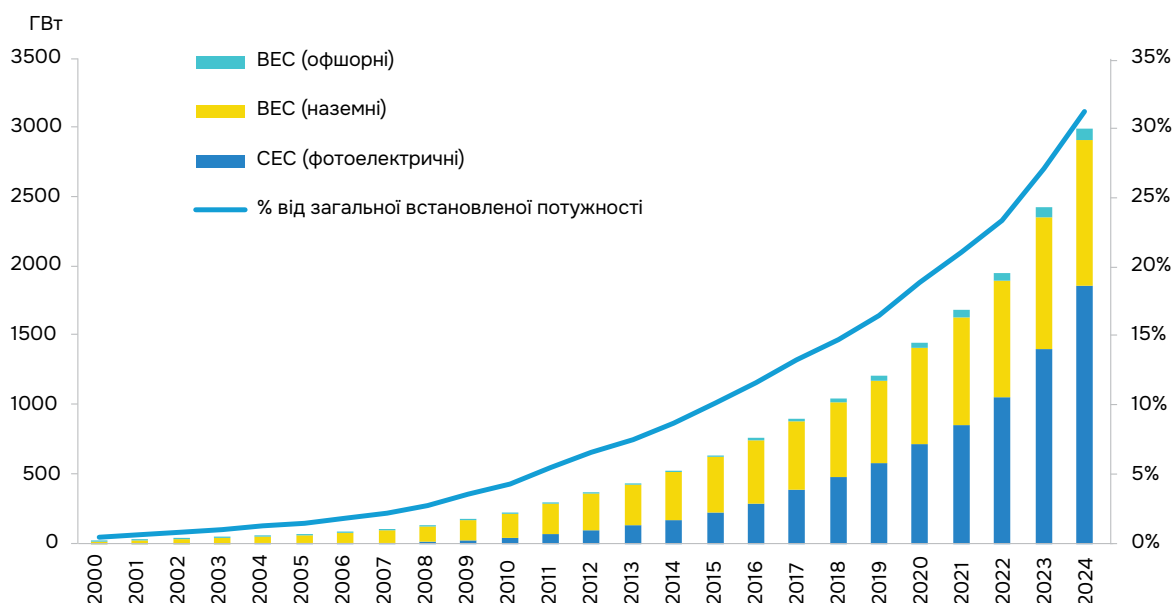
Прискорення глобального потепління та зміни клімату посилює тиск на країни, змушуючи їх якнайшвидше переходити від викопного палива до більш екологічних та сталих джерел енергії. Підписання Паризької угоди у 2015 році заклало для цього основу: було закріплено домовленість утримати підвищення середньої глобальної температури значно нижче 2°C від доіндустріального рівня, докладаючи водночас зусиль для обмеження цього зростання до 1,5°C.⁴

Особливо в секторах електроенергетики та транспорту технологічні інновації та зниження витрат зробили «зелені» рішення, здатні замінити застарілі активи на основі викопного палива, значно доступнішими. Однак для стимулювання енергетичного переходу та досягнення цілей чистого нульового викиду до середини століття необхідне значне нарощування потужностей відновлюваної енергетики, включаючи фотоелектричні СЕС, вітрову енергетику та акумуляторні системи накопичення енергії. У 2021 році на енергетику припадало

понад 75% усіх світових викидів парникових газів; із них майже 30% генерував сектор виробництва електроенергії та тепла. Ще 14% світових викидів припадало на транспортний сектор, що підкреслює нагальну потребу в швидкому поширенні електромобілів (які живляться від відновлюваної електроенергії) в усіх основних сегментах транспорту.⁵

Тим не менш, темпи впровадження технологій відновлюваної енергетики різко прискорилися за останні кілька десятиліть. Якщо у 2000 році загальна встановлена потужність фотоелектричних СЕС, а також наземних та офшорних вітрових електростанцій становила лише 0,5% від загальної потужності генерації електроенергії, то до кінця 2024 року цей показник зріс до 31,2%. Крім того, з 2017 року фотоелектричні СЕС та вітрова енергетика разом стабільно становлять понад 50% від загальної нововстановленої генеруючої потужності, досягнувши піку у 89% нових потужностей, встановлених у 2024 році.⁶

Рисунок 1. Встановлена потужність фотоелектричних СЕС, а також наземних та офшорних ВЕС



Джерело: IRENA, без дати

Хоча впровадження зелених технологій відбувається по всьому світу, Китай домінує за загальною встановленою потужністю. У сегменті фотоелектричних СЕС на Китай припадає майже 48% від загальної встановленої потужності (887 ГВт), а на наступні чотири країни – США, Японію, Німеччину та Індію – сукупно припадає 24% (445 ГВт). Схожа ситуація спостерігається в сегментах наземної та офшорної вітроенергетики, де на Китай припадає 46% (483 ГВт) та 49% (39 ГВт) від загальної світової потужності відповідно. Щодо наземної вітроенергетики, то на США, Німеччину, Індію та Іспанію сукупно припадає 30% від загальної світової потужності (320 ГВт), тоді як сегмент офшорної вітроенергетики більш концентрований у Європі, де на Велику Британію, Німеччину, Данію та Нідерланди сукупно припадає 40% усіх встановлених потужностей.

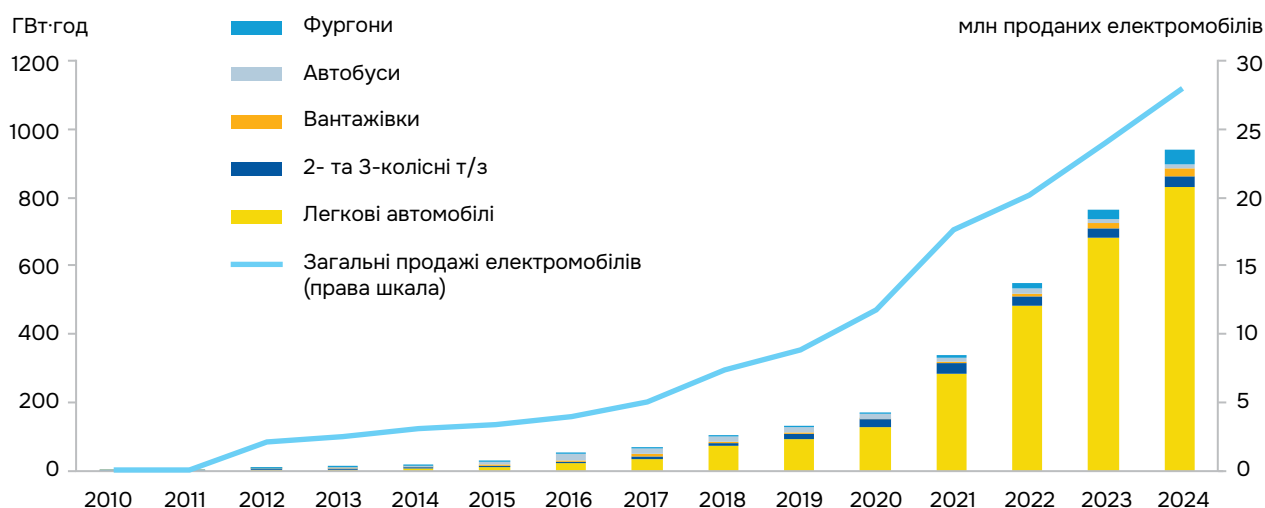
Масштабне збільшення щорічно введених потужностей (452 ГВт фотоелектричних СЕС та 113 ГВт вітрових електростанцій лише у 2024 році) відбулося переважно завдяки Китаю, хоча темпи розгортання зросли в усьому світі. У 2024 році Китай ще більше посилив своє домінування у розгортанні ВДЕ: на його частку припало 62% нових потужностей фотоелектричних СЕС та 72% нововстановлених потужностей наземних вітрових електростанцій.⁷

Зростання встановленої потужності змінної відновлюваної енергетики супроводжується підвищеною потребою в гнучкості мере-

жі та накопиченні електроенергії на періоди з меншим обсягом генерації з відновлюваних джерел. Акумуляторні системи накопичення енергії відіграють центральну роль: вони забезпечують гнучкість завдяки швидкому реагуванню на зміни попиту та пропозиції, а також дозволяють зберігати електроенергію. Це, у свою чергу, сприяє збільшенню загальної частки ВДЕ в енергетичному балансі. За даними Bloomberg New Energy Finance (BNEF), перший гігават світової потужності акумуляторних систем накопичення енергії встановили у 2014 році, а вже до 2023 року цей показник стрімко зріс до понад 71 ГВт.⁸

Ще більш різке зростання спостерігається в сегменті електромобільності, який значною мірою залежить від літій-іонних акумуляторів. Якщо у 2010 році у світі було продано 7 000 легкових електромобілів (EV), то до 2024 року їхня кількість стрімко зросла до 17,5 мільйона.⁹ Хоча пасажирський сегмент залишається основним рушієм, попит суттєво зріс і на інші види електротранспорту: фургони, автобуси, вантажівки, а також дво- та триколісні транспортні засоби. Це призвело до значного збільшення загальної ємності вироблених літій-іонних акумуляторів. Якщо у 2010 році загальна ємність літій-іонних акумуляторів для електротранспорту становила менше 1 ГВт-год, то до 2024 року вона сягнула 953 ГВт-год, з яких 840 ГВт-год припало на легкові автомобілі.

Рисунок 2. Попит на акумулятори в секторі електромобільності

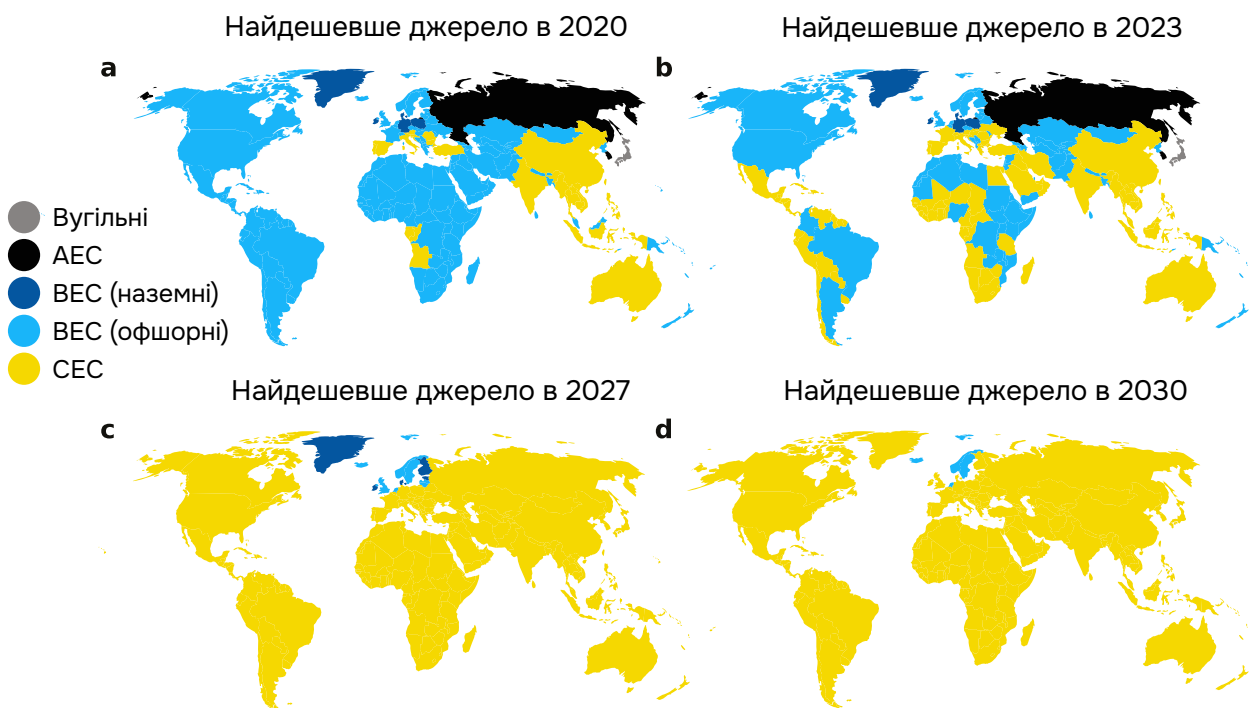


Джерело: Міжнародне енергетичне агентство (2025)

Зниження витрат стало ключовим рушієм швидкого поширення відновлюваних джерел енергії, акумуляторних систем накопичення та електромобілів. Фотоелектричні СЕС вже є найдешевшим джерелом електроенергії в багатьох регіонах – навіть з урахуванням систем накопичення – і очікується, що до 2027 року вони стануть найекономічнішим варіантом у світі, з приведеною вартістю електроенергії (LCOE) близько 35 доларів США/МВт·год.¹⁰ Вітрова енергетика розвивається за аналогічною траєкторією, хоча й з вищими витратами. У 2024 році середній показник LCOE для на-

земної вітроенергетики становив 75 доларів США/МВт·год, і, за прогнозами, до 2060 року він знизиться на 42%. Водночас очікується, що LCOE для офшорної вітроенергетики (яка зараз становить 230 доларів США/МВт·год) за той самий період знизиться на 67%.¹¹ Станом на 2023 рік, з урахуванням вартості акумуляторів, наземна вітроенергетика була найдешевшим варіантом у багатьох країнах. Аналогічно, вартість акумуляторів за останнє десятиліття різко знизилася – на 82%, з 780 доларів США/кВт у 2013 році до 139 доларів США/кВт у 2023 році.¹²

Рисунок 3. Технологія з найнижчим показником LCOE, включаючи витрати на довгострокове зберігання енергії

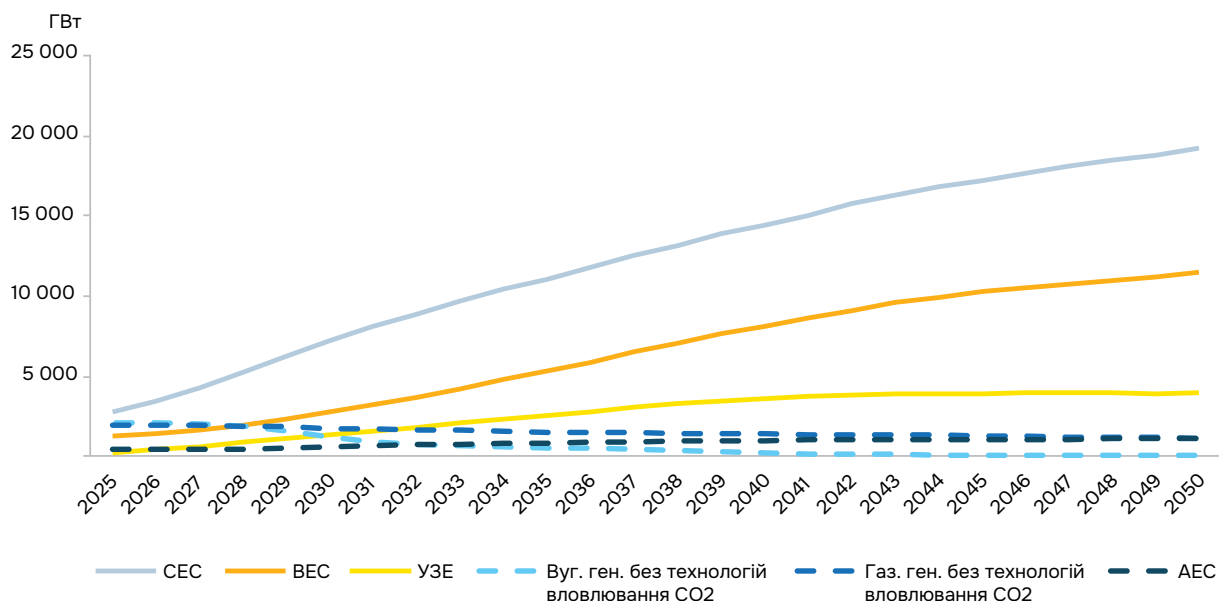


Джерело: Nijssse (2023). Кожна карта показує 70 регіонів моделі E3ME: у 2020 (а), 2023 (b), 2027 (c) та 2030 (d) роках. Найбільший зсув відбувається між 2020 і 2027 роками, коли низка технологій поступається місцем фотоелектричним СЕС як найдешевшому джерелу електроенергії.

Однак темпи декарбонізації глобальних енергетичних систем та досягнення цілей чистого нульового викиду прискорюються, тому очікується ще масштабніше розгортання потужностей зелених технологій. Один із таких прогнозів

від BNEF щодо глобального сценарію нульових викидів ілюструє масштаб необхідного розгортання сонячної, вітрової енергетики та акумуляторних систем накопичення.

Рисунок 4. Прогнозована встановлена потужність генерації енергії за джерелами (2025-2050)

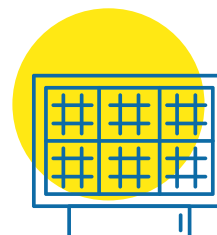
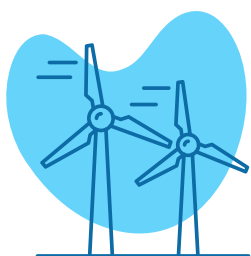


Джерело: BNEF New Energy Outlook (2024). Примітка: Сценарій нульових викидів до 2050 року.

Згідно з цим сценарієм, з 2025 по 2050 рік встановлена потужність фотоелектричних СЕС має зрости більш ніж на 600% (до понад 19 000 ГВт), вітрової енергетики – на 800% (до майже 11 500 ГВт), а систем накопичення енергії – на 1600% (до майже 4 000 ГВт).¹³ У глобальному масштабі ці прогнози означають, що встановлена потужність фотоелектричних СЕС перевищить потужність вугільних електростанцій (без вловлювання викидів) до 2025 року, а потужність вітрових електростанцій перевищить вугільні до 2028 року.¹⁴ У Європейському Союзі план REPowerEU, спрямований на досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року, встановлює цілі у 592 ГВт для фотоелектричних СЕС та 500 ГВт для вітрових установок.¹⁵

Подальша інтеграція відновлюваних джерел енергії в глобальні мережі зумовить і різке

зростання попиту на акумуляторні системи накопичення. Для узгодження з глобальною траєкторією досягнення нульових викидів потужність систем зберігання енергії в акумуляторах має зрости до 1330 ГВт до 2030 року. Водночас ще вагомим чинником зростання попиту на акумулятори стане декарбонізація транспортного сектору, особливо в умовах амбітного сценарію досягнення кліматичної нейтральності. За оцінкою MEA («Глобальний огляд ринку електромобілів», Global EV Outlook), до 2030 року за сценарієм STEPS світові продажі електромобілів сягнуть близько 75 мільйонів одиниць, що на 160% більше, ніж у 2024 році.¹⁶ Це, у свою чергу, вимагатиме значної ємності акумуляторів для живлення цих електромобілів: за тим самим сценарієм, вона має сягнути понад 3 200 ГВт·год, що на 240% перевищить рівень 2024 року.



2.2 Виробництво зелених технологій та промислова політика

Усі наявні дані вказують на значний потенціал зростання ринку технологій ВДЕ як у коротко-, так і в довгостроковій перспективі. З огляду на стрімке поширення цих трьох технологій та очікуваний попит, сектори зеленого виробництва стають дедалі привабливішими для багатьох країн. Вони роблять значний позитивний внесок у зайнятість, підвищення кваліфікації, створення доданої вартості, збільшення експортних та фіскальних надходжень, а також стимулюють дослідження, розробки й технологічну модернізацію.¹⁷

Таким чином, глобальний енергетичний перехід не лише змінює електроенергетичні системи, але й перекроює глобальну карту промислової конкурентоспроможності. Цей зсув дає початок новій промисловій гонці, зосередженій на зелених технологіях та відповідних ланцюгах вартості. Якщо ланцюги вартості, що ґрунтувалися на викопному паливі, були капіталомісткими та географічно прив'язаними до багатих на ресурси країн, то нові, зелені ланцюги є більш модульними, наукоємними та залежними від промислової політики. Як наслідок, здатність налагоджувати виробництво в окремих сегментах цих ланцюгів вартості стає ключовим стратегічним завданням для країн, що прагнуть зміцнити енергетичну стійкість, отримати вигоду від промислового зростання та посилити свій геополітичний вплив.¹⁸

Деякі з цих процесів безпосередньо пов'язані з геополітичною конкуренцією та міркуваннями безпеки. Китай наразі є беззаперечним лідером у світовому виробництві та займає домінуюче становище в більшості ланцюгів вартості фотоелектричних СЕС та літій-іонних акумуляторів, а також провідні позиції у виробництві вітрових турбін.¹⁹ Важливо зазначити, що Китай не лише має власну потужну сировинну базу та посідає провідні позиції у видобутку багатьох критичних матеріалів для зелених технологій (див. розділ 4.2). Він також є найбільшим у світі переробником та виробником критичної сировини, що дає йому значний вплив і викли-

кає занепокоєння у Брюсселі та Вашингтоні. Такі концентровані ланцюги постачання створюють системні ризики.²⁰ Пандемія COVID-19, глобальна енергетична криза та посилення геополітичної фрагментації підкреслили вразливість, пов'язану з надмірною залежністю від кількох центрів постачання. Затримки, цінові шоки та обмеження експорту критично важливої сировини спонукали багато урядів та компаній переглянути структуру своїх ланцюгів постачання. В результаті, такі концепції, як «френдшоринг» (friend-shoring), «оншоринг» (onshoring) та «стійкість ланцюгів постачання», стали невід'ємною частиною енергетичних та промислових стратегій.²¹

У відповідь на ці виклики та можливості, зелена промислова політика швидко стає основою економічної стратегії в багатьох країнах. Закон США про зниження інфляції (U.S. Inflation Reduction Act, IRA) є найяскравішим прикладом: він пропонує податкові кредити та субсидії, чітко прив'язані до місцевої складової та вітчизняного виробництва. До них належать стимули, що залежать від обсягів виробництва фотоелектричних панелей, акумуляторних елементів, модулів та критичної сировини. Європейський Союз через Закон про промисловість з нульовим рівнем викидів (Net-Zero Industry Act, NZIA) рухається в подібному напрямку. Він вживає заходів для оптимізації видачі дозволів на виробництво чистих технологій, полегшення доступу до фінансування, а також для пріоритезації стратегічних проєктів у державних закупівлях. Хоча IRA вже залучив значні інвестиції, NZIA не отримав такого ж масштабного фінансування, тож його результати ще попереду.²²

У Китаї зелена промислова політика вже давно є ключовим фактором домінування в ланцюгах вартості чистих технологій. Державні інвестиції, скоординовані дослідження та розробки, а також експортно-орієнтовані стратегії масштабування зробили Китай світовим центром виробництва зелених технологій. Тим

часом країни, що розвиваються, такі як Індія, Індонезія, В'єтнам та Малайзія, впроваджують цілеспрямовані стимули для налагодження виробництва в окремих сегментах та залучення прямих іноземних інвестицій. Промислова політика – це вже не лише питання порівняльних переваг, а й розбудова потенціалу в технологіях майбутнього через скоординовані дії держави та приватного сектору. Відродження промислової політики створює унікальний момент для нових гравців, що дозволяє їм знайти власні ніші та інтегруватися в нову зелену промислову архітектуру.

Для країн, які ще не мають позицій у виробництві чистої енергії, активізація зеленої промислової політики може створити рідкісну можливість для прориву у високотехнологічні сегменти глобального ланцюга вартості. Для одних країн це може означати розширення видобутку мінеральної сировини чи перехід до її переробки, для інших – налагодження виробництва частини або й усього ланцюга вартості зелених технологій. Хтось може постачати важливе обладнання, не розгортаючи основні виробничі сегменти, а хтось – зосередитися на

переробці та вторинному видобутку сировини. Деякі країни прагнуть до прориву у високотехнологічні сегменти, тоді як інші оберуть поступовий шлях через виробництво проміжних продуктів, нарощуючи потенціал крок за кроком. Для всіх цих варіантів уже є приклади країн, що розробляють відповідні стратегії, але універсальної моделі успіху не існує.

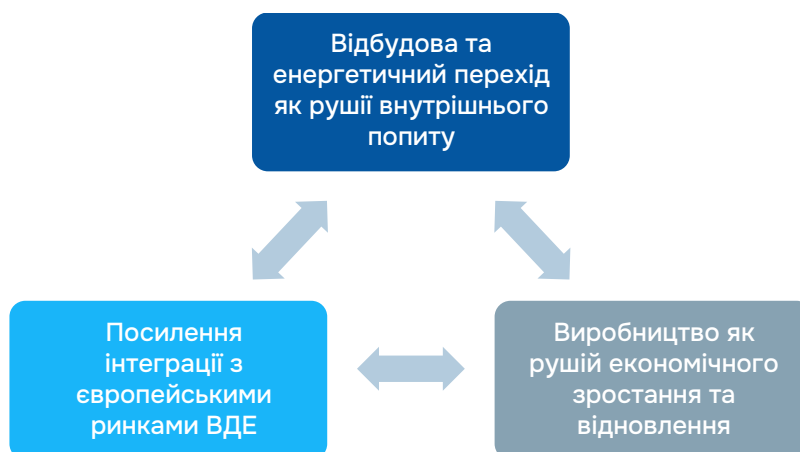
Важливо розуміти: хоча налагодження виробництва у ланцюгах вартості зелених технологій справді може створювати «вікна можливостей» та давати позитивні результати, цей успіх не буде однаковим для всіх. Необхідність впровадження промислової політики, яка часто вимагає значних фінансальних ресурсів, може стати перешкодою для багатьох перспективних країн, водночас ще більше концентруючи виробничі потужності та переваги у вже багатих країнах Глобальної Півночі. Хоча ця тема виходить за межі цього звіту, така фундаментальна дискусія про розвиток є надзвичайно актуальною для України. Це стосується як її історичної та поточної економічної ситуації, так і бачення повоєнного відновлення, рушієм якого має стати зростання зеленого виробництва.



3. Стратегічне обґрунтування для налагодження виробництва технологій ВДЕ в Україні

Російське вторгнення спричинило значні руйнування економіки, енергетичної системи та інфраструктури України загалом. Водночас поточна відбудова та довгостроковий стратегічний розвиток економіки й енергетики відкривають можливість для відновлення за принципом build back better («краще, ніж було»), де зелені технології стануть основою більш сталої реконструкції. Очевидна потреба прискорити розгортання ВДЕ та систем накопичення енергії, у поєднанні з іншими стратегічними чинниками, може створити сприятливі умови для налагодження виробництва у ланцюгах вартості зелених технологій в Україні. У наступних трьох підрозділах наведено стратегічне обґрунтування потенціалу для налагодження місцевого виробництва та описано його ключові переваги.

Рисунок 5. Стратегічне обґрунтування локалізації виробництва у ланцюгах вартості зелених технологій в Україні



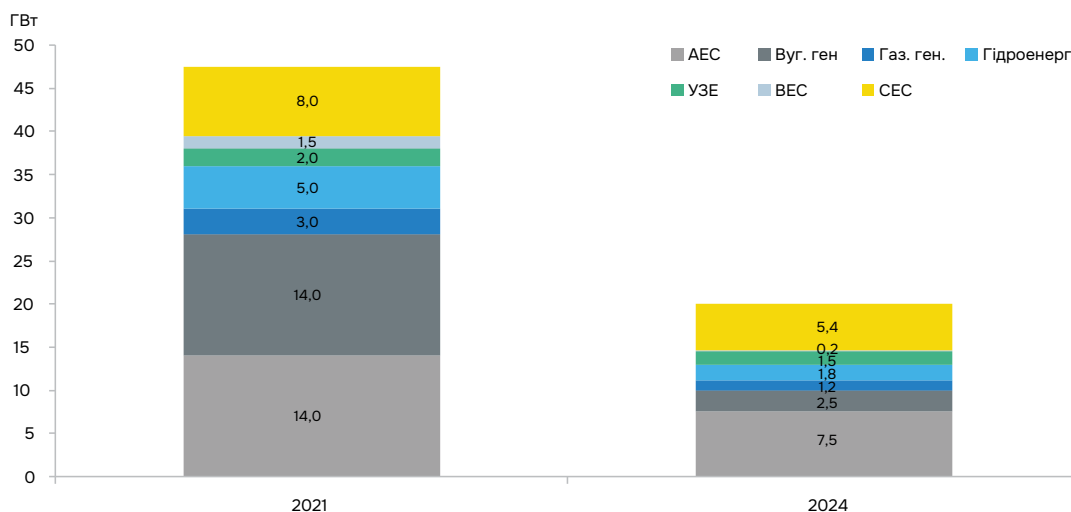
Джерело: ілюстрація авторів

3.1 Відбудова та енергетичний перехід як рушій внутрішнього попиту

Внутрішній попит на технології відновлюваної енергетики в Україні зумовлений як нагальними та повоєнними потребами у відбудові, так і ширшим стратегічним переходом від викопного палива. Таким чином, перед країною стоїть подвійне завдання: відновити сильно пошкод-

жену інфраструктуру й водночас прискорити перехід до зеленої енергосистеми, що необхідно для довгострокової економічної конкурентоспроможності та виконання міжнародних кліматичних зобов'язань.

Рисунок 6. Встановлена генеруюча потужність в Україні, 2021 р. у порівнянні з 2024 р.



Джерело: МЕА (2024), Розширення можливостей України через децентралізовану електроенергетичну систему, МЕА, Париж. [Посилання](#), Ліцензія: CC BY 4.0

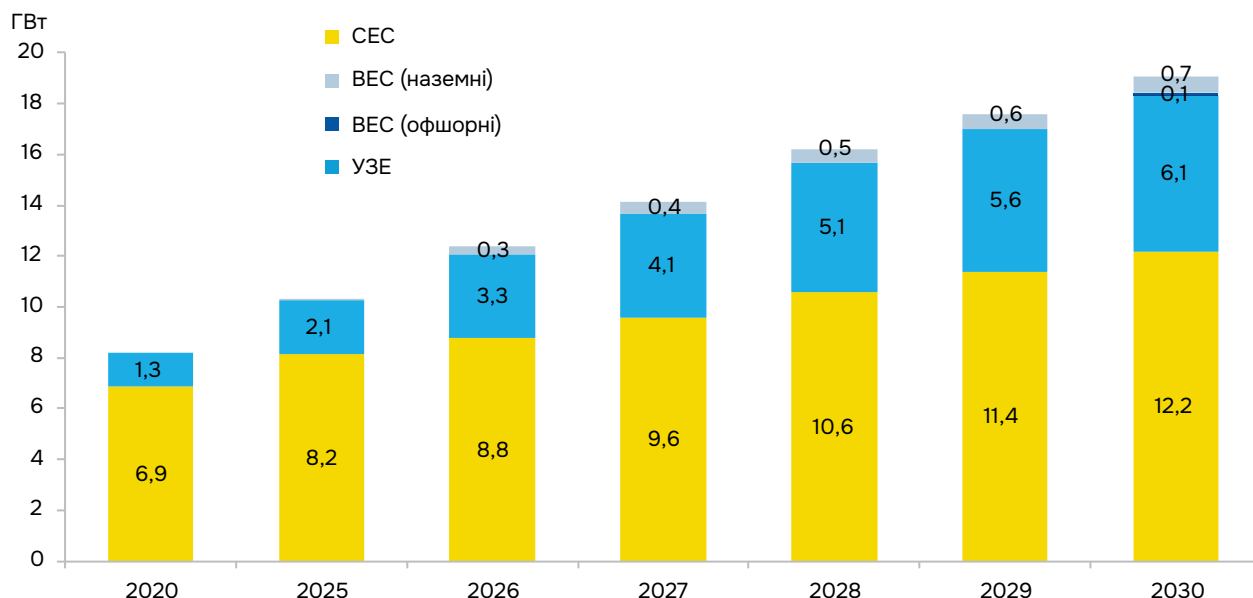
Війна значно порушила роботу енергосистеми України, знищивши або окупувавши приблизно 27 ГВт генеруючої потужності. Україна втратила близько 82% усіх теплових електростанцій, 64% усіх гідроелектростанцій та 45% потужностей атомних електростанцій. Близько 30% сонячних та 90% вітрових потужностей було знищено, пошкоджено або окуповано під час війни.

Ці значні пошкодження також призвели до фундаментальної переоцінки енергетичної стратегії України. Відновлювані джерела енергії, зокрема фотоелектричні СЕС та вітрові електростанції, дедалі частіше визнають важливими складовими енергетичного майбутнього України. Це зумовлено їхньою стійкістю до цілеспрямованих атак, яка впливає з децентралізованого характеру таких об'єктів. У поєднанні з акумуляторними системами накопичення енергії (BESS), ці відновлювані джерела можуть значно підвищити стабільність мережі та

гнучкість її інтеграції. Відповідно, довгострокові стратегічні плани встановлюють амбітні цілі щодо розширення технологій ВДЕ. Це сигналізує про намір суттєво збільшити потужності та зумовлює необхідність їх широкомасштабного розгортання впродовж наступних десятиліть. Такий перехід, природно, створюватиме стійкий попит на технології ВДЕ, а також на відповідні компоненти та обладнання.

У рамках своїх кліматичних зобов'язань Україна прагне до 2030 року скоротити викиди парникових газів на 65% (порівняно з рівнем 1990 року) та довести частку відновлюваної енергії в загальному кінцевому енергоспоживанні до 27%. Крім того, країна прагне диверсифікувати свої джерела енергії та маршрути постачання, обмежуючи залежність від будь-якого єдиного постачальника не більше ніж на 30%, як це зазначено в Національному плані з енергетики та клімату (НПЕК) на період до 2030 року.

Рисунок 7. Встановлена потужність СЕС, ВЕС та систем накопичення енергії в Україні (2025-2030 рр.)



Джерело: Національний план дій з відновлюваної енергетики України на період до 2030 року (2024).

Згідно з Національним планом дій з відновлюваної енергетики України на період до 2030 року, потужності фотоелектричних СЕС зростуть до 12,2 ГВт, а потужності вітрових електростанцій – до 6,2 ГВт. За оцінкою Berlin Economics (2024), до 2030 року загальна по-

тужність фотоелектричних СЕС може зрости на 14 ГВт.²³ Паралельно набирає обертів розвиток систем накопичення енергії у масштабах енергомережі – до 2030 року очікується, що потужність літій-іонних батарей сягне 0,6 ГВт (порівняно з фактично нульовим показником

у 2020 році). Зростання ринку електромобілів також стимулює попит на акумулятори

Налагодження місцевого виробництва технологій ВДЕ допоможе зменшити залежність від імпорту та задовольнити внутрішні потреби. До війни імпорт енергетичного обладнання становив 1,4% від загального обсягу імпорту (0,9 млрд євро), а до 2023 року він зріс до 2,7% (1,6 млрд євро), що відображає масштаби руйнувань та обмежені внутрішні виробничі по-

тужності.²⁴ Стратегічний курс на налагодження місцевого виробництва не лише підвищить енергетичну безпеку (зменшивши вразливість до перебоїв у глобальних ланцюгах постачання та геополітичних ризиків), але й допоможе досягти подвійної мети: вирішити нагальні завдання з відбудови енергосистеми та підтримати довгостроковий перехід України до чистої енергії.

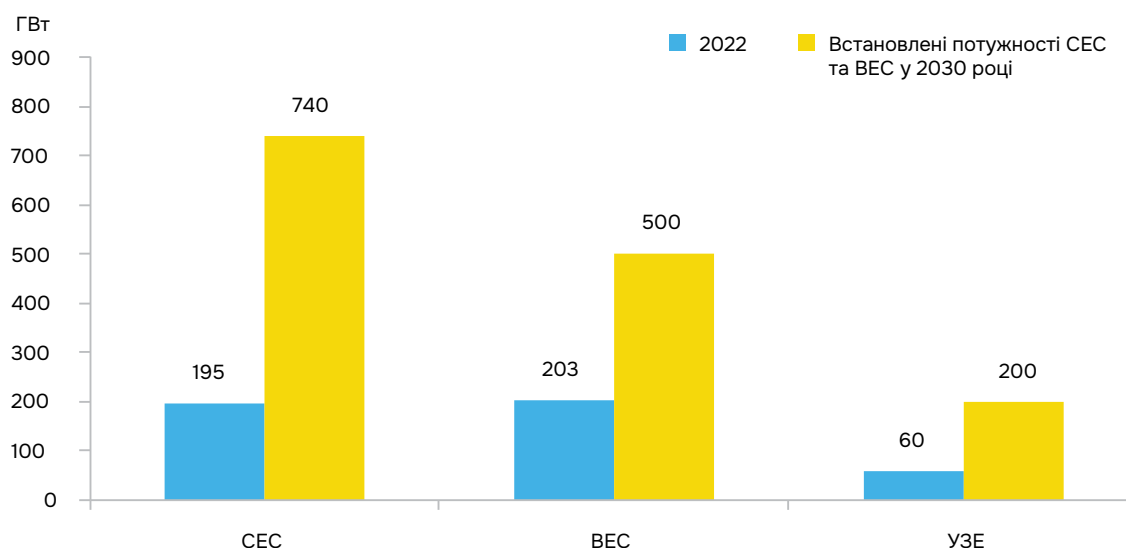
3.2 Посилення інтеграції з європейськими ринками ВДЕ

Налагодження виробництва у ланцюгах вартості зелених технологій не лише задовольнить внутрішній попит, але й сприятиме подальшій інтеграції України в європейські ланцюги постачання, що відкриє доступ до ширшого ринку ЄС. Завдяки географічній близькості, значному потенціалу відновлюваної енергетики та інтеграції з ЄС, країна має всі передумови, щоб стати довгостроковим енергетичним партнером. Окрім перспективи експорту зеленої електроенергії та водню, що обговорюється і частково реалізується, Україна почала поста-

чати біометан до Європи. Країна також може стати виробничим хабом, що обслуговуватиме зростаючий ринок ЄС в сегменті обладнання для ВДЕ.

ЄС зобов'язався скоротити викиди парникових газів щонайменше на 55% до 2030 року та на 90% до 2040 року (порівняно з рівнем 1990 року). Для досягнення цієї мети частка відновлюваної енергії має сягнути 42,5% до 2030 року, а за планом REPowerEU – 45%, що значно збільшує попит на технології ВДЕ.

Рисунок 8. Встановлені потужності ВДЕ в ЄС, 2022 р. у порівнянні з 2030 р.



Джерело: ілюстрація авторів на основі цілей REPowerEU.

До 2030 року ВДЕ становитимуть 66% виробництва електроенергії в ЄС, а потужності сонячної енергетики зростуть до 623-672 ГВт, що більш ніж утричі перевищить рівень 2022 року. Потужності вітрової енергетики також значно зростуть і сягнуть 450 ГВт (порівняно з 204 ГВт у 2022 році).²⁵ Крім того, ЄС планує збільшити свої потужності накопичення енергії до 200 ГВт до 2030 року та 600 ГВт до 2050 року згідно з планом REPowerEU, що майже вдасятеро більше, ніж у 2022 році. Водночас ЄС прагне задовольнити 89% внутрішнього попиту на літій-іонні акумулятори за рахунок

власного виробництва, хоча виробники прогнозують, що зможуть покрити лише 50-60% попиту.²⁶

Україна може стратегічно скористатися цим зростанням ринку, постачаючи технології ВДЕ, залучаючи інвестиції та розширюючи експорт. Це чітко визначено в Плані відновлення України, який пріоритезує налагодження виробництва обладнання для ВДЕ²⁷ та створення гіга-фабрики для інтеграції в європейські ланцюги вартості.²⁸

3.3 Виробництво як рушій економічного зростання та відновлення

Війна серйозно вплинула на економіку України, ВВП якої у 2022 році впав на 28,8%. Виробничий сектор особливо постраждав від руйнування об'єктів, відключень електроенергії та втрати людського капіталу.²⁹

Історично виробничий сектор був основним рушієм економічного зростання, демонструючи зростаючу віддачу від масштабу, вищу продуктивність праці та створюючи позитивні економічні цикли.³⁰ Розвиток виробництва у сфері ВДЕ допоможе диверсифікувати економіку, зменшити її залежність від аграрного сектору, а також стимулюватиме інвестиції та зайнятість.^{31,32} Виробничі зв'язки з металургією та машинобудуванням можуть сприяти технологічному розвитку, а тісніша інтеграція науки та освіти забезпечить довгострокову модернізацію людського капіталу. Зростання виробництва обладнання для ВДЕ може створити позитивні зв'язки з іншими ключовим

для розвитку України секторами, зокрема з високотехнологічними, та стимулювати перетікання технологій в інші галузі. Таким чином, налагодження виробництва у сфері ВДЕ може стати ключовим шляхом для відбудови України, її сталого розвитку та міжнародної конкурентоспроможності.

