

Зелені технології Made in Ukraine: Оцінка потенціалу локалізації виробництва зелених технологій в Україні

Павло Білек, Йігіт Тахмісоглу, Володимир Власюк,
Сергій Поважнюк, Ірина Романенко, Генрієтта Везер



Дослідження та консультації на підтримку економічного розвитку.

Berlin Economics - це дослідницька компанія, яка спеціалізується на консультуванні уряду з питань економічної політики. У своїй роботі ми поєднуємо надійну методологію з практичними рішеннями для сприяння економічному розвитку.

BE Berlin Economics GmbH

Шіллерштрассе 59

10627 Берлін

Тел: +49 30 20613464-0

Факс: +49 30 206134649

info@berlin-economics.com

КОНТАКТИ

Павло Білек, заступник керівника відділу енергетичної та кліматичної політики

bilek@berlin-economics.com

Подяки

Цей звіт був підготовлений BE Berlin Economics GmbH та Українською промисловою експертизою (УЕКС). Автори надзвичайно вдячні Ірині Ставчук та Оксані Алієвій з ECF за їхні поради та коментарі протягом усього процесу створення звіту. Ми вдячні Роберту Кіршнеру, Гаррі Полушкіну та Марі-Аме Салопіаті за їхні рецензії та коментарі, які допомогли покращити якість цього звіту. Ми також вдячні команді програми "Стала енергія для всіх" (SEforALL) за рецензування та цінний внесок, який допоміг збагатити інформацію, представлену в цьому звіті. Відповідальність за будь-які помилки та неточності несуть виключно автори.

Відмова від відповідальності

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



Короткий зміст

Стрімке зниження вартості зелених технологій - сонячних фотоелектричних систем, вітрових турбін та літій-іонних акумуляторів - у поєднанні з нагальною потребою декарбонізації глобальних енергетичних систем зумовлює безпрецедентний глобальний попит на зелені технології.

Україна може мати стратегічну можливість розвивати виробничу базу для зелених технологій. Існує три причини, які особливо виділяються серед тих, що свідчать на користь розвитку цих секторів в Україні:

- Враховуючи необхідність масштабної реконструкції енергетичної системи, локалізація виробництва може допомогти досягти внутрішніх енергетичних цілей, зберігаючи при цьому більшу додану вартість всередині України.
- Розвиток передового виробничого сектору може стати рушієм економічного зростання та зробити значний внесок як у поточне, так і в післявоєнне відновлення економіки.
- Розвиток конкурентоспроможності може сприяти подальшій інтеграції України в ланцюги доданої вартості ЄС на шляху до членства в ЄС, тоді як її експорт може підтримати кліматичні цілі ЄС і зміцнити регіональну енергетичну безпеку, зміцнивши роль України як довгострокового стратегічного партнера.

Серед проаналізованих технологій дослідження виявило, що локалізація сегментів ланцюжка створення вартості вітрових турбін в Україні є найбільш перспективною. Вітроенергетичний сектор України може бути конкурентоспроможним за собівартістю порівняно з ЄС, особливо у виробництві веж та лопатей. Виробництво гондол є дорожчим через імпорту та менш розвинену екосистему постачальників. Однак деякі компоненти вже виробляються в Україні, а місцева збірка є економічно життєздатною і може бути розширена.

У виробництві сонячних фотоелементів Україна навряд чи зможе конкурувати з Китаєм та Південно-Східною Азією виключно за собівартістю, як і з ЄС чи США. Тим не менш, існують можливості для відродження складальних операцій і розширення виробництва допоміжного обладнання (наприклад, інверторів), що може принести значні вигоди. Наразі обговорюються деякі ключові фактори виробництва, включаючи листове скло та полікремній, хоча їхня основна роль повинна бути в існуючих галузях промисловості або в якості стратегічного експорту до ЄС, а не в нині неактивному українському секторі виробництва сонячних фотоелектричних установок. У довгостроковій перспективі Україна може стати частиною більшого інтегрованого ланцюжка створення вартості в ЄС, якщо міркування енергетичної безпеки призведуть до більшої загальноєвропейської локалізації сонячних фотоелектричних установок. Тут міркування енергетичної безпеки переважатимуть над чистою вартісною конкурентоспроможністю.

Наразі в Україні бракує досвіду у виробництві акумуляторних батарей, і перспективи цього сектору є неясними. Однак існуючі підприємства, що займаються складанням імпортованих акумуляторних елементів, можуть бути розширені для задоволення внутрішнього попиту, зокрема, для акумуляторних батарей та інших секторів, що розвиваються, таких як оборонна промисловість. Наразі надто рано говорити про те, яку роль відіграватиме в цих ланцюгах доданої вартості важливий для України мінерально-сировинний сектор.

З огляду на отримані результати, багато роботи ще належить зробити для активізації українського сектору виробництва "зелених" технологій. Україна повинна зосередитися на відновленні своєї промислової бази, використовуючи наявну інфраструктуру та розвиваючи галузеві зв'язки, які з'єднують різні ланки ланцюжка створення вартості у сфері відновлюваної енергетики. Це включає зміцнення логістики для ланцюгів постачання відновлюваної енергії, створення індустріальних парків зі стабільним доступом до відновлюваної енергії та вивчення потенціалу перепрофілювання існуючих виробничих майданчиків.

Паралельно з цим, Україна має посилити свою стратегію щодо критично важливих корисних копалин, визначивши шляхи створення доданої вартості на внутрішньому ринку та позиціонування себе як довгострокового партнера як для ЄС, так і для світових ринків.

Механізми фінансової підтримки матимуть вирішальне значення для стимулювання зростання, зокрема через спеціальні схеми фінансування, які включають пільгові кредити, державні гарантії та державну підтримку. За нинішніх ринкових умов висока вартість фінансування нівелює структурні переваги України, роблячи багато великомасштабних інвестицій у виробництво економічно нежиттєздатними. Таким чином, для України пільгове фінансування - через гранти, гарантії або дешеві кредити - може значно підвищити життєздатність проектів

Заходи з боку попиту, такі як прискорення впровадження відновлюваних джерел енергії, посилення лібералізації ринку та запровадження корпоративних угод про закупівлю електроенергії (РРА), сприятимуть подальшому зміцненню ринкового середовища для "зелених" технологій. У регуляторній сфері більш узгоджена промислова політика та цільова програма залучення прямих іноземних інвестицій (ПІІ) забезпечать чіткі рамки, необхідні для масштабних інвестицій у виробництво. Це має бути доповнено потужною програмою розвитку трудових ресурсів і навичок, з цільовими ініціативами з перекваліфікації та національною системою сертифікації "зелених" навичок, що забезпечить робочу силу, підготовлену до "зеленого" переходу. Нарешті, Україна повинна інвестувати в дослідження і розробки, сприяти розвитку державно-приватного партнерства і створювати інноваційні центри для стимулювання розвитку зелених технологій. Ці спільні зусилля не лише сприятимуть економічному відновленню, але й позиціонуватимуть Україну як ключового гравця у майбутньому Європи у сфері відновлюваної енергетики.

Зміст

Резюме	3
1. Вступ	6
2. Ширший глобальний контекст	7
2.1. Глобальний енергетичний перехід та зростання попиту на зелені технології	7
2.2. Виробництво зелених технологій та промислова політика	10
3. Стратегічне обґрунтування локалізації виробництва відновлюваних технологій в Україні	12
3.1. Реконструкція та перехід на відновлювану енергетику, що стимулюють внутрішній попит	13
3.2. Посилення інтеграції з європейськими ринками відновлюваної енергетики	14
3.3. Економічне зростання та відновлення на основі розвитку промисловості	15
4. Промислове середовище в Україні	16
4.1. Промислова база	16
4.2. Критичні сировинні ресурси	20
4.3. Доступ до фінансування	22
4.4. Трудові ресурси та навички	24
4.5. Дослідження, розробки та інновації	25
4.6. Політика та регуляторна база	26
5. Аналіз технологій	28
5.1. Сонячні фотоелектричні станції	28
5.2. Вітрові турбіни	44
5.3. Літій-іонні батареї	59
6. Обговорення та політичні наслідки	69
7. Висновки	81
8. Список використаних джерел	84

1. Вступ

Глобальний енергетичний перехід від викопного палива призводить до стрімкого зростання попиту на різноманітні "зелені" технології.¹ У процесі декарбонізації енергетичного сектору сонячна фотоелектрика (ФЕ) та вітрові турбіни є двома найуспішнішими технологіями відновлюваної енергетики, вартість яких стрімко знижується, що призводить до все більшого поширення. За останні десятиліття також значно зросло використання літій-іонних акумуляторів, спочатку в побутовій електроніці, але дедалі більше - в електромобілях, а також для зберігання електроенергії. Оскільки попит на "зелені" технології продовжує зростати в найближчі десятиліття, зростатиме і тиск на виробників та постачальників з метою забезпечення виробництва цих технологій у достатніх масштабах. Для вже існуючих країн-виробників такий підвищений попит може призвести до розширення виробництва, але для багатьох інших це може забезпечити "зелене вікно можливостей" для стрибка у виробництво цих передових зелених технологій.²

Для України локалізація ланцюжків доданої вартості зелених технологій може забезпечити низку значних економічних можливостей. Енергетичний сектор України став найбільш серйозною мішенню для Росії з початку незаконного вторгнення в лютому 2022 року. Енергетична стратегія до 2050 року та Національний план з енергетики та клімату до 2030 року передбачають важливість переходу до більш зеленої, децентралізованої енергетичної системи, з очікуваним значним збільшенням використання сонячних фотоелектричних установок, вітроенергетики та накопичувачів енергії.³ Такий великий внутрішній попит може стати першою важливою передумовою для локалізації виробництва, але майбутній вступ України до Європейського Союзу також забезпечує важливий потенційний експортний ринок, на якому українське виробництво технологій відновлюваної енергетики (і торгівля енергією) може сприяти реалізації європейського порядку денного з декарбонізації. Виробничий сектор традиційно відіграє важливу роль в економіці України, і деякі високотехнологічні виробництва, в тому числі в енергетичному секторі, вже існують. Таким чином, перезапуск промислового сектору дасть значний поштовх економіці, сприяючи створенню робочих місць, зростанню заробітної плати, експортних надходжень та додатковому попиту в промисловості - все це є критично важливими факторами для відновлення економіки України.

Це дослідження має на меті надати першу, наскільки нам відомо, комплексну оцінку потенціалу для локалізації виробництва трьох ланцюжків доданої вартості "зелених" технологій - сонячних фотоелектричних установок, вітроенергетики та літій-іонних батарей - в Україні. Звіт містить якісний та кількісний аналіз конкурентоспроможності трьох ланцюгів створення вартості, порівнюючи потенціал України з іншими світовими та регіональними виробниками. Звіт також містить огляд необхідної підтримки, а також економічний вплив та внесок, який локалізація виробництва може мати для України. Звіт покликаний стати першим кроком на шляху до зацікавлення інвесторів у створенні виробничого простору зелених технологій в Україні, а також представити дорожню карту необхідних політичних кроків, необхідних для розблокування та каталізації інвестицій у цей простір.

Аналіз, представлений у цьому звіті, ґрунтується на поєднанні кількісних та якісних методів. Процес дослідження включав первинне дослідження та збір даних, а також напівструктуровані інтерв'ю з ключовими українськими та міжнародними виробниками обладнання, галузевими асоціаціями, розробниками проектів та політиками, а також іншими зацікавленими сторонами. Дані про українські витрати були отримані безпосередньо від місцевих виробників, тоді як міжнародні показники були взяті з галузевих публікацій та баз даних з відкритим доступом. Було проведено всебічний огляд літератури, який було доповнено додатковими експертними інтерв'ю та думками, що також мали фундаментальне значення для розробки багатьох припущень, покладених в основу як кількісного, так і якісного аналізу.

Звіт складається з шести основних розділів. Розділ 2 містить огляд більш широкого глобального контексту, зосереджуючи увагу на зростаючому попиті на сонячні фотоелектричні установки, вітрові турбіни та літій-іонні акумулятори в світлі глобального енергетичного переходу, а також надає перший огляд еволюції виробничого ландшафту та важливості промислової

політики в цьому процесі. Розділ 3 зосереджується на Україні, окреслюючи фундаментальне обґрунтування локалізації виробничих технологій відновлюваної енергетики, включаючи потенційні можливості та вигоди. Розділ 4 містить оцінку стану високотехнологічного виробничого сектору України з розбивкою на різні ключові компоненти, що мають відношення до потенційної локалізації технологій зеленої енергетики. Розділ 5, у свою чергу, містить короткий огляд ланцюжків доданої вартості технологій відновлюваної енергетики та кількісний і якісний аналіз трьох обраних технологій, включаючи основні висновки щодо потенційної конкурентоспроможності локалізованих в Україні виробництв. У Розділі 6 результати дослідження обговорюються в більш широкому контексті, приділяючи особливу увагу необхідним політичним реформам для підвищення майбутньої конкурентоспроможності галузей, а в Розділі 7 наводяться заключні висновки та пропонується дорожня карта політики.

2. Ширший глобальний контекст

Глобальний поштовх до декарбонізації різко збільшує попит на технології відновлюваної енергетики, включаючи сонячні фотоелектричні установки, вітрові турбіни та літій-іонні акумулятори. Цей підвищений попит разом із ключовими економічними, стратегічними та геополітичними факторами докорінно змінює глобальний ландшафт виробництва зелених технологій, потенційно надаючи можливість новим учасникам приєднатися до цих виробничо-збутових ланцюжків. У наступних розділах представлено огляд ключових чинників попиту, щоб продемонструвати масштаби можливостей, перш ніж представити ширший виробничий ландшафт.

2.1. Глобальний енергетичний перехід і зростання попиту на "зелені" технології

Швидкі темпи глобального потепління та зміни клімату посилюють тиск на країни з метою прискорення глобального енергетичного переходу від викопних видів палива до більш екологічно чистих і сталих джерел енергії. Підписання Паризької угоди 2015 року заклало основу для цього, погодившись обмежити зростання середньої глобальної температури на рівні значно нижчому за 2°C порівняно з доіндустріальним рівнем, водночас докладаючи зусиль, щоб обмежити його до 1,5°C порівняно з доіндустріальним рівнем.⁴

Особливо в секторах виробництва та транспортування електроенергії, темпи технологічних інновацій та зниження витрат значно покращили доступність "зелених" рішень, здатних замінити застарілі активи, що працюють на викопному паливі. Однак для прискорення енергетичного переходу та досягнення нульового рівня викидів до середини століття необхідне значне нарощування потужностей відновлюваної енергетики, включаючи сонячні фотоелектричні станції, вітрові електростанції та акумуляторні батареї. У 2021 році енергетика відповідала за понад 75% усіх глобальних викидів парникових газів, причому на сектор електроенергетики та теплопостачання припадало близько 30% від загального обсягу глобальних викидів парникових газів. Крім того, на транспортний сектор припадає ще 14% світових викидів парникових газів, що підкреслює необхідність швидкого впровадження електромобілів (що працюють на відновлюваній електроенергії) у всіх основних транспортних сегментах.⁵

Тим не менш, темпи впровадження технологій відновлюваної енергетики різко прискорилися за останні кілька десятиліть. Якщо у 2000 році сумарна встановлена потужність сонячних фотоелектричних станцій та наземних і морських вітрових електростанцій становила лише 0,5% від загальної потужності виробництва електроенергії, то до кінця 2024 року ця цифра зросла до 31,2%. Крім того, з 2017 року на сонячну та вітрову енергетику разом стабільно припадає понад 50% від загальної кількості нових встановлених генеруючих потужностей, а у 2024 році цей показник сягне 89% від загальної кількості встановлених потужностей.⁶

Рисунок1 . Встановлена потужність сонячних фотоелектричних станцій, наземних та офшорних вітрових електростанцій



Джерело: IRENA, n.d.

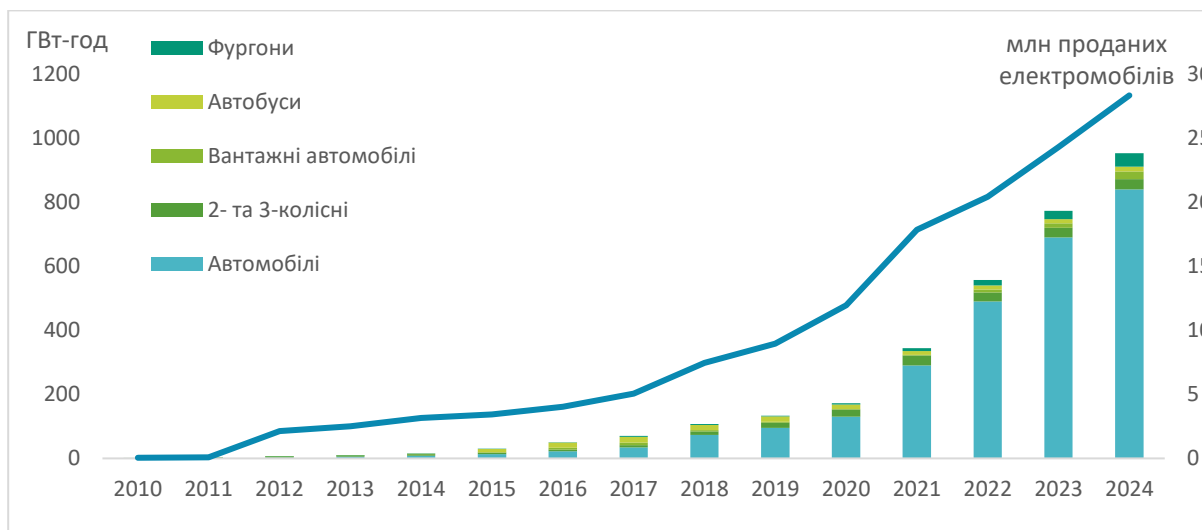
Хоча розгортання "зелених" технологій відбувається в усьому світі, Китай домінує за загальною встановленою потужністю. У сегменті сонячних фотоелектричних станцій на Китай припадає майже 48% загальної встановленої потужності, або 887 ГВт, а на наступні чотири країни - США, Японію, Німеччину та Індію - сукупно припадає 24% або 445 ГВт. Схожа картина спостерігається і в сегментах наземної та офшорної вітроенергетики, де на Китай припадає 46% або 483 ГВт і 49% або 39 ГВт від загальної світової потужності, відповідно. На частку США, Німеччини, Індії та Іспанії в сукупності припадає 30% загальної світової потужності, або 320 ГВт, тоді як сегмент офшорної вітроенергетики більш сконцентрований в Європі, де на Великобританію, Німеччину, Данію та Нідерланди припадає 40% всіх розгорнутих потужностей.

Масштабне збільшення річних потужностей - 452 ГВт сонячних фотоелектричних станцій та 113 ГВт вітрових станцій лише у 2024 році - відбулося насамперед за рахунок Китаю, хоча темпи розгортання зросли у всьому світі. У 2024 році Китай ще більше посилив своє домінування у розгортанні відновлюваної енергетики, на його частку припадало 62% нових сонячних фотоелектричних потужностей і 72% нових наземних вітрових потужностей.⁷

Зростання встановленої потужності відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) супроводжується збільшенням потреби в гнучкості енергосистеми та зберіганні електроенергії на періоди з меншою кількістю відновлюваної генерації. Акумуляторні батареї відіграють центральну роль як у забезпеченні гнучкості завдяки швидкому реагуванню на зміни попиту та пропозиції, так і в можливості зберігати електроенергію, що сприяє збільшенню загальної частки ВДЕ в загальному обсязі виробництва електроенергії. За даними Bloomberg New Energy Finance (BNEF), у 2014 році було встановлено перший повний ГВт світових потужностей акумуляторних батарей, які до 2023 року стрімко зросли до понад 71 ГВт, тобто всього за десятиліття.⁸

Ще більш значне зростання спостерігається в сегменті електромобільності, який значною мірою покладається на літій-іонні акумулятори. Якщо у 2010 році продажі легкових електромобілів (EV) у світі становили 7 000 автомобілів, то до 2024 року ця цифра злетіла до 17,5 мільйонів.⁹ У той час як пасажирський сегмент продовжує стимулювати попит, інші види електромобілів, включаючи фургони, автобуси, вантажівки та електричні дво- і триколісні транспортні засоби, зазнали значного зростання попиту, що призвело до масового збільшення ємності літій-іонних акумуляторів. Якщо у 2010 році загальна ємність літій-іонних акумуляторів у всьому електротранспорті становила менше 1 ГВт-год, то до 2024 року вона досягла 953 ГВт-год, з яких 840 ГВт-год припадало на легкові автомобілі.

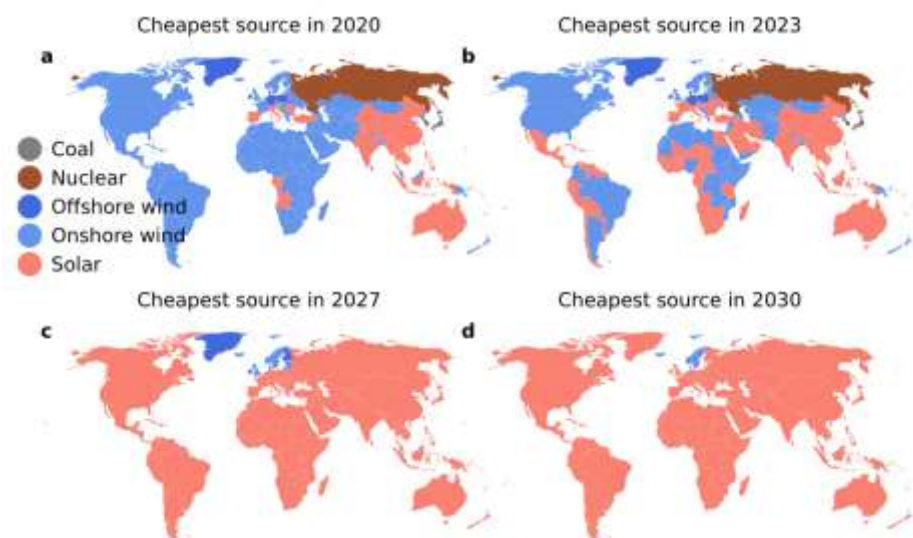
Рисунок2 . Попит на акумулятори в електромобільності



Джерело: Міжнародне енергетичне агентство (2025)

Зниження вартості суттєво сприяло швидкому впровадженню відновлюваних джерел енергії, акумуляторних батарей та електромобілів. Сонячна фотоелектрична енергетика вже є найдешевшим джерелом електроенергії в багатьох регіонах - навіть з урахуванням акумуляторних батарей - і, як очікується, стане найбільш економічно ефективним варіантом у світі до 2027 року, з вирівняною собівартістю виробництва електроенергії (LCOE) близько 35 доларів США/МВт-год.¹⁰ Вітроенергетика розвивається за схожою траєкторією, хоча і з вищими витратами. У 2024 році наземна вітроенергетика мала середню LCOE на рівні 75 доларів США/МВт-год, яка, за прогнозами, знизиться на 42% до 2060 року. Очікується, що за той самий період вартість офшорної вітроенергетики знизиться на 67% - до 230 доларів США/МВт-год.¹¹ До 2023 року, з урахуванням вартості акумуляторів, наземна вітроенергетика буде найдешевшим варіантом у багатьох країнах. Аналогічно, за останнє десятиліття вартість акумуляторів різко знизилася: з 780 доларів США/кВт у 2013 році до 139 доларів США/кВт у 2023 році, тобто на 82%.¹²

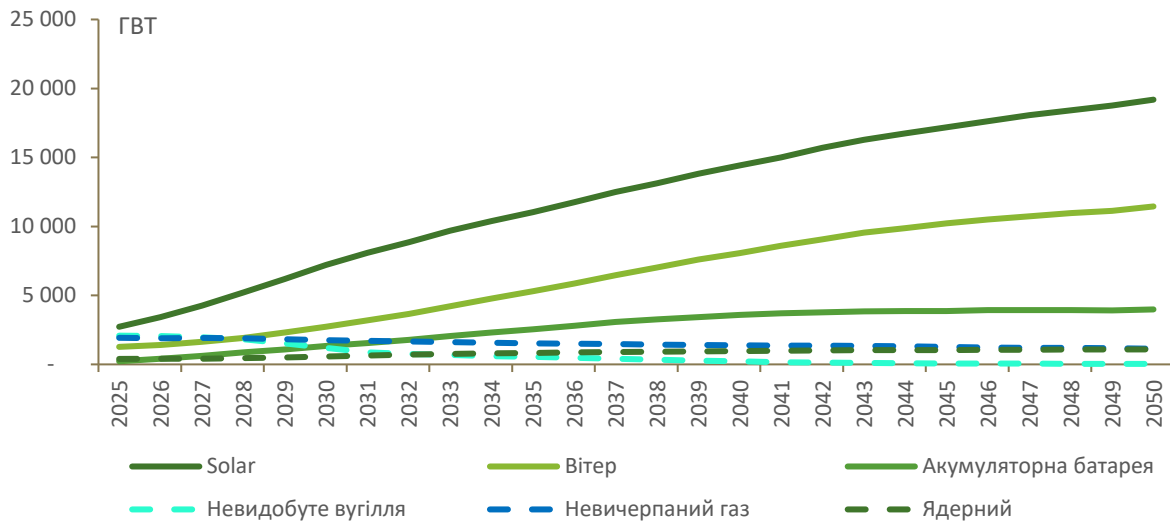
Рисунок3 . Технологія з найнижчим показником LCOE, включаючи витрати на довгострокове зберігання



Джерело: Nijse (2023). На кожній карті показано 70 регіонів ЕЗМЕ: у 2020 році (a), 2023 році (b), 2027 році (c) та 2030 році (d). Найбільший зсув відбувається між 2020 і 2027 роками, коли цілий ряд технологій поступається місцем сонячним фотоелектричним установкам як найдешевшому джерелу електроенергії.

Однак, оскільки темпи розгортання цих технологій ще більше прискорюються з метою декарбонізації глобальних енергетичних систем та досягнення цілей нульового рівня викидів, очікується значно більше розгортання потужностей "зелених" технологій. Один з таких прогнозів глобального нульового сценарію від BNEF демонструє масштаби розгортання сонячних фотоелектричних установок, вітроенергетики та акумуляторних батарей.

Рисунок4 . Прогнозована встановлена енергетична потужність за джерелами (2025-2050)



Джерело: BNEF New Energy Outlook (2024). Примітка: Сценарій чистого нуля 2050 року.

Згідно з цим сценарієм, встановлена сонячна фотоелектрична потужність має зрости на понад 600% між 2025 і 2050 роками до понад 19 000 ГВт, вітрова потужність має досягти майже 11 500 ГВт (зростання на 800%), а потужність мережевих акумуляторних батарей має збільшитися майже до 4000 ГВт, що становить монументальне зростання на 1600%.¹³ У глобальному масштабі ці прогнози означають, що до 2025 року встановлена потужність сонячних фотоелектричних станцій перевищить потужність вугільних електростанцій, а до 2028 року вітрові потужності випередять вугільну енергетику.¹⁴ В Європейському Союзі план REPowerEU встановлює цільові показники у 592 ГВт встановленої сонячної та 500 ГВт вітрової потужності, щоб не відставати від курсу на досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року.¹⁵

Очікується, що з подальшою інтеграцією відновлюваних джерел енергії в глобальні мережі попит на акумуляторні накопичувачі також різко зросте. Щоб відповідати глобальному шляху до нульового рівня викидів, до 2030 року потужність акумуляторних накопичувачів має зрости до 1330 ГВт, але ще більш значним фактором попиту на акумулятори стане декарбонізація транспортного сектору, особливо в рамках амбітного сценарію нульового рівня викидів. За оцінками Глобального прогнозу розвитку електромобілів MEA, до 2030 року, за сценарієм STEPS, у світі буде продано близько 75 мільйонів електромобілів, що на 160% більше, ніж у 2024 році.¹⁶ Це також означає значну кількість акумуляторних батарей, необхідних для живлення цих електромобілів, яка, за оцінками, сягне понад 3200 ГВт-год за тим же сценарієм, що на 240% більше порівняно з 2024 роком.

2.2. Виробництво зелених технологій та промислова політика

Усі наявні дані вказують на дуже високий потенціал зростання ринку відновлюваних технологій як у короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі. З огляду на стрімке зростання впровадження всіх трьох технологій та очікуваний попит, сектори "зеленої" промисловості стають дедалі більш прибутковими для країн, забезпечуючи значний позитивний внесок з точки зору зайнятості та підвищення кваліфікації, економічної доданої вартості, експортних надходжень, досліджень і розробок, технологічного вдосконалення та податкових надходжень.¹⁷

Таким чином, глобальний енергетичний перехід не лише змінює форму електроенергетичних систем, але й перекроює глобальну карту промислової конкурентоспроможності. Цей зсув створює нову промислову гонку, в центрі якої - зелені технології та ланцюжки доданої вартості, що їх підтримують. Якщо ланцюги доданої вартості на основі викопного палива були капіталомісткими і географічно сконцентровані в багатих на ресурси країнах, то нові "зелені" ланцюги доданої вартості є більш модульними, технологічно інтенсивними і залежать від рішень промислової політики. Як наслідок, здатність локалізувати сегменти цих ланцюгів доданої вартості стає центральним стратегічним питанням для країн, які прагнуть забезпечити енергетичну стійкість, отримати вигоду від промислового зростання та посилити геополітичні важелі впливу.¹⁸

Деякі з цих процесів безпосередньо пов'язані з геополітичною конкуренцією та питаннями безпеки. Наразі Китай є безсумнівним лідером у світовому виробництві і займає домінуючу позицію у більшості ланцюжків створення вартості сонячних фотоелектричних систем та літій-іонних батарей, а також лідируючі позиції у виробництві вітрових турбін.¹⁹ Важливо, що, хоча країна має потужну власну мінерально-сировинну базу, в тому числі є лідером з видобутку багатьох важливих мінеральних ресурсів, необхідних для "зелених" технологій (див. розділ 4.2), вона, безумовно, є найбільшим переробником і нафтопереробником критично важливих мінералів у світі, що має значний вплив і викликає занепокоєння в Брюсселі та Вашингтоні. Такі концентровані ланцюги поставок становлять системні ризики.²⁰ Пандемія COVID-19, за якою послідувала глобальна енергетична криза і нова геополітична фрагментація, підкреслила вразливість надмірної залежності від кількох вузлів постачання. Затримки, цінові шоки та обмеження експорту критично важливих ресурсів спонукали багато урядів і компаній переглянути структуру своїх ланцюгів постачання. Як наслідок, такі концепції, як "дружній шорінг", "оншорінг" та "стійкість ланцюгів поставок" стали невід'ємними складовими енергетичних та промислових стратегій.²¹

У відповідь на ці виклики та можливості "зелена" промислова політика швидко стає центральним елементом економічної стратегії багатьох країн. Найяскравішим прикладом є Закон США про зниження інфляції (IRA), який пропонує податкові пільги та субсидії, чітко прив'язані до місцевої складової та вітчизняного виробництва. До них відносяться виробничі стимули для сонячних пластин, елементів живлення, модулів і критично важливих мінералів. Європейський Союз через Закон про промисловість з нульовим рівнем викидів (Net-Zero Industry Act, NZIA) рухається у схожому напрямку, вживаючи заходів для спрощення отримання дозволів на виробництво чистих технологій, полегшення доступу до фінансування та визначення пріоритетності стратегічних проєктів для державних закупівель і прискореного отримання дозволів. У той час як IRA вже принесла значні інвестиції, NZIA не була підтримана таким же обсягом фінансування, і результати ще попереду.²²

У Китаї "зелена" промислова політика вже давно стала ключовим фактором домінування в ланцюгах створення вартості у сфері чистих технологій. Державні інвестиції, скоординовані дослідження та розробки, а також стратегії масштабування, орієнтовані на експорт, перетворили Китай на глобальний виробничий центр зелених технологій. Тим часом країни з економікою, що розвивається, такі як Індія, Індонезія, В'єтнам та Малайзія, впроваджують цільові стимули для локалізації сегментів виробництва та залучення прямих іноземних інвестицій. Промислова політика більше не зводиться виключно до порівняльних переваг; вона спрямована на розбудову потенціалу в галузі технологій майбутнього за допомогою скоординованих дій державного та приватного секторів. Відродження промислової політики створює унікальний момент для нових учасників, щоб визначити ніші і вписатися в нову зелену промислову архітектуру.

Для країн, які ще не мають досвіду у виробництві екологічно чистої енергії, підйом зеленої промислової політики може створити рідкісну можливість для стрибка у високоприбуткові сегменти глобального ланцюга доданої вартості. У той час як для одних країн це може означати подальше розширення видобутку мінеральних ресурсів або, можливо, вихід на переробку мінеральної сировини, для інших це може означати локалізацію частини або всього ланцюжка доданої вартості зелених технологій. Деякі з них зможуть забезпечити важливе обладнання для

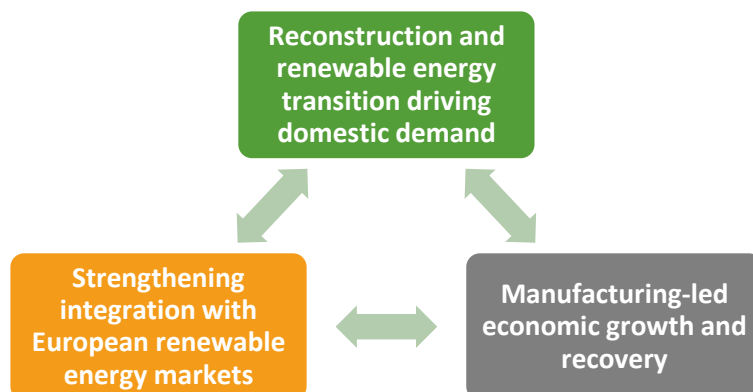
ланцюгів доданої вартості без локалізації основних сегментів, тоді як інші можуть зосередитися на переробці та вторинному видобутку корисних копалин як на шляху до прогресу. Деякі країни намагатимуться зробити стрибок у високотехнологічні сегменти, тоді як інші можуть піти повільнішим шляхом через проміжні продукти, поступово нарощуючи потенціал. Для всіх цих варіантів існує безліч прикладів країн, які вже розробили та впровадили стратегії та промислову політику, але очевидно, що не існує універсальної моделі, яку можна було б застосувати.

Важливо зазначити, що хоча локалізація ланцюжків доданої вартості зелених технологій дійсно може створити "зелені вікна можливостей" і призвести до позитивних результатів для деяких країн, цей процес не буде рівномірним. Необхідність проводити промислову політику, яка часто вимагає значних бюджетних ресурсів, може заблокувати багато перспективних країн, а також призвести до подальшої концентрації виробничих потужностей і переваг у вже багатих країнах глобальної Півночі. Хоча ця оцінка виходить за рамки цього звіту, ця фундаментальна дискусія з питань розвитку є дуже актуальною для України як з точки зору її історичної та поточної економічної ситуації, так і з точки зору бачення економічного відновлення та реконструкції за допомогою промисловості та "зеленого" зростання на основі розвитку промисловості.

3. Стратегічне обґрунтування локалізації виробництва відновлюваних технологій в Україні

Вторгнення Росії в Україну призвело до значних руйнувань в економіці, енергетичній системі та ширшій інфраструктурі країни. Тим не менш, триваюча реконструкція та довгостроковий стратегічний розвиток як економіки, так і енергетичного сектору країни надають можливість відновити країну краще, використовуючи зелені технології в основі більш стійкої реконструкції. Хоча існує очевидна потреба у прискореному впровадженні відновлюваних джерел енергії та акумуляторних батарей, цей підвищений попит у поєднанні з іншими стратегічними можливостями може також створити умови для локалізації виробництва ланцюжка створення вартості зелених технологій в Україні. У наступних трьох підрозділах представлено стратегічне обґрунтування потенціалу локалізації виробництва та продемонстровано ключові потенційні переваги.

Рисунок 5 . Стратегічне обґрунтування локалізації виробництва ланцюжка створення доданої вартості зелених технологій в Україні

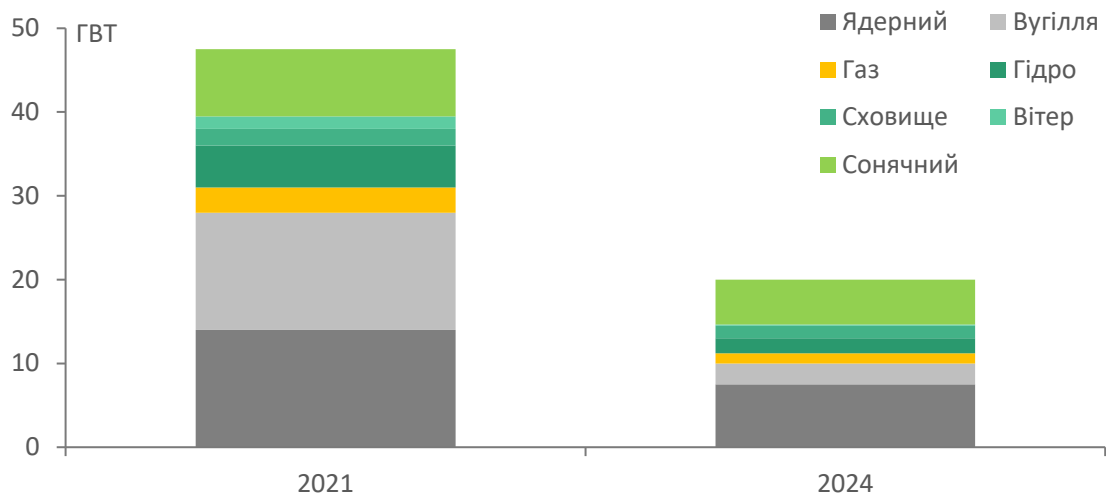


Джерело: Ілюстрація авторів

3.1. Реконструкція та перехід на відновлювану енергетику стимулюють внутрішній попит

Внутрішній попит на технології відновлюваної енергетики в Україні зумовлений як загальними потребами післявоєнної відбудови, так і більш широким стратегічним відходом від викопних видів палива. Таким чином, перед країною стоїть подвійне завдання: відновлення сильно пошкодженої інфраструктури та одночасне прискорення переходу до більш "зеленої" енергетичної системи, необхідної для довгострокової економічної конкурентоспроможності та виконання міжнародних кліматичних зобов'язань України.

Рисунок 6 . Встановлені генеруючі потужності в Україні, 2021 р. проти 2024 р.



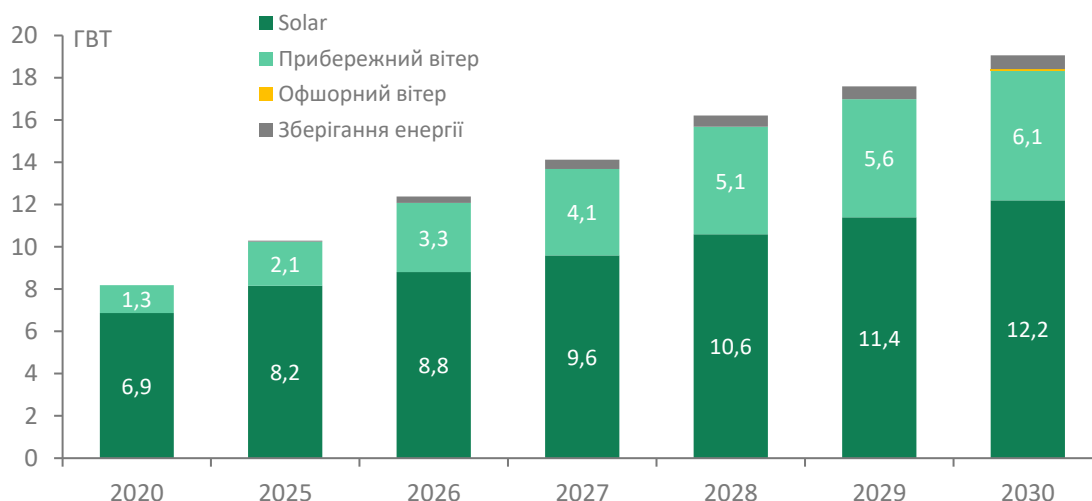
Джерело: МЕА (2024), Розширення можливостей України через децентралізовану електроенергетичну систему, МЕА, Париж, [посилання](#), ліцензія: CC BY 4.0

Війна суттєво підірвала енергосистему України, зруйнувавши або окупувавши приблизно 27 ГВт генеруючих потужностей. Було втрачено близько ~82% всіх теплових електростанцій, ~64% всіх гідроелектростанцій та ~45% потужностей атомних електростанцій. ~30% сонячних і ~90% вітрових електростанцій було зруйновано, пошкоджено або окуповано під час війни.

Ця значна шкода також призвела до фундаментальної переоцінки енергетичної стратегії України. Відновлювані джерела енергії, зокрема сонячна та вітрова енергетика, все частіше визнаються важливими компонентами енергетичного майбутнього України через їхню стійкість до цілеспрямованих атак, що впливає з їхньої децентралізованої природи. У поєднанні з акумуляторними системами зберігання енергії (BESS) ці відновлювані джерела можуть значно підвищити стабільність та інтеграційні можливості енергосистеми. Відповідно, довгострокові стратегічні плани встановлюють амбітні цілі щодо розширення технологій відновлюваної енергетики, що свідчить про значне збільшення потужностей і зумовлює необхідність їх широкомасштабного розгортання протягом наступних десятиліть. Цей перехід, природно, створить стійкий попит на технології відновлюваної енергетики та пов'язані з ними компоненти й обладнання.

В рамках своїх кліматичних зобов'язань Україна прагне скоротити викиди парникових газів на 65% порівняно з 1990 роком до 2030 року, а також досягти 27% частки відновлюваної енергії в загальному кінцевому енергоспоживанні за той самий час. Крім того, країна прагне диверсифікувати свої джерела енергії та маршрути постачання, обмеживши залежність від будь-якого одного постачальника не більше ніж до 30%, як зазначено в Національному плані з енергетики та клімату (НПЕК) на період до 2030 року.

