

Світлана Халатур,
доктор економічних наук, професор
завідувач кафедри фінансів, банківської справи та страхування,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Україна
e-mail: halatur@i.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8331-3341>

ФІНАНСОВА СКЛАДОВА СТРАТЕГІЇ РОЗБУДОВИ ВОДНЕВОЇ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Svitlana Khalatur,
Doctor of Economic Sciences, professor
Head of the Department of Finance, Banking and Insurance, Dnipro State Agrarian and
Economic University, Ukraine
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8331-3341>

FINANCIAL COMPONENT OF THE HYDROGEN ECONOMY DEVELOPMENT STRATEGY OF UKRAINE

Анотація. Актуальність дослідження визначається необхідністю деталізації фінансового обґрунтування розвитку водневої економіки в Україні з огляду на потребу забезпечення енергонезалежності та диверсифікації енергоресурсів. При достатній кількості публікацій щодо інноваційності водневих технологій, світових трендів їх використання та значення щодо декарбонізації суспільного виробництва, питання фінансового забезпечення розвитку водневої економіки залишається недостатньо висвітленим.

Метою статті є виокремлення та характеристика фінансової складової стратегії розбудови водневої економіки України. Для досягнення мети було використано загальні та спеціальні методи наукових досліджень: абстрагування, декомпозиції, порівняння, аналізу, екстраполяції.

За результатами дослідження виявлено похідний взаємозв'язок між кількістю наукових досліджень щодо розвитку водневих технологій та станом ринку енергоресурсів, що дало змогу висунути гіпотезу щодо інтенсивності досліджень перспектив розвитку водневої економіки у контексті достатності її фінансування. Існуючі водневі технології можуть бути застосовані тільки у взаємозв'язку із розвитком відновлюваної енергетики, потребують збільшення інновацій у виробництво, інфраструктуру, споживання водню, отже, потребують посиленого фінансування. Виокремлено фінансову складову Водневої стратегії України (до 2050 року), розробленої Міністерством енергетики, на кожному етапі її реалізації. Представлено зарубіжний досвід Стратегій розвитку водневої економіки та констатовано недостатність фінансових ресурсів для забезпечення досягнення цільових показників української стратегії, особливо в умовах війни. Охарактеризовано зв'язок між Водневою стратегією України та Планом відновлення України до 2032 року. Визначено загальну потребу у фінансуванні розвитку водневої економіки на другому етапі реалізації Водневої стратегії у взаємозв'язку із змістом пілотних проєктів.

Відповідно, існує потреба у деталізації спрямованості та джерел фінансування стратегії розбудови водневої економіки в Україні, потенційних джерел надходження грошових коштів, змін в інституційному та нормативному забезпеченні водневої стратегії.

Ключові слова: воднева стратегія, воднева економіка, джерела фінансування, партнерське фінансування, державне фінансування, інвестиційна активність бізнесу, пілотні проєкти, витрати на реалізацію водневої стратегії.

Annotation. The relevance of the study is determined by the need to detail the financial justification of the development of the hydrogen economy in Ukraine, taking into account the need to ensure energy independence and diversification of energy resources. With a

sufficient number of publications on the innovativeness of hydrogen technologies, global trends in their use and the importance of decarbonization of public production, the issue of financial support for the development of the hydrogen economy remains insufficiently covered.

The purpose of the article is to highlight and characterize the financial component of the strategy for building the hydrogen economy of Ukraine. To achieve the goal, general and special methods of scientific research were used: abstraction, decomposition, comparison, analysis, extrapolation.

According to the results of the study, a derived relationship between the number of scientific studies on the development of hydrogen technologies and the state of the energy market was revealed, which made it possible to put forward a hypothesis about the intensity of research on the prospects for the development of the hydrogen economy in the context of the adequacy of its financing. The existing hydrogen technologies can be applied only in connection with the development of renewable energy, they require increased innovations in production, infrastructure, and consumption of hydrogen, therefore, they require increased financing. The financial component of the Hydrogen Strategy of Ukraine (until 2050), developed by the Ministry of Energy, is highlighted at each stage of its implementation. The foreign experience of strategies for the development of the hydrogen economy is presented and the insufficiency of financial resources to ensure the achievement of the target indicators of the Ukrainian strategy, especially in the conditions of war, is stated. The relationship between the Hydrogen Strategy of Ukraine and the Recovery Plan of Ukraine until 2032 is characterized. The general need for financing the development of the hydrogen economy at the second stage of the implementation of the Hydrogen Strategy was determined in connection with the content of the pilot projects.

Accordingly, there is a need to detail the focus and sources of funding for the hydrogen economy development strategy in Ukraine, potential sources of cash receipts, changes in institutional and regulatory support for the hydrogen strategy.

