

ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

УДК 629.341

DOI: 10.30977/AT.2219-8342.2019.44.0.59

ЕЛЕКТРОБУСИ – ПЕРСПЕКТИВНИЙ МІСЬКИЙ ТРАНСПОРТ ХАРКОВА

Аргун Щ. В.¹,¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. У роботі запропоновано підвищити енергоефективність міського транспорту Харкова за рахунок упровадження електробусів. Проведено аналіз переваг і недоліків автобусів і тролейбусів порівняно з електробусами. Розглянуто різні види електробусів. Запропоновано пілотний маршрут електробуса, який охоплює частину Північної Салтівки м. Харкова завдовжки 7 км в обидва кінці. Запропоновано використовувати електробус на суперконденсаторах, що заряджається на кінцевій зупинці під час посадки/висадки пасажирів. Представлено попередній розрахунок упровадження нового електробусного маршруту, з якого видно, що загальні витрати на прокладання тролейбусного маршруту є більшими за електробусний приблизно у 2,65 рази.

Ключові слова: міський транспорт, електробус, автотранспортні засоби, енергоефективність, тролейбус, автобус.

Вступ

Пошук шляхів розвитку транспорту в розрізі підвищення екологічності й енергоефективності є актуальним завданням для багатьох розвинених країн. Особливо це стосується великих міст. Одним з головних способів вирішення цього завдання є зменшення використання особистого транспорту в містах за рахунок міських екологічних засобів пересування з одночасною відмовою від транспорту, що використовує двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ), і впровадженням транспортних засобів на електротязі (так званих електробусів) [1, 2].

Аналіз публікацій

2017 р. у світі налічувалося близько 386 тис. міських електробусів. Однак планується, що вже до 2025 р. ринок таких машин буде становити близько 1,2 млн одиниць – це майже половина від глобального парку міських автобусів. Причиною цього є те, що з 2025 р. має запрацювати програма, за якою 12 міст світу (Лондон, Париж, Копенгаген, Барселона, Мілан, Лос-Анджелес, Сієтл, Окленд, Ванкувер, Кіто, Мехіко й Кейптаун) повністю перейдуть на електричні автобуси [3].

Але й Україна не стоїть осторонь. 2018 р. її урядом схвалено «Національну транспортну стратегію України до 2030 року» (НТСУ) [4]. Основними принципами НТСУ є конвергенція з актами ЄС та лібералізація ринків транспортних послуг. У НТСУ запропонова-

но концепцію енергоефективного міського транспорту, згідно з якою «...міська транспортна інфраструктура потребує оновлення...», «...упровадження сучасних технологій...» [4], що повинно сприяти використанню як міського транспорту електробусів замість транспортних засобів із ДВЗ, та заміни ними застарілих як з моральної, так і з технічної точки зору тролейбусів.

Мета і постановка завдання

Метою роботи є підвищення енергоефективності міського транспорту Харкова за рахунок упровадження електробусів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз переваг і недоліків автобусів і тролейбусів порівняно з електробусами;
- зробити порівняльний аналіз різних видів електробусів;
- запропонувати пілотний маршрут електробуса в Харкові;
- представити економічне обґрунтування вибору електробуса для нового маршруту.

Сучасний міський транспорт для Харкова

Місто Харків є другим за кількістю населення в Україні, займає площу близько 350 км², тому громадський транспорт є найважливішим складником для повноцінного існування міста. У Харкові є різні види наземного міського транспорту, а саме: тролейбуси, автобуси, трамваї та маршрутні таксі.

Як відомо, тролейбусні мережі є відносно розгалуженими, але через відсутність мобільності не можуть повністю задовольнити потреби городян. Автобуси й маршрутні таксі є більш дорогим видом транспорту, мають гнучкі маршрути, але вони забруднюють навколишнє середовище, незручні й часто є небезпечними для пасажирів.