Рисунок 7. Українські сонячні фотоелектричні, вітрові та накопичувальні потужності (2025-2030 рр.)



Джерело: Національний план України на 2025-2030 роки (2024).

Згідно з Національним планом дій з відновлюваної енергетики України на період до 2030 року, потужність сонячних електростанцій зросте до 12,2 ГВт, а вітрових - до 6,2 ГВт. У 2024 році, за оцінками Berlin Economics, до 2030 року загальна потужність сонячних фотоелектричних станцій може зрости до 14 ГВт.²³ Паралельно набирає обертів розвиток мережових накопичувачів енергії - до 2030 року потужність літій-іонних акумуляторів має досягти 0,6 ГВт (порівняно з фактично нульовим показником 2020 року). Зростання ринку електромобілів також стимулює попит на акумулятори.

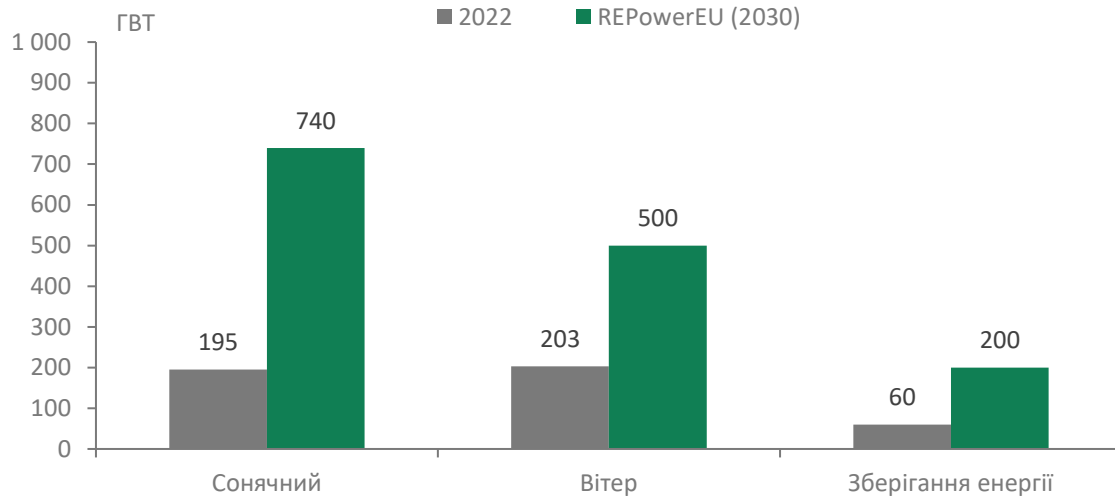
Локалізація виробництва технологій відновлюваної енергетики допоможе зменшити залежність від імпорту та задовольнити внутрішні потреби. До війни імпорт енергетичного обладнання становив 1,4% від загального імпорту (0,9 млрд євро), а до 2023 року він зріс до 2,7% (1,6 млрд євро), що відображає масштаби руйнувань та обмеженість внутрішніх виробничих потужностей.²⁴ Стратегічний поштовх до локалізації не лише посилить енергетичну безпеку - зменшивши вразливість до глобальних перебоїв у ланцюгах постачання та геополітичних ризиків - але й слугуватиме подвійній меті: вирішенню нагальної реконструкції енергетичної системи України та підтримці її довгострокового переходу до чистої енергетики.

3.2. Посилення інтеграції з європейськими ринками відновлюваної енергетики

Локалізація виробничо-збутових ланцюжків зелених технологій не лише задовольнить внутрішній попит, але й може сприяти подальшій інтеграції України в європейські ланцюжки поставок, відкриваючи доступ до ширшого ринку ЄС. Завдяки своїй географічній близькості, значному потенціалу відновлюваної енергетики та інтеграції в ЄС, країна має всі передумови для того, щоб стати довгостроковим енергетичним партнером. Окрім перспективи експорту "зеленої" електроенергії та водню, які вже обговорювалися і частково розроблені, Україна вже почала експортувати біометан до Європи, а також може стати виробничим центром, що обслуговує зростаючий ринок ЄС у сфері обладнання для відновлюваної енергетики.

ЄС зобов'язався скоротити викиди парникових газів щонайменше на 55% до 2030 року і на 90% до 2040 року порівняно з рівнем 1990 року. Для досягнення цієї мети частка відновлюваної енергії повинна досягти 42,5% до 2030 року, а за планом REPowerEU - 45%, що значно збільшує попит на технології відновлюваної енергетики.

Рисунок 8 . Встановлені потужності ВДЕ в ЄС, 2022 р. проти 2030 р.



Джерело: Ілюстрація авторів на основі цілей REPowerEU.

До 2030 року на ВДЕ припадатиме 66% виробництва електроенергії в ЄС, а потужності сонячної генерації зростуть до 623-672 ГВт (більш ніж втричі порівняно з рівнем 2022 року). Вітроенергетика також значно зросте, досягнувши 450 ГВт порівняно з 204 ГВт у 2022 році.²⁵ Крім того, ЄС має намір збільшити потужності зберігання енергії до 200 ГВт до 2030 року і 600 ГВт до 2050 року в рамках плану REPowerEU, що майже в десять разів більше, ніж у 2022 році. Водночас ЄС прагне задовольнити 89% свого внутрішнього попиту на літій-іонні батареї, хоча виробники прогнозують, що він зможе покрити лише 50-60% попиту.²⁶

Україна могла б стратегічно використати це зростання ринку, постачаючи технології відновлюваної енергетики, залучаючи інвестиції та розширюючи експорт. Це чітко визначено в Національному плані відновлення, який надає пріоритет локалізації виробництва обладнання для відновлюваної енергетики²⁷ та розвитку гігафабрики для інтеграції в європейські ланцюги доданої вартості.²⁸

3.3. Економічне зростання та відновлення на основі розвитку промисловості

Війна серйозно вплинула на економіку України: у 2022 році ВВП впав на 28,8%. Особливо постраждав виробничий сектор через руйнування об'єктів, перебої в електропостачанні та втрату людського капіталу.²⁹

Історично виробничий сектор був основним рушієм економічного зростання завдяки зростаючій віддачі від масштабу, вищій продуктивності праці та доброзесним циклам.³⁰ Розвиток виробництва відновлюваних джерел енергії допоможе диверсифікувати економіку, зменшити залежність від аграрного сектору, стимулювати інвестиції та зайнятість.^{31,32} Виробничі зв'язки з металургією та машинобудуванням можуть сприяти технологічному розвитку, тоді як більша інтеграція науки та освіти забезпечить довгострокову модернізацію людських ресурсів. Зростання виробництва обладнання для відновлюваної енергетики може призвести до позитивних виробничих зв'язків з іншими секторами, в тому числі високотехнологічними секторами, які є ключовими для нинішніх зусиль України, а також може стимулювати технологічні перетікання в інші сектори. Таким чином, локалізація відновлюваної

енергетики може стати ключовим шляхом для відновлення, сталого розвитку та міжнародної конкурентоспроможності України.

Таким чином, локалізація виробництва технологій відновлюваної енергетики в Україні є потужним рішенням для вирішення нагальних потреб реконструкції, підтримки довгострокового економічного відновлення та стратегічної інтеграції України в європейський ландшафт відновлюваної енергетики. Забігаючи наперед, важливо оцінити поточний стан промислового сектору України, зокрема ключові особливості його виробничої бази, яка відіграватиме життєво важливу роль у розвитку високотехнологічних галузей, таких як виробництво технологій відновлюваної енергетики.

4. Українське промислове середовище

Оцінка потенціалу локалізації виробництва відновлюваної енергетики в Україні в першу чергу вимагає аналізу існуючого промислового контексту та існуючих зв'язків. Цей розділ містить огляд поточного стану галузі та ключових факторів для локалізації виробництва сонячних фотоелектричних установок, вітрових турбін та літій-іонних акумуляторів. Локалізація виробництва цих ланцюгів доданої вартості залежить не лише від наявності основних виробничих потужностей, але й від додаткових факторів, таких як транспорт і логістика для переміщення великих компонентів, розвинений ІТ-сектор для інтеграції цифрових рішень у виробничі процеси, а також динамічна екосистема стартапів для сприяння інноваціям у дизайні та матеріалах. Розуміння того, як ці елементи взаємодіють з промисловою базою, допомагає визначити, в чому полягають сильні сторони України та де потрібні стратегічні інвестиції, щоб заповнити прогалини, тим самим створюючи конкурентоспроможну та стійку базу для виробництва обладнання для відновлюваної енергетики.

4.1. Промислова база

Щоб зрозуміти поточний стан та значення промислового сектору України, у цьому розділі розглядається загальна галузева структура та склад промисловості, а також рівень складності економіки країни.

Огляд та розбивка за секторами

Промислове виробництво України формується трьома основними галузями: видобувною (гірничодобувною), переробною та енергетичною, причому на частку переробної промисловості припадає 56% всієї промислової вартості. Після повномасштабного вторгнення всі сектори зіткнулися зі значним скороченням обсягів виробництва - на 22% з 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
Видобувна промисловість	18.5	12.8	12.7	11.2
<i>З них: добування металевих руд</i>	9.7	6.7	4.2	3.7
Переробна промисловість	81	55.9	63.4	56
<i>З них: Продукти харчування, напої, тютюнові вироби</i>	26.1	18	24	21.2
<i>З них: Металургія</i>	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 пари	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, н.д. Цифри в номінальних значеннях.

Гірничодобувна галузь, зокрема видобуток металевих руд, була добре розвинена в Україні. Через повномасштабне вторгнення Росії загальний обсяг видобутку скоротився з 18,5 млрд євро до 12,7 млрд євро у 2024 році, але видобуток газу, нафти та будівельних матеріалів залишився близьким до довоєнного рівня.

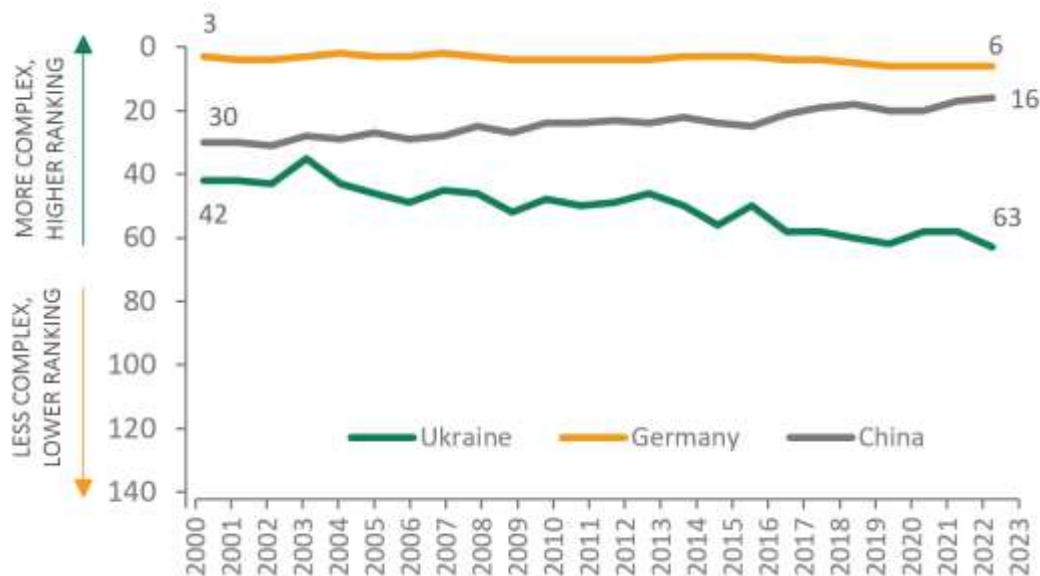
Металургійний сектор найбільше постраждав під час війни, його виробництво впало більш ніж на 60% з 18,9 млрд євро у 2021 році до 7,2 млрд євро у 2024 році. Історично сконцентрована на сході України важка промисловість (включаючи гірничодобувну та металургійну) зазнала серйозних втрат під час війни через руйнування ключових об'єктів, таких як "Азовсталь", Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча та Авдіївський коксохімічний завод. Повномасштабне вторгнення спричинило різке скорочення видобутку сировини через зниження внутрішнього попиту та значні перебої в логістиці, включаючи втрату Бердянського порту та блокаду інших. Перебої з енергопостачанням та бойові дії, що тривають, ще більше послабили показники сектору. Тим не менш, металургійний сектор України може бути корисним для забезпечення матеріалами, необхідними для виробництва кількох ключових компонентів технологій відновлюваної енергетики.³³

Незважаючи на поточні виклики, випуск продукції машинобудування продемонстрував зростання у 2021-2024 роках. Воно збільшилося на 23%, з 7,5 млрд євро до 9,2 млрд євро, головним чином завдяки автомобільному сегменту, який майже подвоїв обсяги виробництва з 2,6 млрд євро у 2021 році до 4,7 млрд євро у 2024 році. Крім того, транснаціональні компанії (ТНК) 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 знизилися у 2022 році на тлі повномасштабного вторгнення Росії, подальше відновлення сприяло відновленню інвестицій та зростанню виробництва. Зростання автомобільного, електронного та машинобудівного секторів може виявитися корисним для підвищення технологічної складності української економіки, а також для створення ринку для деяких технологій відновлюваної енергетики або створення зв'язків і потенціалу для технологічних побічних ефектів. Обсяги виробництва в енергетичному секторі також суттєво знизилися через значні збитки, яких зазнав сектор. До вторгнення країна працювала з надлишковими потужностями та експортувала електроенергію. Однак масовані ракетні обстріли та руйнування критично важливої інфраструктури змінили баланс. Як наслідок, дефіцит електроенергії тепер доводиться компенсувати за рахунок імпорту.³⁵

Економічна складність

Аналіз економічної складності дає глибше розуміння промислового потенціалу України, оцінюючи ноу-хау, закладені в її економіці. Він вимірює довгострокове процвітання через "продуктивні знання", відображені в різноманітності експорту та його глобальній спільності. Двома ключовими вимірами є різноманітність (асортимент продукції, яку експортує країна) та поширеність (кількість країн, які експортують цю продукцію).³⁶

Рисунок9 . Динаміка Індексу складності економіки України



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

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

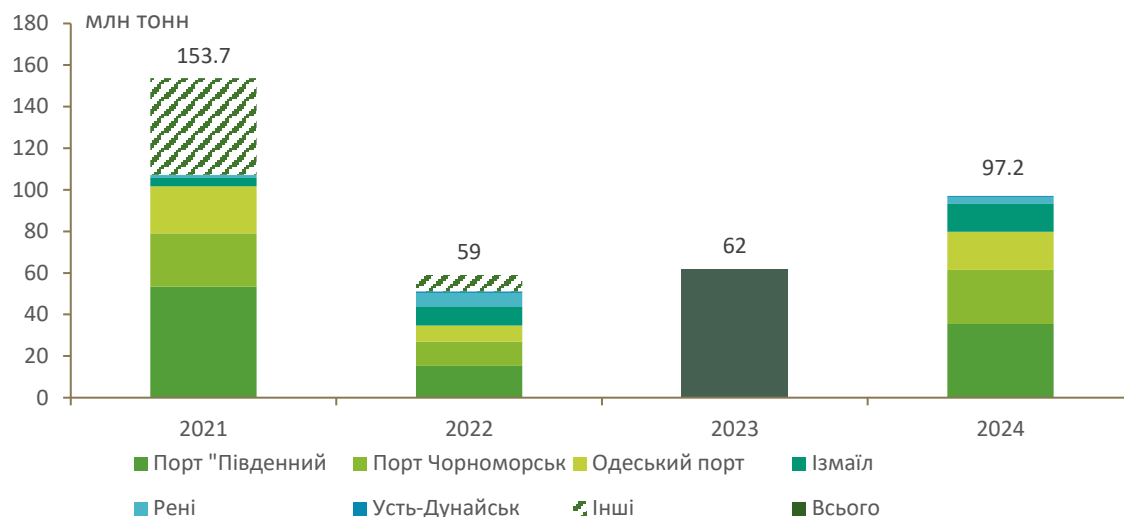
Стратегічний перехід до наукомістких галузей та інтеграція у глобальні виробничі ланцюги можуть стати ключовими кроками, необхідними для зупинення зниження рівня складності економіки та підтримки сталого зростання.³⁸ Водночас існують значні знання щодо виробництва різних високотехнологічних енергетичних застосувань, включаючи парові турбіни для теплових, атомних і комбінованих теплоелектростанцій, турбіни для гідроелектростанцій, а також різні типи вітрових турбін (розглянуті далі більш детально).³⁹ Це дуже важливо, оскільки існування цих секторів свідчить про високий рівень технологічної досконалості, який може добре підходити для різних ланок ланцюжка доданої вартості у відновлюваній енергетиці.

Транспорт і логістика

Війна серйозно пошкодила цю інфраструктуру, особливо у прифронтових регіонах. За даними четвертої Оперативної оцінки збитків та потреб (RDNA4), загальна сума збитків, завданих транспортному сектору, сягнула 36,7 мільярда доларів США на кінець 2024 року, з широкомасштабним руйнуванням доріг, мостів та портових об'єктів. На звільнених та підконтрольних уряду територіях тривають ремонтні роботи та будівництво тимчасових переходів.⁴⁰

Особливо постраждали українські порти, які є критично важливими для української економіки, орієнтованої на експорт. До війни морські порти обробили 62% українського експорту у вартісному вираженні у 2021 році із загальною вантажообігом 153,7 млн тонн.^{41,42} З початком війни вантажообіг впав на 61,4% до 59 млн тонн у 2022 році, але відновився до 97,2 млн тонн до кінця 2024 року.⁴³ Основним фактором відновлення стало відкриття морського коридору України вздовж узбережжя країн-членів НАТО, що підвищило безпеку суден.^{44,45} На сьогодні з п'яти найбільших морських портів функціонують лише порти Великої Одеси (Південний, Одеський та Чорноморський). Порти на Азовському морі, такі як Маріуполь і Бердянськ, були окуповані, тоді як інші, такі як Миколаїв і Херсон, простоюють через ризики для безпеки.⁴⁶

Рисунок10 . Вантажообіг основних морських портів України



Джерело: АМПУ (2023), GMK Center (2025). Примітка: Морські порти включають дунайські порти. Дезагреговані дані за 2023 рік відсутні. "Інші" включають тимчасово окуповані порти (наприклад, Маріуполь, Бердянськ) або порти, що простоюють через ризики для безпеки (наприклад, Миколаїв, Херсон).

Через війну та блокаду морських портів логістика змістилася на захід. Вантажі все частіше перевозяться автомобільним транспортом, і значні інвестиції спрямовуються в нову інфраструктуру: 11 нових пунктів перетину кордону будуються і ще 14 модернізуються. Відроджуються занедбані порти на Дунаї, створюється новий Дунайський логістичний кластер. Очікується, що ця західна орієнтація продовжиться, оскільки Україна поглиблює інтеграцію з ЄС.⁴⁷

Потреби у відновленні та реконструкції транспортного сектору на наступне десятиліття оцінюються у 77,5 млрд. доларів США, при цьому основна увага приділяється національним дорогам (29%), залізницям (26%) та місцевим дорогам (18%), причому близько двох третин з них зосереджені в Донецькій, Харківській, Херсонській та Запорізькій областях. Незважаючи на значні пошкодження, основна портова інфраструктура України продовжує функціонувати і підтримала значне відновлення експорту після розблокування чорноморських портів. Це дуже важливо, оскільки Україна змогла продовжити експорт своїх товарів на ринки країн-партнерів і зможе підтримати експорт потенційних ланцюжків доданої вартості у сфері відновлюваної енергетики.⁴⁸

Промислові кластери

На сьогодні в Україні немає усталених промислових кластерів, і такі взаємовигідні об'єднання тільки починають з'являтися. У березні 2022 року було створено Український Кластерний Альянс (УКА), покликаний об'єднати промислові та високотехнологічні кластери для розвитку кластерного руху в Україні відповідно до політики ЄС. У відповідь на війну УКА об'єднав кластери та МСП, тим самим підтримуючи виживання інноваційних виробників та відіграючи ключову роль у відновленні та сталому економічному зростанні України.⁴⁹ Процвітаючий ІТ-сектор країни має основні кластери у Харкові, Львові, Дніпрі та Одесі. З 2022 року більшість ІТ-компаній переїхали до Львова або Вінниці.⁵⁰ Після переїзду компанії Fuhrlander Windtechnology LLC після початку війни в індустріальному парку "Перечин" у Закарпатській області також почав зароджуватися вітроенергетичний кластер.⁵¹

Енергетика

Триваюча цільова підтримка енергетичного сектору мала фундаментальний вплив на промислову конкурентоспроможність у деяких галузях. Станом на 31 грудня 2024 року загальні втрати енергетичного сектору оцінюються у 20,51 млрд доларів США.⁵² Серйозно постраждали генеруючі потужності, що призвело до дефіциту потужностей у 2 ГВт влітку та до 6 ГВт у

пікові зимові періоди. Україна більше не є чистим експортером електроенергії, а імпорт досяг 4,4 млн МВт-год у 2024 році.⁵³ Пропускна спроможність прикордонних ліній електропередач зросла приблизно до 2 ГВт, з планами розширити її до 6 ГВт за рахунок нової інфраструктури.

Через ці значні втрати та пошкодження енергетичної інфраструктури України, країна переходить від централізованої енергосистеми до розподіленої, з акцентом на відновлювану енергетику. Для підвищення стійкості та автономії уряд ухвалив Стратегію розвитку розподіленої генерації на період до 2035 року в середині 2024 року.⁵⁴

Масштабна руйнація енергетичного сектору разом із поступовим, але різким підвищенням тарифів на енергоносії призвели до значного зростання цін на електроенергію.⁵⁵ Хоча така ситуація може тривати певний час, розробка найменш витратної енергетичної системи на основі відновлюваних джерел енергії може сприяти зниженню витрат і тарифів у середньо- та довгостроковій перспективі.

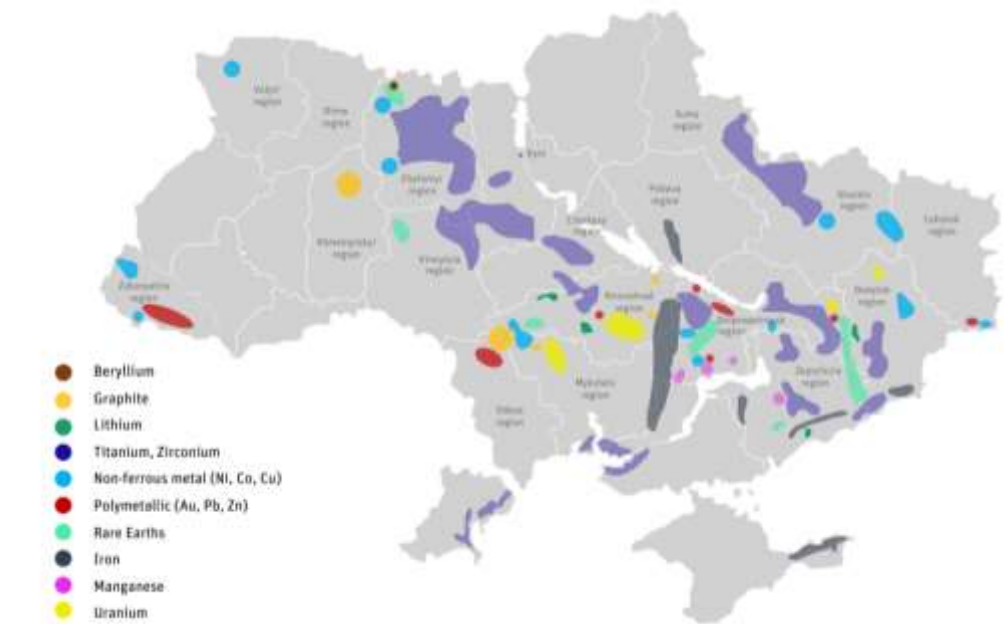
4.2. Критичні сировинні корисні копалини

Глобальні зусилля, спрямовані на декарбонізацію та електрифікацію, стимулюють попит на критично важливу сировину, і Україна має значну кількість таких корисних копалин, особливо тих, що необхідні для виробництва акумуляторів та напівпровідників. У наступному розділі описано українські запаси, поточний видобуток та майбутній потенціал у цій галузі.

Запаси та виробництво

Україна має запаси 22 з 50 стратегічних корисних копалин, класифікованих як критично важливі Сполученими Штатами, та 25 з 34 матеріалів, визначених як критично важливі Європейським Союзом.⁵⁶ З них три мінерали є основними для виробництва конкретних типів літій-іонних акумуляторів, а саме: літій, графіт і марганець. Україна також володіє запасами галію, германію та металевого кремнію, необхідних для виробництва напівпровідників. Однак виробництво германію та галію було зупинено до 2004 року, а технології їх переробки більше не існують в Україні. Крім того, українські запаси так званих стратегічних будівельних матеріалів включають титан, цирконій, гафній і ванадій. Незважаючи на те, що країна має значні запаси різноманітної критично важливої сировини, поточна гірничодобувна діяльність обмежується лише деякими з них. Тому ці невикористані ресурси можуть становити потенціал для майбутньої розвідки та розробки з різними планами щодо створення внутрішньої доданої вартості.⁵⁷

Рисунок11 . Карта критично важливих мінеральних ресурсів в Україні



Джерело: Державна служба геології та надр України, 2024 рік

За даними Державної служби геології та надр України (2024), країна володіє 1-2% світових запасів літію та входить до числа провідних країн світу за запасами титану, марганцю (7% світових запасів) та залізної руди (3% світових запасів), посідаючи четверте та восьме місця у світі, відповідно. Титанові родовища України відомі своїм високоякісним ільменітовим концентратом, що містить 62-65% TiO_2 - значно вище середнього світового показника, що становить близько 45%. В країні також є родовища рутилового концентрату, концентрація якого може досягати 95%. З точки зору розробки та виробництва, Україна історично робила значний внесок у світове виробництво титану, виробляючи 7% від світового обсягу, перш ніж впасти до 2% у 2022 році.⁵⁸ Марганець, що видобувається в Запорізькій та Дніпропетровській областях, використовується для виробництва деяких видів акумуляторних батарей, але його видобуток скоротився з 3% до 1% світового виробництва у 2022 році. Видобуток залізної руди скоротився з 3% світового виробництва до 2% через війну.⁵⁹

Крім того, в Україні є шість відомих родовищ графіту, в тому числі одне, придбане австралійською фірмою Volt Resources у 2021 році.⁶⁰ Група BGV, пов'язана з турецькою ONUR Group, також має дозволи на видобуток в Одеській та Кіровоградській областях.⁶¹ Крім того, було виявлено три комерційно життєздатні родовища високоякісного пластівчастого графіту, придатного для виробництва акумуляторів, одне з яких наразі перебуває на стадії розробки. Окрім природного графіту, Україна також виробляє синтетичний графіт із сажі, побічного продукту виробництва коксу та феросплавів, хоча його виробництво є дорогим. Деякі з родовищ корисних копалин були захоплені Росією, яка окупувала 63% українських вугільних шахт і близько половини родовищ марганцю, цезію, танталу і рідкісноземельних металів.⁶²

Майбутній потенціал

Що стосується майбутнього потенціалу, то Україна має три комерційно життєздатні родовища літію, які були розвідані, але залишаються нерозробленими. Найякісніше родовище, Шевченківське, розташоване на лінії зіткнення в Донецькій області. Два інших - Полохівське та Станкуватське - розташовані в Кіровоградській області. Полохівське родовище розробляє ТОВ "Укрлітій Майнінг", тоді як державне Станкуватське родовище, як повідомляється, також викликає інтерес.⁶³

Окрім літію, найбільший майбутній потенціал України полягає у видобутку графіту та титану. Група "Онур" планує інвестувати понад 50 мільйонів доларів США у видобуток природного графіту, а компанія "Спис Україна", дочірня компанія групи "Онур", отримала дозвіл на розробку Буртинського родовища в Хмельницькій області, яке є частиною більшого

графітового родовища. Група також має намір розробити нову графітову ділянку в цьому регіоні.⁶⁴

Критичні корисні копалини є ключовим компонентом Українського плану, але країна також координує свою діяльність з іншими країнами. Україна узгоджує свої дії з промисловими та ресурсними стратегіями ЄС і має Меморандум про взаєморозуміння на цю тему.⁶⁵ У 2024 році Україна також приєдналася до Партнерства з безпеки мінеральних ресурсів (MSP) - спільної ініціативи ЄС та США, спрямованої на диверсифікацію глобальних поставок критично важливих матеріалів. Ще однією угодою, що фокусується на майбутньому розвитку видобутку корисних копалин, є меморандум між Україною та США, підписаний 18 квітня 2025 року, про спільну розробку критично важливих корисних копалин, зокрема графіту та рідкісноземельних елементів. Угода включає плани щодо створення спільного фонду і є частиною мирних переговорів, що тривають, з подальшими подробицями, які незабаром будуть оприлюднені.⁶⁶ Природно-ресурсна база України може стати активом у виробництві різних передових технологій, але залишаються значні обмеження. Зростання витрат на енергоносії та логістику через війну збільшує собівартість виробництва, а також потребує значних інвестицій як у нові, так і в існуючі проекти, а також у підвищення промислової енергоефективності як на видобувних, так і на переробних підприємствах.

4.3. Доступ до фінансування

Доступ до фінансування є критично важливим фактором промислового розвитку, оскільки він дозволяє підприємствам інвестувати в започаткування, модернізацію, розширення виробництва, а у випадку України - у відновлення після руйнувань, спричинених військовими діями. У цьому розділі описано основні фінансові інструменти та схеми підтримки, які наразі доступні для промислових підприємств.

Умови фінансування промислових підприємств в Україні залишаються структурно складнішими, ніж в ЄС. Облікова ставка Національного банку України становить 15,5% (червень 2025 року), тоді як вартість корпоративних запозичень в єврозоні становить 3,7%.⁶⁷ У поєднанні з високою премією за ризик на акціонерний капітал в Україні через ризики, пов'язані з війною, та жорсткішими вимогами до застави, це призводить до того, що середньозважена вартість капіталу (WACC) для промислового виробництва в Україні сягає 19-20%, тоді як порівнянні проекти в Європі часто досягають 8-9% WACC - і навіть нижче, коли в структурі капіталу проектів задіяні гранти та механізми державної підтримки.

Джерела приватних інвестицій та комерційне кредитування

Приватні інвестиції в Україні надходять переважно за рахунок власних коштів компаній та кредитів комерційних банків. 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 строки погашення і встановлюючи ціни на нові гривневі кредити на рівні близько 15,5% річних.⁶⁸ Банки з іноземним капіталом можуть пропонувати дещо дешевші кредити, але їхні обсяги скромні, а внутрішні ринки облігацій залишаються неглибокими. Як наслідок, довгострокове фінансування капіталомістких великомасштабних проектів, що потребують багаторічних періодів окупності, таких як проекти з виробництва обладнання для відновлюваної енергетики, є проблематичним.

Можливості державного фінансування

Схеми державної підтримки частково компенсують ці обмеження, але їх охоплення значно варіюється залежно від розміру компанії та форми власності. В Україні наразі існує кілька державних інструментів для підтримки розвитку бізнесу шляхом зниження вартості окремих інвестиційних проектів.

Для українських МСП основним інструментом є програма "Доступні кредити 5-7-9%", яка субсидує відсоткові ставки до 5-9% для українських компаній без іноземного капіталу. На початок 2024 року кредити за цією програмою становили близько 40% усіх гривневих кредитів

для бізнесу, хоча історично більшість виплат спрямовувалася на поповнення оборотного капіталу в сільському господарстві та торгівлі. У 2025 році на цю ініціативу виділено 18 млрд грн (430 млн дол. США), пропонуючи кредити до 150 млн грн (3,6 млн дол. США) на строк до 10 років. Станом на 13 січня 2025 року 46 банків взяли участь у програмі, підписавши 104 226 кредитних договорів на загальну суму 362 млрд грн (8,7 млрд дол. США), з яких 69 404 кредити на суму 272,4 млрд грн (6,5 млрд дол. США) були видані в умовах воєнного стану.⁶⁹ Крім того, МСП можуть скористатися програмою "Індустріальні парки", яка передбачає співфінансування до 50% інфраструктури на місці (80% на деокупованих територіях, максимум 150 млн грн (3,6 млн дол. США) на один парк). Хорошим прикладом є ТОВ "Фурлендер Віндтехнологі", яке переїхало з Краматорська за урядовою програмою "бізнес-переїзду", отримало кредити в рамках ініціативи "5-7-9%" і зараз бере участь у програмі "Індустріальний парк", причому парк уже працює.

Але ця програма чітко орієнтована на МСП, тому більші компанії, як правило, не мають права брати участь у ній, що включає в себе великі виробничі проекти. Для великих українських компаній варіанти фінансування є більш обмеженими. Вони, як правило, беруть кредити за ринковими ставками - часто 15-16% у гривні - і стикаються з більш жорсткими умовами застави та строку кредитування. Індустріальні парки надають підтримку, але, як правило, вона компенсує лише частину витрат на підготовку майданчика або підключення до інженерних мереж. Схема "Інвестиційна няня" (Закон № 1116-IX "Про державну підтримку інвестиційних проектів зі значними інвестиціями в Україні"), яка передбачає державну підтримку до 30% капітальних витрат для кваліфікованих проектів, що перевищують 12 мільйонів євро (без ПДВ). Підтримка надається у вигляді податкових пільг, компенсацій на розвиток інфраструктури та пільгових прав на землекористування.⁷⁰ Хоча на папері цей інструмент є всеосяжним, його використання є повільним через ризики, пов'язані з війною, та обмежену довіру інвесторів.

Для іноземних інвесторів внутрішні державні програми пропонують незначну пряму підтримку. Вони не мають права на отримання 5-7-9 кредитів, сума підтримки в рамках програми "Інвестиційна няня" дуже мала (загальний бюджет програми становив 3 млрд грн (близько 77 млн дол. США) для всього пулу майбутніх інвесторів), а транскордонне кредитування з боку банків материнських країн стримується частковими валютними обмеженнями в Україні та високими витратами на капітал, які застосовуються європейськими банками відповідно до Базельських правил. Як наслідок, іноземні компанії, які прагнуть створити виробничі потужності в Україні, як правило, залежать від змішаного фінансування від міжнародних фінансових організацій (МФО) та інструментів зменшення ризиків.

Можливості міжнародного фінансування

Міжнародні фінансові установи продовжують відігравати вирішальну роль у підтримці виробничого сектору України. У 2024 році Європейський Союз започаткував *Український фонд* - програму підтримки обсягом 50 млрд євро, розраховану на період до 2027 року. Вона включає 38,27 млрд євро прямої бюджетної підтримки, 6,97 млрд євро в рамках *Української інвестиційної програми (UIP)* для залучення інвестицій та 4,76 млрд євро на технічну допомогу. УІФ надає змішане фінансування, що поєднує гранти та кредити, а також гарантійні інструменти для зменшення ризиків інвесторів, причому друга фаза розпочалася у квітні 2025 року і триватиме до жовтня 2025 року.^{71,72} Реалізація здійснюється через міжнародні фінансові організації та українських фінансових посередників з чіткою метою зниження ризиків проектів, щоб місцеві та іноземні кредитори могли пропонувати довші терміни та нижчі ставки. ЄБРР та Світовий банк також надають Україні та українському бізнесу гранти, пільгові кредити та страхову підтримку, щоб зменшити загальну вартість капіталу.

Страхування військових ризиків відіграє вирішальну роль у забезпеченні інвестицій в умовах війни, що триває, оскільки воно безпосередньо стосується премії за високий ризик, закладеної у WACC в Україні. Українська гарантійна програма ЄБРР з відновлення та реконструкції (URGF) працює через українські страхові компанії, такі як "ІНГО", "Колонада" та "УНІКА", щоб застрахувати промислові, логістичні та енергетичні активи від втрат, пов'язаних з війною.⁷³ Українське державне експортно-кредитне агентство (ЕКА) надає аналогічний захист як

вітчизняним, так і іноземним інвесторам, які володіють щонайменше 10% власності, охоплюючи як прямі інвестиції, так і пов'язані з ними кредити. Уряд Німеччини має спеціальну схему гарантування інвестицій для німецьких інвесторів, яка захищає від війни, експропріації, обмежень на переказ коштів та порушення контрактів, причому захист поширюється як на нові, так і на певні вже існуючі інвестиції. Багатосторонні та двосторонні суб'єкти, такі як MIGA та DFC США, пропонують порівнянне покриття політичних ризиків для іноземних інвесторів, часто в поєднанні з фінансуванням МФО. На приватному ринку український страховик ARX пропонує поліси від воєнних ризиків на суму до 50 млн. доларів США на один об'єкт, а ЄБРР також підтримує транспортний перестрахувальний механізм для підтримки вантажопотоків та ланцюгів поставок.⁷⁴ Зменшуючи ймовірність втрат для кредиторів та інвесторів, ці інструменти фінансування допомагають знизити як боргову, так і акціонерну складову WACC. Для локалізації "зеленого" виробництва, де тривалий термін експлуатації активів і високі початкові потреби в капіталі посилюють вплив витрат на фінансування, ефективне використання гарантій і страхування може зробити різницю між життєздатним і нежиттєздатним проектом.

4.4. Праця та навички

Добре підготовлена робоча сила є ключовим фактором промислового розвитку та впровадження передових технологій. Через війну населення України скоротилося з 40 мільйонів (2021 рік) до приблизно 28-32 мільйонів (2025 рік) через масову міграцію та внутрішнє переміщення.^{75,76} Втрата працездатного населення загострює ситуацію, а дефіцит кадрів змушує бізнес адаптуватися. Зайнятість у промисловості скоротилася з 3,3 мільйона (2010 рік) до 1,8 мільйона (2022 рік), а загальна кількість працівників зменшилася на 25% від довоєнного рівня.^{77,78} Очікується, що завдяки "зеленій" реконструкції до 2035 року знадобиться 1,5 мільйона додаткових працівників "зелених" професій, тоді як оцінки на 2023 рік щодо "зеленої" робочої сили сягають лише близько 0,3 мільйона.⁷⁹ Разом з опитуванням бізнесу, проведеним Національним банком України, яке показало, що 49% підприємств вважають брак кваліфікованої робочої сили основною перешкодою для зростання виробництва, стає очевидним, що інвестиції в людський капітал є фундаментальним фактором для успішної майбутньої локалізації "зелених" технологій в Україні.⁸⁰

Середньомісячна заробітна плата у 2024 році становила 24 000 грн (530 євро), у містах - 35 000 грн (800 євро), а в ІТ та інженерії - до 2 000 євро.⁸¹ Деякі працівники використовують схеми самозайнятості, які наразі недостатньо добре відображені в офіційній статистиці зайнятості та заробітної плати.

Професійно-технічна освіта, університети та навчання в цілому

Україна має добре розвинену систему освіти, яка включає університети, коледжі та професійно-технічні училища. Станом на 2025 рік Міністерство освіти і науки управляє 121 закладом вищої освіти, з планами скоротити їх кількість до 100, оскільки деякі з них будуть об'єднані.⁸² Станом на початок 2024 року налічувалося 664 заклади професійно-технічної освіти, і трирівнева структура освіти зберігається.⁸³ Однак освітня система пропонує можливості для вдосконалення шляхом більшої адаптації навчальних програм до реальних потреб ринку праці.⁸⁴ Бізнес-сектор підтримує дуальну освіту в невеликих масштабах у таких регіонах, як Західна Україна, надаючи навчальне обладнання. Це створює основу для створення ширшої системи дуальної освіти, де теоретичне та практичне навчання координується, а навчальні програми мотивуються потребами ринку праці.⁸⁵

У 2024 році очікується випуск 155 400 фахівців, у тому числі 8 400 за ключовими інженерними спеціальностями.⁸⁶ Деякі університети, такі як КПІ, Львівська політехніка та Дніпровська політехніка, активно співпрацюють з бізнесом для інтеграції технічної освіти, актуальної для місцевого приватного сектору.

Незважаючи на широкий спектр програм, в Україні немає жодного університету, який би спеціалізувався на освіті у сфері відновлюваної енергетики, інтегрованої в загальні інженерні програми. У 2021 році було запроваджено спеціальність "Нетрадиційні та відновлювані

джерела енергії". Водночас, масштабне розгортання особливо малих ВДЕ в країні зумовлює значний інтерес до розширення освіти, щоб не допустити уповільнення темпів встановлення об'єктів через брак кваліфікованої робочої сили.

4.5. Дослідження, розробки та інновації

На додаток до людського капіталу, інноваційне середовище відіграє життєво важливу роль у формуванні успіху промислового розвитку, сприяючи розвитку нових технологій та підвищенню конкурентоспроможності. Цей розділ містить огляд поточного стану досліджень та розробок в Україні, зв'язків між університетами та промисловістю, а також ширшої екосистеми стартапів.

Дослідження та розробки

У 2024 році Україна посіла 60-те місце у Глобальному інноваційному індексі (GII), опустившись на 11 позицій порівняно з 2021 роком, насамперед через війну.⁸⁷ Водночас міжнародні аналітики виділяють кілька позитивних аспектів інноваційного ландшафту України. Україна продовжує виробляти більше інноваційної продукції, ніж можна було б очікувати, виходячи з рівня інвестицій по відношенню до ВВП. Це одна з небагатьох економік, де інноваційний розвиток стабільно випереджає економічний розвиток протягом тривалого періоду, а саме з 2014 по 2024 рік. Україна також зберігає світове лідерство у субіндексі корисних моделей за походженням (як і у 2023 році), посідає друге місце у світі за рівнем зайнятості жінок з вищою освітою та четверте місце у світі за витратами на програмне забезпечення.⁸⁸

Україна виділяється в IT (Grammarly, Petcube), авіації (Зеніт) та сільському господарстві (дрони, нові сорти зернових). Вона має значний досвід у виробництві турбін для теплових електростанцій, атомних електростанцій та гідроелектростанцій, які зараз використовуються у вітроенергетиці.

