

УДК 330.341.1:656

JEL Classification: R40, R42, Q01, O18

Яновська Вікторія, д.е.н., професор
(завідувач кафедри економіки, маркетингу та бізнес-адміністрування, Національний транспортний університет, м. Київ, Україна)
ORCID ID 0000-0002-0648-3643

Зіганишин Ренат
(здобувач третього (науково-освітнього) рівня вищої освіти, Національний транспортний університет, м. Київ, Україна)
ORCID ID 0009-0004-0339-0814

КОНЦЕПТУАЛІЗАЦІЯ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ В СИСТЕМІ МІСЬКОЇ МОБІЛЬНОСТІ: ІНКЛЮЗИВНИЙ ТА ЕКСКЛЮЗИВНИЙ ПІДХОДИ

Дослідження концептуальних меж поняття «міський електротранспорт» набуває особливої актуальності в умовах інтенсивної електрифікації транспортного сектору та диверсифікації видів електричної мобільності. Метою статті є систематизація та порівняльний аналіз інклюзивного та ексклюзивного підходів до концептуалізації міського електротранспорту з визначенням економічних та управлінських наслідків і критеріїв вибору залежно від аналітичного контексту. Аналіз наукової літератури засвідчує співіснування двох підходів: інклюзивного, що об'єднує всі транспортні засоби з електричною тягою в єдину категорію, та ексклюзивного, що диференціює їх за технічними, функціональними та регуляторними критеріями (правом проїзду, способом живлення, фізичними параметрами). Окрему увагу приділено електричній мікромобільності та електробусам, як специфічним категоріям із власними особливостями інтеграції в міську транспортну систему. Порівняльний аналіз демонструє взаємодоповнюваність обох підходів. Інклюзивний підхід є доцільним для стратегічного планування та енергетичної політики на макрорівні. Ексклюзивний підхід відповідає потребам операційного планування, регулювання та інфраструктурних рішень на мікро- та мезорівнях. На основі цього запропоновано синтетичну модель концептуалізації міського електротранспорту, що складається з ядра, розширеного ядра та периферії. Модель дозволяє гнучко застосовувати різні підходи залежно від аналітичних завдань, практичних цілей та специфіки механізмів фінансування, вимог до інституційної координації та цілей сталого розвитку. Ядро моделі включає традиційний міський електротранспорт із фіксованою інфраструктурою, розширене ядро охоплює електробуси на акумуляторах, легкорейковий транспорт та тролейбуси з динамічним зарядженням, периферія – приватні електромобілі та електричну мікромобільність. Вибір підходу до концептуалізації міського електротранспорту має визначатися контекстом дослідження, рівнем аналізу та практичними цілями, а також враховувати наслідки для механізмів фінансування та управлінської координації.

Ключові слова: міський електротранспорт, електромобільність, стала міська мобільність, інклюзивний підхід, ексклюзивний підхід, електрична мікромобільність, електробуси, цифровізація, пасажирські перевезення.

© Яновська В.П., Зіганишин Р.А., 2025

Постановка проблеми. Розвиток міського електротранспорту тісно пов'язаний із прийняттям економічних рішень щодо розподілу обмежених ресурсів між альтернативними напрямками транспортної та енергетичної політики. Визначення складу та змісту міського електротранспорту впливає на оцінку економічної ефективності інвестиційних проєктів, структуру витрат на створення та утримання інфраструктури та формування механізмів фінансування процесів експлуатації. Сучасний етап розвитку міської мобільності характеризується інтенсивною електрифікацією транспортного сектору, зумовленою глобальними кліматичними зобов'язаннями, політикою декарбонізації та технологічним прогресом у сфері акумуляторних технологій, а також поглибленням процесів цифровізації, які забезпечують інтеграцію електротранспорту в комплексні системи управління міськими транспортними потоками та мобільністю населення. Традиційні види міського електротранспорту, до яких належать трамвай, тролейбус, метрополітен, доповнюються новими формами електричної мобільності, зокрема електробусами, електроавтомобілями, електросамокатами та електровелосипедами. Диверсифікація транспортних засобів, що працюють на електричній тязі, актуалізує проблему концептуального визначення об'єкту управління електричною мобільністю. Водночас у науковій літературі та нормативно-правових документах простежується певна термінологічна неузгодженість, адже одні дослідники застосовують широке (інклюзивне) трактування, включаючи до цієї категорії всі види транспорту з електричним приводом, натомість інші – вузьке (ексклюзивне), обмежуючись рейковим або громадським електротранспортом.

Саме ця невизначеність концептуальних і, як наслідок, термінологічних меж має суттєві практичні наслідки для ефективного розподілу бюджетних ресурсів, статистичного обліку, оптимізації капітальних витрат при плануванні транспортної та енергетичної інфраструктури. Відсутність чітких дефініцій створює ризики недоцільного інвестування під час розробки, імплементації та моніторингу Планів сталої міської мобільності (англ. Sustainable Urban Mobility Plan, SUMP), оскільки ускладнює ідентифікацію параметрів оцінки економічної ефективності. Різні підходи до категоризації електричних транспортних засобів впливають на розподіл інвестицій, формування регуляторних режимів та інтеграцію різних видів транспорту в єдину мультимодальну систему. Крім того, вибір підходу до концептуалізації визначає механізми фінансування та рівень управлінської координації між національними, регіональними та місцевими органами влади. У цьому контексті виникає необхідність систематизації вже наявних підходів до концептуалізації міського електротранспорту та детермінації критеріїв, за якими відбувається включення або виключення окремих видів транспорту з цієї категорії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні засади концептуалізації електромобільності в системі сталого розвитку міст розглядаються у працях E. Holden, D. Banister ін. [1], у яких електромобільність виокремлюється як один із трьох великих наративів сталої мобільності. В роботі В.К. Sovacool [6] сформульовано інтегровану концептуальну рамку електромобільності, що ґрунтується на синтезі теорії автомобільності, акторно-мережевої теорії та моделі прийняття технологій. Більш вузькі питання, такі як таксономія та класифікація видів електротранспорту, досліджено в статті, присвяченій архітектурі систем електромобільності (англ. E-Mobility Systems Architecture) [5]. Класифікацію громадського транспорту за типом права проїзду запропоновано Р. Basnak, R. Giesen та J.C. Muñoz [7]. Значна увага в наукових дослідженнях приділяється також проблематиці електричної мікромобільності, її особливостям функціонування та ролі в системі міської мобільності [9; 11; 12]. Окремим напрямом, детально розглянутим у наукових роботах, є питання інтеграції електротранспорту в Плани сталої міської мобільності [2; 3; 8; 9], що має як стратегічне, так і прикладне значення. Економічні аспекти впровадження міського електротранспорту, зокрема механізми фінансування та контрактні інновації, досліджено на прикладі 22 міст світу в роботі X. Li, S. Castellanos та A. Maassen