Дослідження, проведені в Харківському тролейбусному депо № 3, показали серйозні недоліки тролейбусів, а саме:

- висока кількість онкозахворювань у водіїв;
- тролейбуси є частою причиною обмеження руху, через систематичні зупинки у зв'язку із втратою контакту з мережею, що може призводити до ДТП;
- рекуперация енергії є неефективною через нездатність контактної мережі отримувати енергію;
- нестача водіїв категорії Т;
- необхідність підвищення кваліфікації та додаткового навчання водіїв тролейбусів. Теоретична підготовка водіїв триває протягом трьох місяців на території тролейбусного депо; навчальне водіння – 287 год [5];
- мінімальна маневреність тролейбуса;
- упровадження нового маршруту чи перенесення маршруту потребує величезних ресурсів;
- складність ремонту сучасних тролейбусів (наприклад, високовольтної системи, електроніки), а через це – нестача фахівців-ремонтників в Україні;
- 90 % зношеність тролейбусних мереж;
- дороге електрообладнання чутливе до статичної електрики;
- обслуговування тролейбусної мережі потребує багато як матеріальних, так і людських ресурсів;
- неефективне використання тролейбусів через обмежену мобільність тролейбусних мереж (прості або багатокілометровий об'їзд за умови виникнення перепони на дорозі);
- кількість тролейбусів, що відпрацювали свій ресурс, становить близько 80 %.

Натомість упровадження електробусів відкриває великі можливості й має значні переваги перед тролейбусами, а саме:

- це новітній вид екологічного транспорту, що покращує естетику міста й робить зразком упровадження сучасних технологій відповідно до НТСУ;
- зникає вплив магнітних полів контактної мережі на людей через відсутність цієї мережі;

– упровадження електробусів сприятиме зменшенню ДТП;

- електробуси повністю використовують енергію від рекуператії;
- спрощені вимоги до водіїв порівняно з водіями тролейбусів;
- електробуси мають високу маневреність, що дозволяє з легкістю долати перешкоди, які виникають на дорозі;
- упровадження нового маршруту чи перенесення маршруту є менш ресурсовитратним (треба тільки поставити зарядні станції);
- не потрібні контактні мережі, тому виключається їх обслуговування;
- суттєво підвищується ефективність використання транспортних засобів, бо вони не прив'язані до контактної мережі;
- електробуси мають високу мобільність;
- є можливість переробки старих автобусів і тролейбусів в електробуси, що дозволить прискорити процес переходу на електробуси та зменшити загальні витрати [6].

Вибір електробусів як виду міського транспорту

Виходячи з економічних і технічних можливостей, можна зробити висновок, що одночасна заміна всіх маршрутів тролейбусів на електробуси є неможливою. Тому пропонується починати впровадження електробусів, охоплюючи нові маршрути й поступово замінюючи короткі маршрути, що мінімально перетинаються з іншими. У цьому випадку виникає важливе питання вибору параметрів електробуса з урахуванням пасажиромісткості, часу автономного ходу, часу зарядки і, що важливо, – вартості. Тому розглянемо три основні види електробусів: електробус із нічною зарядкою, електробус із зарядкою на кінцевих зупинках та електробус на суперконденсаторах (табл. 1).

Слід відмітити, що раніше нами було проведено аналіз різних видів електробусів [6, 7]. Опираючись на нього, можна зробити певні висновки. З одного боку, нічна зарядка електробусів є економічно вигіднішою, ніж зарядка вдень, через те що оплата за спожиту електроенергію здійснюється за нічними тарифами (згідно з постановою НЕК «Укренерго» від 01.12.2017 № 01/14392 [8]). Окрім того, зменшується навантаження на міські електричні мережі в денний час. Але одночасно виникає така проблема, як необхідність установлення потужних зарядних станцій на території депо. І чим більше електробусів буде впроваджено в експлуатацію, тим більша кількість зарядних станцій буде потрібна.

Таблиця 1 – Порівняльні характеристики різних видів електробусів

	Електробус із нічною зарядкою	Електробус із зарядкою на кінцевих зупинках	Електробус на суперконденсаторах
Ємність батарей, кВт·год	від 250	35–120	від 15
Час зарядки	3–10 год	5–20 хв	десятки секунд
Пробіг, км	150 і більше	10–70	2–50
Зарядний струм, А	60–90	350–500	60–250
Інфраструктура	КТП і зарядні станції в депо	ЕТП і зарядні станції на кінцевих зупинках	ЕТП і зарядні станції на маршруті
Вартість, тис. доларів	390–570	360–500	220–290