Оборонний сектор також розвиває стартапи за рахунок державних грантів, які вже дали відчутні результати. Україна є учасником програми ЄС "Цифрова Європа" з 95% знижкою на внески до 2027 року, отримуючи фінансування на розвиток штучного інтелекту, кібербезпеки та суперкомп'ютерних обчислень.⁸⁹

Стартап-екосистема

Потужний сектор стартапів може підтримати виробництво "зелених" ланцюжків доданої вартості, стимулюючи інновації та розробляючи нові матеріали, процеси та цифрові інструменти. Стартапи можуть запропонувати рішення, які знижують виробничі витрати, скорочують час розробки та адаптують виробництво до мінливих ринкових і технологічних потреб, що допоможе підвищити конкурентоспроможність сектору виробництва обладнання для відновлюваної енергетики в країні.

Стартап-екосистема України продемонструвала стійкість та адаптивність, незважаючи на війну. В країні налічується 3 000 стартапів та 8 єдинорогів (Grammarly, GitLab), а оцінка сектору потроїлася з 2020 року.^{90,91,92} У 2022-2023 роках експорт IT-технологій приніс 14 мільярдів доларів США доходу.

Зростання підтримується мережею акселераторів (Defence Builder), технологічних парків (UNIT.City) та урядовими ініціативами (Український фонд стартапів, Дія.City).^{93,94} 1 600 компаній вже приєдналися до ініціативи "Дія.City", яка створює сприятливе середовище для IT-бізнесу.

Однак виклики, спричинені війною, впливають на інноваційний ландшафт, зокрема через вимушене переміщення робочої сили, призов на військову службу, порушення ланцюгів постачання та обмежений доступ до капіталу. Хоча війна призвела до еміграції близько 120 000 IT-фахівців, ця нова діаспора може відігравати конструктивну роль у розширенні глобальної

інноваційної мережі України, сприяючи новим можливостям для міжнародного співробітництва та інвестицій.⁹⁵

4.6. Політика та регуляторна база

Чітка та передбачувана політика та нормативно-правова база є надзвичайно важливою для розвитку виробничого сектору України, оскільки вона формує інвестиційні рішення, підтримує промислову модернізацію та закладає основу для довгострокового конкурентоспроможного зростання як на внутрішньому, так і на міжнародному ринках.

Загальний регуляторний ландшафт

Ділове та регуляторне середовище у виробничому секторі України характеризується поєднанням поточних викликів та помітних покращень. Хоча загальний ландшафт не є найпростішим, спостерігається чітка тенденція до спрощення та підтримки. Були створені такі інституції, як Рада бізнес-омбудсмена, що надають підтримку та допомогу у разі виникнення регуляторних чи адміністративних труднощів. Хоча країна все ще стикається з перешкодами, особливо з точки зору інфраструктури та послідовності правозастосування, є ознаки того, що реформи допомагають полегшити шлях для підприємців та інвесторів.

З процедурної точки зору, започаткування виробничого бізнесу в Україні є відносно простим, особливо у порівнянні з багатьма країнами ЄС. Наприклад, процес відкриття фізичної особи-підприємця є надзвичайно швидким і простим. Екологічні норми та дозвольні процедури є менш обтяжливими, а вимоги до документації - мінімальними. Однак ця регуляторна гнучкість може змінитися після очікуваного вступу України до Європейського Союзу, що, ймовірно, призведе до запровадження більш суворих стандартів відповідності до норм ЄС.

Не існує значних регуляторних бар'єрів для входження у виробничий сектор. Тим не менш, ключовою проблемою для експортерів є відсутність акредитованих лабораторій з сертифікації продукції в Україні. Багато виробників змушені відправляти свої товари до країн ЄС для тестування та сертифікації, що додає часу та витрат. Придбання та використання землі - ще одна сфера, де відбулися покращення: процедура зміни цільового призначення землі (наприклад, з сільськогосподарського на промислове) була значно спрощена і тепер займає лише два місяці замість кількох років.

Регуляторне середовище України розвивається відповідно до її статусу кандидата на вступ до ЄС, відбувається активна гармонізація законів і стандартів у ключових секторах. Це включає постійну дерегуляцію та діджиталізацію державних послуг, зокрема, через платформу "Дія", з метою зменшення бюрократичних бар'єрів та підтримки ділової активності.

Одне з поточних ускладнень пов'язане з валютним контролем, запровадженим під час війни. Хоча іноземні інвестори можуть отримувати дивіденди в Україні та реінвестувати їх тут, наразі вони стикаються з обмеженнями щодо переказу цих коштів за кордон. Цей захід, хоча й тимчасовий, впливає на репатріацію капіталу і може вплинути на інвестиційні стратегії під час конфлікту. Тим не менш, загальний напрямок реформ та механізмів підтримки свідчить про те, що Україна активно працює над тим, щоб стати більш сприятливою для ведення бізнесу як у виробничій сфері, так і за її межами.

Механізми промислової політики та політика підтримки

Україна активно розробляє інструменти промислової політики для підтримки вітчизняних виробників, зосереджуючись на просуванні експорту та індустріальних парках як рушійних силах економічного зростання. Основні заходи підтримки включають компенсацію інфраструктурних витрат для індустріальних парків (див. розділ 4.3). Резиденти цих парків користуються податковими пільгами, включаючи звільнення від сплати податку на прибуток, земельного податку, ПДВ на імпортне обладнання та податку на майно, що суттєво зменшує

їхній фінансовий тягар та дозволяє реінвестувати в модернізацію. Однак ефективних стимулів для масштабних інвестиційних проектів все ще бракує.

Щоб заповнити цю прогалину, Україна прийняла Закон України № 1116 "Про державну підтримку інвестиційних проектів зі значними інвестиціями в Україні" (див. розділ 4.3). Проекти також можуть передбачати розвиток інфраструктури, що фінансується інвестором. Державна підтримка формалізується через Спеціальну інвестиційну угоду (CIU), що підписується з Кабінетом Міністрів, місцевими органами влади та іншими зацікавленими сторонами. Цільові сектори включають біогаз, переробку (за винятком алкоголю та тютюну), логістику, охорону здоров'я, R&D, туризм та інші, з наглядом з боку UkraineInvest та Міністерства економіки.

Щоб допомогти бізнесу адаптуватися під час війни, були реалізовані державні та приватні програми переселення. З початку війни понад 18 000 компаній переїхали - понад 800 за державною програмою і близько 7 000 самостійно - переважно до Західної та Центральної України. Понад 30% з них - це підприємства оптової торгівлі. Таке масштабне переміщення підприємств допомогло зберегти промислові потужності, стабілізувати виробництво та перерозподілити ресурси. Майбутнє відновлення залежатиме від відновлення логістики, стабілізації енергетичної системи та забезпечення ширшої макроекономічної стабільності.

Ключовою подією є ініціатива "Зроблено в Україні", яка ґрунтується на цих існуючих програмах і додає нові заходи, такі як безповоротні гранти для переробних підприємств та схема "Інвестиційна няня", що пропонує податкові пільги та інфраструктурну підтримку для великих проектів. Ініціатива також сприяє вітчизняному виробництву через субсидії на сільськогосподарську техніку, шкільні автобуси та будівельні матеріали українського виробництва, а також програму повернення коштів за споживчі товари місцевого виробництва. Станом на червень 2025 року Кабінет Міністрів виділив 2,4 млрд грн на виплати за програмою "Живий кешбек", а також 200 млн грн на виплати за програмою компенсації вартості українського промислового обладнання.⁹⁶

Нещодавні реформи прискорили зонування промислових земель, а зростання експорту стимулюється збільшенням 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 за допомогою таких ініціатив, як EU4Skills, зосереджуючись на STEM та технічних професіях. Зараз ці зусилля спрямовані на перекваліфікацію ветеранів та переселенців. Платформа "Зроблено в Україні" включає промислове навчання як основний мандат, тоді як режим "Дія Сіті" сприяє розвитку висококваліфікованих навичок у сфері технологій.

Торговельна політика

Наразі Україна має кілька угод про вільну торгівлю, зокрема з ЄС, Канадою, Великою Британією, ЄАВТ та Ізраїлем, що сприяють розвитку торгівлі та зменшенню пов'язаних з нею витрат.⁹⁸ Крім того, Україна бере участь в Угоді СОТ про державні закупівлі (GPA), яка взаємно відкриває доступ до державних закупівель для всіх країн-учасниць GPA.⁹⁹

Однак найбільш важливу роль для української економіки відіграє торговельна діяльність між Україною та ЄС. У 2024 році 50% української торгівлі товарами припадало на ЄС як торговельного партнера. Поглиблена та всеохоплююча зона вільної торгівлі (ПВЗВТ), яка є частиною Угоди про асоціацію між Україною та ЄС (УА) і набула чинності у вересні 2017 року, стала важливим фактором для цього.¹⁰⁰ Перевагами ПВЗВТ є ефективне та швидке спрощення митних процедур на міжнародних кордонах, а також скасування понад 98% тарифів.¹⁰¹

Крім того, у відповідь на незаконну анексію Росією Севастополя і Криму в 2014 році ЄС заборонив імпорту з цих регіонів, а також заборонив інвестиції та окремі безпосередньо пов'язані з ними послуги. Після повномасштабного вторгнення це було поширено на тимчасово окуповані райони Донецької, Луганської, Херсонської та Запорізької областей. Як додаткову

тимчасову підтримку в червні 2022 року ЄС надав Регламентом про автономні торговельні заходи повну лібералізацію торгівлі, включаючи призупинення ввізних мит, квот та заходів торговельного захисту. Ця підтримка діятиме до червня 2025 року.¹⁰²

Підтримка українського експорту включає Офіс з просування експорту, Експортно-кредитне агентство ЕКА в рамках програми "Зроблено в Україні", яка сприяє розвитку машинобудування, енергетики та транспорту.^{103,104} Планується зняття заборони на експорт зброї, що відкриє нові ринки для оборонної промисловості.¹⁰⁵

5. Аналіз технологій

Цей розділ містить основну аналітичну частину звіту. У ньому розглядаються три ключові технології, починаючи з огляду їхнього поточного стану у світі та в Україні, з акцентом на кожному сегменті ланцюжка створення вартості. Після цього наводиться кількісний та якісний аналіз локалізації виробництва сонячних фотоелектричних установок, вітрових турбін та літій-іонних акумуляторів в Україні, порівняння з іншими країнами-виробниками, а також оцінка поточного стану справ та отриманих уроків. Далі розглядаються потенційні економічні вигоди від локалізації виробничо-збутового ланцюжка для кожної технології, а в останньому розділі наведено кілька додаткових міркувань.

5.1. Сонячні фотоелектричні системи

5.1.1. Огляд виробничо-збутового ланцюга

Сонячні фотоелектричні системи перетворюють сонячне світло в електрику за допомогою напівпровідникових матеріалів, в першу чергу кремнію, хоча інші важливі мінерали також беруть участь у ланцюжку створення вартості. Сонячні елементи з кристалічного кремнію (с-Si) домінують, складаючи близько 95% світового ринку, а решта - тонкоплівкові технології, такі як CIGS і CdTe.¹⁰⁶ Сектор с-Si має відносно короткий ланцюжок створення вартості, який зазвичай поділяється на п'ять основних етапів. Для завершення системи також потрібні додаткові компоненти, такі як монтажні конструкції, інвертори, розподільні коробки та електропроводка.¹⁰⁷

	Полікремній	Злиток	Підкладка	Комірка	Панель/ Модуль
Опис	Кварц очищається у високоякісний полікремній	Полікремній розплавляється і формується в кремнієві злитки	Злитки нарізають на тонкі, чисті пластини	Пластини переробляються в елементи, що генерують електроенергію	Елементи збираються в каркасні, ламіновані модулі
Основні виробники (% світового 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 на стадії будівництва та/або може бути відновлене			Обмежене існуюче виробництво

Джерело: МЕА (2022), розробка авторів.

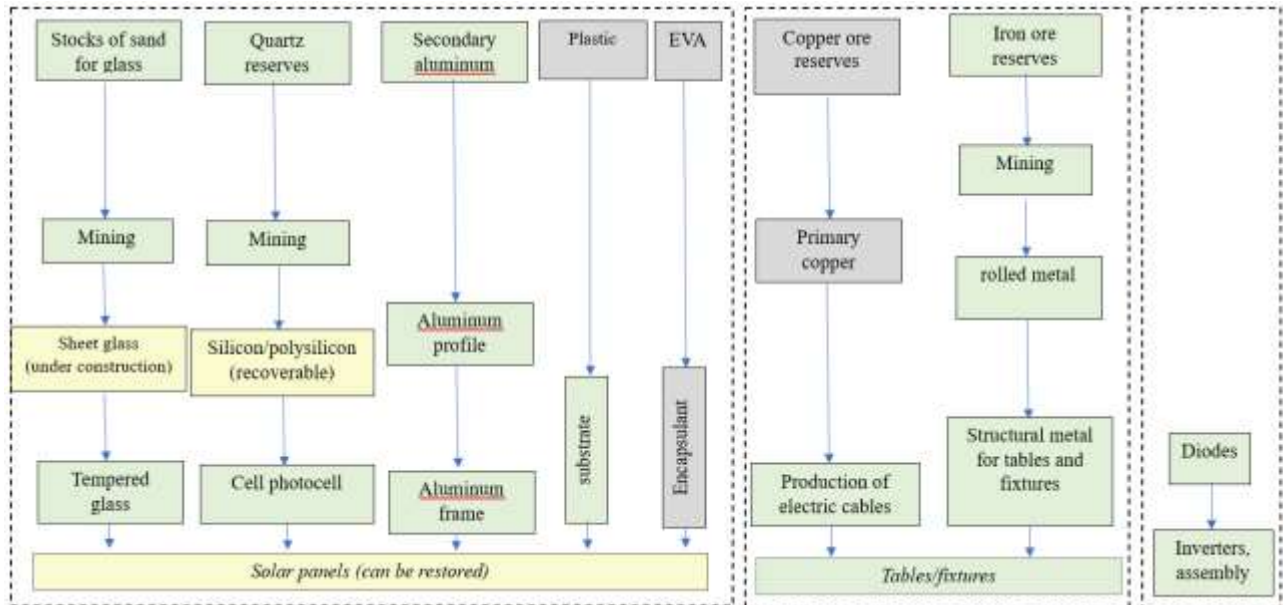
Сектор сонячних фотоелектричних установок надзвичайно географічно концентрований, оскільки Китай контролює понад 80% всього виробничого ланцюжка, починаючи від полікремнію і закінчуючи виробництвом кінцевих модулів.¹⁰⁸ У переважній більшості сектору домінують технології виробництва кристалічного кремнію, з деякими технологіями виробництва тонких плівок і перовскіту в стадії розробки. Китай є домінуючим виробником сонячних фотоелектричних модулів з кінця 2000-х років, завдяки економії на масштабах виробництва, доступу до фінансування, технологічним вдосконаленням та стратегічній підтримці промислової політики.¹⁰⁹ Хоча на рівні країни виробництво є висококонцентрованим, конкуренція між компаніями всередині Китаю є жорсткою: компанії LONGi, JA Solar, Trina Solar, JinkoSolar постійно знижують витрати та інвестують значні кошти в дослідження і розробки та вдосконалення продукції. Крім того, світові виробничі потужності є достатніми, а значний надлишок пропозиції та агресивне ціноутворення значно знижують ціни і тиснуть на некитайських виробників.¹¹⁰

Початкові етапи виробництва сонячних фотоелектричних модулів - виробництво полікремнію, пластин та елементів - є висококонцентрованими, причому Китай впевнено лідирує, включаючи фактично все світове виробництво пластин. Незважаючи на географічну розпорошеність деяких складальних потужностей, світова сонячна фотоелектрична промисловість залишається в значній мірі залежною від Китаю щодо ключових вхідних матеріалів. Малайзія та В'єтнам посіли друге та третє місце серед найбільших виробників сонячних елементів у 2021 році, на кожне з яких припадає близько 7% світового виробництва. Таїланд і Південна Корея також внесли свій внесок, хоча і з більш скромними частками.¹¹¹

До 2021 року потужності зі складання сонячних модулів були розподілені між 38 країнами, але якщо розглядати лише складальні потужності, що перевищують 1 ГВт, то сектор є більш концентрованим - лише 19 країн мають такі масштабні виробництва.¹¹² Серед інших помітних учасників - В'єтнам (5%), Малайзія (4%), Південна Корея (4%) і Таїланд (2%), але багато потужностей у цих країнах експлуатуються китайськими компаніями, які часто намагаються обійти антидемпінгові тарифи, запроваджені країнами-імпортерами.¹¹³

Експортні показники Китаю ще більше відображають його промислову потужність: у 2021 році експорт сонячних фотоелектричних модулів перевищив 30 мільярдів доларів США, що становить майже 7% його торговельного профіциту за попередні п'ять років. Китайські інвестиції в Малайзії та В'єтнамі також підтримали зростання експорту фотоелектричних модулів у цих країнах, забезпечивши приблизно 10% та 5% їхнього торговельного профіциту з 2017 року відповідно.¹¹⁴ Загалом світова торгівля матеріалами та компонентами виробничо-збутового ланцюжка сонячних фотоелектричних систем, включаючи полікремній, пластини, комірки та модулі, у 2021 році перевищила 40 мільярдів доларів США.¹¹⁵

Малюнок12 .ua Ланцюжок створення вартості у виробництві сонячних фотоелектричних модулів в Україні



Існуюче виробництво в Україні

Виробництво, що будуватиметься та/або може бути відновлене

Виробництво відсутнє

Джерело: Оцінка авторів.

Україна розвинула частковий потенціал у більш широкому ланцюжку створення вартості сонячних фотоелектричних модулів, поєднуючи наявність внутрішніх ресурсів з минулою промисловою діяльністю. Ці можливості охоплюють сировину по всьому ланцюжку створення вартості, аж до складання модулів і виробництва допоміжних компонентів.

Кремній та полікремній: Україна має значні запаси та видобуток високоякісного кварцу та кварцитів (у тому числі з вмістом кремнію понад 99% у Глухівському кар'єрі). Історично країна стала важливим світовим гравцем у виробництві кремнію, зокрема полікремнію для фотоелектричних застосувань. У період з 2004 по 2009 рік на Україну припадало до половини світового виробництва полікремнію сонячного класу (So-si), зосередженого навколо Запорізького заводу напівпровідників, річний обсяг виробництва якого сягав 2 200 тонн.¹¹⁶ Додаткове виробництво відбувалося також на інших підприємствах. Компанія "Квазар" у Києві підтримувала повністю інтегрований виробничий цикл від вирощування кремнію до виробництва пластин, причому ці потужності обслуговували переважно європейські ринки. Однак стрімке розширення китайських виробничих потужностей після 2010 року серйозно вплинуло на конкурентоспроможність України в цій галузі, значно скоротивши місцеву діяльність з виробництва кремнію. Сьогодні виробництво кремнію в обмежених обсягах продовжується переважно для застосування в мікроелектроніці.

Виробництво злитків, пластин та елементів: В Україні спостерігається обмежена промислова активність на проміжних етапах виробничо-збутового ланцюжка сонячних фотоелектричних установок. Компанія KNESS-Group, яка була активною у виробництві сонячних фотоелектричних модулів протягом 2019-2020 років, імпортувала готові злитки та здійснювала порізку пластин на внутрішньому ринку. Однак масштабного вітчизняного виробництва сонячних елементів в останні роки не відбувалося. Раніше діяльність "Квазару" включала обробку елементів як частину інтегрованого виробничого циклу, але цей напрямок було припинено після реструктуризації компанії.

Модулі: Український досвід складання сонячних фотоелектричних модулів був сконцентрований у двох періодах. До 2012 року компанія "Квазар" виробляла панелі з полікремнію вітчизняного виробництва. З 2019 по 2020 рік KNESS-Group експлуатувала завод з

виробництва сонячних панелей у Вінниці потужністю 200 МВт на рік. Компанія збирала модулі з використанням імпортного кремнію та інкапсуляційних матеріалів, загартованого скла та алюмінієвих профілів вітчизняного виробництва, а також пластикових підкладок, виготовлених на власному виробництві з імпортного пластику. Завод припинив свою діяльність через неспроможність конкурувати за ціною з недорогим китайським імпортом. Сьогодні збірка фотоелектричних модулів продовжується на обмеженому підприємстві, яке спеціалізується на виготовленні нестандартних модулів на замовлення.

Матеріали та проміжна сировина: Кілька ключових компонентів, що використовуються у виробництві фотоелектричних модулів, виробляються в Україні. Алюмінієві рами виробляються з переробленого алюмінію в Україні. Загартоване скло також виробляється на місцевому рівні, хоча сире листове скло, що використовується для його виробництва, все ще імпортується. Також реалізуються два проекти з виробництва листового скла, спрямовані на локалізацію поставок загартованого скла та сонячних панелей з використанням українського високоякісного піску. Інкапсулянти продовжують імпортуватись, переважно з Китаю. Пластикові підкладки, що використовуються при складанні модулів, виробляються в Україні з імпортного пластику, тоді як для покриття комірок використовуються імпортні матеріали на основі кремнію.

Збалансованість компонентів системи: Україна також має внутрішні потужності для виробництва компонентів, що забезпечують рівновагу системи (BOS). Сталевий прокат, отриманий з української залізної руди, використовується у виробництві монтажних конструкцій та світильників для сонячних установок. Мідна проводка та електричні кабелі виробляються в країні, хоча і з використанням імпортової міді, а алюмінієві профілі та опори для рам і монтажних конструкцій також виробляються на місцевому рівні. Загартоване скло, необхідне для покриття сонячних панелей, також виробляється на місцевому рівні, принаймні 17 визначених виробників.

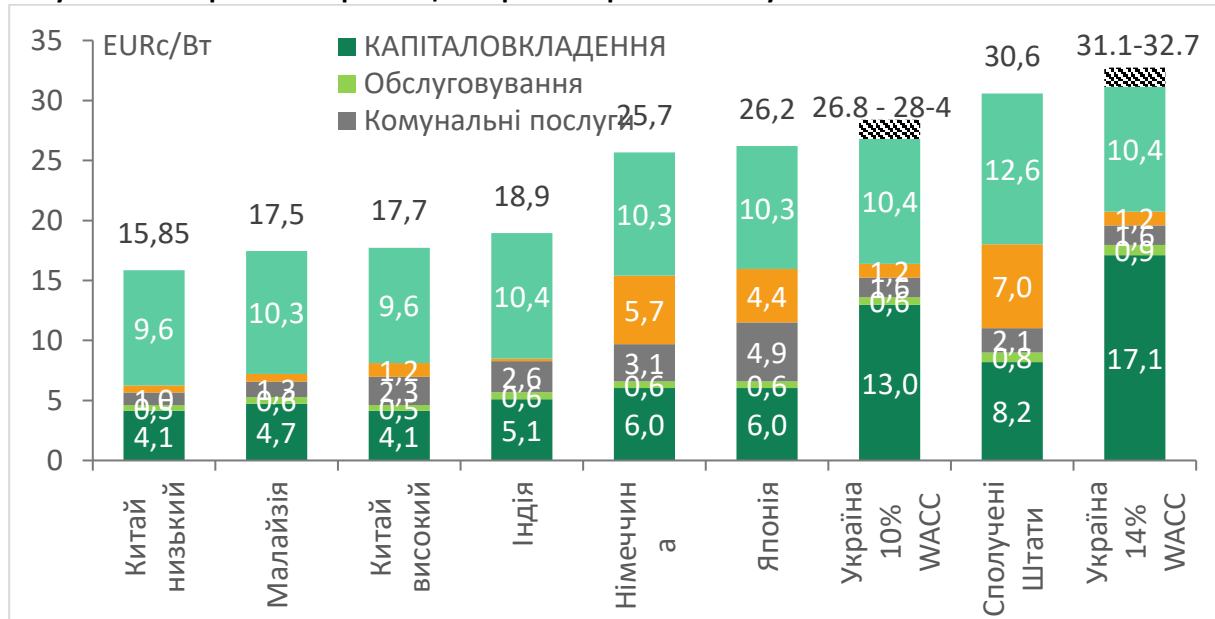
Виробництво інверторів присутнє, але залишається обмеженим у масштабах. Станом на 2024 рік в Україні працює 11 виробників інверторів. До війни ці фірми виготовили 2 571 інвертор малої потужності (до 7,5 kVA), що принесло їм 370 000 євро доходу. Більшість виробництва базується на імпортних компонентах, і значна частка виробників розташована в регіонах, що постраждали від війни, таких як Запоріжжя та Харків. KNESS-Group також виробляла інвертори до середини 2024 року, але відтоді припинила виробництво інверторів.

5.1.2. Результати та аналіз

Для моделювання конкурентоспроможності потенційної локалізації виробництва в ланцюжку створення вартості сонячних фотоелектричних станцій були зібрані як первинні, так і вторинні дані про українських та міжнародних гравців, які були використані для отримання кількісних результатів. Для представлення більшої кількості сценаріїв у наступному аналізі представлено два варіанти інтегрованих сонячних електростанцій з нуля потужністю 500 МВт на рік та 1 ГВт на рік, обидва оцінюються за припущеннями WACC на рівні 10% та 14%. Наразі вартість капіталу в Україні залишається надзвичайно високою - близько 20% WACC, що робить фінансування проектів надто дорогим. Однак, шляхом включення грантового фінансування, державної підтримки та пільгового фінансування в структуру капіталу великих проектів, WACC може бути знижена до більш прийняттого рівня в 10-14%. Ці скориговані припущення щодо WACC були застосовані при моделюванні витрат (див. Вставку 1). Додатковий діапазон також наведено для компоненту вхідних матеріалів, щоб відобразити перебої в ланцюжку постачання та загальну невизначеність. Для порівняння конкурентоспроможності об'єкта з іншими країнами всі значення стандартизовані до 2024 євроцентів за ват (євроцентів/Вт) виробленої сонячної фотоелектричної потужності. Результати для обох сценаріїв представлені нижче.

Результати

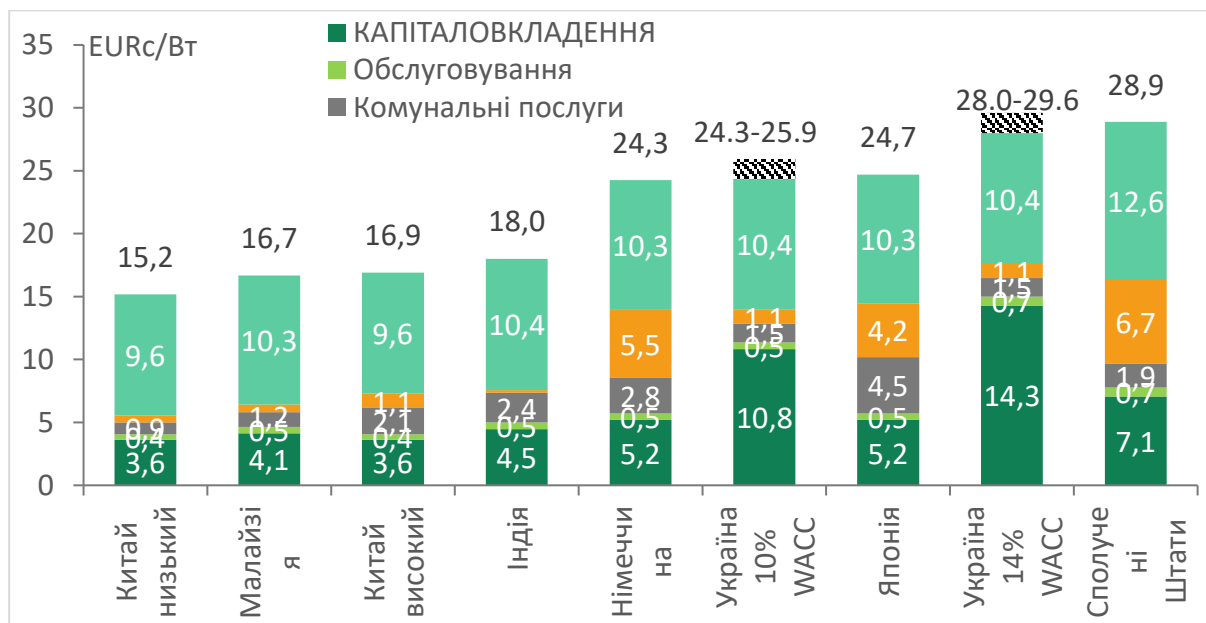
Рисунок13 . Витрати на виробництво - річна виробнича потужність 500 МВт



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

У першому змодельованому сценарії створюється інтегрований об'єкт з нуля з річною виробничою потужністю 500 МВт. Собівартість виробництва коливається від 26,8 євроцентів/Вт у найоптимістичнішому сценарії - низька WACC 10% та витрати на матеріали 10,4 євроцентів/Вт - до 32,7 євроцентів/Вт у сценарії з вищими витратами, де WACC становить 14%, а витрати на матеріали становлять 12 євроцентів/Вт. Ці діапазони відображають притаманну українській ситуації невизначеність, що має значний вплив на конкурентоспроможність сонячної енергетики в Україні. Тут WACC є найбільшим визначальним фактором у загальних виробничих витратах, де нижчі ставки фінансування означають, що виробництво може бути більш конкурентоспроможним, ніж у США, тоді як вища WACC зробить Україну найменш конкурентоспроможною у вибірці з 11 країн (на рисунку представлено лише 6 країн для порівняння).

Рисунок14 . Витрати на виробництво - 1 ГВт річної виробничої потужності



Джерело: НРЕЛ (2024), експертні консультації, розрахунки авторів.

У другому сценарії будується більший інтегрований завод з виробництва сонячних фотоелектричних модулів потужністю 1 ГВт з нуля. Завдяки кращій економії від масштабу, українське виробництво стає більш конкурентоспроможним порівняно зі сценарієм виробничої потужності 500 МВт, досягаючи 24,3 євроцентів/Вт у сценарії з нижчою WACC та нижчими матеріальними витратами - на рівні змодельованих виробничих витрат у Німеччині та випереджаючи Японію та США. За сценарієм вищих витрат, змодельовані виробничі витрати в Україні знаходяться приблизно на одному рівні зі Сполученими Штатами, але є ще нижчими, ніж у Німеччині та Японії. У порівнянні з іншими країнами, Україна значно відстає від світових лідерів за витратами, включаючи Китай (як з низькими, так і з високими витратами), а також Індію та Малайзію, але знаходиться на одному рівні з високорозвиненими індустріальними розвиненими країнами.

Аналіз

Промислові потужності та ланцюги поставок є основними факторами, що впливають на собівартість виробництва сонячних фотоелектричних модулів. У той час як Україна раніше, на різних етапах, утримувала значні частини ланцюжка створення вартості сонячних фотоелектричних систем та суміжних галузей на місцевому рівні, світові лідери мають добре розвинені сектори сонячної енергетики, що існують вже кілька десятиліть. Сполучені Штати, Німеччина, Південна Корея та Японія виробляють та впроваджують інновації в секторі сонячної енергетики з 1970-х років, набувши значного досвіду та створивши важливі мережі виробників та постачальників, хоча і в різних формах. Наприклад, стратегія Німеччини була зосереджена на розвитку МСП, регіональному та промисловому розвитку, в той час як Південна Корея і Японія більше зосередилися на традиційних великомасштабних інтегрованих конгломератах. Після входження Китаю в цей сектор на початку 2000-х років і визначення пріоритетів, починаючи з 10-го п'ятирічного плану, масована підтримка створила міцно згуртований, хоча й жорстоко конкурентний, внутрішній сектор, який зараз задовольняє лівову частку світового попиту. Тим не менш, Україна також може отримати вигоду від деяких з цих змін. Глобалізація торгівлі та виробництва призвела до того, що в усіх досліджуваних країнах матеріальні витрати демонструють найменшу варіацію, коливаючись від 9,6 євроцентів/Вт у Китаї до 12,6 євроцентів/Вт у США, з діапазоном 10,4-12,0 євроцентів/Вт в Україні.

З іншого боку, **витрати на комунальні послуги** демонструють значні коливання, формуючи один із змодельованих факторів конкурентоспроможності виробництва в Україні, хоча і з деякими застереженнями. Витрати на комунальні послуги в Україні на рівні 1,5-1,6

євроцентів/Вт є нижчими, ніж в інших розвинених країнах, що відображає нижчу вартість, особливо електроенергії, яка є ключовим фактором виробництва в енергоємному процесі виробництва сонячних фотоелектричних модулів.¹¹⁸ Це особливо очевидно, якщо порівнювати сегмент комунальних послуг з Німеччиною (2,8 євроцента/Вт) або Японією (4,5 євроцента/Вт), де вартість електроенергії вища. Водночас, враховуючи постійні атаки Росії на українську енергосистему, майбутні системи залишається невизначеним як з точки зору довгострокового енергетичного балансу, так і з точки зору ціноутворення. У процесі реконструкції енергосистеми необхідно продовжувати впроваджувати низьковуглецеві рішення та забезпечувати високу інтеграцію дешевших відновлюваних джерел енергії, щоб забезпечити довгострокову економічну конкурентоспроможність, підготуватися до EU CBAM та EU ETS, а також досягти кліматичних цілей України.¹¹⁹

Однак, на більшій частині території Європи складні регуляторні норми та тривалі терміни отримання дозволів значно збільшують **капітальні витрати (CAPEX)** на нові заводи з виробництва сонячних фотоелектричних установок. Створення заводу може зайняти до двох років, з подальшими затримками під час тестування та нарощування потужностей, що сповільнює шлях до прибутковості. Виробникам може знадобитися до 100 мільйонів євро оборотного капіталу для покриття витрат на запуск і початкову експлуатацію, що робить доступ до фінансування та капіталу одним з найбільш важливих факторів, що впливають на вартість.¹²⁰

Згідно з результатами моделювання, капітальні інвестиції коливаються від 3,6 євро/Вт у Китаї до 7,1 євро/Вт у США для заводу потужністю 1 ГВт, але в Україні навіть за найоптимістичнішого сценарію 10% WACC капітальні інвестиції становлять 10,8 євро/Вт, а для заводу потужністю 1 ГВт за 14% WACC - надзвичайно високий показник - 17,1 євро/Вт. Хоча очевидно, що розмір споруджуваної станції є визначальним фактором для ціни, і подвоєння розміру може зменшити капітальні інвестиції на одиницю продукції на 15-20%, капітальні інвестиції в цілому є значним бар'єром.

За останні роки WACC загалом зростає у всьому світі, що відображає підвищення відсоткових ставок, жорсткіші умови кредитування та вищі премії за ризик через економічну та геополітичну невизначеність. Це знаменує собою відхід від середовища з низькою вартістю капіталу попереднього десятиліття.¹²¹ Однак існують значні регіональні відмінності, пов'язані з джерелами фінансування. Китай надає значну підтримку своїм компаніям у галузі сонячної фотоелектричної енергетики, як з точки зору виробництва, так і експорту, а також розгортання, надаючи пільгове фінансування за підтримки держави. Кредитування та підтримка сектору були головним пріоритетом в останніх кількох 5-річних планах, і в поєднанні з іншими видами підтримки призвели до надзвичайно швидких темпів нарощування потужностей (лічені місяці) і дуже низького загального обсягу капітальних інвестицій (найнижчий показник у вибірці).¹²² Простіше кажучи, фінансова система Китаю отримує вигоду від державних банків розвитку та механізмів зеленого фінансування, які роблять капітал легко доступним для проектів з відновлюваної енергетики. З іншого боку, в Європі ситуація інша: численні респонденти повідомляють, що доступ до фінансування виробництва "зелених" технологій дуже складно отримати через дуже високі бар'єри з боку банків розвитку або різних фондів ЄС. У Німеччині державне фінансування "зеленого" переходу значною мірою обмежене, і в більш широкому сенсі фінансові моделі не дуже добре пристосовані до фінансування багатьох виробничих проектів, пов'язаних з кліматом.¹²³ Показово, що сонячна фотоелектрична промисловість не була включена до звіту Драгі про конкурентоспроможність ЄС, що додатково свідчить про те, що вона не є першочерговим пріоритетом для широкомасштабної підтримки та фінансування (хоча інші сектори відновлюваної енергетики були включені до нього). І це незважаючи на те, що сектор сонячної енергетики все ще присутній в NZIA та інших стратегічних документах ЄС.

1 : ВставкаЗниження вартості капіталу в Україні: Роль державної підтримки

Незважаючи на деякі конкурентні переваги (нижчі витрати на робочу силу та комунальні послуги), за кінцевою вартістю виробництва Україна відстає від Китаю, Південно-Східної Азії, а також Європи. Однією з ключових причин є висока вартість фінансування в Україні, що значно підвищує фінансовий тягар для капіталомістких проектів. За нинішніх ринкових умов ця висока вартість нівелює структурні переваги України, роблячи багато великомасштабних інвестицій у виробництво економічно нежиттєздатними.

Наприклад, у Китаї та ЄС великомасштабні проекти реалізуються за спеціальними фінансовими схемами, які включають пільгові кредити, державні гарантії або субсидії, що знижують витрати на фінансування. Ці інструменти знижують середньозважену вартість капіталу (WACC), тим самим зменшуючи річну складову CAPEX у виробничих витратах. Наприклад, приблизно 34% загального обсягу інвестицій в італійський завод з виробництва сонячних фотоелектричних модулів 3Sun HJT було профінансовано за рахунок грантів від Інноваційного фонду ЄС та Італійського фонду відновлення та стійкості. Така змішана структура фінансування дозволила знизити WACC проекту до 3,4% порівняно з середнім ринковим показником 7-8%. Подібні схеми фінансування дозволили кільком проектам з виробництва акумуляторних батарей в ЄС досягти WACC на рівні 3,5-4,3%.

Таблиця нижче ілюструє цей взаємозв'язок: більше залучення грантів і пільгового фінансування призводить до зниження WACC і підвищення економічної життєздатності великомасштабних проектів зеленого виробництва.

Таблиця2 . Вплив грантів та державної підтримки на WACC та CAPEX

Країна	Співвідношення борг/власний капітал/грант	Вартість боргу	Вартість власного капіталу	WACC	Річні капітальні інвестиції (євро/тиждень)
Німеччина (за ринковою WACC)	25:75:0	4.5%	10%	8%	7.7
Німеччина (за грантової/державної підтримки)	50:25:25	4.5%	10%	4%	5.2 (-33%)
Україна (за ринковою WACC)	25:75:0	18%	21%	19%	19.3
Україна (за грантової/державної підтримки)	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: НРЕЛ (2024). Дослідження вартості капіталу KPMG (2024). Власна розробка та аналіз. Примітка: Застосовано податковий щит (податок на прибуток підприємств (ППП): Україна - 18%, Німеччина - 30%).

Для України, при поточному ринковому рівні WACC 19-20%, розрахункове навантаження на капітальні інвестиції для сонячної електростанції потужністю 1 ГВт в Україні було б надто високим. Впровадження державних грантів або пільгового фінансування, які знижують WACC до 14% або 10%, може зменшити річні капітальні інвестиції на 26-44%. Хоча досягнення повного паритету з рівнем WACC в ЄС може бути складним завданням через високу премію за ризик в Україні, значне скорочення розриву вже призведе до значного підвищення конкурентоспроможності. Наприклад, за ще вищого рівня фінансової підтримки WACC може знизитись до 7%, що зробить капітальні інвестиції майже втричі

Найбільшим фактором конкурентоспроможності українського сектору виробництва сонячних фотоелектричних установок є низька **вартість робочої сили** порівняно з іншими країнами. Для заводу потужністю 1 ГВт у Німеччині витрати на оплату праці становлять 5,5 євроцентів/Вт виробничої собівартості, а в США вони досягають 6,7 євроцентів/Вт. В Україні, однак, складова витрат на робочу силу становить лише 1,1 євроцента/Вт, на рівні з високовартісним китайським виробництвом. Хоча сектор стає дедалі більш автоматизованим і не створює значної кількості робочих місць, трудовий фактор, тим не менш, є ключовим. Для України дуже високий людський капітал, досвід в інженерії та ІТ, а також зв'язки з іншими секторами сприяють потенціалу для заповнення необхідних ролей, але існують і деякі недоліки.¹²⁴ Масштабна еміграція, жертви війни та триваюча мобілізація значно зменшили резерв робочої сили, а отже, буде необхідним забезпечення більш спеціалізованих університетських програм та тренінгів.

Брак робочої сили вже гостро спостерігається в сегменті розгортання та встановлення сонячних фотоелектричних установок, тому необхідно провести значну роботу з підготовки нових інженерів. Хоча в Німеччині це також є проблемою, там реалізуються цільові програми, в тому числі через професійно-технічні навчальні заклади, спеціалізовані навчальні центри і в більш широкому сенсі - через навчальні заклади. Крім того, приватні компанії беруть на себе ініціативу, започатковуючи внутрішню підготовку інсталяторів сонячних електростанцій через брак сертифікованих фахівців.¹²⁵ Інтеграція, особливо ветеранів і жінок, у переробний сектор сонячної енергетики може стати безпрограшною ситуацією, але акцент на інженерних програмах університетського рівня все ще залишається ключовим для підготовки персоналу для виробничих заводів.

Це пов'язано з **дослідженнями та розробками, а також з компонентом співпраці між промисловістю та академічними колами**. Європейські університети та науково-дослідні інститути, такі як Fraunhofer, історично важливі для розвитку та вдосконалення сектору, особливо в Німеччині та Східній Азії, зараз стикаються з різким скороченням фінансування досліджень у галузі сонячної енергетики приблизно на 30%, при цьому спостерігається довгострокова тенденція до зниження обсягів досліджень і розробок у сфері сонячної енергетики. Важливо, що ці бюджети також є фундаментальними для пілотного виробництва і тестування обладнання.¹²⁶ Водночас, опитані експерти стверджують, що Європа втратила своє технологічне лідерство по відношенню до Китаю, оскільки в останньому існує підтримка досліджень і розробок, а компанії реінвестують значну частину прибутку в подальшу розробку продуктів.¹²⁷ В Україні існує лише обмежений університетський та науково-дослідний потенціал у секторі сонячних фотоелектричних систем.

