УДК 629.331:621.31
В.М. Дембіцький
Н.Р. Боярський
Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАРЯДНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ В УКРАЇНІ

У роботі розглянуто проблеми та перспективи розвитку зарядної інфраструктури для електромобілів в Україні. Визначено основні бар'єри її формування, зокрема нерівномірність розміщення зарядних станцій, обмежену кількість швидкісних пунктів та недостатню інтеграцію з енергетичною системою. Обґрунтовано перспективні напрями розвитку зарядної мережі з урахуванням потреб користувачів, транспортної системи та принципів сталої мобільності.
***Ключові слова**: електромобіль, зарядна інфраструктура, зарядна станція, електромобільність, автомобільний транспорт, енергетична система, стала мобільність.*

The paper examines the problems and prospects of developing the charging infrastructure for electric vehicles in Ukraine. The main barriers to its formation are identified, in particular, the uneven placement of charging stations, the limited number of high-speed points, and insufficient integration with the energy system. Prospective directions for developing the charging network are substantiated, taking into account the needs of users, the transport system, and the principles of sustainable mobility.
***Keywords**: electric vehicle, charging infrastructure, charging station, electromobility, road transport, energy system, sustainable mobility.*

Сучасний розвиток автомобільного транспорту характеризується поступовим переходом до енергоефективних, екологічно безпечніших та технологічно досконаліших транспортних засобів. Одним із ключових напрямів такої трансформації є поширення електромобілів, які розглядаються як важлива складова сталої мобільності, зменшення залежності від нафтопродуктів і скорочення негативного впливу транспорту на довкілля. Водночас ефективність упровадження електромобільного транспорту значною мірою залежить не лише від технічних характеристик самих транспортних засобів, а й від рівня розвитку відповідної інфраструктури, насамперед мережі зарядних станцій.

В Україні ринок електромобілів поступово розвивається, однак формування зарядної інфраструктури відбувається нерівномірно та переважно під впливом локальних ініціатив, комерційного інтересу окремих операторів і потреб великих міст. У результаті виникає низка проблем, пов'язаних із недостатньою кількістю зарядних пунктів, їх просторовою незбалансованістю, обмеженою доступністю у житлових районах, на міжміських маршрутах і в малих населених пунктах, а також із різним рівнем технічної оснащеності зарядних станцій. Це ускладнює планування поїздок, знижує довіру користувачів до електромобілів та стримує їх ширше використання.

Окремою проблемою є недостатня інтеграція зарядної інфраструктури з енергетичною системою, міським плануванням, транспортною мережею та цифровими сервісами. Збільшення кількості електромобілів потребує врахування навантаження на електричні мережі, можливостей підключення зарядних станцій, режимів споживання електроенергії, тарифної політики, використання відновлюваних джерел енергії та систем управління попитом. Без комплексного підходу розвиток зарядної мережі може супроводжуватися технічними, організаційними й економічними обмеженнями, що знижуватиме її ефективність.

Таким чином, загальна проблема полягає у необхідності формування науково обґрунтованих і практично придатних підходів до розвитку зарядної інфраструктури для електромобілів в Україні. Така інфраструктура має бути доступною, надійною, територіально збалансованою, технічно сумісною з потребами різних категорій користувачів і узгодженою з можливостями енергетичної та транспортної систем. Її розвиток повинен розглядатися як важлива передумова подальшого поширення електромобілів, модернізації автомобільного транспорту та переходу до більш сталих моделей мобільності.

Метою дослідження є визначення основних проблем, що стримують розвиток зарядної інфраструктури для електромобілів в Україні, та обґрунтування перспективних напрямів її удосконалення з урахуванням потреб користувачів, особливостей транспортної системи, можливостей електричних мереж і завдань сталого розвитку автомобільного транспорту.

Упродовж останніх п’яти років проблема розвитку зарядної інфраструктури для електромобілів активно розглядається у наукових працях, аналітичних звітах і програмних документах, оскільки саме доступність заряджання визначається як одна з ключових умов масового переходу до електромобільності. У звіті *Global EV Outlook 2025* Міжнародного енергетичного агентства зазначено, що у 2024 році у світі було додано понад 1,3 млн публічних зарядних пунктів, а їх загальна кількість перевищила 5 млн; водночас підкреслено, що домашнє заряджання залишається основним способом заряджання, але розвиток публічної мережі є критично важливим для користувачів без доступу до приватних зарядних пристроїв [1].

У дослідженнях IEA також наголошується, що подальше розширення зарядної інфраструктури має відбуватися не лише у великих містах, а й за межами урбанізованих територій, оскільки саме це забезпечує довіру користувачів до електромобілів під час міжміських поїздок [2]. Європейський досвід свідчить про значну потребу в прискоренні темпів розгортання зарядних пунктів: за оцінками ACEA, кількість зарядних точок у ЄС зростає повільніше, ніж продажі електромобілів, що створює ризик інфраструктурного відставання [3].

Українські дослідники також акцентують увагу на питаннях оптимізації та управління зарядною мережею. Зокрема, А. Бондарчук, П. Складанний, В. Жебка та А. Стражніков розглядають можливість застосування методів дослідження операцій для оптимізації системи заряджання електромобілів [4]. Р. Грашт і П. Матейчик пропонують комплексну методику керування розвитком мережі зарядних станцій на основі багатокритеріального підходу [5]. Окремий напрям становлять дослідження кіберфізичної природи зарядної інфраструктури, її стандартів, вразливостей і вимог до безпеки, що особливо важливо для швидкісних зарядних станцій і цифрових сервісів [6]. Отже, сучасні дослідження підтверджують необхідність комплексного розвитку зарядної інфраструктури в Україні з урахуванням просторового розміщення, енергетичних обмежень, цифровізації, безпеки та потреб користувачів.

Розвиток зарядної інфраструктури для електромобілів є однією з ключових передумов переходу автомобільного транспорту України до більш енергоефективної, екологічно орієнтованої та технологічно сучасної моделі функціонування. Електромобіль як транспортний засіб не може розглядатися ізольовано від інфраструктурного середовища, оскільки його практична ефективність значною мірою залежить від доступності заряджання, надійності зарядних станцій, зручності їх використання, вартості електроенергії, швидкості обслуговування та можливості планування поїздок. Саме тому зарядна інфраструктура має розглядатися не лише як сукупність окремих зарядних пунктів, а як комплексна транспортно-енергетична система, що поєднує технічні, просторові, організаційні, економічні та цифрові складові.

Однією з основних проблем розвитку зарядної інфраструктури в Україні є нерівномірність її територіального розміщення. Найбільша кількість зарядних станцій концентрується у великих містах, біля торговельних центрів, бізнес-об’єктів, готелів, автозаправних комплексів та на окремих ділянках магістральних автомобільних доріг. Водночас у малих містах, селищах, житлових масивах, на периферійних територіях та на багатьох міжміських маршрутах доступ до зарядної інфраструктури залишається обмеженим. Така ситуація знижує мобільність користувачів електромобілів, ускладнює планування поїздок і формує так званий психологічний бар’єр «обмеженого запасу ходу», коли потенційний користувач сумнівається у можливості своєчасного заряджання транспортного засобу.

Важливою проблемою є також недостатня кількість швидкісних зарядних станцій. Для щоденного міського використання електромобіля часто достатньо повільного або середньошвидкісного заряджання, зокрема у місцях тривалої стоянки автомобіля. Проте для міжміських поїздок, комерційного транспорту, служб доставки, таксі та корпоративних автопарків особливого значення набуває швидкісна зарядка, яка дає змогу мінімізувати простої транспортного засобу. Недостатня кількість таких станцій обмежує функціональні можливості електромобілів і стримує їх використання у сферах, де важливою є висока інтенсивність експлуатації.

Окремого значення набуває питання технічної сумісності зарядної інфраструктури. На практиці користувачі можуть стикатися з різними типами роз’ємів, різними потужностями зарядних пристроїв, неоднаковими умовами доступу до зарядних мереж, відмінностями у способах оплати та реєстрації в мобільних застосунках. Це ускладнює користування зарядними станціями, особливо для водіїв, які здійснюють поїздки між регіонами або використовують зарядні пункти різних операторів. Тому перспективний розвиток зарядної інфраструктури має передбачати підвищення рівня стандартизації, технічної сумісності, відкритості даних про доступність станцій, прозорості тарифів і зручності цифрових сервісів.

Суттєвим обмеженням для розвитку зарядної мережі є стан електричних мереж та можливості підключення нових потужностей. Масове впровадження зарядних станцій, особливо швидкісних, створює додаткове навантаження на електроенергетичну систему. Це потребує врахування

пропускної здатності локальних мереж, пікових навантажень, режимів споживання електроенергії та можливості застосування систем керування попитом. У цьому контексті важливим є не лише збільшення кількості зарядних пунктів, а й їх раціональне розміщення з урахуванням наявної енергетичної інфраструктури. Перспективним напрямом є поєднання зарядних станцій із локальними джерелами відновлюваної енергії, системами накопичення електроенергії та інтелектуальними системами управління заряджанням.

Розвиток зарядної інфраструктури має враховувати різні сценарії використання електромобілів. Для приватних користувачів важливим є доступ до заряджання біля місця проживання, роботи, навчання або тривалого перебування. Для міського електротранспорту, таксі, каршерингу, служб доставки та корпоративних автопарків важливими є прогнозованість заряджання, висока потужність, можливість резервування зарядних пунктів і мінімізація часу простою. Для міжміських поїздок визначальним є формування зарядних коридорів уздовж основних автомобільних доріг. Отже, зарядна інфраструктура повинна розвиватися диференційовано, з урахуванням потреб різних груп користувачів і різних типів транспортних операцій.

Важливою складовою є інтеграція зарядної інфраструктури у міське планування. Зарядні станції доцільно розміщувати не випадково, а з урахуванням інтенсивності транспортних потоків, структури паркування, щільності житлової забудови, розташування громадських, торговельних, адміністративних і сервісних об’єктів. Особливої уваги потребують багатоквартирні житлові райони, де значна частина користувачів не має можливості встановити індивідуальний зарядний пристрій. У таких умовах важливим є розвиток доступних публічних і напівпублічних зарядних пунктів на паркінгах, прибудинкових територіях, стоянках підприємств, закладів освіти, торговельних центрів і транспортно-пересадкових вузлів.

Перспективним напрямом є розміщення зарядних станцій на підприємствах автомобільного сервісу. Станції технічного обслуговування, автосалони, сервісні центри, шиномонтажні комплекси та інші об’єкти автомобільної інфраструктури можуть виконувати не лише традиційні функції технічного обслуговування і ремонту, а й функції заряджання, діагностування та обслуговування електромобілів. Це дає змогу поєднати процес заряджання з виконанням сервісних операцій, консультаційним супроводом користувачів, технічним контролем стану акумуляторної батареї та електричних систем транспортного засобу. Для сервісних підприємств це створює нові напрями діяльності, а для користувачів – підвищує зручність експлуатації електромобілів.

Важливу роль у розвитку зарядної інфраструктури відіграють цифрові технології. Сучасна зарядна мережа повинна забезпечувати користувача інформацією про розташування станцій, їх потужність, доступність у реальному часі, вартість заряджання, можливість бронювання, прогнозований час очікування та способи оплати. Для операторів зарядної інфраструктури цифрові системи дають змогу контролювати завантаження станцій, аналізувати попит, планувати технічне обслуговування, управляти тарифами та оптимізувати використання енергетичних ресурсів. У перспективі такі системи можуть бути інтегровані з навігаційними сервісами, платформами міської мобільності, системами керування електромережами та транспортними інформаційними системами.

Серед перспектив розвитку зарядної інфраструктури в Україні доцільно виділити кілька ключових напрямів:

– розширення мережі зарядних пунктів у містах із пріоритетом для житлових районів, громадських паркінгів, місць роботи та об’єктів масового відвідування;

– формування міжміських зарядних коридорів, що забезпечуватимуть можливість безперешкодного пересування електромобілями між регіонами;

– збільшення частки швидкісних зарядних станцій, особливо на транспортних вузлах, автомагістралях, логістичних центрах і сервісних об’єктах;

– інтеграція зарядної інфраструктури з відновлюваними джерелами енергії та системами накопичення, що може підвищити енергетичну стійкість і зменшити навантаження на мережу;

– удосконалення нормативного, організаційного та інвестиційного забезпечення розвитку зарядної інфраструктури.

Таким чином, проблеми розвитку зарядної інфраструктури для електромобілів в Україні мають комплексний характер і охоплюють технічні, просторові, енергетичні, економічні та організаційні аспекти. Водночас наявні проблеми формують і значний потенціал для подальшого розвитку. За умови системного підходу зарядна інфраструктура може стати важливим елементом модернізації автомобільного транспорту, підвищення енергоефективності перевезень, розвитку нових сервісних послуг і поступового переходу до сталої мобільності. Її ефективне формування потребує узгоджених дій держави, органів місцевого самоврядування, енергетичних компаній, операторів зарядних мереж, підприємств автомобільного сервісу та користувачів електромобілів.