Тобто коли всі тролейбуси будуть замінені на електробуси, то, наприклад, у двох харківських тролейбусних депо (№ 2 та № 3) необхідно буде забезпечити одночасну зарядку 200 електробусів. Це приблизно по 100 одиниць на кожне депо. А значить, необхідно мати по 100 зарядних станцій на території кожного депо. Крім цієї проблеми, існує й інша – використання в електробусів із нічною зарядкою акумуляторних батарей як накопичувачів енергії. Найбільш поширений тип батарей, що використовуються в електромобілях різних виробників, – це літій-іонні (Li-ion) і нікель-метал-гідридні акумулятори (NiMH) [9]. Вони мають малий ресурс експлуатації. Витримують до 1000 зарядів/розрядів. Тобто за умови щоденного використання, в найкращому випадку акумулятор прослужить менш ніж три роки. Після цього необхідно буде міняти його на новий. А вартість нового акумулятора становить близько половини вартості всього електробуса.

Ще одним суттєвим недоліком використання акумуляторів є їх залежність від температури навколишнього середовища. Наприклад, літій-кобальтові (LiCoO₂) акумулятори, що широко застосовуються на транспорті, за температури нижче ніж –20 °С незворотно втрачають ємність, а за умови високих температур мають небезпеку займання або вибуху [9]. До того ж, глибокий розряд цих акумуляторів призводить до повної їх непрацездатності.

На відміну від акумуляторних батарей, суперконденсатори (їх також називають іоністори або ультраконденсатори) мають значно більший робочий ресурс (до мільйона циклів заряд/розряд), є нечутливими до температурних коливань (діапазон робочих температур від –40 °С до +65 °С), здатні швидко заряджатися (від декількох секунд до десятків хвилин) великими струмами й допускають повний розряд. Але вони не призначені для

тривалого зберігання енергії та можуть забезпечити невелику автономність ходу електробуса (до 50 км).

Тепер щодо електробусів із зарядкою на кінцевих зупинках. Цей транспорт може використовувати як накопичувачі енергії як акумуляторні батареї, так і суперконденсатори. За умови використання акумуляторів виникають ті самі проблеми, що були зазначені вище. Різниця полягає лише в тому, що зарядні станції треба встановлювати на кінцевих зупинках і час зарядки буде становити до 20 хв залежно від ємності акумулятора й потужності зарядної станції.

У процесі використання суперконденсаторів у цих видах електробусів час зарядки становитиме до 8 хв за можливістю автономного ходу до 20 км.

Вибір виду електробуса та ємності накопичувача енергії залежить від кількох чинників:

- від довжини маршруту;
- від інфраструктури (можливості встановлення зарядних станцій);
- від кількості транспортних засобів, які потребують одночасної зарядки на кінцевих зупинках тощо.

Ураховуючи всі недоліки та переваги різних видів електробусів, а також особливості конкретного маршруту, пропонується у Харкові впровадити новий маршрут із використанням електробусів на суперконденсаторах, що будуть заряджатися під час посадки/висадки пасажирів або на кінцевій зупинці залежно від довжини маршруту.

Пілотний маршрут електробуса в Харкові

Нами пропонується здійснити початкове впровадження електробусів на маршруті, що охоплює частину житлового мікрорайону Північна Салтівка м. Харкова. Це найбільший спальний район, де зараз проживає бли-

зко півмільйона людей [10]. Проблема цього району в тому, що всі ці люди змушені з кінцевої станції метро пересідати на маршрутні таксі (тролейбусні мережі повністю не охоплюють цей район), вартість проїзду в яких удвічі більша, ніж у тролейбусах, з тією умо-

вою, що довжина найбільшого маршруту не перевищує 3,5 км.

На рис. 1 представлено карту, на якій відображено частину Північної Салтівки, де пропонується впровадити новий електробусний маршрут.

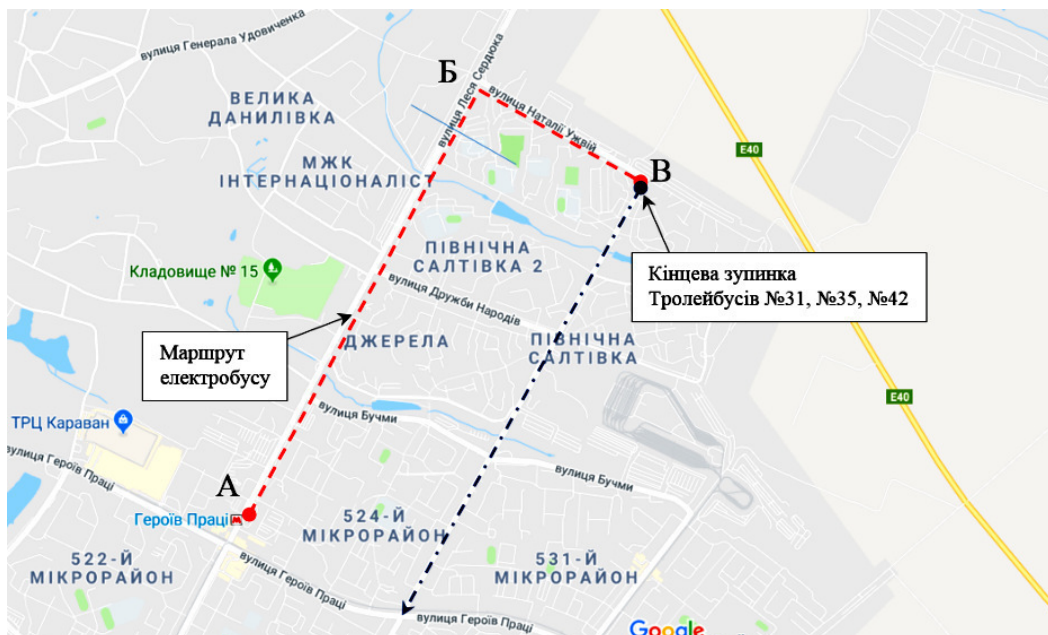


Рис. 1. Транспортні маршрути житлового району Салтівка (м. Харків)

На сьогодні від станції м. Героїв Праці (точка А) курсує маршрутне таксі (міський автобус «Богдан», середнього класу) № 41е (рис. 1, А-Б-В). Довжина маршруту становить 3,5 км. Пропонується саме на цьому маршруті впровадити пілотний проект з електробусами на суперконденсаторах.

Слід зазначити, що в т. В (зупинка Північна Салтівка) знаходиться кінцева зупинка тролейбусів № 31, № 35 та № 42. Це означає, що там можна встановити зарядну станцію для електробусів, під'єднавшись до тролейбусної мережі. Це дозволить суттєво заощадити на тяговій підстанції.

У зв'язку з тим, що з т. А до т. В (кінцевої зупинки тролейбусів) і електробуса приблизно 3,5 км, виходячи з табл. 1, найбільш обґрунтовано вибрати електробус зі швидкою зарядкою на суперконденсаторах з автономним ходом близько 10 км. Це дозволить поставити лише одну зарядну станцію на маршруті електробуса. Тобто електробус зарядиться в т. В на кінцевій зупинці під час посадки/висадки пасажирів, проїде повний маршрут у прямому та зворотному напрямках (В-Б-А-Б-В) і знову зарядиться на зупинці Північна Салтівка (т. В, рис. 1). Маршрут електробуса у прямому та зворотному на-

прямках займе приблизно 14 хв.

Для того щоб отримати уявлення про кількість коштів, які знадобляться для впровадження нового маршруту, а також порівняти витрати на побудову тролейбусного й електробусного маршрутів, вважатимемо, що на маршрут А-Б-В (рис. 1) знадобиться шість одиниць транспортних засобів (як тролейбусів, так і електробусів).

Порівняння вартості впровадження нового маршруту електробуса і тролейбуса

Використовуючи дані (вартість робіт, обладнання та матеріалів) з проекту «Міський громадський транспорт в Україні» [11], що знаходиться у відкритому доступі, а також інформацію, надану представниками виробників електробусів ВАТ «Белкоммунмаш», запропонуємо розрахунки витрат на прокладення нового маршруту електробуса і тролейбуса.

