

Криль Ярослав Миколайович,
к. е. н., докторант,
Інститут економіки промисловості НАН України,
м Київ, Україна

ЩОДО ВИБОРУ СМАРТ-РІШЕНЬ ДЛЯ ПРОЄКТІВ З РОЗВИТКУ ІНДУСТРІЇ «ЗЕЛЕНОГО» ВОДНЮ В УКРАЇНІ

Актуальність розгляду проблем розвитку індустрії «зеленого» водню, включаючи розробку для відповідних проєктів та вибір смарт-рішень для їх реалізації, обумовлено тим, що відновлювану енергетику визнано важливим напрямом повоєнного відновлення економіки України в контексті євроінтеграції, декарбонізації, підвищення енергетичної та екологічної безпеки країни. Це задекларовано як у відповідних нормативно-правових документах (зокрема, Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року, Розпорядження Кабінету Міністрів України №761-р від 13.08.2024 р.), так і розглянуто в дослідження вчених та практиків [1-3]. Спираючись на них та власний досвід розробимо пропозиції щодо вибору смарт-рішень при обґрунтуванні проєктів з розвитку індустрії «зеленого» водню в Україні.

«Зелений» водень в даний час має достатньо високий попит як внутрішньому (українському), так зовнішньому (європейському) ринках и цей попит динамічно зростає, зважаючи на стратегії декарбонізації промисловості, «зеленого» енергетичного переходу та підвищення вимог до екологічності виробництва. Забезпечення виходу українських виробників «зеленого» водню на зовнішні ринки багато в чому залежить від конкурентоздатності продукції та її сертифікації за міжнародними стандартами якості. При цьому необхідно враховувати, що сертифікація може здійснюватися на підставі використання цифрових платформ, що дозволяє забезпечити надання виробником споживачу гарантії походження продукції за рахунок прозорості даних про споживання енергії, використання води та виробництво водню по всьому виробничому циклу. Розглянемо та проаналізуємо можливості використання типових платформ для сертифікації SAP GreenToken і SAP Cloud for Energy, а також Clean Energy Certification, Digital Product Passport та Atmen [4].

SAP GreenToken – централізована платформа для токенизації матеріалів та простежування їхнього походження в ланцюгах постачання. Вона дозволяє створювати цифрові токени, які представляють одиниці сировини або енергії та містять детальну інформацію про джерело, вуглецевий слід і переміщення по всьому ланцюгу. Платформа інтегрується з ERP-рішеннями SAP, що робить її зручною для компаній, які вже працюють у межах екосистеми SAP.

SAP Cloud for Energy – хмарне рішення для збору, зберігання та обробки енергетичних даних із розумних лічильників, сенсорів і систем енергоменеджменту. Воно забезпечує моніторинг виробництва та споживання енергії в реальному часі, враховуючи її джерело (відновлюване чи викопне) та

вплив на вуглецевий слід. Платформа інтегрується з іншими SAP-продуктами, дозволяючи автоматично передавати енергетичні дані до бізнес-процесів, зокрема для валідації водневого виробництва з ВДЕ.

Clean Energy Certification від Siemens Energy – цифрова платформа для сертифікації джерел електроенергії в реальному часі за централізованими стандартами, з фокусом на надійний обмін даними між визначеним колом учасників. Вона використовує IoT та блокчейн для збору та перевірки даних про виробництво енергії з відновлюваних джерел, формуючи сертифікати з інформацією про час, місце та обсяг генерації. Це дозволяє підприємствам доводити відповідність стандартам декарбонізації.

Digital Product Passport від Point Twelve – це модульна система на базі блокчейну, яка агрегує дані з усіх етапів виробництва й постачання, створюючи єдиний цифровий «паспорт» на кожен енергетичний продукт, фіксуючи походження, склад, вуглецевий слід та зміну власника в ланцюгу постачання, що дозволяє забезпечити повну прозорість на всіх етапах життєвого циклу продукції. Ці дані зберігаються у децентралізованій системі та можуть бути використані для перевірки відповідності критеріям сталого розвитку, циркулярної економіки та ESG-звітності.

Atmen розробляє рішення для автоматизації сертифікації водню та оцінки відповідності проєктів регуляторним вимогам. Продукт включає: аналіз концепцій транспортування водню через трубопроводи та оцінку можливих потенційних регуляторних ризиків; розробку концепцій вимірювань та передачі даних для відповідності сертифікаційним схемам, консультації щодо юридичних аспектів і підключення до партнерських організацій. Atmen забезпечує юридичну оцінку відповідності водневих проєктів регуляторним вимогам, включно з технічною валідацією підходів до транспортування, але не має інструментів для автономної обробки даних.

SAP GreenToken і Atmen є потужними рішеннями для сертифікації та аналізу регуляторних відповідностей, але обидва продукти обмежені централізованою моделлю управління даними. Аналогічно, SAP Cloud for Energy, хоч і надає гнучкі інструменти для збору, валідації та агрегації енергетичних даних, орієнтований переважно на інтеграцію в рамках внутрішніх ERP-систем і меншою мірою враховує потребу в незалежній, децентралізованій верифікації. Clean Energy Certification, у свою чергу, зосереджується на забезпеченні відповідності проєктів стандартам через централізовану платформу із захищеним обміном даними між обмеженим колом учасників. Digital Product Passport поки що не охоплює всі аспекти життєвого циклу гарантій походження у реальному часі.

На цьому фоні блокчейн-технологія демонструє потенціал подолати обмеження існуючих платформ, забезпечивши прозорість, незалежність, децентралізований контроль і повну автоматизацію критичних процесів сертифікації. Це особливо актуально для забезпечення міжнародної довіри, відповідності вимогам таких механізмів, як EU Hydrogen Bank та CBAM. Відтак, доцільним є створення інтегрованої платформи нового покоління, яка об'єднає

найкращі функціональні переваги згаданих рішень, але з децентралізованою архітектурою і автоматизованим збором даних із сенсорів та створення цифрових двійників. Така система повинна забезпечувати комплексне управління виробництвом, сертифікацією та торгівлею відновлюваного водню, включаючи:

прозору сертифікацію зеленого водню за допомогою захищених записів у блокчейні;

ефективне управління життєвим циклом токенованої гарантії походження продукту, від їх випуску до торгівлі, завдяки токенизації на базі блокчейну;

захищений та оперативний збір, обробку та звітність даних про виробничі параметри, такі як споживання електроенергії, використання води та викиди газів;

автоматизовану валідацію даних на основі стандартів та регуляторних вимог у реальному часі;

інтеграцію на ринок, що дозволяє виробникам та трейдерам безперешкодно торгувати токенованою гарантією походження продукту, підвищуючи ліквідність ринку та доступ до стимулів.

Це можливо досягти за рахунок інтеграції простору даних, отриманих за допомогою сенсорів та датчиків в реальному масштабі часу, Індустріальних Інтернет Речей (IIoT), технології блокчейн та токеновані гарантії походження продукції. Запропоноване смарт-рішення щодо створення нової смарт-платформи може стати типовим для проєктів з розвитку індустрії «зеленого» водню в Україні якщо буде забезпечена інформаційна взаємодія з цифровими рішеннями, які вже існують на функціонуючому підприємстві з виробництва «зеленого» водню, або це підприємство є учасником галузевого чи міжгалузевого об'єднання підприємств. Водночас, така платформа має гарантувати достовірність, повноту та верифікованість усіх даних про походження, вуглецевий слід і технологічні параметри водню, що унеможливить практики «зеленого» відмивання і забезпечить довіру з боку споживачів, регуляторів та міжнародних партнерів. Це, у свою чергу, повинно стати предметом подальших досліджень.

Список використаних джерел:

1. Кіндзерський Ю. Пovoєнне відновлення промисловості України: виклики та особливості політики. *Економічний аналіз*. 2022. Том 32. № 2. С. 101–117

2. Куцмус Н.М., Макаренко О.М. Концепція «smart-економіки»: виклики та перспективи для бізнесу в умовах глобалізації. *Економіка та суспільство*. 2024. №67. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-67-156>.

3. Репкін О.О., Криль Я.М. Стан та перспективи використання відновлюваного водню в Україні: вплив на промисловість та шляхи декарбонізації економіки. *Промислова електроенергетика та електротехніка*, 2023. №1-2. С. 139-140.

4. Kuhn M., Koop P., Michalke P., Aign J. (2023, September). *Standardizing Hydrogen Certification: Enhance Traceability, Transparency, and Market Access. Policy Brief H2Global Stiftung 05/2023. H2Global Foundation. 36 p.*