Загальне бізнес-середовище було основним фактором у формуванні глобальної конкурентоспроможності сонячної фотоелектричної промисловості. Китай, зокрема, отримав вигоду від спрощеної системи отримання дозволів, безкоштовного виділення земельних ділянок та швидкого підключення до інженерних мереж, що дозволило будувати та масштабувати заводи протягом декількох місяців, порівняно з набагато довгими термінами в Європі.¹²⁸ Цей контраст особливо помітний у Німеччині, де повільне отримання дозволів та необхідність спрощеного доступу до електромереж продовжують гальмувати прогрес.¹²⁹ У відповідь на це виробники все частіше вивчають альтернативні ринки. Індія стає потенційним конкурентом для зменшення залежності від Китаю, в той час як країни Східної Європи привертають увагу завдяки нижчій вартості енергії, доступній робочій силі та більш привабливим регуляторним умовам.¹³⁰ Румунія, наприклад, планує три проекти з виробництва сонячних фотоелектричних панелей загальною потужністю 1,7 ГВт, на які виділено 47 млн євро державної допомоги.¹³¹ Польща запустила схему підтримки промисловості вартістю 1,2 млрд євро, яка включає стимули для виробництва сонячних фотоелектричних модулів.¹³²

Загальна **промислова політика та політична визначеність** є останнім ключовим елементом. Як уже зазначалося, державна підтримка заходів з боку пропозиції в ключових країнах-виробниках, включаючи Німеччину, Південну Корею, Японію та інші, була фундаментальною рушійною силою, а ранні інвестиції в НДДКР сприяли підвищенню ефективності та значному

зниженню витрат у секторі сонячних фотоелектричних установок. Різноманітні інші інструменти, включаючи стратегічні податкові пільги, гранти, субсидії, експортні кредити та пільгові позики, мали фундаментальне значення для розвитку сектору і стали ще більш активно використовуватися Китаєм після 2000 року.

Закон США про зниження інфляції (IRA) та Закон ЄС про промисловість з нульовим рівнем викидів (NZIA) зробили сектор сонячних фотоелектричних установок центральним об'єктом уваги, підкреслюючи локалізацію ключових сегментів виробничо-збутового ланцюга. IRA запропонував податкові кредити відповідно до розділу 45X для компонентів вітчизняного виробництва. Згідно з оцінкою Rhodium Group у 2024 році, встановлена потужність для складання сонячних фотоелектричних модулів зазнала значного зростання, подвоївшись з 19 ГВт наприкінці 2023 року до 38 ГВт у третьому кварталі 2024 року в результаті дії IRA. Це розширення зумовлене сплеском інвестицій, який також сприяє зростанню виробництва сонячних панелей на більш ранніх стадіях. Наразі 8,3 ГВт потужностей з виробництва пластин перебувають на стадії будівництва, а ще 13 ГВт - на стадії анонсування. Сектор виробництва сонячних елементів також переживає значне зростання: поточна потужність становить 300 МВт, і очікується, що вона збільшиться завдяки 11,8 ГВт потужностей, що будуються, і ще 18 ГВт, про які було оголошено. Сектор виробництва сонячної енергетики зазнав найбільшого зростання інвестицій з часів IRA: інвестиції зросли вдесятеро - з 890 млн доларів США за два роки до IRA до 10 млрд доларів США до серпня 2024 року. Цей бум також призвів до створення 22 000 робочих місць у сфері виробництва сонячної енергії, пов'язаної з IRA. Крім того, IRA надає інвестиційні податкові кредити для виробничих потужностей і підтримує фінансування досліджень і розробок у сфері сонячних технологій. Тим часом, NZIA ставить за мету, щоб до 2030 року ЄС виробляв щонайменше 40% своїх потреб в екологічно чистій енергії, включаючи сонячні фотоелектричні панелі, всередині країни, поряд із заходами з підтримки локалізації більш широких ланок ланцюжка створення вартості.

Історично склалося так, що і США, і ЄС запровадили антидемпінгові та компенсаційні мита на китайський імпорт сонячних фотоелектричних панелей - починаючи з 2012 року в США і з 2013 року в ЄС - зі ставками тарифів, що коливалися від 18% до 250%. Хоча ці торговельні заходи були спрямовані на захист вітчизняної промисловості, вони, можливо, сповільнили розгортання сонячних фотоелектричних станцій у цих регіонах. У той же час ці тарифи сприяли зростанню виробництва сонячних фотоелектричних систем у країнах АСЕАН, оскільки китайські виробники намагалися обійти торговельні обмеження, локалізуювши виробництво, зокрема, у Малайзії та В'єтнамі.¹³³

Хоча пропозиція визначалася довгостроковим стратегічним баченням і регуляторною визначеністю, попит також мав фундаментальне значення. Хоча локалізація виробництва сонячних фотоелектричних модулів не так сильно залежить від конкретного місця завдяки відносній легкості транспортування компонентів, деякі сегменти ланцюжка створення вартості (особливо кінцева збірка) все ще традиційно розташовуються ближче до кінцевих ринків. Тому стабільний майбутній ринковий попит може стати важливою гарантією для виробників. Включення цілей з відновлюваної енергетики в ключові документи планування (такі як Енергетична стратегія або НПЕК) є важливим кроком, але ключові заходи з боку попиту, такі як "зелені" тарифи, контракти на різницю, державні закупівлі та стратегічні відводи, є ще більш важливими у створенні ринку кінцевої продукції.

IRA також включає потужні стимули з боку попиту, зокрема, продовження інвестиційного податкового кредиту (ITC), який дозволяє фізичним та юридичним особам отримати 30% від вартості встановлення сонячної фотоелектричної системи на федеральний податок на прибуток до 2032 року. Крім того, податковий кредит на виробництво (PTC) пропонує до 2,5 центів за кіловат-годину протягом перших 10 років експлуатації проекту за умови дотримання вимог щодо заробітної плати та навчання. Закон також підтримує розгортання сонячної енергетики в малозабезпечених і неблагополучних громадах шляхом надання цільових грантів, знижок і технічної допомоги. З боку ЄС, Закон про промисловість з нульовим рівнем викидів (Net-Zero

Industry Act, NZIA) спрямований на спрощення нормативно-правової бази шляхом впорядкування дозвільних процедур, запровадження правил державних закупівель для стимулювання попиту на чисті технології та надання підтримки стратегічним проектам, спрямованим на зміцнення місцевого виробничого потенціалу та впровадження технологій.

5.1.3. Економічні вигоди

Для того, щоб змодельовати економічні вигоди від потенційної локалізації ширшого ланцюжка створення вартості сонячної енергетики в Україні, було зроблено кілька ключових припущень. По-перше, річний попит в Україні становить дещо консервативні 850 МВт, які розподіляються між комунальними та даховими сонячними електростанціями. Це відображає додану потужність у 2024 році, насамперед у дахових сонячних електростанціях, зі значним потенціалом зростання, відображеним у ключових стратегічних документах.¹³⁴ Крім того, передбачається, що той самий річний обсяг 850 МВт буде експортуватися до Європейського Союзу. Для задоволення цього попиту будуються два заводи загальною потужністю 1 ГВт з коефіцієнтом використання 85%.

Зайнятість

Локалізація виробничих потужностей потужністю 2 ГВт для щорічного виробництва 850 МВт вітрових установок і ще 850 МВт для експорту матиме значний вплив на зайнятість в Україні.

Таблиця 3 . Потенційне створення робочих місць в українському ланцюжку створення вартості сонячних фотоелектричних установок

Категорія	Тип	Низький	Середній	Високий
Виробництво робочих років	Прямі		13,400	
	Непрямий		6,400	
Будівництво та монтаж людино-років/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: Nappa et. al. (2024)¹³⁵, розрахунки авторів

Безпосередня зайнятість на заводах створить близько 13 400 робочих років протягом життєвого циклу проекту. Сюди входять безпосередні виробничі операції, інжиніринг та технічне обслуговування, контроль якості та випробування, логістика та обробка матеріалів, охорона здоров'я та безпека, адміністративний та допоміжний персонал, власна команда з досліджень та розробок, а також управлінська структура. Таким чином, потрібен дуже широкий спектр функцій і навичок, включаючи деякі вузькоспеціалізовані, які необхідно буде розвивати в українській системі освіти або шляхом навчання на підприємствах.

Приблизно 6 400 непрямих робочих років буде також створено в рамках ширшої екосистеми, яка має сформуватися навколо сектору. Сюди входять постачання сировини, логістика і транспортування, будівництво та постачання обладнання, а також професійні послуги. Багато з цих компаній, робочих місць і функцій вже існують з мінімальними вимогами до адаптації для обслуговування ланцюжка поставок сонячних фотоелектричних систем.

Тим не менш, припущення, що ці панелі задовольняють внутрішній попит, також створює значні можливості для працевлаштування в секторі будівництва та встановлення сонячних

фотоелектричних установок, а також для довгострокової експлуатації та обслуговування. Хоча оцінки прямих, непрямих та індукованих робочих місць значно варіюються, частково також залежно від типу установки (комунальна або на даху), середня оцінка становить близько 23 500 додаткових робочих років на рік і 520 робочих місць в сфері експлуатації та обслуговування. Це ще раз підкреслює значну потребу в продовженні навчання та інтеграції все більшої кількості робочої сили в сектор відновлюваної енергетики, щоб запобігти дефіциту та затримкам.

Додана вартість та експорт

Локалізація 2 ГВт виробничих потужностей сонячної енергетики та щорічне виробництво 1,7 ГВт сонячних фотоелектричних модулів матиме значний внесок у валову додану вартість України.

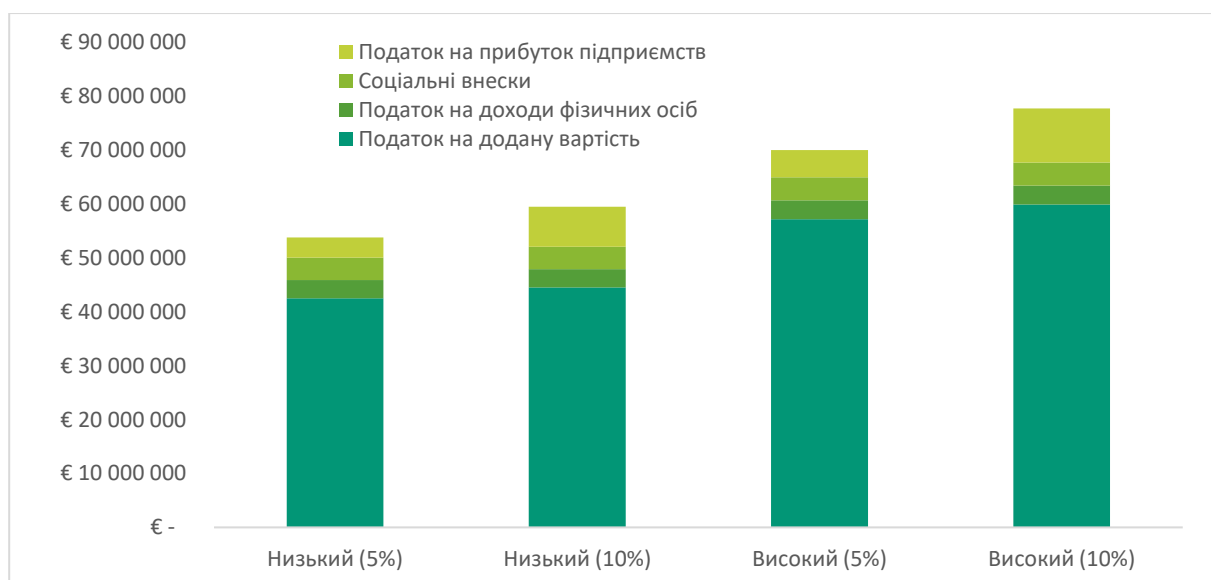
Залежно від сценарію WACC та витрат, представлених у попередньому розділі (26,78 євроцентів/Вт-32,75 євроцентів/Вт), а також потенційної рентабельності, яку можуть встановити станції (припускається 5%-10%), загальний внесок у валову додану вартість України може становити від 233 млн євро до 381 млн євро на рік, що еквівалентно впливу на 0,13%-0,22% ВВП України у 2024 році.

Крім того, 850 МВт експортованих панелей на рік зроблять значний внесок у торговельний баланс України і стануть ключовим джерелом надходження іноземної валюти. На основі змодельованих витрат і маржі доходу, експорт сонячних панелей може приносити від 217 млн євро до 306 млн євро щорічної експортної виручки, що еквівалентно від 0,56% до 0,79% від загального експорту України у 2024 році.

Бюджетні надходження

Створення вітчизняного інтегрованого сонячного фотоелектричного сектору також матиме значні наслідки для бюджету та фіскальної позиції України, приносячи такі необхідні доходи.

Рисунок15 . Фіскальний ефект



Джерело: Розрахунки авторів. Примітка: Сценарії з низькою та високою собівартістю виробництва, з валовою рентабельністю 5% та 10%.

Внесок до бюджету України змінюватиметься залежно від структури витрат та рентабельності виробництва і становитиме від 54,7 до 79,1 млн. євро на рік. Більша частина цієї суми надходить від валового ПДВ, понесеного з продажу вітчизняних сонячних панелей, який коливається між 43,5 і 61,2 млн. євро. Водночас, залежно від різних сценаріїв, може

знадобитися фінансова підтримка виробництва у вигляді податкових пільг або стратегічних субсидій, що може зменшити внесок держави.

Додатковий попит на матеріали

Локалізація виробничо-збутового ланцюжка сонячної енергетики може створити значний попит на матеріали і в інших галузях української промисловості.

Таблиця 4 . Потенційний додатковий попит на матеріали в українському виробничо-збутовому ланцюжку сонячної енергетики

Елемент	Матеріаломісткість (тонни/МВт)	Загальний річний потенційний попит на матеріали (тонни)
Загартоване скло (кришка)	46.4	78,880
Сталь (стійки та кріплення)	67.9	115,430
Алюміній (рами та кріплення)	7.5	12,750
Мідні кабелі (електропроводка)	4.6	7,820

Джерело: NREL (2023), розрахунки автора

Сталь є важливим матеріалом для виготовлення стійок та кріплення сонячних фотоелектричних модулів, з високою мінеральною інтенсивністю на МВт вироблених сонячних фотоелектричних модулів. Це може створити понад 115 000 тонн додаткового попиту для української металургійної промисловості, що забезпечить вкрай необхідного покупця та стимул для відновлення галузі до довоєнного стану. Крім того, необхідна велика кількість загартованого скла, що використовується для покриття сонячних панелей (приблизно 79 000 тонн на рік), яке можуть постачати 17 існуючих українських компаній. Крім того, зросте попит на алюмінієві рами та кріплення, а також на мідні кабелі.

Важливо, що деякі з цих компонентів і попит на них потрібні навіть у тому випадку, якщо панелі збиратимуться лише в Україні або на інших етапах виробничо-збутового ланцюга, тобто попит існуватиме навіть за відсутності повномасштабної локалізації.

5.1.4. Оцінка та додаткові міркування

Глобальний ланцюжок створення вартості сонячних фотоелектричних панелей є надзвичайно концентрованим, оскільки Китай здатен виробляти практично кожен компонент більш конкурентоспроможним за ціною, ніж будь-хто інший. Тим не менш, існують стратегічні можливості, якими можуть скористатися інші країни, включаючи Україну. Хоча в цій оцінці було проведено комплексне порівняння вартості виробництва з нуля, різні сегменти виробничо-збутового ланцюга можуть бути більш конкурентоспроможними.

Раніше Україна відігравала певну роль у всіх частинах виробничо-збутового ланцюжка сонячної енергетики. Хоча виробництво полікремнію було демонтовано і перенесено до Китаю після 2014 року через недостатню конкурентоспроможність та застарілість обладнання, існують сценарії, за яких ці процеси можуть бути перезапущені. Україна все ще має великі запаси кварцових і кварцових пісків, і хоча наразі не існує активного великомасштабного видобутку, комплексна стратегія може бути спрямована на відродження цього сектору шляхом створення можливостей для внутрішнього збуту. Можна також шукати додаткові можливості для забезпечення кремнієм європейських виробників, хоча в ЄС цей сектор також дуже обмежений. Тим не менш, виробництво полікремнію є надзвичайно енергоємним, а поточна енергетична ситуація в Україні означає, що необхідно буде побудувати додаткове енергогенеруюче обладнання та укласти корпоративні угоди про закупівлю електроенергії (PPA).

На інших етапах ланцюжка створення вартості можна було б відродити та перепрофілювати існуючі виробничі активи, щоб принаймні задовольнити внутрішній попит. Наприклад, компанія KNESS мала 200 МВт потужностей у більш низьких сегментах ланцюжка створення вартості. Використання існуючих потужностей та їх модернізація означатиме менші капітальні інвестиції порівняно з повністю новим проектом і може підвищити конкурентоспроможність українського виробництва порівняно з іншими країнами за вартістю. Однак, інвестиції в будівництво нових потужностей все одно будуть необхідними для досягнення масштабів, необхідних для економії на масштабах виробництва та експортного потенціалу. Високі витрати на фінансування (WACC) залишаються бар'єром для інвестицій, а отже, і для конкурентоспроможності та галузевого розширення. Зниження вартості фінансування за рахунок грантів, пільгового кредитування, схем страхування капіталу та програм відшкодування інвестицій має вирішальне значення. Крім того, наявність активу та досвіду роботи може потенційно допомогти забезпечити кращі умови фінансування.

У будь-якому випадку, збільшення масштабів складання модулів може виявитися найбільш конкурентоспроможним з огляду на наявність промисловості та розвинутої допоміжної інфраструктури, а також завдяки низькій вартості робочої сили та підвищеному внутрішньому попиту. У той же час, навіть етап складання може виявитися неконкурентоспроможним по відношенню до Китаю, хоча більша геополітична і стратегічна орієнтація на європейський сонячний фотоелектричний сектор може створити ситуацію, в якій буде проводитися більша локалізація. У будь-якому випадку, будь-яка надія задовольнити внутрішній попит, а також задовольнити певну частину попиту на ринку ЄС вимагатиме значних інвестицій з нуля.

Двома ключовими сировинними матеріалами, що визначають собівартість виробництва сонячних фотоелектричних модулів в Україні, є скло та полікремній. З початку війни скло в основному імпортується з ЄС за середньою ціною 5,0 доларів США/м², порівняно з 3,5 доларів США/м² для китайського листового скла. Транспортні витрати на доставку в Україну додають близько 15% до ціни. Наразі скло становить 40-50% вартості готового сонячного модуля. Важливо те, що листове скло є стратегічним товаром для України і матиме важливе значення для будівельного сектору під час відновлення країни. Якби завод з виробництва скла був побудований в рамках національного стратегічного проекту, про що раніше заявляли різні гравці, він також міг би підтримати сектор сонячних фотоелектричних модулів. Тим не менш, вартість листового скла все ще може бути вищою, ніж імпортного, але стратегічна автономія у скляному секторі може виправдати створення цього сектору.

Полікремній, ключова сировина для виробництва монокристалічного кремнію, що використовується в напівпровідниках (в тому числі у високотехнологічних додатках, таких як безпілотники), є ще одним стратегічним матеріалом. Україна володіє високоякісною сировиною для виробництва полікремнію, а інжинірингова компанія "Інститут титану" має технологію для відновлення виробничого ланцюжка. Беручи до уваги ці інші види використання та експортний потенціал, національний стратегічний проект може мати сенс. Беручи до уваги потребу в стабільному та дешевому енергопостачанні, оптимальним місцем для такого заводу могло б бути розташування поблизу Хмельницької АЕС, найновішої з українських атомних електростанцій, де планується будівництво двох нових енергоблоків. Як і у випадку зі скляним сектором, це не обов'язково означає, що Україна повинна будувати завод з виробництва полікремнію виключно для сонячної енергетики, але інші види використання та подальша координація з європейськими партнерами, включаючи конкретні угоди про постачання, могли б виправдати такі рішення. Тим не менш, очікується, що Україна матиме дефіцит електроенергії в найближчі кілька років, і нові інвестиції в енергетичну систему можуть в короткостроковій перспективі призвести до зростання витрат. Слід також зазначити, що наразі існують інші, значно більш конкурентоспроможні галузі промисловості, які повинні отримати пріоритетний доступ до цієї електроенергії за нижчими тарифами.

Деякі подальші стратегічні можливості можуть існувати у виробництві допоміжного обладнання. Українська металургійна промисловість може виробляти такі компоненти, як рами

та монтажні конструкції, а інші компанії можуть бути постачальниками загартованого скла, а також алюмінієвих конструкцій та мідної проводки, необхідних для кінцевої продукції, що розгортається. Також можна було б оцінити конкурентоспроможність постачання цих продуктів на ширший ринок ЄС, особливо в країнах, де немає відповідного виробництва. Тим не менш, запровадження Механізму регулювання вуглецевих кордонів ЄС матиме значний вплив на продукцію з чавуну, сталі та алюмінію, тому декарбонізація енергосистеми і, зокрема, цих галузей, повинна стати пріоритетом для забезпечення подальшої конкурентоспроможності.

Хоча в Україні вже існує певне виробництво інверторів, ринок ЄС має достатньо виробничих потужностей, і розширення цього сектору в Україні може бути непотрібним. Однак інвертори вразливі як до апаратного, так і до програмного забезпечення, особливо з точки зору безпеки та кібербезпеки, і європейська промисловість може прагнути виробляти всі інвертори, що використовуються в технологіях, впроваджених в ЄС. ЄС втратив певний досвід, оскільки науково-дослідні роботи в цьому секторі скоротилися, а також бракує компаній, здатних виробляти деякі спеціалізовані інструменти та обладнання, такі як знімачі злитків і алмазні канатні пилки, які є критично важливими для виробничого процесу.¹³⁶ Однак це дослідження не оцінювало загальну конкурентоспроможність України у виробництві цих сегментів.

Очевидно, що ЄС не може досягти цілей розгортання лише за рахунок внутрішнього виробництва, особливо на етапах виробництва злитків і пластин, і дещо менше - у виробництві сонячних елементів.¹³⁷ Хоча Закон ЄС про промисловість з нульовим рівнем викидів та Європейський альянс сонячної фотоелектричної промисловості (ESIA) роблять реанімацію ланцюжка створення вартості в ЄС ключовим пріоритетом, багато експертів, опитаних в процесі дослідження, висловили скептицизм щодо інструментів, які використовуються, та перспектив в цілому.¹³⁸ Враховуючи виробничі знання та досвід України у всіх ланках виробничо-збутового ланцюга, а також готовність місцевих компаній долучитися до виробничого процесу, розширення виробництва та подальша локалізація можуть бути можливими, але, безумовно, потребують значної державної та міжнародної підтримки.

Значна частина необхідної підтримки буде фінансовою. У липні 2024 року ввізні мита на імпорт енергетичного обладнання, включаючи сонячні фотоелектричні станції, були тимчасово призупинені, щоб допомогти швидко наростити встановлену потужність, враховуючи шкоду, завдану енергосистемі.¹³⁹ Хоча з точки зору енергетичної безпеки це було безумовно правильне рішення, воно вплинуло на конкурентоспроможність вітчизняного виробництва. У довгостроковій перспективі необхідно розглянути, як збалансувати вартість розгортання і енергетичного переходу з підтримкою вітчизняних суб'єктів, враховуючи обмеженість ресурсів, які будуть доступні для більш широкого процесу реконструкції. Надмірний рівень прямої фінансової підтримки, включаючи потенційні гранти на капітальні інвестиції, податкові пільги або субсидії, або протекціоністські заходи, включаючи введення імпорتنих мит на кінцеву продукцію або тарифів, може значно сповільнити або стримувати розгортання сонячних фотоелектричних станцій, що не є поставленою метою. Тому необхідно знайти баланс, але при цьому можна використовувати додаткові інструменти.

Державні закупівлі та, можливо, деякі вимоги до місцевої складової можуть бути потужним інструментом, особливо для встановлення сонячних фотоелектричних установок на дахах будівель у проектах з енергоефективності в бюджетних установах. Хоча таких вимог наразі не існує ні в Україні, ні в Директиві ЄС з енергоефективності, розмови про "зелені" державні закупівлі, стратегічну автономію та більший акцент на місцеву складову і промислову політику в більш широкому сенсі не виключають цих варіантів у майбутньому. Слід зазначити, що Україна вже зробила невеликий крок у цьому напрямку через свій Фонд декарбонізації, який працює з середини 2024 року і передбачає зниження відсоткової ставки на 2% за кредитами, якщо використовується обладнання від вітчизняного виробника. Хоча ресурси Фонду обмежені, він ілюструє, як інструменти закупівель та фінансування можуть підтримати місцеву промисловість.¹⁴⁰ Хоча шлях для сонячних електростанцій (як комунальних, так і дахових) вже передбачений у ключових документах планування, збільшення ролі державних закупівель може

створити більш гарантований ринок збуту для потенційних виробників. Водночас, Україна повинна забезпечити відповідність політики державних закупівель та місцевої складової своїм міжнародним зобов'язанням, а також еволюції політики в ЄС.

У міру того, як Україна просувається до вступу в ЄС, необхідно приділяти більше уваги інтеграції в ланцюжок доданої вартості сонячної енергетики ЄС, що може включати підтримку просування експорту, стимули для збільшення обсягів експорту та інші вимоги до ефективності. Таку інтеграцію слід насамперед оцінювати з огляду на сусідів України, зокрема Польщу та Румунію, які прагнуть розбудовувати власні внутрішні ланцюги доданої вартості у сфері сонячної енергетики, і де може існувати взаємодоповнюваність проміжних продуктів, що принесе користь усім країнам.

Роль технологічних можливостей, НДДКР та співпраці між промисловістю та науковими колами заслуговує на подальший розгляд. Для країн з незначною присутністю у виробничо-збутовому ланцюжку сонячних фотоелектричних установок або тих, що входять до нього вперше, адаптація виробничих технологій, виробничих процесів і кінцевої продукції, а також поступові інновації, а не масштабні інвестиції в нові продукти, можуть бути більш плідними, оскільки вони наздоганяють передові технології. Оскільки виробничі витрати знижуються, а процеси вдосконалюються, створення нових виробничих ліній і масштабування шляхом навчання на власному досвіді в ланцюжку створення вартості сонячних фотоелектричних установок стає більш можливим, ніж раніше. Зв'язки між сонячною фотоелектричною промисловістю та іншими секторами, які може розвивати Україна, також можуть виявитися корисними. Існує багато перетинів з напівпровідниковою промисловістю та різними сферами застосування в оборонному секторі, які Україна може розвивати в майбутньому, що потенційно може забезпечити шлях для співпраці та передачі знань між секторами.

З іншого боку, під час інтерв'ю для цього дослідження згадувалося, що одним із потенційних шляхів, за яким Україна могла б конкурувати з Китаєм, є впровадження абсолютно нових технологій, таких як перовскітна сонячна енергетика, і накопичення досвіду в цій галузі, фактично технологічно випередивши Китай.¹⁴¹ Для цього співпраця з іншими європейськими науково-дослідними установами та стартапами в цій галузі може бути корисною, особливо з огляду на те, як частини цих нових ланцюжків доданої вартості можуть бути поширені по всій Україні, включаючи Європейський Союз.

Хоча Україна навряд чи зможе напряму конкурувати з китайськими чи іншими виробниками сонячних фотоелектричних систем Південно-Східної Азії за ціною, більш стратегічне, орієнтоване на ЄС і засноване на безпеці розуміння ланцюгів постачання сонячних фотоелектричних систем може створити можливість локалізувати більші частини ланцюга створення вартості, використовуючи географічну близькість країни та її регуляторну узгодженість з ЄС. Це допоможе як внутрішній реконструкції енергетичної системи України, так і досягненню національних цілей та цілей ЄС щодо "зеленого" переходу.

5.1.5. Висновки та дорожня карта галузевого розвитку

Україна навряд чи зможе конкурувати з китайськими чи південно-східноазійськими виробниками сонячних фотоелектричних модулів лише за ціною, але й з європейськими чи американськими виробниками теж. Ключові переваги України, включаючи нижчі витрати на робочу силу та енергію, а також географічну близькість до ЄС, можуть зробити її стратегічним гравцем у зміцненні безпеки ланцюжка доданої вартості в ЄС. Збільшення масштабів складання модулів і виробництва допоміжного обладнання (наприклад, інверторів, загартованого скла, алюмінієвих і сталевих рам) може задовольнити зростаючий внутрішній попит, а також створити додатковий потенціал для експорту та подальшої інтеграції в ЄС. Додаткової оцінки потребують сектори виробництва полікремнію та листового скла, які можуть розвиватися незалежно і потенційно сприяти створенню вітчизняного сектору сонячних фотоелектричних установок або стратегічного експорту до ЄС. Важливо, що заходи з боку попиту, такі як реформи енергетичного ринку, угоди про купівлю

електроенергії та державні закупівлі, також є життєво важливими для створення стабільного внутрішнього ринку.

Однак без стратегічного відродження сектору виробництва сонячної енергетики в ЄС Україна навряд чи зможе локалізувати повний ланцюжок створення вартості. У короткостроковій перспективі Україна повинна узгодити свої дії зі стратегіями ЄС і стимулювати виробництво допоміжного обладнання, а також працювати над відродженням і масштабуванням операцій зі складання модулів. У середньостроковій перспективі перегляд політики щодо місцевої складової може стимулювати внутрішній попит. У довгостроковій перспективі, у поєднанні зі стратегіями ЄС, Україна може позиціонувати себе як ключового учасника ланцюжка створення вартості у сонячній енергетиці ЄС шляхом виробництва цільових стратегічних компонентів.

Таблиця 5. Дорожня карта сектору сонячної енергетики

Короткострокова (1-2 роки)	Середньострокова (2-5 років)	Довгострокова (5+ років)
- Узгодження з більш широкою стратегією ЄС щодо відродження сектору та розвитку політики енергетичної безпеки - Оцінка масштабування виробництва допоміжного обладнання та експортного потенціалу - Перегляд звільнення від імпорту готових модулів - Стимулювання виробництва інверторів в Україні через механізми локалізації в державних закупівлях та повернення коштів - Вивчити можливості для створення секторів скла та полікремнію з урахуванням інших секторів та експортних ринків	- Розширити ринки допоміжного обладнання та оцінити потребу у внутрішній збірці - Оцінити політику місцевої складової в державних закупівлях - Переоцінити економіку виробничо-збутового ланцюга (включаючи переробку кремнію) на основі розвитку політики ЄС, інших галузевих зв'язків та внутрішніх вимог - Інтеграція з європейською екосистемою досліджень і розробок та вивчення можливостей стрибкоподібного розвитку за допомогою нових технологій (наприклад, перовскітів)	Шукати шляхи, які можуть позиціонувати Україну як стратегічного учасника ланцюжка створення вартості у сонячній енергетиці ЄС, зосередившись на стратегічних компонентах (наприклад, інвертори, монтажні системи), послугах з тестування та сертифікації, а також на інноваціях у сфері фотоелектричних матеріалів наступного покоління та потенційно переробних технологіях.

5.2. Вітрові турбіни

5.2.1. Огляд ланцюжка створення вартості

Вітрогенератори перетворюють енергію вітру в електрику. Вітер обертає лопаті ротора, які обертають генератор для виробництва електричної енергії. Коробка передач регулює швидкість обертання генератора, а перетворювач забезпечує відповідність вихідної потужності частоті мережі. Нарешті, трансформатор підвищує напругу для ефективного розподілу електроенергії в мережі. Ланцюг постачання вітрогенераторів складається з декількох етапів. Він починається із закупівлі сировини та матеріалів, за якими слідує виробництво компонентів та окремих частин турбіни. Потім ці компоненти збираються в цілі вітрові турбіни, що є завершальною стадією процесу.

	Вежі	Лопаті	Редуктори	Генератори	Перетворювач потужності	Мотогондола в зборі
Опис	Сталеві та бетонні конструкції, на які встановлюється турбіна	Композитні матеріали формуються в аеродинамічні форми лопатей	Компоненти обробляються і збираються в системи передач	Мідна проводка і магніти збираються в генераторні блоки	Електронні компоненти інтегровані в системи перетворення	Редуктор, генератор, перетворювач зібрані в корпусі мотогондоли

Основні виробники (% світового ринку)	Китай (~50%) Європа (~20-25%)	Китай (65%) (китайці: 61%, не китайці: 4%) Європа (13%) Індія (8%)	Китай (80%) Європа (10%) Індія (9%)	Китай (73%) (китайці: 62%, не китайці: 11%) Європа (16%) Індія (5%)	Китай (81%) (китайці: 77%, не китайці: 4%) Європа (10%) Індія (5%)	Китай (60%) Європа (19%) США (9%)
Виробництво в Україні	Існуюче виробництво	Виробництво, що будується та/або може бути відновлене	Існуюче виробництво			

Джерело: Глобальна вітроенергетична рада (2023), Бостонська консалтингова група (2023), авторська розробка.

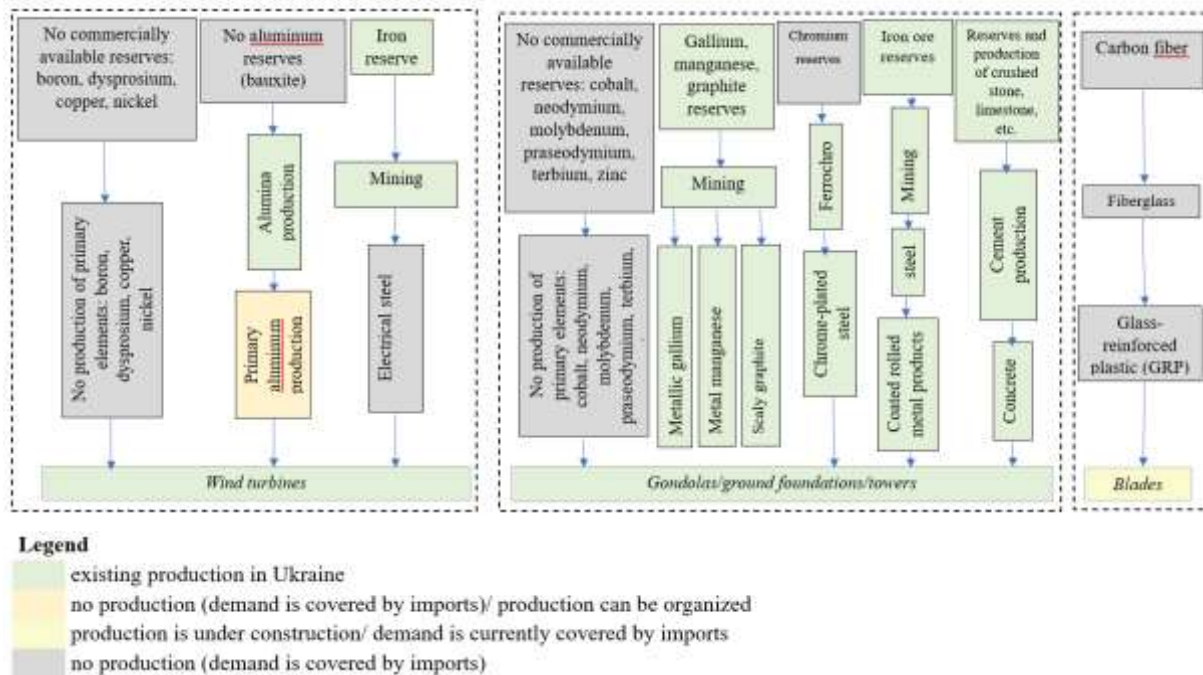
Виробничо-збутовий ланцюжок вітрових турбін є дуже складним і часто складається з понад 8 000 окремих компонентів, деякі з яких є масивними, а довжина лопатей часто перевищує 100 метрів.¹⁴² Така підвищена складність і довжина виробничо-збутового ланцюга в поєднанні з логістичними проблемами і високим ступенем інженерної точності робить вітроенергетику структурно відмінною від виробництва сонячних фотоелектричних установок. Хоча географічно сектор все ще залишається висококонцентрованим, він є більш розпорошеним, з більшою кількістю провідних не китайських компаній. Тим не менш, за останнє десятиліття Китай створив масштабну і відсталу інтегровану галузь завдяки постійному розширенню ринку. Китай лідирує на світовому ринку з переробки матеріалів (сталь, алюміній, рідкоземельні матеріали) і виробництва ключових вітроенергетичних компонентів, таких як редуктори (80%), перетворювачі (82%), генератори (73%) і виливки (82%).¹⁴³

Після етапу видобутку та переробки мінеральної сировини лише п'ять країн світу мають можливість виробляти всі основні компоненти вітрової турбіни: Китай, Індія, Іспанія, Німеччина та США (NREL, 2022). Однак ланцюжок створення вартості включає багато виробників більш нішевих, специфічних компонентів, хоча певна вертикальна інтеграція в цьому сегменті також існує.

У 2024 році китайські виробники посіли перші чотири позиції за обсягами світового виробництва, тоді як данська Vestas опустилася на п'яте місце. Майже всі нові потужності, встановлені цими китайськими компаніями, були розгорнуті в Китаї, що зміцнило центральну роль країни на світовому ринку вітроенергетики.¹⁴⁴ За прогнозами, Китай залишатиметься домінуючим центром виробництва ключових компонентів вітроенергетики з часткою ринку 50-70% у середньостроковій перспективі.¹⁴⁵

Незважаючи на сильну траєкторію зростання і перехід до офшорної вітроенергетики, очікується, що світові виробничі потужності для вітрових турбін досягнуть лише близько 60% від рівня, необхідного до 2030 року за сценарієм нульових викидів (NZE), розробленим MEA. Подолання цього розриву вимагатиме значних і скоординованих дій як від державних, так і від приватних зацікавлених сторін для прискорення розгортання вітроенергетики та нарощування глобальних виробничих потужностей.¹⁴⁶

Рисунок16 . Виробничо-збутовий ланцюжок виробництва вітрових турбін в Україні



Джерело: Оцінка авторів.

В Україні існують можливості для виробництва вітрових турбін, що є основою для подальшої локалізації виробництва компонентів. Ці можливості випливають з існуючої промислової активності в секторі та потенціалу українських промислових лідерів розширювати виробництво конкретних компонентів.

Ключовим прикладом вітчизняного виробництва є вітроенергетичний завод, створений у 2012 році в Краматорську ТОВ "Фурлендер Віндтехнолоджі" за ліцензією німецької компанії Fuhrlander. Завод мав потужність до 100 одиниць продукції 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 на Закарпатті, в результаті чого рівень локалізації знизився до 50-55%. Це зниження відбулося насамперед через порушення ланцюгів поставок, включаючи втрату вітчизняних ресурсів, таких як металопрокат з Маріупольського металургійного комбінату та заготовки з нержавіючої сталі, які раніше постачалися Енергомашспецсталлю (ЕМСС) та Дніпроспецсталлю. Поточна виробнича потужність становить 25 турбін на рік, а збільшення до 40 одиниць заплановано на 2026 рік. Крім того, АТ "Українські енергетичні машини" (колишній "Турбоатом") є найбільшим українським виробником промислових турбін, включаючи парові турбіни для теплових та атомних електростанцій, гідравлічні турбіни для гідроелектростанцій та реверсивні машини для гідроакумуючих станцій. Хоча основна спеціалізація компанії полягає у виробництві промислових турбін для виробництва електроенергії, існує значний потенціал для розширення виробництва вітрових турбін шляхом використання та адаптації існуючих виробничих потужностей. В Україні також існує вітчизняне виробництво трансформаторів. "Укрелектроапарат", що базується в Хмельницькому, є одним з провідних підприємств у трансформаторобудуванні в Україні та регіоні СНД. Підприємство має повний технологічний цикл виробництва електротехнічної продукції, від металообробки та виготовлення металоконструкцій до складання готових до продажу трансформаторів і комплектних трансформаторних підстанцій. Запоріжтрансформатор (ЗТР), розташований у Запоріжжі, входить до числа найбільших виробників трансформаторного обладнання в СНД і Європі, з виробничою потужністю 60 000 МВА на рік. Це вітчизняне обладнання може зіграти життєво важливу роль у підтримці розширення вітроенергетики в Україні.

Вітрові турбіни (генератори) виробляються з імпортованих матеріалів, де здійснюється дрібновузлове складання, а деякі ключові компоненти також виробляються на власному виробництві. Безпосередньо виробництво генератора включає металообробку, намотування котушок тощо. Компанія збирає сам генератор невеликими частинами з різних компонентів, а також закуповує низку інших компонентів, включаючи магніти, мідний дріт і різну електроніку, електротехнічну сталь і сталь для металоконструкцій.

Гондоли (корпус генератора) виробляються на підприємстві з імпортованих компонентів і збираються на місці. Щонайменше 2 українські компанії також виробляють сталеві та чавунні пластини, необхідні для гондол.

Лопаті будуть вироблятися в Україні з 2025 року з імпортованих матеріалів з достатніми потужностями, щоб задовольнити попит з боку вітчизняних турбін.

Вежі також виробляються в Україні з української дешевої високоякісної сталі та бетону. Що стосується сталі, то наразі працюють 2 основні виробники, тоді як було визначено понад 50 постачальників бетону. З огляду на дуже великі розміри, вагу та складність транспортування, цей компонент часто виробляється поблизу місця встановлення вітроелектростанції.

Фундамент кінцевої вітрової турбіни також виробляється на місці з української сталі.

Мінерали мають фундаментальне значення для виробництва вітрових турбін, причому деякі ключові елементи, включаючи залізо, марганець, галій і графіт, виробляються в Україні, хоча багато ключових елементів, включаючи рідкоземельні елементи і нікель, не виробляються в Україні.