Важливо відмітити, що вартість електробуса суттєво залежить від вартості суперконденсаторів, тобто від їх ємності, а значить, і від автономного ходу. Тому можна неабияк заощадити, а крім того, і зменшити час зарядки, якщо вибрати електробус з ємнісними

накопичувачами, які забезпечують пробіг до 10 км. Але через те, що представники ВАТ «Керуючої компанії холдингу «Белкоммунмаш» надали інформацію щодо вартості електробусів на суперконденсаторах E420 «VITOVТ ELECTRO» стандартної комплектації пасажиромісткістю – 84 людини з автономним пробігом до 20 км, усі розрахунки проводилися саме для них (рис. 2).

Результати розрахунків подано в табл. 2.



Рис. 2. Білоруський електробус E420 «VITOVТ ELECTRO»

Таблиця 2 – Витрати на прокладення нового маршруту електробусом і тролейбусом

	Електробус на суперконденсаторах E420 «VITOVТ ELECTRO»			Тролейбус		
	Кількість	Вартість за одиницю, тис. доларів	Загалом, тис. доларів	Кількість	Вартість за одиницю, тис. доларів	Загалом, тис. доларів
Тягова підстанція	наявна			1	1500	1500
Зарядна станція	1 шт	200	200	–	–	–
Транспортний засіб	6 шт	450	2700	6 шт	200	1200
Монтаж тролейбусної траси	–	–	–	8 км	625	5000
Загалом, тис. доларів	2900			7700		

З табл. 2 видно, що навіть з урахуванням більшої вартості електробуса порівняно з тролейбусом, загальні витрати на прокладання тролейбусного маршруту є більшими за електробусний приблизно у 2,65 раза. У цьому випадку взагалі не враховані чималі затрати на обслуговування тролейбусної мережі, її ремонт, а також великі витрати електроенергії. Натомість зарядні пристрої для електробусів знаходяться в захисному кожусі і, на відміну від контактної мережі, де часто спостерігаються аварійні ситуації (наприклад обрив), мають кращі показники безаварійної роботи. Також їх технічне обслуговування та ремонт потрібно виконувати значно з меншою періодичністю (різниця суттєва); за цих умов витрати на енергію будуть мінімальними.

Висновки

У роботі подано спосіб підвищення енергоефективності міського транспорту Харкова за рахунок упровадження електробусів.

Проведено аналіз недоліків сучасного міського наземного транспорту, який показав, що впровадження електробусів замість тролейбусів і автобусів стане важливим кроком в осучасненні харківського транспорту, підвищенні його економічності й енергоефективності і, що не менш важливо, – покращенні

екології міста.

Розглянуто різні види електробусів. Їх вибір залежить від вимог конкретного маршруту, особливостей інфраструктури тощо.

Запропоновано пілотний маршрут електробуса, який охоплює частину Північної Салтівки м. Харкова. Довжина цього маршруту становить 3,5 км в один кінець, тому запропоновано використовувати електробус на суперконденсаторах, що заряджається на кінцевій зупинці під час посадки/висадки пасажирів.

Подано порівняння вартості впровадження нового маршруту електробуса та тролейбуса, з якого видно, що загальні витрати на прокладання тролейбусного маршруту є більшими за електробусний приблизно у 2,65 раза.

Література

1. ЕС хоче заборонити використання бензинових двигунів в 2050 році. 2011. URL: <https://www.newsmarket.com.ua/2011/03/yes-hoche-zaboroniti-vikoristannya-benzinovich-dviguniv-v-2050-rotsi/> (дата звернення: 22.02.2018).
2. Electric vehicles: India aiming for all-electric car fleet by 2030, petrol and diesel to be tanked - Times of India. 2018. URL: <https://timesofindia.indiatimes.com/auto/miscella>