[13]. Управлінський вимір електромобільності в контексті управління та координації між рівнями влади розглядається в статтях N. Tilly та ін. [15] та L. Mladenović, A. Plevnik, T. Rye [16]. Водночас відносно недослідженими залишаються методологічні засади розмежування інклюзивного та ексклюзивного підходів до визначення поняття міського електротранспорту та критерії їх застосування.

Метою статті є систематизація та порівняльний аналіз інклюзивного та ексклюзивного підходів до концептуалізації поняття міського електротранспорту у контексті сучасної системи міської мобільності, виявлення економічних та управлінських наслідків їхньої імплементації, а також обґрунтування критеріїв вибору оптимальної моделі залежно від цілей дослідження чи практичного застосування.

Виклад основного матеріалу дослідження.

1. Міський електротранспорт у парадигмі сталої мобільності.

Концептуалізація міського електротранспорту нерозривно пов'язана з ширшими дискурсами сталої мобільності та енергетичного переходу в транспортному секторі. Дослідниками Holden, Gilpin та Vanister виокремлені три великі наративи сталої мобільності, кожен з яких пропонує відмінне бачення майбутньої транспортної системи [1]. Перший наратив стосується електромобільності як такої та передбачає збереження наявних патернів мобільності за умови заміни двигунів внутрішнього згоряння на електричні силові установки. В даному випадку йдеться про широкий спектр транспортних засобів: акумуляторні електромобілі (BEV), гібридні транспортні засоби з можливістю зовнішньої зарядки (PHEV), електромобілі із збільшеним запасом ходу (REV), транспортні засоби на паливних елементах (FCEV) тощо [1]. Важливою складовою даного наративу є те, що електромобільність в умовах збереження наявних патернів не обмежується легковими автомобілями, а також поширюється на автобуси, вантажівки, залізничний транспорт, судна та навіть авіацію [1]. Другий наратив розглядає концепт колективного транспорту та акцентує увагу на модернізації та розширенні систем громадського транспорту з використанням інноваційних технологій та прогресивних бізнес-моделей. Третій наратив присвячений вивченню такого явища як суспільство низької мобільності (англ. Low-Mobility Society), він пропонує радикальне переосмислення самої потреби у переміщеннях через розвиток дистанційної роботи, локалізацію послуг та зміну просторової організації міст [1]. Тобто йдеться про виникнення продиктованих суспільним розвитком умов та трендів, які суттєво впливають на міську мобільність і відповідно на потреби, які має закривати міський електротранспорт.

В контексті міського електротранспорту важливим стратегічним документом є План сталої міської мобільності, розроблений Європейською Комісією. SUMP розглядає електрифікацію транспорту як один із ключових інструментів досягнення п'яти основних цілей сталого розвитку: інклюзії, безпеки, екологічності, ефективності та якості життя [2; 3]. На прикладі дослідження скандинавських міст (Мальме, Гетеборг, Осло, Берген, Тампере, Оулу) можна пересвідчитись у тому, що електрифікація громадського транспорту є одним із найбільш поширених заходів у сфері розумної мобільності [3].

Насамкінець, розглядаючи місце та роль міського електротранспорту в парадигмі сталої мобільності, варто зауважити, що електрифікація транспорту є домінуючим напрямком декарбонізації, проте не єдиним, адже альтернативні шляхи, що передбачають використання біопалива та водню, також залишаються предметом наукових дискусій [4].

Таким чином, сучасними дослідниками міський електротранспорт розглядається на перетині трьох великих наративів сталої мобільності, до яких належить електромобільність, колективний транспорт та суспільство низької мобільності, що зумовлює принципову неоднозначність його концептуальних меж. Залежно від обраної парадигмальної рамки, до міського електротранспорту можуть включатися різні за своєю природою об'єкти. До таких об'єктів можуть належати традиційні системи з фіксованою інфраструктурою, а також

індивідуальні засоби електричної мікромобільності. Ця амбівалентність актуалізує необхідність комплексного аналізу інклюзивного та ексклюзивного підходів до концептуалізації поняття міського електротранспорту, які є протилежними за своєю суттю.

2. Інклюзивний підхід до визначення міського електротранспорту.

Інклюзивний підхід до концептуалізації міського електротранспорту передбачає об'єднання всіх видів транспортних засобів з електричною тягою в єдину категорію, незалежно від їхніх технічних характеристик, способу експлуатації та регуляторного статусу.

В даному контексті особливу увагу слід присвятити вивченню моделі E-Mobility Systems Architecture (EMSA), що є прикладом системного інклюзивного підходу [5]. Модель організована у тривимірну структуру з чотирма доменами: (1) перетворення енергії, (2) передача енергії до або від електричного транспортного засобу, (3) власне електричний транспортний засіб та (4) інфраструктура користувача [5]. Перші два домени є стаціонарними (англ. *immobile*), тоді як останні два – мобільними (англ. *mobile*). Ця модель охоплює різні види електричного транспорту, включно із електричними велосипедами та електричними самокатами, а також електричними автомобілями, автобусами та рейковим транспортом [5].

Інша концепція інклюзивного підходу пропонує інтегровану рамку електричної мобільності, яка синтезує три теоретичні традиції: (1) теорію автомобільності (англ. *Automobility*), (2) акторно-мережеву теорію (англ. *Actor Network Theory*) та (3) уніфіковану теорію прийняття та використання технологій (англ. *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*, UTAUT). Ця концептуальна рамка включає чотири ключові компоненти: (а) задоволення від руху, (б) соціальність, (в) соціотехнічна сумісність та (г) звичковий імпульс [6]. Перевагою такого інтегрованого підходу є опція аналізу процесу сприйняття електротранспорту на різних рівнях від індивідуального до системного.

Як наслідок інклюзивний підхід створює можливості для системного вивчення електро-мобільності як цілісного феномену, де взаємодія між різними видами електротранспорту має певний синергетичний ефект і також підлягає аналізу. Водночас, обмеженням цього підходу є потенційний ризик розмивання специфіки окремих видів транспорту та ігнорування суттєвих відмінностей у їхніх характеристиках, регулюванні та ролі в транспортній системі.

3. Ексклюзивний підхід: диференціація за технічними та функціональними критеріями.

Ексклюзивний підхід передбачає чітку диференціацію видів електротранспорту за визначеними критеріями, що дозволяє виокремити специфічні категорії з унікальними характеристиками.

Базовим принципом такого підходу є класифікація за типом права проїзду (англ. *Right-of-Way*). Для цього дослідники Vasnak, Giesen та Muñoz застосовують класифікацію Vuchic (2005), що поділяє громадський транспорт на три категорії за ступенем відокремлення від загального руху (англ. *right-of-way*, ROW). ROW «С» відповідає змішаному руху, де транспортні засоби рухаються разом із загальним потоком. Ця категорія включає звичайні автобусні маршрути, тролейбуси та трамваї. Типова експлуатаційна швидкість з урахуванням усіх затримок (автори дослідження використовують термін комерційної швидкості – англ. *commercial speed*) цих видів транспорту становить менше 20 км/год, а максимальна пропускна здатність – до 7000 пасажирів на годину в одному напрямку (англ. *passengers per hour per direction*, пас./год.). ROW «В» передбачає частково відокремлений шлях із виділеними смугами, але наземними перехрестями. В такому випадку транспорт має експлуатаційну швидкість 20–40 км/год та пропускну здатність від 5000 до 30000 пас./год. До цієї категорії належить BRT (англ. *Bus Rapid Transit* – швидкісний автобусний транспорт із виділеними смугами, станціями платформного типу та пріоритетом на перехрестях) та LRT (англ. *Light Rail Transit* – легкорейковий транспорт, сучасний трамвай із частково відокремленим шляхом, що займає проміжну позицію між традиційним трамваем та метрополітеном за пропускною здатністю). Третя категорія ROW «А» включає транспорт, що рухається повністю відокремленим шляхом з окремою інфраструктурою та

безконфліктними перехрестями. В даному випадку йдеться про метрополітен, міську залізницю та високостандартні BRT-коридори, з експлуатаційною швидкістю понад 25 км/год та пропускною здатністю 10000–70000 пас./год. [7].

Альтернативою класифікації міського електротранспорту за ступенем відокремлення від загального транспортного потоку та пропускною здатністю є класифікація за способом живлення. Дослідження тролейбусних систем польських міст Гдиня та Сопот наочно демонструє як можна диференціювати міський електротранспорт на кілька категорій за способом електроживлення. За цим принципом можна виділити 4 різні види транспорту: (1) тролейбуси та трамваї, що рухаються завдяки спеціальній контактній мережі (англ. overhead catenary), яка забезпечує безперервне живлення; (2) метрополітен, для функціонування якого переважно використовується живлення за принципом «третьої рейки» (англ. third rail). До інших видів транспорту за цією класифікацією належать (3) електробуси, які використовують бортові акумулятори (англ. on-board batteries) і (4) тролейбуси з гібридною системою живлення ІМС (In-Motion Charging), які під час руху можуть поєднувати використання контактної мережі з використанням акумуляторів, що дозволяє таким тролейбусам долати окремі ділянки без покриття контактної мережі. Варто зауважити, що для ефективної роботи ІМС-тролейбусів достатньо покриття контактною мережею лише 30% довжини маршруту [8], що надає даному виду електротранспорту більшої гнучкості в умовах міської мобільності.

Міський електротранспорт можна також класифікувати за параметрами транспортного засобу. Зокрема такий підхід можна застосувати при вивченні міської мікромобільності. Йдеться про класифікацію електротранспорту на основі фізичних параметрів. До транспортних засобів, що беруть участь в мікромобільності належать електричні самокати, сегвеї, гіроподи і електричні велосипеди, адже всі ці транспортні засоби мають приблизно однаковий розмір в межах певних узгоджених дослідниками параметрів ($\leq 2100 \times 900 \times 1300$ мм), вагу до 50 кг та максимальну швидкість менше до 45 км/год. [9].

Четвертим типом класифікації електричних транспортних засобів в рамках ексклюзивного підходу є регуляторна класифікація (англ. Urban Vehicle Access Regulations, UVAR). В основу цієї класифікації покладена таксономія регулювання доступу транспортних засобів до міських територій, що спирається на просторові інтервенції транспорту, аспекти цінової політики та регуляторні заходи. Різні види електротранспорту мають різний статус у цих регуляторних рамках. Наприклад, статус зони нульових викидів в межах міст може надавати перевагу електробусам та електромобілям, тоді як електрична мікромобільність часто потребує окремого регулювання щодо використання велосипедної інфраструктури та тротуарів [10].

Таким чином, ексклюзивний підхід пропонує комплекс критеріїв диференціації міського електротранспорту: за ступенем відокремлення від загального руху, способом живлення, фізичними параметрами транспортного засобу та регуляторним статусом. Кожен із цих критеріїв формує власну таксономічну систему, що дозволяє позиціонувати конкретний вид транспорту в межах відповідної класифікаційної рамки. Водночас аналіз засвідчує, що електрична мікромобільність виявляє специфічні характеристики, які не дозволяють однозначно віднести її до жодної з традиційних категорій, адже вона не вписується в класифікацію за правом проїзду, оскільки використовує велосипедну інфраструктуру, тротуари або проїзну частину ситуативно, має унікальний спосіб живлення у вигляді портативних акумуляторів, до того ж її регуляторний статус у більшості випадків залишається предметом активних дискусій. Ця категоріальна невизначеність обумовлює необхідність окремого розгляду електричної мікромобільності як специфічного феномену міської мобільності.

4. Електрична мікромобільність як специфічна категорія.

Електрична мікромобільність формується під впливом сукупності факторів різної природи, що зумовлює необхідність їх аналітичного розмежування та узагальнення. Сучасний науковий аналіз електричної мікромобільності зосереджується на виявленні умов, за яких вона стає ефективним елементом міської мобільності.

Детермінанти е-мікромобільності поділяються на контекстуальні та індивідуальні. Контекстуальні охоплюють правові рамки, транспортну інфраструктуру та технологічні фактори. Зокрема, брак інфраструктурного забезпечення, до якого можна віднести нестачу виділених смуг, якісного дорожнього покриття, паркомісць та зарядних станцій, виступає основним бар'єром для розвитку міської е-мікромобільності. Індивідуальні детермінанти включають фактори мотивації користувачів (зручність, скорочення часу подорожі, економію коштів, екологічність та задоволення від поїздки) та бар'єри (вартість придбання та обслуговування, обмежена вантажомісткість, вірогідність технічних несправностей та вплив погодних умов на експлуатацію відповідних транспортних засобів) [11].

Дослідження Gössling, присвячене інтеграції е-самокатів у міське середовище на прикладі десяти міст світу (Брісбен, Крайстчерч, Копенгаген, Даллас, Лос-Анджелес, Малага, Париж, Стокгольм, Відень, Цюріх), пропонує розглянути три виміри міської електричної мікромобільності, навколо яких виникають основні конфлікти: простір (конкуренція з пішоходами та велосипедистами за тротуари та велодоріжки), швидкість (різні міста встановлюють ліміти від 8 до 25 км/год.) та безпека (травматизм, безвідповідальна поведінка користувачів) [12]. Зокрема автори дослідження дійшли висновку, що міста, які запроваджують е-самокати без попереднього регулювання, змушені неодноразово коригувати законодавство, як, наприклад, Париж, де спочатку дозволили їзду тротуарами, а згодом обмежили лише велоінфраструктурою [12].

Особливу увагу дослідників присвячена питанню інтермодальності е-мікромобільності, яка реалізується через два підходи. Перший підхід передбачає використання вузлів мобільності як пунктів пересадки з мікромобіля на громадський транспорт. Другий підхід розглядає варіант перевезення мікромобілів безпосередньо у транспортних засобах, що потребує спеціального облаштування. Наприклад, у Барселоні залізничні вагони обладнано виділеними місцями для е-мікромобілів [9].

Окремим проблемним виміром феномену е-мікромобільності є форма використання, оскільки дані засоби пересування можуть перебувати як у приватній власності так і надаватись у тимчасове користування через сервіси спільної мобільності (англ. shared mobility) [9; 11]. Спільні системи забезпечують доступність без потреби володіння, проте можуть створювати бар'єри для окремих груп населення: обов'язкова наявність смартфона та банківської картки, обмежена доступність станцій, відсутність дитячих моделей транспортних засобів. Приватні е-мікромобілі краще інтегруються з громадським транспортом завдяки можливості перевезення, проте їхній розмір та вага можуть ускладнювати мультимодальні подорожі [11].

5. Фактори та бар'єри впровадження електробусів.

Електробуси як окрема категорія міського електротранспорту заслуговують на детальний розгляд з огляду на їхню стратегічну роль у декарбонізації міського громадського транспорту. На відміну від трамваїв та тролейбусів, що потребують капіталомісткої стаціонарної інфраструктури, електробуси пропонують гнучкість традиційних автобусних маршрутів у поєднанні з екологічними перевагами електричної тяги. Ця технологічна позиція, що знаходиться між інфраструктурозалежним рейковим транспортом та автономними електромобілями, робить електробуси ключовим елементом перехідного періоду електрифікації міських транспортних систем.

Порівняльне дослідження впровадження електробусів у 22 містах 14 країн Америки, Азійсько-Тихоокеанського регіону та Європі, проведене у 2018 році, засвідчило значну географічну нерівномірність ринку, адже станом на 2016 рік 87% електробусів світу було зосереджено в Китаї, де місто Шеньчжень досягло повної електрифікації міського

автобусного парку [13]. Така концентрація пояснюється комплексом факторів: політичною волею та офіційними зобов'язаннями на національному рівні, близькістю виробників, а також сприятливою регуляторною політикою. З іншого боку існує декілька ключових бар'єрів впровадження електробусів, до яких належить вища початкова вартість придбання порівняно з дизельними аналогами, деякі операційні невизначеності, йдеться про реальний запас ходу та швидкість деградації акумуляторів, та потенційні ризики, пов'язані з відносною новизною технології. Проте у містах-лідерах з впровадження електробусів виявлено три ключові фактори успіху: публічні та приватні гранти, альтернативні джерела фінансування, серед яких м'які позики і зелені облігації, та інноваційні контрактні механізми із залученням третіх гравців та розподілом ризиків [13].

Manzolli, Trovão та Antunes у комплексному огляді досліджень електробусів (проведено аналіз 130 наукових публікацій) прогнозують, що частка електробусів у щорічних продажах автобусів досягне 80% до 2040 року [14]. Автори систематизують ключові перспективні напрямки досліджень: технології акумуляторів та їх оптимальний розмір для різних маршрутів, стратегії управління енергією та рекуперації, оптимізація складу парку та маршрутної мережі, а також аналіз життєвого циклу з урахуванням екологічного впливу виробництва та утилізації батарей. Особливої уваги заслуговує напрямок гібридизації автобусних акумуляторів з іншими технологіями, зокрема, інтеграцію з троллейбусними системами динамічного заряджання (англ. In-Motion Charging, ІМС), що дозволяє поєднати переваги обох підходів [14].

6. Економічні та управлінські аспекти концептуалізації міського електротранспорту.

Окрім технічних та функціональних критеріїв, розглянутих у попередніх розділах, вибір концептуалізації міського електротранспорту демонструє суттєві відмінності в економічному та управлінському вимірах. Актуальність вивчення цих аспектів зумовлена диференціацією підходів до категоризації електричних транспортних засобів, оскільки обраний концептуальний підхід детермінує механізми фінансування, інституційну координацію та розподіл повноважень і відповідальності між рівнями публічного управління.

В економічному вимірі інклюзивний підхід передбачає розгляд електрифікації транспортного сектору як системної цілісності, що потребує інтегрованого фінансування. Успішна електрифікація міського транспорту базується на поєднанні кількох фінансових механізмів: публічних та приватних грантів для подолання вищої початкової вартості електричних транспортних засобів, альтернативних інструментів фінансування у вигляді м'яких позик та зелених облігацій, а також інноваційних контрактних механізмів, що передбачають залучення третіх сторін для перерозподілу ризиків [13]. Ексклюзивний підхід, натомість, зумовлює необхідність диференціації фінансових інструментів відповідно до специфіки кожної категорії транспорту: капіталомістких довгострокових інвестицій для міського електричного транспорту з фіксованою інфраструктурою, гнучких механізмів лізингу батарей та публічно-приватного партнерства для електробусів, легкорейкового транспорту, ІМС-тролейбусів, а також переважно ринкових механізмів для приватних електромобілів та мікромобільності, де домінують приватні оператори та платформи спільної мобільності [13].

В управлінському вимірі принциповим є врахування природи управління міською мобільністю. Дослідження, що охопило аналіз 108 стратегій та програм підтримки електромобільності у п'яти країнах (Австралія, Канада, Німеччина, Великобританія, США), демонструє, що ефективна політика електрифікації транспорту в однаковій мірі потребує вертикальної інтеграції між національним, регіональним та місцевим рівнями через механізми грантових програм та фінансових трансфертів, і горизонтальної координації, що охоплює співпрацю муніципалітетів, енергетичних компаній та транспортних операторів [15]. Водночас дослідники констатують, що пріоритети різних рівнів управління не завжди

збігаються. Національні уряди, як правило, акцентують увагу на кліматичних цілях, тоді як місцеві органи влади зосереджуються на сталому розвитку міст, що актуалізує потребу в спеціальних координаційних механізмах [15].

Дослідження національних програм підтримки SUMP у європейських країнах підтверджує, що неузгодженість між рівнями управління генерує ризик контрпродуктивних результатів та підриває довгострокові зобов'язання щодо сталого розвитку. Натомість показовим є досвід Фландрії, де тривале функціонування програми сприяло досягненню комплексної інтеграції нормативних засад, фінансування та міжрівневої координації [16]. Таким чином, з позицій економічного управління та формування публічної політики інклюзивний підхід є більш ефективним на макрорівні, де критичною є міжсекторальна координація, тоді як ексклюзивний підхід відповідає потребам мікро- та мезорівня, де необхідною є диференціація регуляторних режимів та інвестиційних рішень.

7. Порівняльний аналіз підходів та синтетична модель.

Порівняльний аналіз інклюзивного та ексклюзивного підходів до концептуалізації міського електротранспорту засвідчує їхню взаємодоповнюваність та контекстуальну обумовленість застосування. Обидва підходи формуються з різних епістемологічних традицій та відповідають на різні дослідницькі та практичні запити, що певним чином унеможливує визнання універсальної переваги одного з них.

Інклюзивний підхід, що об'єднує всі транспортні засоби з електричною тягою в єдину категорію, демонструє найбільшу ефективність у контексті стратегічного планування та формування енергетичної політики. Цей підхід дозволяє оцінювати сукупний вплив електрифікації транспорту на енергосистему міста, прогнозувати навантаження на електромережу та планувати розвиток генеруючих потужностей [1; 5]. Крім того, інклюзивний підхід є релевантним для реалізації кліматичних цілей, де принциповим є загальне скорочення викидів від транспортного сектору незалежно від типу транспортного засобу. Модель EMSA, запропонована в дослідженні Kipres, ілюструє цей підхід через інтеграцію всіх електромобільних систем у єдину архітектурну рамку для забезпечення інтероперабельності [5].

Ексклюзивний підхід, що передбачає чітку диференціацію видів електротранспорту за визначеними критеріями, є незамінним для операційного планування, регуляторної діяльності та інфраструктурних інвестицій. Класифікація за правом проїзду (ROW A/B/C) визначає вимоги до інфраструктури та очікувану пропускну здатність системи [7]. Класифікація за способом живлення впливає на проектування енергетичної інфраструктури та вибір технологічних рішень [8]. Регуляторна класифікація UVAR визначає правовий статус транспортних засобів та умови їх доступу до міських територій [10]. Без такої диференціації неможливо розробляти адекватні технічні стандарти, визначати параметри інфраструктури та встановлювати правила експлуатації.

На основі проведеного аналізу міський електротранспорт може бути концептуалізований у багаторівневу синтетичну модель, що інтегрує обидва підходи (рис. 1). Ядро моделі включає традиційний міський електротранспорт з фіксованою інфраструктурою: трамвай, тролейбус, метрополітен та міський залізничний транспорт. Ці види транспорту характеризуються найвищим ступенем інтеграції в міську транспортну систему, стабільною регуляторною базою та однозначною категоріальною приналежністю. Розширене ядро охоплює електробуси на акумуляторах, легкорейковий транспорт (LRT), ІМС-тролейбуси з динамічним зарядженням. Ці види поєднують елементи традиційного громадського транспорту з інноваційними технологіями живлення та демонструють перехідний характер між інфраструктурозалежними та автономними системами [8; 13]. Периферія включає приватні електромобілі та електричну мікромобільність (е-самокати, е-велосипеди, сегвеї, гіроподи). Дані види транспортних засобів характеризуються високою варіативністю

використання, індивідуальним характером експлуатації та динамічним регуляторним середовищем, що перебуває у стадії формування [9; 11; 12].

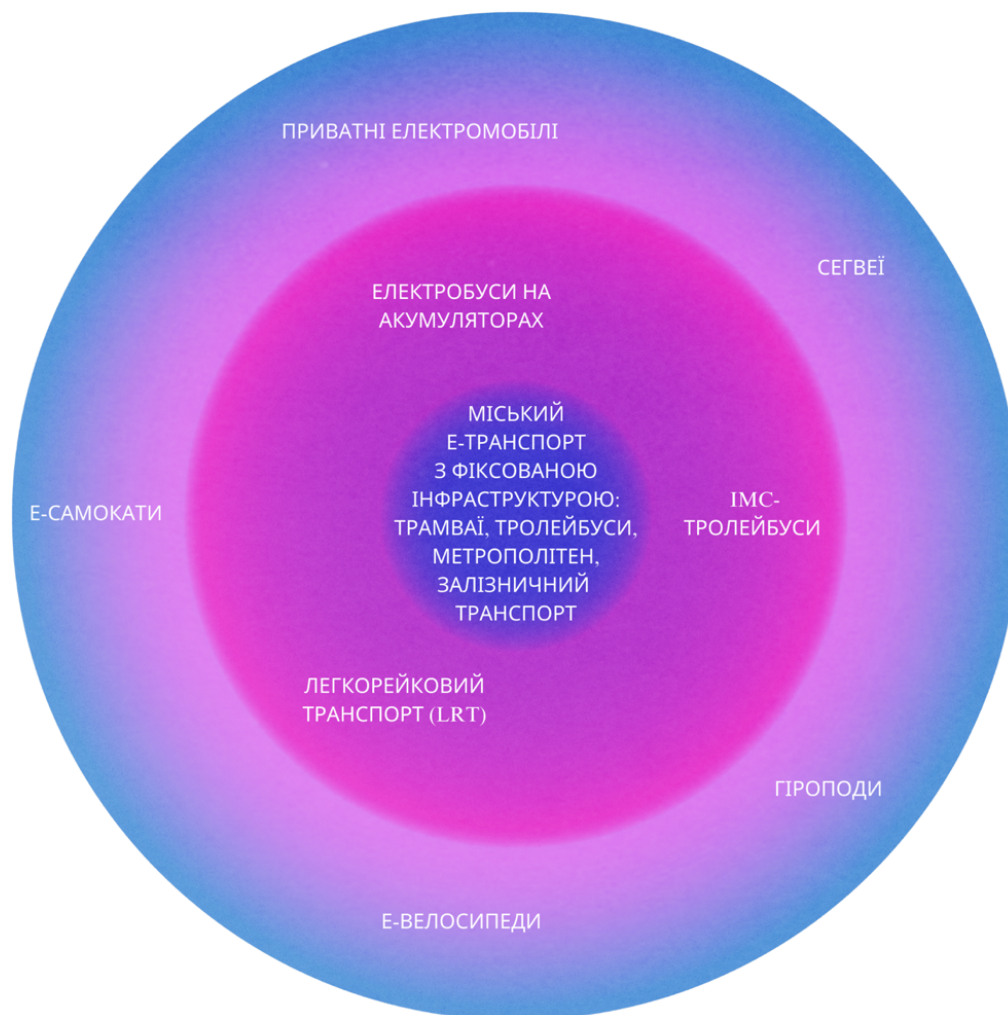


Рис. 1. Багаторівнева синтетична модель концептуалізації міського електротранспорту

Джерело: сформовано авторами за [8-9;11-13]

Для розв'язання практичних завдань вибір підходу до концептуалізації визначається контекстом дослідження. Таблиця 1 містить порівняльну характеристику обох підходів за ключовими параметрами.

Виходячи з проведеного порівняльного аналізу інклюзивного та ексклюзивного підходів, слід підкреслити, що зміст поняття міського електротранспорту має відображати його складну контекстуальну природу. Із системних позицій міський електротранспорт слід розглядати як сукупність транспортних засобів з електричною тягою, що забезпечують міську мобільність, концептуальні межі якої варіюються від вузького розуміння (інфраструктурозалежний громадський транспорт) до широкого (усі види електричної мобільності) залежно від контексту та цілей застосування.

Таблиця 1. Порівняльна характеристика інклюзивного та ексклюзивного підходів

Критерій порівняння	Інклюзивний підхід	Ексклюзивний підхід
Сфера застосування	Стратегічне планування, енергетична політика, кліматичні цілі	Операційне планування, регулювання, інфраструктурні інвестиції
Переваги	Широта охоплення, оцінка сукупного впливу на енергосистему, міжсекторальна координація	Глибина аналізу, точність регулювання, адекватність технічних стандартів
Обмеження	Нівелювання специфіки окремих видів транспорту, ускладнення розробки диференційованих регуляцій	Фрагментація єдиного поля електромобільності, ускладнення системного планування
Типові завдання	Прогнозування навантаження на електромережу, планування декарбонізації транспорту	Проектування зарядної інфраструктури, визначення правил дорожнього руху, ліцензування операторів
Рівень аналізу	Макрорівень (місто, регіон, країна)	Мікрорівень, мезорівень (маршрут, система, оператор)
Механізми фінансування	Інтегровані програми фінансування електрифікації транспортного сектору, національні грантові фонди	Диференційовані інструменти за категоріями: капітальні інвестиції (ядро), лізинг та публічно-приватне партнерство (розширене ядро), ринкові механізми (периферія)
Рівень управління	Вертикальна інтеграція через національні програми та міжурядові координаційні механізми	Горизонтальна координація через регіональні робочі групи та платформи обміну даними

Джерело: сформовано авторами за [1; 5; 7-13; 15-16]

Висновки та пропозиції. Проведений аналіз дозволяє систематизувати існуючі підходи до концептуалізації міського електротранспорту та сформулювати такі висновки.

У науковій літературі співіснують два основні підходи: інклюзивний, що об'єднує транспортні засоби з електричною тягою в єдину категорію, та ексклюзивний, що диференціює їх за технічними, функціональними та регуляторними критеріями. Порівняльний аналіз засвідчує, що ці підходи не є взаємовиключними, а радше взаємодоповнюють один одного, відповідаючи на різні дослідницькі та практичні запити.

Кожен підхід має свою сферу застосування. Інклюзивний підхід є доцільним для стратегічного планування та енергетичної політики, де необхідна широта охоплення та оцінка сукупного впливу на енергосистему. Ексклюзивний підхід може бути корисним для операційного планування, регулювання та інфраструктурних рішень, де критичними є глибина аналізу та точність технічних стандартів. Водночас інклюзивний підхід має обмеження у вигляді нівелювання специфіки окремих видів транспорту, тоді як ексклюзивному властивий ризик фрагментації єдиного поля електромобільності.

Вибір підходу має також суттєві наслідки в сфері економіки та управління. Інклюзивний підхід передбачає інтегроване фінансування електрифікації транспортного сектору та вертикальну координацію через національні програми. Ексклюзивний підхід, натомість, потребує диференційованих фінансових інструментів для кожної категорії транспорту та горизонтальної координації на регіональному рівні. Відсутність узгодженості між рівнями управління генерує ризик неефективного використання ресурсів та ускладнює виконання довгострокові зобов'язання щодо сталого розвитку.

Запропонована багаторівнева синтетична модель (ядро, розширене ядро, периферія) дозволяє гнучко застосовувати різні підходи залежно від контексту та рівня аналізу. Макрорівень (місто, регіон, країна) тяжіє до інклюзивного підходу, тоді як мікрорівень та мезорівень (маршрут, система, оператор) потребує ексклюзивної диференціації.

Перспективами подальших досліджень є емпірична верифікація запропонованої моделі на прикладі українських міст, а також аналіз гармонізації української термінологічної бази з європейськими регуляторними рамками в контексті євроінтеграційних процесів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Grand Narratives for sustainable mobility: a conceptual review / E. Holden, D. Banister, S. Gössling, G. Gilpin, K. Linnerud. *Energy research & social science*. 2020. Т. 65. С. 101454. URL: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101454>
2. Appropriate national policy frameworks for sustainable urban mobility plans / A. May та ін. *European transport research review*. 2017. Т. 9, № 1. URL: <https://doi.org/10.1007/s12544-017-0224-1>
3. Müller-Eie D., Kosmidis I. Sustainable mobility in smart cities: a document study of mobility initiatives of mid-sized Nordic smart cities. *European transport research review*. 2023. Т. 15, № 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s12544-023-00610-4>
4. Collazos J. S. G., Ardila L. M. C., Cardona C. J. F. Energy transition in sustainable transport: concepts, policies, and methodologies. *Environmental science and pollution research*. 2024. URL: <https://doi.org/10.1007/s11356-024-34862-x>
5. E-Mobility Systems Architecture: a model-based framework for managing complexity and interoperability / B. Kirpes та ін. *Energy informatics*. 2019. Т. 2, № 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s42162-019-0072-4>
6. Sovacool B. K. Experts, theories, and electric mobility transitions: toward an integrated conceptual framework for the adoption of electric vehicles. *Energy research & social science*. 2017. Т. 27. С. 78–95. URL: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.02.014>
7. Basnak P., Giesen R., Muñoz J. C. Technology choices in public transport planning: a classification framework. *Research in transportation economics*. 2020. Т. 83. С. 100901. URL: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100901>
8. Ensuring sustainable development of urban public transport: A case study of the trolleybus system in Gdynia and Sopot (Poland) / M. Wolek та ін. *Journal of cleaner production*. 2021. Т. 279. С. 123807. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123807>
9. Aba A., Esztergár-Kiss D. Electric micromobility from a policy-making perspective through European use cases. *Environment, development and sustainability*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03016-3>
10. Sustainable mobility strategies deconstructed: a taxonomy of urban vehicle access regulations / K. Fransen та ін. *European transport research review*. 2023. Т. 15, № 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s12544-023-00576-3>
11. Public health-led insights on electric micro-mobility adoption and use: a scoping review / A. Bretones та ін. *Journal of urban health*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1007/s11524-023-00731-0>
12. Gössling S. Integrating e-scooters in urban transportation: problems, policies, and the prospect of system change. *Transportation research part D: transport and environment*. 2020. Т. 79. С. 102230. URL: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102230>
13. Li X., Castellanos S., Maassen A. Emerging trends and innovations for electric bus adoption—a comparative case study of contracting and financing of 22 cities in the Americas, Asia-Pacific, and Europe. *Research in transportation economics*. 2018. Т. 69. С. 470–481. URL: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.06.016>
14. Manzolli J. A., Trovão J. P., Antunes C. H. A review of electric bus vehicles research topics – Methods and trends. *Renewable and sustainable energy reviews*. 2022. Т. 159. С. 112211. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112211>

15. Electric vehicles and sustainable development goals: a multi-level governance analysis / N. Tilly та ін. *Transport policy*. 2025. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2025.06.008>
16. Mladenović L., Plevnik A., Rye T. Implementing national support programmes for sustainable urban mobility plans in a multilevel governance context. *Case Studies on Transport Policy*. 2022. T. 10. C. 1686-1694. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.06.007>

REFERENCES

1. Grand Narratives for sustainable mobility: A conceptual review / E. Holden, D. Banister, S. Gössling, G. Gilpin, K. Linnerud. *Energy Research & Social Science*. 2020. Vol. 65. P. 101454. URL: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101454>
2. Appropriate national policy frameworks for sustainable urban mobility plans / A. May et al. *European transport research review*. 2017. Vol. 9, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1007/s12544-017-0224-1>
3. Müller-Eie D., Kosmidis I. Sustainable mobility in smart cities: a document study of mobility initiatives of mid-sized Nordic smart cities. *European transport research review*. 2023. Vol. 15, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s12544-023-00610-4>
4. Collazos J. S. G., Ardila L. M. C., Cardona C. J. F. Energy transition in sustainable transport: concepts, policies, and methodologies. *Environmental science and pollution research*. 2024. URL: <https://doi.org/10.1007/s11356-024-34862-x>
5. E-Mobility Systems Architecture: a model-based framework for managing complexity and interoperability / B. Kirpes et al. *Energy informatics*. 2019. Vol. 2, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s42162-019-0072-4>
6. Sovacool B. K. Experts, theories, and electric mobility transitions: toward an integrated conceptual framework for the adoption of electric vehicles. *Energy research & social science*. 2017. Vol. 27. P. 78–95. URL: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.02.014>
7. Basnak P., Giesen R., Muñoz J. C. Technology choices in public transport planning: a classification framework. *Research in transportation economics*. 2020. Vol. 83. P. 100901. URL: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100901>
8. Ensuring sustainable development of urban public transport: A case study of the trolleybus system in Gdynia and Sopot (Poland) / M. Wołek et al. *Journal of cleaner production*. 2021. Vol. 279. P. 123807. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123807>
9. Aba A., Esztergár-Kiss D. Electric micromobility from a policy-making perspective through European use cases. *Environment, development and sustainability*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03016-3>
10. Sustainable mobility strategies deconstructed: a taxonomy of urban vehicle access regulations / K. Fransen et al. *European transport research review*. 2023. Vol. 15, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s12544-023-00576-3>
11. Public health-led insights on electric micro-mobility adoption and use: a scoping review / A. Bretones et al. *Journal of urban health*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1007/s11524-023-00731-0>
12. Gössling S. Integrating e-scooters in urban transportation: problems, policies, and the prospect of system change. *Transportation research part D: transport and environment*. 2020. Vol. 79. P. 102230. URL: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102230>
13. Li X., Castellanos S., Maassen A. Emerging trends and innovations for electric bus adoption—a comparative case study of contracting and financing of 22 cities in the Americas, Asia-Pacific, and Europe. *Research in transportation economics*. 2018. Vol. 69. P. 470–481. URL: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.06.016>
14. Manzolli J. A., Trovão J. P., Antunes C. H. A review of electric bus vehicles research topics – Methods and trends. *Renewable and sustainable energy reviews*. 2022. Vol. 159. P. 112211. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112211>
15. Electric vehicles and sustainable development goals: a multi-level governance analysis / N. Tilly et al. *Transport policy*. 2025. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2025.06.008>
16. Mladenović L., Plevnik A., Rye T. Implementing national support programmes for sustainable urban mobility plans in a multilevel governance context. *Case Studies on Transport Policy*. 2022. Vol. 10. P. 1686-1694. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.06.007>

Viktoriia Yanovska, Doctor of Economics, Professor
(Head of the Department of Economics, Marketing and Business Administration, National Transport University)

Renat Zihanshyn
(Postgraduate, National Transport University)

CONCEPTUALIZATION OF URBAN ELECTRIC TRANSPORT IN THE URBAN MOBILITY SYSTEM: INCLUSIVE AND EXCLUSIVE APPROACHES

The study of the conceptual boundaries of the term "urban electric transport" gains particular relevance in the context of intensive electrification of the transport sector and diversification of electric mobility modes. The terminological ambiguity in scientific literature and regulatory documents has significant practical implications for transport policy formulation, statistical accounting, and the development of Sustainable Urban Mobility Plans (SUMP). Therefore, the purpose of the article is to systematize and comparatively analyze inclusive and exclusive approaches to the conceptualization of urban electric transport, to identify the economic and governance implications of the approach selection, as well as to substantiate the criteria for selecting the appropriate approach depending on the research context or practical application. The analysis of scientific literature reveals the coexistence of two approaches: the inclusive approach, which combines all vehicles with electric traction into a single category, notably the E-Mobility Systems Architecture model, and the exclusive approach, which differentiates them according to technical, functional, and regulatory criteria, such as classification by right-of-way, power supply method, physical parameters of the vehicle, and regulatory status. Particular attention is paid to electric micromobility and electric buses as specific categories with their own characteristics of integration into the urban transport system. The comparative analysis demonstrates the complementarity of both approaches. The inclusive approach is appropriate for strategic planning and energy policy at the macro level, while the exclusive approach is suitable for operational planning, regulation, and infrastructure decisions at the micro and meso levels. A multilevel synthetic model for the conceptualization of urban electric transport is proposed, consisting of the core (tram, trolleybus, metro, urban rail), the extended core (electric buses, LRT, IMC trolleybuses), and the periphery (electric vehicles, e-micromobility). An original definition of urban electric transport is formulated, reflecting the contextual nature of the concept under study. This model allows for the flexible application of different approaches depending on analytical tasks. The choice of approach to the conceptualization of urban electric transport should be determined by the research context, level of analysis, practical objectives, as well as the implications for financing mechanisms and governance coordination.

Keywords: *urban electric transport, electric mobility, sustainable urban mobility, inclusive approach, exclusive approach, electric micromobility, electric buses, digitalization, passenger transportation.*

Стаття прийнята до друку 18 листопада 2025 року