Таким чином, локалізація виробництва технологій ВДЕ в Україні є комплексним рішенням: воно задовольняє нагальні потреби відбудови, підтримує довгострокове економічне відновлення та стратегічно інтегрує країну в енергетичний ландшафт ЄС. Для подальшого аналізу важливо оцінити поточний стан промислового сектору України та ключові характеристики його виробничої бази, що відіграватимуть вирішальну роль у розвитку високотехнологічних галузей, до яких належить і виробництво технологій ВДЕ.

4.

Промислове середовище України



Оцінка потенціалу для налагодження виробництва ВДЕ в Україні передусім вимагає аналізу наявного промислового контексту та існуючих зв'язків. У цьому розділі подано огляд поточного стану промисловості та ключових чинників для розгортання виробництва у ланцюгах вартості фотоелектричних СЕС, вітрових турбін та літій-іонних акумуляторів. Налагодження виробництва в цих ланцюгах вартості залежить не лише від наявності основних виробничих потужностей, але й від супутніх чинників. Серед них – транспорт і логістика для переміщення великогабаритних компонентів, розвинений ІТ-сектор для інтеграції цифрових рішень у виробничі процеси, а також динамічна стартап-екосистема для стимулювання інновацій у дизайні та матеріалах. Розуміння того, як ці елементи взаємодіють з промисловою базою, допомагає визначити сильні сторони України та сфери, що потребують стратегічних інвестицій. Це дозволить створити конкурентоспроможну та стійку основу для виробництва обладнання для ВДЕ.

4.1 Промислова база

Щоб зрозуміти поточний стан та значення промислового сектору України, у цьому підрозділі розглянуто його загальну структуру, склад секторів, а також рівень економічної складності країни.

Огляд та розбивка за секторами

Промислове виробництво України складається з трьох основних галузей: добувної, переробної та енергетики, причому на переробну промисловість припадає 56% вартості всієї реалізованої продукції. Після повномасштабного

вторгнення всі сектори зіткнулися зі значним падінням обсягів реалізації продукції: сукупний показник зменшився на 22% – зі 144,8 млрд євро у 2021 році до 113,2 млрд євро у 2024 році.

Таблиця 1: Реалізована промислова продукція за видами економічної діяльності

	2021 (млрд євро)	2021 (%)	2024 (млрд євро)	2024 (%)
Промисловість	144,8	100	113,2	100
Добувна промисловість	18,5	12,8	12,7	11,2
З них: видобуток металевих руд	9,7	6,7	4,2	3,7
Переробна промисловість	81	55,9	63,4	56
З них: Харчові продукти, напої, тютюнові вироби	26,1	18	24	21,2
З них: Металургія	18,9	13	7,2	6,4
З них: Машинобудування	7,5	5,2	9,2	8,2
З них Машинобудування: Транспортні засоби	2,6	1,8	4,7	4,1
Постачання електроенергії, газу та теплопостачання	43,7	30,2	34,9	30,8
Водопостачання, каналізація, поводження з відходами	1,4	1,3	2,2	2

Джерело: Державна служба статистики України. Дані в номінальних значеннях.

Добувний сектор, зокрема видобуток металевих руд, був добре розвинений в Україні. Через повномасштабне вторгнення Росії загальний обсяг реалізації продукції скоротився з 18,5 млрд євро до 12,7 млрд євро у 2024 році, але видобуток газу, нафти та будівельних матеріалів залишався близьким до довоєнного рівня.

Металургійний сектор постраждав найбільше під час війни: обсяг реалізації продукції скоротився більш ніж на 60% – з 18,9 млрд євро у 2021 році до 7,2 млрд євро у 2024 році. Важка

промисловість (включно з добувною та металургійною), що історично була зосереджена на сході України, зазнала серйозних втрат під час війни через руйнування ключових об'єктів: «Азовсталі», Маріупольського металургійного комбінату імені Ілліча та Авдіївського коксохімічного заводу. Повномасштабне вторгнення спровокувало різке скорочення видобутку сировини. Це було зумовлено падінням внутрішнього попиту та значними перебоями в логістиці, зокрема втратою Бердянського порту

та блокадою інших. Перебої в енергопостачанні та триваючі бойові дії ще більше послабили показники сектору. Попри це, металургійний сектор України може стати важливим постачальником матеріалів для виробництва ключових компонентів технологій ВДЕ.³³

Незважаючи на поточні виклики, обсяг реалізації продукції машинобудування з 2021 по 2024 рік зріс. Він збільшився на 23% (з 7,5 до 9,2 млрд євро) – переважно завдяки автомобільному сегменту, де обсяг реалізації продукції зріс майже вдвічі (з 2,6 млрд євро у 2021 році до 4,7 млрд євро у 2024 році). Крім того, багатонаціональні компанії (БНК) відіграють життєво важливу роль у машинобудівному секторі України. До війни в країні працювало понад 18 дочірніх підприємств міжнародних корпорацій, зокрема Fujikura, Bosch та Electrolux.³⁴ Хоча їхні показники у 2022 році на

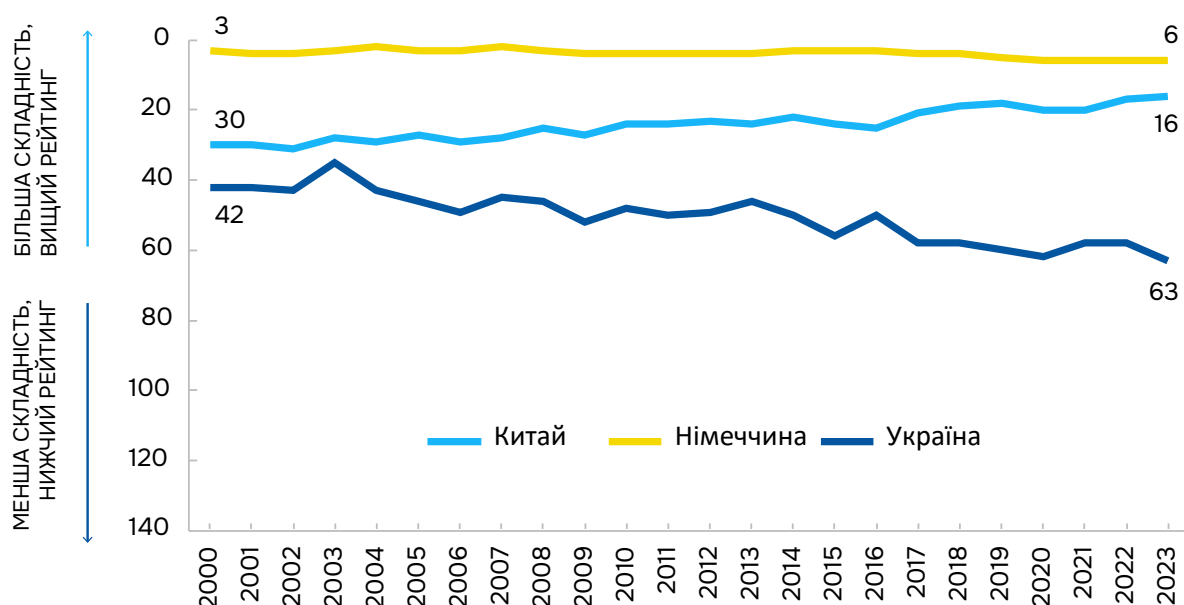
тлі повномасштабного вторгнення знизилися, подальше відновлення сприяло поновленню інвестицій та зростанню виробництва. Розвиток автомобільного, електронного та машинобудівного сегментів може бути корисним для підвищення технологічної складності економіки України. Крім того, він може створити ринок для технологій ВДЕ або ж надати потенціал для перетікання технологій. Обсяг реалізованої продукції енергетичного сектору також значно скоротився через суттєві збитки, яких зазнала галузь. До вторгнення країна мала надлишкові генеруючі потужності й експортувала електроенергію. Однак широкомасштабні ракетні атаки та руйнування критичної інфраструктури змінили цей баланс, і тепер дефіцит електроенергії доводиться компенсувати за рахунок імпорту.³⁵

Економічна складність

Аналіз економічної складності дозволяє глибше зрозуміти промисловий потенціал України, оцінюючи ноу-хау, втілені в її економіці. Цей підхід вимірює довгостроковий потенціал процвітання через «продуктивні знання», які відображаються в різноманітності експорту та його

глобальній поширеності. Ключовими показниками є диверсифікація (широта асортименту експортної продукції) та розповсюдженість (кількість країн, що експортують аналогічну продукцію).³⁶

Рисунок 9. Еволюція Індексу економічної складності України



Джерело: The Growth Lab at Harvard University (2025)³⁷, ілюстрація авторів.

Позиція України в глобальному індексі економічної складності знизилася з 42-го місця у 2001 році та 46-го у 2013-му (до окупації Донецька та Криму) до 63-го у 2023 році, що свідчить про спрощення її виробничого потенціалу. Хоча країна розширила свій експортний кошик, значну його частку становлять продукти нижчої та середньої складності (сільське господарство та металургія).

Стратегічний перехід до наукоємних галузей та інтеграція в глобальні виробничі ланцюги можуть стати ключовими кроками, щоб зупи-

нити падіння економічної складності та підтримати стаке зростання.³⁸ Водночас Україна має значний досвід у виробництві різноманітного високотехнологічного енергетичного обладнання: парових турбін для ТЕС, АЕС і ТЕЦ, турбін для ГЕС, а також різних типів вітрових турбін (обговорюються далі більш детально).³⁹ Це є ключовим фактором, оскільки існування таких секторів свідчить про високий рівень технологічної культури, що може бути успішно застосований у різних сегментах ланцюгів вартості ВДЕ.

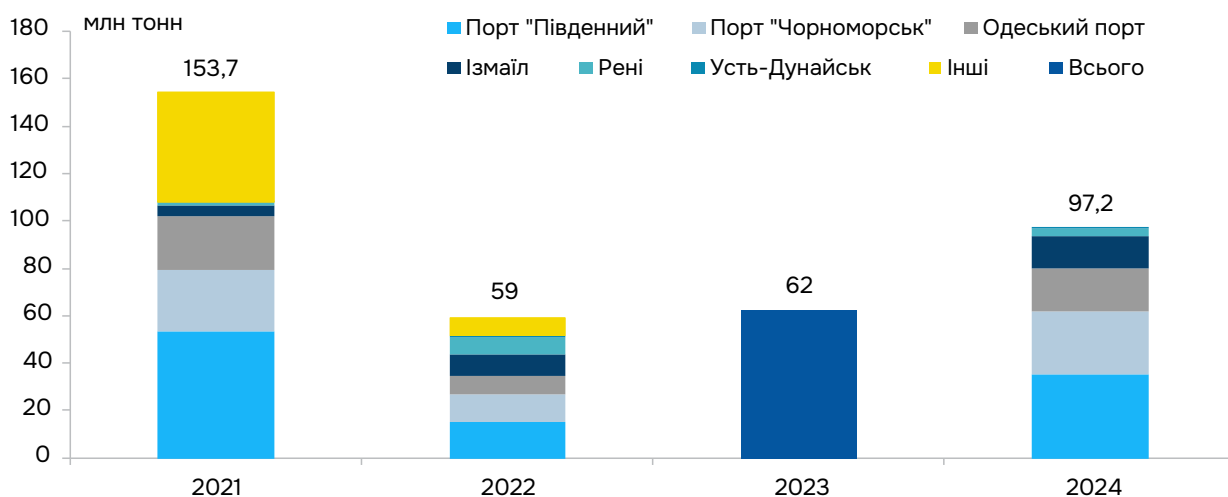
Транспорт та логістика

Війна завдала серйозної шкоди транспортній інфраструктурі, особливо у прифронтових регіонах. Згідно з четвертою Швидкою оцінкою завданої шкоди та потреб (RDNA4), станом на кінець 2024 року загальні збитки сектору сягнули 36,7 млрд доларів США через масове руйнування доріг, мостів та портових споруд. На звільнених та підконтрольних уряду територіях тривають ремонтні роботи та будівництво тимчасових перевезень.⁴⁰

Особливо постраждали українські порти, що мають вирішальне значення для експортно-орієнтованої економіки країни. Якщо до війни, у 2021 році, морські порти обробляли 62% вартості українського експорту із загальним ван-

тажообігом 153,7 млн тонн,^{41,42} то з початком повномасштабних дій він впав на 61,4% (до 59 млн тонн у 2022 році). Втім, до кінця 2024 року вантажообіг відновився до 97,2 млн тонн.⁴³ Головним рушієм цього відновлення стало відкриття українського морського коридору, що пролягає вздовж узбережжя країн-членів НАТО, підвищуючи безпеку судноплавства.^{44,45} Станом на сьогодні з п'яти найбільших морських портів функціонують лише порти Великої Одеси (Південний, Одеса та Чорноморськ). Порти на Азовському морі, Маріуполь та Бердянськ, окуповані, тоді як інші, зокрема Миколаїв та Херсон, не працюють через безпекові ризики.⁴⁶

Рисунок 10. Вантажообіг основних морських портів України



Джерело: USPA (2023), GMK Center (2025). Примітка: Морські порти включають порти Дунаю. Деагреговані дані за 2023 рік відсутні. «Інші» включають тимчасово окуповані порти (наприклад, Маріуполь, Бердянськ) або порти, що не працюють через ризики для безпеки (наприклад, Миколаїв, Херсон).

Через війну та блокаду морських портів логістика переорієнтувалася на західний напрямок. Вантажі дедалі частіше перевозять автомобільним транспортом; значні інвестиції спрямовано в нову інфраструктуру: будується 11 нових прикордонних переходів, ще 14 – модернізується. Відроджено порти на річці Дунай, де зараз формується новий логістичний кластер. Очікується, що ця західна орієнтація зберігатиметься в міру поглиблення інтеграції України з ЄС.⁴⁷

Загальні потреби у відновленні та реконструкції транспортного сектору на наступне десятиліття

оцінюють у 77,5 млрд доларів США. Основна увага приділятиметься дорогам національного значення (29%), залізницям (26%) та місцевим дорогам (18%), причому близько двох третин потреб зосереджено в Донецькій, Харківській, Херсонській та Запорізькій областях. Попри значні пошкодження, основна портова інфраструктура України залишається функціональною та сприяє значному відновленню експорту після розблокування портів Чорного моря. Це є ключовим фактором, оскільки Україна змогла продовжувати експортувати свої товари на ринки партнерів і зможе підтримувати експорт потенційних ланцюгів вартості у сфері ВДЕ.⁴⁸

Промислові кластери

В Україні на сьогодні немає добре сформованих промислових кластерів, і такі взаємовигідні об'єднання лише починають з'являтися. У березні 2022 року створили Український кластерний альянс (УКА), щоб об'єднати промислові та високотехнологічні кластери й розвивати кластерний рух в Україні відповідно до політики ЄС. У відповідь на війну США об'єднав кластери та МСП, що допомогло інноваційним виробникам вижити. Альянс також відіграє ключову

роль у відновленні та сталому економічному зростанні України.⁴⁹ Розвинений ІТ-сектор країни має великі кластери в Харкові, Львові, Дніпрі та Одесі. З 2022 року більшість ІТ-компаній переїхали до Львова або Вінниці.⁵⁰ Після того, як ТОВ «Фурлендер Віндтехнолоджі» релокувалося через війну, в індустриальному парку «Перечин» на Закарпатті також почав формуватися новий кластер вітроенергетики.⁵¹

Енергетика

Постійні атаки на енергетику мали фундаментальний вплив на конкурентоспроможність низки промислових секторів. Станом на 31 грудня 2024 року загальні збитки енергетичного сектору оцінили у 20,51 мільярда доларів США.⁵² Генеруючі потужності зазнали значних пошкоджень, що призвело до дефіциту електроенергії: 2 ГВт влітку та до 6 ГВт у пікові зимові періоди. Україна більше не є нетто-експортером електроенергії, а імпорт у 2024 році сягнув 4,4 мільйона МВт·год.⁵³ Пропускна спроможність транскордонних перетинів зросла приблизно до 2 ГВт, її планують розширити до 6 ГВт завдяки розбудові нової інфраструктури.

Через значні втрати та пошкодження енергетичної інфраструктури Україна переходить від централізованої моделі до системи розподіленої генерації з сильним акцентом на ВДЕ. Для покращення стійкості та автономії уряд у середині 2024 року ухвалив Стратегію розвитку розподіленої генерації до 2035 року.⁵⁴

Масштабне руйнування енергетичного сектору, поряд із поступовим, але різким підвищенням тарифів на енергоносії, призвело до значного зростання цін на електроенергію.⁵⁵ Хоча така ситуація може зберігатися певний час, розбудова енергосистеми з найменшими витратами на основі ВДЕ у середньо- та довгостроковій перспективі може забезпечити зниження цін і тарифів.

4.2 Критична сировина

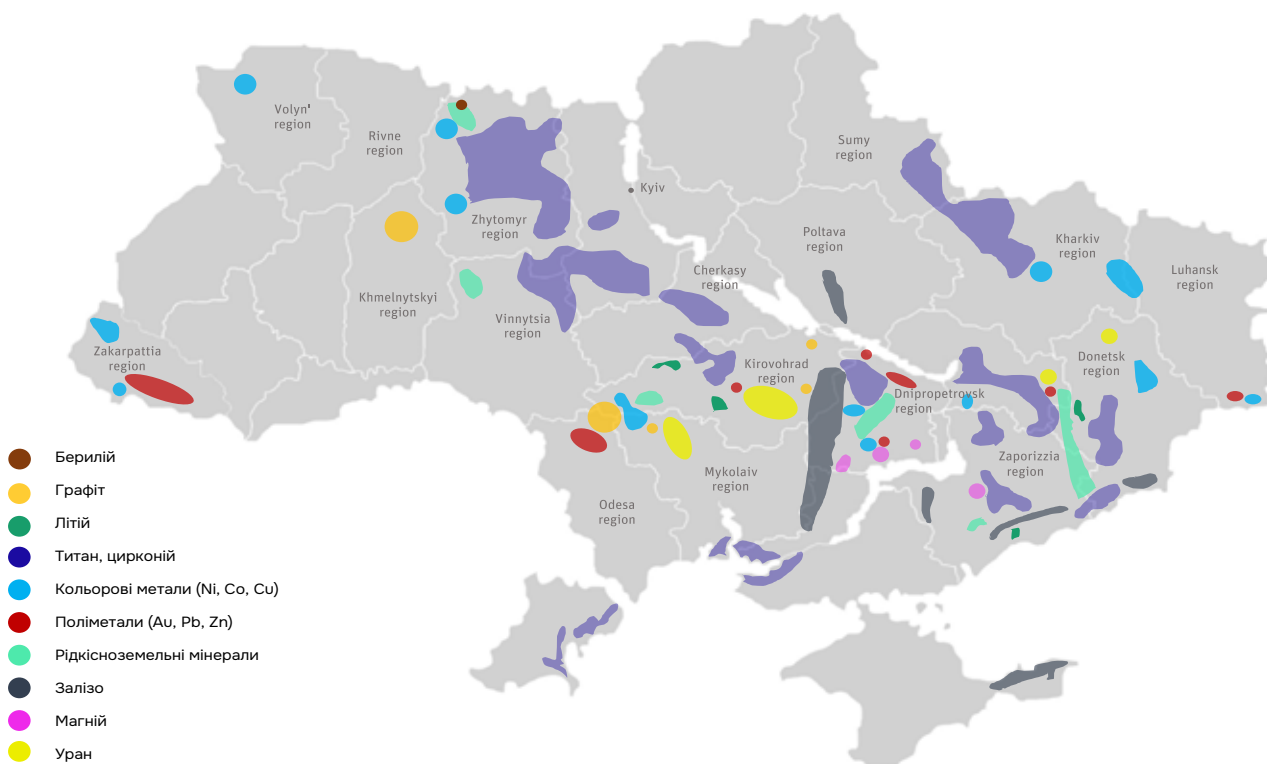
Глобальні зусилля з декарбонізації та електрифікації підвищують попит на критичну сировину, і Україна володіє значною кількістю цих ресурсів, зокрема тих, що є важливими для виробництва акумуляторів та напівпровідників. У цьому підрозділі окреслено запаси України, поточне виробництво та майбутній потенціал у цій сфері.

Запаси та видобуток

Україна має запаси 22 з 50 стратегічних мінералів, класифікованих Сполученими Штатами як критичні, та 25 з 34 матеріалів, визначених як критичні Європейським Союзом.⁵⁶ Три з них – літій, графіт та марганець – є ключовими для виробництва певних типів літій-іонних акумуляторів. Україна також володіє запасами галію, германію та металевого кремнію, необхідних для виробництва напівпровідників. Однак видобуток германію та галію припинили ще до 2004 року, і технології їх переробки в країні

наразі втрачені. Крім того, українські запаси стратегічних конструкційних матеріалів включають титан, цирконій, гафній та ванадій. Хоча країна має значні поклади різноманітної критичної сировини, поточна гірничодобувна діяльність обмежується лише кількома її видами. Тому ці невикористані ресурси мають значний потенціал для майбутньої розвідки та розробки, що дозволить створювати додану вартість всередині країни.⁵⁷

Рисунок 11. Мапа родовищ критичної сировини в Україні



Джерело: Державна служба геології та надр України, 2024

За даними Держгеонадр (2024), Україна володіє 1–2% світових запасів літію. Країна входить до числа світових лідерів за запасами титану, марганцю (7% світових запасів) та залізної руди (3% світових запасів), посідаючи четверте та восьме місця у світі відповідно. Українські титанові родовища вирізняються високоякісним ільменітовим концентратом (62–65% TiO_2), що значно перевищує середньосвітовий показник (близько 45%). Крім того, країна має родовища рутилового концентрату з вмістом TiO_2 до 95%. Щодо видобутку, то Україна історично робила значний внесок у світовий видобуток титану, забезпечуючи 7% світового обсягу, однак у 2022 році цей показник впав до 2%.⁵⁸ Видобуток марганцю (використовується для виробництва деяких типів катодів) у Запорізькій та Дніпропетровській областях скоротився з 3% до 1% світового обсягу. Частка України у світовому видобутку залізної руди через війну також зменшилася з 3% до 2%.⁵⁹

Майбутній потенціал

Щодо майбутнього потенціалу, Україна має три розвідані, але ще не розроблені комерційно привабливі родовища літію. Найякісніше з них, Шевченківське, розташоване на лінії фронту в Донецькій області. Два інших – Полохівське та Станкуватське – знаходяться в Кіровоградській області. Полохівське родовище розробляє ТОВ «Укрлітвидобування», також є інтерес до державного Станкуватського родовища.⁶³

Окрім літію, найбільший майбутній потенціал України полягає у видобутку графіту та титану. Onur Group планує інвестувати понад 50 мільйонів доларів США у видобуток природного графіту, а «Спис Україна», афілійована компанія Onur Group, отримала дозвіл на розробку Буртинського родовища у Хмельницькій області. Група також має намір розробляти нову ділянку з покладами графіту в цьому регіоні.⁶⁴

Критична сировина є ключовим компонентом Плану України; водночас країна координує свою діяльність з іншими державами. Україна узгоджує свої дії з промисловими та ресурсними стратегіями ЄС і має відповідний Мемо-

Крім того, в Україні є шість розвіданих родовищ графіту; одне з них у 2021 році придбала австралійська компанія Volt Resources.⁶⁰ Дозволи на видобуток в Одеській та Кіровоградській областях також має група BGV, пов'язана з турецькою ONUR Group.⁶¹ Також було виявлено три комерційно привабливі родовища високоякісного лускатого графіту, придатного для виробництва акумуляторів, одне з яких вже розробляється. Окрім природного, Україна виробляє і дорожчий синтетичний графіт з технічного вуглецю – побічного продукту виробництва коксу та феросплавів. Частину родовищ захопила Росія. Окуповано 63% вугільних шахт України та близько половини її родовищ марганцю, цезію, танталу й рідкісноземельних елементів.⁶²

рандум про взаєморозуміння.⁶⁵ У 2024 році Україна також приєдналася до Партнерства з безпеки мінеральних ресурсів (MSP) – спільної ініціативи ЄС та США щодо диверсифікації глобального постачання критичної сировини. Ще однією угодою, що зосереджена на майбутньому розвитку видобутку, є меморандум між Україною та США, підписаний 18 квітня 2025 року, про спільну розробку критичної сировини, включаючи графіт та рідкісноземельні елементи. Угода, деталі якої будуть оприлюднені згодом, передбачає створення спільного фонду і є частиною поточних переговорів.⁶⁶ Таким чином, природно-ресурсна база України може стати важливим активом у виробництві передових технологій, але все ще існують значні обмеження. Зростання витрат на енергію та логістику через війну підвищує собівартість видобутку. Крім того, галузь потребує значних інвестицій як у нові проєкти («greenfield»), так і в модернізацію існуючих («brownfield»), а також у підвищення енергоефективності на видобувних та переробних підприємствах.

4.3 Доступ до фінансування

Доступ до фінансування є критично важливим чинником промислового розвитку, оскільки він дозволяє підприємствам інвестувати у створення нових потужностей, модернізацію, розширення виробництва, а у випадку України – у відновлення після руйнувань, завданих війною. У цьому підрозділі окреслено основні фінансові інструменти та схеми підтримки, наразі доступні для промислових підприємств.

Умови фінансування для промислових підприємств в Україні залишаються структурно

складнішими, ніж у ЄС. Облікова ставка Національного банку України становить 15,5% (станом на червень 2025 року), тоді як вартість корпоративних запозичень в єврозоні – 3,7%.⁶⁷ У поєднанні з високою премією за ризик (через війну) та жорсткішими вимогами до застави, це підвищує середньозважену вартість капіталу (WACC) для промислового виробництва в Україні до 19–20%. Для порівняння, в аналогічних європейських проєктах WACC часто становить 8–9%, а за наявності грантів та державної підтримки – ще нижче.

Приватні джерела інвестицій та комерційне кредитування

Приватні інвестиції в Україні надходять переважно з власних коштів компаній та комерційних кредитів, однак обидва джерела перебувають під тиском. Багато компаній вичерпали резерви, щоб утриматися на плаву під час війни, тоді як банки залишаються обережними, пропонуючи відносно короткі терміни погашення та встановлюючи ставки за новими гривневими кредитами на рівні близько 15,5%

річних.⁶⁸ Банки з іноземним капіталом пропонують дещо нижчі ставки, але обсяги кредитування незначні, а внутрішні ринки облігацій залишаються нерозвиненими. Як наслідок, залучення довгострокового фінансування для капіталомістких проєктів із тривалим терміном окупності (наприклад, виробництва обладнання для ВДЕ) залишається проблемою.

Можливості державного фінансування

Державні програми підтримки частково компенсують ці обмеження, але їхнє охоплення значно варіюється залежно від розміру та форми власності компанії. Наразі в Україні діє кілька державних інструментів, що підтримують розвиток бізнесу, здешевлюючи окремі інвестиційні проєкти.

Для українських МСП основним інструментом є програма «Доступні кредити 5-7-9%», яка субсидує відсоткові ставки для українських компаній без іноземного капіталу. На початок 2024 року кредити за цією програмою становили приблизно 40% від усього гривневого кредитування бізнесу, хоча історично більшість виплат йшла на поповнення обігових коштів у сільському господарстві та торгівлі. У 2025

році на цю ініціативу виділено 18 млрд грн (430 млн доларів США); програма пропонує кредити на суму до 150 млн грн (3,6 млн доларів США) на строк до 10 років. Станом на 13 січня 2025 року в програмі брали участь 46 банків. Загалом було підписано 104 226 кредитних угод на 362 млрд грн (8,7 млрд доларів США); з них 69 404 кредити на суму 272,4 млрд грн (6,5 млрд доларів США) видано вже під час воєнного стану.⁶⁹ Крім того, МСП можуть скористатися перевагами програми «Індустріальні парки», яка співфінансує до 50% вартості інфраструктури на території парку (80% на деокупованих територіях, з обмеженням до 150 млн грн на парк). Гарним прикладом є ТОВ «Фурлендер Віндтехнологі»: підприємство релокувалося з Краматорська за урядовою програмою, отримало

кредити за ініціативою 25-7-9%» і зараз є учасником вже діючого індустріального парку.

Однак ця схема орієнтована на МСП, тому більші компанії зазвичай не можуть взяти в ній участь, що унеможливлює фінансування великих виробничих проєктів. Для великих українських компаній варіанти фінансування більш обмежені. Вони, як правило, позичають кошти за ринковими ставками (часто 15-16% у гривні) та стикаються з суворішими умовами щодо застави та строків погашення. Підтримка в рамках програми «Індустріальні парки» доступна, але зазвичай компенсує лише частину витрат на підготовку майданчика або підключення до комунальних мереж. Схема «Інвестиційна няня» (Закон № 1116-IX) передбачає державну підтримку в розмірі до 30% капітальних витрат для проєктів вартістю понад 12 млн євро (без ПДВ). Підтримка надається у формі податкових пільг, компенсації витрат на інфраструктуру та

пільгового права землекористування.⁷⁰ Хоча на папері цей інструмент є комплексним, його впровадження просувається повільно через воєнні ризики та обмежену довіру інвесторів.

Для іноземних інвесторів вітчизняні державні програми пропонують мало прямої підтримки. Вони не можуть брати участь у програмі «5-7-9%», а сума підтримки в рамках «Інвестиційної няні» є вкрай малою (загальний бюджет програми – 3 млрд грн, або близько 77 млн доларів США, для всіх потенційних інвесторів). Водночас транскордонне кредитування від материнських банків ускладнене через часткові валютні обмеження в Україні та високі вимоги до капіталу за правилами Базеля для європейських банків. Як наслідок, іноземні компанії, що прагнуть створити виробничі потужності в Україні, зазвичай залежать від змішаного фінансування від міжнародних фінансових інституцій (МФІ) та інструментів зменшення ризиків.

Можливості міжнародного фінансування

Міжнародні фінансові інституції (МФІ) продовжують відігравати вирішальну роль у підтримці виробничого сектору України. У 2024 році Європейський Союз започаткував Ukraine Facility – програму підтримки на 50 млрд євро, що діятиме до 2027 року. Вона складається з трьох компонентів: 38,27 млрд євро прямої бюджетної підтримки, 6,97 млрд євро в рамках Ukraine Investment Framework (UIF) для мобілізації інвестицій та 4,76 млрд євро на технічну допомогу. UIF пропонує змішане фінансування, що поєднує гранти та позики, а також гарантійні інструменти для зниження ризиків інвесторів. Впровадженням програми, друга фаза якої триває з квітня по жовтень 2025 року, займаються МФІ та українські фінансові посередники. Їхня мета – знизити ризики проєктів, щоб місцеві та іноземні кредитори могли пропонувати довший термін погашення та нижчі відсоткові ставки.^{71,72} Впровадження здійснюється через МФІ та українських фінансових посередників з чіткою метою зниження ризиків проєктів, щоб місцеві та іноземні кредитори могли пропонувати довший термін погашення та нижчі ставки. ЄБРР та Світовий банк також пропонують гранти, пільгові кредити та страхову підтримку

Україні та українському бізнесу для зниження загальної вартості капіталу.

Страхування від воєнних ризиків відіграє вирішальну роль у залученні інвестицій в умовах війни, оскільки воно безпосередньо впливає на високі премії за ризик, закладені в український WACC. Програма гарантій для відбудови та відновлення України від ЄБРР (URGF) працює через українських страховиків (INGO, Colonnade, UNIQA), покриваючи пов'язані з війною збитки промислових, логістичних та енергетичних активів.⁷³ Державне Експортно-кредитне агентство України (ЕКА) надає аналогічний захист як вітчизняним, так і іноземним інвесторам (з часткою власності не менше 10%), страхуючи прямі інвестиції та пов'язані з ними позики. Уряд Німеччини пропонує спеціальну схему гарантування для німецьких інвесторів, яка захищає від війни, експропріації та порушення контрактів, як для чинних так і для нових інвестицій. Багатосторонні та двосторонні гравці, як-от MIGA та американська DFC, пропонують схоже покриття політичних ризиків для іноземних інвесторів, часто в поєднанні з фінансуванням від МФІ. На приватному ринку українська

страхова компанія ARX тепер пропонує поліси страхування від воєнних ризиків на суму до 50 млн доларів США на об'єкт, тоді як ЄБРР також підтримує перестрахову угоду для транспортного сектору, щоб підтримати вантажні потоки та ланцюги постачання.⁷⁴ Зменшуючи ймовірність збитків для кредиторів та інвесторів, ці фінансові інструменти допомагають скоротити

як боргову складову, так і складові капіталу в структурі WACC. Для налагодження зеленого виробництва, де тривалий термін служби активів та високі потреби в капіталі посилюють вплив вартості фінансування, ефективне використання гарантій та страхування може стати вирішальним фактором, що відділяє життєздатний проєкт від нежиттєздатного.

4.4 Робоча сила та навички

Кваліфікована робоча сила є ключовим чинником промислового розвитку та впровадження передових технологій. Через війну, масову міграцію та внутрішнє переміщення населення України скоротилося з 40 мільйонів (2021) до приблизно 28–32 мільйонів (2025).^{75,76} Ситуацію ускладнює втрата населення працездатного віку, а дефіцит кадрів змушує підприємства адаптуватися. Зайнятість у промисловості скоротилася з 3,3 мільйона (2010) до 1,8 мільйона (2022), а загальна кількість працівників зменшилася на 25% порівняно з довоєнним рівнем.^{77,78} Водночас очікується, що в рамках зеленої відбудови до 2035 року знадобиться 1,5 мільйона додаткових працівників у зелених професіях, тоді як у 2023 році їхня кількість оцінювалася лише в 0,3 мільйона.⁷⁹ Опитування

підприємств, проведене Національним банком України, підтверджує цю проблему: 49% респондентів вважають брак кваліфікованої робочої сили основною перешкодою для зростання виробництва. Відтак, інвестиції в людський капітал є фундаментальним чинником для успішного налагодження виробництва зелених технологій в Україні.⁸⁰

Середньомісячна зарплата у 2024 році становила 24 000 гривень (530 євро), у міських районах – 35 000 гривень (800 євро), а в IT та інженерії – до 2 000 євро.⁸¹ Деякі працівники використовують схеми самозайнятості, які наразі недостатньо добре відображені в офіційній статистиці зайнятості та заробітної плати.



Професійна освіта, університети та навчання в більш широкому розумінні

Україна має добре розвинену систему освіти, яка включає університети, коледжі та професійно-технічні училища. Станом на 2025 рік у підпорядкуванні Міністерства освіти і науки перебуває 121 заклад вищої освіти; їхню кількість планують скоротити до 100 шляхом об'єднання.⁸² Станом на початок 2024 року існувало 664 професійно-технічні навчальні заклади, і трирівнева структура освіти залишається чинною.⁸³ Однак система освіти потребує вдосконалення, зокрема кращої адаптації навчальних програм до реальних потреб ринку праці.⁸⁴ Бізнес-сектор, зокрема в західних регіонах України, точково підтримує дуальну освіту, надаючи навчальне обладнання. Це створює основу для розбудови ширшої системи дуальної освіти, в якій теоретичне та практичне навчання скоординовані, а навчальні програми формуються відповідно до потреб ринку праці.⁸⁵

У 2024 році очікуваний випуск становив 155 400 спеціалістів, з них 8 400 – за ключовими інженерними спеціальностями.⁸⁶ Деякі університети, як-от КПІ, Львівська та Дніпровська політехніки, активно співпрацюють з бізнесом, щоб інтегрувати у навчальні програми технічні знання, актуальні для місцевого приватного сектору.

Попри широкий спектр програм, в Україні немає спеціалізованих університетських курсів з відновлюваної енергетики, інтегрованих у загальні інженерні програми. У 2021 році було запроваджено спеціальність «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії». Водночас масштабне розгортання ВДЕ в країні, особливо об'єктів малої генерації, стимулює попит на розширення відповідної освіти, щоб брак кваліфікованих кадрів не гальмував темпи встановлення нових потужностей.

4.5 Дослідження, розробки та інновації

Окрім людського капіталу, інноваційне середовище відіграє вирішальну роль у промисловому розвитку, оскільки воно сприяє появі нових технологій та підвищує конкурентоспроможність. У цьому підрозділі подано огляд сучасного стану досліджень та розробок (НДДКР) в Україні, зв'язків між університетами й промисловістю, а також загальної стартап-екосистеми.

Дослідження та розробки

У 2024 році Україна посіла 60-те місце в Глобальному інноваційному індексі (GII), опустившись на 11 позицій порівняно з 2021 роком, головним чином через війну.⁸⁷ Водночас міжнародні аналітики виділяють кілька позитивних аспектів інноваційного ландшафту України. Країна продовжує створювати більше інноваційної продукції, ніж можна було б очікувати, зважаючи на її рівень інвестицій відносно ВВП. Це одна з небагатьох економік, де розвиток інновацій постійно випереджав економічний розвиток протягом тривалого періоду – а саме, з 2014 по 2024 рік. Україна також зберігає сві-

тове лідерство в субіндексі корисних моделей за походженням, посідає друге місце у світі за зайнятістю жінок з вищою освітою та четверте – за світовими витратами на програмне забезпечення.⁸⁸

Україна має значні успіхи у сферах IT (Grammarly, Petcube), авіації (Zenit) та сільського господарства (дрони, нові сорти зернових). Країна має значний досвід у виробництві турбін для ТЕС, АЕС та ГЕС, і цей досвід тепер застосовується у вітроенергетичному секторі.

Оборонний сектор також розвиває стартапи за рахунок державних грантів, що вже дало відчутні результати. Україна є учасницею програми ЄС «Цифрова Європа» (зі знижкою 95% на

внески до 2027 року), що дозволяє отримувати фінансування на проєкти у сферах штучного інтелекту, кібербезпеки та суперкомп'ютинг.⁸⁹

Екосистема стартапів

Сильний стартап-сектор може підтримати виробництво у ланцюгах вартості зелених технологій, сприяючи інноваціям та розробляючи нові матеріали, процеси й цифрові інструменти. Стартапи можуть пропонувати рішення для зниження виробничих витрат, скорочення часу розробки та адаптації виробництва до мінливих потреб ринку й технологій. Це допомогло б підвищити конкурентоспроможність вітчизняного сектору виробництва обладнання для ВДЕ.

Попри війну, стартап-екосистема України продемонструвала стійкість та адаптивність. У країні налічується 3 000 стартапів та 8 «єдинорогів» (Grammarly, GitLab), а оцінка сектору з 2020 року потроїлася.^{90,91,92} Експорт ІТ-послуг у 2022-2023 роках приніс 14 мільярдів доларів доходу.

Зростання підтримується мережею акселераторів (Defence Builder), технологічних парків (UNIT.City) та урядових ініціатив, як-от Український фонд стартапів та проєкт «Дія.City», до якого вже долучилося 1 600 компаній, що створює сприятливе середовище для ІТ-бізнесу.^{93,94}

Однак виклики, спричинені війною, впливають на інноваційний ландшафт, зокрема через вимушене переміщення робочої сили, мобілізацію, порушення ланцюгів постачання та обмежений доступ до капіталу. Хоча війна спричинила еміграцію близько 120 000 ІТ-фахівців, ця нова діаспора може відіграти конструктивну роль у розширенні глобальної інноваційної мережі України, створюючи нові можливості для міжнародної співпраці та інвестицій.⁹⁵

4.6 Політичне та регуляторне середовище

Чітка та передбачувана політико-правова база є необхідною умовою для розвитку виробничого сектору України. Вона впливає на інвестиційні рішення, підтримує промислову модернізацію та закладає основу для довгострокового конкурентного зростання як на внутрішньому, так і на міжнародному ринках.

Загальне регуляторне середовище

Бізнес-середовище та регуляторне поле у виробничому секторі України поєднують у собі як постійні виклики, так і помітні покращення. Хоча загальна ситуація не є найпростішою, спостерігається чітка тенденція до спрощення та підтримки. Для допомоги та захисту бізнесу у випадках регуляторних або адміністративних труднощів було створено такі інституції, як

Рада бізнес-омбудсмена. Хоча країна все ще стикається з перешкодами, зокрема в інфраструктурі та послідовності правозастосування, є ознаки того, що реформи спрощують умови для підприємців та інвесторів.