Key words: hydrogen strategy, hydrogen economy, sources of financing, partner financing, state financing, business investment activity, pilot projects, costs for the implementation of the hydrogen strategy.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Значна частка вуглецевої енергетики України наразі зруйнована, її відновлення потребує значних витрат. Ці витрати не будуть ефективними, якщо будуть спрямовані тільки на відновлення і підтримання індустріального технологічного укладу. В той же час більшість розвинутих економік світу стратегічно орієнтуються на розвиток постіндустріального технологічного укладу, енергетичним підґрунтям якого повинна стати воднева економіка. Становлення водневої економіки має низку труднощів, частина яких пов'язана із розвитком технологій, які мають ґрунтуватися не тільки прикладних, а й на фундаментальних дослідженнях. Фінансування таких досліджень, як правило, є завданням держави. І хоча у фундаментальних дослідженнях стосовно видобування і споживання водню яскраво відстежується прикладна, технологічна складова, безпосереднього фінансового ефекту від них не можна очікувати.

Розвиток водневої економіки також передбачає необхідність розвитку відповідної промислової та споживчої інфраструктури. Для пришвидшеного впровадження водневих технологій необхідно, щоб інфраструктура розвивалась одночасно із ними, а то й випереджаючи їх. Як відомо, становлення інфраструктури є похідним по відношенню до становлення технологій, отже, фінансовий ефект від будівництва та експлуатації інфраструктурних об'єктів буде від'ємним. Залучення ж приватного капіталу у цьому разі є малоімовірним.

Усталені енергетичні технології досі дають непогані економічні результати, втрата ними інноваційності не є орієнтиром для великої кількості економічних агентів. Відтак, впровадженню водневих технологій у промислове виробництво та приватне споживання буде перешкоджати інерційність суспільної парадигми. Тільки значущі технологічні злами, інституційні трансформації стануть рушієм розвитку водневої економіки у сучасному світі. Одночасно такі трансформації призведуть до перерозподілу суспільного багатства та фінансових втрат у великої кількості економічних агентів.

Перераховані проблемні аспекти фінансового характеру, що перешкоджають розвитку водневої економіки в Україні, можуть бути доповнені. Однак трансформація енергетичних технологій у сторону їх інноваційності для нашої країни є безальтернативною, тим більше, що забезпечення енергетичної безпеки України вже не може бути пов'язане із вуглецевою енергетикою.

Аналіз досліджень і публікацій. Доцільність розвитку водневої економіки вважається доведеною досить давно, із 70-х років XX сторіччя, коли Джон Бокріс вперше вводить термін «воднева економіка» та аргументує використання водню як енергетичного ресурсу тривалого зберігання [1]. Концептуально значення водню визначалось тоді як альтернатива вибору енергоносія порівняно із вуглецевими джерелами енергії. Технічно значення водню полягало у забезпеченні безперервності енергопостачання при існуванні перервного постачання електроенергії із відновлюваних джерел. Водночас енергопостачання із використанням водню вважалось доцільним у взаємозв'язку із екологічним імперативом розвитку суспільства, існуванням геополітичних перепон у постачанні енергії, ціновою нестабільністю на глобальних ринках, стрімким розвитком водневих технологій [2]. Однак зацікавленість до виробництва водню періодично коливалась, так само як і зацікавленість щодо фінансування водневих програм. Незважаючи на значні глобальні інвестиції у водневі дослідження та водневі технології, не вдалося досягти принципових технологічних змін у виробництві, транспортуванні та використанні водню, таких змін, щоб зробити фінансово доцільним використання водню як енергоносія [3]. Глобальні та регіональні програми розвитку водневої економіки на 2020 рік не досягли своїх цілей, як засвідчує дослідження Р. Молінеро, М. Дж. Лазаро і І. Сьюелса [4]. Відповідно у науковому товаристві коливалась і зацікавленість стосовно розвитку водневих технологій і становлення водневої економіки. Періодичні публікації щодо розвитку водневої економіки у зв'язку із декарбонізацією суспільного розвитку чи частковими технологічними інноваціями не визначають загальної тенденції щодо зменшення кількості відповідних досліджень. При цьому дослідження фінансової спроможності розвитку водневої економіки практично не проводились, переважно економічні дослідження стосувались менеджменту, соціології чи тренду технологій [5, 6]. Певні закономірності у провадженні досліджень становлення водневої економіки можна виокремити за етапами:

– 1972–1979 рр. — розвиток водневих технологій асоціювався з поступовим зміщенням виробництва енергії від використання вуглецевих носіїв до виробництва так званого «рожевого водню» як побічного продукту ядерних технологій. Співпадіння з періодом нафтової кризи створювали ілюзію фінансової доцільності розвитку водневої енергетики [7, 8];

– 1980–1999 рр. — переважна частка досліджень стосувалась похідних технологій щодо використання водню, розвитку водневої інфраструктури. Але в цей же час суттєве зростання видобутку нафти, подолання кризи на нафтовому ринку та здешевлення нафти та газу як енергоносіїв визначили зменшення цікавості до водневих технологій [2, 9];

– 2000–2022 рр. — впровадження нових інформаційних технологій полегшило провадження наукових досліджень різного спрямування, враховуючи і дослідження, присвячені розвитку водневих технологій. У цей же період поєднання водневої енергетики із виробництвом відновлюваної енергії різко здешевило виробництво. Також було досягнуто кілька технологічних проривів, включаючи виробництво літєвих акумуляторів, яке одночасно стимулювало розвиток водневих технологій і конкурувало з ними. Основним рушієм розвитку водневих технологій у цей період є потреба у диверсифікації джерел енергії та декарбонізації її виробництва. Джерелом фінансування водневих технологій стають програми державного фінансування чи співфінансування. Отже, нині дослідження перспектив розвитку водневої економіки проводяться за підтримки держав та наддержавних утворень [10, 21–23].

Переважна частина існуючих публікацій щодо розвитку водневої економіки сконцентрована на удосконаленні технологій виробництва, інфраструктурного забезпечення, використання водню та потенційному впливу водневих технологій на навколишнє середовище. Публікації економічного характеру є вкрай рідкісними, не зважаючи на те, що саме фінансова складова забезпечує розвиток водневих технологій.

Методика дослідження. В основі методології дослідження лежить системний підхід, у межах якого становлення і розвиток водневої економіки розглядається як компонента цілісної референтної економічної системи. Для вирішення окремих дослідницьких завдань було використано методи: абстрагування — для розгляду сутності водневої економіки та оцінки її вбудованості у загальногосподарчий комплекс; декомпозиції — для виокремлення фінансових складових Водневої стратегії України; порівняння — для оцінки узгодженості фінансових параметрів Плану відновлення України (у частині модернізації її енергозабезпечення та енергонезалежності) та фінансових складових Водневої стратегії України; аналізу — для характеристики фінансового забезпечення пілотних проєктів Водневої стратегії України; екстаполяції — для оцінки потенційних витрат при реалізації Водневої стратегії. Джерелом інформації є законодавчі та нормативні акти України, існуючі дослідження українських та зарубіжних науковців, результати практичного розвитку водневих технологій, опубліковані у зарубіжній пресі тощо.

Метою статті є виокремлення та характеристика фінансової складової стратегії розбудови водневої економіки України.

Виклад основного матеріалу дослідження. У травні 2024 року Міністерство енергетики України оприлюднило проєкт водневої стратегії України до 2050 року [11]. Зміст та етапи реалізації цього проєкту лежать у контексті європейської стратегії розвитку водневої енергетики, проте мають для України особливу значущість з огляду на суттєве руйнування енергетичної інфраструктури країни під час війни. Зазначена стратегія містить такі складові: опис проблем, які обумовлюють її прийняття та відповідного нормативно-правового забезпечення;

світові тенденції та механізми стимулювання розвитку водневої енергетики; аналіз поточного стану та перспективи розвитку водневої галузі України; стратегічні цілі та орієнтири розвитку водневої енергетики та дорожня карта реалізації водневої стратегії. Як бачимо, воднева стратегія, запропонована Міністерства Енергетики України не робить суттєвих змістових акцентів на фінансових складових. У той же час, саме фінансова складова практично визначає дієвість реалізації цієї стратегії.

Фінансові аспекти Водневої стратегії України, запропонованої Міністерства Енергетики, охарактеризовано нижче (рис. 1).

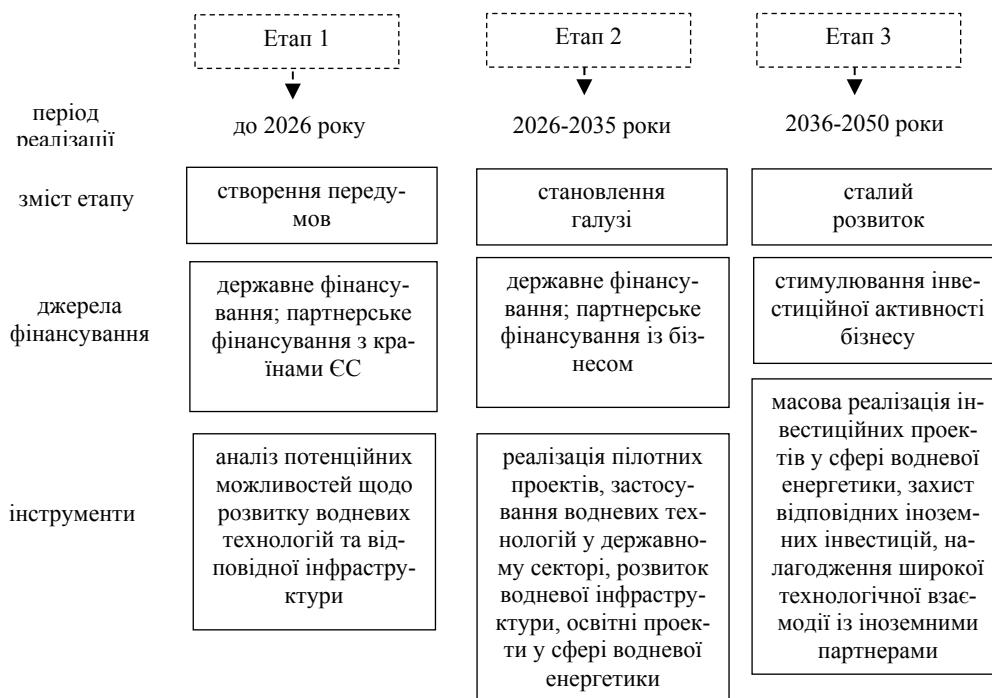


Рис. 1. Фінансова складова водневої стратегії України

Загалом вся стратегія складається з трьох етапів:

