SUMMARY
ДОСЛІДЖЕННЯ

«Поширення кращих бізнес-практик у сфері декарбонізації для реалізації зеленого курсу»

goLOCAL GREEN

UDP Renewables

МІЖНАРОДНИЙ ФОНД ВІДРОДЖЕННЯ

ПРЯМУЄМО РАЗОМ

ЗМІСТ

1. Список скорочень ... 02
2. Executive Summary ... 03
3. Декарбонізація. Визначення. ... 05
    3.1. Європейський контекст ... 06
    3.2. Тренди та технології у сфері декарбонізації ... 07
    3.3. Світові історії успіху ... 11
4. Український контекст декарбонізації ... 15
    4.1. Драйвери та бар'єри ... 15
    4.2. Вплив війни та наслідки ... 18
    4.3. Успішні кейси ... 20
5. Look Forward: що буде далі? ... 21
    5.1. Енергетика ... 21
    5.2. Металургія ... 23
    5.3. Агросектор ... 25
    5.4. Логістика та транспорт ... 26
    5.5. Будівництво ... 28
ДОДАТОК 1. ДЖЕРЕЛА З ОБМІНУ ДОСВІДОМ ... 30
ДОДАТОК 2. ПРОГРАМИ РОЗВИТКУ ТА ДЕРЖАВНІ ПРОГРАМИ ... 30

ГБЗ - гарячобрикетоване залізо
ГЕС - гідроелектростанція
ГЗК - гірничо-збагачувальний комбінат
ГРС - газорозподільна система
ГТС - газотранспортна система
ЄЗК - Європейський зелений курс
ЄК - Єврокомісія
ЄС - Європейський Союз
НВВ-2 - проєкт Національно визначеного внеску-2
НДДКР - науково-дослідні та досліно-конструкторські роботи
НКРЕКП - Національна комісія, що здійснює держрегулювання у сферах енергетики та комунальних послуг
НОВ2 - проєкт Другого національно визначеного внеску України до Паризької угоди
ОВКП - опалення, вентиляція та кондиціювання повітря
ПГ - парникові гази
СЕС - сонячні електростанції
СОТ - Світова організація торгівлі
США - Сполучені Штати Америки
ТЕС - теплоелектростанція
ШІ - штучний інтелект
AEM - anion exchange membrane
BCG - Boston Consulting Group
BECCS - bioenergy with carbon capture and storage
BF/BOF - the blast furnace-basic oxygen furnace
C2C - Cradle-to-Cradle
CBAM - Carbon Border Adjustment Mechanism
CCS - carbon capture and storage
CCUS - carbon capture, utilisation and storage
CEAP - Circular Economy Action Plan
COP26 - назва щорічної конференції Організації Об'єднаних Націй щодо зміни клімату. Абревіатура COP означає «Конференція сторін», тоді як число вказує на кількість років, протягом яких їх проводять з першої наради в Берліні 1995 року.
CSLS - center for sustainable logistics and supply chains
DAC - direct air capture
DRI - direct reduced iron
EAF - electric arc furnace route
ESG - environmental, social and governance
EU ETS - European Union Emission Trading Scheme
EXPRO - Exploration&Production Consulting
FMCG - Fast Moving Consumer Goods
ICCT - The International Council on Clean Transportation
IF - Innovation Fund
IKI - The International Climate Initiative
IPCEI - Important Projects of Common European Interest
IVECO - Industrial Vehicles Corporation
KLU - Kühne Logistics University
LDES - long duration energy storage
LULUCF - Land Use, Land-Use Change and Forestry
MaaS - Mobility as a Service
NZE - The Net Zero Emissions
P2g - Power-to-gas
P2G2P - Power-to-Hydrogen-to-Power PCI - Peripheral component interconnect
SAF - Sustainable aviation fuel
SMR - Steam-methane reforming
SOEC - Solid oxide electrolyzer cell
T&L - Transform, clipping, and lighting
TEN-T - Trans-European Transport Network
TSR - Total Shareholder Return
URC - Ukraine Recovery Conference
WorldGBC - World Green Building Council

2. EXECUTIVE SUMMARY

Існує міцний глобальний тренд на боротьбу зі зміною клімату. У його межах є концепція зміни клімату через зростання температури та викидів CO2. Зважаючи на це, народилася ідеологія зменшення викидів CO2 у всьому світі – декарбонізація - і кожен має здійснити власний внесок на рівні країн, галузей, підприємств, корпоративних стратегій. З погляду економіки йдеться про її зелену трансформацію, або про великий зелений енергетичний перехід. Для будь-якого бізнесу це довгострокове впровадження нових технологій. Шлях до ситуації, в якій зелена енергія буде першоджерелом.

Будь-яка держава, у випадку ігнорування заходів з протидії зміні клімату (несвоєчасного виконання взятих на себе зобов'язань), потенційно ризикує опинитись у зовнішньоекономічній ізоляції. За таких умов, перед урядом України стоїть завдання з адаптації вітчизняної кліматичної політики відповідно до глобальних трендів. Вже зараз, при постачанні будь-якої продукції до Європи, бізнес має подавати інформацію про те, наскільки вона зелена за рівнем викидів під час її виробництва.

Зараз це елемент протекціонізму на різних ринках. Частина конкурентного середовища, що звичайно не є вирішальною, проте є дуже важливим фактором конкурентної боротьби.

Застосування новітніх технологій тягне за собою цілу низку трансформацій в економіці. Змінюються ланцюжки створення вартості, створюються нові галузі, нові ринки, попит на одні товари зникає, на інші – різко зростає. Тобто підвищення «екологічності» призводить до структурної зміни економіки.

На думку експертів та представників бізнесу драйверами декарбонізації (перебудови економіки) в нашій державі мають стати структурні зміни саме в енергетичній галузі. Запропоновано обрати водневу енергетику, ядерний сектор та відновлювані джерела енергії, як базис для досягнення вуглецевої нейтральності. В Україні відбудеться приплив капіталу у відновлювану енергетику коштом вуглецевої. Відновлювана енергетика стає економічно доцільною.

Ключові напрями для декарбонізації: зелена енергетика у будь-якій її формі, наприклад, біогаз, біометан; енергоефективність та енергозбереження; інноваційне сільське господарство; технологічні переходи зокрема цифровізація, а також зменшення використання нафтопродуктів у всіх секторах транспортної галузі.

В умовах і вимогах до українських проєктів (виробництво, винахідництво) відсутні «зелені» пункти та декарбонізація. Тому насамперед слід працювати над розробленням документів, які регулюватимуть ступінь проєктування продуктів, починаючи від використання матеріалів, з подальшою утилізацією та переробленням, таким чином відстежуючи повний цикл та контролюючи карбоновий слід.

На думку експертів та представників бізнесу головні проблеми імплементації всіх цих процесів в Україні:

- Недовіра інвесторів до українського нормативного поля;
- Непідготовленість центральних органів виконавчої влади до розроблення документації нормативно-правового поля;
- Слабка та корумпована судова влада;
- Відсутність стабільного законодавства;
- Недостатня взаємодія вищих органів керівної влади з бізнесом;
- Нестача технологій;
- Відсутність критеріїв та вимог до проєктування з урахуванням "зелених" пунктів та декарбонізації;

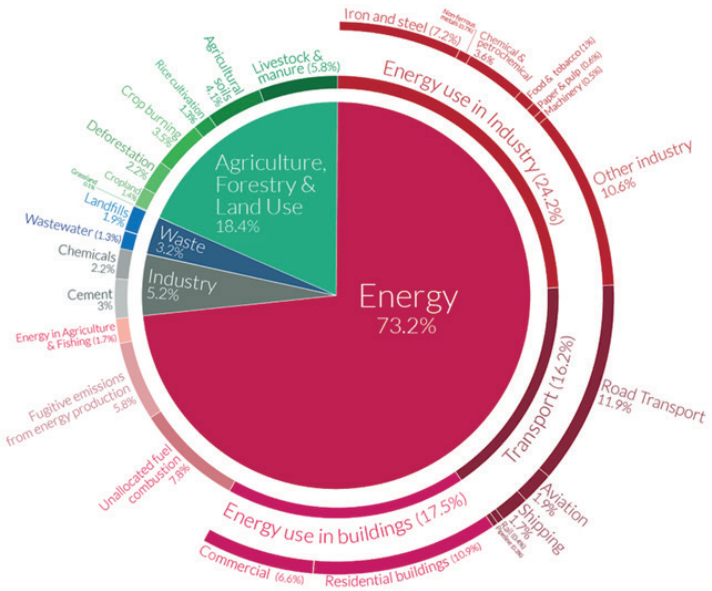
Декарбонізація створює низку викликів та ризиків для економіки України. Та якщо підійти комплексно й розумно, без популізму, декарбонізація разом з використанням досвіду ЄС може стати драйвером структурної перебудови економіки. Це може бути відповіддю на питання як позбутися спадщини застарілих технологій та статусу сировинного придатка.

Водночас декарбонізація – глобальний процес та глобальні перегони. Хто першим опанує новий ринок, той зможе надалі отримати перевагу та лідерські позиції. Тож якщо країни, що розвиваються, прагнуть зберегти своє місце в глобальних ланцюжках створення вартості, вийти на нові ринки, то реалізація «зеленої» промислової політики – не опція, не міжнародні зобов'язання, не модна течія, а необхідність.

3. Декарбонізація. Визначення.

3.1. Європейський контекст

Пом'якшення наслідків зміни клімату або Декарбонізація складається з дій з обмеження масштабів чи темпів глобального потепління і пов'язаних з цим наслідків. Зазвичай, це пов'язано зі скороченням антропогенних викидів парникових газів.



Дана діаграма демонструє розподіл глобальних викидів парникових газів 2016 року. Це остання розбивка глобальних викидів за секторами, опублікована Climate Watch та World Resources Institute.

Загальна картина полягає в тому, що майже три чверті викидів походять від використання енергії; майже п'ята частина - від сільського господарства та землекористування (частка зростає до однієї чверті, якщо розглядати продовольчу систему загалом – включно з переробленням, пакуванням, транспортуванням та роздрібною торгівлею); а решта 8% - промисловість та відходи.

Нові технології є важливою частиною світового набору інструментів на шляху до декарбонізації. Проте не всі вони є оптимальними з позиції витрат. Дослідження McKinsey «Як Європейський Союз може досягти нульових викидів за нульових витрат» свідчить про те, що кліматичні технології, що вже є зрілими, можуть, за умов широкого розгортання, забезпечити приблизно 60 відсотків скорочення викидів, необхідних для стабілізації клімату до 2050 року.

Питання декарбонізації складне й нагальне для всіх країн світу. Політика промислової декарбонізації була розпочата в ЄС ще 2000 року, коли вперше було представлено проєкт системи торгівлі викидами EU ETS.

Поштовхом до сталого розвитку європейської економіки стала Енергетична стратегія Європи (2007), яка затвердила три стовпи її розвитку: сталий розвиток, забезпеченість постачанням ресурсів та конкурентність. Цілі, що були прописані даною стратегією для досягнення у 2020 році, здобули своє відображення у законодавстві ЄС через директиви RED I, ETS Directive, Carbon Capture and Storage Directive та Effort Sharing Directive. Нові цілі до 2030 року були встановлені Європейською Комісією у межах 2030 Energy and Climate Framework (2014). З основних - це було подвоєння мети 2020 року щодо зменшення викидів парникових газів на 40% відносно рівня 1990 року. Загалом, декарбонізація як частина стратегії ЄС була затверджена в стратегії Енергетичного союзу, що була прийнята 25 лютого 2015 року. Також у 2015 році були затверджені оновлені цілі до 2030 року в межах Clean Energy Package (2015).

У грудні 2019 року Європейська Комісія вперше представила концепцію EU Green Deal, що охоплює набагато ширше коло сфер, які підпадають під її дію. Результатом такої концепції було ухвалення European Climate Law (2020), який встановив довготривалі цілі на 2050 рік та закріпив концепцію EU Green Deal на законодавчому

рівні як обов'язкову для всього ЄС. Цей закон було прийнято в липні 2021 року. Країни ЄС також домовилися скоротити викиди парникових газів на території Альянсу на 55% до 2030 року, відносно рівня 1990 року, та досягти чистого нуля до 2050 року в межах European Green Deal. Закон також включає заходи для відстеження прогресу та коригування дій відповідно до наявних систем, таких як процес управління національними енергетичними та кліматичними планами держав-членів, регулярні звіти Європейського агентства з навколишнього середовища та останні наукові дані щодо клімату, зміни та їхні наслідки. Прогрес буде переглядатися кожні 5 років відповідно до глобального аналізу в межах Паризької угоди.

Щоб запобігти змінам клімату в Європейській комісії (ЄК) розробили пакет пропозицій Fit for 55 [1], який було прийнято у липні 2021 року. Мета даної програми – боротьба зі змінами клімату та перетворення Європи на перший у світі кліматично нейтральний континент. В документі Єврокомісії зазначено, що пакет Fit for 55 включає майже півтора десятка законодавчих пропозицій та політичних ініціатив. Зокрема, пропозиції стосуються вдосконалення нормативних актів щодо торгівлі викидами, енергоефективності, відновлюваної енергетики, землекористування та лісової стратегії, податку на енергію, нових стандартів щодо викидів CO2, альтернативного палива для наземного транспорту та авіації.

Також, як частина зусиль Fit for 55, буде прийнято **Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)** - механізм прикордонного вуглецевого коригування, який є кліматичним заходом. Він має запобігти ризику витоку вуглецю та підтримувати амбіції ЄС щодо пом'якшення впливу клімату, водночас забезпечуючи сумісність з СОТ (Світова організація торгівлі). [2]

Система CBAM працюватиме наступним чином: імпортери ЄС будуть купувати вуглецеві сертифікати, що відповідають ціні на вуглець, яка була б сплачена, якби товари були виготовлені відповідно до правил ЄС щодо ціноутворення вуглецю. І навпаки, щойно виробник, що не є членом ЄС, сплачує податок за вуглець, який викидається під час виробництва імпортованих товарів у третій країні, ця вартість повністю враховується під час імпорту такого товару в ЄС. CBAM допоможе зменшити ризик витоку вуглецю, заохочуючи виробників у країнах, що не входять до ЄС, до екологізації своїх виробничих процесів. CBAM, на першому етапі впровадження, буде застосовуватися до імпорту таких товарів: цемент, залізо, сталь, алюміній, добрива, електрика.

Досягнення декарбонізації потребує інвестування приблизно 28 трлн євро в чисті технології протягом наступних 30 років. Це включає 23 трлн євро (у середньому 800 млрд євро на рік) коштів, які б інакше інвестували в наявні вуглецевоємні технології і 5,4 трлн євро (у середньому 180 млрд євро на рік) додаткових капітальних витрат:

- близько половини загального капіталу буде направлено на транспорт (11,8 трлн євро);
- 30% - на будівельне забезпечення (8,4 трлн євро);
- 9% - на енергетику (2,5 трлн євро);
- 3% - на сільське господарство (935 млрд євро);
- 1% - на промисловість (350 млрд євро).

Близько 14% (3,4 трлн євро) від загального обсягу інвестицій фінансуватиме інфраструктуру, яка покращує передачу та розподіл енергії. З додаткових 5,4 трлн євро капіталу, 1,5 трлн євро (29% від загальної суми) буде інвестовано у будівельний сектор; 1,8 трлн євро (33%) - в енергетику; 410 млрд євро (8%) - у промисловість; 76 мільярдів євро (1%) - у сільське господарство, і 32 млрд євро (1%) - на транспорт. Міжгалу-

зева інфраструктура поглинає додаткові 28% інвестицій, більшість з яких буде використана для оновлення електромережі (1,4 трлн євро). Решта 500 млрд євро буде використано для інвестування в трубопроводи.

Також ЄК у січні 2020 року опублікувала своє бачення фінансування EU Green Deal - European Green Deal Investment Plan, який також називають Sustainable Europe Investment Plan. В ньому закладено близько 1 трлн євро в період між 2020 та 2030 роками для досягнення кліматичних та енергетичних цілей 2030 року. Значна його частина виділятиметься з загальноєвропейського бюджету.

ЦИРКУЛЯРНА ЕКОНОМІКА В ЄС. Ключовим пріоритетом ЄС є забезпечення у регіоні продажу безпечної для навколишнього середовища та здоров'я людей продукції. Виробники, які експортують до Європейського Союзу, мусять забезпечити відповідність своєї продукції цим вимогам, щоб вийти на ринок. Нові законодавчі ініціативи, опубліковані Європейською комісією, регулярно надаються для громадських консультацій на вебсайті ЄС «Ласкаво просимо висловитися» ("Welcome to Have your say"). Наприклад, існує план дій з кругової економіки (CEAP), який бере концепцію циркулярної економіки як відправну точку, щоб запропонувати загальні зрушення у товарній політиці Європейського Союзу. Фундаментальна ідея полягає в тому, що сировину, продукти та послуги можна й потрібно використовувати кілька разів – не лише для початкового призначення, а й для інших цілей шляхом повторного використання та перероблювання. Передбачено подальші законодавчі ініціативи щодо продуктів, які мають значний вплив на викиди в ЄС, зокрема щодо електроніки, інформаційних та комунікаційних технологій, акумуляторів, транспортних засобів, пакування, пластмас, текстилю, будівництва та будівель, харчових відходів та поживних речовин. Такі ініціативи необхідні для досягнення цілей скорочення відходів для всього Європейського Союзу і для сировини, щоб запобігти експорту відходів до країн за межами ЄС.

3.2. ТРЕНДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ У СФЕРІ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ

Викиди вуглецю в атмосферу продовжують зростати, тому компанії та уряди беруть на себе нові зобов'язання для досягнення амбітних цілей щодо нульового викиду шкідливих речовин, щоб задовольнити потреби споживачів, інвесторів та громадян, які хочуть досягти прогресу у боротьбі зі зміною клімату. Ці глобальні зусилля створюють вибух можливостей у різних технологіях.

Біопаливо. Біопаливо, таке як звалищний газ і біометан, є відновлюваною енергією з нульовим викидом вуглецю. Але вартість таких технологій висока, а їхня пропозиція обмежена. Тож у більшості випадків вони можуть служити лише частиною рішення.

Водень. Хоча водень є одним з найпоширеніших елементів на землі, у чистому вигляді він рідко зустрічається. Вилучення водню з його сполук вимагає великих витрат енергії. Хоча ці джерела енергії можуть бути різноманітними, найпопулярнішим методом виробництва водню є інтенсивне використання вуглекислого газу. Більша частина світового виробництва водню складається з **«сірого водню», отриманого за допомогою парової конверсії метану (SMR),** який утворює водень та вуглекислий газ. На противагу цьому, термін **«блакитний водень»** зарезервовано для виробництва водню, яке передбачає **уловлювання та використання вуглецю або зберігання викидного вуглекислого газу.** До того ж, **енергоємний електроліз води** є ще одним процесом виробництва водню та єдиним вуглецево-нейтральним

методом (за умови використання відновлюваних джерел енергії). Цей продукт відомий як **«зелений водень»**. Також популярним може стати так званий рожевий водень – це джерело енергії, яке отримують з ядерної енергії.

Power-to-Hydrogen-to-Power (P2H2P). Технологія P2H2P передбачає використання надлишку електроенергії для виробництва водню, який можна зберігати в газовій мережі, а потім знову перетворювати на енергію. «Чистий газ», створений завдяки технології P2H2P, забезпечує надзвичайно тривале зберігання — тижні чи навіть місяці. Технологія потребує вдосконалення. Десять мегават-годин виробленої енергії на початку утворюють близько трьох мегават-годин корисної енергії до того моменту, коли вона знову перетворюється на електроенергію для споживання.

Виробництво аміаку. Це одне з найбільш перспективних короткострокових застосувань низьковуглецевого водню. Зелений аміак, вироблений з використанням зеленого водню, має бути першим різновидом, який відповідатиме вартості звичайного виробництва аміаку. Водень також відносно легко інтегрувати у виробництво аміаку, тому потрібна менша допоміжна інфраструктура. А аміак можна використовувати як паливо або як засіб для транспортування водню. [3]

Уловлювання, використання та зберігання вуглецю (Carbon Capture, Utilisation and Storage - CCUS). CCUS означає вловлювання викидів парникових газів, які утворюються внаслідок спалювання викопного палива, а далі або використання CO2 для інших процесів, таких як підвищення видобутку нафти, або його зберігання в безпечному місці, наприклад, у глибоких скельних утвореннях. Доведено, що CCUS є дієвим методом, проте дуже дорогим. Зменшення його вартості вимагатиме пошуку та впровадження технологічних удосконалень і досягнення ефективності масштабу.

Пряме повітряне захоплення (Direct Air Capture - DAC). DAC відокремлює CO2 від повітря. Це ще одна технологія боротьби з викидами, яка може бути використана для усунення решти кількох відсоткових пунктів вуглецевмісної енергії. Технологія була продемонстрована, але потрібна величезна кількість енергії, щоб уловити, відокремити й надалі ізолювати CO2. Маючи на меті здешевлення застосування даної технології, кілька компаній інвестують у DAC для досягнення витрат на уловлювання від 100 до 150 доларів США за тонну CO2 до 2030 року, що на 60–80% менше, ніж у сьогоднішніх пілотних проєктах.

Біоенергетика з уловлюванням та зберіганням вуглецю (Bioenergy with carbon capture and storage - BECCS). Термін експлуатації багатьох електростанцій, що працюють на викопному паливі, ще не закінчився. Відключення заводів до закінчення терміну їхньої експлуатації обтяжить комунальні підприємства проблемними активами. Проте цінність цих активів можна зберегти, перевівши їх на використання біомаси, відновлюваного палива. BECCS — технологія, що пом'якшує вплив викидів парникових газів на клімат. Її використання дає негативний викид вуглецю в атмосферу, завдяки комбінуванню використання біомаси з геологічним уловлюванням та зберіганням вуглецю. Уловлювання вуглецю при використанні біоенергетичних джерел дозволяє ефективно видаляти CO2 з атмосфери. Біоенергію отримують з біомаси, що водночас є поновлюваним джерелом енергії та слугує поглиначем вуглецю в процесі свого зростання. Найважливішим питанням у використанні BECCS є доступність і вартість вхідного палива з біомаси.

Біовугілля. Біовугілля – це стабільний вуглеподібний матеріал, отриманий шляхом перероблення відходів біомаси, таких як пожнивні залишки, шляхом піролізу або газифікації. Додавання біовугілля в ґрунт може покращити здоров'я ґрунту та продуктивність сільського господарства, відкриваючи двері для використання у великомасштабному сільському господарстві. Така практика може до 2050 року вловлювати майже 2 гігатонни CO2 на рік. Рівень застосування залежатиме від результатів комерційних експериментів у наступному десятилітті. [4]

Бетон, збагачений CO2. Бетон складається з двох основних компонентів: цементу, що є «клеєм», який скріплює бетон; і заповнювача, це пісок або щебінь, що становлять більшу частину маси бетону. Обидва мають великий вуглецевий слід, але компанії працюють над рішеннями, які вловлювали б CO2 у бетоні. Технології додавання CO2 як інгредієнт у цемент можуть скоротити викиди до 70% і зробити цемент міцнішим. Нові процеси можуть поєднувати уловлений CO2 з промисловими відходами, такими як летюча зола, сталеливарний шлак і регенерований цемент, для створення штучних каменів для використання замість природного заповнювача.