5.2.2. *Результати та аналіз*

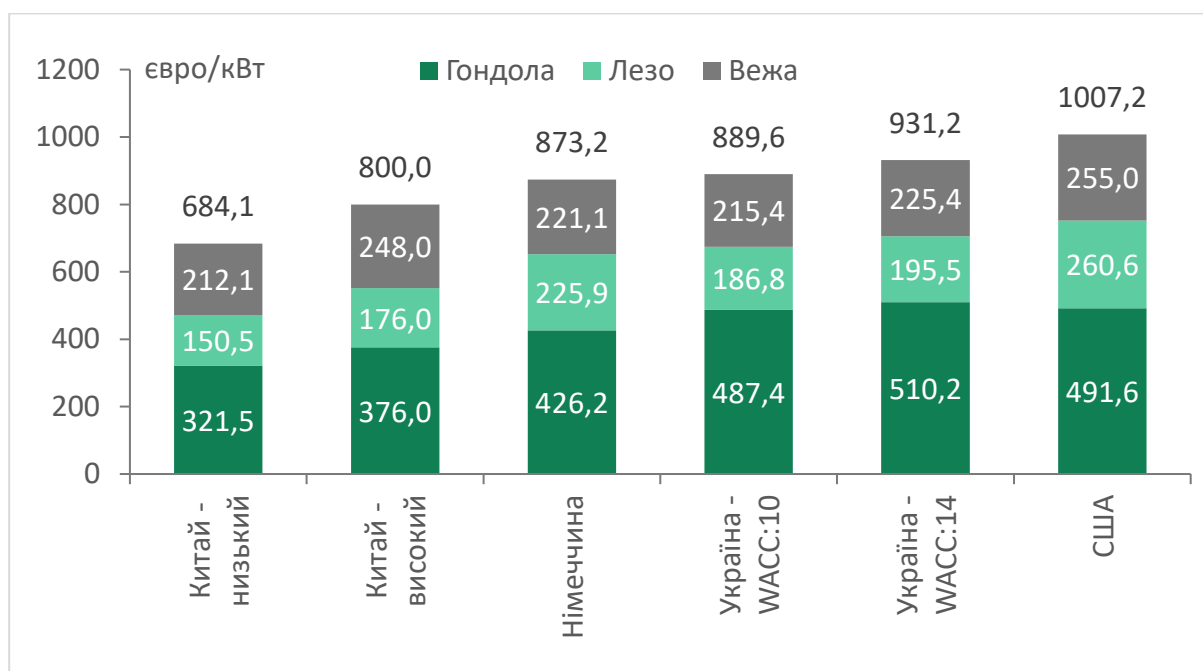
Для оцінки конкурентоспроможності потенційної локалізації виробництва вітрових турбін в Україні було зібрано та проаналізовано як первинні, так і вторинні дані, включаючи міжнародні показники. Кількісні результати базуються на цих даних і представлені у двох сценаріях.

Аналіз розглядає розвиток інтегрованого заводу з виробництва вітрових турбін в Україні з нуля, який вироблятиме турбіни номінальною потужністю 3-4 МВт та 4-5 МВт - відповідно до попередніх виробничих специфікацій та майбутніх виробничих планів. Передбачається, що завод матиме річну виробничу потужність 40 турбін, що включає виробництво і збірку гондол, а також лопатей і веж. На основі наявних національних і міжнародних даних, результати розбивають загальну вартість виробництва на гондоли, лопаті і башти, але недостатньо інформації для кількісної оцінки інших факторів витрат (наприклад, енергія, робоча сила і т.д.), хоча і представлена якісна оцінка. Кожен сценарій оцінюється за двома припущеннями щодо середньозваженої вартості капіталу (WACC): 10% та 14%. Для міжнародного порівняння всі результати стандартизовані до 2024 року за євро за кіловат (євро/кВт) номінальної потужності вітрової турбіни.

Результати обох сценаріїв підсумовані нижче.

Результати

Малюнок17 . Витрати на виробництво - Вітрові турбіни (потужність 3-4 МВт)

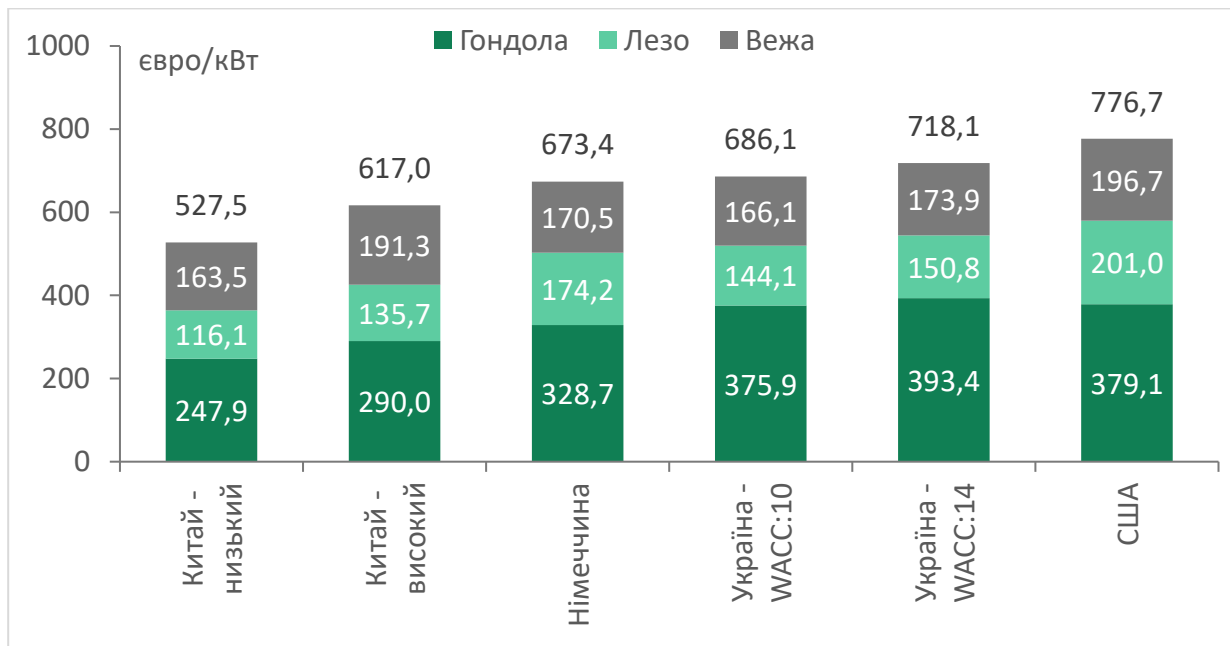


Джерело: NREL (2024), Deutsche WindGuard (2024), консультації експертів. Розрахунки авторів.

У першому змодельованому сценарії, де виробляються вітрові турбіни номінальною потужністю 3-4 МВт, собівартість виробництва в Україні коливається від 889,6 євро/кВт за низьковитратним сценарієм (WACC 10%) до 931,2 євро/кВт за високовитратним сценарієм (WACC 14%). Ці рівні витрат відображають чутливість оцінок витрат до умов фінансування в Україні, при цьому цінова конкурентоспроможність України значно покращується зі зниженням вартості фінансування.

На нижній межі змодельованих інтегрованих виробничих витрат Україна знаходиться приблизно на одному рівні з Німеччиною, але в обох сценаріях WACC вона є більш конкурентоспроможною, ніж відповідне виробництво в США. Порівняно з Китаєм, виробничі витрати в Україні по всьому ланцюжку створення вартості на 11%-27% вищі, хоча для деяких компонентів вони є більш порівнянними.

Рисунок18 . Витрати на виробництво - Вітрогенератори (потужність 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 кВт знижується через ефект масштабу, але відносне позиціонування залишається схожим: Україна з 10% WACC приблизно на 1,9% дорожча за Німеччину, і на 6,6% дорожча за 14% WACC. Виробництво електроенергії в Україні все ще випереджає виробництво в США, але знову витісняється Китаєм в усіх сценаріях, хоча нижня межа різниці зменшується до 10%, якщо порівнювати верхній діапазон Китаю з нижнім діапазоном України.

Аналіз

Потужний промисловий потенціал та високорозвинені ланцюги поставок мають фундаментальне значення для ключових сегментів вітроенергетичного ланцюга доданої вартості. Позитивним моментом є те, що історичне та сучасне виробництво вітроенергетичної продукції в Україні, а також потужна ресурсна база та ключові зв'язки з іншими аналогічними секторами (зокрема, виробництвом турбін та обладнання) демонструють певну загальну конкурентоспроможність порівняно з іншими світовими виробниками, хоча вона варіюється залежно від сегменту.

Для порівняння, Україна є менш конкурентоспроможною у кінцевому виробництві **мотогондол**, найбільш технологічно складної частини ланцюжка створення вартості, яка складається з тисяч окремих частин і вимагає значної логістики. Як правило, виробництво та різні частини процесу складання можуть відбуватися ближче до виробників окремих компонентів, а високоінтегровані ланцюги постачання та екосистеми сприяють зниженню витрат. Це особливо характерно для Китаю та ЄС, де десятиліття розвитку виробництва та галузей призвели до появи широкого кола місцевих постачальників та тісно пов'язаних мереж, які є основним рушійним фактором конкурентоспроможності.¹⁴⁷ Згідно з результатами моделювання для турбін потужністю 4-5 МВт, собівартість виробництва гондол у Німеччині на 14%-20% нижча, ніж в Україні, а в Китаї - на 30%-37% завдяки цим добре налагодженим ланцюжкам доданої вартості. Повна локалізація всіх або більшості компонентів, необхідних для виробництва гондoli, була б недоцільною або неможливою з огляду на вже налагоджені зв'язки і вимагала б значного імпорту обладнання в Україну.

Тим не менш, це не робить Україну повністю неконкурентоспроможною в цьому сегменті. Деякі місцеві компоненти вже виробляються (включаючи сталеві рами і чавунні пластини, мідний дріт і електричний кабель, а також родовища галію і марганцю), існують продуктивні зв'язки з іншими секторами, а низькі витрати на робочу силу добре підходять для виробництва на стадії складання. Історичний досвід виробництва вітрових турбін в Україні свідчить про те, що відстань до кінцевого ринку (тобто розміщення в Україні) разом з іншими ключовими компонентами може зменшити витрати на підтримку конкурентоспроможності порівняно з глобальними конкурентами. Це особливо стосується двох інших основних компонентів - лопатей та веж, де Україна є більш конкурентоспроможною. В обох сегментах важливими факторами, що визначають локалізацію виробництва, є логістика та відстань до кінцевого ринку, а також більш трудомісткий та матеріаломісткий характер виробництва.¹⁴⁸

Для **виробництва лопаток** змодельована собівартість виробництва в Україні значно нижча, ніж у Німеччині (на 17% менше для турбін потужністю 4-5 МВт) та США, і лише на 6% вища, ніж у Китаї. Логістика все ще важлива, але менш важлива, ніж для гондол, оскільки більшість матеріалів імпортується від низки світових постачальників. Водночас, виробничий процес є порівняно високо трудомістким і вимагає великої кількості робочої сили, а деякі сегменти потребують висококваліфікованих робітників.¹⁴⁹ Враховуючи зростаючу довжину вироблених лопатей і той факт, що вони не можуть бути розділені, логістика розгортання стає складнішою, іноді краще виробляти поблизу кінцевого ринку збуту.¹⁵⁰

Виробництво веж також є висококонкурентним в Україні: витрати на виробництво веж становлять 166,1-173,9 євро/кВт кінцевої вартості виробництва, що можна порівняти з Китаєм (163,5-191,5 євро/кВт) та Німеччиною (170,5 євро/кВт). Локалізація веж іноді є простішою та економічно доцільнішою, ніж для інших компонентів, завдяки кільком факторам. Одним з основних аспектів є наявність конкурентоспроможного за вартістю місцевого виробництва сталі та бетону. Хоча металургійний сектор України значно постраждав від російських атак, кілька виробників сортового прокату, необхідного для вітрових веж, включаючи "АрселорМіттал Кривий Ріг" і "Камет-Сталь", все ще працюють і виробляють продукцію високої якості. Аналогічно, в Україні існує понад 50 виробників бетону, а також виробляється або переробляється низка інших ключових металів. Це також означає хороший потенціал для будівництва фундаментів вітрових веж. Місцеве виробництво сталі та бетону знижує витрати, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності виробництва веж та основ на місцевому рівні, а також подальшому зниженню логістичних витрат, якщо вежі розміщуватимуться поблизу виробничих майданчиків. Тим не менш, остаточна збірка вежі відбувається на місці розгортання, а частини вежі доставляються модульно.

Іншим фундаментальним фактором, пов'язаним з промисловими можливостями виробничого сектору, є **логістика і транспортування**. Хоча деякі компоненти вітроенергетичних установок важче або дорожче транспортувати (лопаті і, до певної міри, вежі), ключова транспортна інфраструктура необхідна для постійного імпорту, а також потенційно для експорту деталей вітчизняного виробництва в інші країни. Морські перевезення часто є найдешевшими, а українські порти потенційно можуть стати ключовим шляхом для доставки компонентів на європейські та/або світові ринки.¹⁵¹ Важливо, що автомобільний транспорт, хоча і не є оптимальним, також може бути варіантом, оскільки деякі з безпосередніх сусідів України, включаючи Польщу та Румунію, нарощують виробництво та розгортання вітроенергетики, з

деякими можливими зв'язками, особливо у випадку з компонентами мотогондол, веж та допоміжного обладнання, що є можливими.

Умови фінансування мають значний вплив на загальні змодельовані виробничі витрати. WACC на рівні 14% збільшує загальну вартість української турбіни приблизно на 6,6% порівняно з WACC на рівні 10%. Це показує, як високі витрати на фінансування підривають основи конкурентоспроможного виробництва, особливо у капіталомістких процесах, таких як виробництво вітрових турбін, що потенційно робить Україну неконкурентоспроможною порівняно з іншими світовими конкурентами. І навпаки, забезпечення нижчої вартості фінансування може створити умови, за яких інтегрований вітроенергетичний виробничо-збутовий ланцюжок в Україні буде більш конкурентоспроможним, ніж у Німеччині. Хоча китайські банки відіграли важливу роль у наданні дешевих кредитів, які стимулювали розвиток галузі, Україна також змогла мобілізувати інвестиції, хоча і на стадії розгортання. Тим не менш, українські державні банки активні та зацікавлені у вітроенергетичному секторі, існує політична підтримка та підтримка МФО, що є позитивною ознакою для майбутнього розвитку. Важливо, що існування страхування ризиків, пов'язаних з війною, доступного для інвесторів, у тому числі у вітроенергетичному секторі, було згадано як дуже позитивний фактор кількома експертами.¹⁵² Декарбонізація виробничих процесів та енергоефективність у виробничому процесі також можуть бути ключовими факторами, особливо для доступу до потенційного фінансування за програмою "Горизонт ЄС" та Інноваційним фондом, що може додатково стимулювати розвиток сектору.¹⁵³

Низькі витрати **на робочу** силу є ключовим фактором конкурентоспроможності в більш трудомістких сегментах виробництва, а саме у виробництві лопатей і баштових установок, але при цьому деякі професії вимагають відносно високого рівня **підготовки та освіти**. До них належать зварювальники, фахівці з композитних матеріалів, оператори верстатів і складальники у виробничому та обробному сегментах, а також інженери-механіки, інженери-електрики, промислові та технологічні інженери, інспектори з контролю якості та додатковий допоміжний персонал. За деякими оцінками, українські витрати на робочу силу у вітроенергетичному секторі можуть бути нижчими за китайські, хоча це може бути нівельовано різним рівнем автоматизації. Потужні технічні навчальні заклади України, а також довга історія та досвід у виробничому та машинобудівному секторах можуть стати ключовим стимулом для розвитку сектору¹⁵⁴, але для заохочення локалізації та запобігання затримкам необхідно забезпечити наявність потужної робочої сили та кадрового резерву.¹⁵⁵ Німецька система дуальної освіти, що включає в себе професійно-технічну освіту, а також галузеве співробітництво (наприклад, з компанією Gamesa) або спеціалізовані вітроенергетичні навчальні заклади Данії та зв'язки з компаніями Vestas (виробник) і Ørsted (енергетична компанія) щодо працевлаштування та стажування можуть стати гарним прикладом для України. Як навички, так і наявність робочої сили наразі є проблемою через масштабну еміграцію, призов на військову службу та інші втрати. Хоча основна увага тут зосереджена на виробництві, розгортання, встановлення та обслуговування є ще більш трудомісткими, і для того, щоб відповідати попиту як у світі, так і в українському секторі відновлюваної енергетики, необхідні значні зусилля з підвищення кваліфікації, навчання та створення нових робочих місць.

Це тісно пов'язано зі сферою **досліджень, розробок та інновацій**. Хоча наразі державна науково-дослідна діяльність у сфері відновлюваних технологій є низькою через перерозподіл бюджетних коштів на дослідження та розробки в інші галузі, існують механізми для

потенційного спрямування фінансування у разі потреби. Науково-дослідний потенціал у вітроенергетичному секторі також все більше переміщується до Китаю, особливо завдяки здатності швидко створювати полігони для випробування нових технологій і забезпечувати простір для інновацій та швидкого розширення масштабів.¹⁵⁶ Європейські інновації у вітроенергетиці є більш консервативними, з обмеженим ризиком і тривалими термінами розробки продуктів, що різко контрастує з китайськими швидкими інноваціями. Хоча Україні не обов'язково ставати центром інновацій для нових продуктів, постійне і поступове вдосконалення існуючого виробництва та оптимізація процесів можуть бути дуже корисними. Це також включає в себе забезпечення дотримання всіх вимог щодо сертифікації та стандартизації відповідно до європейських вимог для того, щоб забезпечити можливість експорту продукції до ЄС.

Більш широке **ділове та регуляторне середовище** також має фундаментальне значення як для виробництва, так і для розгортання вітроенергетичних потужностей. Хоча нормативно-правова база України наразі підтримує вітроенергетичний сектор, а звільнення від ввізного мита на вітрові турбіни не було надано (що також захищає вітчизняних виробників), інтерв'ю з експертами вказують на те, що все ще існує потреба у вдосконаленні. Зосередження уваги на прозорості та просуванні антикорупційного законодавства і практики було названо ключовим фактором для залучення як виробників, так і девелоперів, а узгодження фіскальних норм і поліпшення координації між податковими органами та Міністерством економіки може бути корисним для підвищення привабливості.¹⁵⁷ Китайська модель швидкого отримання дозволів та безкоштовного виділення земельних ділянок для потенційних виробників, а також підтримка ОРЕХ може стати цікавим прикладом для України.

Водночас, наближення та гармонізація політики України до політики ЄС, а також високі вимоги до сертифікації та якості вітроенергетичної продукції значно полегшують її дотримання.¹⁵⁸ Що стосується розгортання, то проблеми з отриманням дозволів та доступом до електромереж, як це спостерігається в Німеччині та Сполучених Штатах, відповідно, можуть суттєво перешкоджати розгортанню та локалізації виробництва, тому запобігання виникненню "вузьких місць" також є ключовим для України, особливо в міру розширення сектору.¹⁵⁹

Роль **промислової політики та державної підтримки** вітроенергетичного сектору є фундаментальною з точки зору нарощування виробництва. Данія, батьківщина вітроенергетики, є одним з найкращих прикладів цього, де уряд підтримує галузь за допомогою широкомасштабних досліджень і розробок, стратегічних фінансових інструментів і заходів з боку попиту, таких як "зелені" тарифи, які пізніше були прийняті іншими країнами, в тому числі Німеччиною. В результаті такого стратегічного підходу майже всі вітрові турбіни, вироблені в Данії в період з 2004 по 2008 рік, були експортовані - тенденція, яка зберігається і донині. Данія вже давно є ключовим центром виробництва вітрових турбін, де розташовані такі провідні компанії, як Bonus, LM і Vestas.¹⁶⁰

За межами Європи значний попит на розширення вітроенергетики спостерігався також у Сполучених Штатах, причому вітчизняні компанії значною мірою задовольняли цей попит. Такому зростанню сприяли сприятливі умови для вітроенергетики та політична підтримка. Політика США у сфері відновлюваної енергетики значною мірою формувалася під впливом виробничого податкового кредиту (ПВК) та інвестиційного податкового кредиту (ІПК), які діяли як заходи з боку пропозиції, хоча вони часто надавалися лише на обмежений період у два роки. ПВК передбачав заздалегідь визначені податкові знижки на кожен вироблену продукцію - чи то лопаті для турбін, чи електроенергію з вітрових електростанцій, - тоді як ІПК надавав

податкові кредити на частину інвестицій у "зелені" технології. Закон про зниження інфляції від 2022 року встановив новітній цикл податкових кредитів.

Однак політика США у сфері відновлюваної енергетики відзначалася непостійністю, що призводило до циклічності бумів і спадів, які перешкоджали розвитку стабільного інвестиційного середовища. Хоча сектори зелених технологій стимулювали економічний розвиток і створення робочих місць, прорахунки в політиці спричинили значне скорочення кількості установок, що призвело до втрати попиту, робочих місць і приватних інвестицій.

Приклад Китаю також є ключовим. У 2002 році Національна комісія з розвитку та реформ встановила вимогу щодо 70% компонентів вітчизняного виробництва, що було реалізовано на конкурсних торгах. Разом з низкою фінансових механізмів, дешевих кредитів і заходів зі стимулювання попиту, кількість виробничих потужностей зросла з 40 у 2007 році до 70 у 2008 році, причому 30 виробників пропонують комерційну продукцію. У той же час, великі міжнародні виробники вітрових турбін створили виробничі потужності в Китаї для участі в місцевих аукціонах вітрових електростанцій.¹⁶¹ У 2009 році Китай повністю скасував вимогу щодо 70% місцевої складової після скарг з боку Світової організації торгівлі, але до цього моменту вітчизняний сектор вітроенергетики був добре налагоджений, а весь ланцюжок поставок охоплював місцеві компанії.^{162,163} Поправка 2009 року до Закону про відновлювану енергетику, яка запровадила фіксовану суму закупівлі відновлюваної енергії для операторів енергосистем, ще більше підвищила попит і, в свою чергу, підтримала місцеве виробництво. У наступні роки додаткові "зелені" тарифи та державні програми розвитку великих вітрових електростанцій продовжували стимулювати зростання вітчизняного виробництва. Зараз, після стабілізації, Китай поетапно відмовився від більшості субсидій.¹⁶⁴

По суті, всі експерти та респонденти відзначили, що основним стимулом для локалізації виробництва іноземними компаніями є наявність **внутрішнього попиту на вітроенергетику** з довгостроковим потенціалом, передбачуваними цілями та стабільними політичними цілями. У Європі, де попит був високим, а стимули існували, галузь залишалася конкурентоспроможною (на відміну від сегментів сонячних фотоелектричних установок та літій-іонних батарей). Закон про відновлювану енергетику Китаю від 2006 року та наступні закони, що зобов'язують впроваджувати відновлювані джерела енергії, стимулювали виробництво турбін, а інші країни, включаючи Бразилію, змогли досягти локалізації виробництва. Цей потенціал також є потужним в Україні, де значне розгортання наземної, а згодом і офшорної вітроенергетики може створити необхідний обсяг для стимулювання приходу іноземних компаній або розширення вітчизняних потужностей.¹⁶⁵ Хоча як в ЄС, так і в Україні необхідні додаткові стимули та політичні реформи (включаючи отримання дозволів, підключення до електромереж, структуру ринку тощо), сильне бачення попиту може стимулювати більшу локалізацію іноземних компаній, спочатку як представництв, а згодом і як потенційних виробничих майданчиків.

5.2.3. Економічні вигоди

Для того, щоб змодельовати економічні вигоди від потенційної локалізації ширшого ланцюжка створення вартості у вітроенергетиці в Україні, було зроблено кілька ключових припущень. По-перше, річний попит в Україні становитиме дещо консервативну величину 850 МВт для розгортання вітроенергетичних потужностей у комунальному секторі. Це відображає дещо скориговані темпи розгортання у ключових стратегічних документах. На додаток до цього, такий самий річний обсяг у 850 МВт передбачається для експорту до Європейського Союзу. Таким чином, загальна річна виробнича потужність в Україні становить 2 ГВт з коефіцієнтом використання 85%, що дозволяє задовольнити попит на електроенергію.

Зайнятість

Локалізація 2 ГВт виробничих потужностей і щорічне розгортання 850 МВт вітроенергетики в Україні матиме значний вплив на зайнятість в Україні.

Таблиця 6 . Потенційне створення робочих місць в українському вітроенергетичному виробничо-збутовому ланцюжку

Категорія	Тип	Низький	Середній	Високий
Виробництво робочих років	Прямі	5,211	6,513	7,816
	Непрямі	2,605	3,257	3,908
Будівництво та монтаж людино-років/рік	Прямі	2,550	2,635	2,720
	Непрямі та опосередковані	340	672	1,003
Експлуатація та технічне обслуговування робочих місць/рік	Прямі		255	

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

Пряма зайнятість на заводах створює в середньому близько 6 513 робочих років протягом життєвого циклу проєкту, хоча існує широкий діапазон, враховуючи різні припущення щодо рівня автоматизації та трудомісткості виробництва по всьому ланцюжку створення вартості. Приблизно 3 257 непрямих робочих років буде також створено в ширшій екосистемі, яка має сформуватися навколо сектору. Сюди входять ключові постачальники компонентів, постачальники логістики та послуг, а також інші додаткові фактори виробництва.

Значні додаткові робочі місця будуть створені, коли 850 МВт вітроенергетичних потужностей будуть розгорнуті в Україні, в тому числі в секторі будівництва та монтажу, а потім у секторі подальшої експлуатації та технічного обслуговування. До 2 720 робочих місць на рік буде створено безпосередньо в процесі будівництва та монтажу, в той час як допоміжна екосистема потребуватиме близько 670 робочих місць у вигляді непрямой та індукованої робочої сили. Крім того, близько 255 робочих місць знадобиться для експлуатації та обслуговування вітрових електростанцій.

Додана вартість та експорт

Локалізація 2 ГВт річної виробничої потужності вітрових турбін принесе значний внесок у валову додану вартість України.

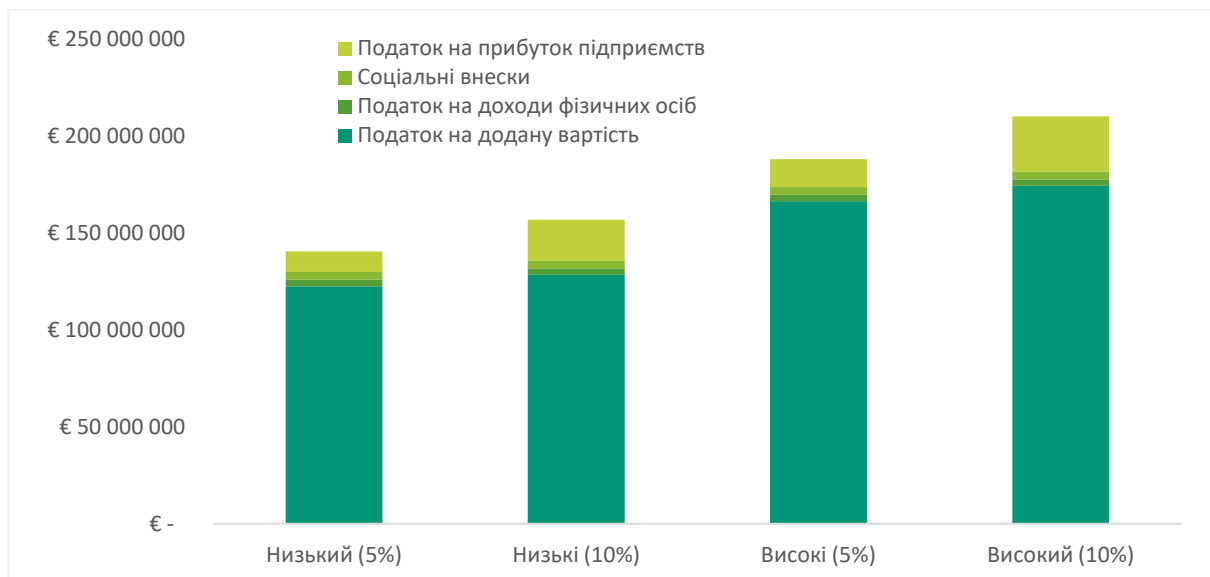
Залежно від сценарію WACC та витрат, представлених у попередньому розділі (686,05 євро/кВт-931,17 євро/кВт), а також потенційної маржі доходу, яку можуть додати станції (припускається 5%-10%), загальний внесок у ВДВ України коливається між 247 млн. євро та 468 млн. євро на рік, що становить 0,08%-0,16% ВВП України.

Крім того, щорічний експорт 850 МВт вітрових турбін зробить значний внесок у торговельний баланс України і стане ключовим джерелом надходження іноземної валюти. На основі змодельованих витрат і маржі прибутку, експорт вітрових турбін може приносити від 612 до 870 млн євро щорічної експортної виручки, що еквівалентно 1,6%-2,3% від загального обсягу експорту України в 2024 році.

Бюджетні надходження

Розвиток вітчизняного вітроенергетичного сектору також матиме значні наслідки для бюджету та фінансової позиції України, приносячи вкрай необхідні доходи.

Рисунок19 . Фіскальний ефект



Джерело: Розрахунки авторів. Примітка: Сценарії з низькою та високою собівартістю виробництва, з маржею валового доходу 5% та 10%.

Внесок до бюджету України змінюватиметься залежно від структури витрат та рентабельності виробництва і становитиме від 140,4 млн євро до 210,0 млн євро на рік. Більша частина цих коштів надходить від ПДВ з продажу вітчизняних вітрових турбін, що становить від 122,5 млн. євро до 174,1 млн. євро. Водночас, залежно від різних сценаріїв, може знадобитися фінансова підтримка виробництва у вигляді податкових пільг або стратегічних субсидій, що може зменшити внесок держави.

Додатковий попит на матеріали

Локалізація виробничо-збутового ланцюжка вітроенергетики може мати значний позитивний вплив на вітчизняних постачальників матеріалів у ряді секторів:

Таблиця7 . Потенційний додатковий попит на матеріали в українському вітроенергетичному ланцюжку створення вартості

Позиція	Матеріаломісткість (тонни/МВт)	Загальний потенційний річний попит на матеріали (тонни)
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 матеріаломісткість вітроенергетичних турбін призведе до значного додаткового попиту на матеріали в секторах бетону, сталі та чавуну. Попит на бетон, який є ключовим для фундаменту вежі та самої вежі, може сягнути 414 000-702 000 тонн на рік, що може бути задоволений 50 визначеними виробниками або новими учасниками галузі. Сталь і чавун використовуються як у втулці, так і в гондолі, а для самих вітрових веж потрібна додаткова трубна сталь. Це може призвести до щорічного додаткового попиту на сталь у розмірі 86 000-202 000 тонн продукції на рік і додаткової потреби у 7 100-15 300 тонн чавуну, що створить значний ринок збуту для місцевих виробників сталі.

5.2.4. Оцінка та додаткові міркування

Вітроенергетичний сектор України може мати значний потенціал і виявитися достатньо конкурентоспроможним, щоб задовольнити внутрішній попит, а також стати частиною європейських ланцюгів доданої вартості. Незважаючи на жорстку міжнародну конкуренцію у вітроенергетичному секторі, українська вітроенергетична промисловість є стійкою і має продуктивні прямі та зворотні зв'язки з кількома іншими секторами.

Інтерв'ю з міжнародними виробниками та експертами виявили два основні чинники, які впливають на прийняття рішень щодо локалізації виробництва: 1) стійкі та стабільні прогнози місцевого попиту 2) масштаб виробництва. Щодо першого фактору, то відновлення України потребуватиме значних обсягів вітрової енергії, спочатку на суші, а згодом і на морі. Враховуючи швидке зниження LCOE вітроенергетики та хороші коефіцієнти використання потужностей, майбутнє вітроенергетики в Україні виглядає райдужним, що може надати виробникам впевненості в інвестуванні в місцеве виробництво. Водночас, щодо останнього пункту, приблизно 1 ГВт внутрішнього річного виробництва було згадано як поріг, необхідний для обґрунтування інвестицій у місцеве виробництво. Хоча ці рівні розгортання можуть бути здійсненими, може знадобитися додаткова підтримка з боку попиту для подальшого стимулювання розгортання вітроенергетики, особливо з використанням турбін вітчизняного виробництва. Можливості існують і вже були використані по всьому ланцюжку створення вартості.

Внутрішня ресурсна база України може виявитися ключовою з точки зору підвищення конкурентоспроможності, особливо для забезпечення конкурентоспроможних за ціною цементу та сталі для веж, які демонструють значний потенціал. Це поєднується з відносно дешевою, але висококваліфікованою робочою силою, яка необхідна для відносно трудомісткого процесу будівництва веж. Лопаті, які також є більш трудомісткими, також можуть вироблятися в Україні, хоча оцінки експертів щодо конкурентоспроможності України різняться. Тим не менш, результати моделювання показують, що Україна в цілому є більш конкурентоспроможною, ніж, принаймні, німецький еквівалент. Враховуючи логістичні проблеми, пов'язані з транспортуванням довгих лопатей, місцеве виробництво може бути цілком виправданим, хоча для цього знадобляться значні галузеві інвестиції в дорожній та логістичний сектори.

Нарешті, хоча виробництво мотогондол повного циклу є малоімовірним через велику кількість необхідних компонентів і постачальників, виробництво деяких компонентів вже існує, інші можна імпортувати, а остаточна збірка дійсно може бути конкурентоспроможною. У цьому випадку стратегічне звільнення від ввізного мита на компоненти та обладнання, які не виробляються в Україні, або для яких немає можливості виробляти, могло б бути дуже корисним для зниження кінцевої вартості гондолої. Загалом, необхідна активна робота над розширенням екосистеми постачальників, але наявність виробництва свідчить про те, що сектор може бути стійким, з потенційним розширенням у міру зростання попиту.

Першим кроком має стати відновлення існуючих виробничих потужностей та визначення потенціалу для перепрофілювання інших активів під виробництво. Це зменшить потребу в капітальних інвестиціях для проектів і, таким чином, допоможе зменшити вплив високої поточної середньозваженої вартості капіталу, яка знижує конкурентоспроможність, особливо для проектів, що реалізуються на нових родовищах. Тим не менш, для задоволення внутрішнього попиту та створення експортних ринків будуть потрібні нові проекти з нуля для

збільшення потужностей, а це означає, що інструменти зниження ризиків та пільгове фінансування будуть потрібні в будь-якому випадку, щоб допомогти зробити проекти більш конкурентоспроможними. Важливо отримати більше інформації та скласти карту існуючих компаній, що працюють у більш широкому ланцюжку створення вартості, включаючи виробників субкомпонентів, прямих постачальників і компанії, чиї існуючі активи можуть бути перепрофільовані для обслуговування вітроенергетичного ланцюжка створення вартості. Під час підготовки цього звіту стало зрозуміло, що вичерпна інформація, яка б відображала повний і розширений ланцюжок створення вартості у вітроенергетиці, поки що відсутня, що обмежує можливості для визначення потенціалу перепрофілювання, розвитку зв'язків і побічних ефектів.

Це також відкриває можливості для інтеграції ланцюжка створення вартості з Європейським Союзом, але в першу чергу з безпосередніми сусідами України, зокрема Польщею та Румунією, які розвивають власні вітроенергетичні сектори. Особливо у постачанні сталі та додаткових компонентів, або повних веж і лопатей, Україна могла б використати свої порівняльні переваги, щоб допомогти задовольнити регіональний попит і сприяти досягненню цілей ЄС щодо розвитку чистої енергетики. Також можна було б оцінити конкурентоспроможність постачання цієї продукції на ширший ринок ЄС, особливо в країни, де немає відповідного виробництва. Важливо, що торговельне фінансування та сприяння експорту з боку українського уряду матимуть ключове значення для стимулювання зростання сектору. Подальша співпраця та координація є ключовим фактором, оскільки країни розширюють свій вітроенергетичний сектор, але такі нормативні акти, як СВМ, також можуть мати значний вплив на конкурентоспроможність цього експорту до ЄС. Таким чином, для забезпечення довгострокової економічної конкурентоспроможності буде необхідна поступова декарбонізація як енергетичного, так і металургійного секторів.

На відміну від сегментів сонячної енергетики та літій-іонних батарей, де домінують китайські компанії, сектор вітроенергетики є більш неоднорідним, і європейські компанії займають значну частку ринку. Україна повинна в першу чергу залучати європейські компанії як з міркувань геополітичної орієнтації, так і для отримання доступу до додаткових потенційних джерел фінансування. Таким чином, поглиблення контактів з гравцями ЄС по всьому ланцюжку створення вартості має фундаментальне значення, і ключову роль у створенні цих зв'язків, розширенні державно-приватного партнерства, співпраці з міжнародними гравцями та подальшому обґрунтуванні доцільності інвестицій у вітроенергетичний сектор України має відігравати уряд.

Це також стосується подальшого розвитку сектору з точки зору досліджень, розробок та інновацій. Хоча в даний час виробництво вже існує, для того, щоб місцеве виробництво могло задовольнити потреби як в Україні, так і на європейських експортних ринках, необхідне постійне вдосконалення виробничих процесів та ефективності, а також самих технологій. Забезпечення передачі технологій має ключове значення, але необхідна подальша робота зі створення компетентних і добре фінансованих науково-дослідних та інноваційних центрів, які працюють із зацікавленими сторонами по всьому ланцюжку створення вартості і допомагають розробляти і адаптувати вітроенергетичні технології до місцевого виробництва, а також до критеріїв і специфікацій кінцевого ринку.

В цілому, незважаючи на те, що деякі частини сектору все ще перебувають на стадії зародження, загальний ланцюжок створення вартості вітроенергетичних технологій в Україні демонструє значні перспективи в численних сегментах. Особливо цікавими в короткостроковій перспективі є сегменти веж і лопатей, а також додаткові можливості для подальшого розвитку екосистеми постачальників мотогондол і субкомпонентів. Однак необхідний подальший розвиток сектору. Для зміцнення українського ланцюга постачання вітрових турбін країна повинна відновити внутрішнє виробництво спеціалізованої сталі та товстого листа, які є критично важливими матеріалами, що наразі імпортуються за вищими цінами через війну. До війни Україна виробляла спеціальну сталь (яка використовується в корпусах і валах вітрових турбін) на таких підприємствах, як "Електросталь" і "Дніпроспецсталь", а товстий лист (необхідний для виготовлення веж і обшивки турбін) вироблявся на "Азовсталі". Після втрати цих потужностей залежність від імпорту призвела до зростання витрат. Відновлення

виробництва можливе за рахунок використання існуючої інфраструктури: машинобудівні заводи з електропечами можуть відновити виробництво спеціальної сталі, тоді як "Запоріжсталь" має всі можливості для відновлення виробництва товстого листа. Крім того, незадіяні машинобудівні потужності слід перепрофілювати на виробництво веж, рам та лопатей. Для підтримки цього переходу виробникам слід надати низку стратегічних інвестиційних стимулів. Уряду також необхідно встановити чіткі та обґрунтовані цілі щодо розгортання, а також сприяти подальшому розвитку сектору шляхом підтримки існуючих гравців в екосистемі та залучення нових інвестицій.

5.2.5. Висновки та дорожня карта розвитку сектору

Вітроенергетичний сектор України виглядає більш перспективним. Виробництво лопатей та веж може бути конкурентоспроможним за ціною завдяки інтенсивності праці, значним внутрішнім ресурсам (сталі) та близькості до ринків ЄС. Хоча виробництво мотогондол є більш складним, а екосистема вітчизняних постачальників все ще недостатньо розвинена, часткова локалізація для окремих компонентів і процесу складання можлива. Змішана модель з використанням імпортованих субкомпонентів та внутрішньої інтеграції є практичним шляхом вперед. Допоміжне обладнання, таке як генератори та перетворювачі, вже виробляється в Україні, і його виробництво може бути розширене. У сукупності це забезпечить значний внесок у створення робочих місць, економічні вигоди та стимулюватиме попит в інших галузях промисловості, в тому числі в таких, як металургія та цементна промисловість.

Україна має потенціал для досягнення внутрішніх цілей у вітроенергетиці та постачання обладнання до ЄС, але високі витрати на фінансування залишаються основною перешкодою для інвестицій та зростання сектору. Цільова підтримка, така як звільнення від мита на обладнання та основні виробничі ресурси, може допомогти знизити виробничі витрати. Не менш важливими є надійні внутрішні цільові орієнтири та політика з боку попиту для залучення прямих іноземних інвестицій та заохочення багатонаціональної локалізації. У короткостроковій перспективі Україна має оцінити та відновити існуючі виробничі потужності, а також збільшити обсяги виробництва баштових та лопатевих турбін. У середньостроковій перспективі зусилля мають бути зосереджені на розширенні збірки мотогондол і зміцненні ланцюгів постачання компонентів. У довгостроковій перспективі ключовими для сталого зростання будуть інвестиції в науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи, освоєння офшорної вітроенергетики та диверсифікація на експортні ринки за межами ЄС.

