

ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СУЧАСНОГО ТА МАЙБУТНЬОГО ГРОМАДСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ

PROBLEMS OF ENERGY SUPPLY FOR MODERN AND FUTURE PUBLIC ELECTRIC TRANSPORT IN UKRAINE

У статті розглянуті спільні для більшості комунальних підприємств міського електротранспорту, які в тій або іншій мірі постраждали від воєнної агресії, проблеми енергозабезпечення їх основної діяльності – перевезення пасажирів. Аналізується структура електрогенерації об'єднаної енергетичної системи України. Наводиться діаграма змін в фінансуванні, які відбулися в 2023 році серед міністерств та відомств України в порівнянні з бюджетом попереднього року з аналізом щодо перспектив фінансування енергетичної галузі України у цей період. Надано рекомендації комунальним підприємствам та міським радам щодо повоєнної закупівлі енергоефективного рухомого складу, що ґрунтуються на аналізі показників ефективності енергоспоживання різних типів електричного пасажирського транспорту. Окремо аналізується проєкт оновлення рухомого складу електротранспорту міста Харкова.

Ключові слова: міський електричний транспорт, електробуси, енергоефективність, комунальні підприємства, транспортна інфраструктура.

This article discusses the common issues of energy supply faced by most municipal enterprises of urban electric transport in Ukraine, which have been affected to some extent by military aggression, impacting their primary function of passenger transportation. The energy supply situation in Ukraine is a matter of global concern, making the topic of this article highly relevant. The article analyzes the structure of electricity generation in the unified power system of Ukraine, revealing that the cheapest electricity is produced by nuclear and hydroelectric power plants in the country, while the most expensive, known as "green" electricity, is generated by solar and wind power plants. Additionally, the article presents a diagram illustrating the changes in funding that occurred in 2023 among the ministries and departments of Ukraine compared to the budget of the previous year. An analysis is provided regarding the prospects of increasing funding for the energy sector of Ukraine during this period. Moreover, the article offers recommendations to municipal enterprises and city councils on post-war procurement of energy-efficient rolling stock for the country's public transport enterprises. These recommendations are based on the analysis of energy consumption indicators for various types of electric passenger transport, including traditional and modern hybrid urban electric transport capable of covering a certain portion of the route without being connected to power wires, thanks to battery packs. Such vehicles can be electric buses or trolleybuses with autonomous operation. The ecological aspect of these hybrid electric transport types is also considered. Hybrid electric transport models are expected to replace city transport powered by internal combustion engines. The article also separately examines the project for renewing the rolling stock of electric transport in the city of Kharkiv, which is the authors' hometown, and explores the possibilities for municipal transport enterprises in this city to increase their entrepreneurial activity by providing charging services to other electric vehicles owned by citizens under private ownership rights. The authors have developed a scheme for the development of charging infrastructure for electric cars, electric bicycles, and other similar vehicles.

Key words: urban electric transport, electric buses, energy efficiency, municipal enterprises, transportation infrastructure.

УДК 330.342.3

DOI: <https://doi.org/10.32782/infrastruct73-12>

Палант О.Ю.

д.е.н., доцент,
доцент кафедри підприємництва
та бізнес-адміністрування,
Харківський національний університет
міського господарства
імені О.М. Бекетова

Приймак В.О.

аспірант,
Харківський національний університет
міського господарства
імені О.М. Бекетова

Palant Oleksii

O.M. Beketov National University
of Urban Economy in Kharkiv

Pryimak Vladyslav

O.M. Beketov National University
of Urban Economy in Kharkiv

Постановка проблеми. Всіх фахівців економіки міського електричного транспорту більш за все непокоїть ситуація, що нині склалася в Україні з енергозабезпеченням міського громадського транспорту. Невтішні новини було оприлюднено в грудні 2022 року: «Після восьми російських ракетних атак пошкоджені всі теплові та гідроелектростанції. Також різною мірою пошкоджено 40% об'єктів високовольтної мережі, – заявив очільник Уряду Денис Шмигаль». За даними статистики українські підприємства втратили від 5 до 16% від доходів через пошкодження енергосистеми. Найбільші проблеми, з якими зараз стикається бізнес, і міський електричний транспорт не є виключенням, – повна чи часткова зупинка виробництва, простої, розрив логістичних ланцюгів, зростання собівартості, скорочення попиту та замовлень, втрата клієнтів (пасажирів), а отже й втрата доходу. Тому дослідження проблем енергозабезпечення сучасного та найближчого повоєнного майбутнього громадського електричного транспорту України є вкрай актуальними. Отже