Плавучі офшорні вітряки. Технологія стане новою «змінною» зі значним потенціалом потужності в регіонах з хорошими вітровими ресурсами у Європі, Азіатсько-Тихоокеанському регіоні та Сполучених Штатах. Однак темпи глобального будівництва будуть залежати від рівня дозвільної діяльності та від того, наскільки швидко буде побудовано достатній спеціалізований ланцюг постачання. [5]

Clean Sky. Програма, що спрямована на розроблення чистіших технологій повітряного транспорту для якнайшвидшого розгортання. Це означає інтеграцію, демонстрацію та перевірку технологій, здатних знизити викиди CO2, NOx та шуму на 20-30% порівняно з «сучасними» літаками, що надходять в експлуатацію з 2014 року. Метою Clean Sky 2 також є розвиток сильної та конкурентоспроможної на глобальному рівні авіаційної галузі та ланцюжка постачання в Європі. [6]

Довгострокове зберігання енергії для відновлюваної мережі (long-duration energy storage – LDES) [7]. Своєчасний розвиток довгострокового ринку накопичення енергії за підтримки уряду дозволить енергетичній системі функціонувати безперебійно з великою часткою електроенергії, що надходить з відновлюваних джерел, і таким чином зробить значний внесок у декарбонізацію економіки. LDES охоплює групу звичайних і нових технологій, включно з механічними, термічними, електрохімічними та хімічними накопичувачами. Вони можуть бути конкурентоспроможними для зберігання енергії протягом тривалих періодів часу та економічно розширеними для підтримки постачання електроенергії протягом днів або навіть тижнів.

КОНЦЕПЦІЯ «НА СТИКУ МЕРЕЖ» - GRID EDGE [8]. Ринок електроенергії швидко змінюється. Технологічний прогрес, зміна споживчих уподобань і нова політика призводять до стрімкого впровадження сонячних панелей, накопичувачів енергії, мікромереж, електромобілів та інших технологій. Ці розподілені енергетичні ресурси змушують комунальні служби та регулятори переглянути принципи роботи мережі. Відповідно, для вирішення цих змін з'являються нові моделі управління енергією споживачів, мережевої інфраструктури та ринку електроенергії загалом. Серед них - концепція «на стику мереж» (Grid Edge), що включає: технології, рішення та бізнес-моделі, що сприяють переходу до децентралізованої, розподіленої та трансактивної електричної мережі.

Збільшення частки використання Electric Arc Furnace (EAF) завдяки брухту. Цей процес максимізує перероблення шляхом плавлення більшої кількості брухту в електродуговій печі (EAF). Виробництво з EAF більш екологічне та гнучке до злетів і падінь попиту. Однак перехід до виробництва сталі на основі EAF вимагає в майбутньому постачання електроенергії з відновлюваних джерел, а також достатнього запасу високоякісного сталевого брухту. Якщо високоякісний брухт недоступний, брухт нижчої якості можна змішати з DRI (технології прямого відновлення заліза), щоб забезпечити високу якість входу EAF. Збільшення частки виробництва сталі на основі EAF відіграватиме ключову роль у декарбонізації сталеливарної промисловості.

Сільськогосподарське устаткування з нульовим рівнем викидів. Найбільшого скорочення викидів на фермах можна досягти шляхом переходу від традиційного устаткування і машин, які працюють на викопному паливі, таких як трактори, комбайни і сушарки, до їхніх аналогів з нульовим рівнем викидів. Економічний потенціал значний: розгортання устаткування з нульовим рівнем викидів може забезпечити економію коштів у розмірі 229 доларів США на тонну еквіваленту двоокису вуглецю. Проте, впровадження сільськогосподарського устаткування й техніки з нульовим рівнем викидів набагато відстає від електромобілів; більшість різновидів все ще перебуває на стадії перевірки концепції або прототипу. Скорочення витрат і допоміжне фінансування прискорить впровадження.

М'ясні альтернативи. За оцінками, від однієї чверті до однієї третини глобальних викидів метану припадає на травні процеси великої рогатої худоби, овець та інших жуйних тварин. Скорочення викидів метану в сільському господарстві має зазнати значних змін. Ці викиди буде важко скоротити, якщо споживачі не вирішать змінити свій раціон. Але частину м'яса та молочних продуктів можна було б з користю для здоров'я та з мінімальними витратами замінити білком з таких культур, як бобові та зернобобові. Для цього може знадобитися більше землі й інші методи посадки, що також може скоротити знеліснення, пов'язане з розчищенням земель під пасовища. Лабораторні технології також вказують на замінники м'яса. Деякі з них базуються на рослинах: Beyond Meat і Impossible Foods є двома провідними назвами в цій галузі. Культивоване м'ясо, вирощене у біореакторах з клітин тварин, також розвивається. Дослідження McKinsey припускає, що до 2030 року це може стати глобальною індустрією з обігом у 25 мільярдів доларів. [9]

Інгібітори метану. Компанії розробляють кормові добавки та замінники, які пригнічують вироблення метану шляхом зміни процесів травлення тварин. Випробування показали, що вони можуть знизити виробництво метану на 30-50 відсотків. Пропіонатні прекурсори — клас вільних кислот або солей, таких як акрилат натрію або фумарат натрію — пригнічують викиди метану великою рогатою худобою, не впливаючи на ріст тварин. Один з них увійшов до процесу схвалення ЄС.

Анаеробна обробка гною. Гній великої рогатої худоби та свиней може виділяти значну кількість метану. Перероблення гною в анаеробних біореакторах може скоротити викиди, а також генерувати біогаз – поновлювану форму природного газу, яку можна використати на фермах, продавати в мережу або використати для виробництва «золотого водню». Такі варильні котли тепер використовуються, хоча й не широко, для боротьби з запахом і патогенами.[10]

Біоінженерія підвищує продуктивність сільського господарства й уловлювання вуглецю і тим самим знижує викиди в

даному секторі. Перспективні технології включають редагування генів рослин для підвищення стійкості до хвороб та управління мікробіомом ґрунту.

Розумні добрива. Традиційно потрібно багато викопного палива, щоб перетворити азот з повітря на добрива. До того ж, фермерам складно чітко внести потрібну кількість добрив у потрібне місце і в потрібний час, щоб сільськогосподарські культури могли їми ефективно живитися. Розумні біодобрива використовують мікроорганізми, що виведені або створені для того, щоб жити в гармонії з сільськогосподарськими культурами й виловлювати поживні речовини з навколишнього середовища, забезпечуючи їх культурами без відходів.

Вертикальне землеробство. Хоча нічого не можна порівняти зі свіжими фруктами та овочами, сумна реальність така, що більшість свіжих продуктів, які вживають в їжу в Канаді, на півночі США та в Північній Європі, надходить з промислових ферм на південному заході США або у південній півкулі. Вуглецевий слід такого ланцюга на великі відстані значний, а якість продукції не завжди найкраща. Вертикальні ферми нового покоління мають змінити цю ситуацію внаслідок використання енергоощадних світлодіодних світильників для цілорічного вирощування сільськогосподарських культур поряд з місцем споживання. Такі сільськогосподарські підприємства з контрольованим середовищем використовують менше води та робочої сили, ніж звичайні ферми, і виробляють велику кількість свіжих фруктів та овочів на невеликих земельних ділянках. [11]

Ефективні будівельні системи. На будівлі припадає близько 7% глобальних викидів CO2. Скорочення цих викидів потребує підвищення енергоефективності будівель за допомогою таких технологій, як світлодіодне освітлення, високоефективне ОВКП та управління енергоспоживанням. Та однієї ефективності недостатньо. Будівлі, як і транспортні засоби, мають бути електричними. Використання теплових помп для обігріву будівель замість традиційних котлів і печей може скоротити глобальні викиди CO2 на 3 гігатонни на рік, за умови реалізації у всьому світі. Сучасні моделі у 2,2-4,5 рази ефективніші за газові печі, а останні досягнення, такі як багатоступеневі компресори або компресори зі змінною швидкістю, дозволяють тепловим помпам працювати в холодних умовах, які колись викликали проблеми. До того ж, енергореактивні вікна і вікна зі вбудованими сонячними батареями можуть дозволити будівлям генерувати усю необхідну їм енергію.

3.3. СВІТОВІ ІСТОРІЇ УСПІХУ

Фермерська справа: організації, що включають в себе всі етапи ланцюжка створення вартості харчових продуктів, об'єдналися в межах нової амбітної ініціативи щодо декарбонізації європейської продовольчої системи, одночасно максимізуючи інші переваги, такі як здоров'я ґрунту та ініціативність фермерів. Мова йде про ініціативу щодо створення Європейської коаліції вуглецевого фермерства для переходу до нетто-нульових, природно-позитивних продовольчих систем.

Сільське господарство в Європі сьогодні відповідає за 10% викидів парникових газів (ПГ), і перетворення цього сектора може стати значним внеском у реалізацію європейського плану досягнення нульового рівня викидів. Проєкт «Carbon+Farming Journey» буде заснований на підході, орієнтованому на фермерів, а його партнери зосередяться на розширенні застосування регенеративних та кліматично розумних методів ведення сільського господарства, виявленні перешкод на шля-

ху до їхнього впровадження, розробці рішень з економічними, практичними та екологічними перевагами для фермерів. Також буде здійснюватися робота з розробки фінансових інструментів для розширення можливостей фермерів в управлінні ризиками перехідного періоду та розробка рекомендацій з набором стимулів для фермерів.

Ґрунти світу є другим за величиною поглиначем вуглецю, поступаючись лише океанам. Існують переконливі наукові докази того, що технології на фермах у поєднанні з широким впровадженням регенеративних та кліматично розумних методів ведення сільського господарства – таких як нульова обробка ґрунту, покривні культури та раціональне використання поживних речовин і гною – можуть знизити викиди парникових газів шляхом попередження, одночасно покращуючи значний вплив сільського господарства на природу. Щоб здійснити цей перехід у широкому масштабі, сільськогосподарські та відповідні продовольчі системи мають розробити набір визнаних, науково обґрунтованих, технічно значущих практик та рішень для досягнення кліматично нейтральних цілей європейського «зеленого курсу». [12]

Європейський Союз постійно виділяє кошти у різноманітні галузі бізнесу для стимулювання переходу до декарбонізації. Наприклад, нещодавно інвестовано понад 1,1 млрд. євро в сім масштабних інноваційних проєктів у межах Innovation Fund (IF). Гранти підтримують проєкти, спрямовані на виведення на ринок проривних технологій в енергомістких галузях промисловості, водню, уловлювання, використання та зберігання вуглецю, а також відновлюваної енергії. Проєкти розташовані в Бельгії, Італії, Фінляндії, Франції, Нідерландах, Норвегії, Іспанії та Швеції.

Відібрані проєкти охоплюють широкий спектр відповідних секторів для декарбонізації різних частин європейської промисловості та енергетичних секторів, таких як хімічна промисловість, сталь, цемент, нафтопереробні заводи, а також електроенергетика та тепло.