- neous/india-aiming-for-all-electric-car-fleet-by-2030-petrol-and-diesel-to-be-tanked/articleshow/58441171.cms (дата звернення: 22.02.2018).
3. Сколько будет электробусов через 7 лет – смелые прогнозы – News.ua. 2016. URL: <http://news.ua/auto/skolko-budet-elektrobusov-cherez-7-let-smelye-prognozy/> (дата звернення: 14.12.2018).
 4. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року. Законодавство України. 2018. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/go/430-2018-%D1%80> (дата звернення: 13.12.2018).
 5. Особенности отбора, обучения и повышения квалификации водителей троллейбуса / Ю. Я. Комаров и др. // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-otbora-obucheniya-i-povysheniya-kvalifikatsii-voditeley-trolleybusa> (дата звернення: 01.01.2019).
 6. Ultracapacitors Electrobus for Urban Transport / A. Hnatov and other // IEEE Праці 38 міжнар. конф. (Київ, 29 травня – 2 червня 2018). Київ, 2018. С. 593–543.
 7. Hnatov A., Arhun S., Ponikarovska S. Energy saving technologies for urban bus transport // Int J Automot Mech Eng. 2017. 14. P. 4649–4664.
 8. АТ «Харківобленерго» інформує про введення роздрібних тарифів на електроенергію на 3 квартал 2018 року. 2018. URL: <https://www.oblenergo.kharkov.ua/consumers/tarifs/harkivoblenergo-informuye-pro-vvedennya-rozdribnyh-taryfiv-na-elektroenergiyu-na-3> (дата звернення: 04.01.2019).
 9. Аргун Ш. В. Визначення найбільш ефективних тягових джерел струму для електромобілів // Автомобільний транспорт. 2017. № 42. С. 11–22.
 10. Салтовка. Википедія. 2018. URL: <https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D0%B0%D0%BB%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0&oldid=95763372> (дата звернення: 14.12.2018).
 11. Проект «Міський громадський транспорт в Україні». Міністерство Інфраструктури України. 2018. URL: <http://mtu.gov.ua/news/27947.html> (дата звернення: 13.12.2018).
- ### References
1. YeS xochе zaborony`ty` vy`kory`stannya benzy`novy`x dvy`guniv v 2050 roci [The EU wants to ban the use of gasoline engines in 2050]. URL: <https://www.newsmarket.com.ua/2011/03/yes-xochе-zaboroniti-vikoristannya-benzinovich-dviguniv-v-2050-rotsi/> (accessed: 22.02.2018) [in Ukrainian].
 2. Electric vehicles: India aiming for all-electric car fleet by 2030, petrol and diesel to be tanked - Times of India. URL: <https://timesofindia.indiatimes.com/auto/miscellaneous/india-aiming-for-all-electric-car-fleet-by-2030-petrol-and-diesel-to-be-tanked/articleshow/58441171.cms> (accessed: 22.02.2018).
 3. Skolko budet elektrobusov cherez 7 let – smelyie prognozy – News.ua [How many electric buses will be in 7 years – blurred forecasts – News.ua]. URL: <http://news.ua/auto/skolko-budet-elektrobusov-cherez-7-let-smelye-prognozy/> (accessed: 14.12.2018) [in Russian].
 4. Pro sxvalennya Nacional`noyi transportnoyi strategiyi Ukrayiny` na period do 2030 roku. Zakonodavstvo Ukrayiny` [Approval of the National Transport Strategy of Ukraine for the period up to 2030. Legislation of Ukraine]. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/go/430-2018-%D1%80> (accessed: 13.12.2018) [in Ukrainian].
 5. Osobennosti otbora, obucheniya i povysheniya kvalifikatsii voditeley trolleybusa [Features of selection, training and improvement of trolleybus driver qualifications] / Yu. Ya. Komarov and other // Mezhdunarodnyy Zhurnal Gumanitarnyih I Estestvennyih Nauk. 2018. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-otbora-obucheniya-i-povysheniya-kvalifikatsii-voditeley-trolleybusa> (accessed: 01.01.2019) [in Russian].
 6. Ultracapacitors Electrobus for Urban Transport / A. Hnatov and other // IEEE 38th Int Conf Electron Nanotechnol ELNANO. Kyiv, Ukraine, 2018. P. 539–543.
 7. Hnatov A., Arhun S., Ponikarovska S. Energy saving technologies for urban bus transport // Int J Automot Mech Eng. 2017. 14. P. 4649–4664.
 8. АТ «Харківобленерго» інформує про введення роздрібних тарифів на електроенергію на 3 квартал 2018 року [JSC «Kharkivoblenergo» informs the introduction of retail tariffs for electric power for the 3rd quarter of 2018]. URL: <https://www.oblenergo.kharkov.ua/consumers/tarifs/harkivoblenergo-informuye-pro-vvedennya-rozdribnyh-taryfiv-na-elektroenergiyu-na-3> (accessed: 04.01.2019) [in Ukrainian].
 9. Argun S. Vy`znachennya najbil`sh efekty`vny`x tyagovy`x dzherel strumu dlya elektromobiliv [Determination of the most efficient traction current sources for electric vehicles] // Avtomobilnyy Transport. X. 2017. 42. P. 11–22 [in Ukrainian].
 10. Saltovka. Vikipediya. [Saltovka. Wikipedia]. URL: <https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D0%B0%D0%BB%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0&oldid=95763372> (accessed: 14.12.2018) [in Russian].

