

# МІЖГАЛУЗЕВІ ПРОБЛЕМИ І СИСТЕМНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ПАЛИВНО- ЕНЕРГЕТИЧНОМУ СЕКТОРІ

## INTER-INDUSTRY PROBLEMS AND SYSTEMS RESEARCH IN THE FUEL AND ENERGY SECTOR

---

УДК 621.311:621.33

DOI 10.20535/1813-5420.1.2023.276185

Г. П. Костенко<sup>1</sup>, ORCID 0000-0002-8839-7633

<sup>1</sup>Інститут загальної енергетики НАН України

### СИТУАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ ТА ЙОГО ІНТЕГРАЦІЇ ДО ЕНЕРГОСИСТЕМИ УКРАЇНИ

**Анотація.** Проведено аналіз перспектив розвитку електротранспорту та його інтеграції в енергосистему в умовах України з використанням методів стратегічного планування. Виявлено, що транспортний сектор в Україні має значний вплив на навколишнє середовище, є одним з найбільш енерговитратних секторів економіки, та крім того, транспорт з двигунами внутрішнього згорання є істотним фактором збільшення залежності від імпортного палива через стійкий та значний за обсягами попит на нафтопродукти. Натомість, саме електричний транспорт та технології його взаємодії з енергосистемою є однією з ключових технологій, які пропонують великий потенціал для пом'якшення наслідків зміни клімату. Таким чином, на сучасному етапі існує нагальна потреба в розробці стабільної політики сприяння цим технологіям, для чого необхідно визначити та порівняти особливості політики інтеграції електромобілів та енергосистеми в умовах України. У цьому дослідженні використовується якісна методологія стратегічного планування із використанням оцінки сильних і слабких сторін, можливостей і загроз (SWOT-аналіз), щоб максимально врахувати різні заходи та ініціативи, пов'язані з розвитком електротранспорту та його інфраструктури водночас із їх інтеграцією в енергосистему. Виконане дослідження виявляє проблеми, пов'язані з впливом заряджання електромобілів на енергосистему, наприклад, неспроможності забезпечити підвищення потреб в енергії або обмеження електричного навантаження інфраструктури заряджання електромобілів. Натомість, високий відсоток частки ВДЕ, підвищення соціальної обізнаності про зміну клімату та зниження цін на електромобілі можуть забезпечити необхідні можливості для розвитку електротранспорту в умовах України.

**Ключові слова:** електромобіль; SWOT-аналіз, перспективи розвитку; стійка мобільність.

**Вступ.** На сьогодні електрифікація транспорту в усьому світі вважається однією з ключових умов декарбонізації для реалізації Паризької угоди та виконання національно визначених внесків, як в країнах світу, Європи, так зокрема і в Україні. Як зростання автопарку електромобілів, так і збільшення виробництва ВДЕ можуть значно сприяти пом'якшенню наслідків зміни клімату, але їх інтелектуальна інтеграція має високий пріоритет. Спостерігається загальна тенденція надавати перевагу електромобілям за допомогою стимулів на місцевому, регіональному та національному рівнях. Однак для того, щоб стимулювати розвиток електромобільності та супутніх технологій, потрібна чітка інноваційна та стабільна політика. Звісно, широке впровадження, розвиток та масове використання електротранспорту та його зарядної інфраструктури має відбуватись синхронно та узгоджено з відповідною трансформацією енергетичної системи.

**Метою** даного дослідження є огляд сучасного стану та виконання комплексного аналізу перспектив розвитку електротранспорту в Україні, та можливостей створення нових ефективних систем передачі енергії «електротранспорт-електроенергетика», а також визначення основних переваг та перешкод використання електротранспорту в електричних мережах України.

**Матеріал та результати дослідження.**

В Україні транспортна галузь на рівні з енергетичною продукує до 28% викидів CO<sub>2</sub>. Обсяги парникових викидів від використання двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), а з ними — ризики глобальної зміни клімату і забруднення повітря роблять доцільним широке впровадження електричного транспорту на всіх рівнях організації перевезень, і в першу чергу це стосується приватного користування електромобілями та міського пасажирського транспорту (муніципального парку електробусів, службової дорожньої техніки, таксі, служб доставки, тощо). Цього вимагають і прийняті Україною міжнародні екологічні зобов'язання.

Згідно планів Єврокомісії, до 2030 року електромобілі повинні скласти половину всього міського автотранспорту. Очікується, що такий перехід на електропривід дозволить значно знизити викиди шкідливих речовин в атмосферу і знизить рівень акустичного забруднення навколишнього середовища. Згідно Національної транспортної стратегії в Україні розраховують до 2030 року повністю перейти на муніципальний транспорт з електродвигунами, повністю замінивши автобуси та маршрутні таксі.

Реалізація програм «озеленення» транспорту дозволить Україні суттєво скоротити викиди парникових газів, що є необхідним для виконання зобов'язань за Паризькою кліматичною угодою. За даними Міністерства Інфраструктури України на 01.01.2022 р. в країні налічується близько 10,2 млн. автомобілів. При заміні української автотранспортної системи на електричну можна досягти значних природоохоронних результатів.

Перші електромобілі в Україні були офіційно зареєстровані ще у 2012 році. Помітне зростання їх кількості відбулося у 2016 році (1602 од. проти 470 од. у 2015 р.), що було пов'язано з початком дії з 1 січня 2016 року закону про скасування мита на імпорт електромобілів. У 2021 році в Україні було зареєстровано 8 500 електромобілів. Це приблизно на 20% більше, ніж у 2020 році. Створення національної інфраструктури зарядних станцій стане поштовхом не лише для поширення приватного електротранспорту, а й для муніципального, та для розвитку нових сервісів з використанням електромобілів, наприклад, у сфері логістики.

У 2022 році попит на електроавтомобілі в Україні зріс у 15 разів через спровокований військовою агресією дефіцит та подорожчання пального. Через кризу на ринку пального в Україні виникло стрімке зростання попиту на електромобілі. На сьогодні разом з «гібридами» кількість електрифікованих автомобілів складає понад 100 тисяч (з них чистих електромобілів – 42,3 тис., причому більше 10 тис було зареєстровано протягом 9 міс. 2022 р.).

Станом на 1 жовтня 2022 року кількість зареєстрованих електромобілів в Україні становила 42289 од.[1]. Що стосується розподілу електромобілів за регіонами України, як наведено в табл. 1, перше місце займає Київ, де на 1 жовтня 2022 року налічувалося 8740 зареєстрованих електромобілів. А у всій Київській області разом з Києвом їхня кількість сягає 11957 одиниць або майже третину від загальної чисельності в країні.

Особливість українського ринку електромобілів полягає у тому, що переважну його більшість (до 85%) складають вживані електромобілі із США та країн Європи. Найбільш популярна і поширена модель електромобіля в Україні - Nissan Leaf .[1]

Оскільки з кожним місяцем електромобілів в Україні дедалі більше, це виводить на перший план розвиток зарядної інфраструктури. Відзначимо, що для збільшення кількості електротранспорту критично важливим є розвиток щільної мережі зарядок біля місця проживання та роботи. Маючи можливість зарядитися біля місця проживання, споживач з більшою вірогідністю обере електромобіль, купуючи автомобіль. У той самий час, бізнесу економічно не вигідно розбудовувати мережі зарядних станцій без достатньо розвинутого ринку електромобілів у короткостроковій перспективі [2].

Для зарядних станцій та конекторів моніторинг та облік на державному рівні поки що відсутній, а з початком бойових дій неможливий фізично. Дані з відкритих джерел свідчать, що у порівнянні з 2020 р. кількість станцій та зарядних портів (на кожній станції може бути кілька конекторів різних типів) зменшилася. Так, якщо на 1.01.2021 р. в Україні налічувалося 11,5 тис. точок підключення (або конекторів), то станом на 1.11.2021 р. – 7,8 тис., загальне число зарядних станцій – 3244. Це спричинено тим, що у 2021 році український ринок зарядної інфраструктури суттєво змінив свою конфігурацію – деякі оператори об'єдналися, інші залишили ринок [3]. Однак, навіть незважаючи на це, на початок 2022 р. співвідношення кількості електромобілів до кількості точок підключення в Україні становило 4,2. Це високий показник, на рівні найкращих серед європейських країн (такий індекс, наприклад, у Нідерландах).

Таблиця 1. Кількість зареєстрованих електромобілів за регіонами України.

№	Регіон України	Кількість електромобілів, од.		№	Регіон України	Кількість електромобілів, од.	
		1.11.2021	1.10.2022			1.11.2021	1.10.2022
1	м. Київ	7176	8740	14	Тернопільська обл.	509	972
2	Одеська обл.	4733	4801	15	Миколаївська обл.	483	654
3	Київська обл.	3730	3217	16	Івано-Франківська обл.	481	753
4	Харківська обл.	3178	3443	17	Донецька обл.	471	887
5	Дніпропетровська обл.	2680	3656	18	Черкаська обл.	426	862
6	Львівська обл.	2172	3078	19	Волинська обл.	426	694
7	Вінницька обл.	957	1544	20	Закарпатська обл.	410	784
8	Запорізька обл.	851	1222	21	Херсонська обл.	248	403
9	Житомирська обл.	784	1256	22	Сумська обл.	223	427
10	Полтавська обл.	637	1084	23	Кіровоградська обл.	221	465
11	Рівненська обл.	633	856	24	Чернігівська обл.	148	333
12	Хмельницька обл.	518	1026	25	Луганська обл.	50	250
13	Чернівецька обл.	515	860	26	АР Крим	2	22
	<b>Україна (всього)</b>					<b>32662</b>	<b>42289</b>

Збільшення кількості електричних транспортних засобів робить їх важливою складовою системи електропостачання як на регіональному рівні, так і на рівні всієї країни. Розвиток електричних мереж з електромобілями, розробка і використання технологій Smart Grid для них здійснюється з урахуванням додаткових вимог і обмежень відносно режимів заряду тягових батарей автомобілів з метою забезпечення їх ефективної інтеграції в гібридну систему електропостачання. На сьогодні в Україні, як і в розвинених країнах світу, існує можливість інтеграції електричних транспортних засобів в електричну мережу при використанні їх для регулювання навантаження енергосистеми [3].

Стратегія полягає в тому, щоб заряд акумуляторів транспортних засобів здійснювати в основному під час мінімуму навантаження енергосистеми, а в пікові періоди часу – генерувати енергію від акумулятора в мережу. Масове використання електромобілів в такому режимі дозволить знизити попит на електроенергію в пікові періоди, що, у свою чергу, знижує потребу в пікових електростанціях і допомагає зменшити шкідливі викиди, оскільки такі генеруючі джерела звичайно більш екологічні й ефективні порівняно з електростанціями, які забезпечують постійне (базове) навантаження. Ця задача актуальна як для багатьох європейських країн, так і для України.

Вирівнювання графіків електричного навантаження споживачів електричних мереж за рахунок використання електромобілів за принципом є аналогічним до загальносистемного з використанням ГАЕС. Щоб визначити регульовальний потенціал використання електромобілів в реальних умовах електроспоживання, необхідно враховувати шаблон використання електромобілів в конкретному випадку оперативного режиму навантаження підстанції (режим автомобіля в русі, режим заряду/споживача, режим розряду/генератора). За умови широкого впровадження електромобілів та ефективного використання технології Vehicle-to-Grid (V2G) – «автомобіль до мережі», можливо буде враховувати при проектуванні електричної мережі дане джерело активного навантаження. Найбільш потенційними місцями для розташування станцій заряду-розряду у містах є автостоянки в житлових районах, поблизу торговельно-розважальних центрів, тощо.

Загалом створення умов для поширення електромобілів в Україні та розбудови належної інфраструктури розпочато вже на державному рівні, адже Національною транспортною стратегією до 2030 року та розробленим відповідним планом заходів передбачено таке стимулювання використання електромобілів, щоб їх парк склав до 70% від загальної кількості автомобілів [6]. Загалом окрім загальної кількості точок зарядження не менш важливою є якісні характеристики зарядок – інакше кажучи, чи достатньо зараз в країні "швидких" конекторів. Наразі "швидких" конекторів в Україні близько 24% – на кожен з них припадає три "повільні". З одного боку, середньоєвропейський показник у 2020 році був нижчий за український і становив 1 до 9 (на "швидкісні" зарядки припало 11,1% від загальної кількості). З іншого – збільшення кількості DC-точок є критично важливим для прискорення темпів електромобілізації

України. Адже ємність батарей у нових моделях електромобілів постійно зростає, досягнувши сьогодні 70-80 кВт·год. Також вже існують потужні електромобілі з ємністю батареї близько 100 кВт·год (наприклад, Tesla).

Варто зазначити, що інфраструктура зарядних станцій зосереджена в основному в великих містах, а на міжміських маршрутах кількість зарядних пунктів вкрай обмежена. Тому вважається, що електромобілі найбільш зручні для пересування саме в межах міста. Звичайні розетки розташовані і на бензинових АЗС, і в придорожніх закладах, однак слід враховувати, що час підзарядки автомобіля в даній ситуації складатиме близько 8-10 годин. В разі, коли виникає нагальна потреба терміново підзарядитися вдень, необхідно шукати саме швидкісну зарядку, що доволі складно.

Однак, враховуючи досвід інших країн, можна стверджувати, що загалом попит на електротранспорт залежить від вартості електромобілів, розвитку інфраструктури та державних програм стимулювання. Комерційні вантажні перевізники та приватний електротранспорт потребують більш детальних програм заохочення, підтримки та субсидій зі сторони держави. Окрім того, масове використання електротранспорту матиме важливий соціальний та екологічний наслідок - сприятиме покращенню якості повітря у містах, що є однією із актуальних загроз у великих містах України. Що стосується вантажного електротранспорту, його використання може виявитись найбільш економічно доцільним саме у великих містах і агломераціях с високою щільністю населення, коли не потрібно долати дуже великі відстані.

В Україні вже розпочато реалізацію заходів та ініціатив зі сприяння розвитку ринку електромобілів:

-З 1 січня 2022 р. набули чинності відповідні закони, які передбачають внесення змін до Податкового (Закон №1660-IX [4], тимчасове до 2026 р. звільнення електричних транспортних засобів та супутніх товарів від оподаткування ПДВ) і Митного (Закон №1661-IX [5], тимчасове, до 2031 року, звільнення від оподаткування ввізним митом) кодексів для стимулювання розвитку галузі електричного транспорту в Україні.

-На початку 2022 року Міністерство інфраструктури України ініціювало розробку ключових змін у державні будівельні норми в частині розміщення електрозаправок на дорогах [6].

-У червні 2022 року «Кабінет Міністрів ухвалив розроблене Міненерго розпорядження «Про створення державним підприємством «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом» мережі швидкісних автомобільних електрозарядних станцій [7]. Передбачається, що упродовж двох років Енергоатом створить 120 автомобільних електричних зарядних станцій: 40 - великої потужності (від 160 кВт) та 80 - середньої потужності (від 60 кВт). Зарядні станції працюватимуть в обласних центрах та на основних автомагістралях України.

- За пропозицією Міністерства енергетики 14 жовтня 2022 р. Кабінет Міністрів схвалив Концепцію впровадження «розумних мереж» в Україні до 2035 року та затвердив План заходів щодо її реалізації [8]. «Концепція впровадження «розумних мереж» і план заходів з її реалізації задають рамку для реалізації сучасних технологій в українській електроенергетиці, у тому числі в процесі відбудови і відновлення енергетичної інфраструктури після руйнувань російським агресором. Відновлений енергетичний сектор України має стати втіленням сучасних енергетичних технологій і відповідати європейським стандартам енергоефективності. Концепція має на меті поступове зменшення втрат електроенергії в мережах, забезпечення зниження викидів CO<sub>2</sub>, збільшення обсягу інвестицій у модернізацію електромереж, а також забезпечення покращення якості та надійності електропостачання для споживачів електричної енергії, що прямо стосується електротранспорту та оптимізації його взаємодії з енергосистемою.

У результаті впровадження Плану заходів щодо реалізації цієї Концепції до 2035 року передбачається зменшити втрати електроенергії в електромережах в цілому по Україні із 11,6% до 7,5% або на 6 млрд кВт\*год, що еквівалентно 3 млн тонн спаленого вугілля на ТЕС [8].

Серед конкретних кроків для переходу на електричний транспорт – залучення коштів міжнародних фінансових організацій з метою придбання електротранспорту для міст України, розробка механізму щодо часткової компенсації витрат на придбання транспортних засобів з електричними двигунами, а також ряд заходів з метою підвищення екологічності транспорту, наприклад, дорожні збори залежно від рівня екологічних норм автомобіля, реформування системи здійснення контролю за технічним станом тощо.

Необхідність здійснення комплексного оцінювання всіх чинників впливу зовнішнього та внутрішнього середовища для визначення можливостей та перспектив підвищення електромобільності в Україні є умовою розробки відповідної стратегії, підґрунтям до якої є SWOT-аналіз [9]. SWOT-аналіз – це інструмент стратегічного аналізу для оцінювання сильних та слабких сторін проекту, можливостей та загроз (SWOT – аббревіатура від Strengths, Weakness, Opportunities, Threats). За результатами SWOT-аналізу визначається, чи наявні внутрішні ресурси, щоб реалізувати наявні можливості і протистояти загрозам інноваційного проекту, а також які внутрішні недоліки вимагають якнайшвидшого усунення.

Сильні (S) і слабкі (W) сторони є факторами внутрішнього середовища об'єкта аналізу, (тобто тим, на що сам об'єкт здатний вплинути); можливості (O) і загрози (T) є факторами зовнішнього середовища (тобто тим, що може вплинути на об'єкт ззовні і при цьому не контролюється об'єктом) [1]. Переваги методу: простота і можливість витратити невеликі кошти на його проведення, гнучкість і наявність безлічі варіантів, спільне вивчення зовнішніх та внутрішніх факторів.

При розгляді сильних сторін розвитку електротранспорту виявлено, що використання електромобілів замість автомобілів з ДВЗ значно зменшує забруднення повітря у містах. Традиційні автомобілі, навіть із високоякісним нафтовим паливом викидають безліч забруднюючих речовин. А електромобілі на стадії експлуатації не мають викидів. Викиди, які утворюються у зв'язку з генерацією електроенергії, в основному залишаються поза містами і розпоршуються на суттєво більшу висоту, що безпечно для здоров'я населення.

Електричний двигун з розрахунком втрат при зарядці має ефективність порядку 85-90% потрібної з мережі електроенергії, що в 3 рази вище за ККД двигуна внутрішнього згоряння, що становить близько 30-35%. При цьому, якщо врахувати втрати при нафтопереробці та генерації та передачі електроенергії, то за витратами енергії ці технології в цілому співставні. Але для різних країн та регіонів світу цей баланс різний залежно від структури генерації електроенергії. Електромобіль через специфіку руху у містах більше ефективний з точки зору використання енергії, ніж традиційні автомобілі.

Електроенергія в середньому дешевша за бензин і коливання ціни на неї незначні, у порівнянні з цінами на моторне паливо з нафти. Електромобіль з тими ж характеристиками витратитиме в рази менше палива. В результаті в залежності від країни та джерела енергії паливні витрати у електромобіля можуть бути від 3 до 10 разів нижчими. Автомобіль з ДВЗ має близько 10 000 рухомих частин та деталей. У електромобілях їх 1000-2000. Механіка частин електромобіля значно простіша і, відповідно, знос деталей менший, а витрати на це нижчі.

Також електромобіль набагато простіший в керуванні, ніж автомобіль із ДВЗ, за рахунок однієї передачі, низького центру тяжіння (за рахунок низького розташування батареї, яка зазвичай знаходиться над днищем автомобіля). Завдяки відсутності двигуна в передній частині машини, електромобіль не тільки дає вам додаткове місце для перевезення вантажів, але і також суттєво підвищує безпеку автомобіля.

Серед слабких сторін варто відзначити високу вартість електромобіля, яка є найбільшою перешкодою на шляху до його масового поширення. У середньому роздрібна ціна автомобіля середнього класу з двигуном внутрішнього згоряння вдвічі нижче ціни електричного аналога. У більшості моделей електромобілів кузов і багато інших частини запозичені у аналогів з двигуном внутрішнього згоряння. А найдорожчою частиною електромобіля є батарея, на частку якої припадає до 40% від кінцевої ціни електромобіля. І саме здешевлення батареї дозволить електромобілям стати конкурентоспроможними за ціною. Окрім того хаотичне (без контролю зі сторони енергосистеми) заряджання може суттєво посилити нерівномірність графіка електричного навантаження, спричинивши додаткове збільшення вечірнього пікового навантаження, оскільки більшість людей заряджатимуть свої автомобілі, повертаючись додому з роботи (за оцінками, вечірнє пікове навантаження може збільшитися на 8-10%). Це збільшення пікових навантажень матиме особливе значення для розподільчих мереж. Ще однією складністю буде поєднання часу пікового навантаження з географічним розподілом електромобілів, який неминуче буде нерівномірним у просторі. Міста і райони з високою концентрацією електромобілів або зарядних станцій виводитимуть місцеві підстанції за межі їх потужності.

Загрози щодо розвитку електромобільності пов'язані з відсутністю або обмеженим доступом до сировинної бази, в тому числі для виробництва акумуляторних батарей, непроста політична обстановка, жорсткі національні природоохоронні стандарти та інші нормативно-правові вимоги, обмеження землекористування, недостатня розвиненість супутньої інфраструктури, економічні чинники та ін. До того ж, зростання попиту на електромобілі вимагає нових проектів, а вони обходяться дуже недешево.

Результати виконання автором SWOT-аналізу наведено в табл.2.

Розглянувши досвід країн, які успішно розвивають електротранспорт, можна підсумувати, що загалом попит на електромобілі залежить від вартості електромобілів для кінцевого споживача, розвитку інфраструктури та державних програм стимулювання. Комерційні вантажні перевізники та приватний електротранспорт потребують детальних програм заохочення, підтримки та субсидій зі сторони держави. Реалізація програм «озеленення» транспорту дозволить Україні суттєво скоротити викиди парникових газів, що є необхідним для виконання зобов'язань за Паризькою кліматичною угодою. Перехід на електромобілі в Україні, при запланованій заміні української автотранспортної системи на електричну в обсязі 70%, сприятиме досягненню значних природоохоронних результатів.

Наведений аналіз виявив, що широке впровадження електромобілів має відбуватись водночас із розвитком відповідної супутньої інфраструктури, а також розвитком систем їх взаємодії з енергосистемою та відповідністю світовим екологічним стандартам. Незважаючи на вищу вартість електричного транспорту, його експлуатаційні витрати можуть виявитись суттєво нижчими, а за умови прогнозованого у майбутньому зниження вартості акумулятора, частка електротранспорту на ринку постійно зростатиме.

Таблиця 2. SWOT-аналіз перспектив розвитку електротранспорту в Україні.

Strenghts / Сильні сторони	Weaknesses / Слабкі сторони
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Екологічність, зменшення забруднення повітря (особливо у містах)</li> <li>-Стале зростання парку електромобілів в Україні, постійне зростання попиту</li> <li>-Закони, що набрали чинності в 2022 р.- “Про внесення змін до Податкового кодексу України та деяких законодавчих актів України щодо стимулювання розвитку галузі електричного транспорту в Україні” №1660-IX та “Про внесення змін до Митного кодексу України щодо стимулювання розвитку галузі електричного транспорту в Україні” №1661-IX</li> <li>-ККД електродвигуна 85-90% (ККД ДВЗ становить 30-35%)</li> <li>-Електромобіль більш ефективний в міському циклі з точки зору витрат енергії</li> <li>-Електроенергія значно дешевша за паливе, характеризується меншим коливанням цін</li> <li>-Сприятливі кліматичні умови</li> <li>-Наявність вже існуючого електротранспорту і інфраструктури</li> <li>-Висока частка приватного автомобілеволодіння</li> <li>-Розвинений ІТ- сектор (смартфони, мобільні додатки, тощо)</li> <li>-Наявність науково-дослідної бази для дослідження проектів розвитку електротранспорту та інфраструктури</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Висока ціна на нові електромобілі та висока ціна заміни ТАБ</li> <li>-Споживачі традиційно віддають перевагу автомобілям з ДВЗ та позашляховикам</li> <li>-Низька частка електромобілів у парку країни порівняно з автомобілями з ДВЗ</li> <li>-Відсутність додаткових стимулюючих заходів</li> <li>-85% електромобілів – вживані, з частково деградованою ТАБ</li> <li>-Необхідність щоденного заряджання, необхідність визначати час і місце</li> <li>-Відносно короткий пробіг та додаткове зниження запасу ходу взимку</li> <li>-Домінування маршрутних таксі з ДВЗ над електротранспортом</li> <li>-Відсутність достатньої кількості обладнаних паркувальних майданчиків для електротранспорту</li> <li>-Економічна нестабільність в Україні, зниження платоспроможності населення</li> <li>-Високі відсотки у сфері кредитування</li> <li>-Інтеграція електромобілів з енергосистемою – складний тривалий процес, який потребує розробки правил і узгодження дій всіх учасників на всіх рівнях (зарядна інфраструктура, енергоринок, ВДЕ, енергопостачальні компанії, тощо)</li> <li>-Відсутність власного виробництва електромобілів, ТАБ, пристроїв V2G</li> </ul>
Opportunities / Можливості	Threats / Загрози
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Зниження емісії CO2 (виконання НВВП2)</li> <li>-Зменшення використання природного газу та нафтопродуктів, зниження залежності від імпорту енергоносіїв</li> <li>-Впровадження та розвиток інтелектуальних мереж Smart grid</li> <li>-Зростаюча кількість моделей електромобілів на ринку</li> <li>-Зростання популярності електромобілів</li> <li>-Впровадження програм стимулів та субсидій</li> <li>-Використання електротранспорту як споживача-регулятора електричного навантаження та як розподіленого (мобільного) накопичувача електроенергії</li> <li>-Використання системи VEHICLE-TO-GRID (V2G)</li> <li>-Збільшення гнучкості енергосистеми</li> <li>-Використання ТАБ як резерву живлення при аварійних ситуаціях в енергосистемі</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ймовірне подорожчання електроенергії</li> <li>-Подальший відтік працездатного платоспроможного населення (через війну, економічний спад чи відсутність перспектив для самореалізації)</li> <li>-Великий вторинний ринок більш доступних автомобілів з ДВЗ</li> <li>-Заряджання електромобілів прямо залежить від життєдіяльності людини і посилює нерівномірність ГЕН (особливо у зоні вечірнього піку)</li> <li>-Неконтрольоване заряджання спричиняє ряд негативних ефектів в енергосистемі (вплив на стабільність мережі та якість електроенергії)</li> <li>-Зношеність розподільчих електричних мереж</li> <li>-Прискорена деградація батареї при участі в системі V2G (збільшення циклів заряджання-розряджання)</li> </ul>

На сьогодні спостерігається зростання попиту на електромобілі, проте відсутні економічні та правові важелі стимулювання використання тягових батарей у якості маневреного джерела, до того ж не затверджена на законодавчому рівні технологія V2G, відсутні технічні вимоги до відповідних зарядних станцій, а мережа стандартних зарядних станцій досі є недостатньо розвиненою [9].

Розвиток інфраструктури потужних станцій швидкісної зарядки в Україні потребує модернізації наявної електромережі та приведення її у відповідність до європейських стандартів, щоб забезпечити спроможність енергосистеми задовольняти потреби зарядної інфраструктури електромобілів, кількість яких невпинно зростає.

Такий план заходів обов’язково має передбачити:

1.Забезпечення комплексного інноваційного розвитку електротранспорту (що передбачає стимулювання виробництва електромобілів в Україні)

2.Впровадження економічних та інших заходів стимулювання використання в містах електромобілів, електробусів, а також електричного велосипедного транспорту (електросамокатів, електровелосипедів та електроскутерів, тощо).

3. Створення національної мережі швидкісних електрозарядних станцій для електромобілів вздовж доріг міжнародного значення.

4. Стимулювання перевізників для зменшення викидів забруднюючих речовин та парникових газів, зниження рівня шумів від транспортних засобів.

5. Створення інтерактивної карти сприятливих місць розташування зарядних станцій для електромобілів по Україні в цілому, та в регіональному розрізі зокрема.

6. Створення системи моніторингу та збору даних споживання електричної енергії зарядними станціями для електромобілів з метою забезпечення управління поптом та балансування енергетичної системи

7. Визначення на законодавчому рівні прав та обов'язків операторів електрозарядних станцій, порядок та умови участі їх на ринку електричної енергії, прав та обов'язків операторів системи розподілу, постачальників та споживачів під час використання електрозарядних станцій, удосконалення процедури приєднання електрозарядних станцій до мережі електричної енергії.

Окрім всіх наведених заходів необхідно також налагодити інформування суспільства про державну підтримку електричного транспорту, зокрема своєчасне і повсюдне інформування про пільги для електромобілів та певні обмеження для автомобілів з ДВЗ. Необхідно широко інформувати про переваги електромобілів у засобах масової інформації. Наприклад, про те, що технічний огляд власники Tesla проходять дистанційно, що дуже економить час, або про те, що електрокари значно безпечніші, ніж авто з ДВЗ, і це неодноразово доводили відповідні тести. Політика стимулювання широкого використання електротранспорту має бути відзначена в усіх ключових стратегіях розвитку України: економічній, енергетичній, екологічній, кліматичній та інфраструктурній.

#### **Висновки.**

1. Проведено аналіз перспектив розвитку електротранспорту та його інтеграції в енергосистему в умовах України з використанням методів стратегічного планування. Виявлено, що транспортний сектор в Україні має значний вплив на навколишнє середовище, є одним з найбільш енерговитратних секторів економіки, та крім того, транспорт з двигунами внутрішнього згорання є істотним фактором збільшення залежності від імпортного палива через стійкий та значний за обсягами попит на нафтопродукти. Саме електричний транспорт та технології його взаємодії з енергосистемою є однією з ключових технологій, які пропонують великий потенціал для пом'якшення наслідків зміни клімату. Таким чином, на сучасному етапі існує нагальна потреба в розробці стабільної політики сприяння цим технологіям, для чого необхідно визначити та порівняти особливості політики інтеграції електромобілів та енергосистеми в умовах України.

2. Виконано оцінку сильних і слабких сторін, можливостей і загроз (SWOT-аналіз), щоб максимально врахувати різні заходи та ініціативи, пов'язані з розвитком електротранспорту та його інфраструктури водночас із їх інтеграцією в енергосистему. Виконане дослідження виявило проблеми, пов'язані з впливом заряджання електромобілів на енергосистему, наприклад, неспроможності забезпечити підвищення потреб в енергії або обмеження електричного навантаження інфраструктури заряджання електромобілів. Натомість, високий відсоток частки ВДЕ, підвищення соціальної обізнаності про зміну клімату та зниження цін на електромобілі можуть забезпечити необхідні можливості для розвитку електротранспорту в умовах України.

3. Широке впровадження електромобілів водночас із розвитком відповідної супутньої інфраструктури, а також з урахуванням їх взаємодії з енергосистемою та відповідністю світовим екологічним стандартам, в перспективі може утворити в Україні новий сектор економіки і нового учасника енергосистеми (E-Mobility - електромобільність). Концепція розвитку електротранспорту в Україні має охоплювати всі його види – електричні легкові автомобілі, мікроавтобуси, пасажирські автобуси, вантажні автомобілі, тощо. Незважаючи на вищу вартість електричного транспорту, їх експлуатаційні витрати можуть виявитись суттєво нижчими, а за умови прогнозованого у майбутньому зниження вартості акумулятора, початкова вартість електромобілів фактично зрівняється з вартістю транспорту з ДВЗ, що прискорить стійке зростання частки електротранспорту в загальному автопарку країни.

#### **Список використаної літератури:**

1. Статистика: Реєстрація автомобілів з електричним приводом за 9 місяців 2022 року <https://fra.org.ua/uk/st/statistika/infoghrafika/reiestratsiyi-avtomobiliv-z-elektrichnim-privodom-za-9-misiatsiv-2022-roku> (дата звернення: 15.10.2022).
2. Електромобілі чи інфраструктура: що першине? <https://ua-energy.org/uk/posts/elektromobili-chy-zariadna-infrastruktura-shcho-pervynne> (дата звернення: 15.10.2022).
3. Як в Україні розвивається інфраструктура зарядок для електромобілів <https://auto.rbc.ua/ukr/show/zaryadnaya-infrastruktura-1637906584.html> (дата звернення: 15.10.2022).
4. Про внесення змін до Розділу XX «Перехідні положення» Податкового Кодексу України щодо стимулювання розвитку галузі екологічного транспорту в Україні. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1660-20#Text>. (дата звернення: 15.10.2022).

5. Про внесення зміни до пункту 4 розділу XXI «Прикінцеві та перехідні положення» Митного Кодексу України щодо стимулювання розвитку галузі екологічного транспорту в Україні. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1661-20#Text>. (дата звернення: 15.10.2022).

6. Маємо стимулювати використання електромобілів в Україні та створити належну інфраструктуру <https://www.kmu.gov.ua/news/mayemo-stimulyuvati-vikoristannya-elektromobiliv-v-ukrayini-ta-stvoriti-nalezhnuu-infrastrukturu-vladislav-kriklij> (дата звернення: 15.10.2022).

7. Про схвалення Концепції впровадження «розумних мереж» в Україні до 2035 року. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/908-2022-%D1%80#Text> (дата звернення: 20.10.2022).

8. Стратегічний менеджмент: [навч. посібн.] / Н.Ю. Подольчак. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2012. 400 с. (дата звернення: 25.10.2022).

9. Overview of European trends in electric vehicle implementation and the influence on the power system. System Research in Energy; 1(70), 62–71. [http://srenergy.org.ua/index.php?option=com\\_docman&task=art\\_details&mid=20221&gid=643&lang=en](http://srenergy.org.ua/index.php?option=com_docman&task=art_details&mid=20221&gid=643&lang=en)

G. Kostenko<sup>1</sup>, ORCID 0000-0002-8839-7633

<sup>1</sup>Institute of General Energy on NAS of Ukraine

## SITUATION ANALYSIS OF ELECTRIC TRANSPORT DEVELOPMENT PROSPECTS AND ITS INTEGRATION INTO UKRAINIAN POWER SYSTEM

**Abstract.** *An analysis of the prospects for the development of electric transport and its integration into the energy system in the conditions of Ukraine was carried out using strategic planning methods. It was found that the transport sector in Ukraine has a significant impact on the environment, is one of the most energy-consuming sectors of the economy, and, in addition, transport with internal combustion engines is a significant factor in increasing dependence on imported fuel due to a steady and significant demand for petroleum products. Instead, it is electric transport and technologies for its interaction with the power system that are one of the key technologies that offer great potential for mitigating the effects of climate change. Thus, at the current stage, there is an urgent need to develop a stable policy of promoting these technologies, for which it is necessary to determine and compare the features of the policy of integration of electric vehicles and the energy system in the conditions of Ukraine. This study uses a qualitative strategic planning methodology using a Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT) analysis to take into account as much as possible the multifaceted activities and initiatives related to the development of electric transport and its infrastructure while integrating them into the power system. The research conducted reveals problems related to the impact of electric vehicle charging on the power system, for example, the inability to provide for increased energy needs or to limit the electrical load of the electric vehicle charging infrastructure. On the other hand, a high percentage of the share of RES, increasing social awareness of climate change and lowering the prices of electric vehicles can provide the necessary opportunities for the development of electric transport in the conditions of Ukraine.*

**Keywords:** *electric vehicle; SWOT analysis, development prospects; sustainable mobility.*

### References:

1. Statistics: Registration of EV for 9 months of 2022. URL: <https://fra.org.ua/uk/st/statistika/infoghrafika/reiestratsiyi-avtomobiliv-z-elektrichnim-privodom-za-9-misiatsiv-2022-roku> (Last accessed: 15.10.2022).

2. Elektromobili chy infrastruktura: shcho pervynne? <https://ua-energy.org/uk/posts/elektromobili-chy-zariadna-infrastruktura-shcho-pervynne> (Last accessed: 15.10.2022).

3. Іак в Україні розвивається інфраструктура зарядок для електромобілів <https://auto.rbc.ua/ukr/show/zaryadnaya-infrastruktura-1637906584.html> (Last accessed: 15.10.2022).

4. Про внесення змін до Розділу KhKh «Перехідні положення» Податкового Кодексу України щодо стимулювання розвитку галузі екологічного транспорту в Україні. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1660-20#Text>. (Last accessed: 15.10.2022).

5. Про внесення зміни до пункту 4 розділу KhKh «Прикінцеві та перехідні положення» Митного Кодексу України щодо стимулювання розвитку галузі екологічного транспорту в Україні. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1661-20#Text>. (Last accessed: 15.10.2022).

6. Маємо стимулювати використання електромобілів в Україні та створити належну інфраструктуру <https://www.kmu.gov.ua/news/mayemo-stimulyuvati-vikoristannya-elektromobiliv-v-ukrayini-ta-stvoriti-nalezhnuu-infrastrukturu-vladislav-kriklij> (Last accessed: 15.10.2022).

7. Про схвалення Концепції впровадження «розумних мереж» в Україні до 2035 року. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/908-2022-%D1%80#Text> (Last accessed: 20.10.2022).

8. Стратегічний менеджмент: [навч. посібн.] / Н.Ю. Подольчак. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. 400 с.

9. Overview of European trends in electric vehicle implementation and the influence on the power system. System Research in Energy; 1(70), 62–71. [http://srenergy.org.ua/index.php?option=com\\_docman&task=art\\_details&mid=20221&gid=643&lang=en](http://srenergy.org.ua/index.php?option=com_docman&task=art_details&mid=20221&gid=643&lang=en)

Надійшла 4.01.2023

Received 4.01.2023