У результаті проведеного дослідження встановлено, що розвиток зарядної інфраструктури є однією з ключових передумов поширення електромобілів в Україні та формування більш сталої моделі функціонування автомобільного транспорту. Ефективність використання електромобілів значною мірою залежить не лише від їх технічних характеристик, а й від доступності, надійності, територіальної збалансованості та зручності зарядної мережі.

Визначено, що основними проблемами розвитку зарядної інфраструктури в Україні є нерівномірне розміщення зарядних станцій, недостатня кількість швидкісних зарядних пунктів, обмежена доступність заряджання у житлових районах і на міжміських маршрутах, різний рівень технічної сумісності обладнання, а також недостатня інтеграція зарядної мережі з енергетичною системою та цифровими сервісами.

Обґрунтовано, що подальший розвиток зарядної інфраструктури має здійснюватися на основі комплексного підходу, який враховує потреби різних груп користувачів, особливості міського та міжміського транспортного середовища, можливості електричних мереж, економічну доцільність, рівень цифровізації та перспективи використання відновлюваних джерел енергії.

Перспективними напрямами розвитку зарядної інфраструктури в Україні є розширення мережі зарядних пунктів у містах, формування міжрегіональних зарядних коридорів, збільшення частки швидкісних зарядних станцій, розміщення зарядних пунктів на об’єктах автомобільного сервісу, інтеграція зарядної інфраструктури з системами накопичення енергії та впровадження інтелектуальних цифрових сервісів для управління процесом заряджання.

Таким чином, формування ефективної зарядної інфраструктури для електромобілів в Україні є важливим завданням, що потребує узгодженої взаємодії держави, органів місцевого самоврядування, енергетичних компаній, операторів зарядних мереж, підприємств автомобільного сервісу та користувачів. Її розвиток сприятиме підвищенню енергоефективності автомобільного транспорту, зниженню екологічного навантаження, модернізації транспортної системи та поступовому переходу до сталої мобільності.

1. IEA. Global EV Outlook 2025 [Electronic resource]. Paris : International Energy Agency, 2025. URL: https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2025. Дата звернення: 15.05.2026.

2. IEA. Global EV Outlook 2024: Outlook for electric vehicle charging infrastructure [Electronic resource]. Paris : International Energy Agency, 2024. URL: https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024/outlook-for-electric-vehicle-charging-infrastructure. Дата звернення: 15.05.2026.

3. EU needs 8 times more car charging points per year to meet demand, ACEA finds [Electronic resource] / Reuters. 2024. URL: https://www.reuters.com/business/autos-transportation/eu-needs-8-times-more-car-charging-points-per-year-meet-demand-acea-finds-2024-04-29/. Дата звернення: 15.05.2026.

4. Бондарчук А. П., Складанний П. М., Жебка В. В., Стражніков А. А. Оптимізація системи зарядки електромобілів на основі методів дослідження операцій. Телекомунікаційні та інформаційні технології. 2024. DOI: 10.31673/2412-4338.2024.038693.

5. Грашт Р., Матейчик П. В. Комплексна методика керування розвитком мережі зарядних станцій. Вісник Херсонського національного технічного університету. 2024. № 3. DOI: 10.35546/kntu2078-4481.2024.3.40.

6. Mitikiri S. B., Babu K. V. S. M., Dwivedi D., Srinivas V. L., Chakraborty P., Yemula P. K., Pal M. Modelling of the Electric Vehicle Charging Infrastructure as Cyber Physical Power Systems: A Review on Components, Standards, Vulnerabilities and Attacks [Electronic resource]. 2023. URL: https://arxiv.org/abs/2311.08656. Дата звернення: 15.05.2026.

7. Alcaraz C., Cumplido J., Triviño A. OCPP in the spotlight: threats and countermeasures for electric vehicle charging infrastructures 4.0. International Journal of Information Security. 2023. Vol. 22. P. 1395–1421. DOI: 10.1007/s10207-023-00698-8.

ДЕМБІЦЬКИЙ Валерій Миколайович, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільного транспорту, Луцький національний технічний університет, e-mail: valerii.dembitskyi@lutsk-ntu.com.ua

БОЯРСЬКИЙ Назарій Романович, *аспірант кафедри автомобільного транспорту, Луцький національний технічний університет, e-mail:* boyarskyy_12972248@lutsk-ntu.com.ua