Таблиця 8 . Дорожня карта вітроенергетичного сектору

Короткострокова (1-2 роки)	Середньострокова (2-5 років)	Довгострокова (5+ років)
- Оцінка потенціалу відродження існуючого виробництва - Залучення інвестицій у виробництво та збірку веж і лопатей - Скласти карту місцевого виробництва компонентів і підкомпонентів мотогондол і турбін та оцінити експортну конкурентоспроможність - Організувати виробництво спеціальної сталі на машинобудівних заводах з електричними печами - Оцінка існуючих зв'язків з іншими галузями промисловості - Поглиблення контактів з іншими регіональними та європейськими гравцями по всьому ланцюжку створення вартості	- Збільшення масштабів виробництва башт і лопатей та залучення нових інвестицій у сегменти турбін і мотогондол - Інвестиційні стимули для організації виробництва товстого листа на "Запоріжсталі" - Зміцнення екосистеми ланцюгів постачання компонентів за допомогою стратегічної підтримки - Забезпечення підтримки торгового фінансування через експортно-кредитне агентство	- Розширення внутрішніх досліджень і розробок для існуючих технологій та вихід у нові сегменти (наприклад, на шельф) - Вивчення потенціалу експортних ринків за межами ЄС

5.3. Літій-іонні акумулятори

5.3.1. Огляд виробничо-збутового ланцюга

Ланцюжок створення вартості літій-іонних акумуляторів є відносно коротким, але дуже технологічно складним і значною мірою залежить від невеликої кількості критично важливих мінералів, які видобуваються і переробляються в декількох країнах по всьому світу. Основними компонентами хімічних речовин для літій-іонних акумуляторів є катод, анод і електроліт, які використовуються для виробництва елемента живлення, що потім інтегрується в акумуляторну батарею. Існує кілька хімічних складів акумуляторів, з яких на світовому ринку наразі домінують нікель-марганцево-кобальтовий (NMC) та літій-залізо-фосфатний (LFP) хімічні склади. NMC має різні співвідношення мінералів для виробництва акумуляторів з різними характеристиками, але всі вони мають високу щільність енергії та довговічність, пропонуючи хороший баланс між вихідною потужністю, енергетичною ємністю та терміном служби. LFP має меншу щільність енергії, але вона безпечніша, довговічніша і, що важливо, не містить висококонцентрованих і дорогих нікелю та кобальту.¹⁶⁷ Анод переважно виготовляється з графіту, а електролітом традиційно є сіль літію, розчинена в органічних розчинниках. Технологічний прогрес спрямований, зокрема, на підвищення щільності енергії, пришвидшення заряджання, більшу безпеку та економічну ефективність.¹⁶⁸ Важливої віхи було досягнуто у 2024 році, коли середня ціна акумуляторної батареї для електромобіля (EV) впала нижче порогу в 100 доларів США/кВт-год.¹⁶⁹

	Обробка матеріалів	Виробництво компонентів	Виробництво елементів	Збірка
Опис	Переробка мінеральної сировини в матеріали для акумуляторів (наприклад, гідроксид літію).	Виробництво катодів, анодів, електролітів і сепараторів.	Збірка елементів з використанням електродів та електролітів.	Остаточна збірка акумуляторних елементів у пакети або станції.
Основні виробники (частка світового ринку, %)	Літій: Китай (57%) Нікель, марганець: Китай (70%)	NMCO: Китай (57%) ЛФП: Китай (88%)	Китай (68%) Європа (9%) США (9%)	Китай (75%) США (7%) Європа (6%)
Виробництво в Україні	Часткові можливості	Виробництво відсутнє	Виробництво відсутнє	Минулі можливості

Джерело: Greitemeier та ін. (2025), EU JRC (2023), розробка авторів

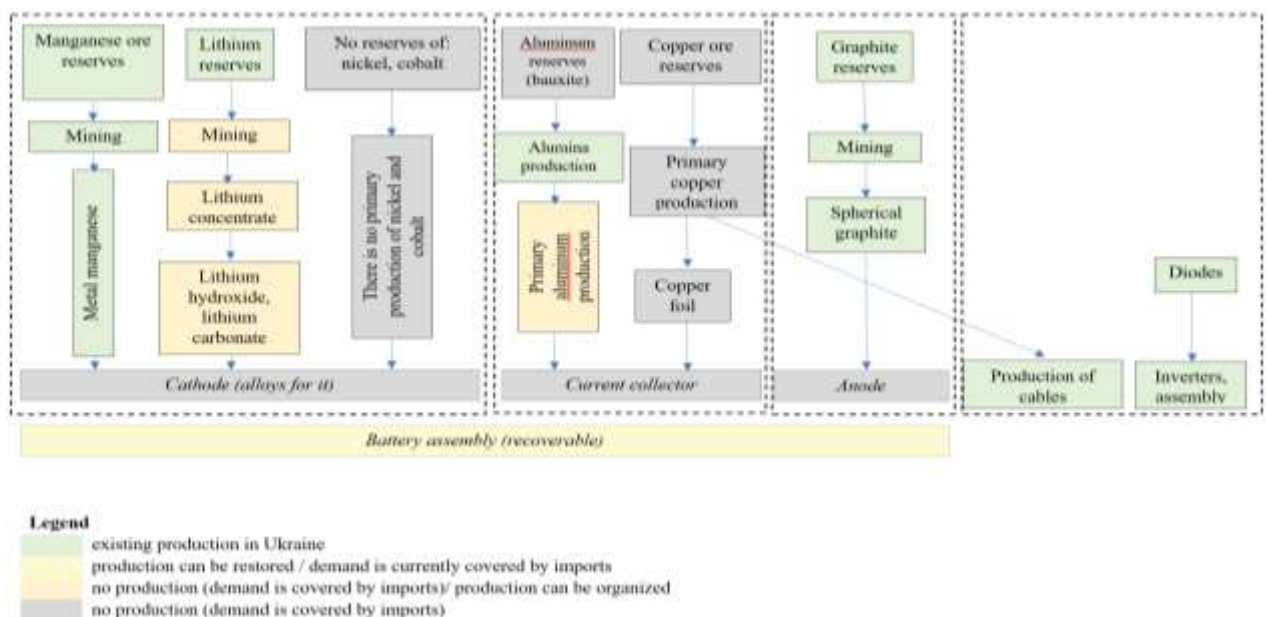
Глобальний ланцюжок створення вартості акумуляторів надзвичайно географічно сконцентрований, причому Китай має частку близько 70% на етапах переробки матеріалів, виробництва компонентів та складання, і дуже мало інших великих країн наразі беруть участь у ланцюжку поставок. У 2024 році понад 75% усіх проданих у світі акумуляторів було вироблено в Китаї за низької собівартості, яка додатково знизилася ще на 30% того ж року, випередивши аналогічні європейські та північноамериканські батареї на 20-30%. Кілька структурних факторів лежать в основі цінової переваги Китаю: висока концентрація технічного досвіду і виробничих потужностей сприяє як економії на масштабах, так і безперервним інноваціям. Крім того, глибоко інтегровані ланцюги поставок знизили виробничі витрати і прискорили цикли розробки продукції. Китайська акумуляторна промисловість також отримала вигоду від раннього і постійного фокусування на хімічних речовинах LFP. Крім того, інтенсивна внутрішня конкуренція ще більше сформувала структуру ринку і сприяла зниженню цін. Крім

того, сектор наразі стикається з величезним надлишком виробничих потужностей: за оцінками BNEF, виробничі потужності складають 3,1 ТВт-год, що у 2,5 рази перевищує світовий попит.¹⁷⁰

Серед ключових компаній у цьому сегменті - CATL, найбільший постачальник літій-іонних акумуляторів у світі, що спеціалізується на виробництві батарей для електромобілів, а також систем зберігання енергії. Двома основними гравцями також зі Східної Азії є південнокорейська LG Chem і японська Panasonic, які є основними виробниками акумуляторів для побутової електроніки та автомобільної промисловості. Інший великий гравець - американська Tesla з її гігафабриками в США та інших країнах, партнерствами з іншими великими виробниками акумуляторів і широким асортиментом продукції для електромобілів та мережних накопичувачів.

Європейські виробники акумуляторів зіткнулися зі складними умовами. Виробничі витрати залишаються значно вищими через брак спеціалізованої робочої сили, обмежену економію від масштабу та технологічну орієнтацію на більш дорогі нікелеві хімікати. Ці обмеження ускладнюють європейським компаніям конкуренцію з китайськими виробниками або масштабування виробництва для досягнення прибутковості, про що особливо яскраво свідчить банкрутство компанії Northvolt, головної надії європейської індустрії акумуляторів.¹⁷¹

Рисунок 20 . Ланцюжок створення вартості у виробництві акумуляторів в Україні



Джерело: Оцінка авторів.

Залучення України до ланцюжка створення вартості літій-іонних акумуляторів перебуває на відносно ранній стадії, хоча певний потенціал і досвід на різних етапах вже є.

Видобуток та переробка критичної сировини: В Україні є родовища та видобуток різноманітних мінералів, які є критично важливими для різних хімічних процесів у літій-іонних батареях. Країна вже виробляє значні обсяги марганцю, і існують потужності для виробництва >99% металевого марганцю на "Запорізькому заводі", металу, необхідного для катодів NMC. Крім того, "Завалівський графіт" виробляє високоякісний перероблений графіт для акумуляторів, що є критично важливим для анодної хімії. В Україні також виявлено додаткові родовища високоякісного графіту.

Хоча наразі не зареєстровано великих запасів нікелю та кобальту, в Україні є кілька потенційно перспективних родовищ літію. Найперспективнішим з них є Шевченківське родовище поблизу лінії фронту в Донецькій області, тоді як два інших розташовані в центральній частині України. Наразі в Україні не існує виробництва або переробки літію, а перспективна вартість обох процесів невідома.

Виробництво компонентів та елементів: У минулому в Україні не вироблялися ні компоненти акумуляторів (катод, анод, електроліти), ні елементи, а всі ключові ресурси історично імпортувалися.

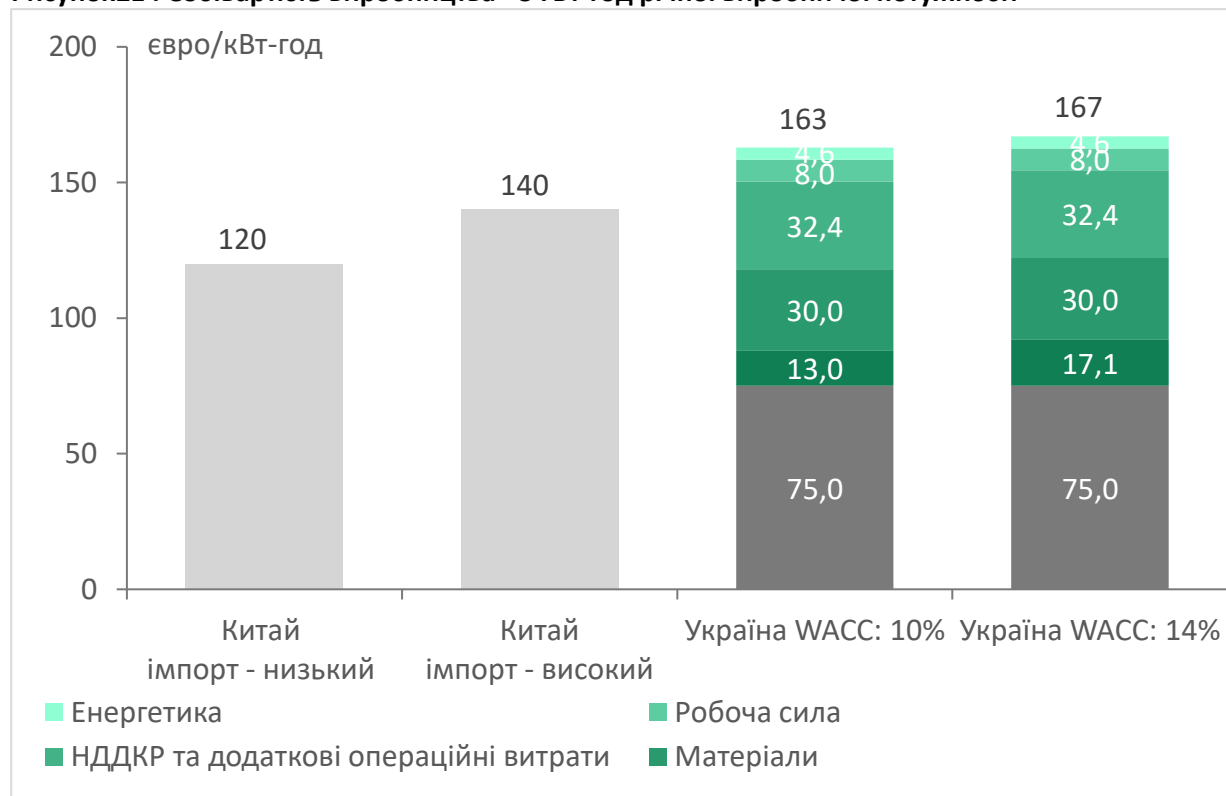
Збірка: Група компаній KNESS збирала батареї з елементів, імпортованих з Китаю, до кінця 2024 року, коли виробництво зупинилося після скасування ввізного мита, що зробило виробництво неконкурентоспроможним.

5.3.2. Результати та аналіз

Через загальну відсутність в Україні даних про витрати на переробку критично важливої мінеральної сировини, а також на виробництво компонентів та елементів, аналіз зосереджується в першу чергу на етапі кінцевого складання. Первинні та вторинні дослідження були використані для створення сценарію, в якому складальний завод потужністю 3 ГВт-год на рік будується в Україні за припущеннями WACC на рівні 10%-14%. Елементи імпортуються з Китаю, а потім збираються на заводі в акумуляторні станції. Оскільки основна увага тут зосереджена на внутрішньому ринку, єдиною основною точкою порівняння є китайські імпортні станції. Всі значення стандартизовані до 2024 року з розрахунку 20 євроцентів за кіловат-годину (EURc/кВт-год) виробленої ємності літій-іонних батарей. Результати для обох сценаріїв представлені нижче.

Результати

Рисунок21 . Собівартість виробництва - 3 ГВт-год річної виробничої потужності



Джерело: Консультації з експертами. Розрахунки авторів.

Витрати на збірку акумуляторів в Україні на заводі потужністю 3 ГВт-год коливаються в межах 163-167 євро/кВт-год, що на 16%-39% дорожче, ніж імпортовані кінцеві китайські акумуляторні станції. Ця різниця є дуже суттєвою і без додаткової промислової політики зробить вітчизняне виробництво глибоко неконкурентоспроможним. Тим не менш, вітчизняна збірка існувала в минулому, і додаткові фактори можуть допомогти зробити цей сектор більш конкурентоспроможним.

Аналіз

Внутрішній промисловий потенціал у секторі літій-іонних акумуляторів в Україні, як і в Європі, загалом слабкий. Провідні виробники на більшості етапів виробничо-збутового ланцюга, а також найважливіші компанії є китайськими або східноазійськими.¹⁷² Наразі сектор також стикається зі значним надлишком потужностей, що ще більше знизило витрати і ускладнило доступ інших гравців до ринку та конкуренцію.¹⁷³ Тим не менш, у деяких сусідніх з Україною країнах очікуються значні потужності та майбутні поповнення у всьому ланцюжку створення вартості. У 2022 році Польща посідала друге місце у світі за потужністю виробництва акумуляторних батарей - 73 ГВт-год, що становило 6% від світового обсягу, а Угорщина - 38 ГВт-год, що становило 3% від світового обсягу.¹⁷⁴ В Угорщині очікується значне збільшення потужностей від SK Innovation, Samsung та CATL, тоді як Словаччина та Румунія також можуть суттєво збільшити свої потужності.

Україна володіє деякими ключовими мінералами, необхідними для виробництва літій-іонних акумуляторів (хоча і не всіма), в тому числі деякими потужностями з подальшої переробки та збагачення. Особливо це стосується металевого марганцю (катодного матеріалу) та графіту (анодного матеріалу). Конкурентоспроможність, однак, відрізняється залежно від стадії виробництва. Війна вплинула на конкурентоспроможність українського виробництва графіту, в тому числі через різке зростання вартості електроенергії, перебої в електропостачанні та підвищення логістичних і транспортних витрат.¹⁷⁵ Виробництво марганцю також різко скоротилося з початку війни, в тому числі переробленого феромарганцю та силікомарганцю. Виробництво металевого марганцю для акумуляторів на Запорізькому заводі феросплавів наразі призупинено, оскільки основний кінцевий ринок збуту - Китай - має достатні переробні потужності. Проте решта ключових мінералів, включаючи літій, нікель, кобальт і фосфати (для різних хімічних виробництв), або відсутні, або все ще перебувають на стадії оцінки розробки, тому подальша оцінка сектору в цьому розділі не проводиться.

Історично склалося так, що в Україні не вироблялися ні матеріали-прекурсори, ні самі елементи, а конкурентоспроможність важко оцінити, враховуючи відсутність прогнозів щодо майбутніх цін на внутрішню мінеральну сировину (у разі перезапуску або розвитку активів) та капітальних інвестицій, необхідних для створення потужностей. Інтегрована батарея потужністю 20 ГВт-год, що будується в Словаччині китайською Gotion High Tech та словацькою Inobat, наразі оцінюється в 1,29 млрд доларів США за 20 ГВт-год потужності. Відсутність вітчизняного виробництва будь-яких матеріалів-прекурсорів або самих елементів залишає Україну в значній мірі залежною від імпорту акумуляторних елементів для кінцевого виробництва акумуляторних станцій, а також робить її вразливою до значних цінових коливань. Імпортні акумуляторні елементи становлять 75 євро/кВт-год або приблизно 45% від загальної вартості кінцевих акумуляторних станцій, що виробляються в Україні.

Інші матеріали, необхідні для виробництва кінцевих акумуляторних станцій, включаючи мідні кабелі, імпортовані діоди для збірки інверторів та інші компоненти, що використовуються у виробничому процесі, становлять приблизно 18% від загальної вартості виробництва. Витрати на електроенергію, на відміну від інших секторів видобувної промисловості, відіграють значно меншу роль, складаючи лише 3% від загальної кінцевої вартості акумуляторної станції. Вартість електроенергії в Україні загалом низька порівняно з рештою Європи, і хоча значні додаткові потужності та інвестиції будуть потрібні, загальна екологізація електроенергетичного сектору може бути корисною для укладання угод про закупівлю "зеленої" електроенергії, яка може постачатися на заводи зі складання акумуляторів.

Частка капітальних інвестицій у загальній собівартості виробництва є відносно низькою порівняно з іншими ланцюгами створення вартості, складаючи лише від 8% до 10% загальної приведеної собівартості виробництва за сценарієм 10% та 14% WACC відповідно. Хоча зниження ставки фінансування є ключовим фактором в цілому, різниця у WACC тут має лише 2,5% впливу на загальну вартість виробництва. У той час як такі країни, як Китай та Індонезія, значною мірою покладаються на державні банки для розвитку ширшого ланцюжка створення вартості літій-іонних батарей (поряд з іншими методами), Україна може оцінити додаткові можливості. Вони можуть включати кредитні гарантії від таких установ, як ЄІБ, а також змішане фінансування, пільговий капітал або укладення угод про давальницьку сировину для забезпечення більшої прозорості збуту.

Незважаючи на відносно трудомісткий характер етапу збірки, трудовий компонент є дуже низьким і становить лише 5% від загальних витрат. Це відображає дешевизну української робочої сили, оскільки в країні є багато специфічних навичок, необхідних для складання акумуляторів. Це вказує на потенційну перевагу не лише у сферах, пов'язаних зі складанням, але й з інтеграцією упаковки та додатковими послугами з попередньої збірки. Водночас, необхідне додаткове навчання та підвищення кваліфікації, особливо якщо локалізувати інші ланки ланцюжка створення вартості. Наприклад, в Індонезії було створено Національний інститут досліджень акумуляторних батарей, основними напрямками діяльності якого є навчання, освіта та підтримка галузі, що відіграло важливу роль у швидкій підтримці та підвищенні кваліфікації населення для забезпечення швидкого нарощування виробництва акумуляторних батарей в країні.¹⁷⁶ Що стосується приватних ініціатив, то шведська компанія Northvolt запустила власну освітню платформу Greenhouse Academy, яка поєднує онлайн-навчання з тематичними дослідженнями та курсами під керівництвом експертів для підвищення кваліфікації співробітників компанії.¹⁷⁷

Більш загальна категорія витрат на дослідження, розробки та додаткові операційні витрати, включаючи технічне обслуговування та модернізацію, займає значну частку в загальних виробничих витратах. Що стосується конкретно НДДКР, то значних зусиль потребує адаптація кінцевих акумуляторних станцій до специфікацій кінцевого споживача, в тому числі для сегментів з високим ступенем кастомізації, таких як аерокосмічна та оборонна галузі. На інтегрованому підприємстві, що включає виробництво прекурсорів і елементів, загальні витрати на НДДКР становитимуть значну частку від загальної вартості, і багато країн створюють спеціальну політику для забезпечення постійних технологічних інновацій. Японія суттєво підтримала НДДКР у цьому секторі через Закон про сприяння природній безпеці від 2023 року, який передбачав пряму підтримку НДДКР для посилення внутрішнього виробничого потенціалу, з особливим акцентом на створенні передових виробничих потужностей, що відповідають високим стандартам продукції, з наданням субсидій за умови дотримання більш високих стандартів продукції порівняно з поточними еталонами. У 2024 році Китай також

запровадив правила, що вимагають від виробників літій-іонних акумуляторів реінвестувати 3% своїх доходів у дослідження та розробки.¹⁷⁸

Вимір промислової політики є фундаментальним для світового та українського сектору літій-іонних акумуляторів зі значною підтримкою з боку пропозиції. Раніше в Україні діяли ввізні мита на літій-іонні акумуляторні станції, які забезпечували внутрішню конкурентоспроможність на етапі складання, а для компаній сектору існувало звільнення від сплати податку на прибуток. Хоча ці мита, а також ПДВ на енергетичне обладнання були тимчасово скасовані після липня 2024 року з метою швидкого стимулювання імпорту обладнання, термін їх дії закінчується у 2026 році. Це означає, що імпортоване енергетичне обладнання знову буде обкладатися ПДВ та митними зборами. Після стабілізації може виникнути потреба у скасуванні митних пільг та розгляді внутрішніх стимулів для відновлення конкурентоспроможності вітчизняних гравців.

Певний урок можна винести з підходу промислової політики Китаю до сектору акумуляторних батарей, де уряд запровадив кредити, податкові пільги та стимули для іноземних інвестицій, щоб сприяти інноваціям та підвищенню ефективності у вітчизняному секторі виробництва акумуляторних батарей. Крім того, країна впровадила стратегічну політику, таку як експортне ліцензування видобутку літію та вдосконалених матеріалів для акумуляторів у 2025 році, щоб забезпечити контроль над основними технологіями та зберегти свою домінуючу позицію на ринку. Тим не менш, субсидії були значно скорочені з 2017 року з огляду на досягнення глобальної конкурентоспроможності галузі, що є гарним прикладом аргументу про "молоду галузь". Підхід Японії також включає різні фінансові стимули, спрямовані на розвиток сектору акумуляторних батарей. Уряд виділив значні субсидії у 2021 році, спрямувавши 900 млн доларів США на підтримку виробництва акумуляторних батарей та покращення виробничої інфраструктури. Крім того, США запропонували значні податкові стимули для підтримки вітчизняного виробництва акумуляторів, такі як інвестиційний податковий кредит (ІТС) відповідно до розділу 48С, який забезпечує чисту вигоду від капітальних витрат, знижуючи витрати на 30%, або приблизно 65 мільйонів доларів США на ГВт-год, порівняно з валовими капітальними інвестиціями на створення виробничих потужностей. Це наближає виробничі витрати в США до витрат у Китаї, де капітальні інвестиції на літій-іонні батареї становлять 60 млн доларів США на ГВт-год. Ці стимули змінюють криву собівартості акумуляторів у США, знижуючи внутрішні виробничі витрати на 45 доларів США за кВт-год. В результаті потужність гігафабрик у США зросла з близько 700 ГВт-год у 2022 році до понад 1,2 ТВт-год у 2023 році, хоча майбутнє цих пільг є дещо невизначеним за другої адміністрації Трампа.

Важливо, що створення довгострокової визначеності з боку місцевого попиту є ключовим елементом пазлу для забезпечення стабільності та інвестицій. У випадку України попит буде на акумуляторні станції, необхідні для зберігання електроенергії в комунальному секторі, а також на акумуляторні батареї, що використовуються в електромобілях. Уряд вже підтримує розвиток електромобілів шляхом звільнення від сплати податків та ввізного мита, але існують також податкові пільги для потенційних виробників, що може сприяти подальшому збільшенню попиту на вітчизняний сектор акумуляторних батарей та призвести до перепрофілювання та модернізації автомобільного сектору. Однак як енергетичний, так і електромобільний сектори потребують значної підтримки для забезпечення впровадження та можуть включати певні вимоги щодо місцевої складової для забезпечення використання українських акумуляторів. Ключовим прикладом є Закон США про зниження інфляції (IRA), який надає значну підтримку виробництву електромобілів та акумуляторів. Він пропонує податковий кредит у розмірі до 7500 доларів США для електромобілів та гібридних транспортних засобів, що працюють на

батареях, який розподіляється між виконанням вимог щодо місцевої складової для компонентів акумуляторів та критично важливих мінералів. Ці вимоги будуть поступово підвищуватися, досягнувши 100% місцевих джерел для компонентів акумуляторів до 2029 року і 80% для критично важливих мінералів до 2027 року.

5.3.3. Економічні вигоди

При моделюванні економічних переваг локалізації нового заводу зі складання акумуляторів було зроблено кілька ключових припущень. Номінальна річна потужність заводу становить 3 ГВт-год, а коефіцієнт використання - 85%. Весь річний обсяг виробництва продається та розміщується на внутрішньому ринку.

Зайнятість

На самому заводі може бути зайнято 250-375 штатних працівників, включаючи складальників батарей, різноманітних інженерів, групи контролю якості, тестування та інспекції, а також загальне керівництво та адміністрацію. Ще 250-375 робочих місць можуть бути створені опосередковано у сфері логістики та транспортування, постачання сировини та обладнання, а також надання додаткових професійних послуг.

Набагато більше робочих місць буде створено на етапі розгортання. Розгортання 3 ГВт-год акумуляторних сховищ щорічно може створити від 5 625 до 7 125 робочих місць на етапі будівництва, у сфері професійних послуг, оптової торгівлі та дистрибуції.

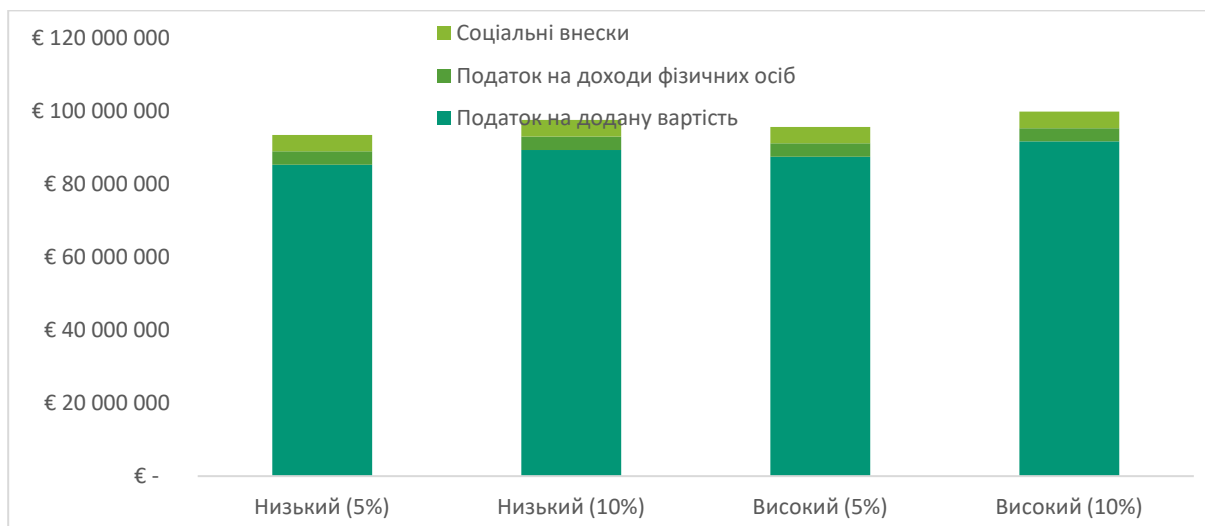
Додана вартість

Хоча річний дохід заводу зі складання акумуляторів може становити від 436 до 469 млн євро, виходячи з міркувань WACC та маржинального доходу, валова додана вартість є значно нижчою через високу частку ресурсів, які імпортуються з-за кордону, зокрема, елементів з Китаю. Таким чином, ВДВ для 3 ГВт-год річної ємності акумуляторів коливається між 74 млн євро та 107 млн євро, що становить приблизно 0,04%-0,06% ВВП України у 2024 році.

Бюджетні надходження

Подальша локалізація виробництва літій-іонних акумуляторів в Україні може мати значний позитивний вплив на державний бюджет. Наразі весь прибуток підприємств, що займаються виробництвом літій-іонних акумуляторів, звільнено від оподаткування, а отримані кошти планується реінвестувати у подальші дослідження та розробки.¹⁷⁹

Малюнок 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, і з урахуванням пільг з оподаткування прибутку, уряд України міг би отримувати від 93,5 до 99,8 млн євро щорічно, в основному за рахунок ПДВ на літій-іонні батареї, що продаються всередині країни, що забезпечило б значне поповнення держбюджету.

5.3.4. Оцінка та додаткові міркування

Можливо, ще занадто рано оцінювати конкурентоспроможність потенційного інтегрованого сектору літій-іонних акумуляторів в Україні, особливо якщо йдеться насамперед про використання вітчизняних критично важливих мінералів.

Хоча найважливіші корисні копалини відіграють вирішальну роль у всіх трьох аналізованих ланцюгах створення вартості, їхня роль, мабуть, найбільша у ланцюгу створення вартості літій-іонних акумуляторів. Особливо для виробництва NMC, а також хімікатів LFP потрібні великі обсяги видобутих, а потім глибоко перероблених мінералів. Китай володіє переважною більшістю глобальної переробки критично важливих мінералів, але входження Індонезії в ланцюжок виробництва літій-іонних акумуляторів може стати цікавим прикладом для України. Маючи найбільші у світі запаси нікелю, індонезійський уряд змусив китайські нікелеплавильні заводи переміститися в Індонезію під заборону експорту необробленої руди, зрештою, змусивши їх виробляти прекурсори всередині країни, а потім виготовляти та збирати елементи, а також виробляти електромобілі. Інструменти, що використовувалися, включали вищезгадані заборони на експорт необробленої руди, податкові канікули, звільнення від ввізного мита на капітальні товари, податкові схеми супервідрахувань на НДДКР і ПТО, створення промислових зон, а також створення державного підприємства з виробництва акумуляторів зі значними глобальними партнерськими зв'язками.¹⁸⁰ Аналогічно, Індонезія намагається побудувати наскрізний внутрішній ланцюжок створення вартості акумуляторів, що базується на її величезних запасах нікелю, які становлять приблизно 21% від світових запасів. Уряд Індонезії має намір створити 140 ГВт-год виробничих потужностей з виробництва акумуляторних батарей до 2030 року і залучив до співпраці таких великих гравців, як LG, CATL і POSCO. Стратегія ґрунтується на використанні переваг видобутку корисних копалин для залучення інвестицій у переробку, виробництво катодів та виготовлення елементів. Однак аналіз показує, що навіть за умови вертикальної інтеграції та масштабу виробничі витрати в Індонезії, як очікується, будуть на 5-10% вищими, ніж у КНР, що підкреслює гостру потребу в прискоренні операційного навчання та скороченні капітальних витрат для подолання цього розриву.¹⁸¹ Тим

не менш, цей досвід не може бути відтворений в Україні через значну специфіку мінеральної сировини, частку на світовому ринку мінеральної сировини, вартість енергоносіїв та низку інших чинників.

Мінерально-сировинна база України дійсно має значний потенціал, з потужними потенційними покладами деяких ключових мінералів для акумуляторних батарей, включаючи літій, марганець, залізо та графіт. Тим не менш, Україна не має значної частки на ринку жодного з критично важливих мінералів, собівартість видобутку деяких з них все ще залишається незрозумілою, а терміни будівництва нових шахт - наприклад, для літію, що видобувається зі сподуменової породи - можуть зайняти до 5-15 років, залежно від різних факторів, таких як регуляторні та дозвільні процеси, наявність інфраструктури та фінансування. Економіка видобутку та переробки критично важливих корисних копалин також є дуже складною з високими капітальними інвестиціями і ускладнюється високою середньозваженою вартістю капіталу (WACC), хоча вона може бути знижена завдяки Угоді між Україною та США та іншим ініціативам. Водночас, вимоги щодо давальницької сировини можуть бути частиною будь-якої інвестиції, що може залишити обмежені потужності з видобутку корисних копалин доступними для внутрішньої переробки. Важливо, що деякі ключові мінерали, включаючи нікель, кобальт і фосфати, не виробляються в Україні, і їх доведеться імпортувати (залежно від обраного хімічного складу). Постачання рафінованих критично важливих мінералів вже є висококонцентрованим, і головна компанія, що експлуатує завод з виробництва літій-іонних акумуляторів, повинна буде забезпечити укладення угод про відвантаження та стабільне постачання.

Європейський Союз та Сполучені Штати активно шукають шляхи диверсифікації ланцюгів постачання та зменшення своєї залежності від Китаю через Закон про промисловість з нульовим рівнем викидів та Закон про критичну сировину в ЄС, Закон про зниження інфляції, Закон про оборонне виробництво, а також низку указів президента США. Україна могла б позиціонувати себе як стратегічного партнера, особливо у видобувній частині ланцюга створення вартості, забезпечуючи стабільний ланцюг постачання критичної мінеральної сировини на нафтопереробні заводи та заводи з переробки на Заході. Хоча це не є довгостроковою стратегією і може призвести до того, що Україна залишиться в моделі експорту з низькою доданою вартістю, це може стати першим кроком до того, щоб з часом локалізувати етапи рафінування або переробки всередині країни або відмовитися від них і імпортувати деякі рафіновані метали для виробництва прекурсорів. За будь-якого сценарію, важливість дотримання нормативних вимог, екологічних, соціальних та управлінських стандартів, а також узгодження з аспектами Альянсу ЄС з виробництва акумуляторних батарей буде ключовим фактором.

Україна також може розглянути можливість позиціонування себе як центру переробки літій-іонних акумуляторів. Враховуючи відносно короткий життєвий цикл порівняно з іншими технологіями відновлюваної енергетики, значні потужності з переробки будуть потрібні, щоб зменшити тиск на первинне видобування корисних копалин. Більшість металів можуть бути відновлені з незначною втратою їхніх фізичних і хімічних властивостей, а переробні центри можуть стати важливим постачальником мінеральної сировини для виробників ЄС. Водночас, економіка переробки батарейок суттєво відрізняється залежно від хімічного складу, і в цьому секторі також може виникнути проблема надлишку потужностей.¹⁸² Партнерство з іншими переробниками, включно з угодами про розподіл витрат і спільними підприємствами, може бути одним із варіантів, який допоможе досягти цілей циркулярності відповідно до регламентів ЄС щодо батарейок.

Подальша інтеграція в ланцюжок створення вартості акумуляторів ЄС також може бути здійснена через посилення співпраці з безпосередніми сусідами України, більшість з яких розвивають одні з найважливіших секторів виробництва літій-іонних акумуляторів у Європі. Оскільки Польща, Словаччина, Угорщина та Румунія нарощують власні потужності з виробництва акумуляторів, для України можуть існувати стратегічні можливості як постачальника сировини або переробленої мінеральної сировини, а також додаткового допоміжного обладнання, включаючи кабелі, корпуси та інші системи. Крім того, ефект масштабу, досягнутий сусідами України, може призвести до зниження собівартості акумуляторних елементів, які потім можуть бути зібрані в пакети та станції в Україні, особливо з огляду на географічну близькість, наявність інтегрованих ланцюгів постачання та зближення нормативно-правової бази.

Водночас, місцезнаходження провідних транснаціональних компаній у цьому секторі також є ключовим з огляду на геополітику ланцюгів постачання критично важливих мінеральних ресурсів. Основними виробниками акумуляторів є переважно китайські компанії, часто з вертикально інтегрованими ланцюгами створення вартості та довгостроковими угодами з компаніями, що виробляють електромобілі. Водночас існують також південнокорейські та японські компанії, які, можливо, не так негативно ставляться до інвестицій в Україну та її відновлення.

Хоча перспективи інтегрованого виробництва літій-іонних акумуляторів в Україні все ще залишаються вкрай неясними, існують стратегічні міркування щодо локалізації в країні принаймні етапу складання. З огляду на розвиток оборонного та аерокосмічного секторів України, може існувати значний потенціал для використання акумуляторів у військових технологіях, постачання яких, таким чином, буде ключовим ризиком для ланцюга поставок. Таким чином, на додаток до існуючого і зростаючого ринку акумуляторних батарей та можливого довгострокового потенціалу в ширшому просторі електромобільності, попит на акумулятори для оборонних технологій може створити рівні масштабу, необхідні для більшої локалізації збірки та кращої економії за рахунок масштабу.

Це може бути особливо важливим, оскільки потенційний шлях може полягати в тому, щоб зосередитися на більш нішевому, дрібносерійному виробництві елементів для вузькоспеціалізованих застосувань, включаючи військові застосування, такі як дрони, аерокосмічна техніка або ринки акумуляторів, пов'язані з оборонними технологіями, які потребують більш спеціалізованого виробництва та адаптації.

5.3.5. Висновки та дорожня карта розвитку галузі

Наразі в Україні бракує досвіду у виробництві акумуляторних елементів, але збірка з імпортованих елементів може бути розширена, щоб задовольнити внутрішній попит. Орієнтовна вартість зібраних акумуляторних станцій коливається в межах 163-167 євро/кВт-год, що приблизно на 16-39% вище, ніж імпортовані китайські аналоги. Імпортовані акумуляторні елементи наразі становлять близько 45% від загальної вартості, тоді як витрати на дослідження і розробки та операційні витрати, які включають технічне обслуговування та модернізацію, необхідні для адаптації кінцевих акумуляторних станцій до специфікацій кінцевого споживача, також становлять значну частку.

Україна має родовища літію та деяких інших корисних копалин для виробництва акумуляторів, але їх розробка є невизначеною через ще не підтверджену собівартість видобутку, загалом тривалі терміни виконання робіт у гірничодобувному секторі та дуже високі потреби в капіталі, що посилюються інвестиційними ризиками та витратами на фінансування. Однак можливості для розвитку сектору можуть існувати завдяки фінансуванню з боку ЄС, Угоді між Україною та США щодо видобутку корисних копалин, а також угодам про розподіл продукції або її видобуток.

Стратегічна співпраця у сфері постачання мінеральної сировини та допоміжних компонентів для акумуляторів з виробниками з сусідніх країн ЄС (наприклад, Польщі, Словаччини, Угорщини, Румунії) також може бути корисною, особливо з точки зору зниження вартості імпортованих елементів. Розширення збірки для вітчизняних електромобілів, громадського транспорту та інших нішевих застосувань сприяло б масштабуванню сектору, але значний попит і стратегічний імпульс може з'явитися завдяки масштабуванню оборонного та аерокосмічного секторів України.

У короткостроковій перспективі Україна має визначити внутрішній попит на акумуляторні батареї, збільшити обсяги складання з використанням імпортованих елементів та інвестувати в науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи для адаптації продукції до потреб кінцевого споживача. Вона також повинна переоцінити свої критичні запаси корисних копалин і життєздатність видобутку в умовах нинішніх ризиків. У середньостроковій перспективі регіональна співпраця з сусідніми країнами-виробниками акумуляторів (наприклад, Польщею, Словаччиною, Угорщиною, Румунією) може допомогти знизити витрати. У довгостроковій перспективі Україна може продовжувати розвивати свій сектор видобутку критично важливих корисних копалин за допомогою угод про розподіл продукції та позиціонувати себе в ширшому європейському ланцюжку створення вартості акумуляторних батарей.

Таблиця 9 . Дорожня карта сектору літій-іонних акумуляторів

Короткострокова (1-2 роки)	Середньострокова (2-5 років)	Довгострокова (5+ років)
• Скласти карту внутрішнього попиту на літій-іонні акумулятори, включаючи інші сектори. • Переглянути імпортні пільги на кінцеву збірку акумуляторних станцій • Підтримати відновлення складальних потужностей • Дослідити можливості НДДКР у складанні для кінцевих продуктів • Дослідити зв'язки з ІТ-сектором, особливо для програмного забезпечення EMS як для українського, так і для європейського ринків • Переоцінка існуючих критичних запасів корисних копалин відповідно до міжнародних стандартів (наприклад, JORC) та економіки видобутку	• Налаштувати регіональну співпрацю з сусідніми країнами у сфері постачання з метою зменшення витрат • Нарощування складальних потужностей відповідно до розвитку внутрішнього сектору (енергетика, електромобільність, оборона) • Переоцінити економіку внутрішньої переробки мінеральної сировини відповідно до видобутку та глобального розвитку	• Вивчити потенціал входження в інші ланки ланцюжка створення вартості (виробництво прекурсорів або клітин) • Продовжити розвиток вітчизняного сектору критичної мінеральної сировини, оцінюючи стратегічні можливості.

6. Обговорення та наслідки для політики

Локалізація виробництва технологій відновлюваної енергетики в Україні - це можливість досягти внутрішніх цілей розвитку відновлюваної енергетики, зміцнити промислову базу країни, посилити енергетичну безпеку та позиціонувати країну як гравця в нових "зелених" ланцюжках доданої вартості. Спираючись на аналіз технологій сонячної, вітрової та акумуляторної енергетики, цей розділ узагальнює наскрізні висновки щодо України та окреслює ключові політичні аспекти та стратегічні рекомендації, які необхідно враховувати.

Промисловий потенціал

Промисловий потенціал України для локалізації виробництва технологій відновлюваної енергетики потребує значної перебудови та модернізації. Хоча Україна демонструє середній рівень економічної складності відповідно до Індексу економічної складності (ЕСІ) Гарвардської лабораторії зростання, що вимірює різноманітність та досконалість виробничих можливостей країни, її показники у сфері виробництва високотехнологічної продукції є неоднозначними. У

сегменті відновлюваної енергетики існує виробництво деяких технологій з високою доданою вартістю (наприклад, кінцевих вітрових гондол), а деякі високотехнологічні виробництва в інших галузях енергетики (наприклад, турбіни для теплових і гідроелектростанцій) та інші компоненти (наприклад, трансформатори) також локалізовані в Україні. Однак для відродження цих секторів і запобігання подальшій втраті виробничих потужностей і знань необхідні значні модернізація та інвестиції, що може погіршитися через війну, яка триває. Таке зниження економічної складності контрастує з іншими країнами, які розбудовували свою промислову та високотехнологічну базу і докладали значних політичних зусиль та інвестицій для збільшення масштабів виробництва. Такі країни, як Чехія, Польща, Румунія чи Малайзія, можуть надати цікаві приклади того, як відбувалася технологічна модернізація, розробка продуктів та диверсифікація експорту, і які уроки можна винести для України.

Вивчення можливостей перепрофілювання недовикористаних потужностей і технічного досвіду може прискорити локалізацію, зберігаючи при цьому низький рівень капітальних інвестицій, але цього буде недостатньо, якщо Україна прагне різко збільшити обсяги виробництва для задоволення внутрішнього попиту та створення експортних галузей. Зміцнення промислового потенціалу вимагатиме використання міжгалузевої синергії, особливо з такими передовими галузями, як оборонна та аерокосмічна промисловість, які можуть мати спільні виробничі процеси та стандарти з технологіями відновлюваної енергетики або можуть включати їх у різні частини виробничого процесу. Багато країн успішно перепрофілювали активи або створили нові продуктові лінійки на основі горизонтальних, вертикальних і наскрізних зв'язків. Наприклад, Чехія змогла використати знання з виробництва автомобільних компонентів для входження в аерокосмічний сегмент, значною мірою завдяки використанню структурних фондів ЄС, які допомогли підтримати диверсифікацію через регіональні інноваційні центри.¹⁸³ Українські сектори турбінобудування, машинобудування та ІТ-технологій, зокрема, можуть надати можливості для входження в нові, більш високотехнологічні сегменти.

Ключовим компонентом розробки надійної стратегії виробництва зелених технологій є проведення комплексного картографування існуючих компаній у секторі, що включає визначення всіх постачальників і потенційних виробників супутніх товарів. Цей процес картування забезпечить детальне розуміння поточного ланцюга постачання та допоможе виявити будь-які прогалини або можливості для співпраці між підприємствами у сфері зелених технологій. Крім того, важливо дослідити потенціал для перезапуску або перепрофілювання існуючих виробничих майданчиків або виробничих активів, які, можливо, більше не використовуються або недовикористовуються. Це може включати оцінку того, чи можна адаптувати або переобладнати об'єкти з таких галузей, як автомобільна промисловість або традиційна енергетика, для виробництва компонентів відновлюваної енергетики в усіх трьох ланцюгах створення вартості. Такі ініціативи могли б швидко збільшити внутрішні виробничі потужності, зменшивши при цьому потребу в нових дорогих інвестиціях в інфраструктуру.

Країна також посідає низьке місце в Індексі ефективності логістики - показнику Світового банку, що оцінює транспортну інфраструктуру, ефективність роботи митниці та надійність доставки, який вказує на вузькі місця в ефективному переміщенні товарів по країні та за її межами. Паралельно відновлюються ключові логістичні та транспортні шляхи, але для скорочення логістичних витрат і часу та підвищення експортної конкурентоспроможності потрібні значні інвестиції в автомобільні та залізничні дороги, а також експортну інфраструктуру. Деякі з цих адміністративних та митних процесів вже відбуваються з огляду на гармонізацію зі стандартами ЄС в рамках процесу вступу України до ЄС, але багато інших питань залишаються невирішеними. Ключовим кроком у підвищенні конкурентоспроможності сектору виробництва відновлюваної енергетики було б проведення цільового логістичного аудиту для виявлення прогалин в інфраструктурі, що впливають на транспортування обладнання. Цей аудит буде зосереджений на ключових автомобільних та залізничних шляхах, що з'єднують промислові зони з місцями розміщення обладнання в Україні та з кордонами ЄС, і визначатиме ділянки, які потребують модернізації. Усунення цих прогалин підвищить ефективність та економічну доцільність просування компонентів відновлюваної енергетики на ринок, що сприятиме підвищенню конкурентоспроможності сектору.

Надійність енергопостачання, яка наразі підірвана через пошкодження інфраструктури генерації та передачі електроенергії під час війни, має бути відновлена за рахунок цільових інвестицій у стабілізацію енергосистеми та децентралізовані, стійкі енергетичні системи. Усунення цих вразливостей буде вкрай важливим для забезпечення стабільного енергопостачання енергоємних виробництв, особливо з огляду на те, що деякі галузі зазнають високих втрат або навіть ризикують пошкодити обладнання в разі відключення електроенергії. Хоча енергетичний баланс України все ще залишається невизначеним, існує ймовірність того, що витрати на електроенергію можуть бути низькими, що може забезпечити довгострокову перевагу з точки зору вартості та конкурентоспроможності. Корпоративні РРА та розвиток внутрішньої відновлюваної енергетики можуть відігравати центральну роль у забезпеченні надійних, економічно ефективних комунальних послуг для виробників і можуть забезпечити шлях до довгострокової економічної конкурентоспроможності. Однак, в кінцевому рахунку, питання енергетики та комунальних послуг в більш широкому сенсі залежить від широкого спектру інших політик, які мають бути реалізовані, але які є фундаментальними для розгортання секторів відновлюваної енергетики (див. докладніше в розділі "Попит" нижче).

Уряд міг би додатково підтримати сектор, створивши індустріальні парки відновлюваної енергетики по всій Україні, вклавши значні інвестиції у забезпечення стійкості, надання комунальних послуг (як на місці, так і поблизу), логістику та транспортне сполучення, а також оптимальне розміщення між районами розміщення та експортною інфраструктурою. Зрештою, необхідна подальша координація, яка може бути забезпечена шляхом створення Агентства з розвитку відновлюваної енергетики, яке об'єднає всі аспекти промислового процесу, включаючи координацію індустріальних парків, виділення земельних ділянок, картування ланцюгів поставок та надання послуг інвесторам для цільових технологій.

Критичні сировинні корисні копалини

Хоча сектор критичної мінеральної сировини в Україні може мати потенціал для економічного розвитку країни, необхідна подальша робота. Видобуток заліза і сталі, титану, марганцю і графіту вже ведеться і має значні перспективи для подальшого розвитку і розширення, тоді як статус літєвого сектору все ще залишається незрозумілим з огляду на питання, пов'язані з родовищами і економікою проєктів. У той же час, виробництво металів, які Україна вже історично виробляла, включаючи галій, германій та кремній, може бути переглянute, особливо у світлі домінування Китаю та важливості цих металів для світового та європейського напівпровідникового сектору.

Для забезпечення сталого розвитку галузі уряд України має розробити комплексну національну стратегію видобутку корисних копалин, яка б мала ширший, довгостроковий погляд на галузь, враховувала існуючі угоди та зобов'язання, а також узгоджувала їх з іншими промисловими планами. Ця стратегія повинна включати реалістичні шляхи збільшення доданої вартості українських корисних копалин, враховуючи конкурентоспроможність сектору та оцінюючи потенційний попит на внутрішньому ринку та в ЄС у різних галузях промисловості. Важливим компонентом цієї стратегії має стати розробка національної моделі попиту та пропозиції на мінеральну сировину. Такі дані та аналітика необхідні для створення цілісної промислової політики та посилення переговорних позицій. Ці моделі можуть оцінити прогнозований попит на мінеральну сировину у прив'язці до національних планів енергетичного переходу, виявити дефіцит або надлишок ресурсів для досягнення цілей локалізації виробництва, а також висвітлити потреби в регіональному та міжнародному співробітництві.

Хоча приклад Китаю не можна безпосередньо повторити, він дає кілька важливих уроків щодо довгострокового планування та внутрішньої диверсифікації. Як один із прикладів, протягом трьох десятиліть Китай перейшов від видобутку рідкоземельних елементів до їхньої переробки, від розробки базових продуктів (наприклад, постійних магнітів) до продуктів з високою доданою вартістю (наприклад, електричних двигунів) завдяки послідовній і добре підтриманій промисловій політиці.¹⁸⁴

Якщо переробка критично важливих корисних копалин є стратегічною політикою, важливо забезпечити наявність достатньої кількості мінеральної сировини для внутрішнього ринку. Інвестиційні контракти та контракти на видобуток корисних копалин з розробниками повинні бути структуровані таким чином, щоб не обмежувати доступ до мінеральної сировини для внутрішнього використання, дозволяючи Україні задовольняти власні потреби, водночас беручи участь у світових ринках. Будь-яка переробка повинна також враховувати, як розвиток енергетичної та фінансової системи України може негативно вплинути на нові об'єкти, а також механізми протидії цьому.

Доступ до фінансування

Доступ до фінансування є критичним бар'єром для масштабної локалізації виробництва. В Україні бракує глибоких внутрішніх ринків капіталу, а приватне кредитування "зелених" промислових проектів обмежене через високі ризики та недоступність довгострокових і доступних кредитів. Пільгове фінансування з боку міжнародних фінансових організацій (МФО) залишається обмеженим, а інструменти зниження ризиків для інвестицій у виробництво практично відсутні. Нинішня фінансова екосистема не пропонує достатнього масштабу, структури витрат або інструментів, необхідних для підтримки капіталомістких процесів локалізації. Доступ до фінансування був основним рушієм розвитку ланцюжків доданої вартості зелених технологій у Китаї та багатьох інших країнах, і з огляду на поточний конкурентний ландшафт та змодельовані результати, зниження WACC є першочерговим пріоритетом для підвищення конкурентоспроможності сектору. Розблокування інвестицій вимагатиме зниження вартості фінансування за рахунок грантів, підтримки МФО, цільових інструментів зниження ризиків, включаючи страхування та розширення пільгового кредитування. Для іноземних компаній додатковими бар'єрами є недопуск до участі в ключових внутрішніх програмах, обмеження на операції з іноземною валютою та високі витрати на капітал, що стягуються банками їхніх країн відповідно до Базельських правил, які ще більше завищують вартість фінансування проектів в Україні.

Щоб заохотити приватний сектор до фінансування "зеленого" виробництва, уряд міг би розширити схеми гарантування кредитів, які зменшують ризики для комерційних банків. Включивши "зелене" виробництво в сферу дії програми та покривши частину ризику неповернення кредитів, уряд підвищить привабливість кредитування банками компаній у секторі відновлюваної енергетики. Це допоможе бізнесу отримати фінансування для будівництва заводів, закупівлі обладнання та розширення виробництва, що в кінцевому підсумку сприятиме зростанню галузей, що використовують зелені технології.

Уряд у співпраці з державними банками міг би запропонувати низькопроцентні кредити спеціально для компаній, що інвестують у виробництво відновлюваної енергії. Ці кредити покривали б такі витрати, як придбання обладнання, модернізація виробничих потужностей та розширення виробництва. Надаючи доступні варіанти фінансування, уряд полегшив би фінансове навантаження на компанії та підтримав би зростання виробництва відновлюваної енергії. Враховуючи, що виробничі проекти, як правило, є великими та капіталомісткими, схеми підтримки повинні бути розроблені таким чином, щоб відповідати фінансовим потребам таких підприємств, а також забезпечувати доступність для малих підприємств та стартапів, які мають труднощі з отриманням традиційного фінансування.

Окрім прямого фінансування, важливу роль можуть відігравати гранти на підготовку проектів та техніко-економічне обґрунтування, особливо в тих сегментах ланцюжка створення вартості, де наразі не існує вітчизняних виробничих потужностей. Такі гранти допоможуть інвесторам знизити ризики на ранніх стадіях планування, залучити співфінансування та прискорити час виходу на ринок. Важливою є також цільова підтримка екосистеми, зокрема гранти на створення та модернізацію інфраструктури тестування та сертифікації нових продуктів і компонентів. Це допоможе українським виробникам відповідати міжнародним стандартам якості та підвищити свою конкурентоспроможність як на внутрішньому, так і на зовнішніх ринках.

Для залучення інвестицій на ранніх стадіях виробництва відновлюваної енергетики з нуля можна було б створити Фонд страхування зеленого капіталу, який би співфінансувався за рахунок внесків таких учасників, як ЄС, Європейський банк реконструкції та розвитку, Європейський інвестиційний банк, а також український уряд та державні банки. Цей фонд зосередиться на страхуванні політичних і військових ризиків, а також на співфінансуванні інвестицій у виробництво обладнання для відновлюваної енергетики.

Праця та навички

Україна зберігає технічно кваліфіковану робочу силу, причому рівень кваліфікації робочої сили та залучення до наукових досліджень загалом знаходиться на відносно високому рівні порівняно з ВВП, хоча і відстає від багатьох інших виробників "зелених" технологій. Однак доступність робочої сили стає дедалі більшим обмеженням. Військовий призов, втрати на війні та масштабна еміграція значно скоротили доступний резерв робочої сили, особливо для виробничих професій, що вимагають присутності на місці. Без активних заходів щодо утримання та перекваліфікації робочої сили, що залишилася, та залучення репатріантів, масштабування виробництва в секторах зелених технологій буде складним. Таким чином, подолання розриву у навичках по всьому ланцюжку створення вартості у сфері відновлюваних технологій та забезпечення стабільної пропозиції робочої сили стане величезним, але не нездоланим викликом для України.

Професійно-технічна підготовка та партнерство з технічними інститутами будуть ключовими для забезпечення людського капіталу, необхідного для локалізації. Програми перекваліфікації наявної робочої сили повинні бути розширені як державним, так і приватним секторами, причому перший з них також повинен забезпечити залучення працівників із занепадаючих галузей (таких як вугільна промисловість або видобуток викопних видів палива), щоб сприяти забезпеченню справедливого переходу в Україні.

Щоб сприяти формуванню більш інклюзивної та стійкої робочої сили, слід впроваджувати цільові навчальні програми для недостатньо представлених груп, таких як жінки, військові ветерани та особи, які повертаються до трудової діяльності. Ці програми повинні включати механізми заміщення заробітної плати та комплексні послуги підтримки, такі як догляд за дітьми, транспортна допомога та кар'єрне консультування для забезпечення доступності. Інвестуючи в такі індивідуальні 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 посилять стійкість суспільства і національний кадровий потенціал у всьому ланцюжку створення вартості відновлюваної енергетики.

Паралельно з цим повинні розвиватися шляхи освіти і навчання, щоб відповідати динамічним потребам сектору зелених технологій. Впровадження дуальних навчальних програм, які поєднують академічне навчання з практичним, галузевим тренінгом, може відіграти життєво важливу роль у цьому процесі. Ці програми, розроблені спільно з компаніями, що працюють у сфері відновлюваної енергетики, мають бути спрямовані на підготовку фахівців, що користуються високим попитом, таких як технічні спеціалісти з сонячної та вітрової енергетики, спеціалісти з акумуляторних батарей та спеціалісти з технічного обслуговування "розумних" мереж.

Впровадження практичного навчання через стажування, навчання або спільне працевлаштування гарантує, що студенти отримують реальний досвід роботи з сучасними технологіями та практиками. Ця модель випускає випускників, оснащених галузевими навичками, що зменшує витрати роботодавців на адаптацію та прискорює розгортання "зеленої" інфраструктури. Крім того, ці шляхи можуть допомогти залучити в сектор молодь і працівників з перехідною економікою, розширити участь і сформувати більш підготовлену до майбутнього робочу силу. Німеччина є гарним прикладом, особливо з точки зору використання компаній та приватного сектору для навчання та підвищення кваліфікації, але в українських компаніях також існують програми, які призвели до певної підготовки кадрів для роботи у сфері відновлюваної енергетики.

Для підтримки та координації цих зусиль необхідно створити національну систему сертифікації "зелених" навичок для стандартизації, підтвердження та визнання компетенцій у секторі відновлюваної енергетики та ширшому секторі "зеленої" економіки. Така система виконуватиме кілька функцій: надаватиме роботодавцям чіткі критерії кваліфікації, орієнтуватиме навчальні заклади на розробку навчальних програм і пропонуватиме шукачам роботи портативний, надійний спосіб продемонструвати свою кваліфікацію.

Ця система сертифікації має бути розроблена у співпраці з лідерами галузі, провайдерами професійної освіти та регуляторними органами. Вона повинна охоплювати широкий спектр ролей, від технічних та інженерних посад до управління проектами, монтажу, експлуатації та обслуговування, і бути достатньо гнучкою, щоб враховувати нові технології та регіональні потреби в робочій силі. Національна система сертифікації підвищить прозорість ринку праці, зменшить невідповідність кваліфікацій та покращить мобільність і можливості кар'єрного зростання для працівників. Крім того, вона допоможе зміцнити довіру роботодавців до здібностей випускників і перекваліфікованих працівників, що в кінцевому підсумку сприятиме збільшенню кількості працівників у сфері зелених технологій, необхідних для досягнення національних кліматичних та енергетичних цілей.

Цього можна досягти шляхом створення Національної ініціативи "Зелені навички", яка об'єднає професійно-технічні училища, університети та виробників для спільної розробки навчальних програм, стажування та схем сертифікації в галузі сонячної, вітрової та акумуляторної енергетики.

Дослідження, розробки та інновації

Технологічну базу для виробництва технологій відновлюваної енергетики в Україні можна покращити. У порівнянні з іншими провідними виробниками обладнання для відновлюваної енергетики, країна має відносно низькі показники інтенсивності науково-дослідних робіт та інноваційної діяльності. Розрив між результатами досліджень і промисловим застосуванням перешкоджає просуванню країни вгору по ланцюжку створення вартості або розвитку конкурентних переваг у технологічному дизайні або обробці матеріалів, і наразі існують обмежені зв'язки між приватним сектором і науковими колами в багатьох виробничих секторах.

Щоб забезпечити технологічну локалізацію, Україна повинна сприяти зміцненню співпраці між науково-дослідними установами та виробниками. Це передбачає розбудову потенціалу прикладних досліджень у таких галузях, як матеріалознавство, інженерія та автоматизація процесів, а також покращення комерціалізації академічних інновацій. Щодо останнього пункту, то корисними прикладами для України можуть стати моделі США та Великої Британії.

Для активізації досліджень і розробок у сфері відновлюваної енергетики уряд міг би створити міжвідомчий, міжгалузевий державний науково-дослідний інститут, який би зосередився на виробництві та впровадженні екологічно чистої енергії, в ідеалі - у рамках спільної державно-приватної програми. Цей інститут сприятиме співпраці між університетами, дослідницькими організаціями та приватним сектором, стимулюючи інновації та прискорюючи комерціалізацію технологій відновлюваної енергетики. Крім того, слід надавати фінансову підтримку демонстраційним і пілотним проектам, щоб довести доцільність нових технологій і подолати розрив між дослідженнями і впровадженням на ринку. Для подальшого заохочення співпраці слід розвивати державно-приватне та приватно-академічне партнерство, що сприятиме налагодженню зв'язків між вітчизняними та міжнародними зацікавленими сторонами. Схеми спільного фінансування та спільного інвестування зменшать ризики як для компаній, так і для університетів, підвищуючи якість і масштаби інновацій у сфері зелених технологій завдяки об'єднанню досвіду та ресурсів. Ключовими прикладами цього є німецькі інститути Фраунгофера, розкидані по всій країні, або британські центри Catapult.

Подальше розширення науково-дослідницького потенціалу може призвести до необхідності збільшення Інноваційного фонду, можливо, також із залученням додаткового міжнародного фінансування, з розширенням фокусу на більш широкий спектр відновлюваних технологій. Оскільки більша частина фінансування наразі спрямовується на оборону, таке розширення в

короткостроковій перспективі може бути виправданим, особливо якщо зосередитися на технологіях, які перетинаються з новими секторами, включаючи оборону, де рішення в галузі зеленої енергетики можуть мати широке застосування і синергію.

Важливо, щоб спеціалізовані інноваційні центри та акселератори, або "кластери зелених технологій", були пріоритетними для об'єднання всіх ключових зацікавлених сторін, включаючи бізнес, наукові кола та уряд, для роботи над рішеннями у сфері зелених технологій. Ці центри сприятимуть обміну знаннями та інноваціям. Крім того, слід запропонувати варіанти співфінансування стартапам на ранніх стадіях розвитку зелених технологій, особливо в нішевих галузях, які можуть не мати фінансових ресурсів для масштабних науково-дослідних проєктів, допомагаючи їм масштабувати свої інновації та виводити нові рішення на ринок. Хоча центри національного рівня були б гарним початком, варто також подумати про регіональні інноваційні центри, такі як ті, що існують по всій Європі, які надають переконливі приклади потенціалу для галузевого зростання та регіонального економічного і промислового розвитку.

Політика та нормативно-правова база

Україна демонструє змішані показники з точки зору ширшого бізнес-середовища. Україна посідає середнє місце в Індексі економічної свободи, що відображає помірний рівень регуляторної ефективності, захисту прав власності та відкритості для торгівлі та інвестицій. Однак низький бал за Індексом проникнення експорту, який порівнює фактичний експорт країни з її потенційним експортом на основі світового попиту, свідчить про слабку інтеграцію в міжнародні ринки та обмежену конкурентоспроможність промислових товарів, що експортуються. Потрібна подальша робота над маркетингом української продукції та розширенням ринків збуту для українських компаній, прикладами якої можуть слугувати такі організації, як Німецьке агентство з питань торгівлі та інвестицій, а також різноманітні бізнес-асоціації, що просувають інтереси німецького бізнесу за кордоном.

Тим не менш, бізнес-середовище поступово покращується. Нещодавні адміністративні реформи, зокрема у сфері регулювання землекористування та видачі дозволів, впорядкували процеси, що мають вирішальне значення для інвестицій у промисловість та енергетику. Наприклад, зміни цільового призначення земельних ділянок, які колись займали більше року, тепер можуть бути завершені протягом двох місяців, а час видачі дозволів у деяких регіонах часто є нижчим за середній показник по ЄС, що свідчить про відчутний прогрес у сприянні інвестиціям. Це фундаментальні фактори конкурентоспроможності, особливо з огляду на регуляторні та дозвільні обмеження, які багато опитаних експертів назвали перешкодою для розвитку "зелених" технологій в Європі. Україна могла б просунутися в цьому напрямку, запровадивши прискорені дозвільні схеми для виробничих потужностей у сфері відновлюваної енергетики, включаючи попереднє зонування промислових земель, процедури за принципом "єдиного вікна" та пріоритетне підключення до електромереж для проєктів, що відповідають вимогам.

Промислова політика України розвивається, але їй бракує глибини та координації. Незважаючи на певне стратегічне бачення, субсидії та стимулювання попиту, існуючі ініціативи залишаються фрагментарними та маломасштабними. Нинішня нормативно-правова база поки що не забезпечує сталої підтримки, наприклад, стимулів, пов'язаних з виробництвом, "зелених" державних закупівель або мандатів на локалізацію, необхідних для залучення інвестицій та зниження ризиків на ранніх стадіях розвитку галузі. Для реалізації потенціалу локалізації необхідна більш узгоджена та добре фінансована промислова стратегія. Це збігається з висновками, зробленими в інших регіонах, які прагнуть розбудувати свій виробничий потенціал у сфері відновлюваної енергетики. Наприклад, у звіті про потенціал Африки, підготовленому на основі інтерв'ю з провідними китайськими виробниками, визначено кілька ключових "факторів притягання" для інвестицій. Серед них - наявність великого і зростаючого місцевого ринку, часто підкріпленого національними планами розвитку виробничих потужностей і регулярними тендерами, що гарантують отримання замовлень. Крім того, інвестори надають перевагу вдосконаленим факторам виробництва, включаючи кваліфіковану робочу силу, надійну та дешеву "зелену" електроенергію, а також пільгові пакети фінансування.¹⁸⁵ Водночас,

обмеженість фінансових можливостей України робить все більш складним надання фінансових стимулів, які можуть забезпечити інші країни. Тим не менш, нещодавні програми, такі як "Зроблено в Україні", які вже пропонують часткову компенсацію за енергетичне обладнання вітчизняного виробництва, свідчать про позитивну динаміку. З виділенням 3,6 млрд грн (86,4 млн дол. США) на цю програму у 2025 році, є можливість створити попит на місцеве виробництво. Однак, враховуючи фінансові обмеження, промислова політика має бути цілеспрямованою, стратегічною та зосередженою на заходах, які максимізують розвиток ланцюжка доданої вартості та довіру інвесторів.

Однак для підтримки промислового зростання в Україні необхідно розробити ширшу концепцію промислової політики, яка б визначала ключові сектори для подальшого розвитку, підкріплену важливими механізмами, адаптованими до потреб кожної галузі. Ця стратегія має бути доповнена розробкою цільової програми залучення прямих іноземних інвестицій (ПІІ), яка відповідатиме промисловим та експортним пріоритетам України. Ця програма має визначити конкретні ключові проекти, які мають потенціал для забезпечення сталого зростання та технологічного прогресу. В експортному вимірі це має включати підхід, заснований на ланцюжку створення вартості, який стимулюватиме торгівлю проміжними товарами, дозволяючи Україні отримувати більшу додану вартість за рахунок місцевої переробки та обробки, а також скористатися перевагами преференційного режиму для готових товарів на ключових ринках.

Програма підтримки інвесторів має вирішальне значення для залучення як іноземних, так і вітчизняних інвестицій у виробництво продукції із зеленим ланцюжком доданої вартості. В Україні вже існує спеціалізована агенція із залучення та підтримки інвестицій UkraineInvest, яка слугує єдиним вікном для інвесторів, надаючи інформаційно-просвітницькі послуги, консультації та комплексну підтримку протягом усього інвестиційного процесу. Його послуги включають допомогу в юридичних та регуляторних питаннях, сприяння отриманню державної допомоги та координацію з відповідними органами влади. Для розкриття потенціалу виробництва відновлюваної енергетики мандат та ресурси UkraineInvest можна було б розширити, зосередивши увагу на залученні інвестицій у виробництво сонячних фотоелектричних установок, вітрогенераторів та акумуляторів, забезпечивши цільове просування, галузеві рекомендації та прискорення вирішення питань, пов'язаних з проектами. Успішною моделлю для цього є Управління інвестиційного розвитку Малайзії (MIDA), яке забезпечує "єдине вікно" для іноземних інвесторів. Нефінансова підтримка MIDA мала вирішальне значення для залучення виробників сонячних фотоелектричних систем, пропонуючи такі послуги, як пошук талантів, підключення транснаціональних корпорацій до місцевого ланцюжка поставок, координація стимулюючих пропозицій між державними установами та сприяння науково-дослідницьким партнерствам між університетами та компаніями. Цей підхід був названий великими виробниками як ключова причина для інвестування в Малайзію.¹⁸⁶

Однак потрібні деякі важливі фінансові механізми. Ключовим тут може бути створення програми відшкодування капітальних інвестицій, яка була б дуже корисною, враховуючи значну роль капітальних інвестицій у визначенні життєздатності проекту. Для подальшого залучення масштабних виробничих інвестицій у відновлювану енергетику вкрай важливо розширити сферу дії Закону України № 1116 "Про державну підтримку інвестиційних проектів зі значними інвестиціями в Україні". Крім того, можна було б запровадити подібну реформу, пропонуючи відшкодування капітальних інвестицій для великих виробничих проектів, які відповідають певним критеріям. Це може бути у формі податкових пільг або прямої грошової компенсації за новозбудовану інфраструктуру. Крім того, підприємства могли б отримати право на користування земельними ділянками на спеціальних умовах, включаючи переважне право на купівлю землі. Такі фінансові стимули зробили б Україну більш привабливою для інвесторів, компенсуючи початкові витрати на створення виробничих потужностей. Податкові пільги можуть включати зниження податку на прибуток підприємств (ППП) на певну кількість років, звільнення від сплати податку на додану вартість (ПДВ) та звільнення від сплати ввізного мита, що полегшить підприємствам налагодження діяльності та масштабування виробництва.

Надаючи такі стимули, Україна створить більш конкурентне інвестиційне середовище, особливо для великих підприємств з виробництва відновлюваних джерел енергії. Водночас, після трьох з половиною років війни фінансова ситуація в Україні є вкрай складною, і будь-які корпоративні пільги чи звільнення повинні надаватися лише найбільш пріоритетним секторам.

Звільнення від сплати ПДВ та мита на імпорт також можна було б вибірково застосовувати до компонентів, які наразі не виробляються або не збираються в Україні, хоча їх слід ретельно відбирати. Для компонентів, які вже виробляються або планується виробляти всередині країни, слід зберегти звичайні ставки ПДВ та мита, щоб захистити місцеву промисловість, що розвивається. Крім того, запровадження контрольного переліку обладнання для відновлюваної енергетики допоможе спрямувати пільги з ПДВ на компоненти та обладнання з виявленими прогалинами у вітчизняному виробництві. Такий підхід гарантує, що пільги будуть спрямовані саме туди, де вони найбільше потрібні, що сприятиме зростанню сектору зелених технологій в Україні.

Право на звільнення від сплати ПДВ на основі місцевої складової може бути запроваджене як фінансовий механізм для заохочення використання обладнання українського виробництва, хоча це має бути збалансовано з внутрішніми та міжнародними зобов'язаннями України, а також зобов'язаннями щодо вступу до ЄС. Звільнення від сплати ПДВ має залежати від досягнення мінімального порогу місцевої складової для розробників проектів або підрядників. Проекти, в яких використовується обладнання українського виробництва (за наявності), повинні отримувати пільговий податковий режим або прискорене митне оформлення, що стимулюватиме використання внутрішніх ресурсів та сприятиме розвитку місцевої економіки. Такі заходи мають бути узгоджені з існуючим ринковим потенціалом для забезпечення доцільності та доповнені ініціативами з розбудови потенціалу на рівні підприємств, що дозволить вітчизняним виробникам відповідати вимогам щодо якості, обсягів та технологій у міру розширення сектору.

Крім того, підтримка оборотного капіталу та субсидії на випробування/сертифікацію є життєво важливими для українських виробників, і уряд повинен зробити подальші кроки, щоб допомогти їм у цьому. 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 в укладенні Угоди про оцінку відповідності та прийнятність промислової продукції (АСАА) з ЄС, оскільки це забезпечить визнання українських оцінок відповідності промислової продукції в ЄС і навпаки, а отже, сприятиме подальшому зниженню нетарифних бар'єрів у торгівлі. Більшість необхідних технічних регламентів вже гармонізовано, і лише в обмеженій кількості секторів залишилося узгодити відповідність, а це означає, що Україна близька до готовності підписати Угоду, як тільки дозволять політичні обставини.¹⁸⁷

Ефективна імплементація політики вимагає спроможних інституцій. Наразі відповідальність за промислову політику, енергетику, інновації та регіональний розвиток залишається фрагментованою. Таким чином, посилення інституційної координації та лідерства для зеленого промислового розвитку є фундаментальним завданням. Цього можна досягти шляхом створення Міжвідомчої робочої групи з питань локалізації зеленого виробництва, підзвітної Кабінету Міністрів, для нагляду за прогресом і координації рішень та донорської підтримки з метою забезпечення узгодженості дій між усіма ключовими зацікавленими сторонами.

Заходи з боку попиту

Створення стабільного та передбачуваного внутрішнього попиту на відновлювану енергію є одним із ключових факторів, що сприяють локалізації виробництва. Для створення ринкової визначеності важливо продовжувати розробляти шляхи розвитку відновлюваної енергетики та встановлювати обов'язкові довгострокові зобов'язання, а також цільові показники закупівель відновлюваної енергії в ключових секторах. Хоча Енергетична стратегія 2050 та проект Національного плану з енергетики та клімату є кроками у правильному напрямку, необхідна подальша узгодженість політики та бачення, особливо коли йдеться про невизначеність щодо

майбутнього сектору теплового викопного палива, розширення ядерного сектору, а отже, і ролі, яку відіграватимуть ВДЕ та BESS в енергетичній системі України в майбутньому.

В Україні ключовим поточним процесом реформ є лібералізація енергетичного ринку, яка повинна продовжувати створювати стимули та сигнали, необхідні для подальшого розвитку секторів. Це означає реформування структури оптового ринку, усунення верхніх і нижніх цінових обмежень і, відповідно, зменшення ринкових викривлень. Механізми підтримки відновлюваної енергетики та накопичувачів також потребують реформування, відходу від механізмів, що включають "зелений" тариф, який формально залишається чинним до 2030 року, але є привабливим лише для проектів, підключених до 2020 року. Для нових проектів "зелений" тариф не є економічно вигідним, і більшість інвесторів у сонячну та вітрову енергетику зараз обирають або звичайні ринкові умови, або нові інструменти підтримки, такі як аукціони з розподілу квот та механізм ринкової премії.¹⁸⁸ Вивчення та посилення цих нових підходів матиме важливе значення для стимулювання подальшого розвитку відновлюваної енергетики. Крім того, ринки допоміжних послуг мають бути відкриті для приватних операторів акумуляторних систем зберігання енергії (BESS), ціноутворення на небаланси має бути приведене у відповідність до орієнтирів ЄС, а ринкові реформи, що скасовують цінові обмеження, також створять можливості для арбітражу в сегменті акумуляторних батарей.

Слід опублікувати багаторічний календар аукціонів, щоб забезпечити виробникам безпеку планування, необхідну для довгострокових інвестицій. Аукціони з продажу електроенергії з відновлюваних джерел можуть також включати оцінку місцевої складової для надання пріоритету вітчизняному виробництву, хоча це має бути збалансовано з точки зору енергетичної безпеки та потенційного зростання вартості електроенергії. Що стосується корпоративних договорів купівлі-продажу електроенергії (PPA), то слід продовжувати розробляти ці контракти і працювати з покупцями для забезпечення достатнього ринкового попиту, але для подальшого розвитку експорту української "зеленої" електроенергії необхідна подальша інтеграція між ЄС і транскордонними PPA. В Україні PPA останнім часом набули більшого поширення, особливо серед малих та середніх підприємств, частково як відповідь на високі витрати на фінансування, що підкреслює їх важливість як ринкового інструменту підтримки.

Політичні рекомендації

З огляду на всі фактори, проаналізовані в цьому звіті, очевидно, що для активізації українського сектору виробництва "зелених" технологій потрібно зробити ще багато роботи. Нижче узагальнено деякі з ключових рекомендацій, перш ніж запропонувати дорожню карту та поетапний підхід до розвитку вітчизняної локалізації виробництва сонячних фотоелектричних установок, вітроенергетики та літій-іонних акумуляторів:

Таблиця 10 . Політичні рекомендації

Вимір	Політичний захід	Рекомендація
Промислова база	Розвиток галузевих зв'язків, взаємодоповнюваність та побічні ефекти	- Провести комплексне картування існуючих галузевих компаній, включаючи всіх постачальників та потенційних виробників супутніх товарів - Дослідити потенціал для перезапуску виробництва або перепрофілювання інших виробничих майданчиків чи активів для виробництва енергії з відновлюваних джерел. - Розробити спеціальну програму для заохочення перезапуску або перепрофілювання підприємств з інших промислових секторів для виробництва обладнання для відновлюваної енергетики.
	Внутрішня та транскордонна логістика ланцюгів поставок відновлюваної енергетики	- Провести цільовий логістичний аудит для виявлення прогалин в інфраструктурі для транспортування обладнання для відновлюваної енергетики, в тому числі визначити необхідність модернізації ключових автомобільних і залізничних шляхів, що з'єднують промислові зони з кордонами ЄС. - Збільшити максимальний обсяг державного фінансування на розвиток індустріальних парків з 150 млн грн на проект до 300-400 млн грн на проект (~ 7,3-9,7 млн дол. США)
	Розвиток індустріальних парків відновлюваної енергетики по всій Україні	Забезпечити безперервний розвиток індустріальних парків, беручи до уваги стійкість, стабільний доступ до енергії та інших комунальних послуг (включаючи генерацію на місці або поблизу), транспорт та логістику, а також відстань до потенційних місць розміщення об'єктів відновлюваної енергетики.

	Розвиток виробничої інфраструктури	Розробити механізм надання інвесторам вільного доступу до земельних ділянок або готових до використання виробничих майданчиків, обладнаних необхідною інфраструктурою, такою як енергопостачання, дорожнє сполучення та водопостачання.
Критичні корисні копалини	Комплексна стратегічна галузева стратегія	- Розробка національних стратегій видобутку корисних копалин з урахуванням ширшого, довгострокового погляду на сектор у світлі розвитку, угод та зобов'язань - Створити реалістичні шляхи для збільшення доданої вартості українських корисних копалин, оцінюючи потенційний внутрішній попит та попит в ЄС у галузях промисловості та конкурентне позиціонування порівняно з іншими переробними країнами.
	Забезпечення внутрішньої пропозиції критично важливих видів мінеральної сировини	- Якщо переробка критично важливих корисних копалин є стратегічною політикою, забезпечити наявність достатньої кількості мінеральної сировини на внутрішньому ринку, а також те, щоб інвестиційні контракти та контракти з розробниками на видобуток не обмежували це повною мірою - Забезпечити спрощений доступ інвесторів до участі в конкурсах на отримання ліцензій на розробку родовищ критично важливих корисних копалин та запровадити механізм угод про розподіл продукції (УРП) для видобутку таких корисних копалин, як літій, графіт, марганець, титан, що сприятиме залученню інвестицій міжнародних компаній у видобуток та переробку корисних копалин.
Фінанси	Державні кредитні гарантії	- Розширити схеми гарантування кредитів, що зменшить ризики для комерційних банків при фінансуванні цих підприємств. Покриваючи частину ризику неповернення кредитів, уряд може залучити приватні фінансові установи до підтримки нових проектів у сфері зелених технологій. - Збільшити максимальний обсяг фінансування інвестиційних проектів за програмою "Доступні кредити 5-7-9%" з нинішніх 150 млн. грн. на проект до 500 млн. грн. (~ 12 млн. дол. США). - Збільшити максимальний обсяг фінансування за програмою "Безповоротні гранти для переробних підприємств" з поточних 8 млн. грн. до 40 млн. грн. (~0,9 млн. дол. США).
	Фонд страхування власного капіталу для переробних підприємств з нуля	Заснувати фонд, співфінансований ЄС, ЄБРР, ЄІБ, українським урядом та державними банками, для страхування політичних та воєнних ризиків та співфінансування власного капіталу для інвестицій у виробництво обладнання для відновлюваної енергетики з нуля, щоб зменшити ризики інвестицій у виробничі підприємства на ранніх стадіях будівництва.
	Страхування на випадок війни	- Поширити субсидоване страхування воєнних ризиків на заводи з виробництва обладнання для відновлюваної енергетики, щоб забезпечити їхню безперерйну роботу та підтримати географічну диверсифікацію промислової бази України. - Вивчити можливість страхування стійкості за підтримки ЄС через перестрахування типу ISDA, що здійснюється установами ЄС.
	Проектні та екосистемні гранти	- Запровадити гранти на підготовку проектів та техніко-економічне обґрунтування для сегментів ланцюгів доданої вартості, де ще не існує вітчизняного потенціалу. - Надавати гранти на розвиток екосистеми для створення та модернізації інфраструктури тестування та сертифікації нових продуктів і компонентів.
Праця та навички	Програми перекваліфікації наявної робочої сили	Забезпечити фінансовану державою перекваліфікацію працівників, у тому числі із занепадаючих секторів (наприклад, вугільної промисловості), на виробництво та розгортання обладнання для "зелених" технологій, а також на сервісні ролі.
	Цільове навчання для жінок, ветеранів та репатріантів	Розширити субсидоване навчання "зеленим" навичкам (наприклад, збірка фотоелектричних модулів, інверторна установка, C&I та O&M) для недостатньо представлених груп (наприклад, жінок, ветеранів) із заміщенням заробітної плати та наданням допоміжних послуг.
	Дуальні навчальні програми з відновлюваної енергетики	Запровадити прикладні академічні програми, розроблені спільно з промисловістю, для ключових професій у сфері відновлюваної енергетики (наприклад, технічні спеціалісти з сонячної та вітрової енергетики, інтеграція акумуляторних батарей), щоб забезпечити випуск готових до роботи випускників, які відповідають потребам виробництва та розгортання проектів.
	Національна система сертифікації зелених навичок	Створити систему сертифікації робочих місць у зеленій енергетиці для стандартизації навчання, покращення визнання та підтримки мобільності робочої сили з метою підвищення довіри до підготовлених в Україні працівників, що відповідає трудовим стандартам ЄС.
	Підтримка розвитку людського капіталу	Надавати державні гранти для підтримки розвитку людського капіталу для виробництва зелених технологій, включаючи підготовку та навчання працівників, а також інвестиції в житлову та соціальну інфраструктуру для залучення та утримання працівників поблизу виробничих майданчиків.
Дослідження та розробки	Робоча група з досліджень у сфері відновлюваної енергетики	Створити міжвідомчий та міжгалузевий державний науково-дослідний інститут з виробництва та впровадження екологічно чистої енергії.
	Розширення Інноваційного фонду	- Надавати фінансову підтримку демонстраційним та пілотним проектам - Збільшити Інноваційний фонд за рахунок додаткового міжнародного фінансування та розширити сферу його діяльності, включивши до неї технології відновлюваної енергетики, особливо ті, що мають тісні зв'язки з іншими секторами, що розвиваються, наприклад, з оборонним сектором.
	Державно-приватне та приватно-академічне	Сприяти налагодженню зв'язків і взаємодії між різними учасниками і зацікавленими сторонами як на національному, так і на міжнародному рівнях

	партнерство	Створення стимулів для приватних компаній та університетів співпрацювати над науково-дослідницькими проектами. Схеми спільного фінансування або спільного інвестування можуть знизити ризики і підвищити якість і широту інновацій в сфері зелених технологій - наприклад, за рахунок податкових пільг, пов'язаних з обсягом дослідницьких проектів, що фінансуються приватним сектором, або відповідних грантів.
	Національні або регіональні інноваційні центри	- Створити спеціалізовані інноваційні центри або "кластери зелених технологій", які об'єднують бізнес, наукові кола та уряд для обміну знаннями та роботи над рішеннями у сфері зелених технологій. - Надавати можливості співфінансування стартапам на ранніх стадіях розвитку зелених технологій, особливо в нішевих галузях, які можуть не мати фінансових ресурсів для масштабних науково-дослідницьких проектів.
Політичні та регуляторні рамки	Стратегічний підхід до промислової політики	- Створити більш широке бачення промислової політики України, яке б визначало ключові сектори для подальшого розвитку та передбачало значні механізми підтримки. - Розробити цільову програму залучення ПП, узгоджену з промисловими та експортними пріоритетами України, шляхом визначення ключових проектів.
	Створити нову програму підтримки інвесторів	Взаємодіяти з інвесторами шляхом прямих контактів і переговорів та надавати комплексну підтримку інвесторам на кожному етапі процесу, включаючи правову, регуляторну та державну допомогу.
	Програми відшкодування капітальних інвестицій	Розширення сфери дії та спрощення доступу до Закону України № 1116 "Про державну підтримку інвестиційних проектів зі значними інвестиціями в Україні"
	Право на звільнення від сплати ПДВ на основі місцевої складової	Залежність звільнення від сплати ПДВ від досягнення мінімального порогу місцевої складової для розробників або підрядників проекту. Проекти з використанням обладнання українського виробництва (за наявності) отримують пільговий податковий режим або прискорене митне оформлення.
	Звільнення від сплати ПДВ та мита на імпорт	- Застосовувати звільнення лише до компонентів, які не виробляються/збираються в Україні. Зберегти звичайні ставки ПДВ/мита на компоненти, які вже виробляються/плануються до виробництва в Україні (наприклад, вежі та лопаті вітрових турбін, монтажні конструкції сонячних фотоелектричних установок, інвертори, акумуляторні станції). - Запровадити контрольний список обладнання для відновлюваної енергетики, який би містив перелік компонентів та обладнання, що підлягають звільненню від сплати ПДВ, виходячи з дефіциту вітчизняного виробництва, щоб гарантувати, що звільнення від сплати ПДВ є чітко адресним.
	Підтримка оборотного капіталу	Надавати підтримку оборотного капіталу та субсидії на випробування/сертифікацію для українських виробників з метою дотримання стандартів якості та зниження виробничих витрат, що зменшить фінансові та технічні бар'єри для входу на ринок для вітчизняних виробників та дозволить їм відповідати експортним стандартам і конкурувати з імпортними альтернативами.
	Участь України у програмах та фінансових інструментах промислового розвитку ЄС	Надати інвесторам, які планують розпочати 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 політична визначеність	Подальший розвиток шляхів впровадження відновлюваної енергетики та встановлення обов'язкових довгострокових зобов'язань і цільових показників закупівель відновлюваної енергії у ключових секторах для створення ринкової визначеності.
	Реформи енергетичного ринку	Продовжувати лібералізацію енергетичного ринку, включаючи перегляд структури оптового ринку з метою усунення цінових обмежень та мінімальних цін, що зменшить ринкові викривлення.
	Механізми підтримки відновлюваної та накопичувальної енергетики	- Переглянути механізми підтримки, поступово відмовляючись від застарілої схеми "зеленого" тарифу та переходячи до нових інструментів, таких як аукціони та механізм ринкових надбавок для стимулювання впровадження ВДЕ. - Привести ціноутворення на небаланси у відповідність до орієнтирів ЄС та поступово скасувати граничні ціни на електроенергію, щоб стимулювати інвестиції в арбітражні акумулятори.
	Реформа аукціонів з продажу електроенергії з ВДЕ та накопичувачів	- Опублікувати багаторічні календарі аукціонів, щоб забезпечити безпеку планування для виробників. - Розглянути можливість включення оцінки місцевої складової в аукціони з відновлюваної енергетики.
	Договори про купівлю-продаж електроенергії (PPA)	- Продовжувати роботу над розробкою корпоративних PPA, працюючи з покупцями для створення достатнього ринкового попиту. - Запровадити транскордонні PPA для експорту української зеленої електроенергії.
	Місцева складова в державних закупівлях	- Розглянути можливість встановлення мінімальних порогових значень місцевої складової для обладнання для чистої енергетики в державних тендерах. - Використовувати Prozorro або іншу цифрову платформу закупівель, що зв'язує державних замовників із сертифікованими вітчизняними виробниками.

