

Хітров І.О.

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна

**ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

Електричні вантажні автомобілі – це транспортні засоби, які працюють на електричній енергії. Вони зазвичай оснащені електричними двигунами, що отримують енергію від акумуляторів або інших енергетичних джерел і мають схожу будову з класичними вантажівками.

Ці автомобілі найчастіше використовуються для перевезення вантажів на короткі та середні відстані в міських умовах або для інших комерційних цілей. Міжміські перевезення – найскладніший сегмент автомобільного транспорту.

Електричні транспортні засоби мають багато переваг, таких як менше забруднення довкілля через відсутність викидів вихлопних газів силової установки, менші енергетичні витрати порівняно з класичними автомобілями (двигуни внутрішнього згорання), менші витрати на обслуговування та можливість використання різних джерел відновлюваної енергії для їх зарядки.

Однак, у них також є обмеження. Зокрема недостатня дальність поїздки на одному заряді, більша тривалість часу зарядки (заправки) та обмежена потужність для перевезення важких вантажів на великі відстані. Хоча технології постійно розвиваються, а інновації в батарейних технологіях та зарядних станціях можуть в подальшому вирішити деякі з цих обмежень.

Наразі не потрібно встановлювати повну заборону для виготовлення класичних комерційних вантажних транспортних засобів, а реалізувати поступове скорочення шкідливих викидів всіма доступними шляхами. Крім того, встановлені проміжні цілі мають бути переглянуті, щоб оцінити, які ще технології можуть бути використані для виготовлення сучасного електричного вантажного транспортного засобу.

Метою цього дослідження є виявлення всіх ризиків та викликів пов'язаних з електромобільністю, що в подальшому дозволить оцінити ефективність вантажних перевезень електричними транспортними засобами та побудувати стратегію розвитку перевізником.

**Ключові слова:** вантажний електричний транспортний засіб, конструкція транспортного засобу, вантажні перевезення, зарядна інфраструктура

**ВСТУП**

Ціни на нафту та збільшення викидів вуглекислого газу є двома ключовими проблемами, що впливають на основний транспорт у всьому світі. Тому електромобілі стають все більш популярними, оскільки вони не залежать від нафти, а викиди парникових газів не впливають на довкілля, а їхня інтеграція з розумними мережами робить їх ще більш привабливими [1].

Автомобільний електричний транспорт має довгу історію та значний прогрес, але йому ще належить пройти довгий шлях, перш ніж він буде повністю прийнятий як основний вид транспорту.

Вантажні перевезення стоять на порозі великих змін з безліччю варіантів, які позитивно вплинуть на скорочення споживання енергетичних ресурсів та зменшенні забруднення довкілля і неодмінно приведуть до майбутнього транспорту з нульовим рівнем викидів. Хоча певні рішення і технології можуть бути і суперечливим, однак допоможуть виробникам і транспортним підприємствам обрати найкращий сценарій розвитку та розробити механізм практичної реалізації для поетапного переходу на електромобільність.

**АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДАНИХ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ**

Актуальність окресленої тематики підтверджується безліччю наукових праць, які дають оцінку застосуванню електричного автомобільного транспорту з різних точок зору, таких як ефективність, вплив на довкілля, економічність тощо.

Ось деякі наукові статті, які можуть бути корисними для оцінки застосування електричного автомобільного транспорту: в [2] наведено порівняльну екологічну оцінку життєвого циклу звичайних та електричних транспортних засобів; в [3] досліджується вплив електричних автомобілів на розподільчі мережі електроенергії та наводяться можливі технологічні рішення для управління ними; в [4] розглядаються політичні аспекти впровадження електромобілів та вплив різних політичних заходів на ринок та інфраструктуру; в [5] порівнюються економічні та екологічні аспекти різних типів автомобілів, включаючи електричні, гібридні та автомобілі на водневих паливних елементах, а в [6] обговорюються виклики, пов'язані з впровадженням електромобільності у розумних містах та пропонуються шляхи вирішення цих проблем.

Таким чином, важливо комплексно розглянути всі ризики та виклики, реалізовані рішення та надані практичні рекомендації застосування електричних вантажних транспортних засобів, які слугуватимуть відправною точкою для проведення досліджень щодо ефективності вантажних перевезень.