З процедурної точки зору, започаткування виробничого бізнесу в Україні є відносно про-

стим, особливо порівняно з багатьма країнами ЄС. Наприклад, процес реєстрації фізичної особи-підприємця є помітно швидким і простим. Екологічні норми та дозвільні процедури є менш обтяжливими, а вимоги до документації – мінімальними. Однак ця регуляторна гнучкість може змінитися після очікуваного вступу України до ЄС, що, ймовірно, призведе до запровадження суворіших стандартів відповідності нормам Євросоюзу.

Немає суттєвих регуляторних бар'єрів для входу у виробничий сектор. Проте ключовою проблемою для експортерів є відсутність в Україні акредитованих лабораторій із сертифікації продукції. Багато виробників змушені надсилати свої товари до країн ЄС для тестування та сертифікації, що збільшує час і витрати. Придбання та використання землі – це ще одна сфера, де є покращення: процедуру зміни цільового призначення (наприклад, із сільськогосподарського на промислове) значно спростили, і тепер вона займає лише два місяці замість кількох років.

Механізми промислової політики та політика підтримки

Україна активно розробляє інструменти промислової політики для підтримки вітчизняних виробників, розглядаючи просування експорту та індустриальні парки як рушії економічного зростання. Ключові заходи підтримки включають компенсацію витрат на інфраструктуру для індустриальних парків (див. розділ 4.3). Резиденти цих парків користуються податковими пільгами, зокрема звільненням від податку на прибуток, земельного податку, ПДВ на імпортоване обладнання та податку на майно, що суттєво зменшує їхнє фінансове навантаження та дозволяє реінвестувати кошти в модернізацію. Однак ефективних стимулів для великомасштабних інвестиційних проєктів досі бракує.

Щоб заповнити цю прогалину, було ухвалено Закон № 1116 «Про державну підтримку інвестиційних проєктів зі значними інвестиціями в

Регуляторне середовище України розвивається відповідно до її статусу кандидата на вступ до ЄС, з активною гармонізацією законів та стандартів у ключових секторах. Це включає постійну дерегуляцію та цифровізацію державних послуг, зокрема через платформу «Дія», для зменшення бюрократичних бар'єрів та підтримки ділової активності.

Одним із чинників, що створюють ускладнення, залишається валютний контроль, запроваджений на час війни. Хоча іноземні інвестори можуть отримувати дивіденди в Україні та реінвестувати їх на місцевому рівні, вони наразі стикаються з обмеженнями на переказ цих коштів за кордон. Цей захід, хоча й тимчасовий, ускладнює репатріацію капіталу та впливає на інвестиційні стратегії під час конфлікту. Попри це, загальний напрям реформ та запровадження механізмів підтримки свідчать, що Україна активно працює над створенням сприятливіших умов для бізнесу, зокрема у виробництві.

Україні». Проєкти також можуть передбачати розвиток інфраструктури, що фінансується інвесторами. Державна підтримка формалізується через Спеціальний інвестиційний договір, підписану з Кабінетом Міністрів, місцевими органами влади та іншими зацікавленими сторонами. Цільові сектори включають біогаз, переробну промисловість (крім алкогольної та тютюнової), логістику, охорону здоров'я, дослідження та розробки, туризм та інші, під наглядом UkraineInvest та Міністерства економіки.

Щоб допомогти бізнесу адаптуватися до умов війни, було запроваджено державні та приватні програми релокації. З її початку понад 18 000 компаній переїхали – більше 800 за державною програмою та близько 7 000 самостійно – переважно до Західної та Центральної України. Оптові торговельні підприємства становили

понад 30% переміщених бізнесів. Це масштабне переміщення допомогло зберегти промисловий потенціал, стабілізувати виробництво та перерозподілити ресурси. Майбутнє відновлення залежатиме від відновлення логістики, стабілізації енергетичної системи та забезпечення ширшої макроекономічної стабільності.

Ключовою ініціативою стала платформа «Зроблено в Україні», яка спирається на наявні програми та доповнює їх новими заходами, як-от безповоротні гранти для переробних компаній та схема «Інвестиційна няня», що пропонує податкові пільги й підтримку інфраструктури для великих проєктів. Ініціатива також сприяє вітчизняному виробництву через субсидії на сільськогосподарську техніку українського виробництва, шкільні автобуси та будівельні матеріали, а також програму кешбеку на споживчі товари місцевого виробництва. Станом на червень 2025 року Кабінет Міністрів виділив 2,4 млрд гривень на виплати за Національною

програмою кешбеку, а також 200 млн гривень на виплати за програмою компенсації вартості українського промислового обладнання.⁹⁶

Нещодавні реформи прискорили зонування промислових земель, тоді як зростання експорту зумовлене розширенням фінансування Експортно-кредитного агентства та посиленням торговельної дипломатії.⁹⁷

Щоб вирішити проблему нестачі кваліфікованих кадрів, Україна також зосереджується на розвитку людського капіталу. За підтримки ЄС уряд модернізує професійно-технічну освіту через такі ініціативи, як EU4Skills, зосереджуючись на STEM та технічних спеціальностях. Ці зусилля тепер спрямовані на перекваліфікацію ветеранів та переміщених працівників. Платформа «Зроблено в Україні» включає виробниче навчання як один з основних напрямків, тоді як режим Дія.City сприяє розвитку висококваліфікованих кадрів у сфері технологій.

Торговельна політика

Наразі Україна має численні угоди про вільну торгівлю, зокрема з ЄС, Канадою, Великою Британією, ЄАВТ та Ізраїлем, що сприяють торгівлі та зменшують пов'язані з нею витрати.⁹⁸ Крім того, Україна є учасницею Угоди СОТ про державні закупівлі (GPA), яка взаємно відкриває ринки державних закупівель для всіх країн-учасниць.⁹⁹

Однак торговельна діяльність між Україною та ЄС відіграє найважливішу роль для української економіки. У 2024 році 50% торгівлі товарами України припадало на ЄС як на торговельного партнера. Важливим чинником цього стала Поглиблена та всеохоплююча зона вільної торгівлі (ПВЗВТ), створена в рамках Угоди про асоціацію між ЄС та Україною, що набула чинності у вересні 2017 року.¹⁰⁰ Переваги ПВЗВТ включають ефективне та швидке спрощення митних процедур, а також скасування понад 98% мит.¹⁰¹

Крім того, у відповідь на незаконну анексію Росією Севастополя та Криму у 2014 році, ЄС заборонив імпорту з цих регіонів, а також інвестиції та певні пов'язані з ними послуги. Після повномасштабного вторгнення ця заборона була поширена на тимчасово окуповані території Донецької, Луганської, Херсонської та Запорізької областей. Як додаткову тимчасову підтримку, в червні 2022 року ЄС в рамках Регламенту про автономні торговельні заходи запровадив повну лібералізацію торгівлі, включаючи призупинення імпортих мит, квот та заходів торговельного захисту. Ця підтримка діяла до червня 2025 року.¹⁰²

Підтримка українського експорту включає Офіс з просування експорту та Експортно-кредитне агентство (ЕКА) в рамках програми «Зроблено в Україні», яка сприяє розвитку машинобудування, енергетики та транспорту.^{103,104} Існують плани щодо скасування заборони на експорт зброї, що відкриє нові ринки для оборонної промисловості.¹⁰⁵

5.

Аналіз технологій

Цей розділ є основною аналітичною частиною звіту. У ньому розглядаються три ключові технології. Для кожної з них спочатку подано огляд поточного стану у світі та в Україні, з акцентом на кожен сегмент ланцюга вартості. Далі проводиться кількісна та якісна оцінка налагодження виробництва фотоелектричних СЕС, вітрових турбін та літій-іонних акумуляторів в Україні, з порівнянням з іншими країнами-виробниками та аналізом поточного стану справ та «вивчених уроків». Після цього досліджуються потенційні економічні вигоди від розгортання виробництва в ланцюгу вартості для кожної технології. На завершення, у заключній частині кожного підрозділу, наводяться додаткові міркування.



5.1 Сонячні фотоелектричні системи

5.1.1 Огляд ланцюга вартості

Сонячні фотоелектричні системи (СЕС) перетворюють сонячне світло на електроенергію за допомогою напівпровідникових матеріалів, переважно кремнію, хоча в ланцюгу вартості задіяні й інші важливі мінерали. На ринку домінують сонячні елементи з кристалічного кремнію (с-Si), на які припадає близько 95% світового ринку; решта – це тонкоплівкові технології,

як-от CIGS та CdTe.¹⁰⁶ Ланцюг вартості для технології с-Si є відносно коротким і зазвичай поділяється на п'ять основних етапів. Для створення готової системи також необхідні додаткові компоненти: монтажні конструкції, інвертори, розподільні коробки та кабельна продукція.¹⁰⁷

	Полікремній	Злиток	Пластина	Елемент	Панель / Модуль
Опис	Кварц очищується до високоякісного полікремнію	Полікремній плавиться та формується у кремнієві злитки	Злитки нарізають на тонкі, чисті пластини	Пластини перетворюються на елементи, що генерують е/е	Елементи збираються в обрамлені, ламіновані модулі
Основні виробники (% світової частки ринку)	Китай (79%) Європа (8%) АТР (6%)	Китай (>80%)	Китай (97%) АТР (2,5%) Європа (0,5%)	Китай (85%) АТР (12%) Європа (0,6%)	Китай (75%) АТР (15%) Європа (3%)
Виробництво в Україні	Виробництво відсутнє	Виробництво знаходиться на стадії будівництва та / або може бути відновлене			Існує обмежене виробництво

Джерело: MEA (2022), аналіз авторів.

Сектор СЕС є надзвичайно географічно концентрованим: Китай контролює понад 80% усього виробничого ланцюга, від полікремнію до випуску кінцевих модулів.¹⁰⁸ Переважна більшість продукції – це технології кристалічного кремнію; також розробляються деякі тонкоплівкові та перовскітні елементи. Китай став домінуючим виробником у сфері СЕС з кінця 2000-х років завдяки ефекту масштабу, доступу до фінансування, технологічним удосконаленням та стратегічній державній підтримці.¹⁰⁹ Хоча на рівні країн виробництво є висококонцентрованим, конкуренція між компаніями всередині Китаю є жорсткою. Такі компанії, як LONGi, JA Solar, Trina Solar та JinkoSolar, по-

стійно знижують витрати та інвестують значні кошти в дослідження, розробки й удосконалення продукції. Крім того, на світовому ринку спостерігається значний надлишок виробничих потужностей та агресивне ціноутворення, що суттєво знижує ціни та чинить тиск на виробників за межами Китаю.¹¹⁰

Початкові етапи виробництва СЕС – виготовлення полікремнію, пластин та елементів – є висококонцентрованими, і Китай тут міцно лідирує, забезпечуючи практично все світове виробництво пластин. Попри те, що деякі складальні потужності географічно розпорошені, світова індустрія СЕС залишається значною

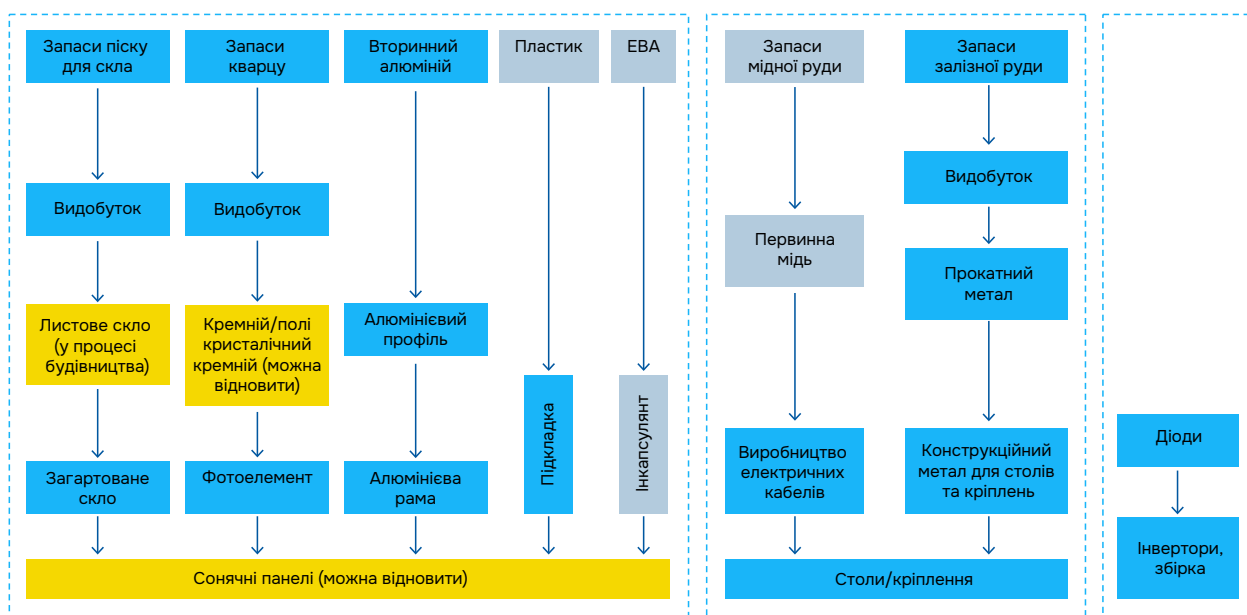
мірою залежною від Китаю щодо ключових компонентів. У 2021 році Малайзія та В'єтнам посіли друге та третє місця серед найбільших виробників фотоелектричних елементів, забезпечивши по 7% світового виробництва кожен. Таїланд та Південна Корея також робили свій внесок, хоча й з меншими частками.¹¹¹

До 2021 року потужності зі складання фотоелектричних модулів були розподілені по 38 країнах, але якщо розглядати лише потужності понад 1 ГВт, то сектор є більш концентрованим: лише 19 країн мали такі масштабні операції.¹¹² Серед інших помітних учасників ринку були В'єтнам (5%), Малайзія (4%), Південна Корея (4%) та Таїланд (2%), але багато об'єктів у цих країнах належали китайським компаніям, які

часто намагалися обійти антидемпінгові мита, що встановлюються країнами-імпортерами.¹¹³

Експортні показники Китаю ще раз підтвердили його промислову потужність: експорт продукції для СЕС у 2021 році перевищив 30 мільярдів доларів США, що склало майже 7% його торговельного профіциту за попередні п'ять років. Китайські інвестиції в Малайзію та В'єтнам також сприяли зростанню експорту фотоелектричної продукції з цих країн, забезпечивши приблизно 10% та 5% їхніх торговельних профіцитів з 2017 року відповідно.¹¹⁴ Загалом, світова торгівля матеріалами та компонентами для СЕС (включно з полікремнієм, пластинами, елементами та модулями) у 2021 році перевищила 40 мільярдів доларів США.¹¹⁵

Рисунок 12. Ланцюг вартості у виробництві СЕС в Україні



- Виробництво існує в Україні
- Виробництво у процесі будівництва та/або може бути відновлене
- Виробництво відсутнє (попит покривається за рахунок імпорту)

Джерело: оцінка авторів.

Україна має певні потужності в розширеному ланцюгу вартості СЕС, що стало можливим завдяки поєднанню вітчизняних ресурсів та попереднього промислового досвіду. Ці потужності охоплюють увесь ланцюг вартості: від видобутку сировини до складання модулів та виробництва допоміжних компонентів.

Кремній та полікремній: Україна має значні запаси та веде видобуток високоякісного кварцу і кварциту, зокрема на Глухівському кар'єрі, де вміст кремнію перевищує 99%. Історично країна була значним світовим гравцем у виробництві кремнію, зокрема полікремнію для фотоелектричних застосувань. У 2004–2009

роках на Україну припадало до половини світового виробництва полікремнію сонячної якості (SoG-Si). Основні потужності були зосереджені на Запорізькому заводі напівпровідників, який випускав до 2200 тонн продукції на рік.¹¹⁶ Додаткове виробництво велося й на інших підприємствах. Зокрема, київська компанія «Квазар» мала повністю інтегрований виробничий цикл – від вирощування кремнію до виготовлення пластин – і постачала продукцію переважно на європейські ринки. Однак після 2010 року швидке розширення виробничих потужностей у Китаї серйозно вдарило по конкурентоспроможності України в цій сфері та значно обмежило місцеве виробництво кремнію. Сьогодні кремній в обмежених обсягах продовжують виробляти переважно для потреб мікроелектроніки.

Виробництво злитків, пластин та елементів: на проміжних етапах ланцюга вартості СЕС промислова активність в Україні була обмеженою. KNESS Group, яка працювала у секторі СЕС протягом 2019–2020 років, імпортувала готові злитки та здійснювала нарізання пластин на внутрішньому ринку. Однак останніми роками великомасштабного вітчизняного виробництва фотоелектричних елементів не було. Раніше «Квазар» займався й обробкою елементів у рамках свого інтегрованого циклу, але цю виробничу лінію закрили після реструктуризації компанії.

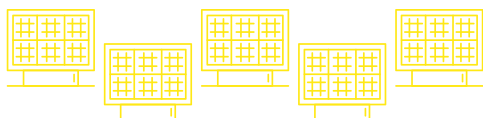
Модулі: досвід України у складанні сонячних фотоелектричних модулів зосереджений у двох періодах. До 2012 року «Квазар» виробляв панелі з використанням полікремнію вітчизняного виробництва. У 2019–2020 роках у Вінниці працював завод KNESS Group з виробництва фотоелектричних панелей річною потужністю 200 МВт. Компанія складала модулі, використовуючи імпортований кремній та герметики, а також вітчизняне загартоване скло й алюмінієві профілі. Пластикові підкладки виготовляли на місці з імпортованого пластику. Завод припинив діяльність через нездатність конкурувати за ціною з дешевим китайським імпортом. Сьогодні складання СЕС-модулів в Україні існує в

обмежених обсягах і здебільшого зводиться до виготовлення нестандартних панелей на замовлення.

Матеріали та проміжні продукти: в Україні виробляють кілька ключових компонентів для фотоелектричних модулів. Алюмінієві рами виготовляють з переробленого алюмінію. В Україні також виробляють загартоване скло, хоча сировину для нього – листове скло – досі імпортують. Наразі реалізуються два проєкти з виробництва листового скла, які мають на меті налагодити постачання сировини для загартованого скла, використовуючи високоякісний український пісок. Герметики, як і раніше, імпортують, переважно з Китаю. Пластикові підкладки для модулів виготовляють в Україні з імпортованого пластику, а для обкладки елементів використовують імпортовані матеріали на основі кремнію.

Компоненти балансу системи (BOS): Україна також має потужності для виробництва компонентів балансу системи (Balance of System, BOS). Сталевий прокат з української залізної руди використовується у виготовленні монтажних конструкцій та кріплень для фотоелектричних установок. Мідні дроти та електричні кабелі виробляють всередині країни (хоча й з імпортованої міді), алюмінієві профілі та опори для рам і монтажних конструкцій – також на місці. Загартоване скло для покриття фотоелектричних панелей також виготовляють в Україні; на ринку працює щонайменше 17 таких виробників.

Виробництво інверторів існує, але залишається обмеженим за масштабами. Станом на 2024 рік в Україні працювало 11 виробників інверторів. До війни ці фірми виробили 2 571 інвертор малої потужності (до 7,5 кВА), що принесло 370 000 євро доходу. Більшість виробництва базується на імпортованих компонентах, а значна частина виробників розташована в регіонах, що постраждали від війни, як-от Запоріжжя та Харків. KNESS Group також виробляла інвертори до середини 2024 року, але згодом припинила їх випуск.



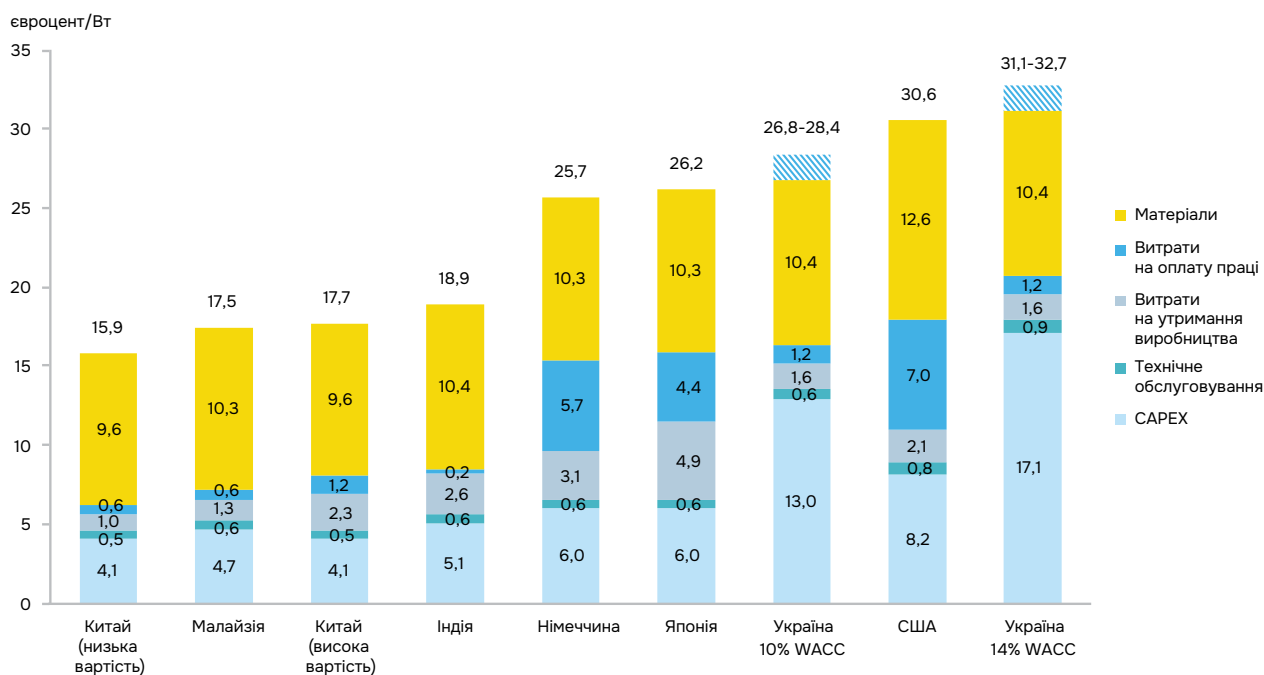
5.1.2 Результати та аналіз

Для моделювання конкурентоспроможності потенційного налагодження виробництва у ланцюгу вартості СЕС було зібрано та використано як первинні, так і вторинні дані щодо України та інших міжнародних гравців. Для більшої варіативності в подальшому аналізі розглянуто два сценарії: будівництво «з нуля» (greenfield) інтегрованих заводів з виробництва СЕС річною потужністю 500 МВт та 1 ГВт. Обидва варіанти оцінено за припущення середньозваженої вартості капіталу (WACC) на рівні 10% та 14%. Наразі вартість капіталу в Україні залишається надзвичайно високою, близько 20% WACC, що робить фінансування проєктів непомірно дорогим. Однак, якщо включити

грантове фінансування, державну підтримку та пільгові кредити до структури капіталу великомасштабних проєктів, WACC можна знизити до більш прийнятного рівня в 10–14%. Саме ці скориговані припущення щодо WACC застосовано в подальшому моделюванні витрат (див. Блок 1). Також було враховано діапазон вартості сировини, щоб відобразити можливі перебої в ланцюгах постачання та загальну невизначеність. Для порівняння конкурентоспроможності виробництва в різних країнах усі значення стандартизовано до євроцентів 2024 року за ват (EURc/Вт) виробленої потужності СЕС. Результати для обох сценаріїв наведені нижче.

Результати

Рисунок 13. Собівартість виробництва – річна виробнича потужність 500 МВт



Джерело: NREL (2024)¹¹⁷, консультації експертів, розрахунки авторів.

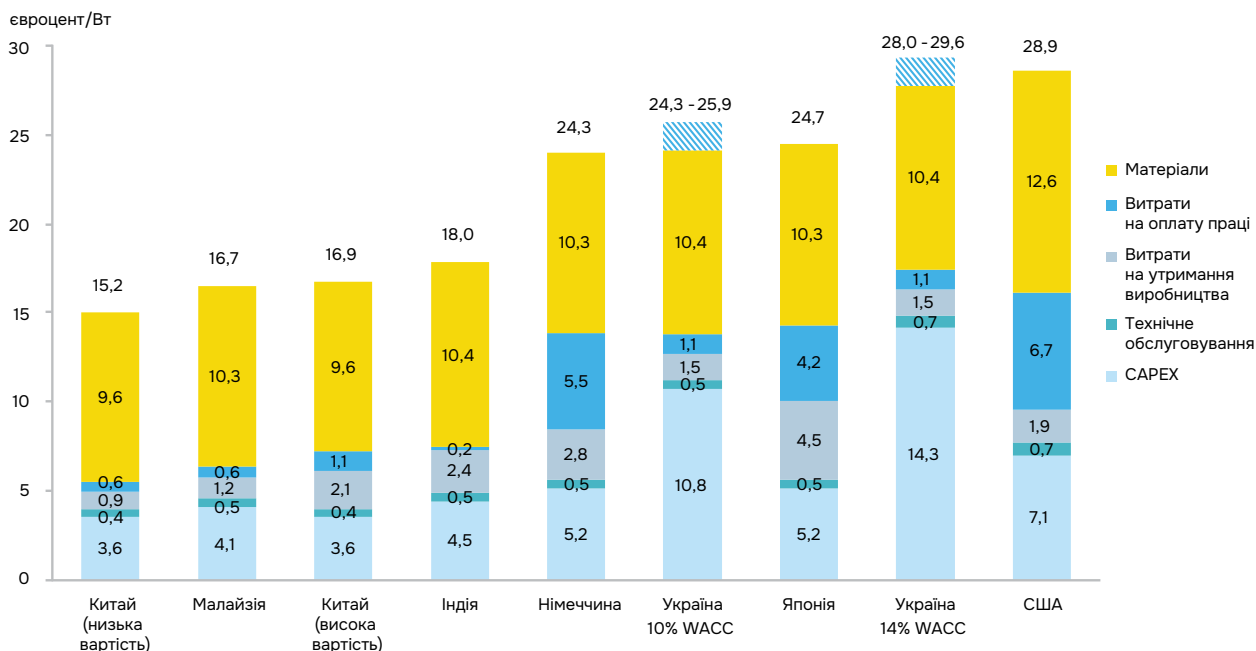
У першому змодельованому сценарії розглядається інтегрований, збудований «з нуля» об'єкт річною виробничою потужністю 500 МВт. Залежно від умов, собівартість виробництва в Україні коливається від 26,8 євроцентів/Вт (за оптимістичного сценарію з WACC 10% та вартістю матеріалів 10,4 євроцентів/Вт) до 32,7

євроцентів/Вт (за песимістичного сценарію з WACC 14% та вартістю матеріалів 12 євроцентів/Вт). Цей діапазон відображає невизначеність, пов'язану з українськими реаліями, що суттєво впливає на конкурентоспроможність продукції. WACC є найбільшим визначальним чинником: за нижчих ставок фінансування ви-

робництво може бути більш конкурентоспроможним, ніж у США, тоді як вищий WACC робить Україну найменш конкурентоспроможною

серед порівнюваних 11-ти країн (на рисунку представлено лише 6 країн для порівняння).

Рисунок 14. Собівартість виробництва – річна виробнича потужність 1 ГВт



Джерело: NREL (2024), консультації експертів, розрахунки авторів.

У другому сценарії будується більший інтегрований завод з виробництва сонячних фотоелектричних модулів потужністю 1 ГВт. Завдяки кращій економії масштабу виробництво в Україні стає більш конкурентоспроможним порівняно зі сценарієм виробничої потужності 500 МВт, досягаючи рівня 24,3 євроцентів/Вт у сценарії з нижчою середньозваженою вартістю капіталу та нижчими витратами на матеріали – на рівні модельованих виробничих витрат

у Німеччині та випереджаючи Японію та США. За песимістичного сценарію, виробничі витрати в Україні приблизно дорівнюють показнику США, але все ще є нижчими, ніж у Німеччині та Японії. Порівняно з іншими країнами у вибірці, Україна значно поступається світовим лідерам за вартістю, таким як Китай, Індія та Малайзія, але її показники є співставними з високоіндустріалізованими розвиненими країнами.

Аналіз

Промисловий потенціал та розвиненість ланцюгів постачання є фундаментальними чинниками, що визначають витрати у виробництві СЕС. Хоча Україна в різні періоди мала значну частку в ланцюгу вартості СЕС, світові лідери мають добре розвинені сектори з кількадесятилітньою історією. США, Німеччина, Південна Корея та Японія виробляють та впроваджують інновації у секторі СЕС з 1970-х років, накопичивши значний досвід та створивши важливі мережі виробників і постачальників, хоча і в

різних формах. Наприклад, стратегія Німеччини була зосереджена на розвитку МСП, тоді як Південна Корея та Японія робили ставку на великі інтегровані конгломерати. З входженням Китаю в цей сектор на початку 2000-х років і наданням йому пріоритетного значення, починаючи з 10-го п'ятирічного плану, масштабна підтримка створила тісно пов'язаний, хоча і жорстко конкурентний, внутрішній сектор, який зараз займає лівову частку світового попиту. Тим не менш, деякі з цих тенденцій є

сприятливими і для України. Завдяки глобалізації торгівлі та виробництва, вартість матеріалів у всіх досліджуваних країнах варіюється найменше: від 9,6 євроцентів/Вт у Китаї до 12,6 євроцентів/Вт у США. Для України цей показник перебуває в діапазоні 10,4–12,0 євроцентів/Вт.

Витрати на утримання виробництва, натомість, демонструють значні коливання і є одним зі змодельованих чинників конкурентоспроможності України, хоча з деякими застереженнями. Вартість комунальних послуг в Україні (1,5–1,6 євроцентів/Вт) є нижчою, ніж в інших розвинених країнах, що відображає, зокрема, нижчу вартість електроенергії – ключового ресурсу в енергоємному виробництві СЕС.¹¹⁸ Ця перевага особливо очевидна у порівнянні з Німеччиною (2,8 євроцентів/Вт) або Японією (4,5 євроцентів/Вт). Водночас, з огляду на постійні російські атаки на енергомережу, майбутнє української енергосистеми залишається невизначеним як щодо довгострокового енергобалансу, так і ціноутворення. Тому під час відбудови мережі вкрай важливо інтегрувати дешеві ВДЕ, щоб забезпечити довгострокову економічну конкурентоспроможність, підготуватися до механізмів СВМ та СТВ ЄС, а також досягти кліматичних цілей України.¹¹⁹

Однак у більшій частині Європи складні правила та тривалі терміни отримання дозволів значно збільшують **капітальні витрати (CAPEX)** для нових заводів з виробництва СЕС. Запуск об'єкта може тривати до двох років, із подальшими затримками під час тестування та запуску виробництва, що уповільнює вихід на прибутковість. Виробникам може знадобитися до 100 млн євро обігового капіталу для покриття витрат на запуск та початок роботи, що робить доступ до фінансування одним із найважливіших чинників.¹²⁰

Згідно зі змодельованими результатами, капітальні витрати (CAPEX) коливаються від 3,6 євроцентів/Вт у Китаї до 7,1 євроцентів/Вт у Сполучених Штатах для електростанції потужністю 1 ГВт, але Україна навіть за найоптимістичнішим сценарієм WACC 10% має капітальні витрати на

рівні 10,8 євроцентів/Вт та надзвичайно високі 17,1 євроцентів/Вт для електростанції потужністю 1 ГВт з WACC 14%. Хоча розмір заводу є визначальним фактором (подвоєння потужності може зменшити капітальні витрати на одиницю на 15–20%), загалом CAPEX залишається суттєвою перешкодою.

Загалом, протягом останніх років середньозважена вартість капіталу (WACC) у світі зростала під впливом підвищення процентних ставок, жорсткіших умов кредитування та вищих премій за ризик через економічну й геополітичну невизначеність. Це означає відхід від середовища низької вартості капіталу, характерного для попереднього десятиліття.¹²¹ Однак існують значні регіональні відмінності, зумовлені джерелами фінансування. Китай активно підтримує свої компанії у секторі СЕС на всіх етапах – від виробництва та експорту до розгортання проєктів – надаючи державне пільгове фінансування. Пріоритетне кредитування та підтримка сектору, закріплені в останніх п'ятирічних планах, у поєднанні з іншими заходами дозволили досягти надзвичайно швидких темпів розбудови (лічені місяці) та дуже низький показник CAPEX (найнижчий у вибірці).¹²² Фінансова система Китаю спирається на державні банки розвитку та механізми зеленого фінансування, які роблять капітал легкодоступним для проєктів ВДЕ. На противагу цьому, в Європі ситуація кардинально інша. Численні респонденти повідомляють, що доступ до фінансування виробництва зелених технологій є вкрай ускладненим через високі бар'єри з боку банків розвитку та різних фондів ЄС. Наприклад, у Німеччині державне фінансування зеленого переходу є значною мірою обмеженим, а наявні фінансові моделі погано адаптовані для підтримки різних виробничих проєктів у сфері клімату.¹²³ Показово, що сонячна фотоелектрична промисловість була в значній мірі пропущена у звіті Драгі про конкурентоспроможність ЄС, що свідчить про її нижчий пріоритет для масштабної підтримки. І це незважаючи на те, що сектор все ще присутній у NZIA ЄС та інших стратегічних документах.

Блок 1: Зниження вартості капіталу в Україні: роль державної підтримки

Попри певні конкурентні переваги (як-от нижча вартість робочої сили та витрат на утримання виробництва), за кінцевою собівартістю виробництва Україна поступається Китаю, країнам Південно-Східної Азії та Європи. Однією з ключових причин є висока вартість фінансування в Україні, що значно збільшує фінансовий тягар для капіталомістких проєктів. За поточних ринкових умов ця висока вартість компенсує структурні переваги України, роблячи багато великомасштабних інвестицій у виробництво економічно не вигідними.

Для порівняння, у Китаї та ЄС великомасштабні проєкти реалізуються за спеціальними фінансовими схемами, що включають пільгові кредити, державні гарантії або субсидії. Ці інструменти знижують середньозважену вартість капіталу (WACC), а отже – і річну частку капітальних витрат (CAPEX) у собівартості. Наприклад, приблизно 34% від загального обсягу інвестицій в італійський завод з виробництва СЕС 3Sun HJT було профінансовано за рахунок грантів від Інноваційного фонду ЄС та Італійського фонду відновлення та стійкості. Така змішана структура фінансування знизилася WACC проєкту приблизно до 3,4% порівняно із середнім ринковим показником у 7–8%. Подібні схеми дозволили кільком проєктам з виробництва акумуляторів у ЄС досягти WACC у розмірі 3,5–4,3%.

У таблиці нижче проілюстровано цей взаємозв'язок: більша частка грантів та пільгового фінансування призводить до зниження WACC та підвищення економічної життєздатності великих проєктів зеленого виробництва.

Таблиця 2. Вплив грантів та державної підтримки на середньозважену вартість капіталу (WACC) та капітальні витрати (CAPEX)

Країна	Співвідношення боргу/власного капіталу/гранту	Вартість боргу	Вартість власного капіталу	WACC	Річні капітальні витрати (EURc/Вт)
Німеччина, (за ринковим WACC)	25:75:0	4.5%	10%	8%	7,7
Німеччина, (з грантовою / державною підтримкою)	50:25:25	4.5%	10%	4%	5,2 (-33%)
Україна, (за ринковим WACC)	25:75:0	18%	21%	19%	19,3
Україна, (з грантовою / державною підтримкою)	30:45:25	18%	21%	14%	14,3 (-26%)
	30:25:45	18%	21%	10%	10,8 (-44%)
	30:10:60	18%	21%	7%	8,1 (-58%)

Джерело: NREL (2024). Дослідження вартості капіталу KPMG (2024). Власна розробка та аналіз.

Примітка: Застосовано податковий щит (Податок на прибуток підприємств: Україна – 18%, Німеччина – 30%).

Для України, за поточних ринкових рівнів WACC у 19–20%, річні капітальні витрати (CAPEX) для заводу СЕС потужністю 1 ГВт будуть непомірно високими. Запровадження державних грантів або пільгового фінансування, що знижують WACC до 14% або 10%, може зменшити річні капітальні витрати на 26–44%. Хоча досягти повного паритету з рівнями WACC в ЄС може бути складно через високі премії за ризик в Україні, значне скорочення цього розриву вже суттєво покращить конкурентоспроможність. Наприклад, за ще вищого рівня фінансової підтримки WACC може впасти до 7%, що зробить річний CAPEX майже втричі нижчим, ніж у сценарії без підтримки. Отже, для України пільгове фінансування – через гранти, гарантії або низьковідсоткові кредити – може значно підвищити життєздатність проєктів. Це зробить країну привабливішою для перенесення виробництва СЕС ближче до європейських ринків (nearshoring), але водночас вимагатиме зміцнення фінансової екосистеми країни шляхом запровадження нових інструментів фінансування та державно-приватних партнерств, які могли б забезпечити значне зростання, особливо в секторі відновлюваної енергетики.

Ключовим чинником конкурентоспроможності українського сектору виробництва СЕС є низька **вартість робочої сили** порівняно з іншими країнами. Для заводу потужністю 1 ГВт на рік витрати на робочу силу в Німеччині становлять 5,5 євроцентів/Вт, а в Сполучених Штатах – 6,7 євроцентів/Вт. В Україні ж ця складова становить лише 1,1 євроцентів/Вт, що співставно з показниками для виробництв із високою вартістю у Китаї. Хоча сектор дедалі більше автоматизується і не створює значної кількості прямих робочих місць, чинник робочої сили, тим не менш, залишається ключовим. Високий рівень людського капіталу, досвід в інженерії та ІТ, а також міжгалузеві зв'язки створюють в Україні хороший потенціал для заповнення необхідних вакансій, однак існують і певні недоліки.¹²⁴ Масштабна еміграція, втрати на війні та постійна мобілізація значно скоротили доступний кадровий резерв, тому країна потребуватиме більш спеціалізованих університетських програм та тренінгів.

Дефіцит робочої сили вже гостро відчутний у сегменті розгортання та монтажу СЕС, що вимагає значних зусиль для підготовки нових інженерів. Хоча це є проблемою і в Німеччині, там для її вирішення запровадили цільові програми, зокрема через заклади професійно-технічної освіти (ПТО) та спеціалізовані навчальні центри. Крім того, через брак сертифікованих фахівців приватні компанії самі організовують внутрішнє навчання монтажників фотоелектричних панелей.¹²⁵ Інтеграція в сектор розгортання СЕС ветеранів та жінок може бути взаємовигідною, але для підготовки персоналу для виробничих заводів ключовим залишається фокус на інженерних програмах університетського рівня.

Це, у свою чергу, тісно пов'язано зі сферою **досліджень і розробок** (НДДКР) та зв'язками між промисловістю та наукою. Європейські університети та дослідницькі інститути, як-от Fraunhofer, історично відігравали фундаментальну роль у розвитку сектору, особливо в Німеччині та Східній Азії. Однак зараз вони стикаються з різким скороченням фінансування досліджень у галузі сонячної енергії (приблизно на 30%), що є частиною довгострокової тенденції до зниження обсягів НДДКР у сфері СЕС. Важливо, що ці бюджети є ключовими

для пілотного виробництва та випробування обладнання.¹²⁶ Водночас, за твердженням опитаних експертів, Європа втратила технологічне лідерство, поступившись Китаю. Там доступна значна підтримка для НДДКР, а компанії реінвестують значну частину прибутку в подальшу розробку продукції.¹²⁷ В Україні університетський та науково-дослідний потенціал у секторі СЕС залишається обмеженим.

Загальне бізнес-середовище було основним чинником у формуванні глобальної конкурентоспроможності індустрії СЕС. Китай, зокрема, виграв від спрощеного процесу отримання дозволів, безкоштовного виділення землі та швидкого підключення до комунальних мереж, що дозволило будувати та масштабувати заводи за лічені місяці, порівняно зі значно довшими термінами в Європі.¹²⁸ Це різко контрастує із ситуацією в Німеччині, де повільний процес видачі дозволів та потреба в оптимізації доступу до мережі продовжують гальмувати прогрес.¹²⁹ У відповідь виробники дедалі частіше розглядають альтернативні ринки. Індія стає потенційним конкурентом у зменшенні залежності від Китаю, тоді як країни Східної Європи привертають увагу завдяки нижчим витратам на енергоносії, доступній робочій силі та більш привабливим регуляторним умовам.¹³⁰ Наприклад, Румунія планує три проекти з виробництва СЕС загальною потужністю 1,7 ГВт, які отримають державну допомогу в розмірі 47 мільйонів євро.¹³¹ Польща запустила схему підтримки промисловості на суму 1,2 мільярда євро, яка включає стимули для виробництва СЕС.¹³²

Вимір промислової політики та політичної визначеності є останнім ключовим стовпом. Як обговорювалося, державна підтримка заходів з боку пропозиції в ключових регіонах-виробниках, включаючи Німеччину, Південну Корею, Японію та інші, була фундаментальним рушієм, а ранні інвестиції в дослідження та розробки сприяли підвищенню ефективності та різкому зниженню витрат у секторі. Різноманітні інструменти, включаючи стратегічні податкові пільги, гранти, субсидії, експортні кредити та пільгові позики, були основоположними для розвитку сектору та ще активніше використовувалися Китаєм після 2000 року.

Як Закон США про зниження інфляції (IRA), так і Закон ЄС про промисловість з нульовим рівнем викидів (NZIA) роблять сектор СЕС центральним, наголошуючи на налагодженні виробництва ключових сегментів ланцюга вартості. IRA запропонував податкові кредити (розділ 45X) для компонентів вітчизняного виробництва. За оцінкою Rhodium Group (2024), внаслідок дії IRA встановлена потужність зі складання модулів СЕС у США значно зросла, подвоївшись з 19 ГВт наприкінці 2023 року до 38 ГВт до третього кварталу 2024 року. Це розширення стимулює зростання і на початкових етапах виробництва: наразі будується 8,3 ГВт потужностей для виробництва пластин, анонсовано ще 13 ГВт. Сектор виробництва фотоелектричних елементів також переживає бум: до поточної потужності у 300 МВт додадуться 11,8 ГВт, що вже будуть, та ще 18 ГВт анонсованих. Загалом, інвестиції у виробництво сонячної енергетики зросли вдсятеро – з 890 мільйонів доларів США за два роки до IRA до 10 мільярдів доларів США до серпня 2024 року, що призвело до створення 22 000 робочих місць. Крім того, IRA надає інвестиційні податкові кредити для виробничих потужностей та підтримує фінансування НДДКР у сфері сонячних технологій. Тим часом NZIA ставить за мету для ЄС виробляти всередині блоку щонайменше 40% від своїх потреб у чистих технологіях до 2030 року, включаючи сонячні панелі, та передбачає заходи для підтримки розгортання виробництва в ширших частинах ланцюга вартості.

Історично і США, і ЄС запроваджували антидемпінгові та компенсаційні мита на імпорт СЕС з Китаю (з 2012 року в США та з 2013 року в ЄС), зі ставками від 18% до 250%. Хоча ці торговельні заходи були спрямовані на захист вітчизняної промисловості, вони могли уповільнити розгортання СЕС у цих регіонах. Водночас мита сприяли зростанню виробництва в країнах АСЕАН, оскільки китайські виробники

намагалися обійти торговельні обмеження, розміщуючи виробництво, зокрема, в Малайзії та В'єтнамі.¹³³

Хоча пропозиція стимулювалася довгостроковими стратегіями, фундаментальну роль відігравала і сторона попиту. Хоча виробництво СЕС не так сильно прив'язане до конкретних локацій через відносну легкість транспортування, деякі сегменти (особливо фінальне складання) традиційно розміщуються ближче до кінцевих ринків. Тому стабільний майбутній попит може стати важливою гарантією для виробників. Включення цілей щодо ВДЕ до ключових планових документів (як Енергетична стратегія чи НПЕК) є важливим кроком, але заходи з боку попиту – «зелені тарифи», контракти на різницю, державні закупівлі – є ще важливішими для створення ринку збуту.

Закон про зниження інфляції (IRA) також включає потужні стимули з боку попиту. Зокрема, він продовжує дію Інвестиційного податкового кредиту (ITC), який дозволяє фізичним особам та підприємствам вираховувати 30% вартості встановлення системи СЕС зі своїх федеральних податків до 2032 року. Крім того, Податковий кредит на виробництво (PTC) пропонує до 2,5 центів за кіловат-годину протягом перших 10 років експлуатації проєкту за умови виконання вимог щодо заробітної плати та навчання. Закон також підтримує впровадження сонячної енергетики в громадах з низьким рівнем доходу за допомогою цільових грантів, знижок та технічної допомоги. З боку ЄС, NZIA прагне спростити регуляторну базу шляхом оптимізації процесів видачі дозволів, запроваджує правила державних закупівель для підвищення попиту на чисті технології та надає підтримку стратегічним проєктам, що спрямовані на зміцнення місцевих виробничих та впроваджувальних потужностей.



5.1.3 Економічні вигоди

Для моделювання економічних вигод від потенційної локалізації ширшого ланцюга вартості СЕС в Україні були зроблені деякі ключові припущення. По-перше, передбачуваний річний попит в Україні становить дещо консервативні 850 МВт, розподілені між СЕС промислового масштабу та даховими СЕС. Це відображає додану потужність у 2024 році, головним чином у

дахових СЕС, зі значним потенціалом зростання, відображеним у ключових стратегічних документах.¹³⁴ Крім того, передбачається, що такий самий річний обсяг у 850 МВт буде експортуватися до Європейського Союзу. Таким чином, для задоволення попиту будуються два заводи потужністю 1 ГВт кожен з коефіцієнтом використання 85%.

Зайнятість

Локалізація 2 ГВт виробничих потужностей для щорічного встановлення 850 МВт та додаткових 850 МВт для експорту матиме значний вплив на зайнятість в Україні.

Таблиця 3. Потенційне створення робочих місць в українському ланцюгу вартості СЕС

Категорія	Тип	Низький	Середній	Високий
Виробництво людино-роки	Прямі		13 400	
	Непрямі		6 400	
Будівництво та монтаж людино-роки/рік	Прямі	11 050	16 490	21 845
	Непрямі та індуковані	1 649	7004	12 444
Експлуатація та технічне обслуговування робочих місць/рік	Прямі	85	524	893

Джерело: Hanna et. al. (2024)¹³⁵, розрахунки авторів

Пряма зайнятість на заводах створить близько 13400 людино-років протягом життєвого циклу проекту. Це включає безпосередні виробничі операції, інженерію та технічне обслуговування, контроль якості та випробування, логістику та обробку матеріалів, охорону здоров'я та безпеку, адміністративний та допоміжний персонал, власну команду з досліджень та розробок, а також управлінську структуру. Таким чином, проєкт потребуватиме фахівців широкого профілю та різноманітних навичок, зокрема вузькоспеціалізованих, які необхідно буде додатково розвивати в українській системі освіти або через корпоративне навчання.

Ще близько 6400 непрямих людино-років буде створено в суміжних сферах, які сформуються

навколо сектору. Це включає постачання сировини, логістику, будівництво та професійні послуги. Багато з цих компаній та функцій вже існують і потребуватимуть лише мінімальної адаптації для обслуговування ланцюга постачання СЕС.

Водночас, за умови задоволення внутрішнього попиту, значні можливості для зайнятості виникнуть у секторах будівництва, монтажу, а згодом – експлуатації та технічного обслуговування СЕС. Хоча оцінки щодо прямих, непрямих та супутніх робочих місць значно варіюються залежно від типу установки (промислова чи дахова), в середньому йдеться про створення близько 23500 додаткових людино-років на рік та 520 постійних робочих місць в експлуа-

тації та обслуговуванні. Це ще раз підкреслює потребу в навчанні та залученні нової робочої

сили до сектору впровадження ВДЕ, щоб уникнути дефіциту кадрів та затримок.

Додана вартість та експорт

Налагодження виробництва СЕС-модулів загальною потужністю 2 ГВт (з річним випуском 1,7 ГВт) зробить значний внесок у валову додану вартість (ВДВ) України.

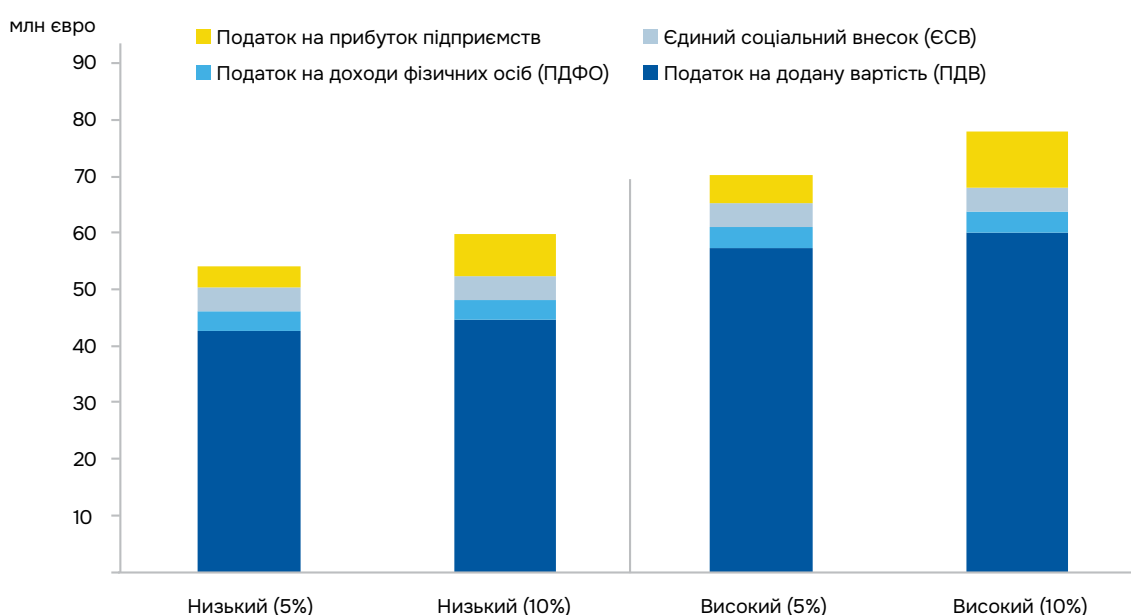
Залежно від сценарію WACC, витрат (26,78–32,75 євроцентів/Вт) та потенційної маржі прибутку (5–10%), річний внесок у ВДВ України може коливатися від 233 до 381 млн євро, що становить 0,13–0,22% ВВП України у 2024 році.

Крім того, щорічний експорт 850 МВт панелей суттєво покращить торговельний баланс України та стане важливим джерелом іноземної валюти. Виходячи зі змодельованих витрат та маржі, експорт може приносити від 217 до 306 млн євро щорічних надходжень, що еквівалентно 0,56–0,79% від загального обсягу експорту України у 2024 році.

Фіскальні надходження

Створення вітчизняного інтегрованого сектору СЕС також матиме значний позитивний ефект для бюджету України, забезпечуючи вкрай необхідні доходи.

Рисунок 15. Фіскальний ефект



Джерело розрахунки авторів. Примітка: Сценарії низької та високої собівартості виробництва, з валовою рентабельністю 5% та 10%

Внесок до бюджету варіюватиметься залежно від структури витрат та маржі прибутку, коливаючись від 54,7 до 79,1 млн євро на рік. Більша частина цієї суми надходитиме від ПДВ, нарахованого на продажі вітчизняних фотоелектричних панелей (від 43,5 до 61,2 млн євро).

Водночас, залежно від обраного сценарію, може знадобитися фіскальна підтримка виробництва (податкові пільги, субсидії), що відповідним чином скоригує кінцевий внесок до бюджету.

Додатковий попит на матеріали

Налагодження виробництва у ланцюгу вартості СЕС може створити значний попит на матеріали з боку інших українських галузей промисловості.

Таблиця 4. Потенційний додатковий попит на матеріали в українському ланцюгу вартості СЕС

Позиція	Матеріалоємність (тонн/ МВт)	Загальний річний потенційний попит на матеріали (тонн)
Загартоване скло (покриття)	46,4	78 880
Сталь (стійки та кріплення)	67,9	115 430
Алюміній (рами та кріплення)	7,5	12 750
Мідні кабелі (проводка)	4,6	7 820

Джерело: NREL (2023), розрахунки автора

Сталь є важливим матеріалом для стійок та кріплень СЕС і вирізняється високою матеріалоємністю на мегават виробленої потужності. Це може створити понад 115 000 тонн додаткового попиту для сталеливарної промисловості України, що забезпечить її вкрай необхідним ринком збуту та стимулюватиме відновлення до довоєнного рівня. Крім того, виникне попит на велику кількість загартованого скла для покриття фотоелектричних панелей (близь-

ко 79000 тонн на рік), яке можуть постачати 17 українських компаній, що вже працюють на ринку. Також зросте попит на алюмінієві рами, кріплення та мідний кабель.

Важливо зазначити, що попит на деякі з цих компонентів існуватиме навіть за умови лише часткового налагодження виробництва в Україні (наприклад, тільки на етапі складання панелей), а не повного циклу.



5.1.4 Оцінка та додаткові міркування

Глобальний ланцюг вартості СЕС є надзвичайно концентрованим, і Китай здатен виробляти практично кожен компонент конкурентоспроможніше за будь-кого іншого. Попри це, існують стратегічні можливості, якими можуть скористатися інші країни, зокрема й Україна. Хоча в цьому аналізі наведено порівняння витрат для інтегрованих проєктів «з нуля», виробництво в окремих сегментах ланцюга вартості може бути більш конкурентоспроможним.

Україна раніше відігравала певну роль на всіх етапах ланцюга вартості СЕС. Хоча виробництво полікремнію було демонтовано та перенесено до Китаю після 2014 року через неконкурентоспроможність та застаріле обладнання, можуть існувати сценарії, за яких ці процеси можна було б відновити. Україна все ще володіє великими запасами кварцу та кремнеземних пісків, і хоча наразі активного великомасштабного виробництва немає, інтегрована стратегія могла б бути спрямована на відродження сектору. Додаткові можливості можна було б шукати й у постачанні кремнію європейським виробникам, хоча цей сектор у ЄС також дуже обмежений. Тим не менш, виробництво полікремнію є надзвичайно енергоємним, і поточна енергетична ситуація в Україні вимагатиме будівництва додаткових генеруючих потужностей та укладання корпоративних договорів купівлі-продажу електроенергії (PPA).

На інших етапах ланцюга вартості існуючі виробничі активи можна було б відновити та перепрофілювати принаймні для задоволення внутрішнього попиту. Наприклад, KNESS мав 200 МВт потужності у фінальних сегментах ланцюга вартості. Використання та модернізація наявних потужностей означатиме менші капітальні витрати порівняно з повністю новими проєктами і може покращити конкурентоспроможність українського виробництва в порівнянні з іншими країнами. Однак для досягнення ефекту масштабу та експортного потенціалу все одно будуть потрібні інвестиції в нові проєкти. Висока вартість фінансування (WACC) залишається перешкодою для інвестицій, а отже, і для конкурентоспроможності сектору. Зниження вартості фінансування за рахунок грантів, пільгового кредитування та

схем страхування є критично важливим. Крім того, наявність активу та досвід його експлуатації потенційно можуть допомогти забезпечити кращі умови фінансування.

Розширення складання модулів може виявитися найбільш конкурентоспроможним напрямком, враховуючи наявність промислової бази та допоміжної інфраструктури, а також низькі витрати на робочу силу та зростаючий внутрішній попит. Водночас навіть етап складання може виявитися неконкурентоспроможним порівняно з Китаєм. Однак більш стратегічний, геополітичний фокус на європейському секторі СЕС може створити умови для більшої локалізації виробництва. У будь-якому випадку, будь-яка надія задовольнити внутрішній попит, а також певний попит на ринку ЄС вимагатиме значних інвестицій у нові проєкти.

Двома ключовими матеріалами, що впливають на вартість виробництва СЕС в Україні, є скло та полікремній. З початку війни скло переважно імпортувалося з ЄС за середньою ціною 5,0 доларів США/м², порівняно з 3,5 доларів США/м² для китайського. Транспортні витрати до України додають близько 15% до ціни, а саме скло становить 40-50% вартості готового модуля. Найважливіше те, що листове скло є стратегічним товаром для України і буде важливим для будівельного сектору під час відбудови. Якщо завод з виробництва скла буде збудовано в рамках національного стратегічного проєкту, як раніше зазначали різні гравці, це також може підтримати сектор СЕС. Тим не менш, вартість листового скла все ще може бути вищою, ніж імпортного, але стратегічна автономія у скляній галузі може виправдати створення цього сектору.

Полікремній – ключова сировина для монокристалічного кремнію, який використовується в напівпровідниках (зокрема, у високотехнологічних застосуваннях, як-от дрони), – є ще одним стратегічним матеріалом. Україна володіє високоякісною сировиною для виробництва полікремнію, а інженерна компанія «Інститут титану» має технологію для відновлення відповідного виробничого ланцюга. Враховуючи інші способи використання та екс-

портний потенціал, реалізація національного стратегічного проєкту може бути доцільною. Зважаючи на потребу в стабільному та дешевому енергопостачанні, оптимальним місцем для такого заводу може стати майданчик поблизу Хмельницької АЕС – найновішої з атомних електростанцій України, де планують збудувати два нові енергоблоки. Як і у випадку зі скляною галуззю, це саме по собі не означає, що Україна має будувати завод з виробництва полікремнію виключно для сектору СЕС. Однак інші способи використання та подальша координація з європейськими партнерами, включно з укладенням угод про закупівлю (off-take agreements), можуть виправдати таке рішення. Водночас прогнозується, що в найближчі кілька років Україна стикнеться з дефіцитом електроенергії, а нові інвестиції в енергосистему можуть у короткостроковій перспективі призвести до зростання цін. Слід також зазначити, що наразі існують інші, значно більш конкурентоспроможні галузі, які мають отримати пріоритетний доступ до цієї електроенергії за нижчими тарифами.

Подальші стратегічні можливості можуть полягати у виробництві допоміжного обладнання. Місцевий сталеливарний сектор України міг би виробляти такі компоненти, як рами та монтажні конструкції, а інші компанії – постачати загартоване скло, алюмінієві конструкції та мідну проводку, необхідні для кінцевої продукції. Варто також оцінити конкурентоспроможність постачання цієї продукції на ширший ринок ЄС, особливо до країн, де немає відповідного виробництва. Проте запровадження механізму вуглецевого коригування імпорту (СВАМ) ЄС матиме значний вплив на продукцію з чавуну, сталі та алюмінію, тому декарбонізація енергосистеми та цих галузей зокрема має стати пріоритетом для забезпечення подальшої конкурентоспроможності.

Хоча в Україні вже є певні потужності зі складання інверторів, ринок ЄС має достатній власний потенціал, тому розширення цього сектору в Україні може виявитися непотрібним. Однак інвертори вразливі до апаратних та програмних збоїв, особливо у сфері безпеки та кібербезпеки. Тому європейська промисловість може прагнути до того, щоб усі інвертори для технологій, що розгортаються в ЄС, виро-

блялися на його території. ЄС втратив частину досвіду через скорочення досліджень і розробок у цьому секторі. Також бракує компаній, здатних виробляти спеціалізоване обладнання, критично важливе для виробничого процесу, як-от установки для витягування злитків і пластин та алмазні дротяні пилки.¹³⁶ Однак у цьому дослідженні не оцінено загальну конкурентоспроможність України у виробництві цих компонентів.

Очевидно, що ЄС не зможе досягти своїх цілей з розгортання ВДЕ лише за рахунок внутрішнього виробництва, особливо на етапах виготовлення злитків, пластин та, меншою мірою, фотоелектричних елементів.¹³⁷ Хоча Закон про промисловість з нульовим рівнем викидів (NZIA) та Європейський альянс сонячної фотоелектричної промисловості (ESIA, European Solar PV Industry Alliance) визначають відродження ланцюга вартості СЕС в ЄС як ключовий пріоритет, багато опитаних експертів висловили скептицизм щодо обраних інструментів та загальних перспектив.¹³⁸ З огляду на виробничий досвід України на всіх етапах ланцюга вартості та готовність місцевих компаній долучатися до процесу, розширення виробництва та подальше налагодження місцевих потужностей є можливими, але, очевидно, вимагатимуть значної державної та міжнародної підтримки.

Значна частина необхідної підтримки буде фінансовою. У липні 2024 року імпортні мита на енергетичне обладнання, включно з СЕС, тимчасово призупинили, щоб допомогти швидко збільшити встановлені потужності з огляду на шкоду, завдану енергетичній системі.¹³⁹ Хоча це було правильним рішенням з точки зору енергетичної безпеки, воно вплинуло на конкурентоспроможність вітчизняного виробництва. У довгостроковій перспективі необхідно враховувати, як збалансувати вартість впровадження та енергетичного переходу з підтримкою вітчизняних гравців, враховуючи обмежені ресурси, які будуть доступні для ширшого процесу відбудови. Надмірна пряма фінансова підтримка, включно з потенційними грантами на капітальні витрати, податковими пільгами чи субсидіями, або протекціоністські заходи, як-от запровадження імпорتنих мит, можуть значно уповільнити розгортання СЕС, що є не-

бажаним результатом. Тому необхідно знайти баланс, але можна використовувати додаткові інструменти.

Державні закупівлі та, можливо, деякі вимоги щодо місцевої складової можуть бути потужним інструментом, особливо для розгортання дахових СЕС у проектах з енергоефективності будівель державного сектору. Хоча таких вимог наразі немає ні в Україні, ні в Директиві ЄС з енергоефективності, дискусії щодо зелених державних закупівель, стратегічної автономії та більшого акценту на місцевій складовій можуть не виключати цих варіантів у майбутньому. Примітно, що Україна вже зробила невеликий крок у цьому напрямку через свій Фонд декарбонізації, що діє з середини 2024 року, який передбачає зниження процентної ставки за кредитами на 2% при використанні обладнання від вітчизняного виробника. Хоча ресурси Фонду обмежені, він ілюструє, як інструменти закупівель та фінансування можуть підтримувати місцеву промисловість.¹⁴⁰ Хоча шлях для СЕС (як промислового масштабу, так і дахових) вже існує в ключових документах планування, врахування більшої ролі державних закупівель може створити більш гарантований ринок збуту для потенційних виробників. Водночас Україні необхідно забезпечити відповідність будь-якої політики державних закупівель та місцевої складової її міжнародним зобов'язанням, а також еволюції політик в ЄС.

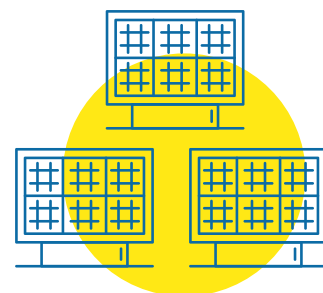
У міру просування України до вступу в ЄС необхідна більша увага до інтеграції в ланцюг вартості СЕС Євросоюзу, що може включати підтримку експорту, стимули для збільшення обсягів експорту та інші вимоги до ефективності. Цю інтеграцію слід насамперед оцінювати з огляду на сусідів України, включаючи Польщу та Румунію, які прагнуть подальшої розбудови власних внутрішніх ланцюгів вартості СЕС, і де може існувати взаємодоповнюваність проміжних продуктів на користь усіх країн.

Роль технологічних можливостей, досліджень і розробок та співпраці між промисловістю та наукою заслуговує на подальший розгляд. Для країн, які мало присутні в ланцюгу вартості виробництва СЕС або входять до нього вперше, більш плідними можуть бути адаптація виробничих технологій, поступові інновації, а не

масштабні інвестиції в нові продукти. Зі зниженням виробничих витрат та вдосконаленням процесів створення нових виробничих ліній та масштабування через навчання на практиці в ланцюгу вартості СЕС є більш можливим, ніж раніше. Зв'язки між сектором СЕС та іншими секторами, які Україна може розвивати, також можуть виявитися корисними. Існують значні збіги з напівпровідниковою промисловістю та різними застосуваннями в оборонному секторі, які Україна може використовувати в майбутньому, потенційно створюючи можливості для співпраці та передачі знань між секторами.

З іншого боку, під час інтерв'ю для цього дослідження згадувалося, що одним із потенційних шляхів, яким Україна могла б конкурувати з Китаєм, є впровадження абсолютно нових технологій, таких як перовскітні сонячні елементи, що фактично дозволило б технологічно випередити Китай.¹⁴¹ Для цього співпраця з іншими європейськими дослідницькими установами та стартапами в цій галузі може бути корисною, особливо враховуючи, як частини цих нових ланцюгів вартості могли б бути розподілені по всьому Європейському Союзу, включаючи Україну.

Хоча Україна навряд чи зможе безпосередньо конкурувати з китайськими чи іншими виробниками з Південно-Східної Азії за вартістю, більш стратегічне, орієнтоване на ЄС та засноване на безпеці розуміння ланцюгів постачання СЕС може створити можливість локалізувати більші частини ланцюга вартості, використовуючи географічну близькість країни та регуляторну узгодженість з ЄС. Це допомогло б як внутрішній відбудові енергосистеми в Україні, так і досягненню внутрішніх та європейських цілей зеленого переходу.



5.1.5 Висновок та дорожня карта розвитку сектору

Україна навряд чи зможе конкурувати з виробниками модулів для СЕС з Китаю чи Південно-Східної Азії виключно за вартістю, але цього не зможуть зробити і європейські чи американські виробники. Ключові переваги України, включаючи нижчі витрати на робочу силу та енергію, а також географічна близькість до ЄС, можуть зробити її стратегічним гравцем для зміцнення безпеки ланцюга вартості в Євросоюзі. Розширення складання модулів та виробництва допоміжного обладнання (наприклад, інверторів, загартованого скла, алюмінієвих та сталевих рам) може задовольнити зростаючий внутрішній попит, з додатковим потенціалом для експорту та подальшої інтеграції в ЄС. Необхідні додаткові оцінки для секторів полікремнію та листового скла, які можуть розвиватися незалежно та потенційно сприяти як появі вітчизняного сектору СЕС, так і стратегічному експорту до ЄС. Важливо, що заходи з боку попиту, такі як реформи енергетичного

ринку, договори купівлі-продажу електроенергії та державні закупівлі, також є життєво важливими для створення стабільного внутрішнього ринку.

Без стратегічного відродження сектору виробництва сонячної енергії в ЄС, Україна навряд чи зможе налагодити виробництво всього ланцюга вартості. У короткостроковій перспективі (1-2 роки) Україні слід узгодити свої дії зі стратегіями ЄС та стимулювати виробництво допоміжного обладнання, а також працювати над відродженням та розширенням операцій зі складання модулів. У середньостроковій перспективі (2-5 років) перегляд політики щодо місцевої складової може каталізувати внутрішній попит. У довгостроковій перспективі (5+ років), у поєднанні зі стратегіями ЄС, Україна може позиціонувати себе як ключового учасника ланцюга вартості СЕС в ЄС завдяки виробництву цільових стратегічних компонентів.

Таблиця 5. Дорожня карта для сектору СЕС

Короткостроковий період (1-2 роки)	Середньостроковий період (2-5 років)	Довгостроковий період (5+ років)
- Узгодження з ширшою стратегією ЄС щодо відродження сектору та розвитку політики енергетичної безпеки - Оцінка масштабів виробництва допоміжного обладнання та експортного потенціалу - Переглянути звільнення від імпорتنих мит на готові зібрані модулі - Стимулювання виробництва інверторів в Україні через механізми локалізації в державних закупівлях та кешбек - Вивчити можливості створення секторів скла та полікремнію, враховуючи інші сектори та експортні ринки	- Розширити ринки допоміжного обладнання та оцінити потребу у внутрішньому складанні - Оцінити політику місцевої складової в державних закупівлях - Переоцінити економіку ланцюга вартості (включаючи рафінування кремнію) на основі розробок політики ЄС, зв'язків з іншими секторами та внутрішніх потреб - Інтеграція з європейською екосистемою досліджень та розробок та дослідження можливостей для переходу на нові технології (наприклад, перовскіти)	Прагнути до напрямків, які можуть позиціонувати Україну як стратегічного учасника ланцюга вартості СЕС ЄС, зосереджуючись на стратегічних компонентах (наприклад, інверторах, системах кріплення), послугах тестування та сертифікації, а також інноваціях у фотоелектричних матеріалах наступного покоління та потенційних технологіях переробки

5.2 Вітрові турбін

5.2.1 Огляд ланцюга вартості

Вітрові турбіни перетворюють енергію вітру на електрику. Вітер обертає лопаті ротора, які, своєю чергою, обертають генератор, що виробляє електричну енергію. Редуктор регулює швидкість обертання генератора, а перетворювач забезпечує відповідність вихідного струму частоті мережі. Нарешті, трансформатор підвищує напругу для ефективного розподілу енер-

гії в мережі. Ланцюг постачання вітрових турбін складається з кількох етапів. Він починається з постачання сировини та оброблених матеріалів, після чого йде виробництво субкомпонентів та окремих деталей турбіни. Потім з цих компонентів складають готові вітрові турбіни, що і є завершальним етапом процесу.

	Башти	Лопаті	Редуктори	Генератори	Перетворювачі потужності	Складання гондоли
Опис	Сталеві та бетонні конструкції, на яких встановлено турбіну	Композитні матеріали формуються в аеродинамічні форми лопатей	Компоненти проходять механічну обробку та збираються в зубчасті системи	Мідні дроти та магніти збираються в генераторні блоки	Електронні компоненти інтегруються в системи перетворення	Редуктор, генератор, перетворювач збираються в корпусі гондоли
Основні виробники (% світової частки ринку)	Китай (~50%), Європа (~20-25%)	Китай (65%), (китайські: 61%, не китайські: 4%), Європа (13%), Індія (8%)	Китай (80%), Європа (10%), Індія (9%)	Китай (73%) (китайські: 62%, не китайські: 11%), Європа (16%), Індія (5%)	Китай (81%) (китайські: 77%, не китайські: 4%), Європа (10%), Індія (5%)	Китай (60%), Європа (19%), США (9%)
Виробництво в Україні	Існуюче виробництво	Виробництво знаходиться на стадії будівництва та/або може бути відновлене	Існуюче виробництво			

Джерело: Глобальна рада з вітроенергетики (2023), Boston Consulting Group (2023), уточнення авторів.

Ланцюг вартості вітрових турбін є дуже складним і часто налічує понад 8 000 окремих компонентів, деякі з яких мають величезні розміри – наприклад, довжина лопатей часто перевищує 100 метрів.¹⁴² Ця підвищена складність і довжина ланцюга вартості, у поєднанні з логістичними викликами та високим ступенем інженерної

точності, структурно відрізняє вітроенергетику від виробництва СЕС. Хоча цей сектор все ще є географічно висококонцентрованим, він більш розпорошений, з більшою кількістю провідних не китайських компаній. Тим не менш, за останнє десятиліття Китай створив орієнтовану на масштаб та вертикально інтегровану галузь

У 2024 році китайські виробники посіли чотири провідні позиції за обсягом світового виробництва, тоді як данська Vestas опустилася на п'яте місце. Майже всі нові потужності цих ки-

Незважаючи на сильну траєкторію зростання, очікується, що до 2030 року світові виробничі потужності для вітрових турбін забезпечать лише близько 60% від рівня, необхідного згідно зі сценарієм чистого нульового викиду (NZE) МЕА. Подолання цього розриву вимагатиме суттєвих та скоординованих дій з боку державних і приватних гравців для прискорення розгортання BEC та розширення глобальних виробничих потужностей.¹⁴⁶

The diagram illustrates the supply chain for three types of infrastructure: Wind Turbines, Ship Hulls/Onshore Foundations/Towers, and Bridges. It categorizes the manufacturing status of various components based on whether they are produced in Ukraine.

Legend:

- Виробництво існує в Україні
- Виробництво відсутнє (попит покривається за рахунок імпорту)/ виробництво може бути організовано
- Виробництво у процесі будівництва/ попит наразі покривається за рахунок імпорту
- Виробництво відсутнє (попит покривається за рахунок імпорту)

Wind Turbines (Вітрові турбіни):

- Відсутні комерційно доступні запаси:** бору, диспрозію, міді, нікелю (Imported) → **Відсутнє виробництво первинних елементів:** бору, диспрозію, міді, нікелю (Imported) → **Вітрові турбіни** (Produced in Ukraine)
- Відсутні запаси алюмінію** (Imported) → **Виробництво глинозему** (Produced in Ukraine) → **Виробництво первинного алюмінію** (Produced in Ukraine) → **Вітрові турбіни** (Produced in Ukraine)
- Запаси залізної руди** (Produced in Ukraine) → **Видобуток** (Produced in Ukraine) → **Електротехнічна сталь** (Produced in Ukraine) → **Вітрові турбіни** (Produced in Ukraine)

Ship Hulls/Onshore Foundations/Towers (Гондоли/наземні фундаменти/вежі):

- Відсутні комерційно доступні запаси:** кобальту, неодиму, молибдену, празеодиму, тербію, цинку (Imported) → **Відсутнє виробництво первинних елементів:** кобальту, неодиму, молибдену, празеодиму, тербію, цинку (Imported) → **Гондоли/наземні фундаменти/вежі** (Produced in Ukraine)
- Запаси галію, марганцю та графіту** (Produced in Ukraine) → **Видобуток** (Produced in Ukraine) → **Металевий галій** (Produced in Ukraine), **Металевий марганець** (Produced in Ukraine), **Лускатий графіт** (Produced in Ukraine) → **Гондоли/наземні фундаменти/вежі** (Produced in Ukraine)
- Запаси хрому** (Produced in Ukraine) → **Ферохром** (Produced in Ukraine) → **Хромована сталь** (Produced in Ukraine) → **Гондоли/наземні фундаменти/вежі** (Produced in Ukraine)
- Iron ore reserves** (Produced in Ukraine) → **Видобуток** (Produced in Ukraine) → **Сталь** (Produced in Ukraine) → **Металопрокат з покриттям** (Produced in Ukraine) → **Гондоли/наземні фундаменти/вежі** (Produced in Ukraine)
- Запаси та видобуток щебеню, вапняку тощо** (Produced in Ukraine) → **Виробництво цементу** (Produced in Ukraine) → **Бетон** (Produced in Ukraine) → **Гондоли/наземні фундаменти/вежі** (Produced in Ukraine)

Bridges (Лонати):

- Вуглецеве волокно** (Imported) → **Скловолокно** (Imported) → **Склопластик** (Imported) → **Лонати** (Produced in Ukraine)

В Україні існують потужності у виробництві вітрових турбін, що створює основу для подальшої локалізації виробництва компонентів. Ці потужності випливають з існуючої промислової діяльності в секторі та потенціалу українських

Ключовим прикладом вітчизняного виробництва є завод з виробництва вітрогенераторів,

заснований у 2012 році в Краматорську ТОВ «Фурлендер Віндтехнолоджі» за ліцензією німецької компанії Fuhrländer. Підприємство мало потужність виробляти до 100 одиниць на рік, виготовляючи турбіни номінальною потужністю 3,5–5,2 МВт. До війни завод працював у Краматорську з рівнем локалізації до 80%. Однак через війну виробництво було перенесено до індустріального парку в Закарпатті, що призвело до зниження рівня локалізації до 50–55%. Це зниження було пов'язане, головним чином, з порушенням ланцюгів постачання, включаючи втрату вітчизняної сировини, такої як прокат з Маріупольського металургійного комбінату та заготовки з нержавіючої сталі, які раніше постачалися підприємствами «Енергомашспецсталь» (ЕМСС) та «Дніпроспецсталь». Поточна виробнича потужність становить 25 турбін на рік, з плановим збільшенням до 40 одиниць у 2026 році. Крім того, АТ «Українські енергетичні машини» (колишній «Турбоатом») є великим українським виробником промислових турбін, включаючи парові турбіни для теплових та атомних електростанцій, гідравлічні турбіни для гідроелектростанцій та оборотні машини для гідроакumuлюючих станцій. Хоча їхня основна спеціалізація полягає в промислових турбінах для виробництва електроенергії, існує значний потенціал для розширення у виробництво вітрових турбін шляхом використання та адаптації їхніх існуючих операцій. В Україні також є вітчизняне виробництво трансформаторів. «Укрелектроапарат», що базується в Хмельницькому, є одним з провідних підприємств з трансформаторобудування в Україні та регіоні СНД. Компанія має повний технологічний цикл виробництва електротехнічної продукції, від металообробки та виготовлення металевих конструкцій до складання готових до продажу трансформаторів та комплектних трансформаторних підстанцій. «Запоріжтрансформатор» (ЗТР), розташований у Запоріжжі, є одним з найбільших виробників трансформаторного обладнання в СНД та Європі, з виробничою потужністю 60 000 МВА на рік. Це вітчизняне обладнання може відіграти життєво важливу роль у підтримці розширення вітроенергетики в Україні.

Вітрові турбіни (генератори) виробляються з

імпортних матеріалів, де здійснюється дрібно-вузлове складання, а деякі ключові компоненти також виробляються власними силами. Безпосередньо виробництво генератора включає металообробку, намотування котушок тощо. Компанія збирає сам генератор з дрібних деталей, використовуючи різні компоненти, та закуповує низку інших компонентів, включаючи магніти, мідний дріт, різну електроніку, електротехнічну сталь та сталь для металевих конструкцій.

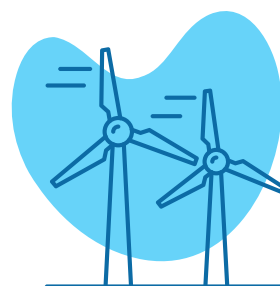
Гондоли (корпус генератора) виробляються власними силами з імпортних компонентів та збираються на місці. Щонайменше 2 українські компанії також виробляють сталеві та чавунні опорні плити, необхідні для гондол.

Лопаті будуть вироблятися всередині країни з 2025 року з використанням імпортних матеріалів, з достатньою потужністю для задоволення попиту від турбін вітчизняного виробництва.

Башти також виробляються всередині країни з української недорогої, високоякісної сталі та з бетону. Щодо сталі, наразі працюють 2 основні виробники, тоді як визначено понад 50 постачальників бетону. З огляду на дуже великий розмір, вагу та складність транспортування, цей компонент часто виготовляється поблизу місць розгортання.

Фундамент кінцевої вітрової турбіни також виробляється місцево з української сталі.

Мінерали є фундаментальними для виробництва вітрових турбін, причому деякі ключові елементи, включаючи залізо, марганець, галій та графіт, виробляються в Україні, хоча багато ключових елементів, зокрема рідкісноземельні елементи та нікель, – ні.



5.2.2 Результати та аналіз

Для оцінки конкурентоспроможності потенційної локалізації виробництва ВЕС в Україні були зібрані та проаналізовані як первинні, так і вторинні дані, включно з міжнародними порівняльними показниками. Кількісні результати базуються на цих даних та представлені за двома сценаріями.

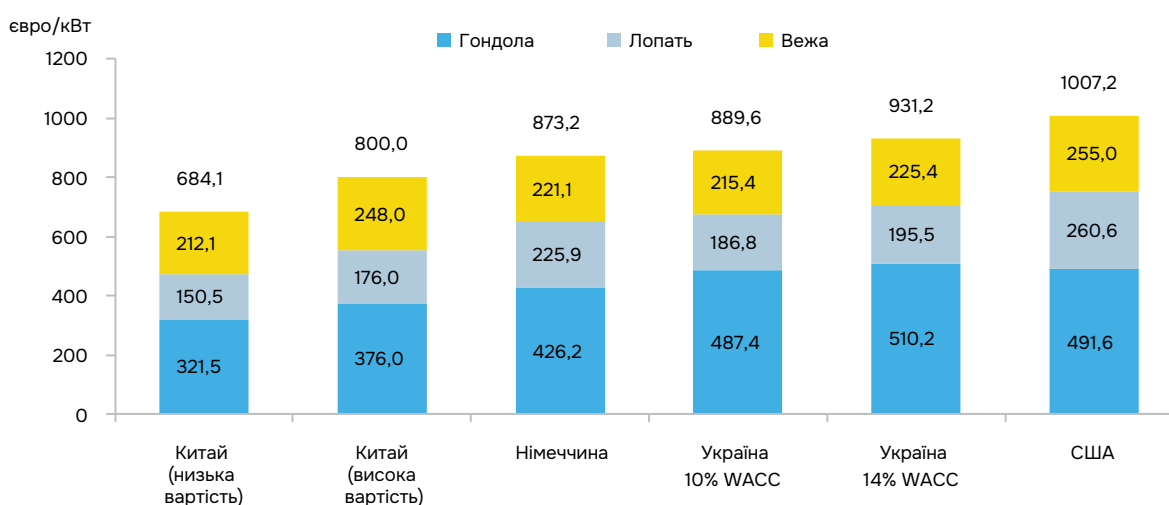
В аналізі розглядається будівництво «з нуля» інтегрованого заводу з виробництва ВЕС в Україні, який вироблятиме турбіни номінальною потужністю 3–4 МВт та 4–5 МВт, що відповідає наявним виробничим специфікаціям та майбутнім планам. Припускається, що завод матиме річну виробничу потужність у 40 турбін, що включатиме виробництво та складан-

ня гондол, а також лопатей і башт. На основі наявних національних та міжнародних даних, результати дезагрегують загальні виробничі витрати за компонентами (гондоли, лопаті та башти), однак через брак інформації кількісна оцінка дезагрегації інших чинників (енергія, робоча сила тощо) не проводилася, натомість для них подано якісну оцінку. Кожен сценарій оцінюється за двома припущеннями щодо середньозваженої вартості капіталу (WACC): 10% та 14%. Для міжнародного порівняння всі результати стандартизовані до євро 2024 року за кіловат (євро/кВт) номінальної потужності ВЕС.

Результати обох сценаріїв узагальнено нижче.

Результати

Рисунок 17. Собівартість виробництва – вітрові турбіни (потужністю 3–4 МВт)

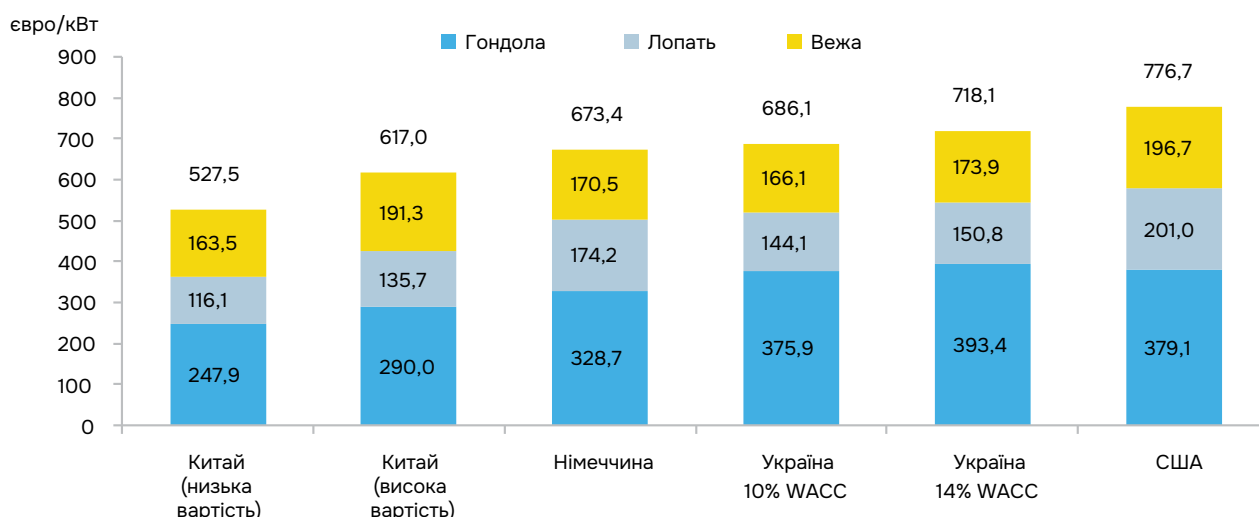


Джерело: NREL (2024), Deutsche WindGuard (2024), консультації експертів. Розрахунки авторів.

У першому змодельованому сценарії, де виробляються ВЕС номінальною потужністю 3–4 МВт, собівартість виробництва в Україні коливається від 889,6 євро/кВт у сценарії з нижчою вартістю (WACC 10%) до 931,2 євро/кВт у сценарії з вищою вартістю (WACC 14%). Ці рівні витрат відображають чутливість оцінок до фінансового середовища в Україні, при цьому конкурентоспроможність України за вартістю суттєво покращується зі зниженням вартості фінансування.

На нижній межі змодельованих інтегрованих виробничих витрат Україна знаходиться приблизно на рівні Німеччини, але в обох сценаріях WACC вона є більш конкурентоспроможною, ніж відповідне виробництво у Сполучених Штатах. Порівняно з Китаєм, виробничі витрати України по всьому ланцюгу вартості є на 11–27% вищими, хоча для деяких компонентів вони більш порівнянні.

Рисунок 18. Собівартість виробництва – вітрові турбіни (потужністю 4-5 МВт)



Джерело: NREL (2024), Deutsche WindGuard (2024), консультації експертів. Розрахунки авторів.

У другому змодельованому сценарії виробляються більші турбіни номінальною потужністю 4–5 МВт. Зі збільшенням розмірів турбін загальна вартість за кВт зменшується через ефект масштабу, але відносно позиціонування залишається подібним: за WACC 10% Україна є приблизно на 1,9% дорожчою за Німеччину, а

за WACC 14% – на 6,6% дорожчою. Виробництво в Україні все ще є конкурентоспроможнішим, ніж у Сполучених Штатах, але поступається Китаю в усіх сценаріях. Водночас розрив з Китаєм скорочується до 10%, якщо порівнювати найвищу межу вартості для Китаю з найнижчою для України.

Аналіз

Сильні промислові можливості та високорозвинені ланцюги постачання є основоположними для ключових сегментів ланцюга вартості вітроенергетики. Історичне та наявне виробництво в українському вітроенергетичному секторі, а також потужна ресурсна база і зв'язки з суміжними галузями (зокрема, турбіно- та машинобудуванням) демонструють певну загальну конкурентоспроможність порівняно зі світовими виробниками, хоча й з відмінностями по сегментах.

Порівняно, Україна менш конкурентоспроможна у кінцевому виробництві гондол – технологічно найскладнішої ланки ланцюга вартості, яка складається з тисяч окремих деталей і вимагає значної логістики. Як правило, виробництво та різні етапи процесу складання відбуваються ближче до виробників окремих компонентів, з високоінтегрованими ланцюгами постачання та екосистемами, що знижують витрати. Це особливо стосується Китаю

та ЄС, де десятиліття виробництва та розвитку сектору призвели до появи широкого кола місцевих постачальників та тісно пов'язаних мереж, які є основним рушійним чинником конкурентоспроможності.¹⁴⁷ Згідно з результатами моделювання для турбін потужністю 4–5 МВт, вартість виробництва гондол у Німеччині на 14–20% нижча, ніж в Україні, а в Китаї – на 30–37% нижча завдяки цим добре налагодженим ланцюгам вартості. Повна локалізація всіх або більшості компонентів, необхідних для повноцінної гондoli, є непрактичною або неможливою, враховуючи вже добре налагоджені мережі, і вимагатиме значного імпорту обладнання до України.

Тим не менш, це не робить Україну повністю неконкурентоспроможною в цьому сегменті. Деякі місцеві компоненти вже виробляються (зокрема сталеві рами та чавунні плити, мідний дріт та електричний кабель, а також є родовища галію та марганцю), існують виробничі

зв'язки з іншими секторами, а низькі витрати на робочу силу сприяють виробництву на етапі складання. Історичне та поточне виробництво ВЕС в Україні свідчить про те, що близькість до кінцевого ринку (тобто розгортання в Україні) разом з іншими ключовими чинниками може зменшувати витрати, що дозволяє підтримувати конкурентоспроможність порівняно зі світовими конкурентами. Це особливо стосується оцінки двох інших основних компонентів, лопатей та башт, де Україна є більш конкурентоспроможною. В обох сегментах логістика та відстань до кінцевого ринку, а також більш трудомісткий та матеріалоємний характер виробництва є важливими факторами, що визначають доцільність локалізації виробництва.¹⁴⁸

Щодо виробництва **лопатей**, то змодельована собівартість в Україні значно нижча, ніж у Німеччині (на 17% менша для турбін потужністю 4–5 МВт) та США, і лише на 6% вища, ніж у Китаї. Логістика все ще важлива, але менш критична, ніж для гондол, оскільки більшість матеріалів імпортується від низки світових постачальників. Водночас виробничий процес є порівняно дуже трудомістким і вимагає великої робочої сили, а деякі сегменти потребують висококваліфікованих працівників.¹⁴⁹ З огляду на збільшення довжини вироблених лопатей та той факт, що їх не можна розділити, що ускладнює логістику розгортання, виробництво поблизу кінцевого ринку є доцільнішим.¹⁵⁰

Виробництво башт також є дуже конкурентоспроможним в Україні, де витрати на виробництво становлять від 166,1 до 173,9 євро/кВт у кінцевій собівартості виробництва, що можна порівняти з Китаєм (163,5–191,5 євро/кВт) та Німеччиною (170,5 євро/кВт). Локалізація виробництва башт іноді є простішою та економічно доцільнішою, ніж для інших компонентів, через кілька факторів. Одним з головних аспектів є наявність конкурентоспроможного за ціною місцевого виробництва сталі та бетону. Хоча чорна металургія України значно постраждала від атак Росії, кілька виробників довгого про-

кату, необхідного для вітрових башт, включаючи «ArcelorMittal Кривий Ріг» та «Камет-Сталь», все ще працюють, пропонуючи високоякісну продукцію. Аналогічно, в Україні існує понад 50 виробників бетону, а також у країні виробляється або переробляється низка інших ключових металів. Це також означає хороший потенціал для будівництва фундаментів для вітрових башт. Місцеве виробництво сталі та бетону знижує витрати, що забезпечує більшу місцеву конкурентоспроможність виробництва башт та фундаментів, а також подальше зниження логістичних витрат, якщо ВЕС розміщуються поблизу виробничих майданчиків. Тим не менш, остаточне складання башти відбувається на місці розгортання, а частини башти постачаються модульно.

Ще одним фундаментальним фактором, пов'язаним з промисловими можливостями виробничого сектору, є **логістика та транспортування**. Хоча деякі компоненти ВЕС важче або дорожче транспортувати (лопаті та певною мірою башти), ключова транспортна інфраструктура необхідна для безперебійного імпорту, а також потенційно для експорту деталей вітчизняного виробництва до інших країн. Транспортування судном часто є найдешевшим, а порти України потенційно забезпечують ключовий шлях для доставки компонентів на європейські та/або світові ринки.¹⁵¹ Важливо, що автомобільний транспорт, хоча й не є оптимальним, також може бути варіантом, оскільки деякі безпосередні сусіди України, включаючи Польщу та Румунію, нарощують як виробництво, так і впровадження вітрової енергії, з деякими можливими зв'язками, особливо в сегменті підкомпонентів гондoli, башт та допоміжного обладнання.

Умови фінансування значно впливають на загальні змодельовані виробничі витрати. WACC на рівні 14% збільшує загальну вартість турбін в Україні приблизно на 6,6% порівняно зі сценарієм з WACC 10%. Це демонструє, як високі витрати на фінансування підривають фунда-

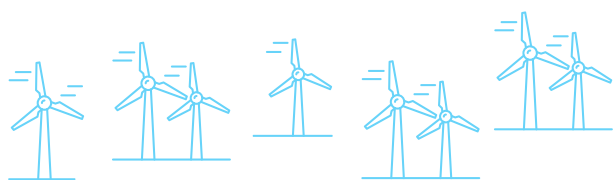


ментальні конкурентні переваги виробництва, особливо в капіталомістких процесах, і потенційно роблять Україну неконкурентоспроможною порівняно з іншими світовими гравцями. І навпаки, забезпечення нижчої вартості фінансування може створити умови, за яких інтегрований ланцюг вартості вітроенергетики України стане конкурентоспроможнішим, ніж у Німеччині. Хоча китайські банки відіграли фундаментальну роль у наданні низькопроцентних кредитів, які стимулювали розвиток галузі, Україна також змогла мобілізувати інвестиції, хоча й на етапі розгортання. Хоча китайські банки відіграли ключову роль у наданні низькопроцентних кредитів, які стимулювали розвиток галузі, Україна також змогла мобілізувати інвестиції, хоч і на етапі розгортання. Тим не менш, українські державні банки активно цікавляться вітроенергетикою, а також існує політична підтримка та підтримка з боку МФІ, що є позитивним знаком для майбутнього розвитку. Важливо, що наявність страхування від воєнних ризиків для інвесторів, зокрема у вітроенергетиці, кілька експертів відзначили як дуже позитивний чинник.¹⁵² Декарбонізація виробничих процесів та енергоефективність у виробництві також можуть бути ключовими, особливо для доступу до потенційного фінансування за програмами Horizon Europe та Інноваційного фонду, що може додатково стимулювати розвиток сектору.¹⁵³

Низька вартість **робочої сили** є ключовим чинником конкурентоспроможності у більш трудомістких сегментах виробництва, а саме у виробництві лопатей та башт, але деякі робочі місця потребують відносно високого рівня **навчання та освіти**. До них належать зварювальники, техніки з композитних матеріалів, оператори верстатів та складальники у сегментах виробництва та обробки, а також інженери-механіки, електротехніки, промислові інженери, інженери-технологи та інспектори з контролю якості й додатковий допоміжний персонал. За деякими оцінками, витрати на робочу силу у вітроенергетичному секторі в

Україні можуть бути нижчими, ніж у Китаї, хоча це може компенсуватися різним рівнем автоматизації. Давні сильні технічні школи в Україні, її тривала історія та досвід у виробничому й машинобудівному секторах можуть дати ключовий поштовх розвитку цього сектору¹⁵⁴, але для стимулювання локалізації та уникнення затримок ключовим буде забезпечення галузі кваліфікованими кадрами та припливу нових талантів.¹⁵⁵ Німецька система дуальної освіти, що включає учнівство та технічне навчання, разом із співпрацею з промисловістю (наприклад, з Gamesa) або спеціалізованими інститутами підготовки фахівців з вітроенергетики Данії, а також зв'язками з Vestas та Ørsted для працевлаштування та стажувань, можуть слугувати гарними прикладами для України. Як кваліфікація, так і наявність робочої сили наразі є проблемою через масштабну еміграцію, призов до війська та інші втрати. Хоча основна увага тут зосереджена на виробництві, розгортання, монтаж та обслуговування є ще більш трудомісткими, і для задоволення попиту як у світі, так і в секторі ВДЕ України, необхідні значне підвищення кваліфікації, навчання та нові робочі місця.

Це тісно пов'язано зі сферою **досліджень, розробок та інновацій**. Хоча наразі державна дослідницька діяльність у сфері технологій ВДЕ є низькою через перерозподіл бюджетів на дослідження та розробки в інші галузі, існують механізми для потенційного спрямування фінансування за потреби. Потужності для НДДКР у вітроенергетичному секторі також дедалі більше зміщуються до Китаю, особливо завдяки можливості швидко створювати випробувальні майданчики для нових технологій та надавати простір для інновацій і швидкого масштабування.¹⁵⁶ Європейські інновації у вітроенергетичному секторі є більш консервативними, з обмеженим прийняттям ризиків та тривалими термінами розробки продукції, що різко контрастує зі швидкими інноваціями в Китаї. Хоча Україні не обов'язково ставати новим центром інновацій у продукції, постійне та



поступове вдосконалення існуючого виробництва та оптимізація процесів можуть бути дуже корисними. Це також включає забезпечення відповідності всім вимогам сертифікації та стандартизації згідно з європейськими нормами, щоб мати змогу експортувати продукцію до ЄС.

Ширше **бізнес- та регуляторне середовище** також є фундаментальними як для виробництва, так і для розгортання потужностей ВЕС. Хоча регуляторна база України наразі підтримує вітроенергетичний сектор, а звільнення від імпорتنих мит на вітрові турбіни не надано (що також захищає вітчизняних виробників), експертні інтерв'ю вказали на необхідність удосконалень. Акцент на прозорості та подальшому вдосконаленні антикорупційного законодавства і практик було названо ключовим для залучення як виробників, так і розробників, а узгодження фіскальних норм та покращення координації між податковими органами та Міністерством економіки могли б бути корисними для підвищення привабливості.¹⁵⁷ Модель швидкого отримання дозволів та безкоштовного виділення землі для потенційних виробників у Китаї, а також підтримка операційних витрат можуть стати цікавим прикладом для України.

Водночас наближення та гармонізація Україною політик ЄС, а також суворі вимоги до сертифікації та якості продукції для ВЕС значно полегшують дотримання вимог.¹⁵⁸ Що стосується розгортання, проблеми з дозволами та доступом до мережі, як це спостерігається в Німеччині та Сполучених Штатах відповідно, можуть суттєво зашкодити розгортанню, а також локалізації виробництва, тому запобігання вузьким місцям також є ключовим для України, особливо в міру зростання сектору.¹⁵⁹

Роль промислової політики та державної підтримки для вітроенергетичного сектору була фундаментальною з точки зору масштабування виробництва. Данія, батьківщина вітрових турбін, є одним із найкращих прикладів цього, де уряд підтримує промисловість за допомогою масштабних досліджень та розробок, стратегічних фінансових інструментів та заходів з боку попиту, таких як «зелені тарифи», які пізніше були прийняті іншими країнами, включаючи Німеччину. В результаті такого страте-

гічного підходу майже всі вітрові турбіни, вироблені в Данії між 2004 і 2008 роками, були експортовані – тенденція, яка зберігається й донині. Данія вже давно є ключовим центром виробництва ВЕС, де розташовані такі провідні компанії, як Bonus, LM та Vestas.¹⁶⁰

За межами Європи Сполучені Штати також мали значний попит на розширення вітроенергетики, причому вітчизняні компанії значною мірою задовольняли цей попит. Це зростання було підтримано сприятливими умовами для вітроенергетики та політичною підтримкою. Політика США у сфері відновлюваної енергетики значною мірою формувалася Податковим кредитом на виробництво (Production Tax Credit, PTC) та Інвестиційним податковим кредитом (Investment Tax Credit, ITC), які діяли як заходи з боку пропозиції, хоча часто вони надавалися лише протягом обмежених періодів у два роки. PTC пропонував заздалегідь визначені податкові знижки для кожного виробленого товару, тоді як ITC надавав податкові кредити на частину інвестицій у зелені технології. Закон про зниження інфляції 2022 року встановив найновіший цикл податкових кредитів.

Однак політика США у сфері відновлюваної енергетики характеризується нестабільністю, що призводить до циклів бумів і спадів, які перешкоджають розвитку стабільного інвестиційного середовища. Хоча сектори зелених технологій стимулювали економічний розвиток і створення робочих місць, прогалини в політиці спричинили значне скорочення кількості установок, що призвело до втрати попиту, робочих місць та приватних інвестицій.

Приклад Китаю також є ключовим. У 2002 році Національна комісія з розвитку та реформ зобов'язала використовувати 70% компонентів вітчизняного виробництва, що було запроваджено в рамках конкурентних торгів. Поряд із низкою фінансових механізмів, низькопроцентних позик та заходів щодо стимулювання попиту, кількість виробничих підприємств зросла з 40 у 2007 році до 70 у 2008 році, причому 30 виробників пропонували комерційну продукцію. Водночас великі міжнародні виробники ВЕС створили виробничі потужності в Китаї для участі в місцевих аукціонах на будівництво ВЕС.¹⁶¹ У 2009 році Китай повністю скасу-

вав вимогу щодо 70% місцевої складової після скарг від Світової організації торгівлі, але на той момент вітчизняний сектор виробництва ВЕС був добре налагоджений, а весь ланцюг постачання охоплювався місцевими компаніями.^{162,163} Поправка до Закону про відновлювану енергетику 2009 року, яка запровадила фіксований обсяг закупівлі відновлюваної енергії для операторів мережі, ще більше посилила попит і, своєю чергою, підтримала місцеве виробництво. У наступні роки додаткові «зелені тарифи» та державні програми для розвитку великих ВЕС продовжували стимулювати зростання вітчизняного виробництва. Тепер, після стабілізації, Китай поступово скасував більшість субсидій.¹⁶⁴

Фундаментально, всі експерти та респонденти зазначили, що основним рушієм для налагодження виробництва іноземними фірмами є наявність **внутрішнього попиту на вітрову енергію** з довгостроковим потенціалом, передбачуваними цілями та стабільною по-

літикою. В Європі, де попит був сильним та існували стимули, галузь залишалася конкурентоспроможною (на відміну від сегментів сонячних фотоелектричних систем та літій-іонних акумуляторів). Закон Китаю про відновлювану енергетику 2006 року та наступні закони діяли як стимул для виробництва турбін з боку попиту, і інші країни, включаючи Бразилію, змогли досягти локалізації. Цей потенціал також є значним в Україні, де суттєве розгортання як наземної, так і згодом офшорної вітрової енергетики може створити необхідний обсяг для стимулювання виходу іноземних компаній на ринок або розширення вітчизняних потужностей.¹⁶⁵ Хоча як у ЄС, так і в Україні потрібні додаткові рушійні сили та реформи політики (включаючи дозволи, підключення до мережі, дизайн ринку тощо), чітке бачення з боку попиту могло б стимулювати ширшу локалізацію виробництва іноземними компаніями – спочатку у формі представництв, а згодом і у вигляді потенційних виробничих майданчиків.



5.2.3 Економічні вигоди

Для моделювання економічних вигод від потенційного налагодження виробництва у ширшому ланцюгу вартості ВЕС в Україні було зроблено кілька ключових припущень. По-перше, припускається, що річний попит в Україні становитиме доволі консервативні 850 МВт потужностей промислового масштабу. Це відображає дещо скориговані показники роз-

гортання в ключових стратегічних документах. Крім того, припускається, що такий самий річний обсяг у 850 МВт експортуватиметься до Європейського Союзу. Таким чином, для задоволення цього попиту розглядається наявність в Україні загальної річної виробничої потужності у 2 ГВт з коефіцієнтом використання 85%.

Зайнятість

Локалізація 2 ГВт виробничих потужностей та щорічне внутрішнє розгортання 850 МВт ВЕС матиме значний вплив на зайнятість в Україні.

Таблиця 6. Потенційне створення робочих місць в українському ланцюгу вартості ВЕС

Категорія	Тип	Низький	Середній	Високий
Виробництво людино-роки	Прямі	5 211	6 513	7 816
	Непрямі	2 605	3 257	3 908
Будівництво та мон- таж людино-роки/рік	Прямі	2 550	2 635	2 720
	Непрямі та індуковані	340	672	1 003
Експлуатація та технічне обслугову- вання	Прямі		255	

Джерело: Hanna et. al. (2024)¹⁶⁶, консультації експертів, розрахунки авторів

Пряма зайнятість на заводах створить у середньому близько 6 513 людино-років протягом життєвого циклу проекту, хоча цей показник може коливатися в широкому діапазоні залежно від передбачуваних рівнів автоматизації та трудомісткості виробництва по всьому ланцюжку створення вартості. Ще приблизно 3 257 непрямих людино-років буде створено в ширшій екосистемі, що має сформуватися навколо сектору. Це включає ключових постачальників компонентів, надавачів логістичних та сервісних послуг та інші додаткові ресурси.

Значні додаткові робочі місця буде створено під час розгортання 850 МВт ВЕС в Україні, зокрема в секторах будівництва та монтажу, а згодом – в експлуатації та технічному обслуговуванні. Безпосередньо у будівництві та монтажі буде створено до 2 720 людино-років на рік, тоді як для непрямой та індукованої зайнятості знадобиться допоміжна екосистема з приблизно 670 штатних одиниць (FTE). Крім того, близько 255 робочих місць буде потрібно для експлуатації та технічного обслуговування ВЕС.

Додана вартість та експорт

Налагодження річної виробничої потужності вітрових турбін обсягом 2 ГВт зробить значний внесок у валову додану вартість України.

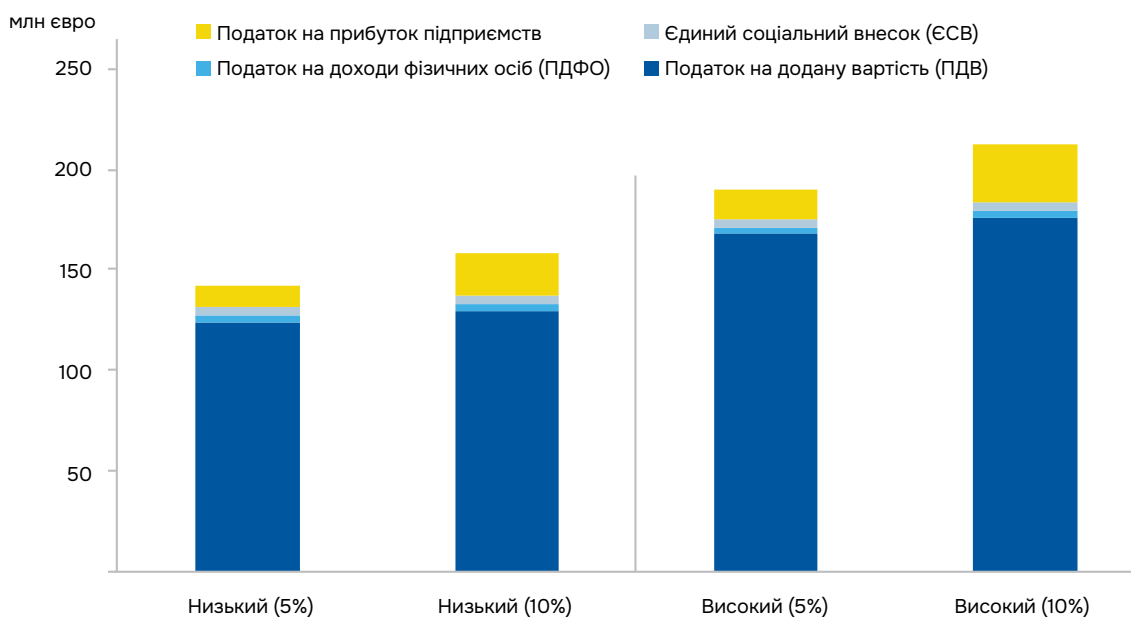
Залежно від сценарію WACC, витрат (686,05–931,17 євро/кВт) та потенційної маржі прибутку (5–10%), загальний внесок у ВДВ України коливається від 247 до 468 млн євро на рік, що становить 0,08–0,16% ВВП України.

Крім того, щорічний експорт ВЕС потужністю 850 МВт суттєво сприятиме торговельному балансу України та слугуватиме ключовим джерелом іноземної валюти. На основі змодельованих витрат та маржі прибутку, експорт ВЕС може приносити від 612 до 870 млн євро щорічних експортних надходжень, що еквівалентно 1,6–2,3% від загального обсягу експорту України у 2024 році.

Фіскальні надходження

Розвиток вітчизняного сектору ВЕС також значно вплине на бюджет та фінансовий стан України і забезпечить вкрай необхідні доходи.

Рисунок 19. Фіскальний ефект



Джерело: розрахунки авторів. Примітка: Сценарії низької та високої собівартості виробництва, з валовою рентабельністю 5% та 10%.

Внесок до бюджету варіюватиметься залежно від структури витрат та маржі прибутку, коливаючись від 140,4 млн євро до 210,0 млн євро на рік. Більша частина цієї суми надходитиме від ПДВ з продажу вітчизняних ВЕС, що становитиме від 122,5 млн євро до 174,1 млн євро.

Водночас, залежно від сценарію, може знадобитися фіскальна підтримка виробництва у формі податкових пільг або стратегічних субсидій, що може зменшити кінцевий внесок до бюджету.

Додатковий попит на матеріали

Налагодження виробництва у ланцюгу вартості ВЕС може значно позитивно вплинути на вітчизняних постачальників матеріалів у низці секторів:

Таблиця 7. Потенційний додатковий попит на матеріали в українському ланцюгу вартості ВЕС

Позиція	Матеріалоємність (тонн/МВт)	Загальний річний потенційний попит на матеріали (тонн)
Бетон	243,5-413,0	413 950-702 100
Сталь	50,6-119,0	86 020-202 300
Чавун	4,7-9,0	7 140-15 300

Джерело: розрахунки автора

Висока матеріалоємність ВЕС призведе до значного додаткового попиту на матеріали в секторах бетону, сталі та чавуну. Попит на бетон, ключовий матеріал для фундаменту та самої башти, може сягнути від 414 000 до 702 000 тонн на рік; його зможуть задовольнити 50 визначених виробників або нові учасники галузі. Сталь та чавун використовуються як у

ступиці, так і в гондолі, а додаткова трубчаста сталь потрібна для самих вітрових башт. Це може створити щорічний додатковий попит на сталь обсягом від 86 000 до 202 000 тонн, а також на 7 100–15 300 тонн чавуну, що забезпечить значний ринок збуту для місцевих виробників.

5.2.4 Оцінка та додаткові міркування

Вітчизняний сектор вітроенергетики України може мати хороший потенціал і виявитися достатньо конкурентоспроможним, щоб задовольнити внутрішній попит, а також інтегруватися в європейські ланцюги вартості. Хоча міжнародна конкуренція у вітроенергетиці є жорсткою, сектор виробництва ВЕС в Україні залишається стійким завдяки продуктивним прямим і зворотним зв'язкам, які було налагоджено із кількома іншими секторами.

Інтерв'ю з міжнародними виробниками та експертами виявляють два основні рушійні чинники, що впливають на рішення щодо локалізації виробництва: 1) стабільні та стійкі прогнози місцевого попиту; 2) масштаби виробництва. Щодо першого пункту, відбудова України вимагатиме значних обсягів вітрової енергії, спочатку на суші, а згодом також і на морі. З огляду на швидке зниження LCOE вітрової енергії

та хороші коефіцієнти використання встановленої потужності, майбутнє вітрової енергетики України виглядає перспективним, що може забезпечити виробникам впевненість для інвестування в місцеве виробництво. Водночас, що стосується останнього пункту, пороговим значенням, необхідним для виправдання інвестицій у місцеве виробництво, респонденти назвали приблизно 1 ГВт річного внутрішнього попиту. Хоча такі рівні розгортання можуть бути доцільними, для подальшого стимулювання розгортання ВЕС, особливо з використанням турбін вітчизняного виробництва, може знадобитися додаткова підтримка з боку попиту. Можливості існують і вже використовуються в усьому ланцюгу вартості.

Внутрішня ресурсна база України може виявитися ключовою з точки зору підвищення конкурентоспроможності, особливо для забез-

печення конкурентним за вартістю цементом і сталлю для башт, які демонструють значний потенціал. Це поєднується з порівняно дешевою, але висококваліфікованою робочою силою, необхідною для відносно трудомісткого процесу будівництва башт. Лопаті, виробництво яких також є більш трудомістким, теж можна виготовляти в Україні, хоча оцінки експертів щодо локальної конкурентоспроможності різнилися. Тим не менш, змодельовані результати показують, що Україна загалом є більш конкурентоспроможною, ніж принаймні її німецький еквівалент. Враховуючи логістичні труднощі, пов'язані з транспортуванням довгих лопатей, місцеве виробництво може бути цілком виправданим, хоча для цього знадобляться значні галузеві інвестиції в дорожній та логістичний сектор.

Зрештою, хоча повноциклове виробництво гондол малоймовірно через велику кількість необхідних компонентів та постачальників, виробництво деяких компонентів вже існує, інші можна імпортувати, а остаточне складання справді може бути конкурентоспроможним. Тут для зниження кінцевої вартості гондоли може бути дуже корисним стратегічне звільнення від імпортних мит на компоненти та обладнання, які не виробляються в Україні або для яких немає можливості виробництва. Загалом, потрібна активна робота щодо розширення екосистеми постачальників, але наявність виробництва вже зараз показує, що сектор може бути стійким, з потенційним розширенням у міру зростання попиту.

Першим кроком буде відродження існуючих виробничих активів та картографування потенціалу для перепрофілювання інших активів для виробництва. Це зменшить вимоги до капітальних витрат для проєктів і, отже, допоможе послабити вплив високого поточного WACC, який знижує конкурентоспроможність, особливо для проєктів “з нуля”. Тим не менш, для задоволення як внутрішнього попиту, так і для створення експортних ринків, знадобляться нові проєкти, що збільшать виробничі потужності, а це означає, що в будь-якому випадку будуть потрібні інструменти зниження ризиків та пільгове фінансування, щоб зробити проєкти більш конкурентоспроможним. Важли-

во, щоб було більше інформації та подальше картографування існуючих компаній, що працюють у ширшому ланцюгу вартості, включаючи виробників субкомпонентів, прямих постачальників та компанії, існуючі активи яких можуть змінити профіль і стати частиною ланцюгу виробництва вітряних потужностей. Під час підготовки цього звіту стало зрозуміло, що вичерпна інформація, яка б відображала повний ланцюг вартості ВЕС, ще не є доступною, що обмежує можливості виявлення потенціалу для перепрофілювання, розвитку зв'язків та синергії між секторами.

Це також відкриває можливості інтеграції ланцюга вартості з Європейським Союзом, але насамперед з безпосередніми сусідами України, зокрема Польщею та Румунією, які розвивають власні сектори виробництва ВЕС. Особливо в постачанні сталі та додаткових компонентів, або повних башт та лопатей, Україна може використати свою порівняльну перевагу, щоб допомогти задовольнити регіональний попит і долучитися до досягнення цілей ЄС з чистої енергетики. Можна було б також провести оцінку конкурентоспроможності постачання цієї продукції на ширший ринок ЄС, особливо в країни, де немає відповідного виробництва. Важливо, що фінансування торгівлі та просування експорту з боку уряду України будуть ключовими для стимулювання зростання сектору. Подальша співпраця та координація зусиль є ключовою, оскільки країни масштабують свій сектор виробництва ВЕС, однак такі регуляції, як CBAM, також можуть мати значний вплив на конкурентоспроможність цього експорту до ЄС. Таким чином, для забезпечення довгострокової економічної конкурентоспроможності знадобиться поступова декарбонізація як енергетичного, так і металургійного секторів.

На відміну від сегментів СЕС та літій-іонних акумуляторів, де домінують китайські компанії, сектор ВЕС є більш неоднорідним, і європейські компанії займають у ньому значну частку ринку. Україні слід насамперед залучати європейські компанії як з міркувань геополітичного зближення інтересів, так і для доступу до додаткових потенційних джерел фінансування. Таким чином, поглиблення контактів з

гравцями ЄС по всьому ланцюгу вартості має фундаментальне значення, і ключову роль у цьому відіграє уряд: у створенні цих зв'язків, розширенні державно-приватного партнерства, співпраці з міжнародними гравцями та подальшому обґрунтуванні інвестицій у сектор ВЕС України.

Це також стосується подальшого розвитку сектору з точки зору досліджень, розробок та інновацій. Хоча виробництво наразі вже існує, для задоволення потреб як в Україні, так і на європейських експортних ринках будуть потрібні постійні вдосконалення і виробничих процесів та ефективності, і самих технологій. Забезпечення трансферу технологій є ключовим, але потрібна подальша робота зі створення компетентних дослідницьких й інноваційних центрів із надійним фінансуванням, які співпрацюватимуть із зацікавленими сторонами по всьому ланцюгу вартості та допомагатимуть розробляти й адаптувати технології ВЕС до місцевих виробничих умов, а також до критеріїв і специфікацій кінцевого ринку.

Однак загалом, попри те, що деякі частини сектору все ще перебувають на початковій стадії розвитку, ланцюг вартості виробництва обладнання для ВЕС в Україні демонструє значні перспективи в багатьох сегментах. Особливо перспективними в короткостроковому періоді є сегменти башт та лопатей; також існують

додаткові можливості для подальшого розвитку екосистеми постачальників гондол та їхніх субкомпонентів. Однак сектор потребує подальшого розвитку. Для зміцнення ланцюга постачання ВЕС Україна має відновити внутрішнє виробництво спеціалізованої сталі та товстого листа – критично важливих матеріалів, що наразі імпортуються за вищими цінами через війну. До війни Україна виробляла спеціальні сталі (які використовуються в корпусах та валах ВЕС) на таких підприємствах, як «Електросталь» та «Дніпроспецсталь», тоді як товстий лист (необхідний для башт та обшивки турбін) вироблявся на «Азовсталі». З втратою цих потужностей залежність від імпорту призвела до зростання витрат. Відновлення виробництва можливе шляхом використання наявної інфраструктури: машинобудівні заводи з електропечами можуть відновити виробництво спеціальної сталі, тоді як «Запоріжсталь» має необхідний потенціал для відновлення виробництва товстого листа. Крім того, незадіяні машинобудівні потужності варто перепрофілювати для виробництва башт, рам та лопатей. Для підтримки цього переходу виробникам необхідно надати комплекс стратегічних інвестиційних стимулів. Уряду також необхідно встановити чіткі та надійні цілі щодо розгортання потужностей генерації, а також додатково прискорити розвиток сектору шляхом підтримки існуючих гравців в екосистемі та стимулювання нових інвестицій

5.2.5 Висновок та дорожня карта розвитку сектору

Сектор виробництва ВЕС в Україні є більш перспективним. Виробництво лопатей та башт може бути конкурентоспроможним за вартістю завдяки поєднанню трудомісткості процесу, наявності значних внутрішніх ресурсів (зокрема сталі) та близькості до ринків ЄС. Хоча виробництво гондол є складнішим, а вітчизняна екосистема постачальників усе ще недостатньо розвинена, часткове налагодження виробництва окремих компонентів та процесу складання є можливим. Практичним рішенням є змішана модель, що передбачає використання імпортних субкомпонентів та їхню інтеграцію на вітчизняних потужностях. Допоміжне обладнання, як-от генератори та перетворювачі, вже виробляється в Україні, і це виробництво

може бути розширене. Усі ці кроки забезпечать значний внесок у створення робочих місць, нададуть економічні вигоди та стимулюватимуть попит в інших галузях промисловості, зокрема в секторах сталі та цементу.

Україна має потенціал для досягнення цілей розвитку вітчизняної вітроенергетики та постачання обладнання до ЄС, але висока вартість фінансування залишається основною перешкодою для інвестицій та зростання сектору. Цілеспрямована підтримка, така як звільнення від мита на обладнання та ключові ресурси, може допомогти знизити виробничі витрати. Не менш важливими є надійні внутрішні цілі щодо встановлення потужності та політика з

боку попиту, що сприятиме залученню прямих іноземних інвестицій та заохочуватиме транснаціональні компанії до налагодження місцевого виробництва. У короткостроковій перспективі Україні варто оцінити та відновити наявне виробництво, а також збільшити випуск башт і лопатей. У середньостроковій перспективі зу-

силля варто зосередити на розширенні складання гондол та зміцненні ланцюгів постачання компонентів. У довгостроковій перспективі ключовими для сталого зростання будуть інвестиції в дослідження та розробки, освоєння офшорної вітроенергетики та диверсифікацію експортних ринків за межі ЄС.