Джерело: Розробки та висновки автора

12. Висновки

Україна демонструє різний рівень конкурентоспроможності в ланцюгах створення вартості сонячних фотоелектричних, вітрових та літій-іонних батарей, але має значний потенціал для розширення своєї ролі з огляду на амбітні цілі щодо розгортання внутрішнього ринку та експортні прагнення.

У сегменті сонячних фотоелектричних систем, 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 виробництва сонячного обладнання, повна локалізація виробничо-збутового ланцюжка сонячної енергетики в Україні залишається малоімовірною.

Однак, якщо міркування енергетичної безпеки призведуть до значної підтримки європейського сектору сонячної енергетики, Україна може мати хороші шанси інтегруватися в ці ланцюжки доданої вартості. Для цього Україна повинна сприяти цьому:

- У короткостроковій перспективі Узгодити свої дії з ширшою стратегією ЄС щодо промислового відродження та енергетичної безпеки. Оцінити виробничі потужності допоміжного обладнання та експортний потенціал. Переглянути звільнення від ввізного мита для готових модулів. Стимулювати виробництво інверторів через вимоги до локалізації в державних закупівлях та механізми повернення коштів. Вивчити можливість створення склозаводу та виробництва полікремнію, враховуючи попит у суміжних галузях та на експортних ринках. Розглянути можливість будівництва склозаводу та виробництва полікремнію з урахуванням потреб суміжних галузей та експортних ринків.
- У середньостроковій перспективі: Розширити ринки допоміжного обладнання та визначити потреби у внутрішній збірці. Переглянути політику державних закупівель на предмет місцевої складової. Переглянути економіку повного виробничого ланцюга, включаючи переробку кремнію, у світлі політики ЄС, міжгалузевих зв'язків та внутрішнього попиту. Інтегруватися в європейську екосистему досліджень і розробок та вивчити можливості для "стрибка", особливо в технологіях наступного покоління, таких як перовскіти.
- У довгостроковій перспективі: Позиціонувати Україну як стратегічного учасника ланцюжка створення вартості в сонячній енергетиці ЄС, зосередившись на ключових компонентах (інвертори, системи кріплення, загартоване скло, потенційно полікремній), послугах з тестування та сертифікації, а також на інноваціях у сфері технологій наступного покоління та технологій, що підлягають вторинній переробці, для сталої інтеграції з ринком ЄС.

Український сектор виробництва вітрових турбін виглядає більш конкурентоспроможним, особливо у виробництві башт і лопатей, де витрати вигідно відрізняються від інших країн ЄС. Маючи регіональний експортний потенціал і можливості для подальшої інтеграції в ЄС, розширення внутрішнього виробництва може відкрити значні перспективи. Хоча виробництво компонентів мотогондол і деякі потужності з кінцевого складання існують, вони залишаються обмеженими, але все ж таки вказують на основу, яку можна розширити. Україна повинна розширити цей потенціал:

- У короткостроковій перспективі Оцінити можливості відновлення існуючих виробничих майданчиків і залучити інвестиції у виробництво і збірку башт і лопатей. Скласти карту місцевого виробництва компонентів і підкомпонентів мотогондол і турбін з оцінкою експортної конкурентоспроможності. Відновити виробництво спеціальної сталі на машинобудівних заводах з електропечами, проаналізувати міжгалузеві зв'язки та посилити взаємодію з регіональними партнерами та партнерами з ЄС по всьому ланцюжку створення вартості.

- У середньостроковій перспективі Збільшити масштаби виробництва башт і лопатей та залучити нові інвестиції у виробництво турбін і мотогондол. Запровадити стимули для виробництва товстого листа на "Запоріжсталі", зміцнити екосистему постачальників за допомогою цільової підтримки та розширити доступ до торгового фінансування через експортно-кредитне агентство.
- У довгостроковій перспективі: Розвивати внутрішні науково-дослідні розробки для вдосконалення існуючих технологій та переходу до нових сфер, таких як офшорна вітроенергетика. Виходити на експортні ринки за межі ЄС, зміцнюючи роль України у глобальному ланцюжку створення вартості у вітроенергетиці.

У ланцюжку створення вартості літій-іонних акумуляторів в Україні наразі бракує потужностей для виробництва акумуляторних елементів або компонентів. Найближчий потенціал полягає у складанні з використанням імпортованих деталей для задоволення зростаючого внутрішнього попиту.

Розвиток електронної мобільності та зростаюча оборонна промисловість України можуть створити попит, який виправдовує створення вітчизняних складальних потужностей. Водночас, залучення інвестицій у видобуток і переробку критично важливих мінералів, таких як літій, марганець і графіт, може відкрити двері для подальшого просування вгору по ланцюжку створення вартості - до виробництва компонентів, таких як катоди і аноди, і, зрештою, повних акумуляторних елементів. Досягнення цієї мети вимагатиме залучення стратегічних інвесторів та спеціалізованих міжнародних партнерів. Україна має зробити це можливим:

- У короткостроковій перспективі: Провести детальне картування внутрішнього попиту на літій-іонні акумулятори (включно з енергетикою, транспортом, ІТ, оборонним та іншими секторами). Переглянути імпортовані пільги для акумуляторних станцій та підтримати відновлення складальних потужностей. Розпочати НДДКР у сфері складання кінцевої продукції та розвивати зв'язки з ІТ-сектором - насамперед для програмного забезпечення EMS - як на українському, так і на європейському ринках. Провести переоцінку наявних запасів критичних корисних копалин та економічної доцільності їх видобутку.
- У середньостроковій перспективі: Розвивати регіональну співпрацю з сусідніми країнами для зменшення витрат. Збільшити складальні потужності відповідно до динаміки попиту в енергетиці, електронній мобільності та оборонному секторі. Провести переоцінку економіки вітчизняної гірничо-збагачувальної промисловості з урахуванням масштабів видобутку та світових галузевих тенденцій.
- У довгостроковій перспективі: Вивчити можливості для входження в інші ланки ланцюжка створення вартості, зокрема, виробництво прекурсорів або елементів живлення. Продовжувати розвивати вітчизняний сектор видобутку критично важливих мінералів, систематично оцінюючи стратегічні можливості для інтеграції в європейські та світові ланцюги постачання.

Крім того, локалізація виробництва обладнання для відновлюваної енергетики та розвиток конкурентоспроможної "зеленої" промисловості в Україні потребують наступних комплексних заходів:

- Зміцнення промислового потенціалу за рахунок цільових інвестицій у модернізацію виробництва, а також комплексне картування для відновлення та перепрофілювання існуючих активів, де це доцільно.
- Розробити національну стратегію видобутку корисних копалин, яка б узгоджувала розробку критично важливих видів сировини з промисловими цілями та тенденціями внутрішнього попиту, використовуючи угоди про давальницьку сировину для забезпечення надійного постачання на внутрішньому ринку.
- Подолати проблеми фінансування за допомогою розширених кредитних гарантій, низькопроцентного фінансування, фонду зниження ризиків для інвестицій у виробництво та розширених програм підтримки, включаючи відшкодування капітальних інвестицій та податкові пільги для великомасштабних проєктів.
- Підтримка інвесторів через спрощену універсальну платформу підтримки інвесторів.

- Розвиток трудових ресурсів та навичок через національну ініціативу з перепідготовки працівників та підтримку реінтеграції репатріантів у робочу силу.
- Розширити масштаби досліджень та інновацій через національний науково-дослідний інститут, інноваційні кластери та інноваційний фонд.
- Забезпечити визначеність з боку попиту шляхом прийняття обов'язкових цілей щодо відновлюваної енергетики, публікації багаторічного календаря аукціонів з оцінкою місцевої складової, розширення корпоративних ДРП та запровадження вимог щодо місцевої складової в державних закупівлях, підкріплених подальшою лібералізацією енергетичних ринків.

Важливою передумовою для розгортання цих галузей в Україні є систематична участь у програмах промислового розвитку ЄС та фінансових інструментах, які надають гранти, дешеві кредити та гарантії від ризиків для промислових інвестицій. До них належать грантові та операційні інструменти, такі як Інноваційний фонд, InvestEU за участі Європейського інвестиційного банку (ЄІБ) та Європейського інвестиційного фонду (ЄІФ), а також банків-посередників, які надають довгострокові дешеві 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 промислової підтримки має включати укладання рамкових угод та механізмів асоційованої участі та гармонізацію правил надання державної допомоги; створення національного "вікна" для взаємодії з ЄІБ/ЄІФ та визначення банків-партнерів; формування якісного портфелю інвестиційних проєктів, що охоплює техніко-економічні обґрунтування, а також ESG-оцінку, плани локалізації та сертифікацію; запровадження змішаних варіантів фінансування, які поєднують гранти з кредитами та гарантіями, а також передбачають спеціальні схеми для МСП; розгортання мережі підтримки заявників, таких як НКП та проєктні офіси; публікація багаторічного графіка національного співфінансування та цільових аукціонів або закупівель з чіткими вимогами щодо технологічного потенціалу та частки місцевої доданої вартості.

Зважаючи на значні перспективи в різних ланках вітрової, сонячної та літій-іонної енергетики, зараз саме час усім ключовим зацікавленим сторонам зосередити свої зусилля, досвід та капітал для мобілізації українського виробництва зелених технологій на благо країни, її народу та триваючої відбудови.

13. Прикінцеві примітки

¹ МЕА. (2024). Відновлювані джерела енергії 2024. [Посилання](#)

² Лема, Р., Фу, Х., Рабеллотті, Р. (2020), Зелені вікна можливостей: розвиток країн, що запізнилися, в епоху трансформації до сталого розвитку. Промислові та корпоративні зміни. [Посилання](#)

³ Уряд України (2024). Національний план з енергетики та клімату України на 2025-2030 роки. [Посилання](#); Уряд України (2023), Енергетична стратегія 2050 (неопублікована).

⁴ РАМКОВА КОНВЕНЦІЯ ООН ПРО ЗМІНУ КЛІМАТУ. (n.d.). Національно-визначені внески (НВВ). [Link](#)

⁵ Інститут світових ресурсів (2024). Звідки беруться викиди? 4 діаграми, що пояснюють викиди парникових газів за секторами. [Link](#)

⁶ IRENA. (n.d.). IRENASTAT. [Посилання](#)

⁷ IRENA. (n.d.). IRENASTAT. [Посилання](#)

⁸ BNEF. (2025). Новий енергетичний прогноз. [Посилання](#)

⁹ МЕА. (2024). Глобальний прогноз розвитку електромобілів на 2024 рік. [Посилання](#)

¹⁰ Nijse, F. та ін. (2023). Імпульс переходу на сонячну енергію. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-41971-7>. Примітка: У дослідженні використовується інтегрована енергоекономічна модель E3mE-FTT, яка включає позитивні зворотні зв'язки від зниження витрат і поширення технологій.

¹¹ Utility Dive. (2024). Вітрова та сонячна енергетика прискорюють падіння LCOE для відновлюваної енергетики: WoodMac. [Link](#)

¹² BNEF. (2023). Ціни на літій-іонні акумулятори досягли рекордно низького рівня - \$139/кВт-год. [Посилання](#)

¹³ BNEF. (2025). Новий енергетичний прогноз. [Посилання](#)

¹⁴ Там само

¹⁵ Європейська Комісія (2022). Робочий документ співробітників Комісії. Впровадження Плану дій REPowerEU. [Посилання](#)

¹⁶ МЕА. (2025). Глобальний прогноз розвитку електромобілів до 2025 року. [Посилання](#)

¹⁷ IEA. (2024). Чиста енергія сприяє економічному зростанню. [Посилання](#)

¹⁸ МЕА. (2025). Глобальний прогноз світового ринку критично важливих мінералів до 2025 року. [Посилання](#)

¹⁹ Yale Environment 360. (2024). Як Китай став світовим лідером з відновлюваної енергетики. [Посилання](#)

²⁰ IEA. (2025). Глобальний прогноз світового ринку критично важливих мінералів до 2025 року. [Посилання](#)

-
- ²¹ Такур-Вейгольд, Б. і С. Мірудо. (2024). Сприяння стійкості та готовності в ланцюгах поставок. Документи ОЕСР з питань торговельної політики, № 286, Видавництво ОЕСР, Париж, <https://doi.org/10.1787/be692d01-en>.
- ²² Моніторинг чистих інвестицій (2024). Підрахунок дворічного впливу Закону про зниження інфляції. Режим [доступу: к](#)
- ²³ Білек, П., Штуббе, Р., Везер, Х. (2024). Сонячний план Маршалла для України: Розширення можливостей для світлого майбутнього України: вузькі місця та ключові політичні реформи, необхідні для стимулювання розгортання сонячних фотоелектричних установок. Berlin Economics, на замовлення Грінпіс Німеччина. [Посилання](#)
- ²⁴ Тахмісogлу, Ю., Білек, П. (2024). Глибоке занурення в український імпорт критично важливого енергетичного обладнання та палива після вторгнення Росії. Низьковуглецева Україна, Berlin Economics. [Посилання](#)
- ²⁵ Ember. (2024). Проєкт NECP показує, що ЄС просто не дотягує до REPowerEU. [Посилання](#)
- ²⁶ S., Schneider, L., Stephan, A. та ін. (2025). Доцільність задоволення майбутнього попиту на акумулятори за рахунок внутрішнього виробництва елементів в Європі. Nat Energy. <https://doi.org/10.1038/s41560-025-01722-y>
- ²⁷ Національна рада з відновлення. (2022). Національний план відновлення України. [Посилання](#)
- ²⁸ Національна рада з відновлення. (2022). Додаток до Національного плану відновлення. [Link](#)
- ²⁹ Організація Об'єднаних Націй з промислового розвитку. (2024). Вплив війни на промисловість України. [Посилання](#)
- ³⁰ Тірлволл, А.П. (2015). Посібник простої людини про закони зростання Калдора. In: Нариси кейнсіанської та калдорівської економіки. Серія "Палгрейвські дослідження з історії економічної думки". Palgrave Macmillan, Лондон. https://doi.org/10.1057/9781137409485_15
- ³¹ Існує важливий емпіричний зв'язок між промисловим розвитком і довгостроковим зростанням. Цей зв'язок сягає корінням в економічну теорію, яку висунув Ніколас Калдор у 1960-х роках. Його емпіричні спостереження, пізніше відомі як закони зростання Калдора, підкреслюють центральну роль промисловості у стимулюванні економічного зростання завдяки тенденції до зростання віддачі від масштабу виробництва. Зі збільшенням обсягів виробництва підвищується продуктивність праці, що ще більше посилює динаміку зростання. See: https://link.springer.com/chapter/10.1057/9781137409485_15
- ³² Емпіричну підтримку цій теорії надає мета-дослідження, проведене Організацією Об'єднаних Націй з промислового розвитку, яке показує, що дві третини епізодів зростання за останні 50 років були зумовлені саме переробною промисловістю. Ці епізоди були не лише частішими, але й більш стійкими, відзначалися більшою тривалістю та більшим зростанням доходів порівняно зі зростанням, зумовленим іншими секторами. Крім того, було доведено, що перерозподіл ресурсів на користь переробної промисловості зменшує волатильність зростання і сприяє переходу до вищих рівнів доходів. Джерело: Лавопа, А., Річчіо, Ф. (2024). Аналітична записка ІІД 15: Зростання на чолі з промисловістю: стимулювання та підтримка економіки. ЮНІДО. [Посилання](#)
- ³³ Liepins. (2024). Ресурси України. Критична сировина. Центр передового досвіду НАТО з енергетичної безпеки. [Посилання](#)
- ³⁴ Ляховська. (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 в Україні зафіксовано рекордний імпорт та мінімальний експорт електроенергії за останнє десятиліття. [Посилання](#)
- ³⁶ Ідальго, К. А. та Хаусманн, Р. (2014). Атлас економічної складності: Картографування шляхів до процвітання (2-е вид.). MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9647.001.0001>
- ³⁷ Лабораторія зростання Гарвардського університету. (2025). Прогнози зростання та рейтинги складності. Harvard Dataverse. <https://doi.org/10.7910/DVN/XTAQMC>.
- ³⁸ Гарвардська лабораторія зростання. (n.d.). Україна: Профіль країни. Атлас економічної складності. Отримано 14 травня 2025 р. за [посиланням](#)
- ³⁹ Наприклад: <https://ukraine.gymachines.com/en/company>
- ⁴⁰ Світовий банк, Уряд України, Європейський Союз та Організація Об'єднаних Націй. (2025). Четверта швидка оцінка збитків та потреб України (RDNA4), лютий 2022 - грудень 2024. [Посилання](#)
- ⁴¹ GMK Center. (2025). Перевалка вантажів в українських портах у 2024 році зросла одразу на 57%. [Посилання](#)
- ⁴² Укрстат. (2022). Зовнішня торгівля України за 2021 рік. [Посилання](#)
- ⁴³ Адміністрація морських портів України (АМПУ). (2023). АМПУ - 2022. Підсумки року. Отримано 08 серпень 2025, з [Link](#)
- ⁴⁴ GMK Center. (2025). Перевалка вантажів в українських портах у 2024 році зросла одразу на 57%. [Посилання](#)
- ⁴⁵ The Kyiv Independent. (2023). Чи працює новий український Чорноморський коридор? Експерти кажуть, що він має потенціал. Отримано 08 серпня 2025 року. [Посилання](#)
- ⁴⁶ GMK Center. (2025). Перевалка вантажів в українських портах у 2024 році зросла одразу на 57%. [Посилання](#)
- ⁴⁷ Український судноплавний журнал. (2025). АМПУ оголосила пріоритети розвитку портів на 2025 рік. Отримано 14 травня 2025 р. з [посилання](#)
- ⁴⁸ Світовий банк, Уряд України, Європейський Союз та Організація Об'єднаних Націй. (2025). Четверта швидка оцінка збитків та потреб України (RDNA4), лютий 2022 - грудень 2024. [Посилання](#)
- ⁴⁹ Український кластерний альянс (н.д.) Члени Альянсу. [Посилання](#)
- ⁵⁰ Ucluster (н.д.). Кращі українські ІТ-кластери. [Link k](#)
- ⁵¹ Глобальна програма еко-індустріальних парків. (n.d.). Індустріальний парк "Дружні віротехнології". [Посилання](#)
- ⁵² Світовий банк, Уряд України, Європейський Союз та Організація Об'єднаних Націй. (2025). Четверта швидка оцінка збитків та потреб України (RDNA4), лютий 2022 - грудень 2024. [Посилання](#)
- ⁵³ DiXi Group. (2025). У 2024 році в Україні зафіксовано рекордний імпорт та мінімальний експорт електроенергії за останнє десятиліття. [Посилання](#)
- ⁵⁴ УНН. (2024). Уряд схвалив стратегію розвитку розподіленої генерації до 2035 року. [Link](#)
- ⁵⁵ GMK Center. (2025). В Україні одна з найвищих цін на електроенергію в Європі. [Link](#)

-
- ⁵⁶ Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України та Державна служба геології та надр України. (n.d.). Україна: Інвестиційні можливості в гірничодобувній галузі. [Посилання](#)
- ⁵⁷ Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України та Державна служба геології та надр України. (n.d.). Україна: Інвестиційні можливості в гірничодобувній галузі. [Посилання](#)
- ⁵⁸ там само
- ⁵⁹ Федеральне міністерство фінансів Австрії та Міжнародний організаційний комітет Всесвітніх гірничих конгресів. (2025). Світові дані про гірничодобувну промисловість 2025. [Посилання](#)
- ⁶⁰ Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України та Державна служба геології та надр України. (n.d.). Україна: Інвестиційні можливості в гірничодобувній галузі. [Посилання](#)
- ⁶¹ Керівництво групи BGV. (n.d.). BGV Graphite. [Посилання](#)
- ⁶² BBC (2025). Які корисні копалини має Україна і для чого вони використовуються? [Посилання](#)
- ⁶³ Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України та Державна служба геології та надр України. (n.d.). Україна: Інвестиційні можливості в гірничодобувній галузі. [Посилання](#)
- ⁶⁴ Засядько, М. (2023). Onur Group йде під землю: Турецька компанія інвестує \$50 млн у розробку найбільшого родовища графіту в Україні. Скільки вона може заробити? [Посилання](#)
- ⁶⁵ У квітні 2024 року ЄС ухвалив законодавство щодо забезпечення ланцюгів постачання стратегічних матеріалів, таких як літій, кобальт, титан і рідкоземельні елементи. Регламент встановлює цілі на 2030 рік: щонайменше 10% річного споживання ЄС має видобуватися, 40% перероблятися і 15% перероблятися в межах ЄС. У цих рамках стратегічні проекти виграють від прискорення отримання дозволів (24 місяці для видобутку, 12 місяців для переробки) та покращення доступу до фінансування.
- ⁶⁶ Reuters. (2025). Україна підписала угоду про видобуток корисних копалин зі США. [Посилання](#)
- ⁶⁷ Європейський центральний банк (2025). Економічний бюлетень Випуск 5, 2025. [Посилання](#)
- ⁶⁸ Національний банк України (2025). Огляд банківського сектору за травень 2025 року. [Лінк](#)
- ⁶⁹ Серед найбільших 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" і як він допоможе залучити інвестиції у відновлення України? [Лінк](#)
- ⁷¹ Банки включають: ПриватБанк, Ощадбанк, Укрексімбанк, Укргазбанк, Агропросперіс Банк, Кредобанк, ПроКредит Банк, Банк Львів, ОТП Банк, Райффайзен Банк, Сітібанк, ОТП Лізинг, Укрсиббанк, Креді Агріколь та Піреус Банк.
- ⁷² Уряд України (2025). Європейська Комісія оголошує другий раунд конкурсу з метою залучення європейського бізнесу до фінансування та реалізації проектів в Україні. [Посилання](#)
- ⁷³ ЄБРР (2025). Перші українські компанії скористалися новою програмою страхування військових ризиків за підтримки ЄБРР. [Посилання](#)
- ⁷⁴ UkraineInvest. (n.d.). В Україні створено багаторівневу систему страхування інвестицій від воєнних ризиків. [Лінк](#)
- ⁷⁵ МІЖНАРОДНИЙ ВАЛЮТНИЙ ФОНД. (2025). Ukraine Country Profile. [Лінк](#). Примітка: Точні цифри залишаються недоступними і залежатимуть від післявоєнного перепису населення, останній офіційний перепис був проведений у 2001 році.

-
- ⁷⁶ Факти. (2025). Скільки людей живе в Україні і скільки залишиться після війни: дані демографів. [Link](#)
- ⁷⁷ Державна служба статистики України.
- ⁷⁸ НІСД (2024). Оцінка промислової конкурентоспроможності економіки та технологічного потенціалу в промисловості України. [Посилання](#)
- ⁷⁹ Везер, Г., Полушкін, Г., Кірхнер, Р., Науменко, Д., Білек, П. (2025). Подолання дефіциту зелених робочих місць для сталого відновлення України. Німецька економічна група. [Посилання](#)
- ⁸⁰ Національний банк України (2025). Бізнес погіршив очікування щодо своїх економічних показників на сезон. Грудневе опитування щодо ділових очікувань. [Посилання](#)
- ⁸¹ Work.ua (n.d.) Статистика заробітних плат в Україні. [Посилання](#)
- ⁸² Дзеркало тижня Україна. (2025). Михайло Вінницький: "У вищій освіті відбуваються інтенсивні трансформації". [Посилання](#)
- ⁸³ Державна служба статистики України (2024). Державна служба статистики України. [Посилання](#)
- ⁸⁴ CSIS (2025). Майбутнє України покладається на її людей. [Посилання](#)
- ⁸⁵ IAB-Forum. (2022). Професійно-технічна освіта в Україні - огляд. [Посилання](#)
- ⁸⁶ Джерело: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/file/text/119/f536694n45.docx>
- ⁸⁷ Дивіться: <https://entc.com.ua/uk/2584-pozytsii-ukrainy-v-global-innovation-index-2024-analiz-i-tendentsii>
- ⁸⁸ Національний офіс інтелектуальної власності та інновацій України. Глобальний інноваційний індекс 2024. [Посилання](#)
- ⁸⁹ Європейська комісія. (2023). Солідарність з Україною: Програма "Цифрова Європа" відкриває Україні доступ до конкурсів на фінансування. [Посилання](#)
- ⁹⁰ The Recursive. (2025). 5 причин інвестувати в стартап-екосистему України у 2025 році. [Link](#)
- ⁹¹ Delano. (2024). Стартап-екосистема в Україні на підйомі. [Посилання](#)
- ⁹² The Recursive. (2025). 5 причин інвестувати в стартап-екосистему України у 2025 році. [Посилання](#)
- ⁹³ [Доступно за посиланням: https://unit.city/en/ecosystem/](https://unit.city/en/ecosystem/)
- ⁹⁴ EU4Business. (n.d.). Корисні ресурси. [Посилання](#)
- ⁹⁵ Delano. (2024). Стартап-екосистема в Україні на підйомі. [Посилання](#)
- ⁹⁶ Інтерфакс Україна (2025). Уряд виділив 2,4 млрд грн на національний кешбек, 200 млн грн на українське промислове обладнання - Шмигаль. [Link](#)
- ⁹⁷ Мілаковський, Б., Власюк, В. (2024). Промислова політика для виживання України: розворот 30 років деіндустріалізації. Фонд ім. Фрідріха Еберта. [Посилання](#)
- ⁹⁸ Ukraine.ua. (n.d.). Торгівля з Україною. [Посилання](#)
- ⁹⁹ Світова організація торгівлі (не вказано). e-GPA Gateway Ukraine. [Посилання](#)
- ¹⁰⁰ Європейська комісія. (n.d.). Торгівля та економічна безпека. [Посилання](#)

-
- ¹⁰¹ Європейська комісія. (n.d.). Поглиблена та всеохоплююча зона вільної торгівлі між Україною та ЄС. [Посилання](#)
- ¹⁰² Європейська Комісія. (n.d.). Торгівля та економічна безпека. [Посилання](#)
- ¹⁰³ Міністерство економіки. (n.d.). Офіс з просування експорту. [Посилання](#)
- ¹⁰⁴ Урядовий портал України. (2025). Зроблено в Україні: ЕКА підтримало понад 3 млрд грн українського експорту у першому кварталі 2025 року. [Посилання](#)
- ¹⁰⁵ Ліга. (2025). Forbes Україна: План експорту зброї отримав "загальне схвалення" від президента. [Посилання](#)
- ¹⁰⁶ NREL. (n.d.). Основи сонячних фотоелектричних елементів, [посилання](#)
- ¹⁰⁷ IEA. (2022). Глобальні ланцюги постачання сонячних фотоелектричних елементів. Париж. [Посилання](#)
- ¹⁰⁸ Там само.
- ¹⁰⁹ Інститут сонячних енергетичних систем ім. Фраунгофера, ISE. (2024). Звіт про фотовольтаїку. [Посилання](#)
- ¹¹⁰ Інтерв'ю з розробником сонячних фотоелектричних систем, представленим в Україні, лютий 2025 р.
- ¹¹¹ MEA. (2022). Глобальні ланцюги поставок сонячних фотоелектричних систем. Париж. [Посилання](#)
- ¹¹² Там само.
- ¹¹³ White & Case. (2023). Міністерство торгівлі США визначило, що імпорт з Південно-Східної Азії обходить накази ADD/CVD на сонячні елементи та модулі з Китаю. [Link](#)
- ¹¹⁴ MEA. (2022). Глобальні ланцюги поставок сонячних фотоелектричних модулів. Париж. [Посилання](#)
- ¹¹⁵ MEA. (2022). Забезпечення ланцюгів постачання технологій чистої енергії. [Посилання](#)
- ¹¹⁶ Національна асоціація добувної промисловості України (НАДУ) (2023). Український Кремній. Минуле, Реалії, Перспективи. [Link](#)
- ¹¹⁷ Дані Національної лабораторії відновлюваної енергетики ("NREL") / ТОВ "Альянс за сталу енергетику" ("АЛЪЯНС") / Міністерство енергетики США ("DOE"). DOE/NREL/ALLIANCE.
- ¹¹⁸ Інтерв'ю з європейськими асоціаціями сонячної та вітрової енергетики, січень і лютий 2025 р.
- ¹¹⁹ Європейська економічна комісія ООН. (2023). Відновлення України зі стійкою, вуглецево-нейтральною енергетичною системою. [Посилання](#)
- ¹²⁰ Інтерв'ю з великою європейською асоціацією сонячної енергетики, січень 2025 року.
- ¹²¹ KPMG. (2024). Дослідження вартості капіталу KPMG. [Link](#)
- ¹²² Інтерв'ю з європейською асоціацією сонячної енергетики, січень 2025 року.
- ¹²³ Інтерв'ю з європейською асоціацією сонячної енергетики, вітроенергетичною асоціацією та українською галузевою асоціацією, січень і лютий 2025 року.
- ¹²⁴ Інтерв'ю з європейським інвестором у "зелені" технології, лютий 2025 року.

-
- ¹²⁵ Інтерв'ю з європейською сонячною фотоелектричною асоціацією, січень 2025 року.
- ¹²⁶ Інтерв'ю з німецькою вітроенергетичною асоціацією, січень 2025 р.
- ¹²⁷ Інтерв'ю з європейською сонячною фотоелектричною асоціацією, січень 2025 року.
- ¹²⁸ Інтерв'ю з європейською сонячною фотоелектричною асоціацією, січень 2025 року.
- ¹²⁹ Інтерв'ю з німецькою галузевою асоціацією, лютий 2025 року.
- ¹³⁰ Інтерв'ю з українським розробником сонячних електростанцій, лютий 2025 р.
- ¹³¹ PV Magazine. (2025). Румунія фінансує завод з виробництва сонячних панелей потужністю 1,5 ГВт. Посилання
- ¹³² TaiyangNews. (2025). Roltec будує завод з виробництва сонячних панелей CIGS потужністю 50 МВт у Польщі. [Посилання](#)
- ¹³³ White & Case. (2023). Міністерство торгівлі США визначає, що імпорт з Південно-Східної Азії обходить накази ADD/CVD на сонячні елементи та модулі з Китаю. [Link](#)
- ¹³⁴ PV Magazine. (2025). Україна додасть понад 800 МВт сонячної енергії у 2024 році. Посилання
- ¹³⁵ Ханна, Р., Хептонсталл, П. та Гросс, Р. Створення робочих місць при низьковуглецевому переході 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). Фотоелектричне виробництво в Європі: розуміння ланцюжка створення вартості для успішної промислової політики. Посилання
- ¹³⁷ Там само
- ¹³⁸ Інтерв'ю з європейською сонячною фотоелектричною асоціацією, січень і лютий 2025 року.
- ¹³⁹ Тимчасове призупинення ввізних мит діятиме до кінця воєнного стану або до 1 січня 2026 року. Наприкінці року буде проведено огляд, після якого призупинення може бути скасовано.
- ¹⁴⁰ Фонд декарбонізації України (2024). [Посилання](#)
- ¹⁴¹ Інтерв'ю з українською компанією з відновлюваної енергетики, лютий і травень 2025 року.
- ¹⁴² Міністерство енергетики США. (n.d.). Вітрове виробництво та ланцюжок поставок. [Посилання](#)
- ¹⁴³ GWEC. (2024). Глобальний вітроенергетичний звіт 2024. [Посилання](#)
- ¹⁴⁴ BNEF. (2025). Китайські виробники лідирують за кількістю встановлених вітрових турбін у світі, показує звіт BloombergNEF. [Посилання](#)
- ¹⁴⁵ MEA. (n.d.) Вітер. [Посилання](#)
- ¹⁴⁶ там само
- ¹⁴⁷ Інтерв'ю з міжнародним виробником вітроенергетики, лютий 2025 року.
- ¹⁴⁸ Інтерв'ю з міжнародним виробником вітроенергетики, лютий 2025 року.
- ¹⁴⁹ Інтерв'ю з міжнародним виробником вітроенергетики, лютий 2025 року.
- ¹⁵⁰ Інтерв'ю з міжнародним виробником вітроенергетики, лютий 2025 року.

-
- ¹⁵¹ Інтерв'ю з міжнародним виробником вітроенергетики, лютий 2025 р.; Інтерв'ю з Німецькою механічною асоціацією, лютий 2025 р.
- ¹⁵² Інтерв'ю з двома міжнародними виробниками вітроенергетики, лютий 2025 року.
- ¹⁵³ Інтерв'ю з міжнародним консультантом з питань енергетики та клімату, лютий 2025 року.
- ¹⁵⁴ Інтерв'ю з міжнародним розробником енергетичних проєктів в Україні, лютий 2025 року.
- ¹⁵⁵ Інтерв'ю з міжнародним виробником вітроенергетики, лютий 2025 року.
- ¹⁵⁶ Інтерв'ю з європейським інвестором у "зелені" технології, лютий 2025 року.
- ¹⁵⁷ Інтерв'ю з міжнародним виробником вітроенергетики, лютий 2025 р.; Інтерв'ю з міжнародним девелопером енергетичного проєкту в Україні, лютий 2025 р.
- ¹⁵⁸ Інтерв'ю з міжнародним виробником вітроенергетики, лютий 2025 року.
- ¹⁵⁹ Інтерв'ю з німецькою галузевою асоціацією, лютий 2025 року.
- ¹⁶⁰ IRENA. (2013). Данія. [Посилання](#)
- ¹⁶¹ IRENA (2013). 30 років політики у сфері вітроенергетики: уроки 12 вітроенергетичних ринків. [Посилання](#)
- ¹⁶² Торговий представник США. (2009). Звіт Конгресу 2009 року про дотримання Китаєм вимог СОТ. [Посилання](#)
- ¹⁶³ MEA. (2025). Повідомлення про скасування вимоги щодо місцевої складової при закупівлі обладнання для вітроенергетичних проєктів. [Посилання](#)
- ¹⁶⁴ IRENA (2013). 30 років вітроенергетичної політики: уроки 12 вітроенергетичних ринків. [Посилання](#)
- ¹⁶⁵ Інтерв'ю з міжнародним розробником енергетичних проєктів в Україні, лютий 2025 року.
- ¹⁶⁶ Ханна, Р., Хептонсталл, П. та Гросс, Р. Створення робочих місць при низьковуглецевому переході 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 прогноз розвитку електромобілів до 2024 року. [Посилання](#)
- ¹⁶⁸ EE Power (2024). За межами Li-Ion: 5 головних технологічних досягнень у галузі акумуляторних батарей у 2024 році. [Посилання](#)
- ¹⁶⁹ Вважається, що цей поріг забезпечує конкурентоспроможність за вартістю зі звичайними транспортними засобами.
- ¹⁷⁰ BNEF. (2024). Ціни на літій-іонні акумулятори зазнали найбільшого падіння з 2017 року, впавши до \$115 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). Світ потребує більше батарей - але не так багато. [Посилання](#)
- ¹⁷⁴ Для порівняння, Китай, країна номер один у світі за потужністю виробництва акумуляторних батарей, має 893 ГВт-год або 77% від світового обсягу. Див. за [посиланням: https://evboosters.com/ev-charging-news/poland-and-hungary-emerging-in-global-battery-supply-chain/](https://evboosters.com/ev-charging-news/poland-and-hungary-emerging-in-global-battery-supply-chain/)

-
- ¹⁷⁵ GMK Center. (2024). Єдиний в Україні графітовий завод призупиняє роботу. [Посилання](#)
- ¹⁷⁶ [Режим доступу: https://journal.n-bri.org/index.php/jbrev/article/view/34](https://journal.n-bri.org/index.php/jbrev/article/view/34)
- ¹⁷⁷ Northvolt. (н.д.). Вирівнюємось разом. [Посилання](#)
- ¹⁷⁸ Новини юриспруденції. (2024). Китай планує посилити регулювання галузі літєвих батарей. [Лінк](#)
- ¹⁷⁹ Див. пункт 56 підрозділу 4 розділу XX Податкового кодексу)
- ¹⁸⁰ Lebdioui, A., Bilek, P. (2021). Форвардні зв'язки зменшують чи погіршують залежність у видобувному секторі, Інститут управління природними ресурсами. [Посилання](#)
- ¹⁸¹ Азійський банк розвитку, Bloomberg Philanthropies, ClimateWorks Foundation, Стала енергетика для всіх. (2023). Виробництво відновлюваної енергії - можливості для Південно-Східної Азії. [Link](#)
- ¹⁸² IEA. (2024). Глобальний прогноз розвитку електромобілів до 2024 року. [Посилання](#)
- ¹⁸³ Державний департамент США. (2023). Заяви про інвестиційний клімат за 2023 рік: Чехія. [Посилання](#)
- ¹⁸⁴ Де Медейрос, К. А., та Требат, Н. М. (2017). Перетворення природних ресурсів на промислову перевагу: Випадок рідкоземельної промисловості Китаю. Бразильський журнал політичної економії 37(3), 504-526. <http://www.rep.org.br/PDF/148-3.pdf>
- ¹⁸⁵ Стала енергетика для всіх. (2023). Виробництво відновлюваної енергії в Африці - можливості та прогрес. [Link](#)
- ¹⁸⁶ Азійський банк розвитку, Bloomberg Philanthropies, ClimateWorks Foundation, Стала енергетика для всіх. (2023). Виробництво відновлюваної енергії - можливості для Південно-Східної Азії. [Посилання](#)
- ¹⁸⁷ Міністерство економіки України (2024). Переваги для бізнесу від підписання Угоди АСАА ("промисловий безвіз"). Презентація, 26 березня 2024 року. [Посилання](#)
- ¹⁸⁸ Державне підприємство "Гарантований покупець" (2024). Аукціони з розподілу квот підтримки. Презентація, Київ, 12 вересня 2024 року. [Посилання](#)