Good Club — це доставка FMCG у Великій Британії в багаторазовому зворотному пакуванні. Всього в такому пакуванні представлено понад 70 найменувань. Коли надходить замовлення, покупець перекладає продукцію з брендованої тари у власні контейнери, а наступного дня надсилає тару назад. Після цього Good Club миє та наповнює тару продуктами - і весь цикл повторюється. Всі товари індивідуально упаковані в пластикові банки без бісфенолу А, доставлені в пластиковій сумці, яка щільно закрита багаторазовими стяжками. Порожню тару покупець може залишити на порозі або здати в Hermes ParcelShops. Доставка та збір здійснюється кур'єром пішки, на велосипеді або електротранспортом. Все екологічно та безпечно. Good Club стверджує, що в них найбільший у світі асортимент екологічно чистих продуктів без відходів.

OddBox — дослівно з англійської «дивна коробка». Суть сервісу: користувач оформляє на сайті підписку на доставку і раз на тиждень отримує коробку з сезонними овочами високої якості. Розмір коробки можна обрати в залежності від розміру родини, а також можна визначити індивідуальний вміст (тільки овочі, фрукти або мікс). У березні 2020 року Oddbox залучив приблизно 3,2 мільйона євро з фондів Northern Venture Capital Trust (VCT) з планами розширення по всій країні. Компанія планує впроваджувати нові технології гейміфікації — панель моніторингу «персонального впливу», яка показує клієнтам кількість харчових відходів, викиди вуглекислого газу та економію води. [13]

Agricool - французький стартап, який зай-

мається вирощуванням полуниці в переобладнаних транспортних контейнерах. Такі контейнери можна розташувати у великих містах: вони займають мало місця і за рік у них можна виростити стільки ж ягід, скільки на полі площею у 120 разів більше. Водночас, на відміну від заміської плантації, контейнер можна використовувати протягом року. Успіх Agricool — один з проявів тренду на розробку нових сільськогосподарських технологій. Відхід від традиційного вирощування овочів пропагують багато експертів, найвідоміший з яких Білл Гейтс.

Енергомісткі галузі: проєкт у Швеції має на меті повністю виключити можливість викидів парникових газів від виробництва сталі за допомогою використання відновлювального водню в Ґелліваре та Окселозунді. Інший проєкт у Фінляндії продемонструє два способи виробництва чистого водню на нафтопереробному заводі в Порвоо за допомогою відновлюваної енергії та шляхом уловлювання CO2 та постійного зберігання його в Північному морі. У Франції проєкт буде вловлювати викиди на цементному заводі та частково зберігати CO2 геологічно в Північному морі, а частково інтегрувати його в бетон.

Щоб зменшити викиди під час виробництва водню та хімічних речовин, проєкт у Бельгії розробить повний ланцюг уловлювання, транспортування та зберігання вуглецю в порту Антверпена.

Рішення для електролізу від компанії Sunfire з Дрездена допомагають енергоємним галузям промисловості та підприємствам, які піклуються про клімат, декарбонізувати цілі ланцюжки створення вартості: від логістики до матеріальних ресурсів і постачання енергії. Електролізери **Sunfire,** засновані на технологіях лужних і твердих оксидів (SOEC), є оптимальним рішенням електролізу для всіх застосувань водню та синтез-газу.

Enapter - ще один стартап, що просуває зелений H2 вниз по кривій витрат. Вони зробили ставку на більш компактний електроліз з аніонообмінною мембраною (AEM), який може використовувати дощову або водопровідну воду і масштабуватися.

Відновлювані джерела енергії: проєкт в Італії розробить пілотну лінію промислового масштабу для виробництва інноваційних та високоефективних фотоелектричних елементів у Катанії. Інший проєкт в Іспанії передбачає перетворення твердих побутових відходів, що не підлягають переробці в Ель-Мореллі, на метанол - ключову хімічну речовину та низьковуглецеве паливо. Ще один проєкт у Швеції створить повномасштабну установку для уловлювання та зберігання вуглецю з біоенергії на наявній комбінованій тепловій електростанції в Стокгольмі. [14]

Інновації у транспортних засобах: компанія Sono Motors розробила електромобіль з прямим живленням від сонячної енергії: 248 сонячних елементів, вбудованих до кузову автомобіля, дозволяють йому автономно їздити на короткі відстані (близько 35 км на день). Sono Motors не лише провела одну з найуспішніших краудфандингових кампаній в історії з бюджетом понад 50 млн євро, але й довела визнання користувачів. Відтоді Hyundai та Toyota почали розробляти аналогічні автомобілі.

Яскравим прикладом є **Maersk eco delivery,** що що було запущено у 2019 році і дотепер є одним з варіантів для вуглецево-нейтральних викидів при перевезеннях на світовому контейнерному ринку. Як паливо для такої послуги використовується відпрацьована олія, яка була використана в процесі приготування їжі.

Airbus працює з ВПС (військово-повітряні сили) Німеччини над наданням Люфтваф-

фе технічного дозволу на початок національних льотних випробувань A400M з завантаженням до 50% стійкого авіаційного палива (SAF) у найближчому майбутньому. SAF – це перевірене альтернативне паливо, яке може скоротити викиди CO2 протягом життєвого циклу на 85 відсотків порівняно зі звичайним паливом. Таким чином, Німеччина, у якої загалом замовлено 53 одиниці літаків, стає першою країною-замовником, що почала поступовий перехід на SAF для свого наявного парку A400M. Крім підтримки діяльності національних замовників, Airbus розпочала реалізацію довгострокової дорожньої карти, спрямованої на досягнення 100-відсоткової готовності SAF та сертифікації A400M.

4. Український контекст декарбонізації

Беручи до уваги політичну ситуацію в країні, обумовлену агресією з боку Російської Федерації, Україна почала приділяти велику увагу продовженню роботи щодо інтеграції у внутрішній ринок ЄС та секторальної інтеграції в ЄС, що розпочалася у межах «Угоди про асоціацію». Наразі триває робота над впровадженням «безвізів», передусім митного, промислового, транспортного та над подальшою інтеграцією в енергетичний, цифровий, роумінговий, платіжний простори Європейського Союзу.

Надання Україні статусу кандидата на вступ в ЄС закріпить історичний вибір нашої країни як європейської держави в політичному, економічному та ціннісному сенсах. Для держави в такому випадку відкривається новий етап реформ і модернізацій.

У висновку Єврокомісії визначаються пріоритетні реформи, які є важливими для початку переговорів про вступ до ЄС. Зокрема, в частині енергетики відзначено важливі кроки України до утворення конкурентних енергетичних ринків – анбандлінг та сертифікацію операторів магістральних мереж, структурну трансформацію ринків газу та електроенергії.

Декарбонізація, як один з елементів інтеграції та основних вимог до країн-членів ЄС, посідатиме вагоме місце для України у відносинах з Європейським Союзом. Декарбонізація для України - це поштовх до оновлення галузі, це можливість залучити фінансування та створити нові робочі місця, це зниження залежності від викопної та імпортованої сировини та перехід на локальні відновлювані джерела енергії.

Під час експертної дискусії «Зелена енергетика для відновлення післявоєнної України» міністр енергетики Герман Галущенко заявив, що в повоєнному відновленні України зелена трансформація має бути в центрі уваги.

«Наша мета – побудувати 7,1 ГВт нових потужностей відновлюваних джерел енергії, переходячи на ринкові моделі стимулювання зеленої енергетики, зокрема, зелені аукціони. Ми також плануємо на першому етапі встановити 750 МВт акумуляційних потужностей, що підвищить стабільність енергетичної системи», – зазначив він, додавши, що вагомий внесок в зелену трансформацію може зробити ***розвиток водневої енергетики****.*

«Отримавши статус кандидата на вступ до Європейського Союзу, ми маємо думати про досягнення цілей Європейської зеленої угоди одночасно з іншими державами ЄС», – підкреслив міністр.

Справді, кандидатство на членство в ЄС стимулюватиме розвиток зеленої енергетики в Україні. [15]

4.1. ДРАЙВЕРИ ТА БАР'ЄРИ

Приєднання до Європейського «зеленого переходу» надасть Україні вагомих переваг. По-перше, це індивідуальний підхід до умов декарбонізації економіки. По-друге, це дозволить уникнути бар'єрів під час експорту товарів до ЄС, що є актуальним у межах дискусії про запровадження спеціального фіскального інструменту (CBAM), який перешкоджатиме експорту вуглецевої продукції. По-третє, очікується, що це відкриє джерела фінансування.
Майже всі респонденти-експерти впевнені, що за умов нижченаведеної підтримки держави, активні ініціативні бізнесмени почнуть діяти в напрямку «зеленого переходу»:

- впровадження більш справедливих пільг та податків, що стимулюють ресурсозаощадження на використання обмежених природних ресурсів;
- запровадження більш жорстких екологічних стандартів та технічних регламентів використання матеріальних (енергетичних) ресурсів на виробництві та у побуті;
- впровадження документів, які регулюватимуть ступінь проєктування продуктів, починаючи від використання матеріалів, з подальшою утилізацією та переробкою, таким чином відстежуючи повний цикл цих продуктів та контролюючи карбоновий слід;
- розвиток фінансових механізмів, що стимулюють екоінновації та розробки, комерціалізацію та поширення використання екологічних технологій;
- фінансова, нормативна та інформаційна підтримка створення розумної міської, енергетичної, транспортної, комунікаційної, соціальної інфраструктури;
- заохочення добровільного приєднання бізнесу до стандартів корпоративної соціальної відповідальності, винагороди переможцям конкурсів якості тощо.

Програма «Горизонт Європа». Наразі на частку енергетичного сектору припадає понад 40% викидів CO2 в Україні — а тому він є найперспективнішим з міркувань декарбонізації і потребує значних інвестицій. В енергетичному секторі як України, так і ЄС завданням номер один наразі є безпека постачання енергоносіїв. Саме тому ЄС планує інвестувати у декарбонізацію щороку близько 1,8% свого ВВП.
Частково цей інвестиційний потік впроваджено на основі програми «Горизонт Європа» (семирічна програма Європейського Союзу з загальним бюджетом близько 100 мільярдів євро. Її основною метою є співпраця між європейськими країнами та країнами-партнерами з метою подолання нових викликів, спричинених проблемою зміни клімату, початком четвертої промислової революції та подоланням наслідків пандемії гострої респіраторної хвороби COVID-19.) в 2021-2027 роках. Очікуваний бюджет досліджень та інновацій (RnD) може скласти понад 30 млрд євро. Перелік тематик дуже широкий і пов'язаний з докорінною трансформацією економіки, транспорту, енергетики, будівництва, сільського господарства та багато іншого. Інновації потребуватимуть не тільки прикладні фізичні сфери, але й сфери економічної теорії, менеджменту, соціальної трансформації, психології тощо.

ЩО ЗАВАЖАЄ УКРАЇНСЬКОМУ БІЗНЕСУ?

Дані висновки були сформульовані на основі інтерв'ю з представниками бізнесу та з експертами з декарбонізації. На їхню думку головними перешкодами швидкої імплементації декарбонізації в український бізнес є:

1. Недовіра інвесторів до українського нормативного поля;
2. Непідготовленість центральних органів виконавчої влади до розробки документації нормативно-правового поля;
3. Слабка та корумпована судова влада;
4. Взаємодія вищих органів керівної влади з бізнесом сьогодні дуже потужна, проте недостатня;
5. Нестача професійних кадрів;
6. Нестача технологій;
7. Відсутність критеріїв та вимог до проєктування з урахуванням декарбонізації;

<u>Зараз завдання бізнесу – зберегти бізнес, зберегти колектив та шукати можливості.</u> На думку респондентів-представників бізнесу після війни Україну відновлюватимуть так, щоб повернути все на перший щабель базових потреб: забезпечити стабільність подачі енергоресурсів, відбудувати базову інфраструктуру, забезпечити переселенців житлом, встановити безпечні канали логістики тощо. Також, частина респондентів вважає, що наразі глобаль-

не впровадження екологічних трендів у більшості галузей бізнесу не є пріоритетним, бо гроші підуть на відновлення, а не на переорієнтацію процесів (технологій).

Український бізнес адаптивний, готовий до змін та впровадження інновацій. Головний стимул - це економічна вигода у короткостроковій перспективі. Проте впровадження тих чи інших інновацій завжди потребує часу для окупності, що в нестійких політичних (економічних) умовах виступає бар'єром для більшості підприємців.

До списку проблем також можна додати консервативні звички, стереотипи та інерція у поведінці споживачів та виробників. Небажання до змін зумовлене нерозумінням трендів, поганою обізнаністю стосовно логіки процесів, недовірою до експертів (більшість з них є представниками держави).

Додамо ще екологічно шкідливі субсидії на видобуток копалин, занижені ціни на енергоресурси та побутові послуги, недооблік використання природного капіталу в системі національних рахунків та фінансової звітності компаній, конкуренція впровадженню чистіших технологій з боку дешевих традиційних технологій, нерозвиненість ринків для зелених товарів, суперечливість інструментів державної екологічної та економічної політики.

Фінансування. Якщо на дослідження гроші виділяють, то на технології майже ні. Зараз колір будь-яких інвестицій – зелений. Наявність «зеленого компонента» в інвестиційному проєкті обов'язково враховується інвесторами. На думку експертів український бізнес це розуміє дуже поверхнево.

Цитата з інтерв'ю: "Україна не може конкурувати з ЄС – у них зовсім інші умови щодо кредитування та бізнесу, набагато простіше реорганізовуватись. У нас ці технології стануть золотими».

В умовах і вимогах до українських проєктів (виробництво, винахідництво) також відсутні критерії для декарбонізації. Тому насамперед слід працювати над розробкою документів, що регулюватимуть ступінь проєктування продуктів, починаючи від використання матеріалів, з подальшою утилізацією та переробкою, таким чином відстежуючи повний цикл та контролюючи карбоновий слід.

На думку респондентів-представників бізнесу, українська влада приймає всі довгострокові зобов'язання, розуміючи, що не їй їх виконувати. Зі сторони бізнесу зміни у законодавстві будуть сприйматися негативно, бо виконання зобов'язань залежатиме лише від однієї сторони, без належного регулювання та впровадження з боку держави. Комерційний сектор орієнтується на свої ринки споживання, на вартість сировини та вартість енергії, а також на вимоги своїх партнерів і постачальників, та на глобальні тренди. Для них держава – це фіскальний тиск.

Український бізнес не дуже розуміє, як можна залучати грантові, фондові гроші та як з ними працювати. Питання полягає також у тому, щоб переорієнтувати розуміння, якими фінансовими інструментами можна будувати ті чи інші зміни, і хто може бути бенефіціаром. У сприйнятті українського бізнесу ними можуть бути самі підприємці чи інвестори. А у сприйнятті європейського бізнесу бенефіціарами можуть бути поселення, громада, держава.

Також в інтерв'ю з представниками бізнесу згадується «любов» до освоєння європейських грошей, як один з головних бар'єрів застосування будь-яких екотрендів в Україні.

Звичайному бізнесу не завжди вдається долучитися до них через корупційну скла-

дову. В цьому випадку може допомогти цифровізація, наприклад, робота Дії. Цифрова держава суттєво зменшує корупцію.

Проблеми з кадрами не є першочерговими, але вони потребують часу для вирішення. Підсумуємо думку респондентів-представників бізнесу та експертів щодо цього:

1. Спеціалістів потрібно виховувати. Персонал треба готувати. Ті, хто зараз працює, дуже досвічені, мають навички самоосвіти. Вони добре працюють з інтернетом, але відсутня система професійної підготовки;
2. Студенти. З ними також треба працювати, спілкуватися, брати магістерські проєкти і їх навчати до готового фахівця конкретного фахового напрямку. Вже зараз 11 університетів, Нафтогаз та Державна паливна компанія МАСМА підготували меморандум стосовно підготовки кадрів для альтернативної енергетики, погодили його в лютому, але через війну проєкт відкладено. Також через війну за кордон виїхало багато студентів, і є ризик, що вони не повернуться в Україну;
3. Кадри, які зараз є в державних інститутах потрібно перекваліфіковувати. Серед них, звісно, є ті, кому це не буде цікаво через вік, але є й люди середнього віку, які з радістю підуть навчатися;
4. В невеликому обсязі, проте має бути залучення кадрів з-за кордону для обміну досвідом.Обмін досвідом – це завжди плюс та користь, це потрібно робити, незалежно від наявності власних експертів. Потрібно більше розуміти, що відбувається у світі.Як організовані ті чи інші проєкти, на що звертати увагу, як правильно визначати ефективність проєктів тощо.

Також, частина респондентів вважає, що у європейців колосальний досвід у консалтингу, розрахунках проєктів, але, за спостереженнями та досвідом експертів, технічної експертності в українців більше. В Україні багато технічних фахівців з проблемою – комплекс меншовартості. Якщо розробити комфортну форму взаємодії європейських компаній та інституцій з компаніями та технічними фахівцями, можливо отримати плідну синергію.

Експерти зазначають, що разом з фахівцями країні не вистачає технологій як імпортованих, так і локального виробництва. Зараз є напрацювання у галузі фізики та хімії, що допомагають виконувати прості процеси, наприклад, переробити щось на щось. Але створити технологію, дієве виробництво на кшталт заводу або електростанції, що вироблятиме енергію, наприклад, з відходів – це величезний процес, що включає також розробку цілого логістичного ланцюга. Це питання генеральної лінії держави. Держава має підтримувати певні ініціативи, і це має бути виражено у цифрах.

4.2.ВПЛИВ ВІЙНИ ТА НАСЛІДКИ

Щодня війна завдає українській економіці великих збитків. Станом на 5 вересня 2022 року загальна сума прямих збитків інфраструктури сягає $114.5 млрд за оцінками експертів Київської школи економіки [16], а втрати енергосектору, зокрема від пошкодження 7 ТЕС та ГЕС, оцінені на рівні $101 млн [17]. Водночас Україна набуває значної підтримки від світової спільноти:

- Україна підписала з ЄС угоду про приєднання до міжнародної екологічної програми LIFE, бюджет якої на 2021-2027 роки на проєкти з захисту довкілля становить 5,43 млрд. євро; [18]
- Швейцарія інвестуватиме у державні та приватні проєкти зі скорочення викидів парникових газів у різних сферах діяльності України – інфраструктури, будівництва, транспорту, енергетики. Відповідних домовленостей досягнуто

між міністром довкілля Швейцарії Симонеттою Соммаруга та міністром захисту довкілля України Русланом Стрільцем під час Ukraine Recovery Conference у Лугано (Швейцарія); [19]

- Німеччина має намір відкрити в Україні бюро з водневої дипломатії для реалізації відповідних проєктів (за словами міністра закордонних справ Німеччини Анналени Бербок); [20]
- Європейська комісія ухвалила рішення щодо внесення атомної енергетики та природного газу до "Зеленої таксономії ЄС". За словами міністра енергетики України Германа Галущенка: «Це означає, що українська енергетика стане більш вуглецево-нейтральною, а завдяки збільшенню експорту до Європи ми допоможемо декарбонізувати й європейський енергомікс»; [21]
- Національна комісія, що здійснює держрегулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП), оприлюднила проєкт постанови про зниження вимог до молярної частини кисню в природному газі з 0,02 мол.% до 0,2 мол.% - для доступу біогазу до газотранспортної системи (ГТС) та до 1,0 мол.% – для доступу біогазу до газорозподільних систем (ГРС). Це дає поштовх для розвитку ринку біометану в Україні; [22]
- В Україні ухвалили рамковий закон «Про управління відходами». Це початок реформи, яка має запустити в країні європейські практики поводження зі сміттям. Наприклад, сортування та перероблення замість зберігання на полігонах, розширену відповідальність виробника (забов'язання виробника забезпечити повну утилізацію пакування свого товару), а також нові норми екологічної безпеки для сміттєзвалищ; [23]
- На зустрічі Ukrainian Employers Annual Meeting представили Кліматичну платформу Федерації роботодавців України. [24]

ПОВОЄННА ВІДБУДОВА УКРАЇНИ

Очевидно, що післявоєнний план відновлення України має ґрунтуватися на певних принципах, дотримання яких дозволить вивести економіку на рівень передових країн світу, зокрема зменшить її енергомісткість та підвищить енергоефективність. [25]

Як основу для реконструкції та подальшого сталого розвитку сучасної «зеленої» економіки Україні необхідно побудувати власну нову промислову базу та засоби виробництва, незалежних від викопного палива. Загалом програма відбудови постраждалих регіонів має включати:

- Заборону ремонту пошкоджених будівель та споруд (житлові, громадські, заклади охорони здоров'я та навчальні заклади), а також нового будівництва, з втратами енергії під час експлуатації вище, ніж це передбачено європейськими правилами та нормативами.
- Надання фінансової допомоги для відновлення та запуску виробництв, що відповідають критеріям ЄЗК, тобто використовують новітні технології (наприклад, електротермічний спосіб виплавки сталі замість мартенівського виробництва), відмовляються від вугілля та мінімізують використання природного газу в технологічних процесах, використовують відновлювані джерела енергії та енергетичні продукти з низьким рівнем викидів CO2. Відновлення енергогенерувальних об'єктів з дотриманням принципів ЄЗК: відмова від вугілля, зниження викидів CO2, використання відновлюваних джерел енергії, зокрема, відходів, водню тощо.
- Відмову від традиційного палива для комунального транспорту. На заміну йому в містах необхідне впровадження електротранспорту та транспорту, що працює на біопаливі, водні. Для реалізації цього пункту необхідно буде та-

кож створити мережі електрозарядних станцій для комунального та приватного електротранспорту.

4.3. УСПІШНІ КЕЙСИ

СВІТ ГОТОВИЙ ІНВЕСТУВАТИ В УКРАЇНСЬКИЙ ВОДЕНЬ. Світовий банк найактивніше підхопив водневу тему і готовий вкладати в Україну. Далі добірка конкретних проєктів для інвестицій:

- Минулого року на півдні Одеської області з'явився дуже амбітний проєкт з будівництва Бессарабської водневої долини. Проєктом передбачається створення виробництва зеленого водню загальною потужністю 3 ГВт, що дозволяє виробляти на експорт та для внутрішнього ринку близько 350 тис. тонн зеленого водню. Проєкт пройшов попереднє схвалення європейськими партнерами, реалізацією займається українська компанія «Водень України».
- У квітні 2021 року було анонсовано вітровий пілотний проєкт з виробництва зеленого водню на Рівненщині – Володимирець. Поки що відбувається вибір ділянки й потужності основного (електролізеру) та інфраструктурного технологічного обладнання.
- Здійснюється пошук інвесторів на проєкт сонячної станції потужністю до 125 МВт у Херсонській області. Тут планують виробляти водень коштом власної сонячної генерації та постачати його до ЄС і на внутрішній ринок. Необхідні процеси вже були запущені, але у плани втрутилася війна.
- Раціонально до водневої стратегії підійшли у Львівській області. Компанія «Еко-Оптіма» спільно з австрійською компанією RAG заявили про будівництво заводу з виробництва зеленого водню з загальним бюджетом в 300 млн євро та потужністю в 100 МВт. Компанії ведуть перемовини про приватизацію землі в області поблизу видобутку газу, де вже прокладені газопроводи до центральної мережі ГТС, а це ключ до експорту енергії в Німеччину.
- НАК «Нафтогаз України» спільно з німецькою компанією RWE Supply & Trading збудує пілотний проєкт з виробництва «зеленого» водню вартістю 500 млн євро. На півдні водень перероблятимуть у «зелений аміак» і в цьому випадку транспортуватимуть до Німеччини кораблями, а не ГТС.

У ТЕРНОПОЛІ ВСТАНОВИЛИ ПЕРШУ В УКРАЇНІ СОНЯЧНУ БАТАРЕЮ SMARTFLOWER У ФОРМІ СОНЯХА.

SmartFlower здатна забезпечувати на 40% більше енергії за звичайні сонячні панелі й дозволяє виробляти від 4000 до 6200 кіловатів енергії на рік. Щодня після заходу сонця «пелюстки» сонячної батареї автоматично складаються й очищаються. Схожі енергетичні системи планують розміщувати в комунальних закладах та інших установах міста. [26]

НІМЕЦЬКИЙ СТАРТАП HEYCHARGE З УКРАЇНСЬКОЮ КОМАНДОЮ ІНЖЕНЕРІВ РОЗРОБЛЯЄ РОЗШИРЕНИЙ ДОСТУП ДО ЗАРЯДІВ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ У МІСТІ КИЇВ. ПРОЄКТ ЗАЛУЧИВ 4,7 МІЛЬЙОНА ДОЛАРІВ ВЕНЧУРНИХ ІНВЕСТИЦІЙ.

HeyCharge створює перше у світі доступне рішення для зарядки електромобілів у багатоквартирних будинках, офісах, готелях та іншій інфраструктурі. Щоб розвивати цю інфраструктуру, раніше був потрібен надійний доступ до інтернету, що ускладнювало процес. HeyCharge запропонував технологію SecureCharge. Якщо її застосувати, то для швидкого встановлення зарядної станції не потрібен інтернет, тільки обмін даними між пристроєм і програмою через Bluetooth.

УКРАЇНСЬКИЙ ЕЛЕКТРОБАЙК Delfast ПОТРАПИВ ДО КНИГИ РЕКОРДІВ ГІНЕСА.

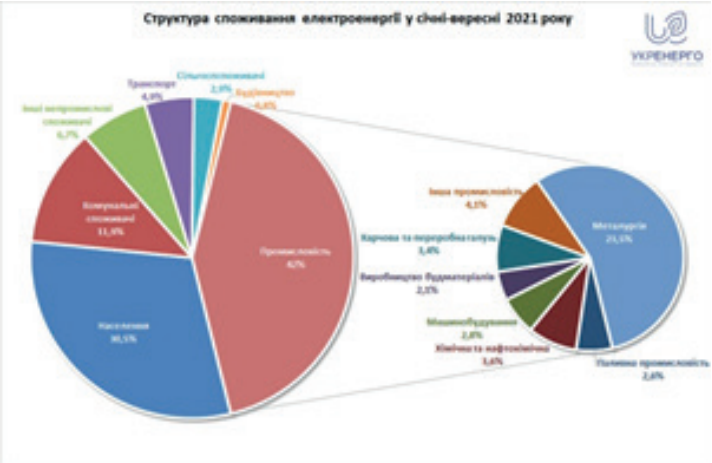
Йому вдалося встановити світовий рекорд щодо дальності пробігу на одному заряді. 12 жовтня український стартап Delfast bikes побив рекорд Гіннеса. Електричний велосипед Delfast проїхав найбільшу відстань у світі без підзарядки. Енергії байку вистачило більш як на 367 км.

5. Look Forward: що буде далі?

5.1. Енергетика

СТРУКТУРА СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

За даними НЕК «Укренерго» за 9 місяців 2021 року споживання електроенергії в Україні зросло на майже 7%. За січень 2022 року спостерігається збільшення електроспоживання (брутто), яке склало 15299,0 млн кВт·год, що на 786,9 млн кВт·год або на 5,4% більше, ніж за січень 2021 року. [27]



Мал. 5.6 Структура споживання електроенергії за січень-вересень 2021 року

У структурі споживання електроенергії за січень-вересень 2021 року у порівнянні з аналогічним періодом 2020 року відбулося значне зменшення частки населення (з 30,9% до 30,5%) та одночасне збільшення групи непромислових споживачів (з 6,1% до 6,7%), що можна пояснити відсутністю карантину цьогоріч. До того ж, знизили свою частку аграрії — з 3,2% до 2,9%. Решта груп споживачів практично не змінили свою частку (коливання в межах +/- 0,2%).

У звіті Укренерго представлені прогнозні сценарії енергобалансу країни наприкінці десятиліття. Так у секторі електроенергетики намічаються певні структурні зміни. Згідно з Національним планом дій з енергоефективності до 2030 року передбачається скорочення первинного споживання енергії на 22,3%, кінцевого споживання – на 17,1%. Для досягнення цілей Нацпланом визначено низку заходів: функціонування Фонду енергоефективності, стимулювання промпідприємств до енергоефективності, податкові інструменти енергоефективності, усунення адміністративних бар'єрів в управлінні будинком, енергомаркування та екодизайн, а також повний комерційний облік тепла й води та підвищення обізнаності серед споживачів енергії.

З урахуванням зростання попиту на електроенергію на 30% протягом поточного десятиліття валова електрогенерація має зрости до 2030 року до 190 ТВт-год. Головною опорою енергетики як і раніше залишиться атомна генерація, на яку припадатиме 47% загального виробництва електроенергії.

Водночас у звіті наголошується, що результати моделювання не демонструють необхідність введення додаткових атомних потужностей до 2030 року, а добудова 3-го і 4-го енергоблоків Хмельницької АЕС економічно недоцільна.

Частка ВДЕ в енергоміксі країни до 2030 р. повинна складати 27%, вугільна генерація має істотно поступитися поновлюваним джерелам енергії. [28]

Аналізуючи викиди в секторі теплоенер-

гетики, автори звіту насамперед вказують, що попит на тепло в Україні до 2030 року зросте на 30% у порівнянні з 2018 роком через незначні темпи термомодернізації будівництва і «постійного економічного зростання». Проте, завдяки модернізації теплогенеруючих потужностей та збільшенню виробництва тепла на основі спалювання біомаси, в НОВ2 (Проект Другого національно певного внеску до Паризької угоди) прогнозується загальне скорочення викидів парникових газів в секторі теплоенергетики.

АГРЕСІЯ РФ ПОСТАВИЛА ПІД ЗАГРОЗУ ПЛАНИ УКРАЇНИ З ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ.

Понад 60% усіх потужностей ВДЕ сконцентровано у зоні бойових дій – на півдні та південному сході країни. Внаслідок руйнування обладнання сонячних електростанцій (СЕС) і ліній передач близько 40% СЕС, що перебувають в цих регіонах, або зупинили свою роботу, або працюють зі значними обмеженнями.

З аналогічних причин, за даними Української вітроенергетичної асоціації, призупинено роботу майже 70% потужностей усіх вітроелектростанцій (ВЕС). До того ж, постраждали до 20% об'єктів біоенергетики. Оскільки вони розташовані більш рівномірно по території України порівняно з СЕС та ВЕС, то дістали менші пошкодження. Отже, з 9,7 ГВт встановлених потужностей зеленої енергетики до 50% або вимушено не працюють, або перебувають у зоні підвищеного ризику руйнування через бойові дії та тимчасову окупацію окремих територій на Донбасі та півдні України.[29]

До війни відновлювані джерела енергії вже забезпечували 8,1% від загального виробництва електроенергії в Україні. Сонячні та вітрові станції виробляли навіть більше, ніж відомі українські ГЕС. В країні працювало понад 15 тисяч об'єктів відновлюваної електроенергетики, яким було встановлено «зелений» тариф. Україна входила до топ 10 країн за темпами розвитку «зелених» потужностей та до топ 5 країн ЄС за темпами розвитку сонячної енергетики [30]. Наприкінці минулого року лідерами з ВДЕ були Дніпропетровська область (1350 МВт), наразі прифронтова, окупована Херсонська область (1139 МВт) та Миколаївська область (1121 МВт). Сумарно вони складали майже 40% усіх «зелених» потужностей країни.

Також на окупованій території розташована найбільша АЕС в Україні та Європі – Запорізька АЕС, яка, як ми бачимо, стала військовою базою для окупантів. 6 атомних реакторів по 1000 МВт кожен – це величезна потужність, якої не вистачає українській енергосистемі для безпечного функціонування та продовження експорту електроенергії.

Окрім того, Росія не зупиняється у своїх атаках на енергетичну галузь. Терористичні атаки на Харківську ТЕЦ-5, які призвели до повного відключення Харківської області 11 вересня 2022 року, масовані ракетні атаки 10 -11 жовтня 2022 року на енергетичну інфраструктуру, та всі інші атаки на будь-які енергетичні об'єкти призводять до розбалансування енергосистеми та необхідності економити споживання електроенергії усіма споживачами в Україні. Забезпечення безпеки енергетичних об'єктів має бути пріоритетом в нашій війні проти окупанта.

Необхідно також не забувати про плани українського уряду для підтримки ЄС шляхом експорту чистої «зеленої» електроенергії в країни ЄС через обмеження постачань російського газу, його заміщення саме українською електроенергією та величезні ціни на енергоресурси.

5.2. Металургія

МЕТАЛУРГІЯ ТА КЛІМАТ

Питання зміни клімату починають все більше домінувати на порядку денному світових держав-лідерів. Безумовно, головною міжнародною подією першого півріччя поточного року став кліматичний саміт, організований президентом США Джо Байденом, у якому взяли участь лідери 40 країн. За даними worldsteel, світова металургія дає 7-9% глобальних викидів CO2. Проте це усереднений показник, який в деяких країнах може бути вищим, ніж в інших. Застосовуючи нові технології у виробництві й переробці металів, можна буде скоротити ці викиди до нуля і досягти скорочення, необхідного для зупинення зміни клімату [27]. До 2050 року викиди в галузі повинні скоротитися приблизно на 90% [31].

В Україні майже 95% сталі виробляється за мартенівською та киснево-конверторною технологіями. Водночас і мартенівська, і доменна печі генерують великі об'єми парникових газів — 2500 та 2000 кг CO2 на 1 тонну сталі. У Євросоюзі викиди металургійних підприємств значно менші — десь від 700 до 1300 кг CO2, проте ухвалений у 2019 році план Green Deal передбачає повну кліматичну нейтральність Європи до 2050 року. Тобто металурги ЄС мають суттєво скоротити викиди в атмосферу, і вже переходять до конкретних дій у цьому напрямку.

Мал. 5.10. Оперативні показники роботи ГМК України у І кварталі 2022 р

Згідно зі звітом Global Steel Plant Tracker (GSPT) більшість наявних і планованих сталеплавильних заводів використовують високовуглецеву доменну кисневу піч (BF - BOF). Світове виробництво сирої сталі у 64 країнах, підзвітних Всесвітній асоціації виробників сталі (worldsteel), склало 158,1 млн тонн (Мт) у червні 2022 року, що на 5,9% менше, ніж у червні 2021 року. [32]

У звіті некомерційного аналітичного центру зі зміни клімату Sandbag йдеться, що 41% викидів можна уникнути шляхом оптимізованого використання брухту. Звіт спрямований на те, щоб висвітлити роль циркулярності у швидкій декарбонізації сталеливарного сектора. В ньому йдеться про те, як європейська промислова та кліматична політика можуть прискорити цей перехід [33].

Мал. 5.9. Зелена металургія в Україні та світі за даними асоціації Worldsteel за 2019 рік.

Виробництво сталі в Україні через війну впало вшестеро. Україна перебуває на 36-й позиції з 295 тис. тонн сталі (менше на 84,2%, порівняно з червнем 2021 року). У травні поточного року в країні виробили 308 тис. тонн, у квітні – 281 тис. тонн, у березні – 200 тис. тонн, у лютому – 1,37 млн тонн сталі. [34]

УКРАЇНА МАЄ ВСІ ШАНСИ СТАТИ ПОСТАЧАЛЬНИКОМ DRI-ПРОДУКТІВ ТА БЕЗВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ НА СВІТОВИЙ РИНОК.

Події останніх 8 місяців внесли суттєві корективи до поточної діяльності металургійних підприємств не лише в Україні, а й за кордоном. Проте глобальні плани в масштабах галузі не змінюються – **металургія прагне стати вуглецево нейтральною**.

Для цього підприємства продовжують здійснювати R&D та пілотні проєкти за новими технологіями, а на міжнародних конференціях діляться своїм досвідом.

Під час конференції “Steel Decarbonisation Strategies 2022”, організатором якої виступала CRU, були помітні відмінності в підходах до декарбонізації в різних регіонах. Підприємства в ЄС вважають провідною технологією декарбонізації виробництво металізованих котунів (DRI) на основі «зеленого» водню. Уловлювання та використання CO2 розглядають як проміжне рішення, яке не дає змоги розв’язати проблему загалом: CO2 продовжує виділятися у виробничому процесі, а подальше використання цього газу накладає відбиток на інші галузі.

У даному контексті Україна має можливість посісти свою нішу на цьому ринку. Українські залізорудні компанії вже роблять перші кроки в даному напрямку. Зокрема, 2020 року Ferrexpo та Центральний ГЗК («Метінвест») почали виробляти DR-котуни. У 2021 році Південний ГЗК після закриття агломераційного цеху заявив про плани будівництва фабрики огрудкування, яка випускатиме DR-котуни. Це є необхідною передумовою для декарбонізації українського металургійного виробництва шляхом переходу на DRI, отримане з використанням «зеленого» водню.

Нині виробництво «зеленого» водню – це, скоріше, експериментальна технологія, що не готова до промислового застосування. Основну частину DRI виробляють з використанням природного газу. Очевидно, що для запуску виробництва DRI в Україні необхідно вирішувати низку складних питань, зокрема пов’язаних з нарощуванням внутрішнього видобутку природного газу, якщо виробництво DRI запускатиметься в короткостроковому майбутньому. Реалізація цих можливостей залежатиме від зусиль підприємств та економічної політики українських та європейських державних інституцій. [35]

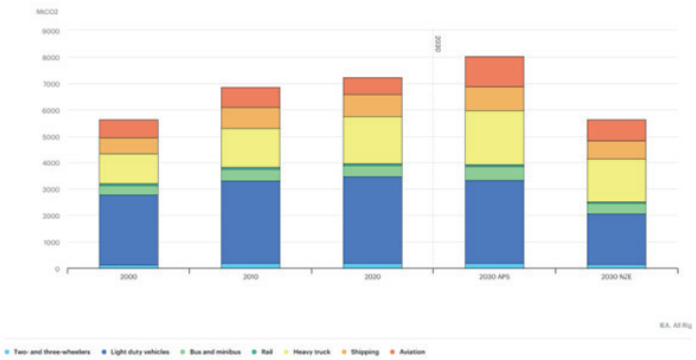
Мал. 5.11. Roadmap впровадження декарбонізації в металургії.

ВИРОБНИЦТВО СТАЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ВОДНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАЙБЛИЖЧІ ДЕСЯТИЛІТТЯ СТАНЕ КЛЮЧОВИМ ЗАВДАННЯМ.

В Європі, виробництво екологічно чистої сталі на основі водню, ймовірно, стане однією з ключових технологій, яка формує шлях до зменшення викидів — це може передбачати спочатку оптимізацію процесів BF/BOF, далі перехід на EAF з використанням брухту та DRI, що працюють на природному газі або імпортованому ГБЗ, — і зрештою запровадження виробництва EAF з нейтральним вмістом вуглецю з використанням суміші брухту та DRI на основі водню. Зусилля політиків, інвесторів та активістів вже почали приносити відчутні плоди.

Підсумовуючи, можна сказати, що перехід на водневу сталь потребуватиме часу, і це лише одна з ключових виробничих технологій, яку можна використати для створення сталеливарної промисловості з нейтральним вмістом вуглецю. Майбутня доступність дешевої енергії з відновлюваних джерел та регулювання стануть двома ключовими факторами для впровадження сталі на основі водню.

5.3. ТРАНСПОРТ



5.12. Глобальні викиди CO2 від транспорту за підсекторами, 2000-2030 рр.. за даними ресурсу www.iea.org.

Сектор авіаперевезень найбільш схильний до довгострокових кліматичних ризиків, але, всупереч зростанню тиску з екологічних і соціальних причин, комерційно життєздатні альтернативи будуть відсутні принаймні до 2050 року. Існує кілька варіантів, за допомогою яких авіакомпанії можуть скоротити викиди з розрахунку на одного пасажира, включно з підвищенням операційної ефективності, екологічним паливом та субсидіями. Але жоден з них окремо не є достатнім для досягнення мети скорочення на 50% чистих викидів CO2 в авіації до 2050 року порівняно з рівнями 2005 року (мета декарбонізації, встановлена Міжнародною асоціацією повітряного транспорту).

Враховуючи величезний обсяг товарів, що транспортується (80% світової торгівлі), **морські перевезення** довгий час були найбільш економічним та найбільш екологічним видом вантажних перевезень у перерахунку на тонномилю. За оцінками Fitch Ratings, на судноплавство може припадати близько 10% глобальних викидів вуглецю до 2050 року (порівняно з 3% у 2019 році) за звичайного сценарію, якщо не будуть прийняті нові правила, які можуть вплинути на енергоефективність або вуглеродомісткість. Викиди від морських перевезень менш помітні з позиції кінцевих споживачів, ніж викиди від авіакомпаній або наземного транспорту, і цей сектор менш схильний до екологічного контролю та громадського тиску.

Ринки громадського автомобільного пасажирського транспорту відрізняються від авіаційного чи судноплавного через наявність великої кількості постачальників та операторів місцевого, регіонального та національного рівня та більшої ролі державних органів. Альтернативні технології перебувають на більш розвиненій стадії з вищим рівнем впровадження, ніж авіація та судноплавство, але все ще мало використовуються порівняно з традиційними

технологіями. Проблема декарбонізації пов'язана з вантажними та автомобільними перевезеннями, і Міжнародна спілка автомобільного транспорту надала дорожню карту заходів, які можуть забезпечити скорочення викидів CO2 на 80% до 2050 року щодо рівнів 2010 року. Враховуючи комерційний характер операцій автомобільних вантажоперевезень та логістичних компаній, вони мусять мати певну гнучкість у перекладанні додаткових витрат на клієнтів, хоч і за умови порівняння витрат з альтернативними видами транспорту, насамперед залізничним, а іноді внутрішнім водним транспортом.

Гравці промисловості прискорюють інновації автомобільних технологій, розробляючи нові концепції електричної, підключеної, автономної та спільної мобільності. За останнє десятиліття галузь залучила понад 400 мільярдів доларів інвестицій, з яких близько 100 мільярдів доларів США було залучено з початку 2020 року. Усі ці гроші спрямовані на компанії та стартапи, які працюють над електрифікацією мобільності та технологіями автономного **керування**. Глобально саме логістика рухається у бік **електрифікації**. І сьогодні в цьому вже є економічний ефект, отже питання переходу бізнесу на нові види транспорту – це питання часу.

Електрифікація транспорту вимагає скорочення вартості акумуляторів, які можуть становити майже половину вартості електромобіля. Однак літій-іонні батареї, які найчастіше використовують в електромобілях, ніколи не будуть коштувати нижче критичного порогу в 100 доларів за кіловат-годину. Щоб підвищити щільність енергії та скоротити витрати, необхідно покращити хімічний склад батареї.

Удосконалення обладнання — не єдиний шлях до найкращих акумуляторів. **Системи програмного контролю** також можуть допомогти та навіть компенсувати недоліки в хімії. Вони можуть подовжити термін служби батареї настільки, щоб відповідати терміну служби автомобіля. І вони могли б надати електромобілям додаткову здатність транспортування чи буксирування [36]. Одним з прикладів є GridX, який надає платформу для рішень з управління мережею з контролем над навантаженням на основі даних мережі. Такі рішення можуть обслуговувати набагато більше автомобілів.

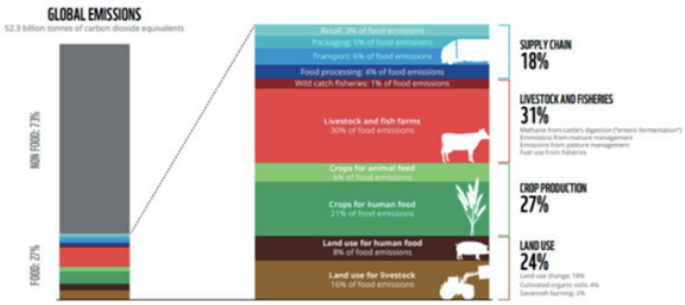
MaaS, що використовує дані про мобільність у реальному часі та історичні дані, може значно підвищити продуктивність системи. Карти Uber та G починають враховувати вартість вуглецю, а не лише вартість часу під час планування поїздок.

Залізничний транспорт є найбільш енергоефективним засобом громадського наземного пасажирського транспорту, на частку якого припадає всього 1% від загального обсягу викидів CO2 від транспорту. Проте залізнична галузь може інвестувати у подальшу декарбонізацію, особливо в країнах з низьким рівнем електрифікації залізничної мережі.

5.4. АГРОСЕКТОР

На виробництво продуктів харчування припадає чверть світових викидів парникових газів. Продовольча система є одним з основних чинників глобальних викидів парникових газів і складає приблизно 27% від загального об'єму викидів в усіх секторах. [37] Близько двох третин усіх викидів парникових газів, пов'язаних з харчовими продуктами, припадає на сільське господарство, лісове господарство і сектор землекористування, а третина, що залишилася, припадає на переробку, транспортування і пакування. На тваринництво припадає 45% усіх викидів метану в світі, а на добрива і засоби захисту рослин припадає 80% усіх викидів

закису азоту. Це дає зрозуміти, що досягнення цілей стійкого розвитку, які обговорювалися на COP26, дуже залежатиме від трансформації продовольчого сектору. Мета полягає в тому, щоб перевести сільське господарство з джерела вуглецю в поглинач вуглецю і скоротити викиди парникових газів.



Мал. 5.14 Основні джерела, що вкладаються в загальні викиди від виробництва продуктів харчування за даними Всесвітнього фонду дикої природи (2020).

АГРОСЕКТОР Є ТРЕТІМ ЗА ВИКИДАМИ СЕРЕД ОСНОВНИХ СЕКТОРІВ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ. [38]

Агросектор посідає одну з ключових позицій в економіці України, забезпечуючи 9% ВВП, 18% зайнятості суб'єктів господарювання та 6% податкових надходжень. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України повідомляє про 50% зменшення викидів CO2 від сільського господарства з 1990 по 2019 рік. Поточний показник викидів становить 42,5 млн тонн CO2. Україна посідає високі позиції у виробництві зернових і технічних культур, тоді як вагома частка зернових культур спрямовується на експорт: 79% кукурудзи, 66% пшениці, 59% ячменю. Структура тваринництва слабко диверсифікована з переважанням птахівництва. Тваринництво посідає 17% у структурі сектору. Протягом останніх 5 років спостерігається тренд зменшення поголів'я великої рогатої худоби та свиней, а поголів'я птиці зростає. Причинами зменшення поголів'я ВРХ є збитковість: за 2019 рік рівень рентабельності виробництва м'яса ВРХ становив - 27,1%. Оскільки 65% тварин вирощуються приватними господарствами, а сам ланцюг створення готового продукту є довшим, ніж у птиці, то існує більший попит на оборотний капітал.

П'ять заходів, якими політики можуть краще підтримувати сільськогосподарський сектор.

Мал. 5.17 Джерело: Центр економічного відновлення (червень 2021).

1. Сектор має відмовитися від пов'язаних платежів і замість цього перейти до незв'язаних платежів, які не залежать від обсягу виробництва.
2. 2. Поліпшена цільова підтримка. Підтримку сільськогосподарському сектору слід здійснювати ефективніше, приділяючи особливу увагу регіонам чи субрегіонам з найменшими витратами на боротьбу з забрудненням, а також сільськогосподарським культурам або тваринництву з найменшою інтенсивністю викидів ПГ. Ключове значення матиме можливість гнучкого таргету-

вання у межах національних цілей зі скорочення викидів і механізм, який дозволить це зробити.

3. Узгодженість політики. Влада мусить сприяти підвищенню узгодженості політики, стежачи за тим, щоб інструменти політики діяли в одному напрямку. В ідеалі це має посилити заходи зі зниження шкоди довкіллю і викидів парникових газів при одночасному досягненні інших цілей розвитку.
4. Впровадження умовності. Надання державної підтримки фермерам має бути обумовлене досягненням екологічних цілей і виробництвом громадських екологічних товарів.
5. Збільшення фінансування досліджень. Зважаючи на усі ці заходи, директивним органам необхідно збільшити фінансування досліджень і розробок. Скорочення викидів та інші екологічні цілі мають бути поставлені поруч з більш традиційними дослідницькими цілями підвищення продуктивності й підвищення стійкості.

5.5. БУДІВНИЦТВО

БУДІВНИЦТВО ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ БУДІВЕЛЬ ВИРОБЛЯЮТЬ 38% ГЛОБАЛЬНИХ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ.

З 38% глобальних викидів у будівельному секторі близько 9% виникає безпосередньо внаслідок використання викопного палива в будинках (3% у нежитлових приміщеннях, 6% у житлових), 19% — побічно внаслідок виробництва тепла та електроенергії, що використовується в будинках (8% нежитлові, 11% житлові), і ще 10% належать до матеріалів та будівельної галузі. Викиди CO2 можуть становити 20-30% від загальних викидів будівлі протягом його терміну експлуатації. Оскільки більш ніж половина населення світу проживає в містах, які продукують понад 70% викидів вуглекислого газу, міста відіграють ключову роль у боротьбі зі зміною клімату. Кожна будівля на планеті має бути «чистим нульовим вуглецем» до 2050 року, щоб утримати глобальне потепління нижче 2°C.

Відповідно до нового звіту Всесвітньої ради з екологічного будівництва (WorldGBC), наразі в усьому світі налічується 500 комерційних будівель і 2000 будинків з нульовими викидами (значно менше, ніж 1 відсоток всіх будівель у світі), що вимагає величезних і скоординованих зусиль з боку підприємств, уряду та неурядових організацій, щоб наблизити будівельний сектор до цілей Паризької угоди. [39]

ІННОВАЦІЇ В БУДІВНИЦТВІ, ЯКІ ДОПОМОЖУТЬ У МАЙБУТНЬОМУ [40]

Smart sustainability. У Сінгапурі Capital Tower використовує інтелектуальну систему управління будівлею з датчиками вуглекислого газу та чадного газу для підтримання якості повітря. У лондонській будівлі Crystal Building є «розумні» вікна, які реагують на зовнішні погодні умови, автоматично налаштовуючись для мінімізації енергії, що споживається кондиціюванням повітря, тоді як будівля повністю опалюється за рахунок природних джерел, зводячи рахунки за опалення до нуля. Штаб-квартира Apple у Каліфорнії повністю живиться від відновлюваної енергії, що генерується мікромережами, а будівля EDGE в Амстердамі генерує більше енергії, ніж споживає.

Технології для офісів нового покоління. Аквапарк RBC Place в Торонто використовує датчики для полегшення багатьох аспектів робочого дня: від інтелектуальних ліфтів, які доставляють співробітників туди, куди вони хочуть, якомога швидше, до оптимальної температури в конференц-залах. Такі невеликі, але важливі змі-

ни в офісному середовищі можуть вплинути не тільки на енергоефективність, а й на продуктивність співробітників. **У будівлі Glumac** в Шанхаї системи очищення повітря, вбудовані в стіни, покращують якість повітря, а співробітники можуть перевіряти забруднення повітря всередині та зовні приміщень за допомогою спеціальної програми.

Зберігання енергії. Накопичення енергії стає життєво важливою особливістю екологічних будівель. У поєднанні з виробництвом відновлюваної енергії це не лише допомагає стабілізувати електричні мережі, а й забезпечує чистішу енергію з меншими витратами. Як яскравий приклад, візьмімо забудовника Wasatch Group та його 600 житлових одиниць з сонячними панелями та накопичувачами, підключеними до розподіленої системи зберігання, яка також може продавати енергію назад у мережу.

Вікна зі штучним інтелектом. Енергоефективне проєктування будівель часто використовує природнє освітлення, а «розумне» скло дозволяє краще контролювати денне світло, тепло та відблиски. Наприклад, підключене до Інтернету скло від View Inc. використовує штучний інтелект для автоматичного тонування скла для створення більш комфортних умов у приміщенні, знижуючи при цьому залежність від освітлення та кондиціювання повітря.

Сенсорні двигуни. Двигуни, що запускають такі системи, як кондиціонери, холодильники, вентилятори та ліфти, відповідають за велику кількість енергії, тобто й за підвищення витрат. Двигуни нового покоління Turntide Technologies поєднують оптимальне ефективне обладнання, що забезпечує життєдіяльність будівель.

Ефективні будівельні системи. Використання теплових помп для обігріву будівель замість традиційних котлів і печей може скоротити глобальні викиди CO2 на 3 гігатонни на рік, за умови реалізації у всьому світі. Сучасні моделі у 2,2-4,5 рази ефективніші за газові печі, а останні досягнення, такі як багатоступеневі компресори або компресори зі змінною швидкістю, дозволяють тепловим помпам працювати в холодних умовах, які колись викликали проблеми.

Створення будівель з перероблених відходів та відновлюваної енергії. Побудована у 2018 році будівля **EDGE Olympic** в Амстердамі - це офісна будівля, перебудована зі старого поштового відділення. Забудовник сформував проєкт на основі цілісного чотирикомпонентного підходу, що включає добробут, сталий розвиток, дизайн і технології. У будівлі реалізовано принципи кругового, безвідходного принципу проєктування та інтелектуальну цифрову інфраструктуру, що оптимізує енергоспоживання. Загалом 50% використаних матеріалів були перероблені з первісної будівлі, включно з натуральним каменем, взятим з фасаду, який був використаний як покриття для підлоги. У будівлі здійснюється постійний моніторинг довкілля завдяки 15 000 датчикам, які вимірюють мікроклімат у приміщенні. Будівля є енергонейтральною та споживає на 70% менше, ніж нежитловий будинок загалом.

Створення будівельних матеріалів зі 100% перероблених відходів. Сьогодні компанії Biomason і StoneCycling - дві найінноваційніші у світі компанії з виробництва екологічно чистих будівельних матеріалів. **Biomason** – єдина у світі компанія, яка використовує біологію для виробництва цементу. З 2012 року компанія використовує мікроорганізми для вирощування стійкого, структурного біоцементу за температури навколишнього середовища, використовуючи силу біотехнології, щоб заново винайти традиційний цемент та запропонувати дружню планеті альтернативу. Біо-

цемент дозволить усунути 25% глобальних викидів вуглецю бетонної промисловості до 2030 року.

Додаток 1.

ДЖЕРЕЛА З ОБМІНУ ДОСВІДОМ

Ukraine Recovery Conference – щорічна конференція з питань реформ в Україні (URC). Мета URC – представити прогрес, досягнутий Україною, висловити підтримку міжнародним партнерам, а всім зацікавленим сторонам – розглянути, які кроки слід зробити надалі для просування процесу реформ.

Low Carbon Ukraine. Місією проєкту є постійна підтримка уряду України шляхом підготовки необхідного аналізу та пропозицій, з метою стимулювання переходу до низьковуглецевої економіки. Даний проєкт є частиною Міжнародної кліматичної ініціативи (IKI) і фінансується Федеральним міністерством з питань довкілля, збереження природи та радіаційної безпеки (відповідно до рішення Бундестагу ФРН). Проєкт реалізується компанією BE Berlin Economics GmbH.

DiXi Group є аналітичним центром (think-tank), заснованим 2008 року в Києві. Його метою є дослідження та консультації щодо інформаційної політики, енергетики, безпеки та інвестицій.

Business Decarbonisation Dialogue – відкритий діалог для обговорення найбільш швидших рішень для зменшення викидів. Учасники діляться досвідом щодо збалансованого та стійкого розвитку, передових методів прискорення переходу до нульового викиду вуглецю та про розробку відновлюваних підходів до нульового викиду вуглецю в бізнесі та за його межами.

Exploration & Production Consulting (EXPRO) – консалтингова компанія, яка тримає у фокусі розвиток нафтогазової та енергетичної галузей України. Компанія висвітлює найбільш важливі події на ринках та проводить заходи для обговорення сучасних технологій.

GREEN ECONOMIC RECOVERY FORUM - форум спрямований на інформування та консультування бізнесу щодо збільшення спроможності промисловості до екомодернізації, енергоефективності, green recovery під час війни.

Додаток 2.

ПРОГРАМИ РОЗВИТКУ ТА ДЕРЖАВНІ ПРОГРАМИ

«Ініціатива з розвитку екологічної політики й адвокації в Україні» (EPAIU) спрямована на розвиток громадських організацій, які працюють в екологічній сфері – інституційно спроможних, з доброчесним управлінням, підзвітних та визнаних в екологічній спільноті – які зможуть сприяти реформам в Україні, виконанню відповідних положень Угоди про асоціацію між Україною та ЄС, виконанню інших міжнародних домовленостей України через впровадження екологічних політик і здійснення адвокаційних заходів на захист довкілля. Ініціатива виконується за підтримки Швеції.

Transformative Carbon Asset Facility (TCAF) — це трастовий фонд Світового банку, який підтримує зусилля країн з впровадження ринкових цін на викид вуглецю та створенню умов для інвестицій приватного сектора в низьковуглецеві технології. Європейський інвестиційний банк і Solas Capital об'єднують зусилля для інвестування в енергоефективність будівель по всьому Європейському Союзу.

Урядова програма «єРобота» у державному порталі Дія надає можливість отримати безповоротні гранти до 250 тисяч гривень на запуск нового бізнесу. Зокрема гранти на вирощування саду, переробне підприємство або стартап. Будь-який українець, що має бізнес-план, і тверді наміри розпочати власну справу, може розраховувати на підтримку держави.

The Innovation Fund (IF) надасть підтримку в розмірі близько 10 млрд євро протягом 2020–2030 років для комерційної демонстрації інноваційних низьковуглецевих технологій з виведенням на ринкові промислові цілі для декарбонізації Європи та підтримки її переходу до кліматичної нейтральності.