Таблиця 8. Дорожня карта для сектору ВЕС

Короткостроковий період (1-2 роки)	Середньостроковий період (2-5 років)	Довгостроковий період (5+ років)
- Оцінка потенціалу відродження існуючого виробництва - Залучення інвестицій у виробництво та складальні операції башт і лопатей - Складання карти місцевого виробництва компонентів та субкомпонентів гондол і турбін та оцінка експортної конкурентоспроможності - Організація виробництва спеціальної сталі на машинобудівних заводах з електропечами - Оцінка існуючих зв'язків з іншими галузями промисловості - Поглиблення контактів з іншими регіональними та європейськими гравцями по всьому ланцюгу вартості	- Збільшення виробництва башт і лопатей та залучення нових інвестицій в сегменти турбін і гондол - Інвестиційні стимули для організації виробництва товстого листа на "Запоріжсталі" - Зміцнення екосистеми ланцюгів постачання компонентів за допомогою стратегічної підтримки - Надання підтримки для торгового фінансування через експортно-кредитне агентство	- Розширення вітчизняних досліджень та розробок для існуючих технологій та вихід на нові сегменти (наприклад, офшорна енергетика) - Дослідження потенціалу експортних ринків за межами ЄС

5.3 Літій-іонні акумулятори

5.3.1 Огляд ланцюга вартості

Ланцюг вартості літій-іонних акумуляторів є відносно коротким, але технологічно дуже складним і значною мірою залежить від невеликої кількості критичної сировини, видобуток та переробка якої зосереджені в кількох країнах світу. Основними хімічними компонентами літій-іонних акумуляторів є катод, анод та електроліт, з яких виробляють акумуляторний елемент, що потім інтегрується в акумуляторний блок. Існує кілька хімічних складів акумуляторів; на світовому ринку наразі домінують нікель-марганець-кобальтоксидні (NMC) та літій-залізо-фосфатні (LFP) технології. Технологія NMC характеризується різними співвідношеннями мінералів, що дозволяє виробляти акумулятори з різними властивостями, але всі вони мають високу щільність енергії та тривалий термін служби і пропонують хороший

баланс між вихідною потужністю, енергетичною ємністю та довговічністю. Акумулятори LFP мають меншу щільність енергії, але є безпечнішими, довговічнішими і, що важливо, не містять нікелю та кобальту – дорогих металів, видобуток яких є дорогим та висококонцентрованим.¹⁶⁷ Анод переважно виготовляють з графіту, а електроліт традиційно є літєвою сіллю, розчиненою в органічних розчинниках. Технологічний прогрес спрямовується, зокрема, на підвищення щільності енергії, прискорення зарядки, посилення безпеки та покращення економічної ефективності.¹⁶⁸ Важливої віхи було досягнуто у 2024 році, коли середня ціна акумуляторного блоку для електромобіля (EV) впала нижче порогу в 100 доларів США/кВт·год.¹⁶⁹

	Переробка матеріалів	Виробництво компонентів	Виробництво елементів	Збирання
Опис	Рафінування сировини до матеріалів акумуляторної якості (наприклад, гідроксид літію).	Виробництво катодів, анодів, електролітів та сепараторів.	Складання елементів з використанням електродів та електролітів.	Фінальне складання акумуляторних елементів у блоки або станції
Основні виробники (% світової частки ринку)	Літій: Китай (57%) Нікель, Марганець: Китай (70%)	NMCO: Китай (57%), LFP: Китай (88%)	Китай (68%), Європа (9%), США (9%)	Китай (75%), США (7%), Європа (6%)
Виробництво в Україні	Часткові можливості	Немає виробництва	Немає виробництва	Виробництво у минулому

Джерело: Greitemeier et al. (2025), EU JRC (2023), уточнення авторів

Глобальний ланцюг вартості акумуляторів є надзвичайно географічно концентрованим: Китай займає близько 70% на етапах переробки матеріалів, виробництва компонентів та складання, і лише кілька інших великих країн

наразі беруть участь у цьому ланцюгу постачання. У 2024 році понад 75% усіх проданих у світі акумуляторів було вироблено в Китаї з низькими витратами, які того ж року знизилися ще на 30%, що зробило їх на 20–30% дешев-

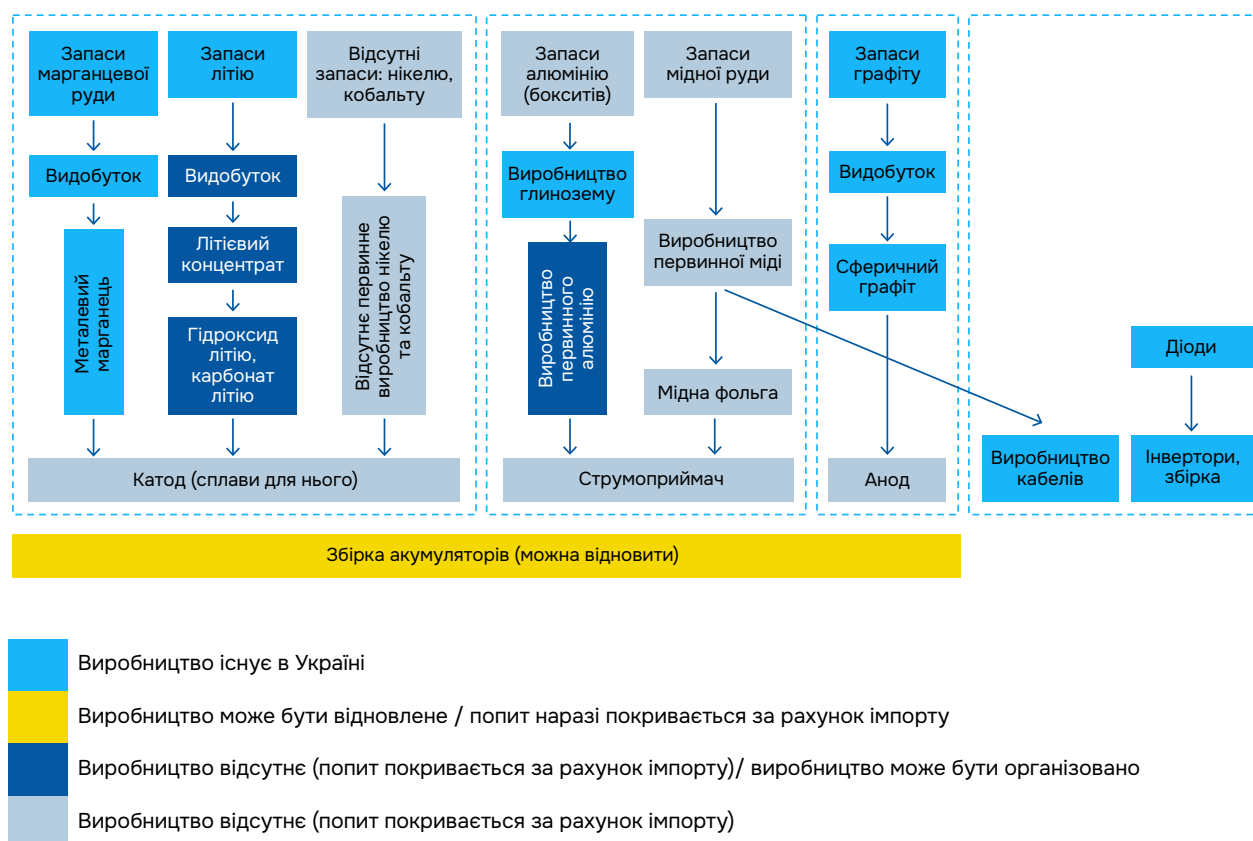
шими за аналогічні європейські та північноамериканські акумулятори. Кілька структурних факторів лежать в основі цінової переваги Китаю: висока концентрація технічного досвіду та виробничих потужностей сприяє як економії від масштабу, так і постійним інноваціям. Крім того, глибоко інтегровані ланцюги постачання знизили виробничі витрати та прискорили цикли розробки продукції. Китайська акумуляторна промисловість також виграла від своєї ранньої та стійкої зосередженості на технології LFP. На додачу, інтенсивна внутрішня конкуренція ще більше сформувала відповідний ринок та сприяла зниженню цін. Крім того, сектор наразі стикається з величезним надлишком потужностей: за оцінкою BNEF, вони становлять 3,1 ТВт·год, що у 2,5 раза перевищує світовий попит.¹⁷⁰

Серед ключових компаній у цьому сегменті – CATL, найбільший постачальник літій-іонних акумуляторів у світі, що спеціалізується на виробництві акумуляторів для електромобілів, а також систем накопичення енергії. Двома іншими ключовими гравцями, також зі Східної

Азії, є південнокорейська LG Chem та японська Panasonic, які відіграють фундаментальну роль у виробництві акумуляторів для побутової електроніки та автомобільної галузі. Ще одним важливим гравцем є американська Tesla з її гігафабриками в США та інших країнах, партнерськими відносинами з іншими великими виробниками акумуляторів та широким асортиментом продукції для електромобільності та мережевого накопичення енергії.

Європейські виробники акумуляторів зіткнулися зі складними умовами. Виробничі витрати залишаються значно вищими, що зумовлено нестачею спеціалізованої робочої сили, обмеженим ефектом масштабу та технологічною орієнтацією на дорожчу хімічну технологію на основі нікелю. Ці обмеження ускладнюють для європейських фірм конкуренцію з китайськими виробниками та масштабування операцій для досягнення прибутковості, що найяскравіше підтверджується банкрутством Northvolt – ключової надії європейської акумуляторної промисловості.¹⁷¹

Рисунок 20. Ланцюг вартості у виробництві акумуляторів в Україні



Участь України в ланцюгу вартості літій-іонних акумуляторів перебуває на відносно ранній стадії, хоча певний потенціал та досвід існують на різних його етапах.

Видобуток та переробка критичної сировини: в Україні є родовища та ведеться видобуток різноманітних мінералів, критично важливих для різних хімічних складів літій-іонних акумуляторів. Країна вже виробляє значну кількість марганцю, а на АТ “Запорізький завод феросплавів” існують потужності для виробництва металевого марганцю чистотою понад 99% – металу, вирішального для катодів за технологією NMC. Крім того, на підприємстві «Завалівський графіт» виробляли високоякісний оброблений графіт акумуляторної якості, що є критично важливим для хімічного складу анодів. В Україні також виявлено додаткові родовища високоякісного графіту.

Хоча значних запасів нікелю та кобальту наразі не зареєстровано, в Україні є кілька потенційно перспективних родовищ літію. Найперспективнішим із них є Шевченківське родовище поблизу лінії фронту в Донецькій області, а два інші розташовані в центральній частині України. Наразі в Україні немає видобутку чи переробки літію, а прогнозовані витрати на обидва процеси невідомі.

Виробництво компонентів та елементів: У минулому в Україні не виробляли ані компонентів акумуляторів (катодів, анодів чи електролітів), ані самих елементів; усі ключові ресурси історично імпортували.

Складання: KNESS Group складала акумулятори з імпортованих з Китаю елементів до кінця 2024 року. Виробництво припинилося після скасування імпортних мит, яке зробило продукцію неконкурентоспроможною.



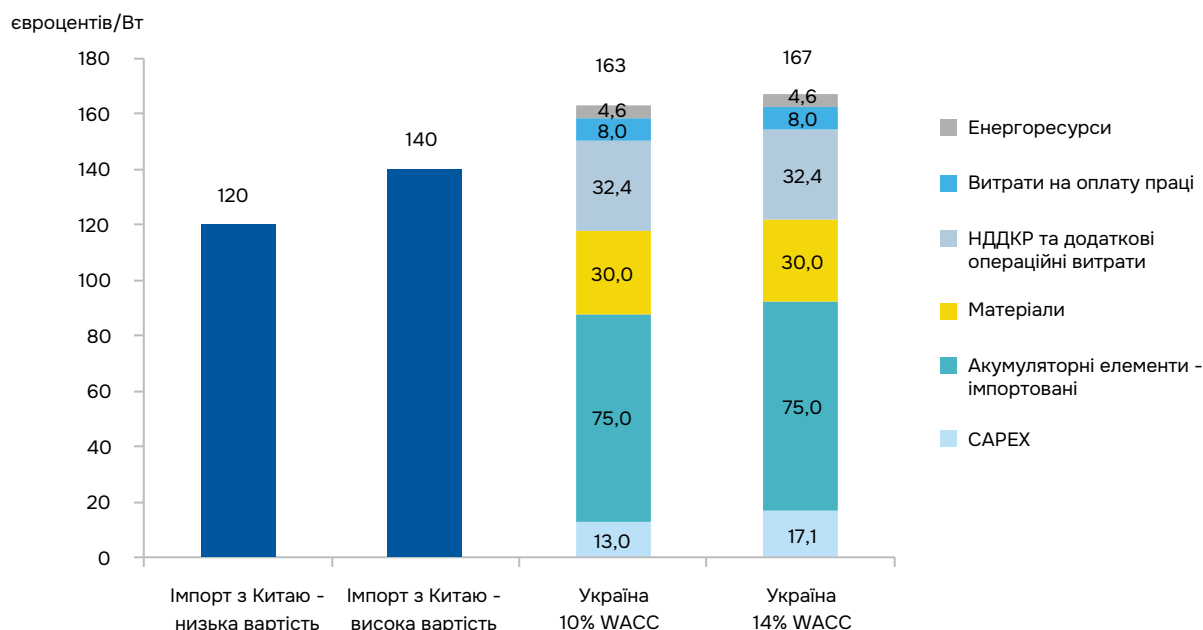
5.3.2 Результати та аналіз

Через відсутність даних по Україні щодо вартості переробленої критичної сировини, а також виробництва компонентів та елементів, цей аналіз зосереджений переважно на фінальному етапі – складанні. З використанням первинних та похідних досліджень був розроблений сценарій, згідно з яким в Україні буде складальний завод річною потужністю 3 ГВт·год з припущеннями щодо WACC на рівні 10–14%. Елементи живлення імпортуються з

Китаю, а потім на місцевому заводі з них збирають акумуляторні станції. Оскільки основна увага тут приділяється внутрішньому ринку, за єдину точку порівняння взято готові акумуляторні станції, імпортовані з Китаю. Всі значення стандартизовані до євроцентів 2024 року за кіловат-годину (EURc/кВт·год) виробленої ємності літій-іонних акумуляторів. Результати для обох сценаріїв представлені нижче.

Результати

Рисунок 21. Собівартість виробництва – річна виробнича потужність 3 ГВт·год



Джерело: консультації експертів. Розрахунки авторів.

Вартість складання акумуляторів в Україні на об'єкті потужністю 3 ГВт·год коливається в межах 163–167 євро/кВт·год, що на 16–39% дорожче, ніж імпортовані готові китайські акумуляторні станції. Ця різниця є дуже значною, і без будь-якої додаткової промислової політики

вітчизняне виробництво було б глибоко неконкурентоспроможним. Тим не менш, вітчизняне складання існувало в минулому, і додаткові фактори можуть допомогти зробити сектор більш конкурентоспроможним.

Аналіз

Промислові спроможності в секторі літій-іонних акумуляторів як в Україні, так і в Європі є загалом слабкими. Провідними виробниками на більшості етапів ланцюга вартості, як і найважливішими компаніями, є китайські або інші східноазійські.¹⁷² Наразі цей сектор також стикається зі значним надлишком потужностей, що ще більше знизило витрати та ускладнило для інших гравців вихід на ринок та конкуренцію.¹⁷³ Тим не менш, очікується, що деякі сусіди України створять значні потужності й наростять виробництво в усьому ланцюгу вартості. У 2022 році Польща мала другу за величиною у світі потужність з виробництва акумуляторних елементів (73 ГВт·год, 6% від світового обсягу), а Угорщина – 38 ГВт·год (3% від світового обсягу).¹⁷⁴ В Угорщині очіку-

ється значне збільшення потужностей від SK Innovation, Samsung та CATL, тоді як Словаччина та Румунія також можуть здійснити значне нарощування.

Україна справді володіє деякими з ключових мінералів, необхідних для виробництва літій-іонних акумуляторів (хоча й не всіма), включаючи певні потужності з первинної обробки. Це особливо стосується марганцю (катодного матеріалу) та графіту (анодного матеріалу). Однак конкурентоспроможність є різною для різних етапів виробництва. На конкурентоспроможність українського виробництва графіту вплинула війна, зокрема через різке зростання цін на електроенергію, перебої в її подачі та вищі витрати на логістику й транспортування.¹⁷⁵

Виробництво марганцю також різко скоротилося з початку війни. Виробництво марганцю акумуляторної якості на Запорізькому заводі феросплавів наразі призупинено, оскільки основний кінцевий ринок – Китай – має достатні власні потужності з рафінування. Тим не менш, решта ключових мінералів, включаючи літій, нікель, кобальт та фосфати (необхідні для різних технологій акумуляторів), або відсутні, або їхня розробка ще на стадії оцінки, тому цей сектор тут додатково не аналізується.

Історично в Україні не було виробництва прекурсорів або самих елементів, і конкурентоспроможність виробництва оцінити важко, враховуючи відсутність оцінок майбутніх внутрішніх цін на перероблені мінеральні ресурси та необхідних капітальних витрат. Інтегрований завод з виробництва акумуляторів потужністю 20 ГВт·год, який будують у Словаччині китайська компанія Gotion High Tech та словацька Inobat, наразі оцінюється в 1,29 млрд доларів США. Відсутність внутрішнього виробництва прекурсорів або елементів робить Україну дуже залежною від імпорту акумуляторних елементів для виробництва кінцевих станцій, а також робить її вразливою до значних коливань цін. Імпортовані акумуляторні елементи становлять 75 євро/кВт·год, або приблизно 45% від загальної вартості кінцевих акумуляторних станцій, вироблених в Україні.

Інші матеріали, необхідні для виробництва кінцевих акумуляторних станцій, включаючи мідні кабелі, імпорتنі діоди для складання інверторів та інші компоненти, що використовуються у виробничому процесі, становлять приблизно 18% від загальних виробничих витрат. Витрати на енергію, на відміну від інших, більш початкових етапів ланцюга вартості, відіграють значно меншу роль, складаючи лише 3% від загальної кінцевої вартості. Загальне “озеленення” електроенергетичного сектору може бути корисним для укладання зелених РРА для постачання електроенергії на заводи зі складання акумуляторів.

Частка капітальних витрат є відносно низькою порівняно з іншими ланцюгами вартості, складаючи від 8% до 10% від загальної собівартості за сценаріїв WACC 10% та 14% відповідно. Хоча зниження ставки фінансування є ключовим загальним, різниця у WACC тут впливає на загальну собівартість виробництва лише на рівні у 2,5%.

Хоча такі країни, як Китай та Індонезія, значною мірою поклалися на державні банки для розвитку сектору (на додачу до інших інструментів), Україна могла б розглянути додаткові можливості. Вони можуть включати гарантії кредитів від таких установ, як ЄІБ, а також змішане фінансування, пільговий капітал або укладення угод про закупівлю для забезпечення більшої прозорості щодо продажів.

Компонент робочої сили є дуже низьким, складаючи лише 5% від загальних витрат. Це відображає низьку вартість української робочої сили, оскільки в країні є багато фахівців із специфічними навичками, необхідними для складання акумуляторів. Це вказує на потенційну перевагу в сферах, пов’язаних не лише зі складанням, а й з інтеграцією блоків та додатковими послугами. Водночас знадобиться додаткове навчання та підвищення кваліфікації, особливо якщо інші ланки ланцюга вартості будуть також локалізовані. Наприклад, Індонезія створила Національний науково-дослідний інститут акумуляторів, який відіграв фундаментальну роль у швидкому навчанні та підвищенні кваліфікації населення, що дозволило оперативнo розвинути акумуляторну промисловість країни.¹⁷⁶ Що стосується приватних ініціатив, то компанія Northvolt у Швеції запустила свою Greenhouse Academy – внутрішню освітню платформу, яка поєднує онлайн-навчання з кейс-стаді та курсами під керівництвом експертів для підвищення кваліфікації співробітників компанії.¹⁷⁷

Загальна категорія витрат на дослідження, розробки та додаткові операції, включно з технічним обслуговуванням та модернізацією, займає значну частку загальних виробничих витрат. Що стосується досліджень та розробок, то значні зусилля потрібні для адаптації кінцевих акумуляторних станцій до специфікацій кінцевого користувача, зокрема для сегментів з високим рівнем кастомізації, як-от аерокосмічна та оборонна промисловість. На інтегрованому об’єкті, що включає виробництво прекурсорів та елементів, загальні витрати на дослідження та розробки становитимуть значну частку загальних витрат, тому багато країн впроваджують спеціальні заходи державної політики для забезпечення постійних технологічних інновацій. Японія надала значну підтримку дослідженням та розробкам в цьому секторі через Закон 2023 року про сприяння економічній безпеці, який передбачав пряму

підтримку НДДКР для розширення внутрішніх виробничих можливостей, з особливим акцентом на створенні передових потужностей, що відповідають високим стандартам, причому надання субсидій було обумовлене дотриманням вищих стандартів продукції порівняно з наявними. У 2024 році Китай також запровадив правила, що вимагають від виробників літій-іонних акумуляторів реінвестувати 3% свого доходу в дослідження та розробки.¹⁷⁸

Аспект промислової політики є фундаментальним для світового та українського сектору літій-іонних акумуляторів, де спостерігається значна підтримка з боку пропозиції. Раніше в Україні діяли імпорتنі мита на літій-іонні акумуляторні станції, що забезпечувало конкурентоспроможність внутрішнього ринку на етапі складання; крім того, для компаній у цьому секторі існує звільнення від податку на прибуток підприємств. Хоча ці мита, разом із ПДВ на енергетичне обладнання, тимчасово скасували після липня 2024 року для швидкого стимулювання імпорту, у 2026 році їхня дія має бути відновлена. Це означає, що імпортоване енергетичне обладнання знову підлягатиме оподаткуванню ПДВ та митом. Після стабілізації може знадобитися перегляд пільг щодо мит та розробка внутрішніх стимулів для відновлення конкурентоспроможності вітчизняних гравців.

Певний урок можна винести з підходу Китаю, де уряд запровадив позики, податкові пільги та стимули для іноземних інвестицій для сприяння інноваціям у національний сектор виробництва акумуляторів. Крім того, країна запровадила стратегічну політику, як-от ліцензування експорту літію та передових матеріалів для акумуляторів у 2025 році, щоб забезпечити контроль над основними технологіями та домінуючу позицію на ринку. Тим не менш, субсидії значно скоротилися з 2017 року, враховуючи досягнення глобальної конкурентоспроможності в галузі, що є гарним прикладом аргументу на користь захисту молодих галузей. Підхід Японії також включав різні фінансові стимули. У 2021 році уряд виділив значні субсидії, з яких 900 млн доларів США було спрямовано на підтримку виробництва акумуляторних накопичувачів та покращення виробничої інфраструктури. Крім того, США запропонували суттєві податкові стимули для

підтримки вітчизняного виробництва, такі як інвестиційний податковий кредит (ІТС) згідно з розділом 48С, який забезпечує чисту вигоду від капітальних витрат, зменшуючи їх на 30%, або приблизно 65 млн доларів США за ГВт-год. Це наближає виробничі витрати в США до Китаю, де капітальні витрати на літій-іонні акумулятори становлять 60 мільйонів доларів США за ГВт-год. Ці стимули змінюють криву вартості акумуляторів у США, знижуючи внутрішні виробничі витрати на 45 доларів США за кВт-год. В результаті потужність гігафабрик у США зросла з приблизно 700 ГВт-год у 2022 році до понад 1,2 ТВт-год у 2023 році, хоча майбутнє цих пільг дещо невизначене за другої адміністрації Трампа.

Важливо, що створення довгострокової визначеності місцевого попиту є ключовим елементом для забезпечення стабільності та інвестицій. У випадку України попит матиме форму акумуляторних станцій, необхідних для зберігання електроенергії промислового масштабу, а також акумуляторних блоків, які використовуються в електромобільності. Уряд вже підтримує впровадження електромобілів шляхом звільнення від податків та імпорتنих мит, але також існують податкові звільнення для потенційних виробників, що може ще більше сприяти посиленню попиту на вітчизняний сектор акумуляторів та призвести до перепрофілювання і модернізації в автомобільному секторі. Однак як енергетичний, так і електромобільний сектори потребують значної підтримки для забезпечення впровадження на рівні користувачів та можуть включати деякі вимоги щодо місцевої складової, щоб гарантувати використання українських акумуляторів. Ключовим прикладом є Закон США про зниження інфляції (IRA), який забезпечує значну підтримку виробництва електромобілів та акумуляторів. Він пропонує податковий кредит до 7 500 доларів США для акумуляторних електричних та плагін-гібридних транспортних засобів, розподілений між дотриманням вимог щодо місцевої складової для компонентів акумуляторів та критичної сировини. Ці вимоги будуть поступово зростати, досягнувши 100% внутрішнього постачання компонентів акумуляторів до 2029 року та 80% для критичної сировини до 2027 року.



5.3.3 Економічні переваги

Під час моделювання економічних вигод від створення в Україні нового заводу зі складання акумуляторів було враховано кілька ключових припущень. Завод має номінальну річну потужність 3 ГВт·год з коефіцієнтом використання 85%. Весь річний обсяг виробництва заводу реалізується та встановлюється на внутрішньому ринку.

Зайнятість

Безпосередньо на заводі може бути зайнято від 250 до 375 штатних працівників, включно зі складальниками акумуляторів, різними інженерами, групами контролю якості, випробувань та інспекції, а також загальним керівництвом і адміністрацією. Додатково від 250 до 375 робочих місць може бути створено опосередковано: в логістиці та транспортуванні, постачанні сировини й обладнання, а також у сфері додаткових професійних послуг.

Значно більше робочих місць створюється на етапі встановлення вироблених потужностей. Щорічне розгортання акумуляторних систем накопичення енергії потужністю 3 ГВт·год може створити від 5 625 до 7 125 робочих місць на етапі будівництва, а також у сферах професійних послуг, оптової торгівлі та дистрибуції.

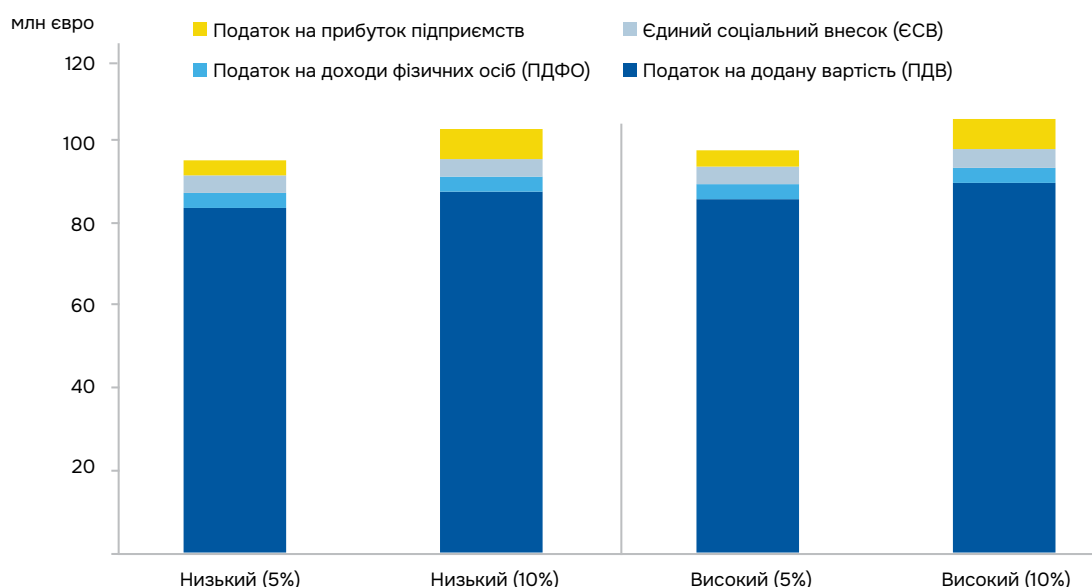
Додана вартість

Хоча річний дохід заводу зі складання акумуляторів може коливатися від 436 до 469 млн євро (залежно від WACC та рентабельності), валова додана вартість є значно нижчою через високу частку імпортованих ресурсів, зокрема елементів з Китаю. Таким чином, ВДВ для вироблення 3 ГВт·год річної ємності акумуляторів коливається від 74 до 107 млн євро, що становить приблизно 0,04–0,06% ВВП України за 2024 рік.

Податкові надходження

Подальше налагодження виробництва літій-іонних акумуляторів в Україні може мати значний позитивний вплив на державний бюджет. Наразі весь прибуток підприємств, що займаються виробництвом літій-іонних акумуляторів, звільнений від оподаткування за умови, що зроблено із наміром щодо його реінвестування у подальші дослідження та розробки.¹⁷⁹

Рисунок 22. Фіскальний ефект



Джерело: Примітка: Низька та висока собівартість виробництва, з рентабельністю 5% та 10%

Згідно з моделлю, що базується на заводі потужністю 3 ГВт·год, та з урахуванням звільнення від податку на прибуток, уряд України міг би отримувати від 93,5 до 99,8 млн євро щоріч-

но, переважно від ПДВ з продажу літій-іонних акумуляторів у країні, що забезпечило б значне поповнення державного бюджету.

5.3.4 Оцінка та додаткові міркування

Можливо, ще зарано повноцінно оцінювати конкурентоспроможність потенційного інтегрованого сектору літій-іонних акумуляторів в Україні, особливо якщо мета полягає насамперед у використанні вітчизняної критичної сировини.

Хоча критична сировина відіграє вирішальну роль у всіх трьох оцінюваних ланцюгах вартості, її значення, можливо, є найбільшим саме в ланцюгу вартості літій-іонних акумуляторів. Особливо для акумуляторів з хімічним складом NMC, але також і для технології LFP, потрібні великі обсяги видобутої, а потім глибоко переробленої сировини. Китай контролює переважну більшість світових потужностей з переробки критичної сировини, але доєднання Індонезії до ланцюга вартості літій-іонних акумуляторів може бути цікавим прикладом для України. Маючи найбільші у світі запаси нікелю, уряд Індонезії змусив китайські нікелеві заводи переїхати до країни, запровадивши заборону на експорт сирової руди, що зрештою

призвело до налагодження в Індонезії виробництва прекурсорів, потім – елементів та їх складання, а також виробництва електромобіль. Використані інструменти включали згадані заборони на експорт сирової руди, податкові канікули, звільнення від імпортного мита на засоби виробництва, податкові схеми “супер-відрахувань” на НДДКР і ПТО, створення промислових зон, а також заснування державного підприємства з виробництва акумуляторів зі значними глобальними партнерствами.¹⁸⁰ Аналогічно, Індонезія намагається побудувати комплексний вітчизняний ланцюг вартості акумуляторів, зосереджений на своїх величезних запасах нікелю, які становлять приблизно 21% від загальносвітових. Уряд Індонезії прагне розвинути виробничі потужності акумуляторних елементів до 140 ГВт·год до 2030 року та залучив таких великих гравців, як LG, CATL та POSCO. Стратегія спирається на використання переваг у видобутку сировини для залучення інвестицій в обробку сировини, виробництво

катодів та виробництво елементів. Однак оцінки показують, що навіть за умови вертикальної інтеграції та масштабування, виробничі витрати Індонезії, як очікується, будуть на 5–10% вищими, ніж у КНР. Це підкреслює критичну необхідність прискорювати освоєння виробничих процесів («криві навчання») та скорочувати капітальні витрати для подолання цього розриву.¹⁸¹ Однак цей досвід не обов'язково може бути відтворений в Україні через суттєві особливості мінеральної сировини, частки на світовому ринку, витрати на енергоносії та низку інших факторів.

Критична сировинна база України дійсно має потенціал, зі значними покладами деяких ключових мінералів для акумуляторів, включаючи літій, марганець, залізо та графіт. Тим не менш, Україна не має значної частки ринку жодного з видів критичної сировини, виробничі витрати на деякі з них досі невідомі, а терміни реалізації нових шахт – наприклад, для літію – можуть сягати 5–15 років, залежно від низки факторів як регуляторні та дозвольні процедури, доступність інфраструктури та фінансування. Економіка видобутку та переробки критичної сировини також є дуже складною з високими капітальними витратами та додатково – високим рівнем WACC. Водночас вимоги щодо закупівлі можуть бути частиною будь-яких інвестицій, що може залишити лише обмежені обсяги видобутої сировини для внутрішньої переробки. Важливо, що також є деякі ключові мінерали, включно з нікелем, кобальтом та фосфатами, які не видобуваються в Україні і їх доведеться імпортувати (залежно від обраного хімічного складу). Постачання рафінованої критичної сировини вже є висококонцентрованим, і провідна компанія, що експлуатує завод з виробництва літій-іонних акумуляторів, повинна буде забезпечити угоди про закупівлю та стабільні поставки.

Європейський Союз та Сполучені Штати активно прагнуть диверсифікувати ланцюги постачання та зменшити свою залежність від Китаю через Закон про промисловість з нульовим рівнем викидів та Закон про критичну сировину в ЄС, а також Закон про зниження інфляції, Закон про оборонне виробництво та кілька виконавчих указів у США. Україна могла б позиціонувати себе як стратегічного партнера для

перенесення виробництва ближче до ринків збуту (nearshoring), насамперед у початкових ланках ланцюга вартості, і забезпечувати стабільне постачання критичної сировини до обробних та переробних заводів на Заході. Хоча це не є довгостроковою стратегією і може закріпити за Україною модель експорту з низькою доданою вартістю, це може стати першим кроком до подальшого налагодження етапів рафінування або переробки всередині країни. Альтернативно, можна було б пропустити ці етапи та імпортувати деякі рафіновані метали для виробництва прекурсорів. У будь-якому сценарії важливими будуть дотримання регуляторних вимог, екологічних, соціальних та управлінських стандартів, а також узгодження з аспектами Європейського акумуляторного альянсу.

Україна також могла б розглянути можливість позиціонування себе як центру переробки літій-іонних акумуляторів. Враховуючи їхній відносно короткий життєвий цикл порівняно з іншими технологіями ВДЕ, знадобляться значні потужності з переробки, щоб зменшити тиск на первинний видобуток. Більшість металів можна відновити з незначною втратою їхніх фізичних та хімічних властивостей, і центри переробки можуть стати важливим постачальником сировини для виробників ЄС. Водночас економіка переробки акумуляторів суттєво відрізняється залежно від типу хімічного складу, і сектор також може зіткнутися з надлишком потужностей.¹⁸² Партнерство з іншими переробниками, включно з угодами про розподіл витрат та спільними підприємствами, може бути одним з варіантів і допоможе досягти цілей циркулярної економіки згідно з правилами ЄС щодо акумуляторів.

Подальша інтеграція в ланцюг вартості акумуляторів ЄС також може бути можливою завдяки посиленню співпраці з безпосередніми сусідами України, більшість з яких створюють одні з найважливіших секторів літій-іонних акумуляторів у Європі. Оскільки Польща, Словаччина, Угорщина та Румунія нарощують власні виробничі потужності акумуляторів, для України можуть виникнути стратегічні можливості як постачальника сировини чи оброблених мінералів, а також додаткового допоміжного обладнання, включаючи кабелі, корпуси та інші

системи. Крім того, економія від масштабу, досягнута сусідами України, може призвести до зниження вартості акумуляторних елементів, які потім можна буде зібрати в блоки та станції в Україні, особливо враховуючи географічну близькість, існування інтегрованих ланцюгів постачання та конвергенцію нормативних актів.

Водночас країна реєстрації провідних транснаціональних компаній у цьому секторі також є ключовим, враховуючи геополітику ланцюгів постачання критичної сировини. Основними виробниками акумуляторів є переважно китайські компанії, часто з вертикально інтегрованими ланцюгами вартості та довгостроковими угодами з компаніями, що займаються електромобільністю. Водночас є також південнокорейські та японські компанії, які можуть бути більш схильними до інвестування в Україну та її відбудову.

Хоча перспективи інтегрованого виробництва у ланцюгу вартості літій-іонних акумуляторів в Україні все ще є дуже нечіткими, існують стратегічні аргументи на користь налагодження

принаймні етапу складання в країні. Враховуючи розвиток оборонного та аерокосмічного секторів України, може існувати значний попит на акумулятори у військових технологіях, а отже, надійність їхнього постачання буде ключовим питанням для ланцюга постачання. Таким чином, окрім існуючого та зростаючого ринку систем накопичення енергії, а також можливого довгострокового потенціалу у ширшому просторі електромобільності, попит на акумулятори в оборонних технологіях може створити рівні масштабу, необхідні для більшого налагодження складання та кращої економії від масштабу.

Такі міркування можуть бути особливо важливими, оскільки потенційним шляхом може бути фокус на більш нішевому, дрібносерійному виробництві елементів для вузькоспеціалізованих застосувань, включно із застосуваннями військового класу, як-от дрони, аерокосмічні технології, або акумуляторів, пов'язаних з обороною, які потребують більш спеціалізованого виробництва та адаптації.

5.3.5 Висновки та дорожня карта розвитку сектору

Україні наразі бракує досвіду у виробництві акумуляторних елементів, але складання з імпортованих елементів можна розширити для задоволення внутрішнього попиту. Орієнтовна вартість зібраних в Україні акумуляторних станцій коливається від 163 до 167 євро/кВт-год, що приблизно на 16–39% дорожче за імпортовані китайські аналоги. Імпортовані акумуляторні елементи наразі становлять близько 45% від загальної вартості, водночас значну частку також займають витрати на дослідження та розробки, а також операційні витрати, що включають технічне обслуговування і модернізацію, необхідні для адаптації кінцевих акумуляторних станцій до специфікацій кінцевого користувача.

Україна має родовища літію та кількох інших мінералів для акумуляторів, але їх розробка є невизначеною через ще не підтверджені виробничі витрати, тривалі терміни реалізації проєктів у гірничодобувному секторі та дуже

високі вимоги до капіталу, що посилюються інвестиційним ризиком і вартістю фінансування. Однак можливості для розвитку сектору можуть з'явитися завдяки фінансуванню ЄС, Угоді між США та Україною щодо мінеральних ресурсів, а також угодам про розподіл продукції чи концесії. Стратегічна співпраця у сфері постачання сировини та допоміжних компонентів для акумуляторів із сусідніми виробниками ЄС (наприклад, Польщею, Словаччиною, Угорщиною, Румунією) також може бути корисною, особливо з точки зору зниження вартості імпортованих елементів. Розширення складання для вітчизняних електромобілів, громадського транспорту та інших нішевих застосувань допомогло б масштабувати сектор, але значний попит та стратегічний імпульс можуть виникнути завдяки розширенню оборонного та аерокосмічного секторів України.

У короткостроковій перспективі Україні варто провести картування внутрішнього попиту на

аккумулятори, збільшити масштаби складання з використанням імпортованих елементів та інвестувати в дослідження і розробки для адаптації продукції до потреб кінцевих користувачів. Їй також слід переоцінити свої запаси критичної сировини та життєздатність видобутку за поточних ризиків. У середньостроковій перспективі регіональна співпраця в ланцюгах постачання із сусідніми країнами-ви-

робниками аккумуляторів (як Польща, Словаччина, Угорщина, Румунія) може допомогти знизити витрати. У довгостроковій перспективі Україна може розвивати свій сектор критичної сировини шляхом укладення угод про закупівлю та розподіл продукції, а також позиціонувати себе в ширшому європейському ланцюгу вартості аккумуляторів.

Таблиця 9. Дорожня карта для сектору літій-іонних аккумуляторів

Короткостроковий період (1-2 роки)	Середньостроковий період (2-5 років)	Довгостроковий період (5+ років)
- Провести картування внутрішнього попиту на літій-іонні аккумулятори, включаючи інші сектори - Переглянути імпорتنі пільги для готових зібраних аккумуляторних станцій - Підтримати відновлення складальних потужностей - Запустити дослідження та розробки у сфері складання для кінцевих продуктів - Дослідити зв'язків з ІТ-сектором, особливо для програмного забезпечення EMS як для українського, так і для європейського ринку - Переоцінити існуючі запаси критичної сировини відповідно до міжнародних стандартів (наприклад, JORC) та економіки видобутку	- Прагнути до регіональної співпраці в ланцюгах постачання із сусідами для зниження витрат - Збільшувати виробничі потужності відповідно до розвитку внутрішніх секторів (енергетика, електромобільність, оборона) - Переоцінити економіку вітчизняної переробки сировини відповідно до видобутку та світових подій	- Вивчити потенціал входження в інші ланки ланцюга вартості (виробництво прекурсорів або елементів) - Продовжити розвиток вітчизняного сектору критичної сировини, оцінюючи стратегічні можливості

6. Обговорення та наслідки для політики

Налагодження виробництва технологій ВДЕ в Україні – це можливість досягти цілей з розгортання вітчизняних потужностей, зміцнити національну промислову базу, підвищити енергетичну безпеку та позиціонувати країну як гравця в нових зелених ланцюгах вартості. На основі аналізу технологій СЕС, вітрової та акумуляторної енергетики, цей розділ узагальнює міжгалузеві висновки для України та окреслює ключові аспекти регуляторної політики й стратегічні рекомендації, які необхідно врахувати.



Промисловий потенціал

Промисловий потенціал України для налагодження виробництва технологій ВДЕ потребуватиме суттєвої відбудови та модернізації. Хоча Україна демонструє середній рівень за Індексом економічної складності (ECI) Гарвардської лабораторії зростання, який вимірює різноманітність та складність виробничих можливостей країни, її показники у виробництві високотехнологічної продукції є змішаними. У сегменті відновлюваної енергетики існує певне виробництво технологій з високою доданою вартістю (наприклад, готові вітрові гондоли); також в Україні локалізовано виробництво інших високотехнологічних енергетичних продуктів (турбіни для ТЕС та ГЕС) та компонентів (трансформатори). Однак для відродження цих секторів та запобігання подальшій втраті виробничих потужностей і знань, що може поглибитися через війну, потрібна значна модернізація та інвестиції. Таке зниження економічної складності контрастує з іншими країнами, які нарощували свою промислову та високотехнологічну базу, і де було докладено значних політичних зусиль та інвестицій для масштабування виробництва. Такі країни, як Чехія, Польща, Румунія чи Малайзія, можуть запропонувати цікаві приклади розвитку технологічної модернізації, розробки продукції та диверсифікації експорту, з яких Україна може винести уроки.

Вивчення можливостей перепрофілювання недостатньо використовуваних потужностей та технічного досвіду може пришвидшити налагодження виробництва, зберігаючи низький рівень капітальних витрат. Але цього буде недостатньо, якщо Україна прагне значно збільшити виробництво, щоб задовольнити як внутрішній попит, так і створити експортні галузі. Зміцнення промислового потенціалу вимагатиме використання міжгалузевої синергії, особливо з передовими галузями, як-от оборонна та аерокосмічна, які можуть мати спільні виробничі процеси та стандарти з технологіями ВДЕ. Багато країн успішно перепрофілювали активи або вивели на ринок нові продуктові лінійки на основі горизонтальних, вертикальних та поперечних зв'язків. Наприклад, Чеська Республіка змогла використати знання з виробництва автомобільних компонентів для входу в аерокос-

мічний сегмент, значною мірою завдяки структурним фондам ЄС, які допомогли підтримати диверсифікацію через регіональні інноваційні центри.¹⁸³ Особливо українські сектори турбінобудування, машинобудування та ІТ можуть надати можливості для виходу на нові, більш високотехнологічні сегменти.

Ключовим компонентом розробки надійної стратегії виробництва на основі зелених технологій є проведення комплексного картографування існуючих компаній у цьому секторі, включно з визначенням усіх постачальників та потенційних виробників супутньої продукції. Цей процес забезпечить детальне розуміння поточного ланцюга постачання та допоможе виявити прогалини або можливості для співпраці між підприємствами у сфері зелених технологій. Крім того, важливо дослідити потенціал для перезапуску або перепрофілювання існуючих виробничих майданчиків чи активів, які наразі не використовуються або використовуються недостатньо. Це може включати оцінку того, чи можна адаптувати або переобладнати потужності таких галузей, як автомобільна промисловість чи традиційна енергетика, для виробництва компонентів ВДЕ в усіх трьох ланцюгах вартості. Такі ініціативи можуть швидко збільшити внутрішні виробничі потужності й водночас зменшити потребу в дорогих інвестиціях у нову інфраструктуру.

Країна також посідає низькі місця за Індексом ефективності логістики – показником Світового банку, що оцінює транспортну інфраструктуру, ефективність митниці та надійність доставки, – і це висвітлює вузькі місця в ефективному переміщенні товарів по всій країні та за її межами. Одночасно відновлюються ключові логістичні та транспортні маршрути, але для скорочення логістичних витрат і часу, а також для підвищення конкурентоспроможності експорту знадобляться значні інвестиції в дороги, залізниці та експортну інфраструктуру. Деякі з цих адміністративних та митних процесів уже відбуваються, оскільки триває гармонізація зі стандартами ЄС у рамках процесу вступу України, але багато інших проблем залишаються невирішеними. Ключовим кроком у сприянні конкурентоспроможності сектору

виробництва ВДЕ має стати проведення цільового логістичного аудиту для виявлення прогалин в інфраструктурі, що впливають на транспортування обладнання. Цей аудит має бути зосереджений на ключових автомобільних та залізничних сполученнях, що з'єднують промислові зони з районами розгортання в Україні та з кордонами ЄС, і визначити області, що потребують модернізації. Усунення цих прогалин підвищить ефективність та економічну доцільність переміщення компонентів ВДЕ на ринок, а отже, і конкурентоспроможність сектору.

Енергетична надійність, яка наразі підірвана пошкодженнями, завданими інфраструктурі генерації та передачі під час війни, потребує відновлення шляхом цілеспрямованих інвестицій у стабілізацію мережі та децентралізовані, стійкі енергетичні системи. Усунення цих вразливостей буде важливим для забезпечення стабільного енергопостачання енергоємних виробничих потужностей, особливо враховуючи, що деякі галузі промисловості страждають від високих показників втрат або навіть ризикують пошкодити обладнання у разі відключень електроенергії. Хоча енергетичний баланс України все ще невизначений, можливо, що витрати на енергію можуть бути низькими, що забезпечить довгострокову перевагу у вартості та конкурентоспроможності. Корпо-

ративні РРА та впровадження ВДЕ на власних об'єктах можуть відігравати центральну роль у забезпеченні виробників надійними та економічно ефективними комунальними послугами, також можуть стати шляхом до довгострокової економічної конкурентоспроможності.. Однак, зрештою, питання енергетики та комунальних послуг у ширшому сенсі залежить від широкого кола інших політик, які необхідно впровадити, але які є основоположними для розгортання секторів ВДЕ (див. докладніше в розділі "Попит" нижче).

Уряд міг би додатково підтримати цей сектор, визначивши промислові парки ВДЕ по всій Україні зі значними інвестиціями у стійкість, забезпеченням комунальними послугами (як на місці, так і поблизу), логістичними й транспортними сполученнями, а також оптимальним розміщенням між зонами розгортання та експортною інфраструктурою. Зрештою, потрібна подальша координація, якої можна було б досягти шляхом створення Агентства з розвитку виробництва у сфері ВДЕ, яке б об'єднало всі аспекти промислового процесу, включаючи координацію промислових парків, розподіл землі, картографування ланцюгів постачання та послуги для інвесторів щодо цільових технологій.

Критична сировина

Хоча сектор критичної сировини України може мати потенціал для економічного розвитку країни, для цього потрібна подальші зусилля. Залізо і сталь, титан, марганець і графіт уже видобуваються та мають значний потенціал для майбутнього розвитку й розширення, тоді як статус літєвої галузі все ще незрозумілий через питання щодо покладів та економіки проєктів. Водночас можна переглянути доцільність виробництва металів, які Україна вже історично видобувала, – зокрема галію, германію та кремнію – з огляду на домінування Китаю та важливість цих металів для світового та європейського сектору напівпровідників.

Для забезпечення сталого розвитку сектору уряд України має розробити комплексну національну стратегію щодо мінеральних ресурсів,

яка б враховувала ширший, довгостроковий погляд на сектор, беручи до уваги чинні угоди та зобов'язання й узгоджуючи їх з іншими промисловими планами. Ця стратегія повинна включати реалістичні шляхи підвищення вартості мінеральних ресурсів України, враховуючи конкурентоспроможність сектору, а також оцінюючи потенційний внутрішній попит та попит ЄС у різних галузях промисловості. Ключовим компонентом цієї стратегії має стати розробка національної моделі попиту та пропозиції на мінеральні ресурси. Такі дані та аналітика є важливими для створення цілісної промислової політики та зміцнення переговорних позицій. Ці моделі можуть оцінити прогнозований попит на мінеральні ресурси, пов'язаний з національними планами енергетичного переходу, виявити дефіцит або надлишок ресурсів для

досягнення цілей з налагодження місцевого виробництва, а також висвітлити потреби в регіональному та міжнародному співробітництві.

Хоча досвід Китаю неможливо відтворити безпосередньо, він усе ж дає деякі важливі уроки щодо довгострокового планування та диверсифікації внутрішньої економічної діяльності. Лише один приклад: протягом трьох десятиліть Китай перейшов від видобутку рідкісноземельних елементів до їх переробки, від примітивної продукції (наприклад, постійних магнітів) до виробів з високою доданою вартістю (наприклад, електродвигунів) завдяки послідовній та добре забезпеченій промисловій політиці.¹⁸⁴

Доступ до фінансування

Доступ до фінансування є критичною перешкодою для налагодження великомасштабного виробництва. Україні бракує глибоких внутрішніх ринків капіталу, а приватне кредитування проєктів зеленої промисловості обмежене через високі ризики, та відсутність довгострокового, доступного кредитування. Пільгове фінансування від міжнародних фінансових установ (МФІ) залишається обмеженим, а інструменти зменшення ризиків для інвестицій у виробництво практично відсутні. Поточна фінансова екосистема не пропонує масштабу, структури витрат або інструментів, необхідних для підтримки капіталомістких зусиль з налагодження виробництва. Доступ до фінансування був фундаментальним рушієм розвитку ланцюгів вартості зелених технологій у Китаї та багатьох інших країнах, і, враховуючи поточний конкурентний ландшафт та змодельовані результати, зниження середньозваженої вартості капіталу (WACC) є головним пріоритетом для підвищення конкурентоспроможності сектору. Розблокування інвестицій вимагатиме зниження витрат на фінансування, що стане можливим завдяки грантам, підтримці МФІ, цільовим інструментам зниження ризиків, включно зі страхуванням та масштабованим пільговим кредитуванням. Для іноземних компаній додаткові бар'єри включають неможливість участі в ключових внутрішніх програмах, обмеження на операції з іноземною валютою та високі вимоги до капіталу, що застосовуються банками їхніх країн походження згідно з прави-

Якщо переробка критичної сировини є стратегічною політикою, важливо забезпечити достатні обсяги такої сировини для внутрішнього ринку. Інвестиційні контракти та контракти з розподілу продукції мають бути структуровані таким чином, щоб не закривати доступність сировини для внутрішнього використання, дозволяючи Україні задовольняти власні потреби й водночас брати участь у світових ринках. Будь-яка переробка також повинна враховувати, як розвиток енергетичної та фінансової системи України може негативно вплинути на нові об'єкти, а також передбачати механізми протидії цьому.

лами Базеля, що ще більше завищує вартість фінансування проєктів, що базуються в Україні.

Щоб заохотити приватний сектор до фінансування зеленого виробництва, уряд може розширити схеми гарантування кредитів, які зменшать ризики для комерційних банків. Включивши зелене виробництво до сфери дії програм та покривши частину ризику невиконання зобов'язань за кредитами, уряд зробить кредитування компаній у секторі ВДЕ більш привабливим для банків. Це допоможе підприємствам забезпечити фінансування для виробничих потужностей, закупівлі обладнання та масштабування виробництва, що зрештою сприятиме зростанню галузей зелених технологій.

Уряд, у співпраці з державними банками, міг би пропонувати низькопроцентні позики спеціально для компаній, які інвестують у виробництво у сфері ВДЕ. Ці позики покривали б такі витрати, як придбання обладнання, модернізація потужностей та розширення діяльності. Надаючи доступні варіанти фінансування, уряд полегшив би фінансове навантаження на компанії та підтримав би зростання виробництва у сфері ВДЕ. Враховуючи, що виробничі проєкти, як правило, є великими та капіталомісткими, схеми підтримки необхідно розробляти таким чином, щоб вони задовольняли потреби таких підприємств у фінансуванні, а також забезпечували доступність для малого бізнесу

та стартапів, яким важко отримати традиційне фінансування.

Окрім прямого фінансування, гранти на підготовку проєктів та техніко-економічні обґрунтування можуть відігравати вирішальну роль, особливо в тих сегментах ланцюга вартості, де наразі немає вітчизняних виробничих потужностей. Такі гранти допоможуть інвесторам зменшити ризики планування на ранніх стадіях, залучити співфінансування та прискорити час виходу на ринок. Також важливою є цільова підтримка всієї екосистеми, включно з грантами на створення та модернізацію інфраструктури тестування й сертифікації нових продуктів і компонентів. Це допоможе україн-

ським виробникам відповідати міжнародним стандартам якості та підвищити їхню конкурентоспроможність як на внутрішньому, так і на експортному ринках.

Для залучення інвестицій на ранніх етапах виробництва ВДЕ «з нуля» може бути створено Фонд страхування зеленого капіталу зі спільним фінансуванням за участю таких сторін, як ЄС, Європейський банк реконструкції та розвитку, Європейський інвестиційний банк, а також уряд України та державні банки. Цей фонд зосередиться на страхуванні політичних та воєнних ризиків, а також на співфінансуванні акціонерного капіталу для інвестицій у виробництво обладнання для ВДЕ.

Робоча сила та навички

Україна характеризується наявністю технічно кваліфікованої робочої сили; при цьому рівень кваліфікації та участь у дослідженнях загалом перебувають на відносно високому рівні порівняно з її ВВП, хоча й відстають від показників багатьох інших виробників зелених технологій. Однак наявність робочої сили є зростаючим обмеженням. Мобілізація, втрати у війні та масштабна еміграція значно зменшили доступний кадровий резерв, особливо для виробничих робіт, які потребують присутності на місці. Без активних заходів щодо утримання та перепідготовки наявних працівників, а також залучення тих, хто повертається, масштабування виробництва в секторах зелених технологій буде складним. Тому подолання розриву в кваліфікації в усьому ланцюгу вартості технологій ВДЕ та забезпечення стабільного притоку робочої сили стануть монументальним, однак неможливим, завданням.

Технічна та професійна підготовка, а також партнерство з технічними інститутами будуть ключовими для забезпечення людського капіталу, необхідного для локалізації. Програми перекваліфікації існуючої робочої сили необхідно буде розширити як державному, так і приватному секторам, причому перший також забезпечить орієнтацію на працівників із секторів, що занепадають (таких як вугільна промисловість), щоб сприяти Справедливому Переходу в Україні.

Для сприяння формуванню більш інклюзивної та стійкої робочої сили слід впроваджувати цільові навчальні програми для недостатньо представлених груп, таких як жінки, ветерани війни та особи, які повертаються до роботи. Ці програми повинні включати механізми компенсації заробітної плати роботодавцям та комплексні допоміжні послуги, такі як догляд за дітьми, допомога з транспортом та консультування з питань кар'єри, для забезпечення доступності. Інвестуючи в такі спеціалізовані навчальні ініціативи, Україна може допомогти зменшити дефіцит робочої сили, одночасно підтримуючи реінтеграцію кваліфікованих, але недостатньо задіяних осіб. Ці зусилля сприятимуть більш інклюзивному економічному відновленню та зміцненню стійкості громад і національного кадрового потенціалу в усьому ланцюгу вартості ВДЕ.

Паралельно, освітні та навчальні шляхи мають розвиватися, щоб відображати динамічні потреби сектору зелених технологій. Впровадження програм дуального навчання, які поєднують академічне навчання з практичним навчанням на базі підприємств, можуть відіграти в цьому життєво важливу роль. Ці програми, розроблені спільно з компаніями, що займаються ВДЕ, повинні зосереджуватися на таких затребуваних професіях, як техніки з сонячної та вітрової енергетики, фахівці з акумуляторних систем накопичення енергії та спеціалісти з обслуговування інтелектуальних мереж.

Впровадження практичного навчання через стажування, професійне навчання або спільні практики гарантує, що студенти отримують реальний досвід роботи із наявними технологіями та практиками. Ця модель готує випускників з навичками, що відповідають галузевим вимогам, зменшуючи витрати на адаптацію для роботодавців та прискорюючи розгортання зеленої інфраструктури. Крім того, ці шляхи можуть допомогти залучити молодь та працівників, що змінюють професію, у цей сектор, розширюючи коло учасників та підвищуючи якість робочої сили з огляду на майбутні технологічні зміни. Німеччина є гарним прикладом, особливо у залученні компаній та приватного сектору до навчання та підвищення кваліфікації, але відповідні програми існують і в українських компаніях, завдяки чому вже ведеться певна підготовка фахівців з ВДЕ.

Для підтримки та координації цих зусиль необхідно створити національну рамку сертифікації зелених навичок для стандартизації, підтвердження та визнання компетенцій у секторах ВДЕ та зеленої економіки загалом. Така система виконуватиме кілька функцій: забезпечуватиме чіткі критерії кваліфікації для роботодавців, скеровуватиме розробку навчальних програм для навчальних закладів та пропонуватиме шукачам роботи портативний і надій-

ний спосіб демонстрації своєї кваліфікації.

Цю систему сертифікації слід розробляти у співпраці з лідерами галузі, постачальниками професійної освіти та регуляторними органами. Вона повинна охоплювати широкий спектр ролей, від технічних та інженерних посад до управління проєктами, монтажу, експлуатації та технічного обслуговування, а також бути достатньо гнучкою, щоб враховувати нові технології та регіональні потреби в робочій силі. Національна система сертифікації підвищить прозорість на ринку праці, зменшить невідповідність між кваліфікацією та попитом, а також покращить мобільність та кар'єрні можливості для працівників. Крім того, вона допоможе зміцнити довіру роботодавців до можливостей випускників та перекваліфікованих працівників, що у свою чергу сприятиме розширенню робочої сили в галузі зелених технологій, необхідної для досягнення національних цілей у сфері клімату та енергетики.

Цього можна досягти шляхом створення Національної ініціативи «Зелені навички», яка об'єднає професійно-технічні училища, університети та виробників для спільної розробки навчальних програм, програм учнівства та схем сертифікації в галузі сонячних, вітрових та акумуляторних технологій.

Дослідження, розробки та інновації

Технологічна основа України для виробництва у сфері ВДЕ потребує покращення. Країна демонструє відносно низькі показники інтенсивності досліджень, розробок та інноваційної діяльності порівняно з іншими провідними виробниками. Розрив між результатами досліджень та їх промисловим застосуванням обмежує здатність країни просуватися вгору ланцюгом вартості або розвивати конкурентні переваги; наразі існують обмежені зв'язки між приватним сектором та науковими колами в багатьох виробничих секторах.

Щоб забезпечити технологічно-орієнтоване налагодження виробництва, Україна повинна сприяти тіснішій співпраці між дослідницькими установами та виробниками. Це включає нарощування потенціалу прикладних досліджень у

таких галузях, як матеріалознавство, інженерія та автоматизація процесів, а також покращення комерціалізації наукових інновацій. Корисними прикладами для України можуть слугувати, зокрема, моделі США чи Великої Британії.

Для стимулювання НДДКР у сфері ВДЕ уряд міг би створити міжінституційний, міжгалузевий державний дослідницький інститут, що спеціалізується на виробництві та впровадженні чистої енергії, в ідеалі розроблений як спільна державно-приватна програма. Цей інститут сприяв би співпраці між університетами, дослідницькими організаціями та приватним сектором. Крім того, слід надавати фінансову підтримку демонстраційним та пілотним проєктам, щоб довести доцільність нових технологій та долати розрив між дослідженнями

та виведенням на ринок. Для подальшого заохочення співпраці слід розвивати державно-приватні та приватно-наукові партнерства, що сприятиме встановленню зв'язків між вітчизняними та міжнародними зацікавленими сторонами. Змішане фінансування та схеми спільного інвестування знизять ризики як для компаній, так і для університетів, підвищуючи якість та масштаби інновацій шляхом об'єднання досвіду та ресурсів. Ключовими прикладами цього є німецькі інститути Фраунгофера або британські центри Catapult.

Подальше розширення потужностей для досліджень та розробок (НДДКР) може зумовити необхідність збільшення обсягів Інноваційного фонду, можливо, за рахунок додаткового міжнародного фінансування, з розширенням його фокусу на ширший спектр технологій ВДЕ. Оскільки більша частина фінансування наразі спрямовується на оборону, таке розширення може бути виправданим у короткостроковій перспективі, якщо зосередитися на технологіях, що мають точки дотику з новими секторами, включно з оборонним, де рішення у сфері

зеленої енергетики можуть мати значний потенціал застосування та синергії.

Важливо, щоб пріоритет надавався спеціалізованим інноваційним та акселераційним центрам, або «кластерам зелених технологій», які об'єднували б усі ключові зацікавлені сторони – бізнес, наукові кола та уряд – для роботи над рішеннями в галузі зелених технологій. Ці центри сприятимуть обміну знаннями та інноваціям. Крім того, варто пропонувати варіанти спільного фінансування стартапам у сфері зелених технологій на ранніх стадіях, особливо тим, що працюють у нішевих сферах і можуть не мати фінансових ресурсів для масштабних НДДКР-проектів; це допоможе їм масштабувати свої інновації та виводити нові рішення на ринок. Хоча створення центрів національного рівня стало б потужним початком, варто також розглянути можливість розбудови регіональних інноваційних центрів за зразком тих, що існують по всій Європі. Це надасть вагомий приклад потенціалу для секторального зростання та регіонального економічного й промислового розвитку.

Політико-правова база

Загальне бізнес-середовище в Україні має змішані характеристики. Згідно з Індексом економічної свободи, країна посідає посереднє місце, що свідчить про помірний рівень регуляторної ефективності, захисту прав власності та відкритості для торгівлі й інвестицій. Водночас низький бал за Індексом проникнення експорту свідчить про слабку інтеграцію в міжнародні ринки та обмежену конкурентоспроможність промислових товарів. Цей показник, що порівнює фактичний експорт країни з її потенціалом на основі світового попиту, вказує на невикористані можливості. Для просування української продукції та розширення присутності вітчизняних компаній на світових ринках знадобиться подальша робота. Добрими прикладами тут можуть слугувати такі організації, як Germany Trade and Invest, та бізнес-асоціації, що просувають німецькі інтереси за кордоном.

Тим не менш, бізнес-середовище поступово покращується. Нещодавні адміністративні реформи, зокрема у сферах регулювання

землекористування та видачі дозволів, спростили критично важливі для промислових та енергетичних інвестицій процеси. Наприклад, процедура зміни цільового призначення землі, яка раніше тривала понад рік, тепер займає до двох місяців, а терміни видачі дозволів у деяких регіонах часто є коротшими, ніж у середньому в ЄС, що є ознакою відчутного прогресу у сприянні інвестиціям. Це фундаментально підвищує конкурентоспроможність, особливо з огляду на регуляторні вузькі місця, які, за словами експертів, гальмують розширення зелених технологій у Європі. Україна могла б піти далі, запровадивши механізми «швидкого проходження» (Fast Track) для отримання дозволів на будівництво виробничих об'єктів у сфері ВДЕ. Такі механізми могли б включати попередньо зоновані промислові землі, процедури «єдиного вікна» та пріоритетне підключення до мережі для проектів, які підходять за параметрами.

Промислова політика України розвивається,

але їй не вистачає глибини та координації. Хоча певне стратегічне бачення існує, а субсидії та стимулювання попиту застосовуються, наявні ініціативи залишаються фрагментованими та недостатньо масштабними. Поточна політична база ще не пропонує таких інструментів сталої підтримки, як стимули, прив'язані до обсягів виробництва, зелені державні закупівлі або вимоги щодо локалізації, які є необхідними для залучення інвестицій. Для реалізації потенціалу з локалізації виробництва для країни буде необхідна більш цілісна та добре фінансована промислова стратегія. Це узгоджується з досвідом інших регіонів, що прагнуть розбудувати свої виробничі потужності у сфері ВДЕ. Наприклад, у звіті про потенціал Африки, заснованому на інтерв'ю з китайськими виробниками, було визначено кілька ключових «факторів гравітації» для інвестицій. Серед них – гарантія великого та зростаючого місцевого ринку, підкріпленого національними планами розвитку та регулярними тендерами. Крім того, інвестори надають пріоритет сприятливим виробничим чинникам: кваліфікованій робочій силі, надійній та недорогій зеленій електроенергії, а також пільговим пакетам фінансування.¹⁸⁵ Водночас обмежені фіскальні можливості України ускладнюють надання фінансових стимулів того масштабу, який можуть запропонувати інші країни. Проте нещодавні програми, як-от «Зроблено в Україні», що вже пропонують часткову компенсацію за енергетичне обладнання вітчизняного виробництва, є позитивним сигналом. З виділенням 3,6 млрд грн (86,4 млн доларів США) на цю схему у 2025 році з'являється можливість для стимулювання попиту на місцеву продукцію. Враховуючи фіскальні обмеження, промислова політика має бути цілеспрямованою та стратегічною, зосередженою на заходах, які максимізують розвиток ланцюга вартості та довіру інвесторів.

Для підтримки промислового зростання України слід сформувати ширше бачення промислової політики, яке визначить пріоритетні сектори для розвитку, підкріплені дієвими механізмами підтримки, розробленими під специфічні потреби галузі. Цю стратегію має доповнювати цільова програма залучення прямих іноземних інвестицій (ПІІ), що відповідатиме промисловим та експортним пріоритетам. Програма

повинна визначити ключові проекти, здатні стимулювати стале зростання. В експортному вимірі слід застосовувати підхід, що стимулює торгівлю проміжними товарами, дозволяючи Україні створювати більше доданої вартості на етапах рафінування та переробки, а також користуватися перевагами преференційного режиму для попередньо зібраних товарів на ключових ринках.

Програма підтримки інвесторів має вирішальне значення для сприяння як іноземним, так і внутрішнім інвестиціям у виробництво в зелених ланцюгах вартості. В Україні вже існує спеціалізоване агентство зі сприяння інвестиціям, UkraineInvest, яке працює за принципом «єдиного вікна» для інвесторів, надаючи інформаційну підтримку, консультації та комплексний супровід протягом усього інвестиційного процесу. До його послуг належать допомога з правових та регуляторних питань, сприяння в отриманні державної допомоги та координація з відповідними органами влади. Щоб розкрити потенціал виробництва у сфері ВДЕ, мандат та ресурси UkraineInvest можна було б розширити, зосередивши увагу на залученні інвестицій у виробництво обладнання для СЕС, ВЕС та акумуляторів, що забезпечило б цільове просування, надання галузевих рекомендацій та швидше вирішення питань, пов'язаних з цими проектами. Успішною моделлю для цього є Управління з розвитку інвестицій Малайзії (Malaysia's Investment Development Authority, MIDA), яке забезпечує «єдине вікно» для іноземних інвесторів. Нефінансова підтримка MIDA мала вирішальне значення для залучення виробництва СЕС, пропонуючи такі послуги, як підбір талантів, зв'язок транснаціональних корпорацій з місцевим ланцюгом постачання, координація пропозицій щодо стимулів між державними установами та сприяння партнерству в галузі НДДКР між університетами та компаніями. Цей підхід був названий великими виробниками ключовою причиною для інвестування в Малайзію.¹⁸⁶

Однак необхідні деякі важливі фінансові механізми. Ключовим тут може бути створення програми відшкодування капітальних інвестицій, що було б дуже корисним, враховуючи значну роль, яку CAPEX відіграє у визначенні життє-

здатності проєктів. Для подальшого залучення великомасштабних інвестицій у виробництво у сфері ВДЕ вкрай важливо розширити сферу застосування Закону України № 1116 «Про державну підтримку інвестиційних проєктів зі значними інвестиціями в Україні». Як альтернатива, можна запровадити аналогічну реформу, яка пропонуватиме відшкодування CAPEX для великих виробничих проєктів, що відповідають певним критеріям. Це може бути реалізовано у формі податкових звільнень або прямої грошової компенсації за новозбудовану інфраструктуру. Крім того, підприємства могли б отримати право користуватися земельними ділянками на особливих умовах, включно з переважним правом на викуп землі. Такі фінансові стимули зробили б Україну більш привабливою для інвесторів, компенсуючи початкові витрати на створення виробничих потужностей. Податкові пільги могли б включати зниження податку на прибуток підприємств (ППП) на певну кількість років, звільнення від податку на додану вартість (ПДВ) та звільнення від імпорتنих мит, що полегшило б підприємствам налагодження діяльності та масштабування виробництва. Надаючи ці стимули, Україна створила б більш конкурентне інвестиційне середовище, особливо для великомасштабних проєктів з виробництва у сфері ВДЕ. Водночас поточна фіскальна ситуація в Україні є вкрай складною після трьох з половиною років війни, і будь-які корпоративні пільги чи звільнення повинні надаватися лише найпріоритетнішим секторам.

Звільнення від імпортного ПДВ та мит також можуть бути вибірково застосовані до компонентів, які наразі не виробляються або не збираються в Україні, хоча їх необхідно ретельно відбирати. Для компонентів, які вже виробляються або плануються до виробництва всередині країни, слід зберегти звичайні ПДВ та мита для захисту нових місцевих галузей промисловості. Крім того, запровадження «контрольного списку» для обладнання ВДЕ допомогло б спрямувати звільнення від ПДВ на компоненти та обладнання з виявленими прогалинами у вітчизняному виробництві. Такий підхід гарантує, що звільнення будуть точно спрямовані туди, де вони найбільше потрібні, підтримуючи зростання сектору зелених технологій в Україні.

Іншою ідеєю було б запровадити право на звільнення від ПДВ на основі місцевої складової як фінансовий механізм для заохочення використання обладнання українського виробництва, хоча такий крок має бути збалансований з внутрішніми, міжнародними зобов'язаннями України та її зобов'язаннями щодо вступу до ЄС. Звільнення від ПДВ має бути обумовлене досягненням мінімального порогу місцевої складової для розробників проєктів або підрядників. Проєкти, що використовують обладнання українського виробництва (де воно є), повинні отримувати пільговий податковий режим або швидше митне оформлення, стимулюючи використання вітчизняних ресурсів та сприяючи розвитку місцевої економіки. Такі заходи повинні узгоджуватися із існуючою ринковою потужністю для забезпечення доцільності та доповнюватися ініціативами щодо розбудови можливостей на рівні підприємств, що дозволить вітчизняним виробникам задовольняти вимоги щодо якості, обсягів та технологій у міру масштабування сектору.

Крім того, надання підтримки для обігового капіталу та субсидії на тестування/сертифікацію є життєво важливими для українських виробників, і уряд повинен долучитися до надання подальшої допомоги. Ці заходи допоможуть компаніям відповідати міжнародним стандартам якості, знизити виробничі витрати та подолати фінансові та технічні бар'єри, що дозволить їм конкурувати з імпортною продукцією. Особливо важливим буде прогрес у справі Угоди про оцінку відповідності та прийнятність промислової продукції (АСАА) з ЄС, оскільки це забезпечить визнання українських оцінок відповідності промислової продукції в ЄС і навпаки, що у свою чергу призведе до подальшого зниження нетарифних бар'єрів у торгівлі. Більшість необхідних технічних регламентів вже гармонізовано, і залишається узгодити лише обмежену кількість секторів, що означає, що Україна близька до підписання Угоди, що може статися, як тільки це дозволять політичні обставини.¹⁸⁷

Ефективна реалізація політики вимагає спрможних інституцій. Наразі відповідальність за промислову політику, енергетику, інновації та регіональний розвиток залишається розпорошеною між різними державними організаціями.

Таким чином, зміцнення інституційної координації та лідерства у сфері зеленого промислового розвитку є фундаментальним завданням. Цього можна досягти шляхом створення Міжвідомчої робочої групи з питань локалізації

зеленого виробництва, яка звітуватиме перед Кабінетом Міністрів, з метою контролю за прогресом та координації рішень і донорської підтримки для забезпечення узгодженості дій усіх ключових зацікавлених сторін.

Заходи з боку попиту

Створення стабільного та прогнозованого внутрішнього попиту на відновлювану енергію – це ключовий чинник, що стимулює налагодження місцевого виробництва. Для забезпечення ринкової визначеності важливо продовжувати розробку планів з розгортання ВДЕ, а також встановлювати обов'язкові довгострокові зобов'язання та цільові показники закупівель ВДЕ у ключових секторах. Хоча Енергетична стратегія до 2050 року та проєкт Національного плану з енергетики та клімату є кроками в правильному напрямку, вони потребують подальшої узгодженості. Зокрема, бракує чіткого бачення щодо майбутнього теплової генерації на викопному паливі та розширення атомного сектору, а отже – і кінцевої ролі ВДЕ та систем накопичення енергії (BESS) в енергосистемі України.

Ключовим процесом реформ в Україні залишається лібералізація енергетичного ринку, яка має створити необхідні стимули та ринкові сигнали для подальшого розвитку сектору. Це передбачає реформування структури оптового ринку, скасування цінових обмежень («прайс-кепінг») та зменшення ринкових спотворень. Механізми підтримки ВДЕ та УЗЕ також потребують перегляду. Необхідно відходити від таких інструментів, як «зелений» тариф, що хоч і є чинним до 2030 року, залишається привабливим лише для проєктів, підключених до 2020 року. Оскільки для нових проєктів він економічно не вигідний, більшість інвесторів сьогодні обирають або ринкові умови, або нові

інструменти підтримки, як-от аукціони та механізм ринкової премії.¹⁸⁸ Подальше вивчення та посилення цих нових підходів має вирішальне значення для стимулювання розгортання ВДЕ. Крім того, необхідно відкрити ринки допоміжних послуг для приватних операторів УЗЕ, узгодити ціноутворення на ринку небалансів з бенчмарками ЄС, а також завершити ринкові реформи, що скасують цінові обмеження і створять можливості для арбітражу в сегменті УЗЕ.

Публікація багаторічного календаря аукціонів забезпечить виробникам прогнозованість, необхідну для довгострокових інвестицій. В умови аукціонів з ВДЕ можна включити критерій місцевої складової для пріоритезації вітчизняного виробництва, однак це рішення має бути збалансованим з міркуваннями енергетичної безпеки та потенційного зростання цін на енергоносії. Що стосується корпоративних договорів про купівлю електроенергії (PPA), слід продовжувати роботу над розробкою таких договорів та співпрацювати з покупцями, щоб забезпечити достатній попит на ринку. Водночас, для подальшого розвитку експорту української зеленої електроенергії необхідне подальше об'єднання ринку електроенергії європейським ринком та розвиток транскордонних PPA. В Україні цей інструмент останнім часом набуває поширення, особливо серед МСП, що частково є реакцією на високу вартість фінансування. Це підкреслює важливість PPA як ринкового механізму підтримки.

Регуляторні рекомендації

З огляду на всі фактори, оцінені в цьому звіті, очевидно, що для стимулювання українського сектору виробництва зелених технологій потрібно ще багато роботи. Нижче наведено короткий виклад деяких ключових політичних

рекомендацій, а потім представлено дорожню карту політики та поетапний підхід до розвитку внутрішньої локалізації виробництва СЕС, ВЕС та літій-іонних акумуляторів:

Таблиця 10. Регуляторні рекомендації

Заходи впливу	Рекомендації
Промислова база	
Розвиток галузевих зв'язків, взаємодоповнюваності та побічних ефектів	- Провести комплексне картування існуючих галузевих компаній, включаючи всіх постачальників та потенційних виробників супутньої продукції - Дослідити можливість відновлення виробництва або перепрофілювання інших виробничих майданчиків чи активів для виробництва у сфері ВДЕ - Розробити спеціальну програму для заохочення перезапуску або перепрофілювання підприємств з інших промислових секторів для виробництва обладнання для ВДЕ.
Логістика ланцюгів постачання ВДЕ всередині країни та за її межами	- Провести цільовий логістичний аудит для виявлення прогалин в інфраструктурі для транспортування обладнання для ВДЕ, включаючи визначення необхідності модернізації ключових автомобільних та залізничних сполучень, що з'єднують промислові зони з кордонами ЄС - Збільшити максимальний обсяг державного фінансування на розвиток індустріальних парків зі 150 млн грн на проєкт до 300-400 млн грн (~7,3-9,7 млн доларів США)
Розвиток індустріальних парків у сфері ВДЕ по всій Україні	Забезпечити подальший розвиток індустріальних парків, враховуючи стійкість, стабільний доступ до енергії та інших витрат на утримання виробництво (включаючи виробництво енергії на місці або поблизу), транспорт та логістику, а також відстань до потенційних місць розгортання ВДЕ
Розвиток виробничої інфраструктури	Розробити механізм надання інвесторам вільного доступу до земельних ділянок або готових до використання виробничих майданчиків, оснащених необхідною інфраструктурою, такою як енергопостачання, дорожнє сполучення та водопостачання.
Критична сировина	
Комплексна стратегічна секторальна стратегія	- Розробити національну стратегію щодо мінеральних ресурсів, що враховуватиме ширший, довгостроковий погляд на сектор з урахуванням розвитку, угод та зобов'язань - Створити реалістичні шляхи підвищення вартості сировини України шляхом оцінки потенційного внутрішнього та європейського попиту в різних галузях промисловості, а також конкурентного позиціонування порівняно з іншими країнами-переробниками.
Внутрішні поставки критичної сировини	- Якщо переробка критичної сировини є стратегічною політикою, забезпечити наявність достатньої кількості сировини для внутрішнього ринку, а також забезпечити, щоб інвестиційні контракти та контракти на закупівлю з розробниками не обмежували цей процес повністю. - Забезпечити спрощений доступ інвесторів до участі в тендерах на отримання ліцензій на розробку родовищ критичної сировини та запровадити механізм угод про розподіл продукції (УРП) для видобутку такої сировини, як літій, графіт, марганець та титан, щоб допомогти залучити інвестиції міжнародних компаній у видобуток та переробку.

Фінанси	
Урядові гарантії за кредитами	- Розширити схеми гарантування кредитів, що зменшить ризик для комерційних банків при фінансуванні цих підприємств. Покриваючи частину ризику невиконання зобов'язань за кредитами, уряд міг би залучити приватні фінансові установи до підтримки нових проєктів у сфері зелених технологій. - Збільшити максимальний обсяг фінансування інвестиційних проєктів за програмою «Доступні кредити 5-7-9%» з поточних 150 млн грн на проєкт до 500 млн грн (~12 млн доларів США). - Збільшити максимальний обсяг фінансування, доступного за програмою «Безповоротні гранти для переробних підприємств», з поточних 8 млн грн до 40 млн грн (~0,9 млн доларів США).
Фонд страхування власного капіталу для проєктів “з нуля”	Запустити фонд, що співфінансується ЄС, ЄБРР, ЄІБ, урядом України та державними банками, для гарантування від політичних та воєнних ризиків, а також співфінансування акціонерного капіталу для інвестицій у виробництво обладнання для ВДЕ з метою зменшення ризику інвестування на ранніх стадіях у виробничі підприємства.
Страхування від воєнних ризиків	- Поширити субсидоване страхування від воєнних ризиків на заводи з виробництва обладнання для ВДЕ, щоб забезпечити їхню безперервність роботи та підтримати географічну диверсифікацію промислової бази України. - Розглянути можливість страхування стійкості, що підтримується ЄС, через перестрахування типу ISDA, що гарантується установами ЄС.
Гранти на проєкти та екосистеми	- Запровадити гранти на підготовку проєктів та техніко-економічне обґрунтування для сегментів ланцюгів вартості, де ще немає внутрішнього потенціалу. - Пропонувати гранти на розвиток екосистеми для створення та модернізації інфраструктури тестування та сертифікації нових продуктів і компонентів.
Робоча сила та навички	
Програми перекваліфікації для існуючої робочої сили	Забезпечити перепідготовку працівників, що фінансується державою, зокрема з секторів, що занепадають (наприклад, вугільна промисловість), на посади у сфері виробництва, впровадження та обслуговування обладнання для зелених технологій.
Цільове навчання для жінок, ветеранів та осіб, що повертаються на ринок праці	Розширити субсидоване навчання «зеленим» навичкам (наприклад, монтаж СЕС, встановлення інверторів, введення в експлуатацію, інтеграція та технічне обслуговування) для недостатньо представлених груп (наприклад, жінок, ветеранів) із заміною заробітної плати та допоміжними послугами.
Програми дуального навчання у сфері ВДЕ	Впровадити спільно розроблені з промисловістю навчальні програми (applied-academic tracks) для ключових професій у сфері ВДЕ (наприклад, техніки з сонячної/вітрової енергетики, інтеграція акумуляторів), щоб забезпечити готовність випускників до працевлаштування відповідно до потреб виробництва та впровадження.
Національна система сертифікації зелених навичок	Створити систему сертифікації для робочих місць у сфері зеленої енергетики з метою стандартизації навчання, покращення визнання та підтримки мобільності робочої сили, щоб підвищити довіру до працівників, які пройшли навчання в Україні, що відповідає трудовим стандартам ЄС.

Підтримка розвитку людського капіталу	Надавати державні гранти на підтримку розвитку людського капіталу для виробництва зелених технологій, включаючи навчання та освіту працівників, а також інвестиції в житлову та соціальну інфраструктуру для залучення та утримання працівників поблизу виробничих майданчиків.
Дослідження та розробки	
Робоча група з дослідження ВДЕ	- Створити міжінституційний та міжгалузевий державний дослідницький інститут з виробництва та впровадження чистої енергії. - Надавати фінансову підтримку демонстраційним та пілотним проектам.
Розширення Інноваційного фонду	Розширити Інноваційний фонд за рахунок додаткового міжнародного фінансування та розширити його сферу діяльності на технології ВДЕ, особливо ті, що мають тісні зв'язки з іншими секторами, що розвиваються, наприклад, обороною.
Державно-приватне та приватно-академічне партнерство	- Сприяти встановленню зв'язків та взаємодії між різними учасниками та зацікавленими сторонами як на національному, так і на міжнародному рівні. - Створити стимули для приватних компаній та університетів до співпраці в дослідницьких та розробницьких проектах. Спільне фінансування або схеми спільного інвестування можуть знизити ризики та покращити якість і широту інновацій у сфері зелених технологій, наприклад, через податкові пільги, пов'язані з обсягом дослідницьких проектів, що фінансуються приватним сектором, або відповідні гранти.
Національні або регіональні інноваційні центри	- Створити спеціалізовані інноваційні центри або «кластери зелених технологій», які об'єднують підприємства, наукові кола та уряд для обміну знаннями та роботи над рішеннями у сфері зелених технологій. - Надавати варіанти співфінансування для стартапів у сфері зелених технологій на ранніх стадіях, особливо в нішевих сферах, які можуть не мати фінансових ресурсів для масштабних науково-дослідних проектів.
Політико-правова база	
Стратегічний підхід до промислової політики	- Створити ширше бачення промислової політики України, яке визначатиме ключові сектори для подальшого розвитку зі значними механізмами підтримки. - Розробити цільову програму залучення ПІІ, що відповідає промисловим та експортним пріоритетам України, шляхом визначення ключових проектів.
Створити нову програму підтримки інвесторів	Взаємодіяти з інвесторами шляхом прямого контакту та переговорів, а також надавати їм комплексну підтримку на кожному етапі процесу, включаючи правову, регуляторну та державну допомогу.
Програми повернення капітальних інвестицій	Розширити сферу застосування та спростити доступ до Закону України № 1116 «Про державну підтримку інвестиційних проектів зі значними інвестиціями в Україні».
Право на звільнення від ПДВ на основі місцевої складової	Звільнення від ПДВ обумовлюється досягненням мінімального порогу місцевої складової для розробників проектів або підрядників. Проекти, що використовують обладнання українського виробництва (де воно є), отримуватимуть пільговий податковий режим або швидше митне оформлення.

Звільнення від ПДВ та мита на імпорт	- Застосовувати звільнення лише до компонентів, які наразі не виробляються/не збираються в Україні. Зберігати звичайні ПДВ/мита на компоненти, які вже виробляються/плануються до виробництва в Україні (наприклад, башти та лопаті ВЕС, монтажні конструкції СЕС, інвертори, акумуляторні станції). - Запровадити «контрольний список» для обладнання для ВДЕ, який би перераховував компоненти та обладнання, що мають право на звільнення від ПДВ на основі прогалин у внутрішньому виробництві, щоб забезпечити точне цільове призначення звільнень від ПДВ.
Підтримка обігового капіталу	Надавати підтримку обігового капіталу та субсидії на тестування/сертифікацію українським виробникам для дотримання стандартів якості та зниження виробничих витрат, що полегшить фінансові та технічні бар'єри для входу на ринок вітчизняних виробників і дозволить їм відповідати стандартам експортного рівня та конкурувати з імпортними альтернативами.
Участь України в програмах та фінансових інструментах ЄС з промислового розвитку	Надати інвесторам, які планують запускати проекти в Україні, доступ до програм та інструментів промислового розвитку, порівнянних з тими, що доступні інвесторам у країнах-членах ЄС, включаючи Інноваційний фонд, InvestEU, Європейський фонд регіонального розвитку (ЄФРР), Фонд справедливого переходу (JTF) та інші.
Заходи з боку попиту	
Цілі розгортання та визначеність політики	Подальший розвиток шляхів впровадження ВДЕ та встановлення обов'язкових довгострокових зобов'язань і цілей закупівель ВДЕ в ключових секторах для створення ринкової визначеності.
Реформи енергетичного ринку	Продовжити лібералізацію енергетичного ринку, включаючи перегляд структури оптового ринку для скасування цінових обмежень та нижніх меж, зменшуючи ринкові спотворення.
Механізми підтримки ВДЕ та УЗЕ	- Переробити механізми підтримки, поступово відмовившись від застарілої схеми «зеленого» тарифу та перейшовши до нових інструментів, таких як аукціони та механізм ринкової премії, для стимулювання впровадження ВДЕ. - Узгодити ціноутворення на ринку небалансів з еталонними показниками ЄС та поступово скасувати цінові обмеження на електроенергію, щоб стимулювати інвестиції в УЗЕ з метою арбітражу.
Реформа аукціонів з ВДЕ та УЗЕ	- Публікувати багаторічні календарі аукціонів, щоб забезпечити виробникам безпеку планування. - Розглянути можливість включення оцінки місцевої складової до аукціонів ВДЕ.
Договори купівлі-продажу електроенергії (PPA)	- Продовжувати роботу над розробкою корпоративних PPA, співпрацюючи з покупцями для створення достатнього ринкового попиту. - Запровадити транскордонні PPA для експорту зеленої електроенергії з України.
Місцева складова у державних закупівлях	- Розглянути можливість встановлення обов'язкових мінімальних порогових значень місцевої складової для обладнання для чистої енергії в державних тендерах. - Використовувати Prozorro або іншу цифрову платформу закупівель, що пов'язує державних покупців із сертифікованими вітчизняними виробниками.

Джерело: розробки та висновки автора

7. Висновки

Україна демонструє різний рівень конкурентоспроможності в ланцюгах вартості СЕС, ВЕС та літій-іонних акумуляторів. Водночас вона має значний потенціал для розширення своєї ролі, з огляду на амбітні цілі з розгортання ВДЕ на внутрішньому ринку та експортні амбіції.

У сегменті сонячних фотоелектричних систем (СЕС), як і більшість європейських та західних виробників, Україна наразі не може конкурувати з надзвичайно дешевим, субсидованим виробництвом з Китаю та Південно-Східної Азії. Без державної підтримки, спрямованої на стратегічне відродження галузі, повне налагодження ланцюга вартості СЕС в Україні залишається малоімовірним.



Однак, якщо міркування енергетичної безпеки стимулюватимуть значну підтримку європейського сектору СЕС, Україна матиме хороші можливості для інтеграції в ці ланцюги вартості. Для сприяння цьому Україні слід:

- У короткостроковій перспективі: узгодити дії з ширшою стратегією ЄС щодо промислового відродження та енергетичної безпеки; оцінити виробничі потужності допоміжного обладнання та експортний потенціал; переглянути звільнення від імпорتنих мит на готові модулі; стимулювати виробництво інверторів через вимоги до локалізації в держзакупівлях та механізми кешбеку; розглянути доцільність будівництва скляних заводів та виробництва полікремнію з огляду на потреби суміжних галузей та експортних ринків.
- У середньостроковій перспективі: розширити ринки для допоміжного обладнання та визначити потреби у внутрішньому складанні; переоцінити політику держзакупівель щодо місцевої складової; переглянути економіку всього виробничого ланцюга, включаючи переробку кремнію, з урахуванням політики ЄС, міжгалузевих зв'язків та внутрішнього попиту; інтегруватися в європейську екосистему досліджень та розробок та дослідити можливості «стрибків», особливо в технологіях наступного покоління, таких як перовскіти.
- У довгостроковій перспективі: позиціонувати Україну як стратегічного учасника ланцюга вартості сонячної енергії ЄС, зосереджуючись на ключових компонентах (інвертори, системи кріплення, загартоване скло, потенційно полікремній), послугах тестування та сертифікації, а також інноваціях у матеріалах для СЕС наступного покоління та технологіях переробки для сталої інтеграції з ринком ЄС.

Сектор виробництва вітрових турбін (ВЕС) в Україні є більш конкурентоспроможним, особливо у виготовленні башт та лопатей, де собівартість є конкурентною порівняно з іншими країнами ЄС. Зважаючи на регіональний експортний потенціал та перспективи подальшої інтеграції з ЄС, розширення вітчизняного виробництва може відкрити значні можливості. Хоча виробництво компонентів для гондол та

потужності з їх фінального складання залишаються обмеженими, вони створюють основу для подальшого зростання. Щоб розширити цей потенціал, Україні слід:

- У короткостроковій перспективі: оцінити можливості відновлення існуючих виробничих майданчиків та залучити інвестиції у виробництво та складання башт і лопатей; скласти карту місцевого виробництва компонентів та субкомпонентів гондол і турбін з оцінкою експортної конкурентоспроможності; відновити виробництво спеціальної сталі на машинобудівних заводах з електропечами, проаналізувати міжгалузеві зв'язки та посилити взаємодію з регіональними та європейськими партнерами по всьому ланцюгу вартості.
- У середньостроковій перспективі: збільшити виробництво башт і лопатей і залучити нові інвестиції у виробництво турбін і гондол; запровадити стимули для виробництва товстого листа на «Запоріжсталі», зміцнити екосистему постачальників за допомогою цілеспрямованої підтримки та розширити доступ до торгового фінансування через експортно-кредитне агентство.
- У довгостроковій перспективі: розвивати вітчизняні дослідження та розробки для вдосконалення існуючих технологій та переходу до нових галузей, таких як офшорна вітроенергетика; прагнути до експортних ринків за межами ЄС, зміцнюючи роль України у світовому ланцюгу вартості вітроенергетики.

У ланцюгу вартості літій-іонних акумуляторів Україні наразі бракує потужностей для виробництва елементів чи їхніх компонентів. Найбільший безпосередній потенціал полягає у складанні готових виробів з імпортованих деталей для задоволення зростаючого внутрішнього попиту.

Розвиток електротранспорту та оборонної промисловості може створити попит, достатній для виправдання створення вітчизняних складальних потужностей. Водночас залучення інвестицій у видобуток та переробку критичної сировини (літію, марганцю, графіту) може відкрити шлях до просування ланцюгом вартості – до виробництва катодів і анодів, а зрештою

і самих акумуляторних елементів. Для досягнення цієї мети потрібна участь стратегічних інвесторів та міжнародних партнерів. Щоб забезпечити це, Україні слід:

- У короткостроковій перспективі: провести детальне картування внутрішнього попиту на літій-іонні акумулятори (включаючи енергетичний, транспортний, ІТ, оборонний та інші сектори); переглянути імпорتنі пільги для акумуляторних станцій та підтримати відновлення складальних потужностей; запустити дослідження та розробки у сфері складання кінцевої продукції та розвивати зв'язки з ІТ-сектором – насамперед для програмного забезпечення EMS – як для українського, так і для європейського ринків; переоцінити існуючі запаси критичної сировини та економічну доцільність їх видобутку.
- У середньостроковій перспективі: розвивати регіональну співпрацю в ланцюгах постачання із сусідніми країнами для зниження витрат; збільшувати складальні потужності відповідно до динаміки попиту в енергетичному, електромобільному та оборонному секторах; переоцінити економіку вітчизняної переробки сировини, враховуючи масштаби видобутку та світові тенденції галузі.
- У довгостроковій перспективі: вивчити можливості входження в інші ланки ланцюга вартості, зокрема у виробництво прекурсорів або акумуляторних елементів; продовжити розвиток вітчизняного сектору критичної сировини, систематично оцінюючи стратегічні можливості інтеграції в європейські та світові ланцюги постачання.

Крім того, локалізація виробництва обладнання для ВДЕ та розвиток конкурентоспроможної зеленої промисловості в Україні вимагають таких комплексних заходів:

- Зміцнити промисловий потенціал шляхом цілеспрямованих інвестицій у модернізацію виробництва, а також комплексного картування для відновлення та перепрофілювання існуючих активів, де це доречно.
- Розробити національну стратегію видобутку мінеральних ресурсів, яка узгоджуватиме розвиток критичної сировини з промисловими цілями та тенденціями внутрішнього

попиту, використовуючи угоди про закупівлю для забезпечення надійного внутрішнього постачання.

- Подолати фінансові труднощі за допомогою розширених кредитних гарантій, низькопроцентного фінансування, фонду зниження ризиків для інвестицій у виробництво та розширених програм підтримки, включаючи відшкодування капітальних витрат та податкові пільги для великомасштабних проєктів.
- Підтримувати інвесторів через спрощену, універсальну платформу підтримки інвесторів.
- Розвивати робочу силу та навички через національну ініціативу з перепідготовки працівників та підтримки реінтеграції тих, хто повертається, до складу робочої сили.
- Розширити дослідження та інновації через національний дослідницький інститут, інноваційні кластери та інноваційний фонд.
- Забезпечити визначеність з боку попиту шляхом прийняття обов'язкових цілей щодо ВДЕ, публікації багаторічного календаря аукціонів з оцінкою місцевої складової, розширення корпоративних PPA та запровадження вимог щодо місцевої складової в державних закупівлях – на основі подальшої лібералізації енергетичного ринку.

Критично важливою передумовою для розгортання цих виробничих галузей в Україні є систематична участь у програмах промислового розвитку ЄС та фінансових інструментах, які надають гранти, низькопроцентні кредити та гарантії ризику для промислових інвестицій. До них належать грантові та операційні інструменти, такі як Інноваційний фонд; InvestEU за участю Європейського інвестиційного банку (ЄІБ) та Європейського інвестиційного фонду (ЄІФ), а також банки-посередники, що надають довгострокові, низькопроцентні кредити; та фонди, спрямовані на підтримку регіональних економік (наприклад, ERDF, JTF).

Процес залучення інвесторів, які мають намір працювати в Україні, до доступу до європейських інструментів підтримки промисловості має включати укладання рамкових угод та механізмів асоційованої участі й гармонізацію правил державної допомоги; створення наці-

онального «вікна» для взаємодії з ЄІБ/ЄІФ та визначення банків-партнерів; створення високоякісного портфеля інвестиційних проєктів, що охоплює техніко-економічні обґрунтування, а також оцінки ESG, плани локалізації та сертифікацію; впровадження змішаних варіантів фінансування, які поєднують гранти з позиками та гарантіями, а також пропонують адаптовані схеми для МСП; розгортання мережі підтримки заявників, таких як національні контактні особи та проєктні офіси; та публікацію багаторічного

графіка національного співфінансування та цільових аукціонів або закупівель з чіткими вимогами до технологічного потенціалу та частки місцевої доданої вартості.

З огляду на значні перспективи в різних ланках ланцюгів вартості ВЕС, СЕС та літій-іонних акумуляторів, зараз саме час для всіх ключових зацікавлених сторін зосередити свої зусилля, досвід та капітал на мобілізації українського виробництва зелених технологій на благо країни, її народу та поточної відбудови.

8. Посилання

- 1 MEA. (2024). Відновлювані джерела енергії 2024. [Посилання](#)
- 2 Lema, R., Fu, X., Rabellotti, R. (2020), Зелені вікна можливостей: розвиток наздоганяючих економік в епоху переходу до сталості. Industrial and Corporate Change. [Посилання](#)
- 3 Уряд України (2024). Національний план з енергетики та клімату України на 2025-2030 роки. [Посилання](#); Уряд України (2023), Енергетична стратегія до 2050 року (неопублікована).
- 4 РКЗК ООН (Рамкова конвенція ООН про зміну клімату). (n.d.). Національно визначені внески (НВВ). [Посилання](#)
- 5 World Resource Institute (2024). Звідки походять викиди? 4 графіки, що пояснюють викиди парникових газів за секторами. [Посилання](#)
- 6 IRENA. (без дати). IRENASTAT. [Посилання](#)
- 7 IRENA. (без дати). IRENASTAT. [Посилання](#)
- 8 BNEF. (2025). New Energy Outlook. [Посилання](#)
- 9 IEA. (2024). Глобальний огляд ринку електромобілів 2024. [Посилання](#)
- 10 Nijse, F. et al. (2023). Динаміка переходу до сонячної енергетики. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-41971-7>. Примітка: Дослідження використовує інтегровану енергетично-економічну модель E3mE-FTT, яка враховує позитивні зворотні зв'язки від зниження витрат та поширення технологій.
- 11 Utility Dive. (2024). Вітер та сонце лідирують у прискоренні падіння LCOE для відновлюваної енергетики: WoodMac. [Посилання](#)
- 12 BNEF. (2023). Ціни на літій-іонні акумуляторні блоки досягли рекордно низького рівня \$139/кВт·год. [Посилання](#)
- 13 BNEF. (2025). New Energy Outlook. [Посилання](#)
- 14 Ibid
- 15 Європейська Комісія (2022). Робочий документ персоналу Комісії. Імплементація плану дій REPowerEU. [Посилання](#)
- 16 MEA. (2025). Глобальний огляд ринку електромобілів 2025. [Посилання](#)
- 17 MEA. (2024). Чиста енергетика стимулює економічне зростання. [Посилання](#)
- 18 MEA. (2025). Глобальний огляд ринку критичної сировини 2025. [Посилання](#)
- 19 Yale Environment 360. (2024). Як Китай став світовим лідером у сфері відновлюваної енергетики. [Посилання](#)
- 20 MEA. (2025). Глобальний огляд критично важливих корисних копалин 2025. [Посилання](#)
- 21 Thakur-Weigold, B. and S. Miroudot. (2024). Сприяння стійкості та готовності в ланцюгах постачання. OECD Trade Policy Papers, No. 286, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/be692d01-en>.
- 22 Clean Investment Monitor (2024). Підбиваючи підсумки дворічного впливу Закону про зниження інфляції (Inflation Reduction Act). [Посилання](#)
- 23 Bilek, P., Stubbe, R., Weser, H. (2024). Сонячний План Маршалла для України: розширення можливостей для світлого майбутнього України: вузькі місця та ключові політичні реформи, необхідні для стимулювання розгортання фотоелектричних СЕС. Berlin Economics, на замовлення Greenpeace Germany. [Посилання](#)
- 24 Tahmisoğlu, Y., Bilek, P. (2024). Глибокий аналіз імпорту Україною критичного енергетичного обладнання та палива з початку вторгнення Росії. Low Carbon Ukraine, Berlin Economics. [Посилання](#)
- 25 Ember. (2024). Проєкти НПЕК показують, що ЄС ледь не досягає цілей REPowerEU. [Посилання](#)
- 26 S., Schneider, L., Stephan, A. et al. (2025). Доцільність задоволення майбутнього попиту на акумулятори за рахунок внутрішнього виробництва елементів у Європі.

Nat Energy. <https://doi.org/10.1038/s41560-025-01722-y>

27 Національна рада з відновлення України. (2022). План відновлення України. [Посилання](#)

28 Національна рада з відновлення України. (2022). Додаток до Плану відновлення України. [Посилання](#)

29 Організація Об'єднаних Націй з промислового розвитку (ЮНІДО). (2024). Вплив війни на промислові сектори в Україні. [Посилання](#)

30 Thirlwall, A.P. (2015). Простий посібник із законів зростання Калдора для неспеціаліста. Essays on Keynesian and Kaldorian Economics. Palgrave Studies in the History of Economic Thought Series. Palgrave Macmillan, London. https://doi.org/10.1057/9781137409485_15

31 Існує важливий емпіричний зв'язок між промисловим розвитком та довгостроковим зростанням. Цей зв'язок ґрунтується на економічній теорії, розробленій Ніколасом Калдором у 1960-х роках. Його емпіричні спостереження, що згодом стали відомі як закони зростання Калдора, підкреслюють центральну роль обробної промисловості у стимулюванні економічного зростання завдяки тенденції сектору до зростаючої віддачі від масштабу. Зі збільшенням обсягів виробництва в обробній промисловості підвищується продуктивність праці, що ще більше посилює динаміку зростання. Див: https://link.springer.com/chapter/10.1057/9781137409485_15

32 Емпіричне підтвердження цієї теорії надає мета-дослідження, проведене Організацією Об'єднаних Націй з промислового розвитку (ЮНІДО), яке показує, що дві третини епізодів зростання за останні 50 років були зумовлені обробною промисловістю. Ці епізоди були не лише частішими, але й більш стійкими, характеризуючись довшою тривалістю та сильнішим зростанням доходів порівняно зі зростанням, рушієм якого були інші сектори. Крім того, було доведено, що перерозподіл

ресурсів на користь обробної промисловості знижує волатильність зростання та підтримує перехід до вищих рівнів доходу. Джерело: Lavopa, A., Riccio, F. (2024). IID Policy Brief 15: Зростання, кероване обробною промисловістю: рушійна сила та підтримка економік. ЮНІДО. [Посилання](#)

33 Liepins. (2024). Ресурси України. Критична сировина. Центр передового досвіду НАТО з енергетичної безпеки. [Посилання](#)

34 Liahovska. (2021). Роль транснаціональних компаній у розвитку машинобудування в Україні. <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2021.22.49>

35 DiXi Group. (2025). У 2024 році зафіксовано рекордний імпорт та мінімальний експорт електроенергії в Україні за останнє десятиліття. [Посилання](#)

36 Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2014). Атлас економічної складності: накреслюючи шляхи до процвітання (2-е вид.). MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9647.001.0001>

37 The Growth Lab at Harvard University. (2025). Growth Projections and Complexity Rankings. Harvard Dataverse. <https://doi.org/10.7910/DVN/XTAQMCM>.

38 Harvard Growth Lab. (без дати). Україна: профіль країни. Атлас економічної складності. Дата звернення: 14 травня 2025, [Посилання](#)

39 Див. наприклад: <https://ukrenergymachines.com/en/company>

40 Світовий банк, Уряд України, Європейський Союз, та Організація Об'єднаних Націй. (2025). Україна: Четверта швидка оцінка завданої шкоди та потреб (RDNA4), лютий 2022 – грудень 2024. [Посилання](#)

41 GMK Center. (2025). Вантажоперевалка в українських портах у 2024 році зросла одразу на 57%. [Посилання](#)

42 Держстат. (2022). Зовнішня торгівля України 2021. [Посилання](#)

- 43 Адміністрація морських портів України (АМПУ). (2023). АМПУ - 2022. Підсумки року. Дата звернення: 08 серпня 2025, [Посилання](#)
- 44 GMK Center. (2025). Вантажоперевалка в українських портах у 2024 році зросла одразу на 57%. [Посилання](#)
- 45 The Kyiv Independent. (2023). Чи працює новий чорноморський коридор України? Експерти кажуть, що він має потенціал. Дата звернення: 08 серпня 2025. [Посилання](#)
- 46 GMK Center. (2025). Вантажоперевалка в українських портах у 2024 році зросла одразу на 57%. [Посилання](#)
- 47 Ukrainian Shipping Magazine. (2025). АМПУ оголосила пріоритети розвитку портів на 2025 рік. Дата звернення: 14 травня 2025, [Посилання](#)
- 48 Світовий банк, Уряд України, Європейський Союз, та Організація Об'єднаних Націй. (2025). Україна: Четверта швидка оцінка завданої шкоди та потреб (RDNA4), лютий 2022 – грудень 2024. [Посилання](#)
- 49 Український кластерний альянс (без дати) Члени Альянсу. [Посилання](#)
- 50 Ucluster (без дати). Топ українських ІТ-кластерів. [Посилання](#)
- 51 Глобальна програма еко-індустріальних парків. (без дати). Індустріальний парк «Френдлі Віндтехнологі». [Посилання](#)
- 52 Світовий банк, Уряд України, Європейський Союз, та Організація Об'єднаних Націй. (2025). Україна: Четверта швидка оцінка завданої шкоди та потреб (RDNA4), лютий 2022 – грудень 2024. [Посилання](#)
- 53 DiXi Group. (2025). Рекордний імпорт та мінімальний експорт електроенергії за останнє десятиліття показала Україна у 2024 році. [Посилання](#)
- 54 ООН. (2024). Уряд затвердив стратегію розвитку розподіленої генерації до 2035 року. [Посилання](#)
- 55 GMK Center. (2025). Україна має одні з найвищих цін на електроенергію в Європі. [Посилання](#)
- 56 Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, Державна служба геології та надр України (без дати). Україна: інвестиційні можливості для гірничодобувної промисловості. [Посилання](#)
- 57 Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, Державна служба геології та надр України (без дати). Україна: інвестиційні можливості для гірничодобувної промисловості. [Посилання](#)
- 58 ibid
- 59 Федеральне міністерство фінансів Австрії, Міжнародний організаційний комітет Всесвітніх гірничих конгресів. (2025). Дані світової гірничої справи за 2025 рік. [Посилання](#)
- 60 Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, Державна служба геології та надр України (без дати). Україна: інвестиційні можливості для гірничодобувної промисловості. [Посилання](#)
- 61 BGV Group Management. (без дати). BGV Графіт. [Посилання](#)
- 62 BBC (2025). Які корисні копалини є в Україні та для чого вони використовуються? [Посилання](#)
- 63 Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, Державна служба геології та надр України (без дати). Україна: інвестиційні можливості для гірничодобувної промисловості. [Посилання](#)
- 64 Засядько М. (2023). Onur Group іде у надра. Турецька компанія інвестує \$50 млн у розробку найбільшого графітового родовища в Україні. Скільки вона може заробити. [Посилання](#)
- 65 У квітні 2024 року ЄС прийняв законодавство, спрямоване на забезпечення ланцюгів постачання стратегічних матеріалів, таких як літій, кобальт, титан та рідкоземельні елементи. Регламент встановлює цілі на 2030

рік: щонайменше 10 % річного споживання ЄС має бути видобуто, 40 % оброблено і 15 % перероблено в ЄС. У цих рамках стратегічні проекти отримають переваги у вигляді прискорення процедури отримання дозволів (24 місяці для видобутку, 12 місяців для обробки) та покращення доступу до фінансування.

66 Reuters. (2025). Україна підписала угоду з США щодо мінеральної сировини. [Посилання](#)

67 Європейський центральний банк (2025). Випуск Економічного бюлетеня 5, 2025. [Посилання](#)

68 Національний банк України (2025). Огляд банківського сектору, травень 2025 року. [Посилання](#)

69 Серед банків-кредиторів – ПриватБанк, Ощадбанк, ПУМБ, ПроКредит Банк, Укргазбанк, Райффайзен Банк, Укрексімбанк, Кредобанк, Креді Агріколь та ОТП Банк.

70 UkraineInvest (2023). Що змінює новий закон про «інвестиційних нянь» та як він допоможе залучити інвестиції у відбудову України?. [Посилання](#)

71 Серед банків: ПриватБанк, Ощадбанк, Укрексімбанк, Укргазбанк, Агропросперіс Банк, КредоБанк, ПроКредит Банк, Банк Львів, ОТП Банк, Райффайзен Банк, Сітібанк, ОТП Лізинг, Укрсиббанк, Креді Агріколь, Піреус Банк.

72 Урядовий портал (2025). Єврокомісія оголосила другий етап Конкурсу по залученню європейського бізнесу до фінансування та реалізації проектів в Україні. [Посилання](#)

73 ЄБРР (2025) Перші українські компанії скористалися новою програмою страхування від воєнних ризиків, що підтримується ЄБРР. [Посилання](#)

74 UkraineInvest. (без дати). Україна створила багаторівневу систему страхування інвестицій від воєнних ризиків. [Посилання](#)

75 МВФ. (2025). Профіль країни – Україна. [Посилання](#). Примітка: Точні дані залишаються недоступними та залежатимуть від післявоєнного перепису населення, останній офіційний перепис було проведено у 2001 році.

76 Факти. (2025). Скільки людей проживає в Україні і скільки залишиться після війни: дані демографа. [Посилання](#)

77 Державна служба статистики України.

78 НISД (2024). Оцінки індустріальної конкурентоспроможності економіки та технологічного потенціалу у промисловості України. [Посилання](#)

79 Weser, H., Poluschkin, G., Kirchner, R., Naumenko, D., Bilek, P. (2025). Подолання розриву між «зеленими» робочими місцями для сталого відновлення України. German Economic Team. [Посилання](#)

80 Національний банк України (2025). Бізнес сезонно послабив оцінки результатів своєї діяльності – підсумки опитування підприємств у грудні. [Посилання](#)

81 Work.ua (без дати). Статистика зарплат в Україні. [Посилання](#)

82 Дзеркало тижня. (2025). Михайло Винницький: «У вищій освіті триває інтенсивна трансформація». [Посилання](#)

83 Державна служба статистики України (2024). [Посилання](#)

84 CSIS (2025). Майбутнє України залежить від її народу. [Посилання](#)

85 IAB-Forum. (2022). Професійна підготовка в Україні – огляд. [Посилання](#)

86 Див.: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/file/text/119/f536694n45.docx>

87 Див.: <https://entc.com.ua/uk/2584-pozytsii-ukrainy-v-global-innovation-index-2024-analiz-i-tendentsii>

- 88 Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій. Глобальний інноваційний індекс 2024. [Посилання](#)
- 89 Європейська комісія. (2023). Солідарність з Україною: Програма «Цифрова Європа» відкрита для України для доступу до конкурсів на фінансування. [Посилання](#)
- 90 The Recursive. (2025). 5 причин інвестувати в українську стартап-екосистему у 2025 році. [Посилання](#)
- 91 Delano. (2024). Стартап-екосистема в Україні на підйомі. [Посилання](#)
- 92 The Recursive. (2025). 5 причин інвестувати в українську стартап-екосистему у 2025 році. [Посилання](#)
- 93 Див.: <https://unit.city/en/ecosystem/>
- 94 EU4Business. (без дати). Корисні ресурси. [Посилання](#)
- 95 Delano. (2024). Стартап-екосистема в Україні на підйомі. [Посилання](#)
- 96 Інтерфакс-Україна (2025). Кабмін виділив 2,4 млрд грн на «Національний кешбек» і 200 млн грн – на компенсацію вартості української промислової техніки – Шмигаль. [Посилання](#)
- 97 Мілаковський Б., Власюк В. (2024). Промислова політика для виживання України. Фонд ім. Фрідріха Еберта. [Посилання](#)
- 98 Ukraine.ua. (без дати). Торгуй з Україною. [Посилання](#)
- 99 Світова організація торгівлі (без дати). e-GPA Gateway Україна. [Посилання](#)
- 100 Європейська комісія. (без дати). Торговля та економічна безпека. [Посилання](#)
- 101 Європейська комісія. (без дати). Зона поглибленої та всеохоплюючої вільної торгівлі між ЄС та Україною. [Посилання](#)
- 102 Європейська комісія. (без дати). Торговля та економічна безпека. [Посилання](#)
- 103 Міністерство економіки. (без дати). Офіс з просування експорту. [Посилання](#)
- 104 Урядовий портал. (2025). Зроблено в Україні: Експортно-кредитне агентство (ЕКА) підтримало український експорт на понад 3 млрд гривень у першому кварталі 2025 року. [Посилання](#)
- 105 LIGA.net. (2025). Forbes Україна: відкриття експорту зброї отримало «загальне погодження від президента». [Посилання](#)
- 106 NREL. (без дати). Основи сонячних фотоелектричних елементів. [Посилання](#)
- 107 MEA. (2022). Глобальні ланцюги постачання сонячних фотоелектричних систем. Париж. [Посилання](#)
- 108 Ibid.
- 109 Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE. (2024). Звіт про фотоелектричні системи. [Посилання](#)
- 110 Інтерв'ю з розробником сонячних фотоелектричних систем, який працює в Україні, лютий 2025 року
- 111 MEA. (2022). Глобальні ланцюги постачання сонячних фотоелектричних систем. Париж. [Посилання](#)
- 112 Ibid.
- 113 White & Case. (2023). Міністерство торгівлі США визначило, що імпорт з Південно-Східної Азії обходить розпорядження про додаткові мита та компенсаційні мита на сонячні батареї та модулі з Китаю. [Посилання](#)
- 114 MEA. (2022). Глобальні ланцюги постачання сонячних фотоелектричних систем. Париж. [Посилання](#)
- 115 MEA. (2022). Забезпечення безпеки ланцюгів постачання технологій чистої енергії. [Посилання](#)
- 116 Національна Асоціація Добувної Промисловості України (НАДПУ) (2023). Український Кремній. Минуле, Реалії, Перспективи. [Посилання](#)

- 117 Дані Національної лабораторії відновлюваної енергії («NREL») / Альянсу сталої енергетики LLC («ALLIANCE») / Міністерства енергетики США («DOE»). DOE/NREL/ALLIANCE.
- 118 Інтерв'ю з представниками європейських асоціацій сонячної та вітрової енергетики, січень та лютий 2025 року
- 119 Європейська економічна комісія Організації Об'єднаних Націй. (2023). Відбудова України за допомогою стійкої, вуглецево-нейтральної енергетичної системи. [Посилання](#)
- 120 Інтерв'ю з великою європейською асоціацією сонячних фотоелектричних систем, січень 2025 року.
- 121 KPMG. (2024). Дослідження вартості капіталу KPMG. [Посилання](#)
- 122 Інтерв'ю з представниками Європейської асоціації сонячних фотоелектричних систем, січень 2025 року.
- 123 Інтерв'ю з представниками Європейської асоціації сонячних фотоелектричних систем, асоціації вітроенергетики та Української галузевої асоціації, січень та лютий 2025 року.
- 124 Інтерв'ю з європейським інвестором у зелені технології, лютий 2025 року.
- 125 Інтерв'ю з представниками Європейської асоціації сонячних фотоелектричних систем, січень 2025 року.
- 126 Інтерв'ю з представниками німецької асоціації вітроенергетики, січень 2025 року.
- 127 Інтерв'ю з представниками Європейської асоціації сонячних фотоелектричних систем, січень 2025 року.
- 128 Інтерв'ю з представниками Європейської асоціації сонячних фотоелектричних систем, січень 2025 року.
- 129 Інтерв'ю з представниками німецької асоціації вітроенергетики, січень 2025 року.
- 130 Інтерв'ю з розробником сонячних фотоелектричних систем, який працює в Україні, лютий 2025 року.
- 131 PV Magazine. (2025). Румунія фінансує будівництво заводу сонячних панелей потужністю 1,5 ГВт. [Посилання](#)
- 132 TaiyangNews. (2025). Roltec будує сонячну електростанцію CIGS потужністю 50 МВт у Польщі. [Посилання](#)
- 133 White & Case. (2023). Міністерство торгівлі США визначило, що імпорт з Південно-Східної Азії обходить розпорядження про додаткові мита та компенсаційні мита на сонячні батареї та модулі з Китаю. [Посилання](#)
- 134 PV Magazine. (2025). Україна наростить понад 800 МВт сонячної енергії у 2024 році. [Посилання](#)
- 135 Hanna, R., Heptonstall, P. & Gross, R. Створення робочих місць в умовах низьковуглецевого переходу до відновлюваних джерел енергії та енергоефективності: огляд міжнародних даних. Sustain Sci 19, 125–150 (2024). <https://doi.org/10.1007/s11625-023-01440-y>
- 136 ETIP Photovoltaics (2023). Виробництво фотоелектричних систем у Європі: розуміння ланцюжка створення вартості для успішної промислової політики. [Посилання](#)
- 137 Ibid
- 138 Інтерв'ю з представниками Європейської асоціації сонячних фотоелектричних систем, січень та лютий 2025 року.
- 139 Тимчасове призупинення імпортних мит залишатиметься в силі до закінчення воєнного стану або до 1 січня 2026 року. Наприкінці року буде проведено перегляд, після чого призупинення може бути скасовано.
- 140 Акціонерне товариство «Фонд декарбонізації України» (2024). [Посилання](#)
- 141 Інтерв'ю з українською компанією, що займається відновлюваною енергетикою, лютий і травень 2025 року.

- 142 U.S. Department of Energy. (без дати). Вітрова енергетика: виробництво обладнання та ланцюг постачання. [Посилання](#)
- 143 GWEC. (2024). Глобальний звіт про вітроенергетику 2024. [Посилання](#)
- 144 BNEF. (2025). Китайські виробники лідирують у світовому встановленні вітрових турбін, як показує звіт BloombergNEF. [Посилання](#)
- 145 MEA. (без дати) Вітер. [Посилання](#)
- 146 ibid
- 147 Інтерв'ю з міжнародним виробником вітроенергетичного обладнання, лютий 2025 року.
- 148 Інтерв'ю з міжнародним виробником вітроенергетичного обладнання, лютий 2025 року.
- 149 Інтерв'ю з міжнародним виробником вітроенергетичного обладнання, лютий 2025 року.
- 150 Інтерв'ю з міжнародним виробником вітроенергетичного обладнання, лютий 2025 року.
- 151 Інтерв'ю з міжнародним виробником вітроенергетичного обладнання, лютий 2025 року; Інтерв'ю з Німецькою асоціацією машинобудівників, лютий 2025 року.
- 152 Інтерв'ю з міжнародним виробником вітроенергетичного обладнання, лютий 2025 року.
- 153 Інтерв'ю з міжнародною консалтинговою компанією з питань енергетики та клімату, лютий 2025 року.
- 154 Інтерв'ю з міжнародним розробником енергетичних проектів в Україні, лютий 2025 року.
- 155 Інтерв'ю з міжнародним виробником вітроенергетичного обладнання, лютий 2025 року.
- 156 Інтерв'ю з європейським інвестором у зелені технології, лютий 2025 року.
- 157 Інтерв'ю з міжнародним виробником вітроенергетичного обладнання, лютий 2025 року; Інтерв'ю з міжнародним розробником енергетичних проектів в Україні, лютий 2025 року.
- 158 Інтерв'ю з міжнародним виробником вітроенергетичного обладнання, лютий 2025 року.
- 159 Інтерв'ю з представниками німецької асоціації вітроенергетики, лютий 2025 року.
- 160 IRENA. (2013). Данія. [Посилання](#)
- 161 IRENA (2013). 30 років політики щодо вітроенергетики: уроки 12 ринків вітроенергетики. [Посилання](#)
- 162 United States Trade Representative. (2009). Звіт Конгресу за 2009 рік щодо дотримання Китаєм вимог СОТ. [Посилання](#)
- 163 MEA. (2025). Повідомлення про скасування вимоги щодо місцевої складової при закупівлі обладнання для проектів вітроенергетики. [Посилання](#)
- 164 IRENA (2013). Звіт Конгресу за 2009 рік щодо дотримання Китаєм вимог СОТ. [Посилання](#)
- 165 Інтерв'ю з міжнародним виробником вітроенергетичного обладнання, лютий 2025 року.
- 166 Hanna, R., Heptonstall, P. & Gross, R. Створення робочих місць в умовах низьковоуглецевого переходу до відновлюваних джерел енергії та енергоефективності: огляд міжнародних даних. Sustain Sci 19, 125–150 (2024). <https://doi.org/10.1007/s11625-023-01440-y>
- 167 MEA. (2024). Глобальний огляд ринку електромобілів 2024. [Посилання](#)
- 168 EE Power (2024). За межами літій-іонних акумуляторів: 5 головних досягнень у технології акумуляторів у 2024 році. [Посилання](#)
- 169 Вважається, що цей поріг забезпечує конкурентоспроможність витрат у порівнянні зі звичайними транспортними засобами..

- 170 BNEF. (2024). Ціни на літій-іонні акумулятори зазнали найбільшого падіння з 2017 року, впавши до 115 доларів за кіловат-годину: BloombergNEF. [Посилання](#)
- 171 Northvolt. (2025). Northvolt подає заяву про банкрутство у Швеції. [Посилання](#)
- 172 Див., наприклад: <https://source.benchmarkminerals.com/article/which-companies-control-the-lithium-ion-battery-supply-chain-2>
- 173 Bloomberg. (2024). Світу потрібно більше батарейок – але не стільки. [Посилання](#)
- 174 Для порівняння, Китай, країна номер один у світі за обсягом виробництва акумуляторних елементів, мав 893 ГВт-год, або 77% від загальносвітового обсягу. Див.: <https://evboosters.com/ev-charging-news/poland-and-hungary-emerging-in-global-battery-supply-chain/>
- 175 GMK Center. (2024). Єдине графітове підприємство України призупинило діяльність. [Посилання](#)
- 176 Див.: <https://journal.n-bri.org/index.php/jbrev/article/view/34>
- 177 Northvolt. (без дати). Ми разом піднімаємося на новий рівень. [Посилання](#)
- 178 Jurist News. (2024). Китай планує посилити регулювання в галузі літєвих акумуляторів. [Посилання](#)
- 179 Див.: пункт 56 підрозділу 4 розділу XX Податкового кодексу
- 180 Lebdioui, A., Bilek, P. (2021). Чи зменшують прямі зв'язки залежність у видобувному секторі, чи погіршують їх?, Natural Resource Governance Institute. [Посилання](#)
- 181 Asian Development Bank, Bloomberg Philanthropies, ClimateWorks Foundation, Sustainable Energy for All. (2023). Виробництво відновлюваної енергії – можливості для Південно-Східної Азії. [Посилання](#)
- 182 MEA. (2024). Глобальний огляд ринку електромобілів 2024. [Посилання](#)
- 183 US Department of State. (2023). Заяви про інвестиційний клімат за 2023 рік: Чехія. [Посилання](#)
- 184 De Medeiros, C. A., & Trebat, N. M. (2017). Перетворення природних ресурсів на промислову перевагу: приклад рідкоземельної промисловості Китаю. Brazilian Journal of Political Economy 37(3), 504–526. [Посилання](#)
- 185 Sustainable Energy for All. (2023). Виробництво відновлюваної енергії в Африці – можливості та розвиток. [Посилання](#)
- 186 Asian Development Bank, Bloomberg Philanthropies, ClimateWorks Foundation, Sustainable Energy for All. (2023). Виробництво відновлюваної енергії – можливості для Південно-Східної Азії. [Посилання](#)
- 187 Міністерство економіки України (2024). Переваги для бізнесу від укладання Угоди АСАА («промислового безвізу»). Презентація, 26 березня 2024. [Посилання](#)
- 188 ДП «Гарантований покупець» (2024). Аукціони з розподілу квот підтримки. Презентація, Київ, 12 вересня 2024. [Посилання](#)