структура громадського транспорту, а значить і його енергозабезпечення, повинні змінитися.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Економічними проблемами, з якими стикається громадський електричний транспорт, і які, на жаль, є спільними для багатьох вітчизняних підприємств цієї галузі, присвячена достатня кількість наукових праць. Так, в роботі [2] Є.Н. Водовозов та ін. розглядають проблеми реструктуризації цих підприємств, О.І. Никифорок в роботі [3] розглядає можливі шляхи його модернізації, І.О. Башинська та В.Ю.Філіппов в роботі [4], К.В. Гнедіна в роботі [5] та Н.В. Добрава та ін. в роботі [7] розглядають існуючі проблеми та перспективи розвитку галузі, також перспективам розвитку громадського транспорту (у контексті євроінтеграційних процесів) присвячена робота [6] О.В. Димченко та А.С. Курду. В роботах зарубіжних науковців [8–11] містяться обґрунтовані рекомендації щодо роботи, планування та перспектив різних аспектів життєдіяльності підприємств транспорту своїх країн. Так, в роботах [8–10] обговорюються

проблеми громадського транспорту Литви, в роботі [11] – Чехії. В усіх проаналізованих статтях намічені шляхи реалізації економічних заходів для підвищення ефективності функціонування громадського транспорту, а також правові, адміністративні, організаційні та інші заходи, що спрямовані на комплексне вирішення означених в них проблем.

Постановка завдання. Довести необхідність застосовувати в повоєнний період відновлення міського громадського транспорту та транспортної інфраструктури України енергоефективних новітніх видів рухомого складу міського електротранспорту та рекомендації щодо реалізації можливостей для комунальних транспортних підприємств підвищення їхнього підприємницького потенціалу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Як відомо, основна рушійна сила міського громадського транспорту – електроенергія. Комунальні підприємства електротранспорту в своїй структурі мають тягові підстанції, які перетворюють змінний струм на постійний, яким живиться рухомий склад міського електротранспорту.

Згідно з даними з відкритих джерел на початок 2022 року в Україні 51% електроенергії генерувалося атомними електростанціями, 27% – тепловими, 9% – теплоелектроцентралями, гідроелектростанціями – 5%, сонячними електростанціями – 5%, вітровими – 2%, біоелектростанціями – 1% (табл. 1).

В Україні найдешевша електроенергія виробляється атомними електростанціями, на другому місці гідроелектростанції, найдорожча генерується сонячними та вітровими електростанціями (її ще називають «зелена» енергетика). Кожна держава повинна дбати про забезпечення населення, транспорту й промисловості безперебійною подачею електроенергії.

На діаграмі (рис. 1) наведено зміни в фінансуванні, які відбулися в 2023 році серед міністерств та відомств України в порівнянні з бюджетом попереднього року. Нас цікавить 10-й рядок діаграми – НКРЕКП – Національна комісія, що

здійснює державне регулювання в сферах енергетики та комунальних послуг. Згідно з даними Мінфіну НКРЕКП має підвищити свої видатки на 8,3%. Отже, на відновлення енергетики закладається в Держбюджеті на 2023 рік більше коштів, ніж в попередні роки.

Наряду з цим, Уряд збільшив тарифи на електроенергію для населення, промисловості та бізнесу. Зміни тарифів, що відбулися в 2023 році опубліковані на сайті НЕК «Укренерго» [12]. Так, для промисловості нові тарифи на послуги з передачі електроенергії складають 485,1 грн./МВт-год (без ПДВ), а вартість послуг з диспетчеризації зростає та нині складають 95,54 грн./МВт-год (без ПДВ). Отже українців чекає черговий стрибок цін на товари та послуги. Бо збільшення тарифів на електропостачання для бізнесу та промисловості означає, що для кожного підприємства, великого чи малого, для кожного кафе, магазину, станції побутового обслуговування тощо рахунок за електропостачання збільшиться.

До початку війни 2022 року парк рухомого складу комунальних підприємств України налічував більше тисячі одиниць трамваїв, тролейбусів, автобусів та вагонів метрополітену. З початку поточного сторіччя кількість рухомого складу міського електротранспорту України зменшилась на третину, що обумовило скорочення мережі трамвайних і тролейбусних ліній та кількості маршрутів, деякі міста України втратили комунальний транспорт назавжди. Сильно, подекуди безповоротно, постраждав транспорт та транспортна інфраструктура в період війни.

Отже, на наш погляд, найкращим варіантом для відновлення міського електротранспорту в повоєнні роки та не на останньому місці – для збереження навколишнього середовища та розвантаження транспортних потоків, буде використання в якості громадського транспорту гібридних його видів – електробусів та тролейбусів з автономним ходом. Єдине, що потрібно для ефективної їх роботи – раціонально збудовані маршрути та виконання графіків руху, а також достатня кількість

Таблиця 1
Структура електрогенерації об'єднаної енергетичної системи України станом на 01.01.2022 року

№	Типи електростанцій	Кількість електростанцій, шт.	Питома вага різних типів електростанцій, %
1	Атомні електростанції	4	51
2	Теплові електростанції	15	27
3	Теплоелектроцентралі	43	9
4	Гідро- та гідроакумулюючі електростанції	8+3	5
5	Сонячні електростанції	Найбільша – Нікопольський район Дніпропетровської області	5
6	Вітрові електростанції	Найбільша – Запорізька область	2
7	Біоелектростанції		1

Джерело: [12]

Найменування	Сума 2023 р.	% зміна видатків
Міноборони	857,9	+542,7
Мінстратегпром	7,8	+178,6
ГУР	11,6	+158,9
Мінфін	142,9	+111,7
МВС	209,8	+111,5
Мінсоцполітики	173,4	+45,5
СБУ	22,3	+38,1
Управління держохорони	2,2	+20,5
Держспецзв'язок	4,8	+17,7
НКРЕКП	0,9	+8,3
Рахункова палата	0,37	-29,8
ЦВК	0,25	-31,2
НАЗК	0,77	-41,5
Держстат	1,0	-43,9
Мінмолодьспорт	3,8	-54,2
Мінінфраструктури	9,8	-66,2
Мінреінтеграції	0,4	-75,0
Мінекономіки	3,3	-81,1
Мінцифри	0,6	-86,0
Держкіно	0,14	-91,8

Рис. 1. Зміни в фінансуванні міністерств і відомств України в 2023 році в порівнянні з 2022 роком

Джерело: [18]

одиниць рухомого складу. Природньо, буде необхідно профінансувати будівництво зарядних станцій для електричного/ гібридного громадського транспорту, але тут відкриваються перспективи для підприємницької активності комунальних транспортних підприємств в розрізі продажу електроенергії від зарядних станцій іншим споживачам-власникам автокарів.

Для того, щоб виявити найменш енергозатратний (найбільш енергоефективний) вид міського електричного транспорту, а це є найбільш актуальним завданням повоєнного відновлення міського електротранспорту України, проведемо аналіз енергоспоживання різних видів гібридного міського електротранспорту, та на основі висновків з цього аналізу надаємо рекомендації міським радам та підпорядкованим їм транспортним підприємствам, що мають наміри по закупівлі такого виду міського електротранспорту.

Для проведення аналізу енергоспоживання обрали чотири типи транспортних засобів – традиційні тролейбуси та новітні гібридні види міського електротранспорту – електробуси (або тролейбуси з автономним ходом), а саме:

- електробуси з накопичувачами електричної енергії великої ємності, що забезпечують автономний пробіг до 200 км та заряджаються однократно стаціонарно в депо;

- електробуси з накопичувачами електричної енергії обмеженої ємності, що забезпечують автономний пробіг до 50 км, зарядка яких здійснюється на кінцевих зупинках маршруту методом швидкої 10–30 хвилинної стаціонарної підзарядки;

- електробуси з накопичувачами електричної енергії невеликої ємності, що забезпечують автономний пробіг до 5 км, зарядка яких здійснюється на штатних зупинках маршруту за допомогою короткочасних сеансів тривалістю, порівнянню з тривалістю процесу посадки-висадки пасажирів.

Показники випробувань зведені в порівняльну таблицю (табл. 2).

В ході проведеного порівняльного аналізу енергоспоживання тролейбусу та трьох типів електробусів з різними концепціями зарядки було встановлено, що найбільшу енергоефективність мають електробуси із зарядкою на кінцевих зупинках. Отже, можемо зробити висновок, що реалізація такого методу енергозабезпечення рухомого складу в умовах реального міського руху дозволить мінімізувати значення питомої споживаної електричної потужності в порівнянні з іншими видами транспортних засобів, що піддалися аналізу. Подібних результатів дійшли й автори робіт [13–15].

Тролейбусна мережа в силу своєї специфіки – прив'язки до власної контактної мережі –

Таблиця 2

Показники ефективності енергоспоживання різних типів тролейбусів

Параметри	Тип пасажирського транспорту				
	Тролейбус (традиційний)	Електробус із однократною зарядкою в депо	Електробус із зарядкою на кінцевих зупинках	Електробус із підзарядкою на проміжних зупинках	
Загальний ККД* заряду	0,702	0,823	0,825	0,779	
Загальний ККД рекуперації	0,691	0,848	0,848	0,848	
Середня споживна потужність без урахування рекуперації, кВт	36,64	34,8	32,06	33,43	
Середня споживна потужність з урахуванням рекуперації, кВт	30,04	25,73	23,78	25,28	
Питома споживна потужність з урахуванням рекуперації, кВт	кВт/км	2,22	1,9	1,76	1,87
	кВт/год	2,66	2,28	2,11	2,24

*ККД – коефіцієнт корисної дії

Джерело: [13]

має обмежений радіус відхилю. Застосування гібридних транспортних засобів вирішує цю проблему. Тролейбуси, що прямують нашими містами, не можуть відхилитися від контактної мережі більше, ніж на 4,5–5 метрів, що часто приводить до ускладнень при об'їзді дорожніх заторів, місць дорожньо-транспортних пригод, унеможлиблює тролейбусний рух через пошкодження контактної мережі. Іноді самі тролейбуси стають причинами заторів, бо тролейбусам при значному відхиленні від контактної мережі необхідно знижувати швидкість, щоб уникнути сходу штанг з дратів. Перелічені проблеми та незручності експлуатації тролейбусів, а також проблеми заощадливого використання електроенергії, вирішує використання новітнього гібридного екологічного міського громадського транспорту – тролейбусів з автономним ходом (електробусів) замість, перш за все, транспортних засобів з двигунами внутрішнього згоряння (автобусів).

Виходячи з проведеного аналізу, ми рекомендуємо комунальним підприємствам та міським радам закупати тролейбуси з автономним ходом із швидкою (10–30 хвилин) підзарядкою на кінцевих зупинках, як найбільш енергоефективних та енергозаощадливих транспортних засобів, що дбають про збереження чистого повітря наших міст, добре вписуються в дорожній рух та не потребують при подовженні маршруту добудови ліній контактної мережі. Крім того, їхня експлуатація підвищує підприємницьку активність комунальних транспортних підприємств, а саме надає спроможність на комерційній основі надавати послуги зарядки для інших електричних транспортних засобів, що належать громадянам на правах приватної власності. В Харкові вже розроблена схема можливостей розвитку інфраструктури зарядних станцій для електромобілів. З 54 тягових підстанцій на

32 можливо організувати зарядку індивідуальних транспортних засобів, на 5 – це зробити буде важко, але можливо, на 17 – неможливо через їхнє незручне розташування для населення.

Харківська міська рада в 2022 році оприлюднила «Каталог проектів міста. Розвиток та інвестиції» [16], де в розділі «Харків. Зелене місто» подає проєкт «Оновлення рухомого складу електротранспорту (тролейбусів)» [16, с. 23].

Реалізація цього проєкту включає: забезпечення ефективних пасажирських перевезень наземним електротранспортом у м. Харкові; придбання тролейбусів із низькою підлогою, запчастин, витратних матеріалів, обладнання для обслуговування й ремонту тролейбусів; придбання тролейбусів з автономним ходом.

Ініціатором проєкту виступає Харківська міська рада, Харківські комунальні підприємства «Тролейбусне депо № 3» та «Тролейбусне депо № 2». Модель фінансування – міський бюджет та співфінансування з ЄІБ, ЄБРР.

Очікувані результати від реалізації проєкту: надання високоякісних послуг із тролейбусних перевезень населення з урахування потреб пасажирів з обмеженими можливостями; підвищення комфорту та безпеки пасажирських перевезень; зменшення експлуатаційних витрат; зменшення транспортних заторів; переорієнтація пасажиропотоку з автотранспорту на екологічно чистий міський електротранспорт та покращення екологічного стану міста.

У рамках співпраці з ЄБРР отримані 57 нових тролейбусів та у рамках співпраці з ЄІБ отримані 49 тролейбусів, у рамках співпраці з українськими банками придбані 50 тролейбусів з автономним ходом, відкриті нові тролейбусні маршрути в місті. Харків продовжує пошук партнерів для продовження оновлення рухомого складу громадського

транспорту, зокрема придбання електробусів та нових вагонів трамваїв. Місто планує першим в Україні масово запустити електробуси на маршрути громадського транспорту. Поки що цього не зробило жодне українське місто. Мерія Харкова має домовленості про закупівлю не тільки сучасних трамваїв та тролейбусів, а й поїздів метро.

Також каталог включає в себе пункти щодо розвитку всіх комунальних підприємств громадського транспорту міста. Так, КП «Харківський метрополітен» очікує на збільшення кількості одиниць рухомого складу, що дозволить добитися скороченням інтервалів руху потягів та скорочення часу поїздки в метрополітені. Використання нового рухомого складу дасть змогу покращити економічні показники підприємства, забезпечити зручні, безпечні та комфортні пасажироперевезення.

Наступний Харківський проєкт – створення муніципальних громадських автобусних перевезень з придбанням автобусів з двигунами класу Євро-6 (тобто класом вище, ніж нині закріплено законодавством України [17]).

Також проектом, що розглядається, передбачений подальший розвиток трамвайної мережі та трамвайної інфраструктури міста.

Крім того, каталог містить розділ щодо впровадження в Харкові інтелектуальної транспортної системи [16, с. 33], що передбачає впровадження комплексної системи управління транспортом задля забезпечення ефективного управління транспортом в місті. Планується впровадження інформаційно-комунікаційних технологій для підвищення ефективності транспортної системи, удосконалення міжтранспортних зв'язків (мультиmodalність транспорту) та впровадження сучасної системи управління транспортними потоками, що зробить їх більш гнучкими та менш заорганізованими. Буде впроваджений моніторинг навантаженості доріг у реальному часі (за допомогою чисельних відеокамер, що вже встановлюють в місті). Очікувані результати від реалізації проєкту інтелектуальної транспортної системи Харкова: оптимізація маршрутів громадського транспорту; економія ресурсів; забезпечення розвитку транспортної інфраструктури; зменшення заторів на дорогах і шкідливих викидів в повітря; підвищення зручності та екологічності перевезень; надання публічної інформації про послуги громадського транспорту в реальному часі; забезпечення дотримання норм і правил завдяки встановленим камерам фіксації порушень швидкісного режиму та інших правил дорожнього руху.

Отже, оновлений повоєнний громадський транспорт наших міст стане кращим, надійнішим, екологічнішим та економічно привабливішим, більш зручним для населення та насамперед енергоефективним.

Висновки з проведеного дослідження. Україні буде необхідно пройти складний період повоєнного відновлення громадського транспорту, який повинен стати більш екологічним та енергозощадливим, водночас зручним, комфортним, безпечним та таким, що спрямований на задоволення потреб пасажирів. Проблеми заощадливого використання електроенергії вирішує використання новітнього екологічного міського громадського транспорту – гібридних його видів – зокрема тролейбусів з автономним ходом.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Палант О.Ю. Стратегія системної модернізації міського електричного транспорту : монографія. Харків : Золоті сторінки, 2016. 360 с.
2. Водовозов Є.Н., Димченко О.В., Палант О.Ю., Тараруєв Ю.О. Проблеми реструктуризації підприємств наземного електричного транспорту : монографія. Харків : Золоті сторінки, 2018. 208 с.
3. Никифорук О.І. Модернізація наземних транспортних систем України : монографія. Київ : НАН України, ДУ «Інститут економіки та прогнозування НАН України», 2014. 440 с.
4. Башинська І.О., Філіппов В.Ю. Проблеми та шляхи удосконалення функціонування міського пасажирського транспорту. *Економіка. Фінанси. Право*. 2017. № 7/1. С. 35–37.
5. Гнедіна К.В. Проблеми та перспективи розвитку міського електричного транспорту. *Вісник Чернігівського державного технологічного університету*. 2017. № 74. С. 11–19.
6. Димченко О.В., Круду А.С. Обґрунтування тенденцій розвитку підприємств міського електричного транспорту у контексті євроінтеграційних процесів в Україні. *Комунальне господарство міст*. 2014. № 113. С. 3–9.
7. Добрава Н.В., Осипова М.М., Нечепуренко М.С. Напрями удосконалення діяльності міського електротранспорту. *Причорноморські економічні студії*. 2017. Вип. 14. С. 58–64.
8. Burinskiene M. Urban transport systems planning: monograph. Vilnius : Technika, 2005. 352 p.
9. Lithuanian urban transport systems, Klaipeda: monograph / P. Juskevicius et al. Vilnius : Technika, 2006. 181 p.
10. Griskeviciene D., Juskevicius P., Valeika V. Transport: The Territorial Master Plan of Lithuanian Republic. Vilnius : Urbanistika, 2001.
11. Comparison and Evaluation of Fare Collection Technologies in the Public Transport. Ivana Olivková / *Procedia Engineering* 178 (2017) 515–525. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817300991> (дата звернення: 09.06.2023)
12. Ukrenergo. URL: <https://ukrenergo.in.ua/> (дата звернення: 09.06.2023).
13. Ложачевська О.М., Команчук С.В. Розвиток громадського транспорту шляхом упровадження електробусів. *Держава та регіони. Сер. Економіка та підприємництво*. 2021. № 2 (119). С. 49–54.
14. Хрипач Н.А., Шустров Ф.А., Петриченко Д.А. Аналіз ефективності енергопотреблення безрель-

сового пасажирського транспорту на базі тягового електропривода. *Современные проблемы науки и образования*. 2014. № 6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=15724> (дата звернення: 20.06.2021).

15. Karlsruhe Institute of Technology, Power-to-Gas with high efficiency, 2018. URL: https://www.kit.edu/kit/pi_2018_009_power-to-gas-mit-hohem-wirkungsgrad.php (дата звернення: 29.06.2023).

16. Каталог проектів міста. Розвиток та інвестиції. URL: https://inkharkiv.com/catalog/catalog_projects_uk.pdf (дата звернення: 29.06.2023).

17. Про деякі питання ввезення на митну територію України та проведення першої державної реєстрації транспортних засобів. Закон України від 01.07.2022 № 2739-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2739-15#Text> (дата звернення: 29.06.2023).

18. Міністерство фінансів України. URL: <https://www.mof.gov.ua/uk> (дата звернення: 10.07.2023).

REFERENCES:

1. Palant O.Y. (2016) *Stratehiya systemnoyi modernizatsiyi mis'koho elektrychnoho transportu* [Strategy of system modernization of urban electric transport]. Kharkiv: Golden Pages. (in Ukrainian)

2. Vodovozov Yu.N. and other (2018) *Problemy restrukturyzatsiyi pidpriyemstv nazemnoho elektrychnoho transportu* [Problems of restructuring enterprises of land electric transport]. Kharkiv: Golden Pages. (in Ukrainian)

3. Nykyforuk O.I. (2014) *Modernizatsiya nazemnykh transportnykh system Ukrayiny* [Modernization of Ukraine's land transport systems]. Kyiv: IEP NANU. (in Ukrainian)

4. Bashynska I.O., Filippov V.Iu. (2017) *Problemy ta shlihy udoskonalennia funktsionuvannia pasazhyrskoho pasazhyrskoho transportu* [Problems and way of improving of urban passenger transport]. *Ekonomika. Finansy. Pravo*, no. 7/1, pp. 35–37. (in Ukrainian)

5. Hnedina K.V. (2017) *Problemy ta perspektyvy rozvytku mis'koho elektrychnoho transportu* [Problems and prospects of urban electric transport development]. *Visnyk Chernihivskoho derzhavnogo tekhnolohichnoho universytetu*, no. 74, pp. 11–19. (in Ukrainian)

6. Dimchenko O.V., Kurdu A.C. (2014) *Obgruntuvannya tendentsiy rozvytku pidpriyemstv mis'koho elektrychnoho transportu u konteksti yevrointehratsiynykh protsesiv v Ukrayini* [Substantiation of tendencies of development of enterprises of urban electric transport in the context of European integration processes

in Ukraine]. *Komunalne hospodarstvo mist*, no. 113, pp. 3–10. (in Ukrainian)

7. Dobrova N.V., Osypova M.M., Nechepurenko M.S. (2017) *Napryamy udoskonalennia diyal'nosti mis'koho elektrotransportu* [Directions of improvement of activity of city electric transport]. *Prychornomorski ekonomichni studii*, vol. 14, pp. 58–64. (in Ukrainian)

8. Burinskiene M. (2005) *Urban transport systems planning* : monograph. Vilnius : Technika, 352 p.

9. Juskevicius P. (2006) *Lithuanian urban transport systems*, Klaipeda: monograph. Vilnius : Technika, 181 p.

10. Griskeviciene D., Juskevicius P., Valeika V. (2001) *Transport: The Territorial Master Plan of Lithuanian Republic*. Vilnius : Urbanistika.

11. *Comparison and Evaluation of Fare Collection Technologies in the Public Transport* (2017) Ivana Olivková / *Procedia Engineering* 178 515–525. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817300991> (accessed June 09, 2023)

12. *Ukrenergo*. Available at: <https://ukrenergo.in.ua> (accessed June 09, 2023)

13. Lozhachevska O.M., Komanchuk S.V. (2021) *Rozvytok hromads'koho transportu shlyakhom uprovadzhennya elektrobysiv* [Development of public transport through the introduction of electric buses] *Derzhava ta rehiony. Ser. Ekonomika ta pidpriyemnytstvo*, to. 2 (119), p. 49–54. (in Ukrainian)

14. Khrypach N.A., Shustrov F.A., Petrychenko D.A. (2014) *Analyz efektyvnosti enerhopotreblennya bezrelsovoho passazhyrskoho transportu na baze tyahovoho elektrychnoho transportu* [Analysis of the efficiency of energy consumption of railless passenger transport based on traction electric drive] *Sovremennye problemy nauky y obrazovanyy*, no. 6. (in Ukrainian)

15. Karlsruhe Institute of Technology, Power-to-Gas with high efficiency, 2018. Available at: https://www.kit.edu/kit/pi_2018_009_power-to-gas-mit-hohem-wirkungsgrad.php (accessed June 29, 2023).

16. Каталог проектів міста. Розвиток та інвестиції [Catalog of city projects. Development and investment]. Available at: https://inkharkiv.com/catalog/catalog_projects_uk.pdf (accessed June 29, 2023).

17. *Zakon pro deyaki pytannya vvezennya na mytnu terytoriyu Ukrayiny ta provedennya pershoyi derzhavnoyi reyestratsiyi transportnykh zasobiv 2022* (Verkhovna Rada Ukrayiny). [Law about some issues of import into the customs territory of Ukraine and the first state registration of vehicles]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2739-15#Text> (in Ukrainian) (accessed June 29, 2023).

18. *Ministerstvo finansiv Ukrainy* [Ministry of Finance of Ukraine]. Available at: <https://www.mof.gov.ua/uk> (accessed July 10, 2023)