11. Proekt «Mis`ky`j gromads`ky`j transport v Ukraini». Ministerstvo Infrastruktury` Ukrainy` [Project «Urban Public Transport in Ukraine». Ministry of Infrastructure of Ukraine]. URL: <http://mtu.gov.ua/news/27947.html> (accessed: 13.12.2018) [in Ukrainian].

Аргун Щасяна Валіковна¹, к.т.н., доц. каф. автомобільної електроніки, +38 099-378-04-51, shasyana@gmail.com.

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 61002, Україна, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Электробусы – перспективный городской транспорт Харькова

Аннотация. В работе предложено повысить энергоэффективность транспорта Харькова за счет внедрения электробусов. Проведен анализ достоинств и недостатков автобусов и троллейбусов по сравнению с электробусами. Рассмотрены различные виды электробусов. Предложен пилотный маршрут электробуса, охватывающий часть Северной Салтовки г. Харькова. Предложено использовать электробус на суперконденсаторах, заряжающийся на остановках во время посадки/высадки пассажиров. Представлен предварительный расчет внедрения нового электробусного маршрута, из которого видно, что общие затраты на прокладку троллейбусного маршрута больше на прокладку электробусного примерно в 2,65 раза.

Ключевые слова: городской транспорт, электробус, автотранспортные средства, энергоэффективность, троллейбус, автобус.

Аргун Щасяна Валиковна¹, к.т.н., доц. каф. автомобильной электроники, тел. +38 099-378-04-51, shasyana@gmail.com.

¹Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, 61002, Украина, г. Харьков, ул. Ярослава Мудрого, 25.

Electrobus as a promising urban transport of Kharkiv

Abstract. Problem. Currently, the search for the

ways to develop transport in the context of improving environmental friendliness and energy efficiency is a pressing issue for many developed countries. This is especially true for large cities. One of the main ways to solve the problem is to reduce the use of personal transport in large cities and, instead of introducing urban environmental transport, to refuse from transport using internal combustion engines in favour of electric vehicles (the so-called electric buses). **Goal.** The aim of the work is to improve the energy efficiency of urban transport in Kharkiv via introduction of electric buses. **Methodology.** Analytical methods of research and development of a new route of an electric bus instead of a trolleybus in Kharkiv were used. **Results.** The analysis of the advantages and disadvantages of buses and trolley buses compared with electric buses was made. Different types of electric buses were considered. A pilot route of the electric bus was proposed, covering a part of Pivnichna Saltovka region in Kharkiv. **Originality.** The pilot route of the electric bus, which covers the part of the Pivnichna Saltovka region in Kharkiv, was developed. The use of an electric bus on supercondensators, which is charged at stops during boarding / disembarking the passengers was suggested. The economic justification for choosing an electric bus for a new route is presented. **Practical value.** Practical implementation of urban ground transportation will gradually replace trolley buses and buses with electric buses, which will improve the aesthetics of the city, the environment, increase energy efficiency and mobility of transport, save human and material resources, reduce the number of accidents, thereby making Kharkiv a model for the introduction of modern technologies in accordance with «National Transport Strategy of Ukraine until 2030».

Key words: city transport, electric bus, motor vehicles, energy efficiency, trolleybus, bus.

Shchasyana Arhun¹, Ph.D., Assoc. Prof. Vehicle Electronics Department, tel. +38 099-378-04-51, e-mail: shasyana@gmail.com.

¹Kharkov National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine.