

Україна і глобальна політика декарбонізації

Максим Білявський,
канд.техн.наук,
Центр Разумкова

Вступ

Глобальне потепління визнано однією із основних проблем людства¹, і перебуває на порядку денному вже більше 40 років. За цей час кліматична політика еволюціонувала, пройшовши 5 етапів: усвідомлення проблематики науковим співтовариством²; перехід наукової проблеми в політичну площину³; створення інституційної платформи⁴; перший період Кіотського протоколу⁵; Парижська угода⁶.

На сьогоднішній день, людство застосовує комплекс заходів, які мають на меті обмежити темпи глобального потепління. Цей процес називається декарбонізація. Більшість світових країн (74 із 190 сторін) – підписантів Паризької угоди, встановили свої кліматичні цілі та зобов'язання по скороченню емісії парникових газів на міжнародному рівні. Поряд із цим, більше 30 держав⁷ публічно заявили про досягнення вуглецевої нейтральності, тобто балансування викидів та поглинання. Також були створені альянси «Climate Ambition Alliance: Net Zero 2050»⁸

¹ Резолюція Генеральної асамблеї ООН №45/212. Режим доступу - <https://undocs.org/ru/A/RES/45/212>

² Період охоплює 1979-1988рр., зокрема кліматичні конференції в Швейцарії, Австрії та Канаді.

³ Період охоплює 1988-1990рр., зокрема створення Міжурядової групи експертів по змінам клімату (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) та презентація їх доповіді, щодо швидкості зростання світової температури.

⁴ Період охоплює 1990-2007рр., зокрема Рамкову конвенцію ООН про зміну клімату; Женевська декларація; Кіотський протокол; друга-четверта доповідь IPCC. Варто зауважити, що Україна ратифікувала Кіотський протокол у 2004р.

⁵ Період охоплює 2007-2012рр., зокрема кліматичні конференції у Польщі, Данії, Мексиці, Південно-Африканській республіці та Катарі.

⁶ Період охоплює 2013-2020рр., зокрема п'ята доповідь IPCC та прийняття Паризької угоди по клімату. Варто зауважити, що Україна ратифікувала Кіотський протокол у 2016р.

⁷ Австрія (2040), Бразилія (2060), Бутан (2018), Великобританія (2050), Данія (2050), ЄС (2050), Ірландія (2050), Іспанія (2050), Ісландія (2040), Казахстан (2060), Канада (2050), Китай (2060), Німеччина (2050), Словаччина (2050), Сурінам (2014), США (2050), Угорщина (2050), Фінляндія (2035), Швейцарія (2050), Японія (2050).

⁸ Режим доступу - <https://climateaction.unfccc.int/views/cooperative-initiative-details.html?id=94>

та «Race to Zero»⁹, які об'єднали більше 1000 корпорацій, інвесторів та університетів із 120 держав світу.

Однак, незважаючи на численні заходи та ініціативи, середня температура у 2020р.¹⁰ була вища на 1,2°C за показники доіндустріального періоду¹¹. Аналіз відкритих даних¹² показує, якщо навіть усі зобов'язання в рамках Паризької угоди будуть виконані, середня температура наприкінці поточного століття зросте на 3°C. Примітно, що в умовах зменшення бізнес-активності у період коронакризи, викиди парникових газів¹³ продовжують зростати¹⁴. При цьому переважна більшість джерел (70%), зосереджена в енергетичній галузі¹⁵, тобто в сегменті видобутку вуглеводнів і викопних видів палива, а також їх споживання¹⁶.

Найбільшими емітентами¹⁷ залишаються Китай, США, ЄС, Індія, РФ та Японія. У порівнянні із 1990р., сукупна частка цих держав у загальному обсязі емісії парникових газів практично не змінилась, і на сьогоднішній день складає 62%. Це відбулось за рахунок того, що Китай та Індія у цей період суттєво збільшили емісію у 3,5 та 2,6 рази відповідно. Зростання

⁹ Режим доступу - <https://racetozero.unfccc.int/>

¹⁰ За даними Всесвітньої метеорологічної організації. Режим доступу - <https://public.wmo.int/en>

¹¹ Період охоплює 1850-1900рр.

¹² Paris Agreement turning point / Climate Action Tracker, December 2020. Режим доступу - <https://climateactiontracker.org/>

¹³ Структура викидів парникових газів: вуглекислий газ (72,5%); метан (18,7%); оксид азоту (5,4%); фторовмісні гази (3,3%).

¹⁴ Emissions Gap Report 2020 / UNEP, December 2020. Режим доступу - <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2020>

¹⁵ За даними International energy agency (IEA) та International Institute for Applied Systems Analysis.

¹⁶ Більше 80% використовуваної в світі енергії отримують в процесі горіння викопного органічного палива, перетворюючи його потенційну енергію в електричну і теплову енергію. Як наслідок цього, теплоенергії належить одне з перших місць у забрудненні навколишнього середовища планети, в першу чергу, продуктами згоряння палива. Близько 70% всіх видів забруднень біосфери обумовлено саме енергетичними процесами. За крайні десятиліття знижувалась частка викопного палива у загальносвітовому енергетичному балансі, таким чином у структурі викопного органічного палива питома вага нафти становить близько 45%, природного газу - 18%, вугілля - 37%. У середньостроковій перспективі даний тренд матиме продовження і вже в 2030 році використання викопного палива зменшиться удвічі.

¹⁷ За даними Агентства по охороні навколишнього середовища Нідерландів (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency), - Trends in Global CO2 and Total Greenhouse Gas Emissions. Режим доступу - <https://www.pbl.nl/>

забрудненості атмосферного повітря у цих країнах відображається і на суспільно-політичних настроях населення¹⁸.

Цілком очевидно, що поточні цілі та зобов'язання держав є недостатньо амбітними, саме тому ООН визначив питання «встановлення миру із природою»¹⁹ одним із пріоритетів діяльності організації у 2021р.

З огляду на це, актуальним є дослідження світових трендів кліматичної політики, а також розробка рекомендацій з метою вдосконалення державної політики України в частині декарбонізації.

1. Кліматична політика

За останні десять років суттєво зросла кількість країн²⁰, які на рівні національного законодавства закріпили ініціативи з протидії змін клімату. На сьогоднішній день, більше 90 держав, які емітують 65% парникових газів активно впроваджують заходи декарбонізації. Оцінка таких дій досить ґрунтовно виражається у відповідному індексі (CCPI - Climate Change Performance Index 2021)²¹, який враховує чотири компоненти: емісія парникових газів; частка відновлювальних джерел енергії (ВДЕ); рівень енергоефективності; кліматична політика.

¹⁸ Чистота атмосферного повітря стає фактором соціально-політичної напруженості в Китаї та Індії. Починаючи з 2013 року, КНР оголосила про запровадження жорстких квот на викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря. Тисячі людей в Пекіні втратили роботу через закриття фабрик і електростанцій, мільйони пекінців позбулися права обігріватися вугіллями в будинках. Остання вугільна ТЕС в Пекіні була зупинена у березні 2017 року. Водночас з цим у Індії регулярними стають багатотисячні мітинги проти вугільних ТЕС, які закінчуються арештами десятків учасників (в травні 2018 року в штаті Гуджарат) і навіть загибеллю деяких з них (в жовтні 2016 року в штаті Джаркханд). Незважаючи на високу частку впливу підприємств промисловості та енергетики, безпосередньо ТЕС не є головними забруднювачами повітря - вплив промисловості, автотранспорту, дрібних джерел теплової енергії (котлів, печей) на якість повітря в містах часто набагато сильніше. Проте, громадська думка схильна приписувати найбільший вплив на екологію саме вугільним ТЕС. Як результат, регулятори, слідуючи цим соціально-політичним настроям, посилюють екологічні вимоги до об'єктів енергетики.

¹⁹ Режим доступу - https://ukrainepravo.com/international_law/public_international_law/glava-oon-pro-priorytety-roboty-na-2021-rik-za-kryzoyu-sliduyut-zminy/

²⁰ У 2010р. лише 14 країн розробили стратегію протидії зміні клімату. Джерело: Iacobuta G. et al. National climate change mitigation legislation, strategy and targets: a global update / Climate Policy, 2018, 18:9, pp. 1114-1132

²¹ Режим доступу - <https://ccpi.org/>

Індекс ефективності дій в області зміни клімату



Позиція		Країна	Бали	Категорія
1*	-	-	-	
2	-	-	-	
3	-	-	-	
4	-	Швеція	74.42	
5	▲	Великобританія	69.66	
6	▼	Данія	69.42	
7	▼	Марокко	67.59	
8	▲	Норвегія	65.45	
9	▲	Чилі	64.05	
10	▼	Індія	63.98	
11	▼	Фінляндія	62.63	
12	▲	Мальта	62.21	
13	▲	Латвія	61.88	
14	▲	Швейцарія	60.85	
15	▼	Литва	58.03	
16	▲	ЄС-28	57.29	
17	▲	Португалія	56.80	
18	▲	Хорватія	56.69	
19	▲	Німеччина	56.39	
20	▼	Україна	55.48	
21	▼	Люксембург	55.23	
22	▼	Естонія	54.33	
23	▼	Франція	53.72	
24	▲	Індонезія	53.59	
25	▼	Бразилія	53.26	
26	▲	Тайланд	53.18	
27	▼	Італія	53.05	
28	▲	Нова Зеландія	51.30	
29	-	Нідерланди	50.96	
30	▼	Румунія	50.33	
31	▼	Словенія	49.51	
32	-	Мексика	48.76	
33	▼	Китай	48.18	
34	▼	Греція	48.11	
35	▲	Австрія	48.09	
36	▲	Білорусь	47.27	
37	▼	ПАР	46.13	
38	▼	Естонія	46.01	
39	▲	Ірландія	45.47	
40	▼	Бельгія	45.11	
41	▼	Іспанія	45.02	
42	▲	Туреччина	43.47	
43	▲	Алжир	43.27	
44	▲	Болгарія	42.64	
45	▲	Японія	42.49	
46	▼	Аргентина	40.68	
47	▼	Чехія	38.99	
48	▲	Польща	38.94	
49	▼	Кіпр	38.73	
50	▼	Угорщина	38.22	
51	▼	Словенія	37.02	
52	-	РФ	30.34	
53	▲	Південна Корея	29.76	
54	▲	Австралія	28.82	
55	▼	Казахстан	28.04	
56	▼	Малайзія	27.76	
57	▲	Тайвань	27.11	
58	▼	Канада	24.82	
59	▼	Іран	24.58	
60	-	Саудівська Аравія	22.46	
61	-	США	19.75	

Компоненти індексу

- Емісія парникових газів
- ВДЕ
- Енергоефективність
- Кліматична політика

Висока ефективність дій, згідно даних індексу ССРІ, притаманна політиці Великобританії, країнам Європейського Союзу, Швейцарії, Литви та Індії. Водночас, міжнародні експерти оцінюють ініціативи України, як середній рівень. Згідно із даними того ж дослідження, дуже низький рівень протидії змін клімату притаманний таким державам, як США, Канада, Австралія та РФ.

1.1. Стратегія екологічного зростання Великобританії

Великобританія визнана одним із світових лідерів з протидії змін клімату. Поточна політика цієї держави в частині декарбонізації економіки була затверджена у 2017р. і має символічну назву «Clean Growth Strategy»²². Окрім цього, була схвалена стратегія адаптації фінансового сектора для досягнення кліматичних цілей²³, а також концепція чистого повітря, яке стосується всіх джерел забруднення²⁴.

Національний визначений внесок, у рамках Паризької угоди, становить 68% щодо рівня 1990р. Планування і фінансування ініціатив по досягненню цілей відбувається в рамках національного бюджету, який затверджується на 5 років.

Перші законодавчі ініціативи були закріплені у 2000р., зокрема запроваджений збір за зміну клімату, який також передбачав систему пільг для енергоємних підприємств, за умови скорочення викидів парникових газів. Також Великобританія застосувала комплекс заходів для стимулювання інвестицій у виробництво електроенергії із низьким вмістом вуглецю, зокрема це імплементація стандартів щодо ефективного спалювання корисних копалин; контракти на різницю цін

²² Режим доступу -

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/700496/clean-growth-strategy-correction-april-2018.pdf

²³ Програма Казначейства та Міністерства бізнесу від 02.07.2019р. Режим доступу:

<https://assets.publishing.service.gov.uk>

²⁴ Стратегія чистого повітря. Режим доступу: <https://www.gov.uk/government/publications/clean-air-strategy-2019>

для сектору ВДЕ; впровадження штучного інтелекту; підтримка виробництва біометану, тощо.

На початку 2021р. в експлуатацію була введена британська система торгівлі квотами «UK ETS»²⁵ на викиди парникових газів, у якій беруть участь більше 1000 підприємств із різних секторів економіки (енергетика, транспорт, металургійні, хімічні компанії).

Очікується, що у листопаді поточного року буде оприлюднена стратегія «Net Zero», в якій визначатимуться стратегічні орієнтири по досягненню вуглецевої нейтральності до 2050р.

Питанням боротьби зі зміною клімату була приділена особлива увага в оновленій концепції «Глобальна Британія»²⁶.

1.2. Зміна вектору кліматичної політики США

Кліматична політика США за останні півроку зазнала кардинальних змін, у листопаді 2020р. вступило в силу рішення про вихід із Паризької угоди, а вже у січні 2021р. Президент Байден підписав Указ про повернення до раніше взятих зобов'язань²⁷.

Таким чином, екологічність буде одним із пріоритетних напрямів діяльності Уряду США, адже заходи, пов'язані із протидією змін клімату досить ґрунтовано були анонсовані у програмі Президента Байдена²⁸. Зокрема у цьому документі визначаються 9 ключових пріоритетів «Clean Energy Revolution», основні з них:

²⁵ Режим доступу - <https://www.gov.uk/government/publications/participating-in-the-uk-ets>

²⁶ Global Britain in a competitive age. Режим доступу - https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/969402/The_Integrated_Review_of_Security_Defence_Development_and_Foreign_Policy.pdf?fbclid=IwAR32yhmfi4laEUDtsa_10AMa2n4E4kLaaeIX0w-jpig5fVhiaezF2QaDawM

²⁷ Режим доступу - <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/01/20/paris-climate-agreement/>

²⁸ 9 key elements of Joe Biden's plan for a clean energy revolution. Режим доступу - <https://joebiden.com/9-key-elements-of-joe-bidens-plan-for-a-clean-energy-revolution/>

1. Розробка законодавчої бази, яка задасть стратегічні орієнтири по виходу США на нульовий рівень викидів парникових газів до 2050р.
2. Створення стимулів для модернізації підприємств з метою швидкого впровадження екологічних технологій у всі сектори національної економіки.
3. Посилення відповідальності за забруднення навколишнього середовища²⁹, а також визначення екологічності – одним із головних пріоритетів діяльності федеральних органів влади.
4. Десятирічна інвестиційна програма³⁰ у сектор альтернативної енергетики та пов'язані із ним інноваційні розробки.
5. Соціальний захист робітників добувної промисловості, а також створення нових робочих місць в секторі альтернативної енергетики і високотехнологічних галузей.

Цілком очікувано, що тренди внутрішньої політики відображатимуться на порядку денному енергетичної дипломатії США.

1.3. Енергетична дипломатія ЄС в контексті досягнення вуглецевої нейтральності

Європейський Союз провадить послідовну політику вуглецевої нейтральності. Досягненню цієї мети сприятиме, зокрема, нещодавно прийнята концепція енергетичної дипломатії ЄС³¹. Головна ціль даного документу прискорити глобальний енергетичний перехід шляхом зниження викидів вуглецю, поширення енергоефективних ініціатив, а також через розвиток і впровадження нових технологій.

Дана концепція фокусується на слідуючому:

²⁹ Посилення обмежень щодо викидів нафтогазовими підприємствами, розробка нових більш суворих стандартів економії палива для транспортних засобів, захист екосистем федеральних земель і водних ресурсів, зокрема через мораторій на видачу нових дозволів.

³⁰ Відкрита кредитна лінія в обсязі \$400 млрд.

³¹ Council adopts conclusions on climate and energy diplomacy. Режим доступу - <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2021/01/25/council-adopts-conclusions-on-climate-and-energy-diplomacy/>

1. Завершення переходу від викопних видів палива³² до вуглецево-нейтральних джерел енергії.
2. Підвищення вимог³³ до прямих іноземних інвестицій в енергетичну інфраструктуру ЄС.
3. Запобігання імпорту електроенергії із атомних об'єктів третіх країн, що не відповідають затвердженим рівням безпеки у ЄС.
4. Обмеження інвестицій в інфраструктурні проекти, які спрямовані на розвиток традиційних джерел енергії у третіх країнах³⁴.
5. Надання переваг у співпраці з країнами із G20 в частині створення альянсів для об'єднання зусиль з метою пом'якшення наслідків зміни клімату.

1.4. Висновки до розділу

- 1.4.1. Розвинуті країни світу, починаючи із 2010 року, закріплюють на законодавчому рівні стратегічні цілі по зменшенню впливу діяльності економіки та суспільства на клімат.
- 1.4.2. Декарбонізація поступово переходить у площину енергетичної дипломатії, що відповідно змушує інші зацікавлені сторони переглядати власну кліматичну політику.
- 1.4.3. Перед Україною в умовах безпекових викликів особливо гостро постає завдання по адаптації до нових умов, яке пропонується досягти за рахунок створення інституції Урядового Уповноваженого з питань декарбонізації.
- 1.4.4. Визначити стратегічні орієнтири України в частині досягнення вуглецевої нейтральності можливо шляхом детального аналізу трендів кліматичної політики в енергетичній галузі.

³² Для країн, що можуть постраждати від закриття підприємств вугледобувного сектору економіки, рекомендовано розпочати програму трансформації вугільних регіонів.

³³ Мають сприяти досягненню цілей в частині боротьби із зміною клімату; зберігати цілісність внутрішнього ринку ЄС; не впливати на енергетичну безпеку європейських країн.

³⁴ За винятком випадків, коли проекти відповідатимуть принципам вуглецевої нейтральності та будуть враховувати у виробничому процесі технології очищення або компенсації викидів CO₂.

2. Тренди декарбонізації

Тренди декарбонізації було класифіковано за напрямками: ресурси, інфраструктура, ринки, споживач та інвестиції.

2.1. Ресурси

2.1.1. Відновлювальні джерела енергії

Альтернативна енергетика поступово інтегрується в урбанізаційні процеси³⁵ і стає одним із основних драйверів декарбонізації економіки. Згідно із відкритими даними³⁶, станом на початок 2021р. більше 40 міст покривають усі потреби в електроенергії за рахунок відновлювальних джерел. До такої ж мети прямують і населені пункти Великобританії, які об'єднались у консорціум «UK100»³⁷.

За крайні п'ять років енергобаланс країн Європейського Союзу зазнав суттєвих змін, зокрема за підсумками 2020р. частка вугільної³⁸ та атомної генерації, у порівнянні із показниками 2015р., знизилась на 20% і 10% відповідно. При цьому, частка електроенергії, яка вироблена із природного газу зменшилась несуттєво, лише на 4%³⁹. Натомість зросла частка виробництва енергії із альтернативних джерел^{40,41}, що призвело до зниження вуглецеємності виробництва електроенергії із 317 грам до 226 CO₂/КВт × год. Таким чином, електроенергія у європейських

³⁵ Зростання значення міст в розвитку суспільства, яке супроводжується ростом і розвитком міських поселень, зростанням питомої ваги міського населення, поширенням міського способу життя в певній області, країні, світі.

³⁶ Carbon Disclosure Project (CDP). Режим доступу - <https://www.cdp.net/en/articles/cities/over-100-global-cities-get-majority-of-electricity-from-renewables>

³⁷ Режим доступу - <https://www.uk100.org>

³⁸ За даними британського аналітичного центру Ember, вугільні електростанції ЄС у 2020р. згенерували лише 13% енергії. При цьому, частка викопних видів палива у структурі виробництва електроенергії ЄС склала 37%. Режим доступу - <https://www.agora-energiawende.de/en/press/news-archive/renewables-overtake-gas-and-coal-and-coal-in-eu-electricity-generation-1/>

³⁹ Найбільш вагомим фактором впливу стала зміна структури споживання через карантинні заходи та пандемію.

⁴⁰ До 38% в загальному енергобалансі ЄС.

⁴¹ Сонячні та вітрові електростанції у 2020р. продемонстрували зростання на 50 ТВт × год, що перевищує темпи приросту генерації за останні 10 років (максимальний показник - 38 ТВт × год). Однак, для досягнення кліматичної нейтральності країнам ЄС необхідно подвоїти цей показник до 2030р.

державою стала на 30% чистіше, ніж була в 2015р. Все це свідчить про безальтернативність політики енергетичного переходу⁴² Європейського Союзу.

Поряд з цим, Китай активно збільшує встановлені потужності об'єктів ВДЕ, що дозволило за 10 років зменшити частку вугілля в енергобалансі з 68% до 56%⁴³.

Сектору альтернативної енергетики, незважаючи на коронакризу, приділяють значну увагу інші країни світу. Як приклад, влада Індії визнала пандемію COVID-19, форс-мажором⁴⁴ та продовжила терміни будівництва нових електростанцій, які отримали державну підтримку. Аналогічна практика була застосована у Німеччині⁴⁵ та США⁴⁶. Одночасно з цим, Греція спростила вимоги в частині ліцензування виробників енергії із ВДЕ⁴⁷, а В'єтнам переглянув «зелені» тарифи для сонячної енергетики у бік їх зменшення⁴⁸. Уряд Іспанії та Франції вирішив підтримати виробників біогазу⁴⁹, а у Хорватії було оголошено про стимулювання розвитку когенераційних технологій⁵¹.

Тренд розвитку альтернативної енергетики впливає на порядок денний найбільших нафтогазових компаній, зокрема Equinor⁵² та Repsol⁵³ задекларували, що у найближчі десять років будуть досягнуті нульові

⁴² Заміщення викопних видів палива на відновлювальні джерела енергії.

⁴³ Цьому також сприяло збільшення частки природного газу в енергобалансі держави. Режим доступу - <https://energy.economictimes.indiatimes.com/news/coal/chinas-coal-consumption-share-falls-to-56-8-per-cent-at-end-2020/81268463>

⁴⁴ Меморандум Міністерства нової та відновлювальної енергетики Індії від 17.04.2020р. Режим доступу - https://mnre.gov.in/img/documents/uploads/file_f-1587398024891.pdf

⁴⁵ Рішення Федерального мережевого агентства від 06.04.2020р. Режим доступу - https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Instituten/Ausschreibungen/Antrag_Fristverlaengerung.html

⁴⁶ Рішення Податкового Департаменту США від 27.05.2020р. Режим доступу - <https://www.irs.gov/pub/irs-drop/n-20-41.pdf>

⁴⁷ Закон Греції №4685/2020 від 07.05.2020р.

⁴⁸ Рішення Прем'єр-міністра №13/2020/QD-ТТг від 06.04.2020р.

⁴⁹ Указ Прем'єр-міністра Франції №2020-787 від 25.06.2020р. Режим доступу - <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000042045409/2020-07-13/>

⁵⁰ Закон №23/2020 від 23.06.2020р.

⁵¹ Рішення Уряду Хорватії №1140 від 15.05.2020р. Режим доступу - https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_05_57_1140.html

⁵² Режим доступу - <https://www.equinor.com/>

⁵³ Режим доступу - <https://www.repsol.com>

викиди попутного нафтового газу на свердловинах і одночасно з цим збільшені потужності «зеленої» генерації до 12 ГВт.

Низьковуглецеві прагнення сприяли появі так званих міжнародних «зелених» сертифікатів (I-REC)⁵⁴, які застосовуються для моніторингу переміщень електроенергії, що вироблена із альтернативних джерел⁵⁵. Однак, такий інструмент поширюється лише на сектор ВДЕ і обмежує можливості фінансового стимулювання для АЕС та ГЕС.

2.1.2. Обмеження видобутку корисних копалин

Ініціатива обмеження видобутку корисних копалин, зокрема передбачена у «Lofoten Declaration»⁵⁶ і ґрунтується на розрахунках міжнародних експертів⁵⁷, які вважають, що для уповільнення глобального потепління потрібно до 2030 скоротити видобуток вугілля (61%), нафти (36%) та природного газу (32%). Подібна позиція була опублікована у World Energy Outlook⁵⁸. На сьогоднішній день про свої плани обмежувати видобуток корисних копалин заявили 10 країн, зокрема Данія⁵⁹, Іспанія⁶⁰, Франція⁶¹.

Поряд з цим, 12 нафтовидобувних компаній⁶² об'єднались в консорціум «Oil and Gas Climate Initiative»⁶³ з метою зниження вуглецеємистості⁶⁴ технологічних операцій на 9% до 2025р.

⁵⁴

⁵⁵ RECS International Annual Report 2019. Режим доступу - : <https://recs.org/cover-story/recs-international-annual-report-2019/>

⁵⁶ Режим доступу - <http://www.lofotendeclaration.org/>

⁵⁷ The Production Gap Report: 2020 Special Report / SEI, IISD, ODI, E3G, UNEP, December 2020. Режим доступу - <https://productiongap.org/>

⁵⁸ Sustainable Development Scenario / World Energy Outlook 2020 / IEA, October 2020. Режим доступу - <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>

⁵⁹ На законодавчому рівні закріплена відмова від видобутку нафти і газу до 2050р. Також з 2020р. прийнята заборона щодо видачі ліцензій на видобуток вуглеводнів у Північному морі.

⁶⁰ Розглядається питання, щодо відмови від видобутку нафти і газу до 2042р.

⁶¹ На законодавчому рівні закріплена відмова від видобутку нафти і газу до 2040р. Також з 2017р. прийнята заборона щодо видачі ліцензій на видобуток вуглеводнів.

⁶² Загальний обсяг видобутку цих підприємств складає 25% від світового споживання. До консорціуму зокрема увійшли CNPC (Китай), Petrobras (Бразилія), Saudi Aramco (Саудівська Аравія) та інші.

⁶³ Режим доступу - <https://oilandgasclimateinitiative.com/>

Компанії, що не входять до даного консорціуму, самостійно визначають стратегічні цілі по досягненню вуглецевої нейтральності. Наприклад італійська Eni передбачає, що повна декарбонізація виробничих процесів буде досягнута за рахунок збільшення встановлених потужностей ВДЕ та впровадження технологій вловлювання та зберігання діоксиду вуглецю⁶⁵.

Посилення кліматичної політики в сегменті добувної промисловості очікувано вплине на ресурсні ринки, зокрема варто очікувати появи нових індикативів вартості, зокрема для низьковуглецевих вуглеводнів.

Вже сьогодні, компанія Pioneer Natural Resources проводить модернізацію технологічних процесів для припинення спалювання попутного нафтового газу до 2030р. По аналогічній дорожній карті йде Chevron, яка оголосила про готовність зменшити викиди парникових газів у нафтогазовому бізнесі до 5% і одночасно з цим розвивати напрямок термоядерного синтезу.

Одним із трендів також стане переорієнтація гірничодобувних підприємств, як приклад, компанія BHP Group⁶⁶ переорієнтує свою діяльність: замість вугілля видобуватимуть мідь та нікель.

2.1.3. Відмова від вугільної генерації

Ініціатива відмови від вугільної генерації просувається через «Powering Past Coal Alliance»⁶⁷, який об'єднує більше ніж 50 корпорацій⁶⁸ із 34 країн світу на яких припадає лише 4% встановлених потужностей у світі.

⁶⁴ Кількість викидів на барель видобутої нафти (кг CO₂-екв. / Бар.). Рівень емісії парникових газів прямо залежить від типу родовища, зокрема під час видобутку сланцевої нафти (120 кг CO₂-екв. / Бар) викиди у два рази вищі в порівнянні з аналогічною операцією на традиційних покладах.

⁶⁵ Передбачається, що повна декарбонізація буде досягнута за рахунок збільшення встановлених потужностей ВДЕ; збереження лісів; впровадження технологій Режим доступу - <https://www.eni.com/assets/documents/press-release/migrated/2021-en/02/PR-strategy-2021-2024.pdf>

⁶⁶ Концерн оголосив про плани зменшити на 30% викиди парникових газів до 2030р. На сьогоднішній день, BHP Group емітує 14,2 млн. т діоксиду вуглецю. Режим доступу - <https://www.bhp.com/>

⁶⁷ Режим доступу - <https://poweringpastcoal.org/>

⁶⁸ У тому числі установи банківського сектору, які відмовились фінансувати підприємства вугільної генерації.

Однак, перелік сторін альянсу з кожним роком розширюється. На сьогоднішній день, більше 20 держав задекларували свої прагнення відмовитись від вугільної генерації. Окрім цього, аналіз відкритих даних⁶⁹⁷⁰ демонструє, що пік попиту на вугілля був пройдений у 2013р., а у 2020р. відбулось зниження встановлених потужностей вугільної генерації.

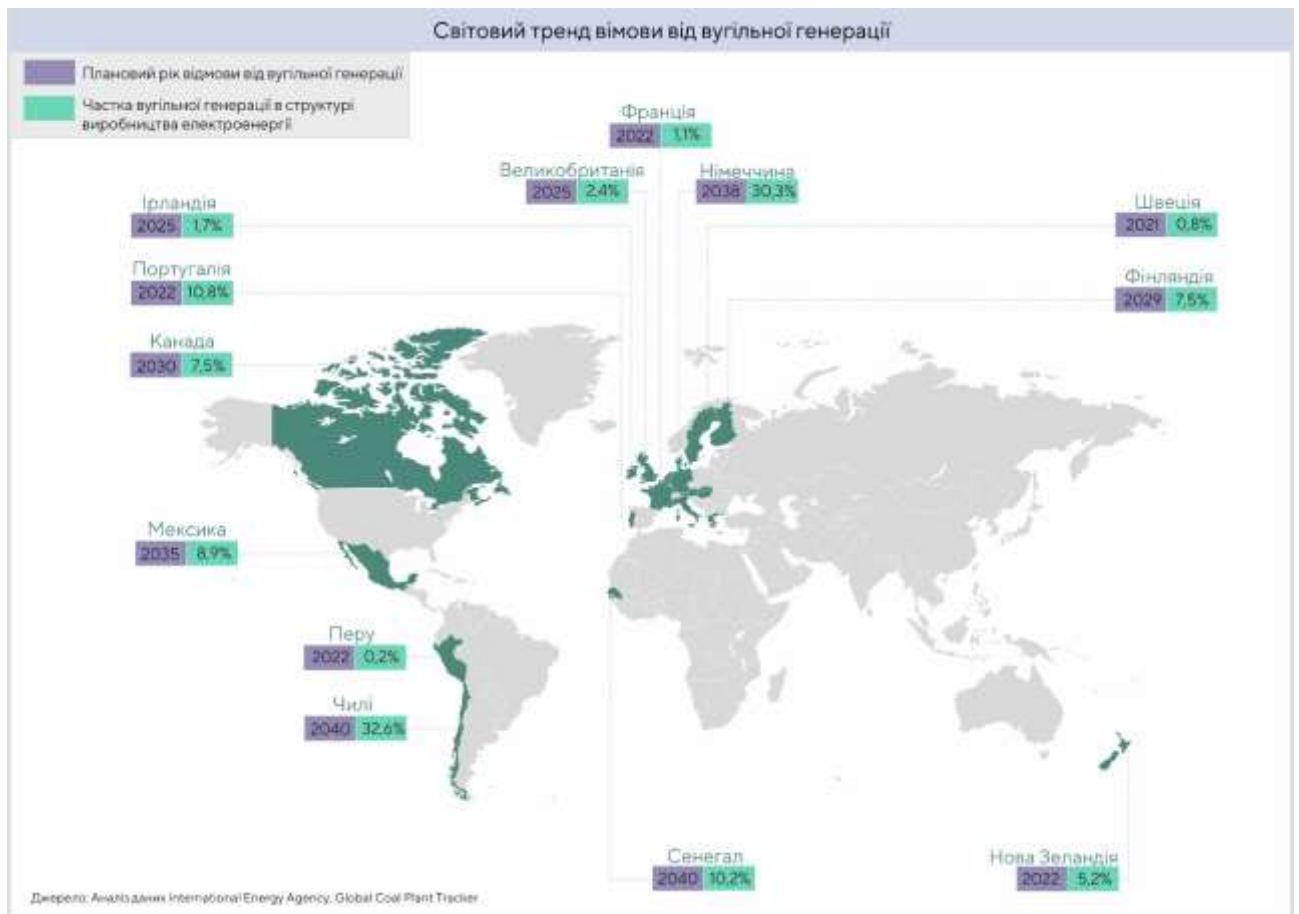
Через цей тренд, окремі країни світу прискорюють енергетичний перехід енергетичної галузі. Як приклад, Франція на законодавчому рівні⁷¹ вносить зміни до енергетичного і містобудівного кодексів та інших документів, якими зокрема передбачається: збільшення цільового показника по скороченню споживання викопного палива станом до 40% (в порівнянні з рівнем 2012 року); закриття останніх чотирьох вугільних електростанцій до 2022 року; пролонгацію терміну (на 10 років до 2035р.) скорочення частки атомної енергетики до 50%; реконструкція будівель з високим рівнем енергоспоживання протягом 10 років⁷².

⁶⁹ Global Coal Plant Tracker. Режим доступу - <https://endcoal.org/global-coal-plant-tracker/>

⁷⁰ Coal 2020 / IEA, December 2020. Режим доступу - <https://www.iea.org/reports/coal-2020>

⁷¹ Закон №2019-1147 від 08.11.2019р. Режим доступу: <https://www.legifrance.gouv.fr>

⁷² Декрет Уряду №2019-771 від 23.07.2019р. Режим доступу: <https://www.legifrance.gouv.fr>



2.1.4. Вловлювання, використання та зберігання діоксиду вуглецю

Ефективно досягти кліматичних цілей можливо за рахунок прямої утилізації діоксиду вуглецю⁷³. Такої ж думки дотримуються експерти ООН⁷⁴, які також вважають, що такий підхід дозволить прискорити декарбонізацію процесу виробництва електроенергії, а також інших енергоємних секторів. Однак, за даними International Energy Agency⁷⁵, станом на початок 2021р. реалізовується лише 50 комерційних проектів по вловлювання, використанню і зберіганню діоксиду вуглецю. Загальний бюджет реалізації цих проектів складає майже \$5 млрд. При цьому собівартість операції вловлювання, залежно від джерела емітента варіюється від \$20 до \$150 за одну тону CO₂.

⁷³ Carbon Capture, Utilization, and Storage (CCUS). Технологія полягає у відділенні CO₂ від промислових і енергетичних джерел, транспортування до місця зберігання і довгострокову ізоляцію від атмосфери.

⁷⁴ Achieving Carbon Neutrality with Carbon Capture, Use and Storage Technology. Режим доступу - https://unece.org/DAM/energy/se/pp/ces/ge16_2020/CCUS_Roundtable.pdf

⁷⁵ Режим доступу - <https://www.iea.org/reports/ccus-in-clean-energy-transitions>

Лише за три роки кількість проектів подвоїлась, за даними Global CCS⁷⁶ Institute⁷⁶ станом на грудень 2018р. у світі налічувалося лише 20 проектів з технологією уловлювання діоксиду вуглецю. Один із реалізованих проектів у вугільній генерації - реконструкція TEC Boundary Dam в Канаді, де третій енергоблок потужністю близько 130 МВт був модернізований і оснащений установкою CCS (частка уловлювання 90%), а вуглекислий газ використовується на найближчому нафтовому родовищі для інтенсифікації видобутку. Вартість проекту тоді склала близько \$1,4 млрд.

У майбутньому рентабельність технології може бути цілком виправдано за рахунок оптимізації виробничих операцій, систем логістики⁷⁷ і пристосування споживачів⁷⁸ до використання діоксиду вуглецю в якості сировини. Наприклад, індійська компанія Tata Steel⁷⁹ нещодавно оголосила, що досягне вуглецевої нейтральності у 2050р. за рахунок впровадження технології вловлювання CO₂.

2.1.5. Воднева енергетика

Поступове збільшення обсягів використання водню у секторі транспорту сприяло появі перших фінансових ініціатив в підтримки розвитку даного сектору⁸⁰. Успішність такої політики привернула увагу провідних країн світу до майбутньої ролі водневих технологій в енергетичному балансі.

Перша концепція розвитку водневої енергетики була розроблена Японією у 2017р.⁸¹, на базі якої через два роки було створено детальну

⁷⁶ CCS – Carbon Capture and Storage, улавливание и хранение углерода

⁷⁷ Діоксид вуглецю може транспортуватись трубопровідним та/або морським транспортом. Режим доступу - https://unece.org/sites/default/files/2020-12/CCUS_infographic_RUS.pdf?utm_source=telegram.me&utm_medium=social&utm_campaign=rol-ccus-v-dekarbonizatsiuzhe-i-eek-oo

⁷⁸ Діоксид вуглецю може використовуватись, як сировина у сталеливарному, цементному і хімічному секторах. Зокрема для виробництва бетону, метанолу, етанолу, пластмаси і т. п. Також CO₂ може застосовуватись для збільшення продуктивності нафтових родовищ.

⁷⁹ Режим доступу - <https://www.tatasteel.com/>

⁸⁰ Станом на 2018р. у світі налічувалось більше 50 заходів, які напряду підтримують використання водню. Режим доступу - <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>

⁸¹ Воднева стратегія Японії. Режим доступу - https://www.meti.go.jp/english/press/2017/1226_003.html

дорожню карту дій⁸² в рамках цього документу в 2020р. було профінансовано галузь на рівні \$0,7 млрд. Південна Корея пішла за прикладом Японії, і затвердила у 2019р. дорожню карту водневої економіки до 2040р.⁸³, яка передбачає лідерство у виробництві паливних елементів для електростанцій та електромобілей⁸⁴. Майбутня імпорторієнтованість водневих економік Японії та Південної Кореї була максимально врахована у стратегії Австралії⁸⁵, яка базується на створенні гнучких⁸⁶ ланцюжків виробництва, постачання та експортування водню⁸⁷. Серед інших країн азіатсько-тихоокеанського регіону, наприклад у Новій Зеландії, перспективи водню враховані лише на рівні енергетичної стратегії⁸⁸.

Європейська Комісія розраховує на те, що одночасне впровадження водневої стратегії⁸⁹, плану по інтеграції енергосистеми країн ЄС⁹⁰ разом із новою екологічною політикою (Green Deal) і системою прикордонних податків (Carbon border adjustment mechanism), дозволять відновити економіку після коронакризи⁹¹ і захистити власного виробника від економічної експансії РФ та КНР.

Основою для реалізації водневої стратегії є план по інтеграції енергосистеми країн ЄС, який включає п'ять груп заходів: створення

⁸² Основний акцент на створенні водневої економіки; підвищенні енергобезпеки; декарбонізації; збільшенні експорту автомобілей на водневих елементах.

⁸³ Дорожня карта водневої економіки Південної Кореї до 2040р. Режим доступу - <https://www.iea.org/policies/6566-korea-hydrogen-economy-roadmap-2040>

⁸⁴ Фінансовий план створення промислової екосистеми для водневих автомобілей передбачає \$2,2 млрд. інвестицій у 2022р.

⁸⁵ Національна воднева стратегія Австралії. Режим доступу - <https://www.industry.gov.au/data-and-publications/australias-national-hydrogen-strategy>

⁸⁶ Гнучкість ланцюжків полягає у створенні інфраструктури по типу хабу, який прийматиме вироблений водень по різним технологіям, у том числі із викопних видів палива.

⁸⁷ Австралія організувала партнерство із Японією по розвитку пілотного проекту «Створення ланцюжка постачання водню», а також підписала договір про наміри із Південною Кореєю. Режим доступу - <https://www.bennettjones.com/Blogs-Section/Hydrogen-around-the-World-Enhancing-Japanese-and-South-Korean-Energy-Security>

⁸⁸ Енергетична стратегія Нової Зеландії. Режим доступу - <https://www.mbie.govt.nz/building-and-energy/energy-and-natural-resources/energy-strategies-for-new-zealand/>

⁸⁹ Воднева стратегія для кліматично нейтральної Європи. Режим доступу - https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/FS_20_1296

⁹⁰ Європейська стратегія по інтеграції енергосистем. Режим доступу - https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/energy_system_integration_strategy.pdf

⁹¹ Європейська комісія очікує, що реалізація водневої стратегії сприятиме створенню 1 млн. робочих місць по всіх ланцюжкам нового сектору економіки.

ОЕС із замкнутим циклом; цифровізація галузі та підтримка інновацій; максимальна орієнтація споживачів на використання ВДЕ; гнучке податкове законодавство для ефективної декарбонізації; розширення можливостей альтернативної енергетики і низьковуглецевих видів.

Безпосередній перехід до водневої економіки Європейського Союзу заплановано здійснити в три кроки.

1. Протягом 2020-2024рр. встановити потужність електролізних установок до 6 ГВт, а виробництва «зеленого» водню до 1 млн.т.
2. У період 2025-2030рр. водень стає невід'ємним елементом енергетичного балансу, а встановлена потужність електролізних установок складає 40 ГВт. При цьому, виробництво «зеленого» водню складає щонайменше 10 млн.т/рік. На впровадження водневих технологій до 2030р. заплановано інвестувати \$170 млрд.
3. Під час 2030-2050рр. відбувається масштабне освоєння водневих технологій в усіх секторах економіки ЄС. Вцілому, загальний портфель інвестицій у розвиток водневої економіки ЄС складатиме близько \$430 млрд⁹².

Російська Федерація, у відповідь на новий вектор енергетичної політики Європейського Союзу, розробила власний план заходів до 2024р.⁹³, що має на меті максимально розвинути експортний потенціал для повного задоволення потреб споживачів європейського та азійсько-тихоокеанського регіону через існуючу мережу магістральних газопроводів. Таким чином, РФ продовжує використовувати енергетику⁹⁴ в контексті міжнародної політики, зокрема здійснюючи тиск у питанні проекту «Північний потік-2»⁹⁵.

⁹² <https://www.petroleum-economist.com/articles/low-carbon-energy/energy-transition/2020/eu-to-fund-hydrogen-as-part-of-decarbonisation-strategy>

⁹³ Дорожня карта по розвитку водневої енергетики в Російській Федерації до 2024р. Режим доступу - <https://minenergo.gov.ru/node/19194>

⁹⁴ Аналітичне дослідження «Енергетика в геополітиці Кремля». Режим доступу - <https://razumkov.energy/meny/news/energy-independent.html>

⁹⁵ За даними аналітичного дослідження «Підводні трубопроводи військового призначення», проект «Північний потік-2» може здійснювати розвідувальну функцію. Режим доступу - <https://razumkov.energy/meny/news/military-pipelines.html>

КНР також працює над інтеграцією водню у структуру своєї національної економіки. Наприклад створений національний план «Блакитна книга по водневій інфраструктурі»⁹⁶. Головний акцент китайської стратегії націлений на зміну транспортної парадигми і заміщення акумуляторних батарей на водневі паливні елементи.

Португалія, як і Європейська Комісія у 2020р., ухвалила одночасно два стратегічних документи: Національний енергетичний і кліматичний план⁹⁷ та Національну водневу стратегію⁹⁸. Згідно із останнім документом, Лісабон до 2030р. на впровадження водневих технологій запланував витратити \$8,3 млрд. Аналогічні масштаби фінансування передбачені Урядом Франції в Національній стратегії розвитку «чистого» водню⁹⁹.

Найбільший обсяг інвестицій у сектор водневої економіки передбачений Водневою стратегією Норвегії¹⁰⁰ на рівні \$13 млрд. до 2030р.

Нідерланди також прийняли державну стратегію розвитку водневої енергетики, яка має на меті забезпечити вихід країни у світові лідери по виробництву та використанню «зеленого» водню¹⁰¹¹⁰². В цілому прийнятий документ визначає три пріоритети: ефективна регуляторна політика; зниження собівартості, збільшення обсягів виробництва та споживання «зеленого» водню; міжнародна кооперація. Цілком ймовірно, що першим міждержавним проєктом стане постачання водню на ринок

⁹⁶ Blue Book on Global H2 Infrastructure and FCVs to be released in October 2018 Release

⁹⁷ Режим доступу - <https://www.portugal.gov.pt/pt/gc22/comunicacao/comunicado?i=plano-nacional-energia-e-clima-2030-aprovado-em-conselho-de-ministros>

⁹⁸ Воднева стратегія Португалії. Режим доступу - <https://climate-laws.org/geographies/portugal/policies/national-hydrogen-strategy>

⁹⁹ Режим доступу - <https://www.economie.gouv.fr/presentation-strategie-nationale-developpement-hydrogene-decarbone-france>

¹⁰⁰ Воднева стратегія Норвегії. Режим доступу - <https://www.regjeringen.no/en/aktuelt/the-norwegian-hydrogen-strategy/id2704774/>

¹⁰¹ Національна кліматична угода Нідерландів від 28.06.2019р. Режим доступу - <https://www.klimaatkoord.nl/documenten/publicaties/2019/06/28/national-climate-agreement-the-netherlands>

¹⁰² Починаючи із 2021р. щорічний обсяг фінансування заходів впровадження водневих технологій складає \$0,05 млрд.

Німеччини¹⁰³, яка у власній стратегії¹⁰⁴ визнала, що через брак генеруючих потужностей імпортуватиме новий енергоносіє до 2030р.

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

Саме тому більшість міжнародних дослідників прогнозують¹⁰⁵, що до 2050р. четверта частина світової потреби в енергії буде покриватись за рахунок водню.

На розвиток водневої енергетики розраховують промислові споживачі. Провідні гірничо-металургійні компанії світу розробили вуглецево-нейтральні стратегії розвитку із акцентом на виробництво низьковуглецевої сталі із використанням водню, який генеруватиметься об'єктами ВДЕ. Наприклад, австралійсько-британський концерн Rio Tinto¹⁰⁶ та китайська компанія China Baowu Steel Group публічно заявили про свої спільні наміри інвестувати \$10 млн. у такі проекти. Про плани збудувати завод по виготовленню низьковуглецевої сталі також оголосила німецька компанія ThyssenKrupp¹⁰⁷.

Виходячи із таких трендів та існуючих досліджень¹⁰⁸, був розрахований прогнозний попит на водень у Європі та Україні. Дослідження показали, що концентрація споживачів водню у географічному вимірі подібна до кластерної структури і співпадатиме із розташуванням об'єктів металургійної, хімічної та енергетичної промисловості.

¹⁰³ Пріоритетами водневої стратегії Федеративної Республіки Німеччина є орієнтація на імпорт та власне виробництво «зеленого» водню; застосування нового енергоносія в секторі транспорту і промисловості; розвиток інновацій, зокрема технології Power-to-X. Всього у інновації заплановано витрати \$1,7 млрд до 2026р.

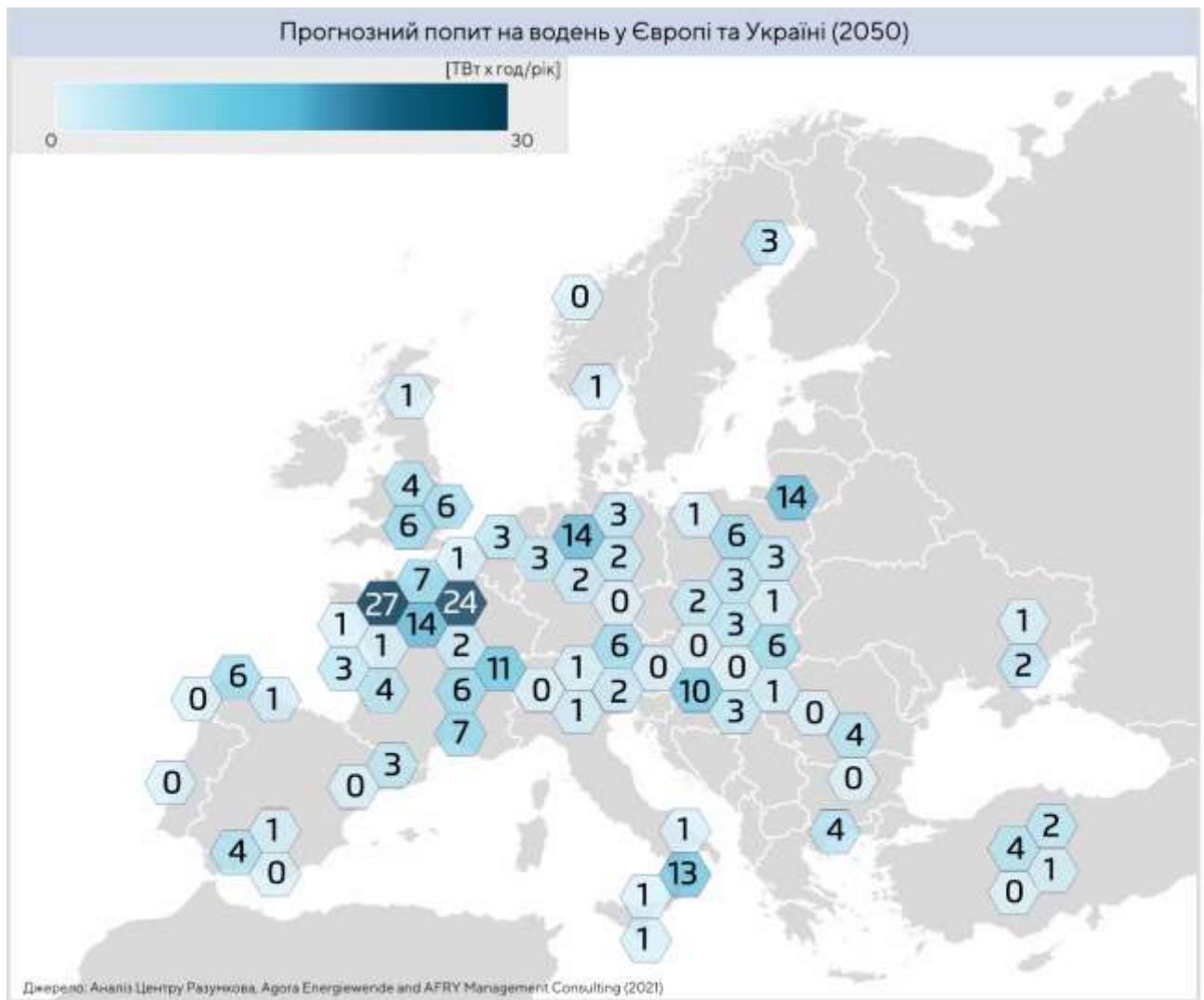
¹⁰⁴ Національна воднева стратегія Німеччини. Режим доступу - <https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Energie/the-national-hydrogen-strategy.html>

¹⁰⁵ Hydrogen Council. Режим доступу - <https://hydrogencouncil.com/en/>

¹⁰⁶ Згідно із стратегією концерну, усі підприємства мають стати вуглецево-нейтральними до 2050р. Режим доступу - <https://www.riotinto.com/>

¹⁰⁷ Німецька компанія має на меті вже у 2050р. стати нейтральною по відношенню до діоксиду вуглецю. Режим доступу - <https://www.thyssenkrupp.com/>

¹⁰⁸ Режим доступу - <https://static.agora-energiewende.de/>



2.2. Ринки. Вуглецеве ціноутворення

Прийнято вважати¹⁰⁹, що вуглецеве ціноутворення – це механізм компенсації непрямих збитків¹¹⁰ тими, хто їх опосередковано спричинив. Також такий інструмент застосовується урядами різних держав для стимулювання підприємств зменшувати емісію парникових газів під час своєї діяльності з метою досягнення національно-визначеного внеску до Паризької угоди.

¹⁰⁹ The International Carbon Action Partnership (ICAP). Режим доступу - <https://icapcarbonaction.com/>

¹¹⁰ Збитки від стихійних лих, зменшення врожайності, додаткові витрати на медицину, тощо. Всесвітня організація охорони здоров'я встановила, що забруднення повітря є одним з основних факторів впливу на стан здоров'я людини. Саме через це розвиваються такі хвороби як інсульт, рак легенів, хронічні та гострі респіраторні захворювання, включаючи астму. Зменшити такий вплив можливо через впровадження заходів по зниженню рівня забруднення повітря. Режим доступу - <https://www.who.int/countries/ukr/ru/>

У світовій практиці застосовується три форми вуглецевого ціноутворення: податок на CO₂, система торгівлі квотами на викиди парникових газів, а також комбінація цих підходів.

За даними Світового банку¹¹¹, на початок 2021р. у 46 країнах успішно запроваджено більше 60 ініціатив вуглецевого ціноутворення, у тому числі 31 система торгівлі квотами (Emissions Trading System).

2.2.1. Системи торгівлі квотами на викиди парникових газів

Вперше ідея торгівлі квотами на викиди була сформульована у 1968р. Джоном Дейлсом у роботі «Забруднення, власність та ціни»¹¹². Канадський економіст визначив, на прикладі забруднення водойм, описав принципом «cap and trade», тобто Уряд встановлює обмеження на загальний обсяг емісії в секторах економіки, а підприємства купують квоти.

На сьогоднішній день, така модель вуглецевого ціноутворення повноцінно запроваджена у Великобританії, ЄС, Японії, Казахстані, Мексиці, Південній Кореї і частково діє у США, Канаді та Китаї. Вперше система торгівлі квотами була запроваджена у 2005р. в Європейському Союзі, і наразі вона охоплює 45% усіх викидів парникових газів єврозони. Друга за обсягами система торгівлі квотами була розгорнута у 2015р. в Південній Кореї, і наразі охоплює 70% національний викидів парникових газів.

Примітний досвід Швейцарії, яка у 2008р. вирішила замінити вуглецевий податок на систему торгівлі квотами. Таке рішення було пов'язано вочевидь з тим, що ринкове ціноутворення є більш дієвим мотиваційним механізмом для підприємств у частині зменшення викидів парникових газів.

¹¹¹ Carbon Pricing Dashboard. Режим доступу - https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data

¹¹² Pollution, Property and Prices / John Harkness Dales, University of Toronto P., 1968

Ринкове ціноутворення на діоксид вуглецю має ряд переваг, це сприятиме нарощуванню темпів впровадження систем торгівлі квотами різного рівня і максимальній їх інтеграції між собою.

2.2.2. Вуглецевий податок

Вуглецевий податок, як і система торгівлі квотами, заснована на принципі «Polluter Pays Principle», яку в 1920р. запропонував Артур Пігу. Британський економіст у своїх роботах визначив¹¹³, що екологічний податок для підприємства має відповідати потенційним витратам на ліквідацію емітованих ним викидів. Вперше такий підхід був застосований у 1991р. в Швеції. Безпосередньо вуглецевий податок у Великобританії був запроваджений із 2001р. і мав назву: збір для подолання проблеми зміни клімату (Climate change levy - CCL).

2.2.3. Транскордонний вуглецевий податок

Голова Європейської Комісії Урсула фон дер Ляєн, у вересні 2020р.¹¹⁴ оголосила про нову кліматичну ціль ЄС – це зниження викидів парникових газів на 55% до 2030р., зокрема за рахунок введення транскордонного вуглецевого податку (Carbon border adjustment mechanism).

Розглянемо детальніше можливі сценарії запровадження прикордонного вуглецевого податку за наступними категоріями.

а). Механізм. За оцінками Центру Разумкова, базовий сценарій передбачатиме введення мита на імпортні товари та/або розширення системи торгівлі квотами ЄС на партнерів. Доречно зауважити, що компенсація платежів імпортеру з іншої країни буде здійснюватись лише

¹¹³ The Economics of Welfare / Arthur Cecil Pigou, - London: Macmillan, 1932.

¹¹⁴ Глава Єврокомісії озвучила нові цілі Євросоюзу щодо захисту клімату. – Interfax-Україна, 16 вересня 2020р. Режим доступу – <https://ua.interfax.com.ua/news/general/688450.html>

за двох умов. Перш за все, відповідність кліматичної політики держави, де зареєстрований імпортер, стандартам ЄС в сфері охорони навколишнього середовища. По-друге, інтегрованість країни імпортера до системи торгівлі квотами Європейського Союзу¹¹⁵.

б). Галузі. Базовий сценарій передбачає поширення прикордонного вуглецевого податку, за виключенням сировини, на електроенергію та групу товарів переробної промисловості, зокрема нафтопродукти. Цілком ймовірний варіант згідно із яким буде комбінований перелік секторів та галузей економіки на який поширюватиметься прикордонний вуглецевий податок.

в). Облік вуглецевого сліду. Розрахунок прикордонного податку здійснюватиметься із врахуванням вуглецевого сліду імпортованої продукції. Існує три варіанти його обліку. Перший, це облік прямих викидів парникових газів, які безпосередньо емітуються при виробництві товару. Другий варіант передбачає часткове врахування непрямих викидів, наприклад емісія парникових газів під час генерації електроенергії, яка використовується для виготовлення потенційного товару для ринків ЄС. Згідно із третім варіантом, повне врахування непрямих викидів, тобто по всьому виробничо-збутовому ланцюжку, який проходить потенційний імпортерний товар.

г). Розмір податку. Цілком очікувано, що розмір транскордонного вуглецевого податку буде розраховуватись за формульним принципом із врахуванням цінових трендів у системі торгівлі квотами ЄС (EU ETS).

2.2.4. Вуглецева звітність

Посилена увага до кліматичної політики призводить до збільшення запитів на розкриття інформації про заходи підприємств у частині зменшення емісії парникових газів. Перший глобальний стандарт вуглецевої звітності «GHG Protocol» був розроблений у 2003р. World

¹¹⁵ International Carbon Markets. https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/markets_en

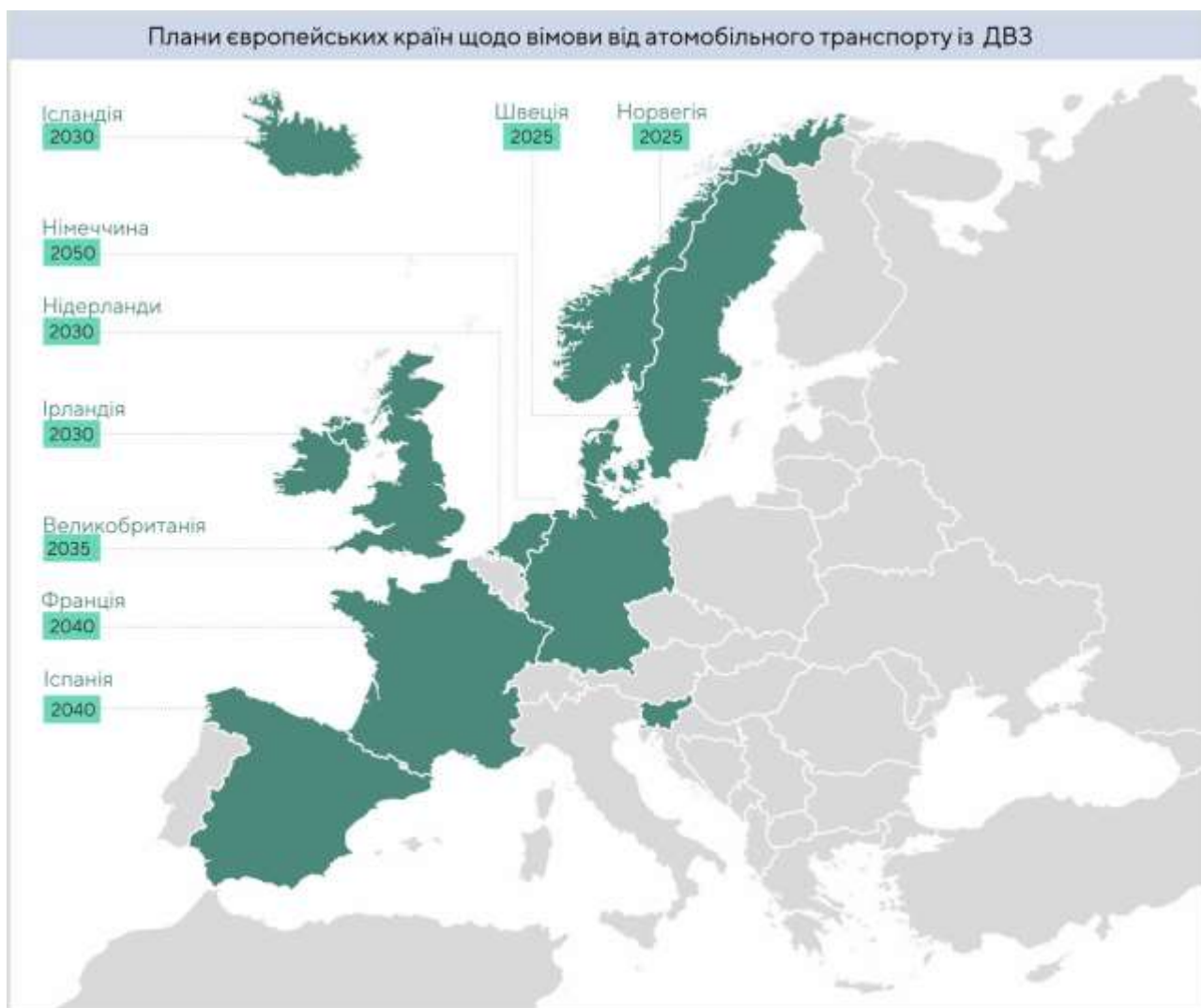
Business Council for Sustainable Development. Пізніше була реалізована міжнародна ініціатива «Carbon Disclosure Project»¹¹⁶, яка стосувалась добровільного розкриття інформації про викиди діоксиду вуглецю. Масштаб розвитку такої ініціативи спонукав Європейський Союз запровадити із 2018р. законодавчу норму, згідно із якою, підприємства зобов'язані розкривати інформацію про власні ініціативи у сфері декарбонізації.

¹¹⁶ Режим доступу - <https://www.cdp.net/en>

2.3. Споживачі

2.3.1. Відмова від двигунів внутрішнього згорання

Скорочення кількості автомобільного транспорту на базі двигунів внутрішнього згорання підтримують учасники двох альянсів «Transport Decarbonisation Alliance»¹¹⁷ та «Zero Emission Vehicle Alliance»¹¹⁸, які разом об'єднують більше 20 країн і мають на меті декарбонізувати сектор перевезень до 2050р.



Аналіз відкритих даних¹¹⁹ вказує на те, що вже з 2025р. частка продажів нових автомобілей з двигуном внутрішнього згорання зменшиться до

¹¹⁷ Режим доступу - <http://tda-mobility.org/>

¹¹⁸ Режим доступу - <http://www.zevalliance.org/>

¹¹⁹ International Council on Clean Transportation. Режим доступу - <https://theicct.org/blog/staff/global-ice-phaseout-nov2020>

23%. Пропорційно цьому буде зменшуватись попит на продукти нафтопереробки¹²⁰.

Найбільшу увагу електромобільному сектору приділяє Китай, зокрема на законодавчому рівні була розширена фінансова програма підтримки купівлі електрокарів¹²¹ та розвитку нової інфраструктури¹²².

2.3.2. Обмеження викидів у секторі авіаційних перевезень

Питанням обмеження викидів у авіаційному секторі опікується ICAO¹²³, яке систематично оновлює Стандарт викидів парникових газів під час здійснення міжнародних перевезень (SARPS)¹²⁴. Досягненню цілей декарбонізації у секторі авіації сприятиме ринковий механізм (CORSIA)¹²⁵, до якого долучились 90 країн і який має на меті збір додаткової плати із авіакомпаній при умові перевищенні встановленої норми викидів¹²⁶. Повноцінно даний механізм запрацює із 2027р.

2.3.3. Обмеження викидів у секторі морських перевезень

Питанням обмеження викидів у секторі судноплавства опікується ІМО¹²⁷, яке у 2018р. прийняло стратегію скорочення викидів парникових газів морським транспортом, згідно із якою заплановано до 2050р. зменшити емісію на 70%. Цьому сприятимуть зокрема і заходи із підвищення експлуатаційної енергоефективності суден, які оцінюються через рівень викидів діоксиду вуглецю на мильо пройденого шляху. Зменшення рівня емісії можливо лише за рахунок вдосконалення існуючих конструкцій вузлів та агрегатів суден, що передбачає суттєві фінансові інвестиції. Для стимулювання власників морських суден дотримуватись політики

¹²⁰ Моторні оливи, бензин, дизельна палива, а також зріджений газ (пропан-бутан).

¹²¹ Режим доступу - <https://sites-herbertsmithfreehills.vuturevx.com/95/22795/compose-email/-new-infrastructure---china-s-massive-stimulus-measures-after-covid-19-outbreak---part-2--new-energy-vehicle-charging-stations.aspx>

¹²² Режим доступу - http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-04/23/content_5505502.htm

¹²³ International Civil Aviation Organization – спеціалізована установа ООН, яка встановлює міжнародні норми для цивільної авіації та координує її розвиток. Режим доступу - <https://www.icao.int/>

¹²⁴ Режим доступу - <https://www.icao.int/safety/safetymanagement/pages/sarps.aspx>

¹²⁵ Режим доступу - <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/default.aspx>

¹²⁶ Норма визначається на рівні 2019р. - докоронакризового періоду.

¹²⁷ International Maritime Organization - спеціалізована установа ООН, яка встановлює міжнародні норми для морського транспорту. Режим доступу - <https://www.imo.org/>

зменшення викидів діоксиду вуглецю був створений донорський фонд «GHG TC-Trust Fund»¹²⁸. Глобальна політика декарбонізації впливає на стратегію бізнесу, наприклад одна із найбільших логістичних компаній Maersk заявила¹²⁹, що у 2023р. прийме в експлуатацію перше у світі судно, яке працює на вуглецево-нейтральному пальному.

2.4. Інвестиції

Власники капіталу реагують на ініціативи з протидії змін клімату і через це поступово зменшують в структурі кредитних ліній частку проектів у сфері видобутку, транспортування і переробки корисних копалин.

Першою інвестицією установою, яка розпочала скорочувати фінансування проектів у нафтогазову галузь, була норвезька Government Pension Fund Global.

Пізніше тренд поширився на Європейський інвестиційний банк, який у 2019р. прийняв нову кредитну політику¹³⁰, де були визначені кліматичні цілі до 2050р. Заходи включають пріоритетне фінансування проектів у сфері енергоефективності та альтернативної енергетики. Окрім цього, додатковими перевагами користуватимуться підприємства, які не перевищують квоти на викиди парникових газів та стандартизували систему управління, відповідно до міжнародного стандарту ISO 14001.

Подібну позицію зайняв Deutsche Bank, який у власній стратегії¹³¹ заявив, що до 2025р. припинить фінансувати діяльність з видобутку вугілля та збільшить інвестиції у низьковуглецеві проекти. Як наслідок, починаючи із III кварталу 2020р., найбільший німецький банк припинив фінансувати проекти з видобутку вуглеводнів у Арктичному регіоні.

¹²⁸ Режим доступу - <https://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/11-MEPC-74-GHG.aspx>

¹²⁹ Режим доступу - <https://www.maersk.com/news/articles/2021/02/17/maersk-first-carbon-neutral-liner-vessel-by-2023>

¹³⁰ EIB energy lending policy, November 2019:

https://www.eib.org/attachments/strategies/eib_energy_lending_policy_en.pdf

¹³¹ Режим доступу - <https://www.db.com/cr/en/sustainability-strategy.htm>

Перефокусування своєї діяльності здійснив JPMorgan Chase, який обмежив фінансування видобутку корисних копалин, але водночас збільшив видатки на природоохоронні ініціативи¹³².

Відповідно до кліматичних трендів оновив свою стратегію і Bank of America¹³³, де було заявлено про намір мобілізувати капітал на підтримку проектів, які сприятимуть захисту навколишнього середовища.

Страхові компанії також зменшили свою присутність у нафтогазових і вугільних проектах¹³⁴. Незважаючи на це, міжнародна коаліція екологічних організацій проводить ретельний моніторинг діяльності фінансових установ і склали відповідний рейтинг Global Coal Exit List¹³⁵, що включає організації¹³⁶, які підтримують проекти із високою емісією парникових газів.

Одночасно з цим, провідні банківські установи все частіше застосовують «зелені» облігації, як інструмент для фінансування низьковуглецевих проектів. За відкритими даними¹³⁷, до коронокризи, обсяг емісії таких облігацій складав більше \$750 млрд. За різними оцінками¹³⁸, більше 1000 учасників глобального ринку капіталу з портфелем у \$15 трлн. заявили про свої наміри переорієнтовувати діяльність з акцентом на підтримку процесу декарбонізації.

¹³² Режим доступу - <https://www.jporganchase.com/content/dam/jpmc/jpmorgan-chase-and-co/investor-relations/documents/annualreport-2019.pdf>

¹³³ Bank of America Corporation Environmental and Social Risk Policy Framework, October 2019: <https://about.bankofamerica.com/assets/pdf/Environmental-and-Social-Risk-Policy-Framework.pdf>

¹³⁴ Scorecard on Insurance, Fossil Fuels and Climate Change / Insuring Our Future, December 2020. Режим доступу - <https://static1.squarespace.com/static/5b7c9307f79392b49031d551/t/5fc6e94defc65c5b7a3437fa/1606871389086/2020+Insurance+Scorecard.pdf>

¹³⁵ Режим доступу - <https://coalexit.org/>

¹³⁶ Зокрема це Vanguard, BlackRock, Capital Group та State Street.

¹³⁷ Green Bonds Global State of the Market / Climate Bonds Initiative, 2019. Режим доступу - <https://www.climatebonds.net/resources/reports/green-bonds-global-state-market-2019>

¹³⁸ Режим доступу - <https://gofossilfree.org/divestment/commitments/>

2.5. Висновки до розділу

2.5.1. Рушійною силою декарбонізації економіки є перехід від викопних видів палива до відновлювальних джерел енергії; енергоефективне споживання, а також зменшення використання нафтопродуктів у всіх секторах транспортної галузі.

2.5.2. Більшість держав досягнуть вуглецевої нейтральності до 2050р., а боротьба зі зміною клімату призведе до трансформації на глобальних ринках, зокрема суттєво збільшаться обсяги споживання таких ресурсів, як водень та вуглець.

2.5.3. Ключовим пріоритетом політики Європейського Союзу є досягнення вуглецевої нейтральності та проведення структурних перетворень в економіці, зокрема через запровадження нових правил міжнародної торгівлі.

2.5.4. Прикордонне вуглецеве оподаткування у ЄС має бути запроваджено із 2023р. і орієнтовно складатиме \$30 за одну тону викидів діоксиду вуглецю. Таким чином, після запровадження вуглецевого податку, щорічні витрати українських експортерів зростуть вцілому щонайменше на \$1 млрд. Найбільше постраждають підприємства металургійного, хімічного та енергетичного секторів. Компенсувати втрати українських підприємств-експортерів від впровадження вуглецевого податку пропонується трьома шляхами: субсидіювання стратегічних підприємств; підключення до європейської системи торгівлі квотами EU ETS; поступова декарбонізація усього ланцюжка виробництва і транспортування товару.

2.5.5. Глобальна кліматична політика впливає на вектори кредитної політики міжнародних фінансових організацій. Через це зменшується обсяг капіталу, який готовий бути мобілізований для підтримки проектів у нафтогазовій та вуглевидобувній галузях, що відповідно збільшує інвестиційні ризики та впливає на здорожчення кінцевої вартості викопних ресурсів.

2.5.6. Зростання уваги та інтересу до вуглецевої нейтральності з боку фінансових організацій, у випадку недостатнього розкриття інформації про заходи декарбонізації, може вплинути на інвестиційну привабливість певного сектору економіки.

2.5.7. Фінансова самодостатність усіх країн світу в довгостроковій перспективі залежатиме від рівня їх готовності досягати кліматичних цілей та забезпечити повноцінну інтеграцію в нову архітектуру глобальної економіки. Враховуючи такі виклики, актуальним для України є імплементація оптимальної екологічної політики та проведення усіх необхідних змін для декарбонізації економіки.

3. Вуглецева нейтральність України

Україна ратифікувала Паризьку угоду 14 липня 2016р¹³⁹. Пізніше було розроблено та прийнято ряд документів, зокрема Стратегія державної екологічної політики України на період до 2030 року¹⁴⁰; Стратегія низьковуглецевого розвитку¹⁴¹; Плани дій з енергоефективності¹⁴² та відновлюваних джерел енергії¹⁴³; Національний план зменшення викидів забруднюючих речовин від великих спалювальних установок¹⁴⁴; Закон про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів¹⁴⁵.

Станом на 2018р., нашій державі вдалось скоротити викиди на 64%, по відношенню до 1990р. Втім, досягненню такого показника сприяло зменшення промислового виробництва, а не ефективна державна політика та модернізація технологічних процесів із акцентом на екологічність. Окрім цього, у липні 2020р. міжнародні експерти¹⁴⁶ оцінили недостатніми кліматичні цілі, що були закріплені у вищезгаданих планах і стратегіях. За оцінками Міністерства захисту навколишнього середовища і природних ресурсів¹⁴⁷, Україна здатна скоротити викиди більш ніж на 70% від рівня 1990р.

Однією із основних причин помилкового кліматичного курсу є багатогранність законодавстві та недостатня інтеграція кліматичного порядку денного стратегічних документів у безпосередню діяльність усіх галузей економіки. Саме тому визначення стратегічних орієнтирів досягненням вуглецевої нейтральності України є актуальним завданням.

3.1. Стратегічні орієнтири

¹³⁹ Закон України №1469-VIII. Режим доступу - <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1469-19#Text>

¹⁴⁰ Режим доступу - <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text>

¹⁴¹ Режим доступу - https://menr.gov.ua/files/docs/Proekt/LEDS_ua_last.pdf

¹⁴² Режим доступу - <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1228-2015-%D1%80#Text>

¹⁴³ Режим доступу - <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80#Text>

¹⁴⁴ Режим доступу - <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/796-2017-%D1%80#Text>

¹⁴⁵ Режим доступу - <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/377-20#Text>

¹⁴⁶ Режим доступу - <https://climateactiontracker.org/countries/ukraine/>

¹⁴⁷ Режим доступу - <https://mepr.gov.ua/news/36371.html>

За результатами аналізу світового досвіду декарбонізації (див. розділ 2) були визначені стратегічні орієнтири, які оглядово охоплюють 5 секторів (електроенергетика, нафтогазова галузь, комунальне господарство, промисловість і фінансові сфера) та пріоритетні заходи.

Головним індикативом має стати Другий Національний визначений внесок до Паризької Угоди, який Центр Разумкова пропонує затвердити на рівні 72% до 2030р. та 85% до 2050р.

3.1.1. Сектор електроенергетики

Перш за все, це ініціативи пов'язані із забезпеченням прозорості торгових операцій на енергоринку та вирівнювання ціни для усіх категорій споживачів. По-друге, оптимізація потужностей теплової генерації (у т.ч. трансформація вугільних регіонів), розгортання систем накопичення електроенергії та розумних мереж, а також розвиток альтернативної і водневої енергетики. По-третє, підтримка у надійному стані ядерної галузі та критичної інфраструктури¹⁴⁸, зокрема її інтеграція із ENTSO-E.

Також до заходів досягнення вуглецевої нейтральності у секторі електроенергетики України варто віднести: масштабне впровадження енергоефективних заходів, створення умов для конкуренції в сегменті ВДЕ, а також стимулів для широкого використання біомаси та геотермальної енергії.

Доречно нагадати, що Центр Разумков провів окреме дослідження, яке фокусується на стратегії розвитку альтернативної енергетики в Україні¹⁴⁹ і передбачає, що із 2023р. розпочнеться продаж «зеленої» електроенергії на ринку (система аукціонів), що дозволить у 2030р. збільшити втричі обсяги генерації вітрових електростанцій у річному

¹⁴⁸ Через запровадження, за кращими європейськими практиками, стимулюючого регулювання для операторів систем передачі та розподілу.

¹⁴⁹ Орієнтири розвитку альтернативної енергетики України до 2030р. Режим доступу - <https://razumkov.energy/meny/research/research-strategy-res-2030.html.html>

енергобалансі до рівня 17,4 млрд.кВт год. Також аналітичним центром в іншій роботі ¹⁵⁰ був розглянутий потенціал водневої енергетики України, зокрема у частині виробництво H₂ шляхом розвантаження Чорного моря від надлишків сірководню.

3.1.2. Нафтогазовий сектор

Заходи у даному секторі мають на меті зменшити обсяги викидів парникових газів під час видобутку, транспортування, зберігання та споживання вуглеводнів. Для досягнення таких цілей пропонується запровадити найкращі доступні технології утилізації попутного нафтового газу і здійснити консервацію виснажених та/або неперспективних свердловин, провести енергоаудит та модернізацію інфраструктури.

3.1.3. Комунальний сектор

Ініціативи декарбонізації у комунальному секторі передбачають запровадження енергетичної сертифікації будівель¹⁵¹; відповідальне споживання та забезпечення системами обліку; модернізацію та децентралізацію систем теплозабезпечення; виробництво енергоресурсів із твердих побутових відходів; ліквідація стихійних сміттєзвалищ. Достатньо детальна увага даному сектору приділена Центром Разумкова у роботі «Енергетика України: виклики та ініціативи»¹⁵².

3.1.4. Промисловий сектор

¹⁵⁰ Жуль Верн і воднева енергетика. Режим доступу - <https://razumkov.energy/meny/news/overview-hydrogen-energy.html>

¹⁵¹ Директива 2010/31/ЕС. Режим доступу - https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011-10#Text

¹⁵² Режим доступу - https://razumkov.energy/assets/Energy_Initiatives_052020.pdf

Даний сектор включає транспортну сферу та промислові підприємства усіх форм власності.

Серед пріоритетних заходів для промислових підприємств, - це обов'язкове впровадження системи енергоменджменту; зменшення енергоємності; доступ до найкращих світових технологій.

Для транспортної галузі – це оновлення парку автобусів та локомотивів; підвищення якості автомобільних доріг; реалізація вимог Директиви 2009/40/ЄС¹⁵³ та SARPS (див. розділ 2.3.2).

Варто зауважити, що Центром Разумкова була розроблена стратегія спільного розвитку вітчизняної енергетики та промисловості¹⁵⁴, у якій запропонований комплекс заходів для забезпечення економіки в паливно-енергетичних ресурсах у технічно надійний, безпечний, економічно ефективний та екологічно прийнятний спосіб в інтересах споживачів та суспільства в цілому.

Окрім цього, аналітичний центр присвятив окрему статтю¹⁵⁵ питанням розвитку енергомобільності в Україні, де зокрема розглядається перспективність даного сектору через достатність запасів літєвих руд, які необхідні для виробництва акумуляюючих пристроїв.

3.1.5. Сектор фінансових послуг

Найперше, це відкриття національної системи торгівлі квотами на викиди парникових газів, а також її інтеграція із платформою ЄС (EU ETS). По-друге, запровадження інструментарію кліматичного фінансування, зокрема збільшення частки «зелених» облігацій. По-третє, зобов'язання суб'єктів господарської діяльності, що зареєстровані в Україні, надавати нефінансову звітність у частині проведених заходів із протидії змінам клімату (див. розділ 2.2.4).

Табл. 3.1. Базові індикативи низьковуглецевого сценарію України

¹⁵³ Режим доступу - https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_a24#Text

¹⁵⁴ Режим доступу - <https://razumkov.energy/meny/research/energy-and-industry-development-strategy.html>

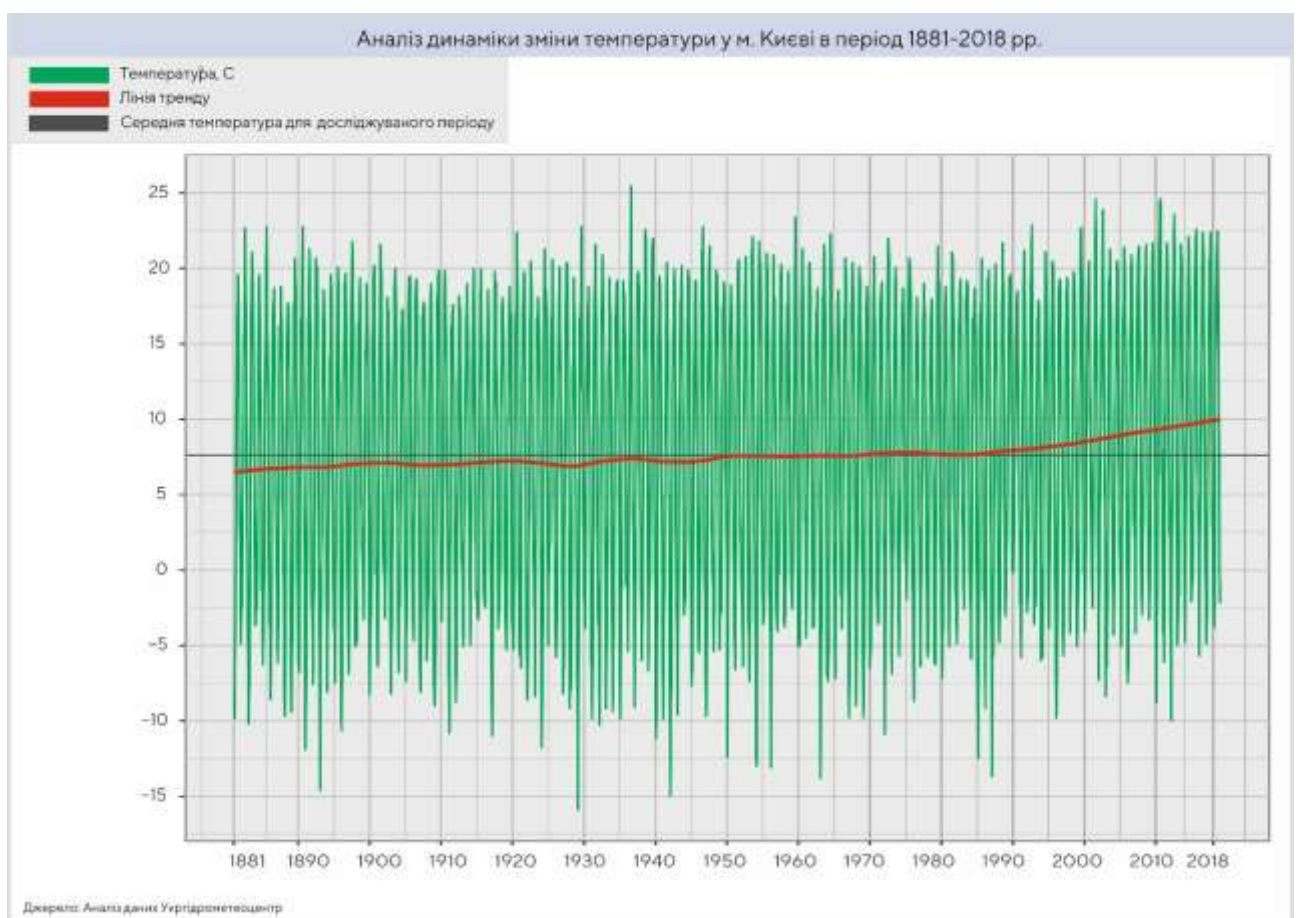
¹⁵⁵ Електромобільність – один із сценаріїв промислового розвитку України. Режим доступу - <https://razumkov.energy/meny/news/elektromob%D1%96ln%D1%96st-%E2%80%93-odin-%D1%96z-scenar%D1%96%D1%97v-promislovogo-rozvitku-ukra%D1%97ni.html>

Індикатив	2020	2030
<i>Сектор електроенергетики</i>		
Частка ВДЕ у кінцевому енергоспоживанні	9,1%	30%
Частка вугільної генерації у загальному обсязі виробництва електроенергії	30%	10%
<i>Нафтогазовий сектор</i>		
Частка спалювання попутного нафтового газу на факелах від обсягу їх викидів, %	95%	20%
<i>Комунальний сектор</i>		
Енергоефективність будівель (питоме споживання енергоресурсів), кВт год/кв.м	200	115
Рівень втрат у тепломережах, %	20%	5%
Частка захоронених відходів від загального обсягу їх утворення, %	94%	80%
Обсяг відходів, тон/особа/рік	0,30	0,22
Вторинна переробка відходів від загального обсягу їх утворення	4%	18%
<i>Промисловий сектор</i>		
Вуглецеємність економіки, тон діоксиду вуглецю/\$1000 до 2010 ВВП	0,82	0,5
Частка приватного електротранспорту, %	1,5%	25%
Частка електрофікованих залізничних колій, %	47%	75%

3.2. Вплив сектору електроенергетики на клімат України

Численні дослідження свідчать¹⁵⁶, що глобальне потепління відображається на кліматичній карті України, і середня температура, за тридцять років зросла на $1,2^{\circ}\text{C}$ від норми спостереження¹⁵⁷.

Центр Разумкова, за даними Центральної геофізичної обсерваторії імені Срезневського¹⁵⁸, провів аналіз зміни температури навколишнього середовища у м. Києві в період 1881-2018рр. Було встановлено, що починаючи із 1988р. відбувається незначне потепління, адже середньорічна температура від 1989р. і до сьогоднішнього дня не опускалась нижче $+7^{\circ}\text{C}$.

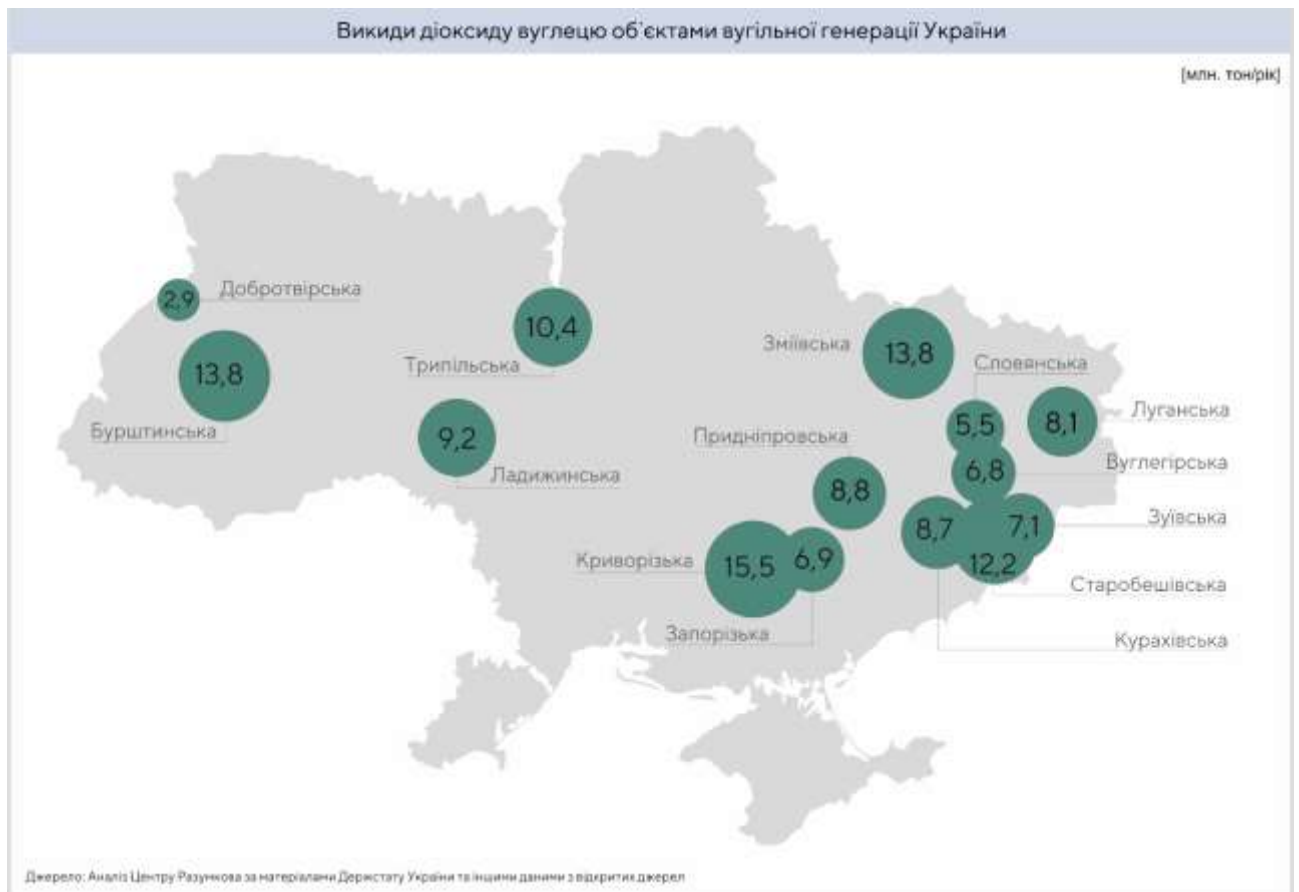


Цілкові ймовірно, що для східних регіонів України, де зконцентрована найбільша кількість емітентів парникових газів (наприклад об'єкти вугільної генерації), градієнт зростання температури буде більш помітним.

¹⁵⁶ Агрокліматичне зонування території України з врахуванням зміни клімату / Т. І. Адаменко, Київ – 2014р. Режим доступу - https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cee_files/idmp-cee/idmp-agroclimatic.pdf

¹⁵⁷ Для України, кліматична норма визначається, як середня температура в період 1961-1990рр.

¹⁵⁸ Режим доступу - http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/index.php?fn=k_klimat&f=kyiv



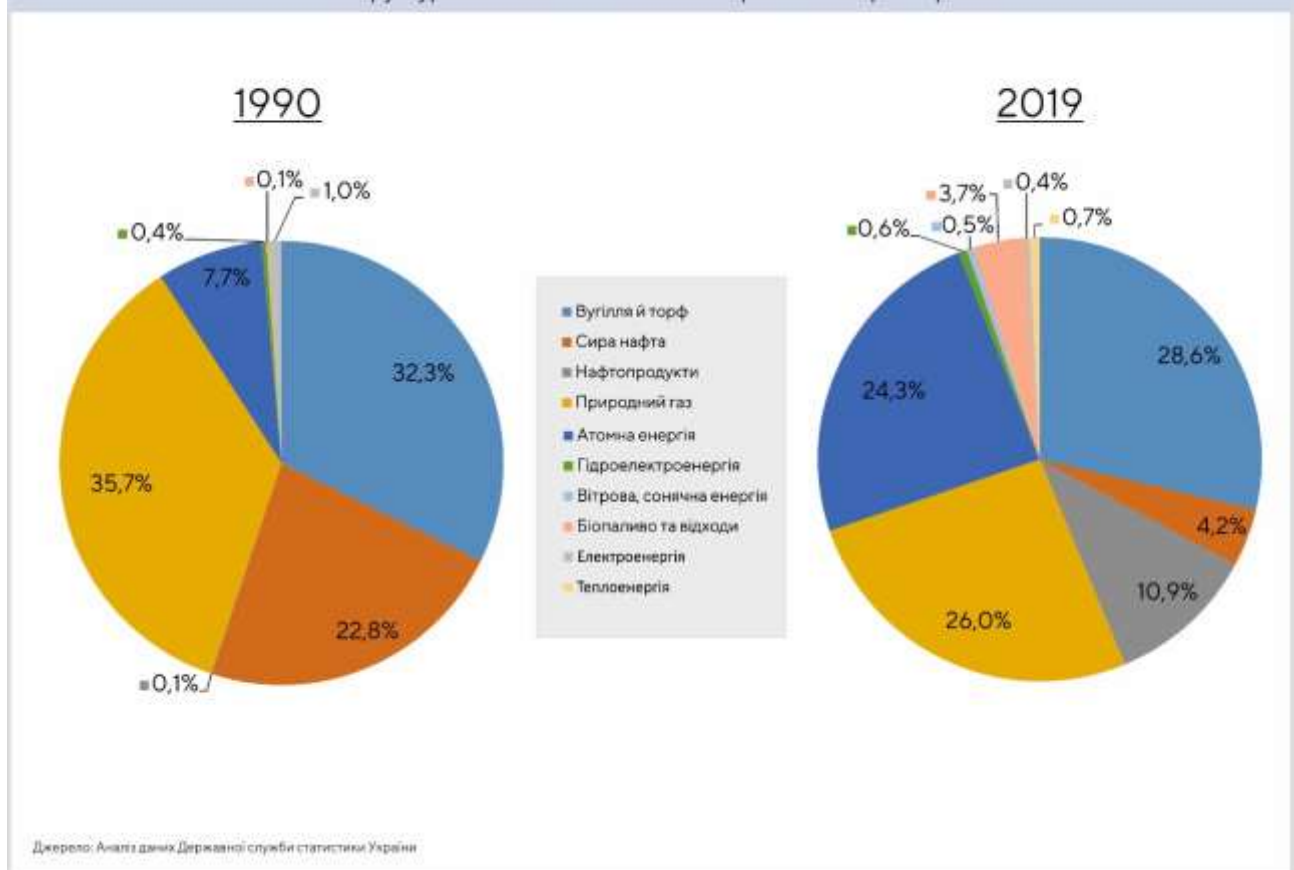
Зростання середньорічної температури супроводжується нерівномірним розподілом опадів упродовж року, наприклад у 10 областях України їх кількість зменшилась на 10%¹⁵⁹.

Отже, незважаючи на скорочення викидів парникових газів (на 67% менше за показник 1990р.)¹⁶⁰, в Україні зберігається тенденція до зростання середньорічної температури.

Такі зміни мають місце, перш за все, через збереження високої частки викопних ресурсів (більше 55%) у вітчизняній структурі загального постачання первинної енергії (ЗППЕ).

¹⁵⁹ Досліджуваний період: 2010 - 2020рр. Розрахунки проведені Центром Разумкова за даними Meteo.farm. Режим доступу - https://public.tableau.com/views/-mobile_15867828062590/sheet0?%3Adisplay_count=y&publish=yes&%3Atoolbar=n&%3Aorigin=viz_share_link&%3AshowVizHome=no

¹⁶⁰ Перш за все відбулось за рахунок скорочення обсягів промислового виробництва. За даними Міністерства екології України. Режим доступу - <https://mepr.gov.ua/news/35246.html>



Саме тому постає стратегічна задача, - розробити пропозиції щодо зменшення частки викопних видів палива у структурі ЗППЕ, а також привести викиди великих спалювальних установок у відповідності до положень Директиви 2010/75/ЄС¹⁶¹ та Енергетичною стратегією України на період до 2035 року¹⁶².

3.3. Оптимізація потужностей великих спалювальних установок

Вже третій рік поспіль залишаються невирішеним питання практичної реалізації Національного плану скорочення викидів від великих спалювальних установок (НПСВ)¹⁶³, яке на початку 2021р. лише

¹⁶¹ Режим доступу - https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/%202010_75_%D0%84%D0%A1.pdf

¹⁶² Розпорядження Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. №605-р: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80>

¹⁶³ Урядом України 08 листопада 2017 року (Розпорядження №796-р) було визначено Національний план скорочення викидів від великих спалювальних установок, як механізм впровадження положень Директив 2010/75/ЄС та 2001/80/ЄС.

перебувало на етапі формування робочих груп¹⁶⁴. Таким чином, статус імплементації Нацплану свідчить про катастрофічний стан повітряних басейнів промислових регіонів України та дає всі підстави вважати, що Україні не вдасться своєчасно виконати взяті на себе зобов'язання щодо виконання вимог Директиви 2010/75/ЄС. Внаслідок чого, переважна більшість великих спалювальних установок¹⁶⁵ буде виведена з експлуатації, що ймовірно призведе до надзвичайної ситуації через суттєве зменшення наявних потужностей в національній енергетичній системі та зниження виробітку електричної та теплової енергії. Проведений аналіз встановив, що основною причиною невиконання НПСВ є відсутність гарантованих джерел фінансування.

3.3.1. Кінцева структура потужностей вугільної генерації

Математичне моделювання інтеграції об'єктів ВДЕ потужністю 14 ГВт та систем накопичення ємкістю 2,5 ГВт до об'єднаної енергосистеми України вказують на мінімально необхідну потребу теплової генерації на рівні 4,8 ГВт та скорочення удвічі циклів пуск/зупинка ТЕС. Виходячи з цих умов змоделюємо добовий баланс ринку електроенергії в 2030 році. Виходячи з моделювання добового балансу виробництва/споживання електроенергії для ОЕС України в 2030 році витікає, що пікове навантаження в 25 ГВт може бути покрите за рахунок 11 ГВт атомної генерації; 4 ГВт – ГЕС та ГАЕС; 4 ГВт – ВДЕ; 5 ГВт – ТЕС та ТЕЦ; 2,5 ГВт – системи накопичення електроенергії.

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

¹⁶⁴ Наказ Міністра енергетики України №510 від 12.08.2020р. Режим доступу - http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245464987&cat_id=245255478

¹⁶⁵ Україна експлуатує понад 223 великих спалювальних установок загальною номінальною тепловою потужністю 115,894 ГВт. Зокрема 90 великих спалювальних установок загальною номінальною тепловою потужністю 64,814 ГВт включено до Національного плану скорочення викидів, на яких планується забезпечити скорочення викидів забруднюючих речовин відповідно до норм Директиви 2010/75/ЄС.

Таким чином, пропонується визначити 10,7 ГВт, як максимальну потужність великих спалювальних установок, відносно яких мають бути приведені норми Директиви 2010/75/ЄС. Причому модернізацію визначених потужностей пропонується пропорційно розділити на період 2023-2028 років та дотримуватись алгоритму дій, який передбачає класифікацію і диференційований підхід до модернізації потужностей та їх розвиток з огляду на потреби регіональних систем енергозабезпечення.

3.3.2. Модель фінансування заходів НПСВ

Центром Разумкова розроблена концепція гарантованого фінансування заходів спрямованих на скорочення викидів забруднюючих речовин відповідно до європейських норм, що включає створення Державного екологічного фонду, який наповнюватиметься за рахунок коштів екологічного податку, акцизу з продажу електроенергії атомної генерації на конкурентному ринку, випуску державних облігацій, міжнародних кредитів, інвестицій (грантів) та, за необхідності перехідної оплати включеної в тариф операторів системи передачі та розподілу.

Дана модель передбачає поступове вирівнювання цін на електроенергію для усіх категорій споживачів та відпуск електроенергії виробленої атомною генерацією на конкурентний ринок з накладанням цільового акцизу, який має бути сплачений у Фонд Декарбонізації¹⁶⁶ для виконання Нацплану. Наступний крок полягає в укладанні угоди між Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України та операторами великих спалювальних установок про отримання цільової фінансової допомоги та чіткого плану виконання зобов'язань по зменшенню викидів.

¹⁶⁶ Законопроект №4347 від 09.11.2020. Режим доступу - https://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=70385

Табл. 3.2. Загальна потреба фінансування різних варіантів НПСВ та варіанти її покриття

Потужність теплової генерації, включеної до НПСВ, ГВт	Загальна потреба фінансування НПСВ до 2035 р.		Варіанти річного покриття потреби фінансування НПСВ							Додаткові джерела фінансування, зокрема випуск облігацій, залучення кредитних коштів та додаткова складова до тарифів ОСП та ОСР
			Річний акциз з продажу е/е Енергоатома, млрд.грн				Річний екологічний податок операторів ВСУ, млрд.грн			
	млрд.євро	млрд.грн	1%	3%	5%	7%	1,0%	1,2%	1,5%	
16 (без змін)	6,0	180,0	0,94	2,8	4,7	6,5	0,4	0,48	0,6	
15	5,6	168,0								
14	5,3	159,0								
13	4,9	147,0								
12	4,5	135,0								
11	4,1	123,0								
10	3,8	114,0								
9	3,4	102,0								
8	3,0	90,0								
7	2,6	78,0								
6	2,3	69,0								
5	1,9	57,0								

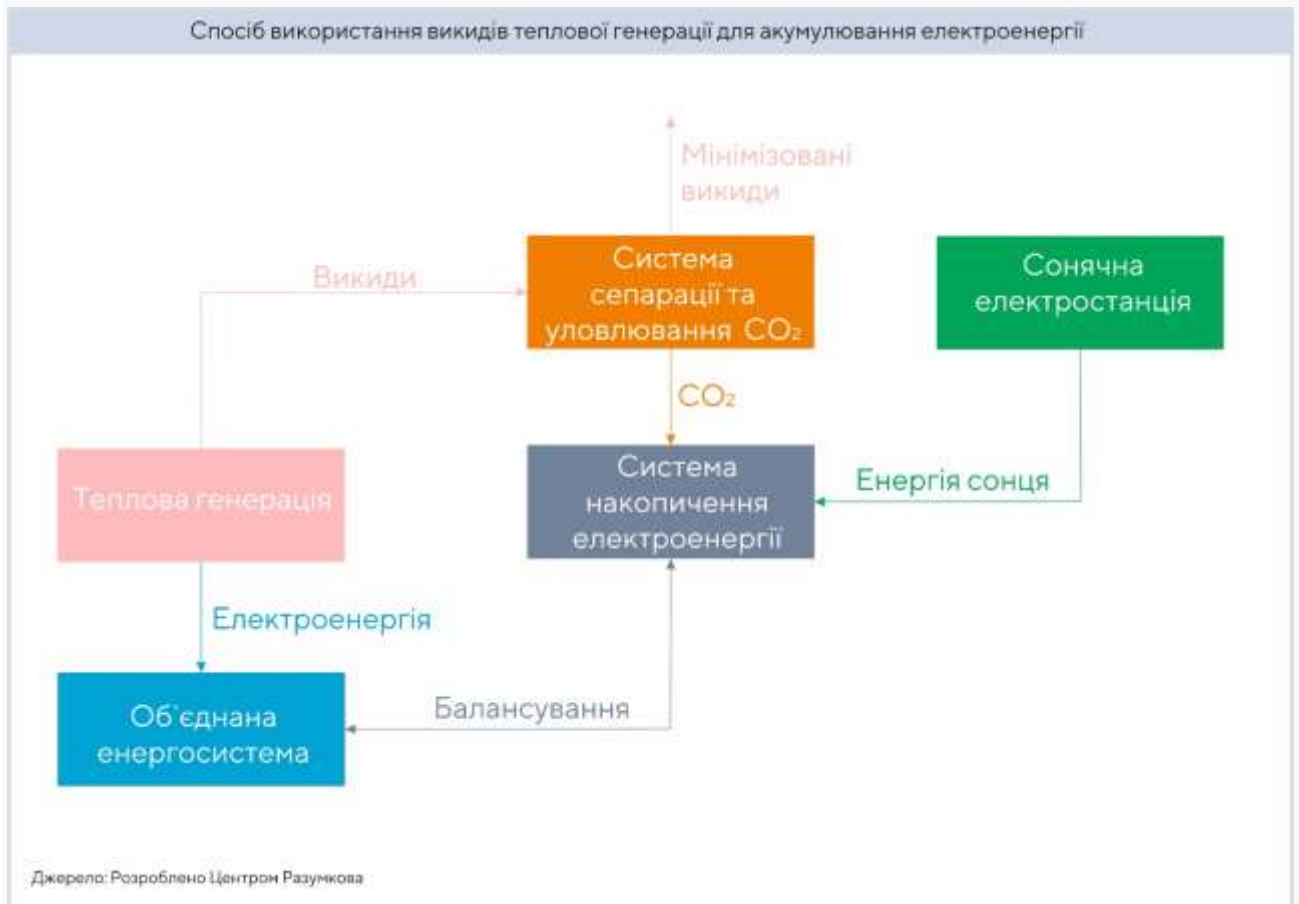
3.4. Комбінований спосіб акумулювання електроенергії на базі технологій уловлювання діоксиду вуглецю

Жорсткість кліматичної політики і зростання вартості викидів діоксиду вуглецю (див.розділ 1 та 2) призводить до того, що будівництво навіть найдосконалішої вугільної генерації стає нерентабельним без додаткових спеціальних заходів із уловлювання CO₂ в димових газах ТЕС, які в подальшому накопичуються та використовуються в суміжних секторах економіки.

Центр Разумкова пропонує модернізувати існуючі об'єкти вугільної генерації шляхом запровадження комбінованого технологічного процесу виробництва електроенергії, який додатково включатиме об'єкти «зеленої» генерації та систему уловлювання діоксиду вуглецю.

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

називається "надкритичний флюїд"¹⁶⁷, який запускає турбіну, що генеруватиме електроенергію.



Даний підхід дозволить одночасно зменшити викиди парникових газів вугільної генерації та збільшити її маневреність. Додаткова практична цінність такої технології полягає у можливості її інтеграції в інфраструктуру водневої енергетики. Передбачається, що під час реакції H_2 та CO_2 в умовах підвищеної температури, тиску і каталізатора (реакція Сабатьє)¹⁶⁸ буде вироблена вода і метан, який використовуватиметься для генерації електроенергії.

¹⁶⁷ Надкритичний флюїд – це стан матерії, в якому вона не має конкретної рідинної або газової характеристики

¹⁶⁸ Bolbas, IA Sabatier's reaction for obtaining synthetic natural gas / IA Bolbas; scientific hands. AA Matyavin // Actual problems of energy [Electronic resource]: materials of the 75th scientific and technical conference of students and graduate students: section Heat power engineering / comp. TE Zhukovskaya. - Minsk: BNTU, 2019. - P. 163-164. Режим доступу - <http://rep.bntu.by/handle/data/61443>

3.5. Висновки до розділу

3.5.1. Запропоновано рівень Другого Національного визначеного внеску до Паризької угоди, стратегічні орієнтири та базові індикативи низьковуглецевого сценарію України. Драйверами досягнення такої цілі мають бути диверсифікація, децентралізація, діджиталізація, а також інтеграція із водневою енергетикою.

3.5.2. Найбільший вплив на клімат здійснює сектор електроенергетики. Тому доцільно разом із розвитком ВДЕ зменшити потужність теплової генерації до 5ГВт та привести її у відповідності до вимог Директиви 2010/75/ЄС. Це в свою чергу надасть можливість операторам великих спалювальних установок зменшити податкове зобов'язання, а також перерозподілити кошти в інвестиційній програмі на створення нових маневрових потужностей (включно із системами накопичення), а також розвиток сектору альтернативної енергетики.

3.5.3. Еквівалентна потужність ТЕС, що може бути заміщена в електроенергетичному балансі ОЕС України для ВЕС складає 43% встановленої потужності, для СЕС – 25% при потужності ВДЕ 1 ГВт. При цьому, кожен новий 1 ГВт «зеленої» генерації, після перевищення допустимого рівня приєднання в 5,8 ГВт, потребуватиме 0,3 ГВт потужностей накопичення.

3.5.4. Розрахована модель фінансування Національного плану зі скорочення викидів від великих спалювальних установок. Серед переваг такої концепції є прозоре наповнення та використання коштів, гнучке регулювання джерел фінансування, фактичний старт реалізації НПСВ вже у другому півріччі 2021 році.

3.5.5. Розроблений новий спосіб акумулювання електроенергії за рахунок комбінованого використання систем уловлювання діоксиду вуглецю та об'єктів зеленої генерації. У подальших дослідженнях буде створена імітаційна модель технологічної системи та визначено оптимальні режими її експлуатації.

В цілому, реалізація такого підходу дозволить одночасно оновити основні фонди вугільної генерації, розвивати галузь синхронно із світовими трендами, вирішити завдання зі зменшення шкідливих викидів та частково зберегти робочі місця на оптимізованих об'єктах теплової генерації.

4. Сценарій розвитку водневої енергетики України

Центр Разумкова розробив сценарій розвитку водневої енергетики в Україні, який включає більше 20 груп заходів та розрахований на три періоди впровадження.

4.1. Короткострокові заходи (2021-2024рр.)

4.1.1.Розробка організаційного механізму із впровадження водневих технологій. Передбачається створення проектного офісу з впровадження водневих технологій при Кабінеті Міністрів України, який здійснюватиме координацію дій направлених на розробку та впровадження даної стратегії.

4.1.2.Аналіз існуючих стратегій розвитку водневої енергетики. Створення бази даних найкращих доступних технологій та демонстраційних зразків, придатних для сталого розвитку сектору водневої економіки.

4.1.3.Розробка стратегічного плану на базі проведених аналітичних досліджень, зокрема в частині оцінки технічного потенціалу для виробництву водню, вибору оптимальних технологій, розрахунків різних сценаріїв розвитку та оцінка їх економічної ефективності. Функція по стратегічному планування розвитку сектору водневої економіки покладається на Міністерство енергетики України та Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України, а задача моніторингу ринків¹⁶⁹ на НКРЕКП.

4.1.4.Розробка плану заходів державної підтримки розвитку водневої енергетики. План заходів державної підтримки¹⁷⁰ розвитку водневої енергетики розробляє і координує Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. Даний документ враховує питання підтримки суб'єктів господарювання і державно-приватного партнерства; визначення пріоритетів економічного співробітництва під час діалогу з торговельними партнерами; здійснення зовнішньоекономічної діяльності;

¹⁶⁹ у тому числі розробка форм звітності для моніторингу

¹⁷⁰ включаючи впровадження диференційованих податкових ставок

захисту інвестицій; удосконалення системи збору, систематизації та оприлюднення статистичної інформації стосовно сектору водневої економіки.

4.1.5. Створення державних стандартів. Організація в Україні технічного комітету із розроблення державних стандартів для сектору водневої економіки. Розроблення національних стандартів, в тому числі, гармонізованих з міжнародними¹⁷¹¹⁷² та європейськими стандартами¹⁷³ у сфері систем і пристроїв для виробництва, зберігання, транспортування, вимірювання і використання водню, які сприятимуть організаційного та методичного забезпечення в сфері паливної та енергетичної безпеки, ефективності та незалежності, зняттю бар'єрів в торгівлі, визнання вітчизняного виробника на світових ринках.

4.1.6. Розвиток міжнародної співпраці та створення інвестиційних пропозицій. Міністерство закордонних справ України у своїй діяльності враховує положення водневої стратегії та зовнішньо-політичні інтереси держави у даному напрямку, а також готує пропозиції по дво- і багатосторонній співпраці. Міжнародна співпраця передбачає відстоювання позицій України в міжнародних установах та при реалізації проектів розвитку транскордонної інфраструктури; супроводження інвестиційних проектів, а також перемовин різного рівня стосовно торгових операцій¹⁷⁴ в розрізі сектору водневої економіки.

¹⁷¹ Загальна кількість стандартів, що стосуються використання водню в різних галузях промисловості, закріплених за різними комітетами ISO становить 270 одиниць (в тому числі 143 діючих, 13 в розробці, 114 які не діють / відкликаних).

¹⁷² У світовій практиці вже впроваджено або знаходиться в стані розробки значна група стандартів та технічних специфікацій, що стосуються безпосередньо водневої енергетики (а також значна кількість стандартів, що стосуються водневих технологій). Стандарти розроблюються та поширюються завдяки спеціалізованим технічним комітетам стандартизації та організаціям, які мають достатній досвід та компетенцію щодо створення документів національного, регіонального та міжнародного рівня. До спеціалізованих міжнародних ТК відноситься ISO TC 197 «Водневі технології», який об'єднує фахівців з 35 країн-учасниць ISO (22 активних учасників і 13 країн-спостерігачів) в 12 робочих групах.

¹⁷³ Європейський комітет зі стандартизації (CEN) створив свій власний технічний комітет CEN / CLC / JTC 6 «Водень в енергетичних системах», який координує роботу дев'яти суміжних ТК CEN з управління воднем.

¹⁷⁴ Закупівля або продаж обладнання для реалізації водневих технологій, підписання контрактів на поставку водню на ринок Європейського Союзу.

4.1.7. Підтримка ділової репутації та іміджу України¹⁷⁵. Розробка та реалізація міжнародної pr-компанії, яка націлена на зміцнення іміджу держави у питаннях надійного партнера на глобальних ринках водню.

4.1.8. Інформування громадськості¹⁷⁶. Розвіювання міфів про водневі технології за рахунок інформаційно-просвітницької роботи в регіонах України через публічні заходи, освітні навчальні матеріали та медіа-продукти.

Табл. 4.1. Існуючі міжнародні стандарти в сфері водневої енергетики

Стандарт	Опис
ISO/DIS 14687	Якість водню - специфікація продукту
ISO/DIS 22734	Генератори водню з використанням процесу електролізу води - Промислові, комерційні та житлові приміщення
ISO/TS 20100:2008	Водень газоподібний. Заправні станції
ISO 14687-1:1999	Водневе паливо - Специфікація продукту - Частина 1: Усі застосування, крім паливного елемента протонної мембрани (PEM) для транспортних засобів
ISO 14687-2:2012	Водневе паливо - Специфікація продукту - Частина 2: Застосування паливних елементів для протонних обмінних мембран (PEM) для дорожніх транспортних засобів
ISO 14687-3:2014	Водневе паливо - Специфікація продукту - Частина 3: Застосування паливних елементів PEM для стаціонарних приладів
ISO 16110-1:2007	Генератори водню з використанням технологій переробки палива - Частина 1: Безпека
ISO 16110-2:2010	Генератори водню з використанням технологій переробки палива - Частина 2: Методи випробувань на продуктивність
ISO/TS 19883:2017	Безпека адсорбційних систем для сепарації та очищення водню
ISO 22734-1:2008	Генератори водню з використанням процесу електролізу води - Частина 1: Промислове та комерційне застосування
ISO 22734-2:2011	Генератори водню з використанням процесу

¹⁷⁵ Нашій державі варто готуватись до відстоювання іміджу надійного партнера, враховуючи прагнення РФ закріпити свої позиції на європейському ринку водню і готовності Кремля здійснювати інформаційно-психологічні спецоперації.

¹⁷⁶ Блокування водневої стратегії на рівні громад можливе у рамках дискредитаційної компанії РФ.

	електролізу води - Частина 2: Житлові приміщення
--	--

4.2. Середньострокові заходи (2025-2029рр.)

4.2.1.Реалізація пілотних проектів. Створення промислової бази¹⁷⁷, бізнес-кластерів та експериментальних полігонів для вивчення процесів транспортування, зберігання і виробництва водню, у тому числі на базі газотранспортної і газорозподільної інфраструктури¹⁷⁸, об'єктів відновлювальної енергетики¹⁷⁹, нафтопереробки, видобутку природного газу та вугілля. Дослідження екологічності різних технологічних схем виробництва, транспортування і зберігання водню. Розробка і апробація¹⁸⁰ обладнання для виробництва водню без викидів вуглекислих газів; технології виготовлення газових турбін, які працюватимуть на метано-водневій суміші; дослідного взірця транспортного засобу на паливних елементах.

4.2.2.Розробка інноваційних рішень. Відбір¹⁸¹ та державна реєстрація¹⁸² інноваційних проектів, що сприятимуть сталому розвитку водневої енергетики. Проведення установами НАНУ та МОНУ спеціальних науково-дослідних робіт з метою створення вітчизняних технологій та устаткування¹⁸³.

4.2.3.Ліцензування діяльності та сертифікація продуктів. Покладання функції регулятора сектору водневої економіки на Національну комісію, що здійснює державне регулювання на ринках енергетики і комунальних послуг. Розробка ліцензійних умов для підприємств, що здійснюватимуть безпечну господарську діяльність по виробництву, транспортуванню,

¹⁷⁷ Промислова база призначена для виробництва технічних пристроїв, обладнання, монтажу, експлуатації, ремонту та сервісу

¹⁷⁸ Режим доступу - <https://razumkov.org.ua/en/articles/the-first-practical-project-in-the-hydrogen-energy-sector-of-ukraine>

¹⁷⁹ Інститут проблем матеріалознавства НАН України спільно із Інститутом відновлюваної енергетики НАН України спорудив і досліджує особливості експлуатації вітрової електростанції, яка виробляє водень за допомогою електролізера.

¹⁸⁰ Із залученням фахівців та потужностей вітчизняних машинобудівних підприємств

¹⁸¹ Державній інвестиційній фінансово-кредитній установі

¹⁸² Український інститут інтелектуальної власності

¹⁸³ Використовуючи досвід провідних країн світу

зберіганню і споживанню водню. Затвердження системи сертифікації водневих сумішей, зокрема декарбонізованого водню¹⁸⁴.

4.2.4.Кадрове забезпечення водневого сектору економіки. Проведення аналізу потреби вітчизняних підприємств сектору водневої економіки у професійних кадрах до 2050р. Створення професійних стандартів та нової навчальної програми для вдосконалення освітньої підготовки фахівців напряму підготовки 6.050502 «Інженерна механіка». Підтримка молодих фахівців та вчених шляхом присудження іменних стипендій, наукових грантів та організації стажування у кращих світових центрах з дослідження водневих технологій.

4.2.5.Транскордонна торгівля воднем. Імплементация законодавства ЄС з метою забезпечення вільної транскордонної торгівлі воднем із країнами ЄС.

4.3. Довгострокові заходи (2030-2035pp.)

4.3.1.Формування виробничого потенціалу водневого сектору економіки України. Редизайн газотранспортної і газорозподільної системи, впровадження промислових потужностей по виробництву водню на об'єктах альтернативної енергетики, вуглевидобувних¹⁸⁵ і газовидобувних підприємствах¹⁸⁶, атомних електростанціях та інших об'єктах¹⁸⁷. Середньосерійне виробництво та експлуатація морських платформ для виробництва водню кількома способами¹⁸⁸. Впровадження концепції атомно-водневої енергетики, оновлення ядерних потужностей

¹⁸⁴ ДП «УкрНДНЦ» та ДП «Укрметртестстандарт»

¹⁸⁵ Масове виробництво водню з вугілля можливе шляхом його газифікації (парова конверсія).

¹⁸⁶ Масове виробництво водню з природного газу за допомогою парового перетворення метану (steam methane reforming - SMR)

¹⁸⁷ Існує більше 10 додаткових технологій по отриманню водню (термохімічне розщеплення води; газифікація біомаси; фотокаталіз; газифікація води, тощо). Детальніше у дослідженні), FCH JU Support to Electrolysis for Energy Applications. Presentation at the International Conference on Electrolysis 2017, Copenhagen, 12 June 2017. Режим доступу - <http://www.fch.europa.eu/publications/study-hydrogen-renewable-resources-eu>

¹⁸⁸ Перший спосіб, це перетворення енергії вітру, сонця та морських хвиль у водень, шляхом електролізу. Другий спосіб, розвантаження Чорного моря від надлишкової кількості сірководню. Даний підхід полягає у підйому газорідної суміші газліфтом способом із використанням хвильових імпульсів для наступного виділення сірководню у газоподібному стані з наступним розщепленням отриманої сполуки на сірку та водень.

малими модульними реакторами, а також посилення вимог до безпеки нових реакторних комплексів.



4.3.2. Промисловий випуск обладнання для виробництва та зберігання водню. Організація масового виробництва:

- а). електrolізерів модульної конструкції¹⁸⁹¹⁹⁰, що забезпечують можливість отримання необхідної продуктивності шляхом об'єднання уніфікованих електrolізних комірок;
- б). електrolізерів з використанням активного газопоглинаючого електроду¹⁹¹;
- в). низькотемпературних воднево-кисневих паливних елементів, а також акумуляторних батарей на основі протон-провідних мембран та вдосконалених катодних і анодних каталізаторів¹⁹²;

¹⁸⁹ Обладнання розроблене фахівцями Інституту проблем машинобудування НАН України

¹⁹⁰ Орієнтовна вартість електrolізера продуктивністю 1 м³/год складатиме \$18 тис. при дрібносерійному виробництві (до 20 одиниць на рік). При крупносерійному виробництві (до 100 одиниць на рік) вартість електrolізера може становити \$14 тис.

¹⁹¹ Наукова розробка Інституту проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України

¹⁹² Наукова розробка Інституту загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України

- г). газобалонного обладнання для автотранспортних засобів та промислових споживачів водню;
- д). іншого обладнання, яке пройде апробацію в період 2020-2025рр.

4.3.3. Використання водню у секторі залізничного транспорту¹⁹³. Середньосерійне виробництво локомотивів на водневих паливних елементах¹⁹⁴ та оновлення парку АТ «Укрзалізниця»¹⁹⁵. Зменшення собівартості залізничних перевезень, реалізація механізму збірних маршрутів, компенсації за пільговий проїзд пасажирів¹⁹⁶, збільшення товаротранспортної роботи (транзитний хаб).

4.3.4. Використання водню у секторі річкового транспорту. Середньосерійне виробництво суден на водневих паливних елементах, модернізація об'єктів берегової інфраструктури, збільшення обсягів перевезень річковим транспортом¹⁹⁷, створення логістичних хабів спільно із залізничним транспортом.

4.3.5. Використання водню у секторі автомобільного транспорту. Середньосерійне виробництво автотранспортних засобів (автобуси¹⁹⁸ та вантажівки) на водневих паливних елементах, оновлення парку¹⁹⁹, зменшення собівартості перевезень, збільшення екологічності²⁰⁰, створення логістичних хабів спільно із залізничним та річковим транспортом.

¹⁹³ Study on the use of fuel cells and hydrogen in the railway environment. Режим доступу -

<https://shift2rail.org/publications/study-on-the-use-of-fuel-cells-and-hydrogen-in-the-railway-environment/>

¹⁹⁴ Локомотиви, що працюють на водневих паливних елементах є альтернативою особливо в умовах достатньої протяжності залізниці, високого рівня собівартості перевезень, викидів та недостатньої електрифікації ліній.

¹⁹⁵ Протяжність основних залізничних магістралей України складає 19,8 тис.км, в тому числі електрифікованих колій – 9,9 тис.км. Локомотивний парк складається із 1,9 тис.од. тепловозів та 1,6 тис. од. електровозів. Причому, останні спожили 7,0 млрд. кВт-г електроенергії.

¹⁹⁶ Щороку залізничний транспорт перевозить 300 млн. пасажирів.

¹⁹⁷ Потенціал річкового транспорту України використовується лише на 30%, вцілому річний обсяг перевезень може складати більше 30 млн.т вантажів.

¹⁹⁸ Щороку вітчизняний автомобільний транспорт перевозить 3 млрд.пасажирів.

¹⁹⁹ Парк міжміських автобусів більше ніж на 90% вичерпав свій ресурс і підлягає заміні на більш екологічні, енергоощадні та комфортабельні. Сьогодні більшість перевезень у містах здійснюється стихійним транспортом, який не стандартизований і не відповідають жодним сучасним вимогам.

²⁰⁰ Україна потрапила до рейтингу країн із найбільш забрудненим повітрям (49 позиція із 73 країн світу), зокрема через високий рівень загазованості атмосферного повітря.

4.3.6. Створення мережі заправочних і сервісних станцій для водневого транспорту. Створення загальнонаціональної мережі заправочних і сервісних станцій для водневого транспорту з централізованим постачанням водню²⁰¹, здатними забезпечити до 10% автотранспортних перевезень, в тому числі до 15% пасажирських перевезень.

4.3.7. Інтеграція водневого палива у технологічний процес підприємств теплозабезпечення. Модернізація газорозподільних мереж і обладнання підприємств житлово-комунальної сфери. При виробництві теплоносія і гарячої води, досягнення рівня заміщення природного газу воднем до 10%.

4.3.8. Використання водню у військово-промисловому комплексі. Підвищення обороноздатності України, прийняття на озброєння нових видів військової техніки²⁰², модернізація енергоємних об'єктів, оптимізація системи тилового забезпечення шляхом широкого використання водневих паливних елементів.

5. Загальні висновки

5.1. Питання зміни клімату, із року в рік посилюватиме свій вплив на порядок денний міжнародної політики та пред'являтиме щоразу нові вимоги до усіх без виключення країн світу (розділ 1).

5.2. Будь-яка держава, у випадку ігнорування заходів із протидії змін клімату (своєчасного невиконання взятих на себе зобов'язань), потенційно ризикує опинитись у зовнішньоекономічній ізоляції. За таких умов, перед Урядом України стоїть задача по адаптації вітчизняної кліматичної політики у відповідності до глобальних трендів (розділ 2).

5.3. Драйвером декарбонізації (перебудови економіки) в нашій державі мають стати структурні зміни в енергетичній галузі (розділ 3). Пропонується обрати водневу енергетику (розділ 4), ядерний сектор та

²⁰¹ Можлива комбінація із АГНКС, які підключені до системи магістральних газопроводів

²⁰² Для прикладу, паливо для ракетних двигунів.

відновлювальні джерела енергії, як базис для досягнення вуглецевої нейтральності.

5.4. З огляду на світовий тренд декарбонізації та активну політику ЄС в частині «зеленого» переходу, блокування розвитку вітчизняної альтернативної енергетики позбавляє нашу державу від інтеграції із європейськими ринками. Ймовірно це загрожує євроінтеграційному курсу України. Саме через це, проблема прозорості торгових операцій та ліквідності вітчизняного енергоринку, особливо гостро постає в контексті кліматичної геополітики.

5.5. У наступних дослідженнях виникає потреба проаналізувати вплив декарбонізації на основні макроекономічні показники України.