- на першому етапі передбачається проведення різноманітної підготовчої роботи до впровадження стратегії (до 2026 року): удосконалення нормативно-правового забезпечення; проведення досліджень щодо забезпеченості виробництва водню низьковуглецевими ресурсами; оцінка можливості впровадження водневих технологій тощо. Оскільки впровадження водневих технологій в Україні лежить у контексті енергетичної стратегії ЄС, то окремі країни Європи схильні приймати участь у співфінансуванні реалізації даного етапу. Інше фінансування на даному етапі — переважно державне;

- на другому етапі (2026–2035 рр.) передбачається: реалізація окремих пілотних проектів із виробництва низьковуглецевого водню; розвиток водневої інфраструктури, переважно транспортної; розвиток «зеленої енергетики», як обслуговуючої для водневої енергетики; трансформація енергетичної мережі,

енерго- та газорозподільчих станцій тощо. Хоча на даному етапі очікується отримання значних доходів від становлення водневої галузі, але, напевне, функціонування її буде ще збитковим. Передбачається, що джерела фінансування також будуть переважно державними із партнерським фінансуванням із сторони бізнесових структур. Оскільки під час даного етапу очікується налагодження технологічних зв'язків із країнами Європи, то можливими є надходження від експорту низьковуглецевого водню;

- на третьому етапі (2036–2050 рр.) необхідно розвинути повноцінну галузь водневої енергетики із стимулюванням інвестиційної активності бізнесу. Очікується створення потужностей із виробництва низьковуглецевого водню, які повністю задовольнятимуть потреби України, разом із забезпеченням експортних потреб Європи.

Необхідний обсяг інвестицій у фінансове забезпечення водневої стратегії Міненерго України оцінює у 13,5 млрд дол. США на 10 ГВт. Оскільки планується досягти виробництва 5,5 ГВт «зеленого водню» на другому етапі реалізації стратегії та 10 ГВт потужностей електролізерів на третьому етапі, то неважко визначити, що на фінансування виробництва «зеленого водню» в Україні передбачається спрямувати 20,92 млрд. дол. США. В цей же період у країнах ЄС на розвиток водневої енергетики передбачається фінансування — 430 млрд. євро, з них підтримка з боку уряду ЄС — 145 млрд євро [12]. Основний механізм фінансування проєктів водневої енергетики у Європі — це залучення Європейського інвестиційного банку через систему грантів, пільгових кредитів і співфінансування із урядами країн. Для України таке фінансування в умовах війни є фактично неможливим у зв'язку із дефіцитом фінансових ресурсів у можливих бізнес-партнерів.

Воднева стратегія України цілком узгоджується із планом відновлення країни до 2032 р. У плані відновлення України [13] до 2032 року передбачається фінансування проєктів із «зеленої енергетики» та здобуття енергоне залежності на 130 млрд дол. США. Із 21 проєкту зазначеного спрямування на «зелену енергетику» зорієнтовані 5:

- локалізація виробництва обладнання для виробництва дешевої енергії (вітрові вежі, трансформатори, кабелі, електролізери, батареї);
- будівництво 15 ГВт електролізних потужностей;
- будівництво 30 ГВт і більше виробництва дешевої енергії для виробництва водню;
- розвиток виробництва біопалива (біоетанолу, біодизелю, біометану, біомаси) із сільськогосподарської продукції, залишків та відходів;
- тестування та розвиток транспортної інфраструктури водню.

Не випадково обсяг потужностей з виробництва дешевої відновлюваної енергії за стратегією відновлення України удвічі перевищує обсяг електролізних потужностей, адже технологічно на рівні сучасних технологій саме подвійне перевищення «зеленої» відновлюваної енергії необхідне для забезпечення електролізного виробництва низьковуглецевого водню [14].

До основних пілотних проєктів Водневої стратегії України належать:

- «Воднева долина» Закарпаття. Передбачається виробництво відновлюваного водню з 100 МВт до 1,5 ГВт, створення Українсько-Словацької водневої долини, вбудування водневої долини до центральноєвропейського водневого ко-

ридору. Співфінансування реалізації проєкту Словачія-Україна, надходження від експорту водню до Європейського Союзу. Недоліком проєкту є необхідність значних інвестицій не тільки у електролізери, а й у створення інфраструктури та подальшу сертифікацію водню як низьковуглецевого. Проєкт сертифікований Mission Innovation and Clean Hydrogen Partnership. Наразі проєкт знаходиться на стадії вимірювання вітрів;

– «Воднева долина», м. Рені. Очікується виробництво відновлюваного водню з 100 МВт до 3 ГВт, фінансування проєкту за рахунок гранту, отриманого через InnovateUkraine від UK International Development. Основні надходження від реалізації водню на внутрішньому ринку. Перевагою проєкту є широкі регіональні можливості розвитку відновлюваної енергетики із дешевими джерелами енергії, недоліком — обмеженість надходжень від реалізації водню у зв'язку із обмеженими фінансовими можливостями внутрішніх споживачів та нерозвиненістю ринку водню в Україні. Проєкт сертифікований Mission Innovation and Clean Hydrogen Partnership. Зараз проєкт знаходиться на стадії підготовки техніко-економічного обґрунтування [15];

– водневий проєкт, м. Новояворівськ. Потенційний обсяг виробництва відновлюваного водню 90 МВт. Очікується партнерське фінансування з місцевого бюджету та за рахунок приватних інвестицій. Основні грошові надходження очікуються від внутрішнього споживання водню та за рахунок експорту через центральноевропейський водневий коридор частини продукції. Однак місцеві можливості відновлюваної енергетики для виробництва водню є недостатніми навіть за умови будівництва нових об'єктів, отож існує необхідність використання електроенергії із загальної мережі, що одразу призведе до здорожчання собівартості водню та неможливості його сертифікації як низьковуглецевого. Проєкт не сертифіковано;

– водневий проєкт ПАТ «Укргідроенерго». Зміст проєкту полягає у доповненні технологічних можливостей виробництва електроенергії на гідроелектростанціях потужностями із виробництва водню (з 5 МВт до 100 МВт на кожному об'єкті потенційно). Споживання виробленого водню очікується внутрішнє. Фінансування передбачається за рахунок коштів компанії із залученням пільгових кредитів. Наразі проєкт не сертифіковано, він потребує доопрацювання, оскільки значна частка об'єктів гідроенергетики пошкоджена внаслідок війни;

– водневий проєкт Дашава. Проєкт передбачає розвиток потужностей виробництва відновлюваного водню до 128 МВт, фінансування за рахунок приватних та іноземних інвестицій. Грошові надходження очікуються від експорту водню до Європейського Союзу, що означає необхідність залучення інвестицій також у розвиток інфраструктури.

Виходячи зі змісту пілотних проєктів, виконання яких анонсовано у Водневій стратегії України, необхідними будуть витрати на:

- закупівлю та встановлення електролізерів;
- розвиток транспортної мережі та допоміжної до неї інфраструктури;
- субвенції на розвиток внутрішнього споживання (встановлення стаціонарних паливних елементів, будівництво водневих заправних станцій, створення ланцюжка демонстраторів постачання тощо);
- забезпечення розробки та впровадження інновацій у виробництві, зберіганні і постачанні.

У світі існує кілька країн, які мають стратегічні державні програми щодо розвитку водневої економіки (США, Японія, Об'єднане Королівство, Канада, Німеччина, Франція). Найцілісніша фінансова характеристика такої стратегічної програми оприлюднена Японією [14] (станом на 2019–2020 рр.), щоправда ця програма не реалізована у повному обсязі. Виходячи з публічної інформації щодо напрямів використання коштів, то відсоткове співвідношення витрат на реалізацію водневої стратегії є наступним: на закупівлю та встановлення електролізерів — 24,66 %; на розвиток транспортної мережі та допоміжної до неї інфраструктури — 28,48 %; на субвенції на розвиток внутрішнього споживання — 34,15 %; на забезпечення розробки та впровадження інновацій у виробництві, зберіганні і постачанні — 12,71 %. Первинна потужність електролізерів пілотних проєктів на початку реалізації другого етапу водневої стратегії 300 МВт, наприкінці другого етапу (до 2035 року) — 4,9 ГВт. Виходячи із оцінної вартості закупівлі електролізерів для виробництва зеленого водню (13,5 млрд дол. США на 10 ГВт) витрати на другому етапі реалізації водневої стратегії будуть складати (табл. 1):

Таблиця 1

**ПОТЕНЦІЙНІ ВИТРАТИ НА РЕАЛІЗАЦІЮ ВОДНЕВОЇ СТРАТЕГІЇ
В УКРАЇНІ, МЛРД ДОЛ. США**

Напрями витрат	За сучасною оцінною вартістю виробництва «зеленого» водню		За умови зниження цін на електролізери (оптимістична оцінка)		За умови зниження цін на електролізери (оптимістична оцінка)	
	2026	2035	2026	2035	2026	2035
На закупівлю та встановлення електролізерів	0,41	6,62	0,15	2,48	0,21	3,51
На розвиток транспортної мережі та допоміжної до неї інфраструктури	0,47	7,64	0,17	2,87	0,24	4,05
На субвенції на розвиток внутрішнього споживання	0,56	9,16	0,21	3,44	0,29	4,86
На забезпечення розробки та впровадження інновацій у виробництві, зберіганні і постачанні	0,21	3,41	0,07	1,28	0,11	1,81
Разом	1,64	26,82	0,61	10,08	0,87	14,24

Однак Міненергетики прогнозує суттєве зниження цін на електролізери, пов'язуючи його із впровадженням інновацій у найближчі періоди. Якщо припустити збереження структури витрат на розвиток водневої економіки, то можна сподіватись на суттєве зменшення очікуваних витрат, що є надзвичайно важливим у зв'язку із дефіцитністю бюджету України.

Так, потенційні витрати на Водневу стратегію України тільки для започаткування її реалізації складатимуть (при збереженні середньорічного обмінного курсу грн/ \$ у 40,7) [16]:

– 0,8 % від ВВП, 2 % всіх видатків бюджету, 216 % від видатків на підтримку бізнесу (за сучасною оцінною вартістю виробництва «зеленого» водню);

– 0,34 % від ВВП, 0,7 % всіх видатків бюджету, 81 % від видатків на підтримку бізнесу (за оптимістичною оцінкою зниження цін на електролізери);

– 0,46 % від ВВП, 1,05 % всіх видатків бюджету, 116 % від видатків на підтримку бізнесу (за песимістичною оцінкою зниження цін на електролізери).

Подібний обсяг фінансування для реалізації Водневої стратегії для країни, яка перебуває у стані війни, є недосяжним.

Аналізуючи інші фінансові аспекти реалізації водневої стратегії України, значимо також, що наразі у ній спостерігаються «ножиці» — «собівартість — дохід», які визначаються перш за все рівнем технологій, які використовуються у світі в цілому. Водневі технології належать до дорогих, не тільки з фінансової, а й з енергетичної точок зору, їх стратегічна привабливість є занадто довгостроковою. Разом із тим формування водневої економіки та водневої енергетики є загальносвітовим вектором економічного розвитку та обумовлюється необхідністю мінімізації впливу на клімат планети та зменшення енергоємності суспільного виробництва. Отож нагальним питанням стає отримання таких технологічних інновацій, які суттєво здешевлять виробництво відновлюваного водню, його зберігання та використання.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Розбудова водневої економіки є одним із визначальних трендів розвитку світової економіки, яка ґрунтується на корінній трансформації енергетичних засад суспільного виробництва. Програмне фінансування для розвитку водневої економіки використовується у багатьох країнах світу, що прагнуть змінити технологічний уклад своєї економіки. Однак у переважній більшості країн цільові показники програм розвитку водневої економіки не досягнуті, оскільки технологічні труднощі виявилися вагомішими, ніж це очікувалось.

Для України розвиток водневої економіки є питанням не тільки впровадження інноваційних енергетичних технологій у суспільне виробництво, а й засобом забезпечити енергонезалежність країни та стратегічні перспективи її розвитку. Існуючі стратегічні розробки стосовно розвитку водневої технології у нашій країні не є достатньо обґрунтовані з фінансової точки зору. Стратегічні орієнтири є визначеними технологічно, проте компоненти фінансового обґрунтування недостатньо окреслені. Зокрема не визначено обсяги та структурне співвідношення різних джерел фінансування на етапах водневої стратегії, взаємозв'язок між потенційними змінами необхідними змінами у її фінансовому забезпеченні, фінансування інноваційних розробок тощо. Потенційні джерела фінансування пілотних водневих проєктів окреслено, як і їх самофінансування, проте не здійснено їх кількісну оцінку. Нагальним питанням є узгодження стратегічних орієнтирів реалізації водневої стратегії та оцінки вартості їх досягнення. Первинна оцінка вартості реалізації Водневої стратегії розвитку економіки України на одному із її етапів засвідчує неспроможність повноцінного фінансування за рахунок державних коштів, особливо в умовах війни.

Ці та інші проблемні аспекти фінансового забезпечення стратегії розбудови водневої економіки України можуть бути предметом подальших розвідок.

Література

1. Bockris J. O. M. (1972) A hydrogen economy. Science. 176, 4041. 1323. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.176.4041.1323>.

2. Yap J. And McLellan B. (2023) A Historical Analysis of Hydrogen Economy Research, Development, and Expectations, 1972 to 2020. *Environments*, 10(1), 11. <https://doi.org/10.3390/environments10010011>
3. Scita R., Raimondi P. P., Noussan M. (2020) Green Hydrogen: The Holy Grail of Decarbonisation? An Analysis of the Technical and Geopolitical Implications of the Future Hydrogen Economy. SSRN Electron. Milan, Italy. 49 p. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3709789.
4. Moliner R., Lázaro M. J.; Suelves I. (2016) Analysis of the strategies for bridging the gap towards the Hydrogen Economy. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41, 43. 19500–19508. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.06.202>
5. Brown N., Michael M. (2003) A Sociology of Expectations: Retrospecting Prospects and Prospecting Retrospects. *Technology Analysis & Strategic Management*. 15, 3–18. <https://doi.org/10.1080/0953732032000046024>
6. Borup M., Brown N., Konrad K., Van Lente H. (2006) The sociology of expectations in science and technology. *Technology Analysis & Strategic Management*. 18, 285–298. <https://doi.org/10.1080/09537320600777002>.
7. Schumacher D. (1985) The 1973 Oil Crisis and its Aftermath. In *Energy Crisis or Opportunity*; Macmillan Education: London, UK. 21–41. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-349-17797-4_2.
8. Jonas J. (2009) The History of Hydroge. [https://www.altenergymag.com/#:~:text=Online %20Trade %20Magazine](https://www.altenergymag.com/#:~:text=Online%20Trade%20Magazine) n.d. <https://www.altenergymag.com/article/2009/04/the-history-of-hydrogen/555/> (accessed on 03 October 2024).
9. Bockris J. O. N., Veziroğlu T. N. A solar-hydrogen economy for U.S.A. *International Journal of Hydrogen Energy*. 8, 5. 323–340. [https://doi.org/10.1016/0360-3199\(83\)90048-4](https://doi.org/10.1016/0360-3199(83)90048-4).
10. Bjerkan K. Y., Ryghaug M., Skjølsvold T. M. (2021) Actors in energy transitions. Transformative potentials at the intersection between Norwegian port and transport systems. *Energy Research & Social Science*. 72. 101868. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101868>.
11. Воднева стратегія України (на період до 2050 року, проєкт). Міністерство енергетики України. <https://www.mev.gov.ua/sites/default/files/field/file/vodneva-strategiya17.05.2024.pdf> (дата звернення — 17.08.2024).
12. Зеленько О. О., Гуцан Т. Г., Осьмірко І. В. Воднева енергетика та перспективи її розвитку в економіці України. *Бізнес-інформ*. 2022. № 8. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-8-20-26/>
13. План відновлення України до 2033 року. <https://recovery.gov.ua/>.
14. Воднева стратегія України: проєкт. Інститут відновлюваної енергетики НАН України. Київ, 2021. 91 с. URL: <https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/Vodneva-Strategia-Cover.pdf>
15. Водень України: в майбутнє. H2U. <https://h2u.ua/ua/proekty/>
16. Про Державний бюджет України на 2024 рік: Закон України № 3460-IX від 09.11.2023 р. у редакції від 21.09.2024 р. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3460-20#Text>
17. Khalatur S., Zenon Stachowiak, Kateryna Zhylenko, Oksana Honcharenko and Oleksandr Khalatur (2019). Financial instruments and innovations in business environment: European countries and Ukraine. *Investment Management and Financial Innovations*. 16 (3), 275—291.
18. Khalatur S., Velychko L., Pavlenko O., Karamushka O. and Huba M. (2021). A model for analyzing the financial stability of banks in the VUCA-world conditions. *Banks and Bank Systems*, 16(1), 182–194. doi:10.21511/bbs.16(1).2021.16

19. Khalatur S., Honcharenko O., Karamushka O., Solodovnykova I., Shramko, I. (2022). Paradigm transformation of the economic crises modeling. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, vol. 4(45), pp. 285–297. DOI: 10.55643/fcaptp.4.45.2022.3833
20. Khalatur S., Tvaronavičienė M., Dovgal O., Levkovich O., Vodolazsk, O. Impact of selected factors on digitalization of financial sector. *Entrepreneurship and sustainability issues*. 2022. Vol. 10(1). Pp. 358–377. DOI: [https://doi.org/10.9770/jesi.2022.10.1\(19\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2022.10.1(19))
21. Гальперіна, Л., Панченко Є., Яценко О. (2020). Міжнародна координація стратегій інтеграції В'єтнаму до світового енергетичного ринку згідно з вимогами сталого розвитку. *Економіка та суспільство*. Вип. 22. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2020-22-60>.
22. Мазуренко В., Панченко Є., Яценко О. (2020). Стратегія АСЕАН на світовому енергетичному ринку в умовах його трансформації. *Економічний аналіз*. Том 30. № 3. С. 16–24. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2020.03.016>;
23. Osaulenko O., Yatsenko O., Reznikova N., Rusak D., Nitsenko V. (2020). The productive capacity of countries through the prism of sustainable development goals: challenges to international economic security and to competitiveness. *Financial and credit activity: problems of theory and practice*. Vol 2, No 33. P. 492–499. DOI: <https://doi.org/10.18371/fcaptp.v2i33.207214> /.

References

1. Bockris J. O. M. (1972) A hydrogen economy. *Science*. 176, 4041. 1323. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.176.4041.1323>.
2. Yap J. And McLellan B. (2023) A Historical Analysis of Hydrogen Economy Research, Development, and Expectations, 1972 to 2020. *Environments*, 10(1), 11. <https://doi.org/10.3390/environments10010011>
3. Scita R.; Raimondi P. P.; Noussan M. (2020) Green Hydrogen: The Holy Grail of Decarbonisation? An Analysis of the Technical and Geopolitical Implications of the Future Hydrogen Economy. SSRN Electron. Milan, Italy. 49 p. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3709789.
4. Moliner R., Lázaro M. J.; Suelves I. (2016) Analysis of the strategies for bridging the gap towards the Hydrogen Economy. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41, 43. 19500–19508. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.06.202>
5. Brown N., Michael M. (2003) A Sociology of Expectations: Retrospecting Prospects and Prospecting Retrospects. *Technology Analysis & Strategic Management*. 15, 3–18. <https://doi.org/10.1080/0953732032000046024>
6. Borup M., Brown N.; Konrad K.; Van Lente H. (2006) The sociology of expectations in science and technology. *Technology Analysis & Strategic Management*. 18, 285–298. <https://doi.org/10.1080/09537320600777002>.
7. Schumacher D. (1985) The 1973 Oil Crisis and its Aftermath. In *Energy Crisis or Opportunity*; Macmillan Education: London, UK. 21–41. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-349-17797-4_2.
8. Jonas J. (2009) The History of Hydroge. [https://www.altenergymag.com/#:~:text=Online %20Trade %20Magazine n.d. https://www.altenergymag.com/article/2009/04/the-history-of-hydrogen/555/](https://www.altenergymag.com/#:~:text=Online%20Trade%20Magazine,n.d.https://www.altenergymag.com/article/2009/04/the-history-of-hydrogen/555/) (accessed on 03 October 2024).
9. Bockris J. O. N., Veziröglü T. N. A solar-hydrogen economy for U.S.A. *International Journal of Hydrogen Energy*. 8, 5. 323–340. [https://doi.org/10.1016/0360-3199\(83\)90048-4](https://doi.org/10.1016/0360-3199(83)90048-4).
10. Bjerkkan K. Y., Ryghaug M., Skjølsvold T. M. (2021) Actors in energy transitions. Transformative potentials at the intersection between Norwegian port and transport

systems. Energy Research & Social Science. 72. 101868. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101868>.

11. Hydrogen strategy of Ukraine (for the period until 2050, project). Ministry of Energy of Ukraine. <https://www.mev.gov.ua/sites/default/files/field/file/vodneva-strategiya17.05.2024.pdf> (accessed on 23 July 2024).

12. Zelenko O. O., Hutsan T. H., Osmirko I. V. Hydrogen energy and prospects for its development in the economy of Ukraine. *Biznes-inform.* 2022. № 8. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-8-20-26/>

13. Plan for the recovery of Ukraine until 2033. <https://recovery.gov.ua/>.

14. Hydrogen strategy of Ukraine: project. Institute of Renewable Energy of the National Academy of Sciences of Ukraine. Kyiv, 2021. 91 c. URL: <https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/Vodneva-Strategia-Cover.pdf>

15. Hydrogen of Ukraine: join the future. H2U. <https://h2u.ua/ua/proekty/>

16. On the State Budget of Ukraine for 2024: Law of Ukraine No. 3460-IX of November 9, 2023, as amended by 21. 09.2024 p. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3460-20#Text>

17. Khalatur, S. Stachowiak, Z. Zhylenko, K. Honcharenko, O. and Khalatur, O. (2019) Financial instruments and innovations in business environment: European countries and Ukraine. *Investment Management and Financial Innovations*, vol. 16 (3), pp. 275–291.

18. Khalatur, S., Velychko, L., Pavlenko, O., Karamushka, O. & Huba M. (2021) A model for analyzing the financial stability of banks in the VUCA-world conditions. *Banks and Bank Systems*, vol. 16(1), pp. 182–194. doi:10.21511/bbs.16(1).2021.16

19. Khalatur S., Honcharenko O., Karamushka O., Solodovnykova I., Shramko, I. (2022), Paradigm transformation of the economic crises modeling. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, vol. 4(45), pp. 285–297. available at: <https://doi.org/10.55643/fcaptp.4.45.2022.3833>

20. Khalatur, S., Tvaronavičienė, M., Dovgal, O., Levkovich, O. and Vodolazska, O. (2022) Impact of selected factors on digitalization of financial sector, *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, vol. 10(1), pp. 358–377, DOI: [https://doi.org/10.9770/jesi.2022.10.1\(19\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2022.10.1(19)).

21. Halperina, L., Panchenko Ye., Yatsenko O. (2020). Mizhnarodna koordynatsiia stratehii intehratsii Vietnamu do svitovoho enerhetychnoho rynku zghidno z vymohamy staloho rozvytku. *Ekonomika ta suspilstvo*. Vyp. 22. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2020-22-60>.

22. Mazurenko V., Panchenko Ye., Yatsenko O. (2020). Stratehiia ASEAN na svitovomu enerhetychnomu rynku v umovakh yoho transformatsii. *Ekonomichniy analiz*. Tom 30. № 3. S. 16–24. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2020.03.016>;

23. Osaulenko O., Yatsenko O., Reznikova N., Rusak D., Nitsenko V. (2020). The productive capacity of countries through the prism of sustainable development goals: challenges to international economic security and to competitiveness. *Financial and credit activity: problems of theory and practice*. Vol 2, No 33. P. 492–499. DOI: <https://doi.org/10.18371/fcaptp.v2i33.207214/>.