### ЦІЛЬ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Використання електричних транспортних засобів для вантажних перевезень – це сучасний та екологічно чистий підхід до перевезень вантажів. Вони також можуть бути більш ефективними у використанні енергії, забезпечуючи менші витрати на експлуатацію у порівнянні з традиційними транспортними засобами. Крім того, розвиток зарядної інфраструктури для електричних вантажних засобів стає все більш доступним, що сприяє зростанню популярності цього типу транспорту в галузі вантажних перевезень.

Однією з початкових задач дослідження застосування електричних транспортних засобів для вантажних перевезень полягає у з'ясуванні переваг та обмежень у їх використанні, а також у виборі подальших досліджень направлених на підвищення ефективності транспортної системи.

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Повністю електричні вантажні транспортні засоби, які часто називають комерційними електричними вантажівками з акумуляторною батареєю (надалі в тексті ЕВТЗ), з кожним роком набувають все більшого поширення. Стрімкий розвиток акумуляторів і силової електроніки для електричних легкових автомобілів в значній мірі реалізується і для вантажних (від пілотного тестування до їх регулярного використання в повсякденній роботі). Такі транспортні засоби матимуть багато переваг порівняно з двигунами внутрішнього згоряння (більше відновлюваної енергії, простішу конструкцію, менші експлуатаційні витрати тощо), але й викликів (потреба в новій інфраструктурі, державної політики, значних інвестиції в розвиток тощо).

Ефективне впровадження всіх видів електричного транспорту обумовлено ринковими, політичними, соціально-економічними та іншими факторами (рис. 1).



Рисунок 2 – Фактори, які сприяють впровадженню електричного транспорту [7]

ЕВТЗ – це транспортні засоби, що працюють на електричній енергії. Вони зазвичай оснащені електричними двигунами, які отримують енергію від акумуляторів або інших джерел.

За типом використання силової установки електричні транспортні засоби поділяються на [5, 8]:

1. Гібриди – це перші кроки у створенні електромобіля (у ньому двигун внутрішнього згоряння або ДВЗ) виступав основним агрегатом, а електродвигун відігравав другорядну роль і заряджався

основного). Відповідно, запас ходу такого електродвигуна був дуже малий. Хоча на більш пізніх моделях гібридів встановлювали батареї більшої ємності.

2. Гібриди з підзарядкою від мережі також мають як ДВЗ, так і електродвигун, але в них реалізована можливість заряджати батарею від звичайної побутової розетки. Завдяки збільшеній потужності батареї запас ходу плагін-гібрида на електродвигуні може досягати 100 км і більше.

3. Електромобіль з розширеним діапазоном ходу – електромобіль, який також використовує два двигуни, але електрична установка є основним, а ДВЗ – допоміжним. У таких системах ДВЗ використовується лише для вироблення енергії для електродвигуна. Така конструкція, з одного боку, дозволяє економити паливо при використанні електродвигуна, а з іншого – легко вирішує проблему обмеженого пробігу, оскільки заправки можна знайти практично скрізь.

4. Класичний електромобіль – це транспортний засіб, який рухається виключно за рахунок енергії від батареї. Екологічно чистий (або майже екологічно чистий) транспорт, який наразі набуває все більшої популярності. Зарядка електродвигуна можлива на спеціалізованих електрозаправках, від побутової розетки або мобільних станцій.

5. Електромобіль на паливних елементах. Як випливає з назви, джерелом енергії для електродвигуна є не акумулятор, а паливний елемент (наприклад, стиснений водень).

ЕВТЗ мають схожу будову з традиційними вантажними транспортними засобами, але оснащені «електричною технологією» (рис. 2). Кожен виробник може мати свою унікальну конструкцію, але ці елементи зазвичай є базовими для більшості вантажних транспортних засобів:

1. Кузов (головна частина транспортного засобу, призначена для перевезення вантажів, може мати різні конфігурації залежності від типу вантажу та завдань перевезення).

2. Батарея (живить електричний двигун). Це один з основних джерел живлення, яке забезпечує енергію для руху транспорту. Зниження вартості та збільшення ємності батареї (подовження терміну служби) відкриває більше можливостей для перевезень на далекі відстані.

3. Електричний двигун (він відповідає за приведення в рух автомобіля). Електричний двигун замінює традиційний двигун з внутрішнього згоряння.

4. Управління та керування (системи, що включають у себе електроніку для управління енергією, керуванням системами безпеки, системами регенерації енергії під час гальмування тощо). Контролер силової електроніки керує потоком електричної енергії між батареєю, електродвигуном та іншими системами (включає такі компоненти, як інвертори, перетворювачі та програмне забезпечення).

5. Зарядна система (для заряджання батареї необхідна відповідна система, яка може бути підключена до електричної мережі). Акумуляторна батарея заряджається від зовнішнього джерела живлення, наприклад, від зарядної станції, розетки або спеціального зарядного пристрою.

6. Підвіска та колеса (забезпечує комфортну поїздку для водія та збереженість вантажу рухаючись автомобільними шляхами).

7. Кабіна водія (робоче місце, оснащене інструментами керування, інформаційними панелями, сидінням та іншими конструктивними елементами).

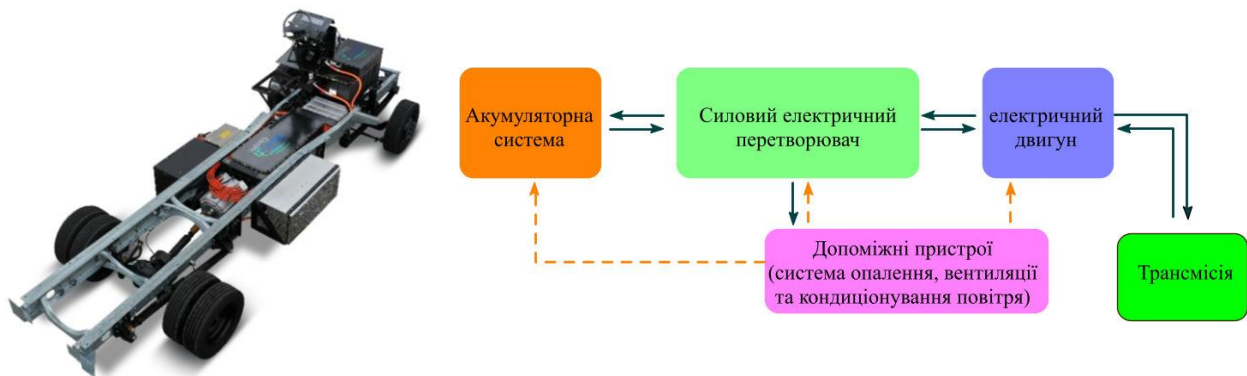


Рисунок 2 – Шасі електричного вантажного транспортного засобу Ford F-59 [9] та його принципова схема

Способи заряджання електричного транспорту поділяються на три рівні залежно від кількості енергії, яку вони передають акумулятору за одиницю часу:



Рівень (найпростіший і найпоширеніший спосіб зарядки). Передбачає підключення електромобіля до звичайної побутової розетки, що робить його зручним варіантом для нічної зарядки.

Рівень 2 (передбачає встановлення спеціальної зарядної станції). Станції працюють від електромережі 220 В і забезпечують значно швидшу зарядку порівняно із зарядними пристроями рівня 1. Цей тип зарядки може повністю зарядити батарею електромобіля за декілька годин, що робить його придатним для підприємств з невеликим автопарком.

Рівень 3 (швидка зарядка постійним струмом). Забезпечує набагато вищу вихідну потужність, що дозволяє значно скоротити час заряджання. Цей метод зазвичай використовується на підприємствах і громадських зарядних станціях і може забезпечити 80% заряджання всього за 20-30 хвилин. Однак такі пристрої потребують спеціалізованого обладнання [10].

Хоча впровадження ЕВТЗ стає все більш поширеним, необхідно вирішити три групи проблем. Ці виклики пов'язані з впровадженням технологій електромобілів, інтеграцією електромобілів і «розумних» електромереж, а також ланцюгом постачання сировини для виготовлення силових енергетичних джерел [3, 11].

Хоча електромобілі вважаються транспортними засобами з нульовим рівнем викидів, їх використання може бути пов'язане з непрямим забрудненням навколишнього середовища, спричиненими джерелами, що використовуються для виробництва електричної енергії, а також іншими джерелами забруднення, такими як переробка [12].

Одним з найбільших викликів ЕВТЗ (але це лише питання часу) є нижчий запас ходу порівняно з дизельними аналогами. За даними Європейської статистичної системи Eurostat станом на жовтень 2023 року середня відстань в загальному обсязі вантажних автомобільних перевезень в ЄС, становила 141,3 км, тоді як у національних автомобільних перевезеннях – 95,4 км; у міжнародних перевезеннях – 611,6 км [13].

Як повідомляє Інститут досліджень авторинку станом на сьогодні в Україні більшість вантажівок купують вживаними (якщо в ЄС ухвалить повний перехід на виготовлення ЕВТЗ, глобального впливу на український ринок це не матиме). Продажі нових комерційних транспортних засобів знаходяться на низькому рівні, в першу чергу – через низьку купівельну спроможність та складний стан української економіки. Загалом продажі нових вантажних автомобілів та автобусів склали лише 6,4% від загальної кількості угод купівлі-продажу транспортних засобів цієї категорії. Загалом в Україні сьогодні зареєстровано лише 42 вантажних транспортних засоби масою понад 3,5 тони з електричним двигуном, та 4 електроавтобуси [14].

Директор з випробувань Volvo Trucks Тобіас Бергман зазначає, що повна маса ЕВТЗ може становити 44 тони, а загальний запас ходу на одній зарядці – 345 кілометрів (протягом звичайного робочого дня можна проїхати до 500 км з короткою зупинкою для зарядки) [15].

Такі дані можна прийняти відправною точкою для вибору ЕВТЗ залежно від дальності поїздки. Зокрема у дослідженні Європейської федерації транспорту і навколишнього середовища (T&E) авторами зазначено, що «наразі запас ходу ЕВТЗ в основному орієнтований на доставку вантажу до 100 км і, як правило, здійснюються для міських перевезень та часто мають меншу корисну вантажопідйомність» [16].

Для розробників MAN з самого початку було зрозуміло, що повсюдний перехід на електромобільність може бути успішним лише в тому випадку, якщо новий еTruck нічим не поступатиметься дизельній вантажівці на практиці – особливо з точки зору можливості комбінування з найрізноманітнішими кузовними рішеннями [17].

Створення та розгортання ефективного плану електрифікації автомобільного парку вимагає врахування багатьох змінних (хоча кожен проєкт потребує індивідуального підходу). Керівники транспортних підприємств (логістичних операторів) повинні усвідомлювати виклики, пов'язані з економічно і технічно обґрунтованою доцільністю оновлення рухомого складу, необхідності створення зарядних станцій, змін в організації технічного сервісу, навчання обслуговуючого персоналу, оптимізацію загальних витрат, залучення інвестицій.

Для транспортних компаній найбільше значення має дальність пробігу відповідно до конфігурації батареї та швидка зарядка, оскільки інфраструктура зарядних станцій все ще не розвинена, і тому «заправку» потрібно планувати заздалегідь.

Існує ряд факторів, які впливають на успішне встановлення інфраструктури для зарядки ЕВТЗ, яка принципово відрізняється від заправки паливом і вимагає розуміння фізичної зарядної

інфраструктури та структури витрат на електроенергію, а також того, як вони взаємодіють між собою:

1. ЕВТЗ та зарядні пристрої повинні працювати як єдина злагоджена система (зарядна інфраструктура – це лише компонент системи, що враховує зарядні потреби транспортного засобу, структуру тарифів на електроенергію тощо. Необхідно обирати окремі компоненти тільки після проектування всієї системи, не тільки для початкового впровадження, але й для потенційних майбутніх потреб (не всі зарядні пристрої добре працюють з усіма ЕВТЗ). Будьте готові до того, що цей процес буде циклічним.

2. Транспортне підприємство є ключовим енергетичним партнером. ЕВТЗ споживають багато енергії, можливо, більше, ніж маємо в своєму розпорядженні. Енергоспоживання зростатиме зі збільшенням кількості електротранспорту. Необхідно визначити, скільки енергії необхідно в короткостроковій і довгостроковій перспективі для повної реалізації планів. Варто проаналізувати, наявну потужність для зарядки вантажівок, і скільки ще знадобиться, щоб вийти за межі пілотного проекту. Рекомендується координувати власні дії з енергетичною компанією та змінювати графік впровадження, щоб забезпечити електроенергією в будь-який час.

3. Умови використання та конструкція зарядного пристрою суттєво впливають на вартість заряджання. Зарядні пристрої змінного та постійного струму доступні в широкому діапазоні потужностей та технологій, які підходять для будь-якого транспорту. Загалом, розподілення заряджання на більш тривалий час і використання меншої потужності зарядки зменшує витрати на зарядне обладнання та електроенергію, а також збільшує термін служби акумулятора. Розробляйте стратегію заряджання так, щоб найкращим чином використовувати заплановані прості ЕВТЗ. Програмне забезпечення для керування зарядкою може окупити себе, гарантуючи, що транспортні засоби будуть готові до роботи, коли це буде потрібно, з найменшими витратами.

### **ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Не існує чітко визначеного часу, коли загальна вартість експлуатації ЕВТЗ буде нижчою, ніж у паливних з ДВЗ, це рухома шкала. Нижчі ціни на акумулятори, електроенергію, розвинута інфраструктура зарядних станцій працюють на користь електрифікації, тоді як висока ціна на пальне працює проти неї. Більше того, більший законодавчий та суспільний поштовх до екологічно чистого транспорту може означати, що зміни відбудуться швидше, ніж ми думаємо.

Це лише початкові уявлення про акумулятори для ЕВТЗ та «зелені» переваги електротранспорту. Оскільки електромілізація невпинно продовжує набирати оберти, ці дебати, ймовірно, триватимуть, створюючи нові пункти для суперечок і дискусій. Однак сьогодні можна сказати, що ЕВТЗ залишаться, і в поєднанні з більш широким впровадженням відновлюваних джерел енергії та декарбонізацією електромережі будуть пропонувати альтернативний шлях до економічного і суспільного зростання, турботи про довкілля, підвищення ефективності вантажних автомобільних перевезень.

### **ВИСНОВКИ**

Таким чином, ЕВТЗ, як найсучасніший сегмент транспорту, демонструють значний прогрес у впровадженні інноваційних рішень і технологій сьогодення. Це прагнення зменшити свій вплив на довкілля призвело до позитивних змін у галузі і є яскравим прикладом для інших секторів економіки.

Однак, стверджувати про швидкий перехід на електричний вантажний транспорт зарано, а у довгостроковій перспективі поступова відмова від паливних двигунів внутрішнього згоряння буде відігравати важливу роль у скороченні шкідливих викидів.

### **ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ**

1. Potdar V., Batool S., Krishna A. Risks and Challenges of Adopting Electric Vehicles in Smart Cities. *Smart Cities. Computer Communications and Networks*. Springer, Cham. 2018. pp 207–240. Режим доступу : [https://doi.org/10.1007/978-3-319-76669-0\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-76669-0_9).
2. Hawkins T. R., Singh B., Majeau-Bettez G., Strømman A. H. Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional and Electric Vehicles. *Journal of Industrial Ecology*. 2012. Vol. 17 (1), 53-64. Режим доступу : <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2012.00532.x>.
3. Putrus G. A., Suwanapingkarl P., Johnston D., Bentley E. C., Narayana M. Impact of Electric Vehicles on Power Distribution Networks. 5th *IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference*, University of Michigan, Dearborn, USA. 2009. Режим доступу : [https://www.researchgate.net/publication/224605362\\_Impact\\_of\\_electric\\_vehicles\\_on\\_power\\_distribution\\_networks](https://www.researchgate.net/publication/224605362_Impact_of_electric_vehicles_on_power_distribution_networks).

4. Steinhilber S., Wells P., Thankappan S. Socio-technical inertia: Understanding the barriers to electric vehicles. *Energy Policy*. Vol. 60, September 2013, Pages 531-539. Режим доступу : <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.04.076>.
5. Granovskii M., Dincer I., Rosen M. A. Economic and environmental comparison of conventional, hybrid, electric and hydrogen fuel cell vehicles. *Journal of Power Sources*. 2006. Vol. 159. 1186–1193. Режим доступу : <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2005.11.086>.
6. Apata O., Bokoro P. N., Sharma G. The Risks and Challenges of Electric Vehicle Integration into Smart Citie. *Energies*. 2023, 16, 5274. Режим доступу : <https://doi.org/10.3390/en16145274>.
7. Going electric. A pathway to zero-emission buses. Policy paper. European Bank for Reconstruction and Development. London. 2021. P. 78. Режим доступу : <https://www.ebrd.com/infrastructure/going-electric.pdf>.
8. Electric motor - classification and operating principle of an electric vehicle engine. *Toka* : веб-сайт. Режим доступу : <https://toka.energy/en/blog/electric-motor/>.
9. First 100% Electric Ford F-59 in Production for SEA Electric. *Sea-electric* : веб-сайт. Режим доступу : <https://www.sea-electric.com/first-100-electric-ford-f-59-in-production-for-sea-electric/>.
10. Electric Vehicle Working Principle Explained. *Intellipaat* : веб-сайт. Режим доступу : <https://intellipaat.com/blog/electric-vehicle-working-principle/>.
11. Potdar V., Batool S., Krishna A. Risks and Challenges of Adopting Electric Vehicles in Smart Cities. *Smart Cities*. 2018. pp.207-240. Режим доступу : [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-76669-0\\_9](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-76669-0_9).
12. Varga B.O., Mariasiu F. Indirect environment-related effects of electric car vehicles use. *Environmental Engineering and Management Journal*. 2018, Vol. 17, No. 7, 1591-1597. Режим доступу : <https://doi.org/10.30638/eemj.2018.158>.
13. Road freight transport by journey characteristics. Європейська статистична система *Eurostat* : веб-сайт. Режим доступу : <https://cutt.ly/lwGF1byw>.
14. Чи є сенс замінювати усі вантажівки на електричні? Автомобільна галузь проти. ГС «Інститут досліджень авторинку» : веб-сайт. Режим доступу : <https://eauto.org.ua/news/270-chi-ye-sens-zaminyuvati-usi-vantazhivki-na-elektrichni-avtomobilna-galuz-proti>.
15. Road freight transport's electric truck challenge. *Girteka Logistics* : веб-сайт. Режим доступу : <https://www.girteka.eu/road-freight-transport-electric-truck-challenge/>.
16. Earl T., Mathieu L., Cornelis S., Kenny S., Ambel C. C, Nix J. Analysis of long haul battery electric trucks in EU. Marketplace and technology, economic, environmental, and policy perspectives. 2018. Режим доступу : <https://cutt.ly/7wGF0Lzm>.
17. Man eTruck impresses body manufacturers and customers. *MAN Truck & Bus* : веб-сайт. Режим доступу : <https://www.man.eu/corporate/en/experience/man-e-truck-impresses-body-manufacturers-and-customers-136128.html>.

## REFERENCES

1. Potdar, V., Batool, S. & Krishna, A. (2018). Risks and Challenges of Adopting Electric Vehicles in Smart Cities. In: Mahmood, Z. (eds) *Smart Cities. Computer Communications and Networks*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-76669-0\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-76669-0_9)
2. Hawkins, T. R., Singh, B., Majeau-Bettez, G. & Strømman, A. H. (2012). Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional and Electric Vehicles. *Journal of Industrial Ecology*. Vol. 17 (1), 53-64. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2012.00532.x>.
3. Putrus, G. A., Suwanapingkarl, P., Johnston, D., Bentley, E. C. & Narayana, M. (2009). Impact of Electric Vehicles on Power Distribution Networks. 5th *IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference*, University of Michigan, Dearborn, USA. [https://www.researchgate.net/publication/224605362\\_Impact\\_of\\_electric\\_vehicles\\_on\\_power\\_distribution\\_networks](https://www.researchgate.net/publication/224605362_Impact_of_electric_vehicles_on_power_distribution_networks).
4. Steinhilber, S., Wells, P. & Thankappan, S. (2013). Socio-technical inertia: Understanding the barriers to electric vehicles. *Energy Policy*. Vol. 60, 531-539. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.04.076>.
5. Granovskii, M., Dincer, I. & Rosen, M. A. (2006). Economic and environmental comparison of conventional, hybrid, electric and hydrogen fuel cell vehicles. *Journal of Power Sources*. Vol. 159. 1186–1193. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2005.11.086>.
6. Apata, O., Bokoro, P. N. & Sharma, G. (2023). The Risks and Challenges of Electric Vehicle Integration into Smart Citie. *Energies*. 16, 5274. <https://doi.org/10.3390/en16145274>.

7. Going electric. A pathway to zero-emission buses. Policy paper, [online]. Available at : <https://www.ebrd.com/infrastructure/going-electric.pdf>.
8. Electric motor - classification and operating principle of an electric vehicle engine. Available at : <https://toka.energy/en/blog/electric-motor/>.
9. First 100% Electric Ford F-59 in Production for SEA Electric, [online]. Available at : <https://www.sea-electric.com/first-100-electric-ford-f-59-in-production-for-sea-electric/>.
10. Electric Vehicle Working Principle Explained, [online]. Available at : <https://intellipaat.com/blog/electric-vehicle-working-principle/>.
11. Potdar, V., Batool, S. & Krishna, A. (2018). Risks and Challenges of Adopting Electric Vehicles in Smart Cities. *Smart Cities*. 207-240. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-76669-0\\_9](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-76669-0_9).
12. Varga, B.O. & Mariasiu, F. (2018). Indirect environment-related effects of electric car vehicles use. *Environmental Engineering and Management Journal*. Vol. 17, 7. 1591-1597. <https://doi.org/10.30638/eemj.2018.158>.
13. Road freight transport by journey characteristics, [online]. Available at : <https://cutt.ly/1wGF1byw>.
14. Does it make sense to replace all trucks with electric ones? Automotive industry vs, [online]. Available at : <https://eauto.org.ua/en/news/270-does-it-make-sense-to-replace-all-trucks-with-electric-ones-automotive-industry-vs> (in Ukrainian).
15. Road freight transport's electric truck challenge, [online]. Available at : <https://www.girteka.eu/road-freight-transport-electric-truck-challenge/>.
16. Earl, T., Mathieu, L., Cornelis, S., Kenny, S., Ambel, C. C. & Nix, J. (2018). Analysis of long haul battery electric trucks in EU. Marketplace and technology, economic, environmental, and policy perspectives. <https://cutt.ly/7wGFOLzm>.
17. Man eTruck impresses body manufacturers and customers, [online]. Available at : <https://www.man.eu/corporate/en/experience/man-e-truck-impresses-body-manufacturers-and-customers-136128.html>.

### **I. Khitrov. Application of electric vehicles for freight transportation**

Electric freight vehicle are transport vehicles that operate on electrical energy. They typically feature electric motors powered by batteries or other electrical sources. These vehicles can be used for transporting freight over short to medium distances in urban settings or for commercial purposes.

Electric freight vehicles have several advantages, such as reduced environmental pollution due to no exhaust emissions, lower energy costs compared to fuel-based vehicles, reduced maintenance expenses (especially regarding engine servicing), and the ability to utilize various renewable energy sources for charging.

However, they also have limitations, including limited range on a single charge, charging time duration, and limited power for transporting heavy loads over long distances. Although technology is constantly evolving, innovations in battery technologies and charging stations may address some of these limitations in the future.

For the time being, it is not necessary to establish a complete ban on the production of classic commercial truck vehicles, but to implement a gradual reduction of emissions by all available means. In addition, the interim targets set should be revised to assess what other technologies can be used to produce, a modern electric freight vehicle.

The purpose of this study is to identify all the risks and challenges associated with electro mobility, which will further allow to assess the efficiency of electric freight transportation and build a development strategy for the carrier.

**Key words:** electric freight vehicle, vehicle structure, freight transportation, charging infrastructure.

*ХИТРОВ Ігор Олександрович*, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, Національний університет водного господарства та природокористування, e-mail: [i.o.khitrov@nuwm.edu.ua](mailto:i.o.khitrov@nuwm.edu.ua); <https://orcid.org/0000-0003-2310-1472>.

*Ihor KHITROV*, PhD, Associate Professor of the Transport Technology and Technical Service Department, National University of Water and Environmental Engineering, e-mail: [i.o.khitrov@nuwm.edu.ua](mailto:i.o.khitrov@nuwm.edu.ua); <https://orcid.org/0000-0003-2310-1472>.

DOI 10.36910/automash.v1i22.1376