

перспективним і може стати основою для нових поколінь інструментів транспортного планування.

Література

1. Любий Є.В., Ковцур К.Г., Цинь Сяосюань Постановка задачі випадкового заповнення матриці пасажирських кореспонденцій. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. 2024. № 2(23) (2024). С. 152-158. <https://doi.org/10.36910/automash.v2i23.1537>.

2. Цинь С., Любий Є.В. Теоретичне обґрунтування результатів генерації матриць пасажирських кореспонденцій випадковим методом. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті, 2025. № 1(24), 438-446. <https://doi.org/10.36910/automash.v1i24.1751>.

3. Цинь С., Любий Є.В. Аналіз існуючих методів формування моделей потреб пасажирів у пересуваннях. Центральнотраїнський науковий вісник. Технічні науки, 2025. № 11(42), Частина 2, 394-409. [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11\(42\).2.394-409](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11(42).2.394-409).

4. Івахнік В.С. Новий метод реалізації інтервальної концепції моделювання транспортного попиту. Вісник ВПІ. 2022. 6. С. 57–64. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2022-165-6-57-64>.

УДК 656.1

ВОДНЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ У ТРАНСПОРТІ: РЕАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ВИКЛИКИ ДЛЯ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ЗЕЛЕНОГО ПЕРЕХОДУ

Чижик Віталій Михайлович, канд. техн. наук, доцент кафедри транспортних систем і логістики, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: chyzhyk88@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0518-5246

Стешенко Віктор Володимирович, магістр,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: Steshenko.viktor41@gmail.com

Сучасний етап розвитку енергетики та транспорту характеризується пошуком нових, екологічно чистих і ефективних рішень, здатних забезпечити сталий розвиток економіки. У цьому контексті дедалі більшої уваги набувають водневі технології, які в усьому світі розглядаються як основа енергетики майбутнього. Водень має унікальні властивості – високу енергетичну щільність, універсальність використання та відсутність шкідливих викидів під час згоряння, що робить його перспективним енергоносієм для транспортної галузі.

В умовах глобального курсу на декарбонізацію, що закріплений у Європейській зеленій угоді (European Green Deal), країни світу активно інвестують у створення водневої інфраструктури. Європейський Союз у 2020

році ухвалив Hydrogen Strategy for a Climate-Neutral Europe [1], яка передбачає до 2030 року встановлення не менше 40 ГВт потужностей електролізерів та формування «водневих коридорів» для транспортування екологічного палива. Паралельно активно розвиваються національні програми в Німеччині, Франції, Японії, Південній Кореї, США. Уже сьогодні у світі функціонують водневі автобуси, вантажівки та навіть потяги, що працюють на паливних елементах (fuel cells), наприклад Alstom Coradia iLint у Німеччині чи Hyundai Xcient у Швейцарії.

Alstom Coradia iLint – це перший у світі пасажирський поїзд на водневому паливі, який працює в Німеччині, зокрема на залізничних лініях у Нижній Саксонії. Його використовують для обслуговування маршрутів, які не електрифіковані, він виробляє нульові викиди CO₂, виділяючи лише воду.

Hyundai XCIENT Fuel Cell – це водневі вантажівки, які використовуються у Швейцарії в рамках пілотного проекту з розвитку водневого транспорту. У 2020 році компанія Hyundai почала постачати ці вантажівки швейцарським компаніям, планувавши до кінця 2025 року випустити близько 1600 таких машин, які працюють на водневих паливних елементах потужністю 190 кВт.

Використання водню в транспорті має низку переваг порівняно з традиційними енергоносіями. Паливні елементи забезпечують високу ефективність перетворення енергії (до 60 %), а єдиним побічним продуктом є вода. Крім того, водневі системи мають більший запас ходу, ніж електромобілі, і дозволяють швидше заправляти транспортні засоби. Це особливо важливо для громадського транспорту, вантажних автомобілів і залізничного рухомого складу.

Для України тема розвитку водневих технологій є надзвичайно актуальною. У 2021 році Міністерство енергетики України представило Проєкт водневої стратегії до 2050 року [2], який визначає стратегічні напрями розвитку виробництва, транспортування та використання водню. Необхідність її розроблення зумовлена кількома факторами: потребою зменшення залежності від викопного палива, скороченням викидів парникових газів, інтеграцією у європейський енергетичний простір та підвищенням енергетичної безпеки держави.

Україна має значний потенціал для розвитку водневої енергетики. По-перше, це потужна газотранспортна система, частина якої може бути адаптована до транспортування сумішей природного газу та водню. По-друге, країна володіє високим потенціалом відновлюваної енергетики – сонячної, вітрової та біоенергетики, які можуть стати основою для виробництва «зеленого» водню методом електролізу. По-третє, в Україні є розвинена промислова база та кваліфіковані фахівці, здатні розробляти й впроваджувати нові технології.

Певну зацікавленість у розвитку водневого напрямку в Україні проявляють і європейські партнери. ЄС розглядає український потенціал як складову європейської водневої системи, що дозволить створити транскордонну інфраструктуру постачання зеленого водню до Центральної Європи. Уже зараз у межах ініціативи H2EU+Store розглядається можливість

будівництва водневого коридору «Україна – Словаччина – Австрія – Німеччина» [3]. Свідченням серйозності намірів Євросоюзу щодо співпраці з Україною став меморандум про стратегічне партнерство ЄС та України у сфері відновлюваних газів – водню та біометану. Розроблений Міненерго, Держенергоефективності та Українською водневою радою документ підписали прем'єр-міністр Денис Шмигаль та президент Єврокомісії Урсула фон дер Ляєн у лютому 2023 року [4].

Разом із тим, впровадження водневих технологій в український транспорт стикається з низкою викликів. Перш за все, це висока вартість виробництва водню, складність його зберігання та транспортування. Не менш важливою є відсутність національної нормативно-правової бази, яка б регулювала стандарти безпеки, сертифікацію палива та вимоги до водневої інфраструктури. Також залишається проблемним питання фінансування пілотних проєктів та недостатня поінформованість бізнесу щодо економічних переваг таких інновацій.

Попри наявні труднощі, українські підприємства можуть знайти для себе низку реальних можливостей у цьому секторі. Це виробництво компонентів для водневих систем (балонів високого тиску, електролізерів, паливних елементів), розроблення програмного забезпечення для керування процесами, а також участь у міжнародних проєктах, що фінансуються за програмами Horizon Europe або Hydrogen Europe. Транспортні компанії можуть стати першими замовниками для пілотних водневих автобусів і вантажівок, зокрема у великих містах із проблемами забруднення повітря [5].

Для прискорення розвитку водневої енергетики в Україні доцільно забезпечити комплексну державну підтримку цього напрямку: стимулювати інвестиції у «зелене» виробництво, створити сприятливі умови для локалізації виробництва обладнання, розробити стандарти й програми підготовки фахівців. Важливо також налагодити співпрацю між університетами, промисловими підприємствами та міжнародними організаціями, щоб формувати національні компетенції у сфері водневих технологій.

Висновки

Водень має потенціал стати ключовим елементом енергетичної трансформації та забезпечити суттєве зниження викидів у транспортному секторі. Для України це не лише шлях до реалізації зобов'язань перед Європейським Союзом у межах зеленого переходу, але й можливість посилити власну енергетичну незалежність, створити нові робочі місця та підвищити конкурентоспроможність економіки. Реалізація водневої стратегії та активна участь українських підприємств у міжнародних водневих проєктах можуть стати фундаментом сталого післявоєнного відновлення країни..

Література

1. Hydrogen Strategy for a Climate-Neutral Europe. European Commission, 2020. URL: https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-07/hydrogen_strategy_0.pdf (дата звернення: 12.10.2025).
2. Проект Водневої стратегії України до 2050 року. Міністерство енергетики України, 2021. URL: <https://www.mev.gov.ua/sites/default/files/field/file/vodneva-strategiya17.05.2024.pdf> (дата звернення: 12.10.2025).
3. Hydrogen Council. Path to Hydrogen Competitiveness: A Cost Perspective. Brussels, 2021. URL: <https://hydrogencouncil.com/en/path-to-hydrogen-competitiveness-a-cost-perspective/> (дата звернення: 12.10.2025).
4. International Energy Agency. Global Hydrogen Review 2023. Paris: IEA, 2023. URL: <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2023> (дата звернення: 12.10.2025).
5. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. Огляд потенціалу виробництва водню в Україні. Київ, 2022. URL: <https://sae.gov.ua/news/voden-iaak-svit-rozvivaje-energetiku-maibutnyogo-i-iaak-ne-vidstavati-ukrayini> (дата звернення: 12.10.2025)

УДК 656.12.83

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІРУ ПАРТІЇ ВАНТАЖУ ВІД СОБІВАРТОСТІ ПЕРЕВЕЗНЬ

Шматко Дмитро Захарович, канд. техн. наук, доцент кафедра автомобілів та транспортно-логістичних систем, Дніпровський державний технічний університет,

e-mail: shmatkodima@ukr.net, ORCID: 0000-0001-7447-5955

Євтушенко Ярослав Олександрович, бакалавр, Дніпровський державний технічний університет,

e-mail: evtushenko@gmail.com

Залежності собівартості перевезень від вантажопідйомності рухомого складу і розміру партій вантажів, що завозяться, дозволяє уточнити й комплексно проаналізувати моделі управління запасами і вибору транспортних засобів.

Собівартість перевезення вантажів залежить від умов її доставки. Розглянемо три випадки.

У випадку, коли розмір партії вантажу q перевищує вантажопідйомність автомобілів ($q > q_a \cdot \gamma_{ст}$), що є в наявності, собівартість перевезень не залежить від розміру партії вантажу, тобто собівартість доставки 1 т вантажу при цьому варіанті є сталою: