

УДК 629.341

DOI: 10.31651/2076-5843-2019-3-146-152

ПОРФІРЕНКО Володимир Іванович

к.е.н., доцент,
доцент кафедри менеджменту,
Національний транспортний університет,
м. Київ, Україна
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0329-6217>
porfirenko@gmail.com

ГРЕБЕЛЬНИК Микола Миколайович

старший викладач кафедри менеджменту,
Національний транспортний університет,
м. Київ, Україна
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8385-8261>
niknik0229@gmail.com

ДЕХТЯРЕНКО Дмитро Павлович

магістрант кафедри менеджменту,
Національний транспортний університет,
м. Київ, Україна
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3902-5996>
dehtarenkooksana27@gmail.com

АНАЛІЗ ПАРКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ АВТОМОБІЛІВ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ МОДУЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОБУСІВ В МЕГАПОЛІСАХ

Стаття присвячена дослідженню впровадження концепції модульного використання електробусів, яка передбачає застосування електроотягача та пасажирських електропричепів до нього. Особливу увагу приділено міському автобусному транспорту. Проведено порівняльний аналіз основних переваг та недоліків електрокарів над автомобілями, які працюють на бензині та дизпаливі. Проведено аналіз шляхів розвитку та використання електробусів в великих містах розвинутих державах світу. Запропонована модульна організація формування пасажирського електробуса у залежності від пасажиропотоку, тобто міський перевізник зможе регулювати місткість електробуса, раціонально використовуючи рухомий склад.

Ключові слова: електромобілі, забруднення повітря, електробус, зарядні станції, електроотягач, причеп-модуль.

Постановка проблеми. Швидкий розвиток транспортної галузі призвів до багатьох серйозних проблем, а саме дефіциту енергоресурсів, погіршення екологічної ситуації в світі, великої аварійності тощо. Тому застосування та впровадження екологозберігаючих технологій на транспорті є актуальним завданням, вирішення якого розпочинається з аналізу і структурування усіх його складників.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Найбільш ефективним способом боротьби з екологічною ситуацією в містах-мегаполісах є «електрифікація» транспорту, а точніше – міського пасажирського транспорту, що дозволить звести до мінімуму забруднення, зменшивши затримку парникових газів в атмосфері. Перспективним методом електрифікації в Україні є використання тролейбусів з великим запасом автономного ходу (до 50 км без живлення від контактної мережі) та заміна автобусів із дизельними двигунами на електробуси [1].

Майбутнє диктує тенденцію до спрощення системи міських перевезень та уніфікацію рухомого складу, тому світові виробники розробляють і готові випускати модульні

електричні машини, які будуть перевозити пасажирів залежно від добових, годинних потреб на конкретному маршруті [15].

Все це вимагає нових підходів від замовників пасажирських послуг у рамках стратегії «Розумне місто». Влада міст повинна стимулювати людей користуватись муніципальним транспортом, зробивши його передбачуваним та безпечним. Це вимагає ґрунтовних наукових досліджень у напрямі обґрунтування доречності та ефективності використання електробусів.

Метою статті є порівняльний аналіз експлуатаційних характеристик різних типів електробусів, які заплановані в найближчому майбутньому або вже використовуються в світі, а також обґрунтування ефективності їх використання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Автотранспорт є джерелом забруднення атмосфери, особливо у великих містах-мегаполісах. Так, в середині червня 2019 року рівень забруднення повітря в Києві перевищив п'ять середньодобових гранично-допустимих концентрацій. Загальновідомо, що основним джерелом забруднення в містах є викиди вихлопних газів автотранспорту. У Європі, де екологічна ситуація набагато краща, кількість передчасних смертей через забруднення повітря оцінюється в 790 000 на рік, а додаткові витрати на медицину перевищують десятки мільярдів євро. За оцінками ВООЗ, через забруднення повітря українці втрачають близько 2,5 років здорового життя, що є одним з найгірших показників у світі [1, с.1].

За інтегральним показником – індексом забрудненості атмосфери (ІЗА), найбільш забрудненими у серпні 2019 р. були райони Деміївської, Дарницької та Бессарабської площ. Високим рівнем забруднення повітря характеризувались також вулиця Семена Скляренка, проспекти Перемоги (район метро «Святошин») і Оболонський, вулиці Каунаська, Олександра Довженка (поблизу метро «Шулявка»), площа Перемоги, бульвар Лесі Українки, вулиці Академіка Стражеска, Попудренка і район Гідропарку (поблизу мосту метро та автомагістралі). Повітря на вулиці Інженера Бородіна (район ДВРЗ) характеризувалось підвищеним рівнем забруднення, на проспекті Науки (поряд з метеомайданчиком обсерваторії) – низьким рівнем.

Загалом у серпні 2019 р., порівняно з попереднім місяцем, спостерігалось деяке підвищення середнього вмісту формальдегіду, діоксиду азоту і оксиду азоту. У порівнянні з серпнем 2018 р. рівень забруднення повітря в Києві знизився майже за всіма домішками, перетнувши позначку з «дуже високого» до «високого». Лише з діоксиду сірки зафіксовано значне зростання середньомісячних концентрацій порівняно з минулим роком [2].

Окрім забруднення повітря, існує й фактор переважаючості міських автодоріг в мегаполісах. Київ увійшов у двадцятку міст світу із найбільшими заторами. До часу поїздки столицею України у пікові години додаються надлишкові 30 хвилин. Про це свідчать дані щорічного дослідження Traffic Index 2018 на сайті TomTom. У рейтинг увійшли 403 міста у 56 країнах світу.

Київ зайняв 13 місце з показником завантаженості доріг 46%. Це означає, що до часу поїздки в Києві додається 46% через затори. У порівнянні з 2017 роком цей показник збільшився на 2%. Ранковий час пік у будні триває з 8:00 до 9:00, у вечірній час найбільші затори утворюються у період 18:00 - 19:00 годин [3].

З таблиці 1 видно, що об'єктивно існує не стаціонарність потоку пасажироперевезень за годинами доби.

Проблема зростання рівня забруднення повітря в українських містах буде тільки посилюватися. І її потрібно вирішувати дуже швидко. Одним із варіантів зменшення рівня шкідливих домішок в повітрі є перехід до автомобілів з електричним двигуном. Офіційно перші електромобілі в Україні з'явилися аж в 1993 році: ЗАЗ для Швейцарії зібрав партію електрокарів на базі «Таврії» ЗАЗ-1102 і навіть показав їх на виставці. Але продовження цього експерименту не було.

Таблиця 1

Рівень зайнятості доріг м. Києва у середньому за 2018 р, %, за даними сайту [4]

День тижня	НД	ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ
Час							
0:00	6	2	2	3	3	3	7
	2	0	0	0	0	0	3
2:00	1	0	0	0	0	0	2
	0	0	0	0	0	0	1
4:00	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0	0	1
6:00	0	3	2	3	3	3	3
	1	45	44	44	43	41	8
8:00	3	90	89	87	84	78	15
	6	70	76	75	70	65	21
10:00	10	48	63	63	59	57	27
	14	38	56	56	54	55	33
12:00	18	36	53	54	52	57	39
	20	37	54	55	53	59	40
14:00	22	37	53	54	53	60	40
	21	38	53	54	52	62	37
16:00	22	40	53	56	54	70	34
	22	54	69	71	68	85	30
18:00	21	79	94	95	91	87	26
	19	57	71	69	65	62	21
20:00	16	29	38	35	33	35	17
	12	15	20	19	19	21	15
22:00	8	8	11	11	12	14	12
	4	4	6	6	7	10	8

На український ринок активно заходять відомі електрокари – Tesla та Nissan Leaf. Активно продаються BMW I3, Hyundai Ioniq Electric, VW E-Golf, Chevrolet volt та інші. У Tesla навіть є спеціальний клуб, який виступає не лише продавцем, але й консультантом у підборі потрібної покупцю версії, доставці та оформленні, налаштуванні всіляких систем. І навіть більше – клуб ініціює будівництво мережі електрозаправок.

Щодо «японця», то тут створена невелика компанія, яка взаємодіє з офіційним дилером Nissan в Україні і допомагає у продажі не тільки нових, а й тих, що були в користуванні електромобілів. Не пасе задніх і Renault – перші партії Fluence ZE уже на українському ринку. Крім того, в цього імпортера є й фургон Kangoo з електромотором.

Сьогодні лідер з виробництва таких карів – Китай. Український ринок доволі швидко звикає до електромобілів [5].

Минулого року Богдан-Моторс випустив першу електровантажівку. Транспорт призначений для твердих побутових відходів. Її замовила данська компанія Vanke Electromotive. Після сертифікації її почнуть серійно випускати у Данії. Максимальна швидкість становить 80 км/год. Запас ходу без підзарядки батарей становить 220 км, а термін їх експлуатації сягає 12 років [16].

Майбутнє електромобілів є очевидним і неминучим. У найближчі кілька років різноманітність моделей збільшиться, вони заповнять дороги в усьому світі, роблячи їзду комфортною для водія і безпечною для навколишнього середовища. Зростання продажів і вдосконалення моделей дозволять виключити існуючі недоліки електрокарів, роблячи ці машини бездоганними за експлуатаційними характеристиками, динамічними і швидкісними властивостями.

Основні переваги електрокарів над автомобілями, які працюють на бензині та дизпаливі:

- електродвигун має малу вагу;
- довговічність і простота в обслуговуванні;
- екологічність;
- високий ККД;
- підзарядка при зниженні швидкості;
- двигун фактично не виробляє звук;
- економічність;
- обслуговування та огляду вимагає виключно ходова частина.

У електрокарі немає паливної системи, мастил, свічок і безліч інших деталей, які присутні в класичних автомобілях і ускладнюють експлуатацію.

Надійність і довговічність експлуатації, виходячи з того, що ламатися просто нема чому [6].

Недоліки:

- недостатня кількість АЗС;
- час зарядки (заряджання від звичайної розетки потребує близько 8 годин, а швидкісних експрес-зарядок поки що недостатньо);
- висока вартість батареї (хоч виробники і дають гарантію на 10 і більше років, електрокар на той час уже сам вийде з ладу. Вона може безперерійно пропрацювати не більше 5 років. Очікується, що при збільшенні виробництва вартість на батареї впаде. Деякі виробники вже планують здавати батареї в оренду);
- комфорт (із увімкненим кондиціонером довго не покатаєшся, оскільки він швидко садить батарею. Тому якщо хочете довше бути в дорозі, від деяких зручностей доведеться відмовитися);
- швидкість (для економії електроенергії її обмежують до 80-100 км/год. Теоретично електрокари можуть розганятися до 140 км/год. Проте, щоб акумулятора вистачило на весь день, бажано не газувати. Хоча в місті з його постійними заторами такий автомобіль взагалі знахідка: при ривках і гальмуванні заряд відновлюється);
- невеликий асортимент (хоча й електромобільний ринок розвивається, але поки що він не може забезпечити всі потреби клієнта) [5].

Другою по значущості проблемою є кількість власних автомобілів, то ж задля зменшення заторів варто розвивати громадський транспорт, який також має перейти на електротягу. Маломісткі, середньомісткі та великогабаритні автобуси з дизельними двигунами мають замінюватися на машини з електроприводом. В Україні вже існують власні розробки електробусів, але місцеві муніципальні перевізники поки що не готові їх купувати, адже вони коштують у 2÷2,5 дорожче ніж дизельні автобуси чи тролейбуси. До прикладу, Львів придбав пробний зразок електробусу місцевого виробництва, спільного українсько-німецького підприємства «Електронтранс», який експлуатує не на автобусному маршруті, а на тролейбусному. Пробний зразок 12 метрового електробусу має і Богдан-Моторс, але експлуатується він у польському Любліні. Цей же виробник переобладнував маломісткий автобус з дизельного на електродвигун, але довго він не експлуатувався.

Щодо світового ринку електробусів, то тут, як і у виробництві авто, лідером є Китай, який поступово завойовує європейський ринок. У електромобільності в Китаї є ім'я – Шеньчжень. Південнокитайський мегаполіс з 12 мільйонами мешканців розташований поблизу Гонконга. Це перше китайське місто, в якому сьогодні курсують лише електробуси.

За даними місцевої преси, до жовтня 2017 року, майже якраз до початку 23-ї Кліматичної конференції ООН, близько 15 тисяч автобусів на 364 маршрутах перевели на електричні двигуни. Транспортне відомство міста повідомляє, що таким чином щорічно можна скоротити викиди парникових газів на 1,18 мільйона тонн. Планується, що таксі у Шеньчжені до 2020 року також мають перейти на струм. Щоб зробити електричні

транспортні засоби на вулицях міста впізнаваними, для них запровадили спеціальні зелені номерні знаки. Типові ж номери автомобілів у Китаї блакитні.

Китай – другий у світі після США за викидами шкідливого для довкілля двоокису вуглецю. Значна частина спричинена близько 300 мільйонами автомобілів у країні (за статистикою станом на перший квартал 2017 року). Водночас, світові автовиробники переконані, що Китай – автомобільний ринок майбутнього. Загалом на планеті 21 відсоток викидів CO₂ спричинений автотранспортом.

Найвищі ланки політичної еліти Китаю стурбовані забрудненням навколишнього середовища. «Ми мусимо вжити найсуворіших заходів для охорони довкілля», – заявив китайський лідер Сі Цзіньпін на 19-му з'їзді Комуністичної партії. «Ми прагнемо будувати прекрасну країну та робити наш внесок до глобальної екологічної безпеки», – наголосив Сі Цзіньпін [7].

Китайська фірма BYD зі своїми електробусами заходить на ринок Німеччини. Компанія вже отримала своє перше замовлення. Німецькі оператори громадського транспорту BOGESTRA і HCR підписали контракт на 22 електричні автобуси з Китаю. Цей транспорт повинен допомогти в боротьбі за якість повітря в регіоні Рейн-Рур.

Автобус від BYD може перевозити 80 пасажирів. Кожен з них на власному досвіді зможе відчувати, що таке електричний транспорт.

Двадцять нових автобусів BYD будуть доставлені транзитному оператору BOGESTRA, а два інших відправляться до HCR. Електробуси прибудуть влітку 2020 року, і відразу ж почнуть курсувати за маршрутом №354 в Бохумі та №380 в Гельзенкірхені, а також в Непе. Новина про китайські автобуси з'явилася практично одночасно з оголошенням німецького автомобілебудівного концерну Daimler про те, що він більше не буде інвестувати кошти в розробку бензинових двигунів [8].

Успішно продає свої електричні автобуси й польський виробник громадського транспорту Solaris. Solaris Urbino 12 Electric має довжину 12м. У салоні 37 місць для сидіння, він пристосований для перевезення людей з обмеженими фізичними можливостями на візках.

Автобуси Solaris Urbino electric мають батареї ємністю 200 кВт-год і двигуни потужністю 160 кВт. Зарядка батарейки буде відбуватися методом plug-in за допомогою зарядного пристрою потужністю 120 кВт.

Конструкція автобусів пристосована до того, щоб в майбутньому можна було використовувати систему підзарядки батарей за допомогою портів або струмоприймачів, вмонтованих на даху автобуса. В автобусах встановлені кондиціонери, екрани, детальна інформаційна система для пасажирів. Крім того, в новому виді громадського транспорту можна скористатися бездротовим інтернетом [9].

В Італії для Венеції закупили 15 електричних автобусів Solaris Urbino 12 і шість зарядних станцій для них. Судячи з повідомлення, електробуси обладнуються двома моторами по 125 кВт і батареями Solaris High Power загальною потужністю 116 кВт-год. На прохання замовника транспорт обладнаний на даху пантографами для швидкої зарядки через електричні лінії на станції. На приладовій панелі у кабіні водія встановлена сучасна сенсорна панель управління. За попередніми даними, електробуси замінять весь паливний громадський транспорт на островах Лідо і Пелестріна, які відокремлюють Венеціанську лагуну від Адріатичного моря.

Крім іншого, автобуси обладнані кондиціонерами, камерами спостереження у салоні, пандусами для людей з інвалідністю, а сидіння покриті спеціальним антиграфіті-покриттям [10].

Дев'ятиметрові електробуси Solaris набирають популярність. Одна така машина вже поставлена в литовське місто Таураге. А недавно стало відомо, що компактні польські електробуси вийдуть і на маршрути столиці Франції. Французькі Urbino LE electric будуть відрізнятися від свого прибалтійського побратима. Наприклад, вони також будуть оснащені 160-кіловатними електромоторами, але ємність їх батарей збільшена до 160 кВт-год – пробіг

на одній зарядці у такого електробуса (точне значення не повідомляється) повинен бути більшим. Паризькі Соляріси будуть розраховані на 50 пасажирів, а не на 58.

У лінійці польської компанії є 9, 12 і 18 метрові електробуси. Найбільшими замовниками такої техніки є Німеччина, Польща, Італія та країни Балтії [11].

В жовтні 2019 року в рамках виставки Busworld, що проходить у столиці Бельгії, компанія MAN представила серійну версію електричного 12-метрового автобуса MAN Lion's City E. Електробус має акумуляторні батареї загальною місткістю 480 кВт-год, що забезпечуватимуть йому близько 200 км запасу ходу (в ідеальних умовах до 270 км).

У першій половині 2020 року 15 електробусів будуть тестуватися в п'яти європейських країнах, а їх серійне виробництво і постачання, спочатку в соло-версії, почнуться в другій половині року. У першій половині 2021-го в серію запустять і зчленовану версію електробуса.

Ще один електробус, який також покажуть на виставці Busworld 2019, правда, в міні-версії, пасажиромісткістю вісім чоловік базується на LCV MAN TGE (клон VW Crafter). Заявлений запас ходу 173 км (NEDC) при загальній місткості батарей 36 кВт-год. У реальних умовах експлуатації – близько 100 км [12].

На фоні величезних поставок електробусів польської компанії Solaris Mercedes зі своїм електричним e-Citaro поки доводиться лише наздоганяти. Проте електробуси з трипроменевою зіркою потихеньку набирають популярність: не так давно ці машини вийшли на маршрути в Берліні, а тепер стало відомо, що e-Citaro з'явиться в Люксембурзі, а також в норвезькому Осло і в шведському місті Юстад.

У Норвегію відправляться шість e-Citaro в тридверному виконанні. Вони оснащені батареями ємністю 243 кВт-год, а заряджатися можуть не тільки від мережі, а й через щоглопантограф на даху. Особливість e-Citaro для холодного Осло є алкотестер для водія, а також підлога з підігрівом в салоні в зоні дверей.

Шведи отримують п'ять електричних Мерседесів, але уже в варіанті з двома дверима. Батареї у них вже більш ємні – на 293 кВт-год. Зарядка – тільки від проводу. Обидва дверні прорізи кожного шведського електробуса оснащені апарелями з електроприводом для дитячих та інвалідних колясок, а в салоні встановлені крісла з м'якими шкіряними підголівниками – і це в міському електробусі.

Люксембург замовив дев'ять e-Citaro в особливій комплектації. Ззовні вони пофарбовані червоно-білим кольором, сидіння і внутрішня оббивка боковин обшиті червоною тканиною з символікою Люксембургу, а покриття підлоги нагадує затишний паркет. Ємність батарей e-Citaro також становить 293 кВт-год, а заряджаються вони виключно по дроту [13].

Не пасе задніх і білоруський виробник Белкомунмаш. Так у Мінську на маршрутах працює вже 81 електробус, з яких 49 – це машини надвеликої місткості (19 м) БКМ Е433 Vitovt Max Electro та 32 одиниці великої місткості (12 м) БКМ Е321, створений на основі моделі тролейбусу, яка випускається з 2001 року.

Поки що їх продукцією зацікавилась лише Великобританія. Vitovt II Е420 став першим електробусом з правим розташуванням керма, виготовленим на території СНД. Зазначимо, що 12-метрова низькопідлогова машина не має ємних акумуляторів і великого запасу ходу. В електробусах Белкомунмаш застосовується принцип швидкої зарядки на кінцевих зупинках. Ця машина проїжджає 20 км і заряджається протягом всього 8 хвилин. Це полегшує створення інфраструктури зарядних станцій на тому чи іншому маршруті.

Із 2040 року Велика Британія хоче повністю відмовитися від громадського транспорту з ДВЗ, тому сьогодні попит на електробуси тут немалий. Обговорюється також питання організації у Британії великовузлового складання машин Белкомунмаш.

БКМ випускає електробуси Vitovt Е420 Electro II із 2018 року. Машина оснащується електромотором потужністю 150 кВт, суперконденсаторами для накопичення енергії і батареями Aoweі ємністю 34 кВт.год. Час зарядки від 10% до 95% ємності – шість хвилин.

Запас ходу на одному заряді – 30 км. Салон розрахований на 80 осіб, місць для сидіння – 27 [14].

Нещодавно компанія Scania розробила модульний варіант електробуса. Це концепт автономного повністю електричного транспортного засобу для міських поїздки. Концепт отримав назву NXT. В компанії підкреслили, що транспортний засіб може доставляти пасажирів на роботу вранці (і повертатися додому ввечері), доставляти товари протягом дня і використовуватися в якості транспортного засобу для збору сміття. NXT – це система модулів, і в залежності від того, в якій сфері його будуть використовувати, на шасі можуть бути розміщені різні модулі, наприклад, пасажирський автобус [15].

Концепція модульного використання електробусів передбачає випуск електротягача та пасажирських електропричепів до нього. Під час робочої зміни до електробуса можуть причеплятися різні за пасажиромісткістю причепа-модулі. В години пік це має бути великомісткий рухомий склад, в вечірньо-нічний час – маломісткий. Виходячи з потреб пасажироперевезень, електробуси умовно можна поділити за пасажиромісткістю та три групи (рис.1):

- small capacity (маломісткі);
- middle capacity (середньомісткі);
- high capacity (великомісткі).

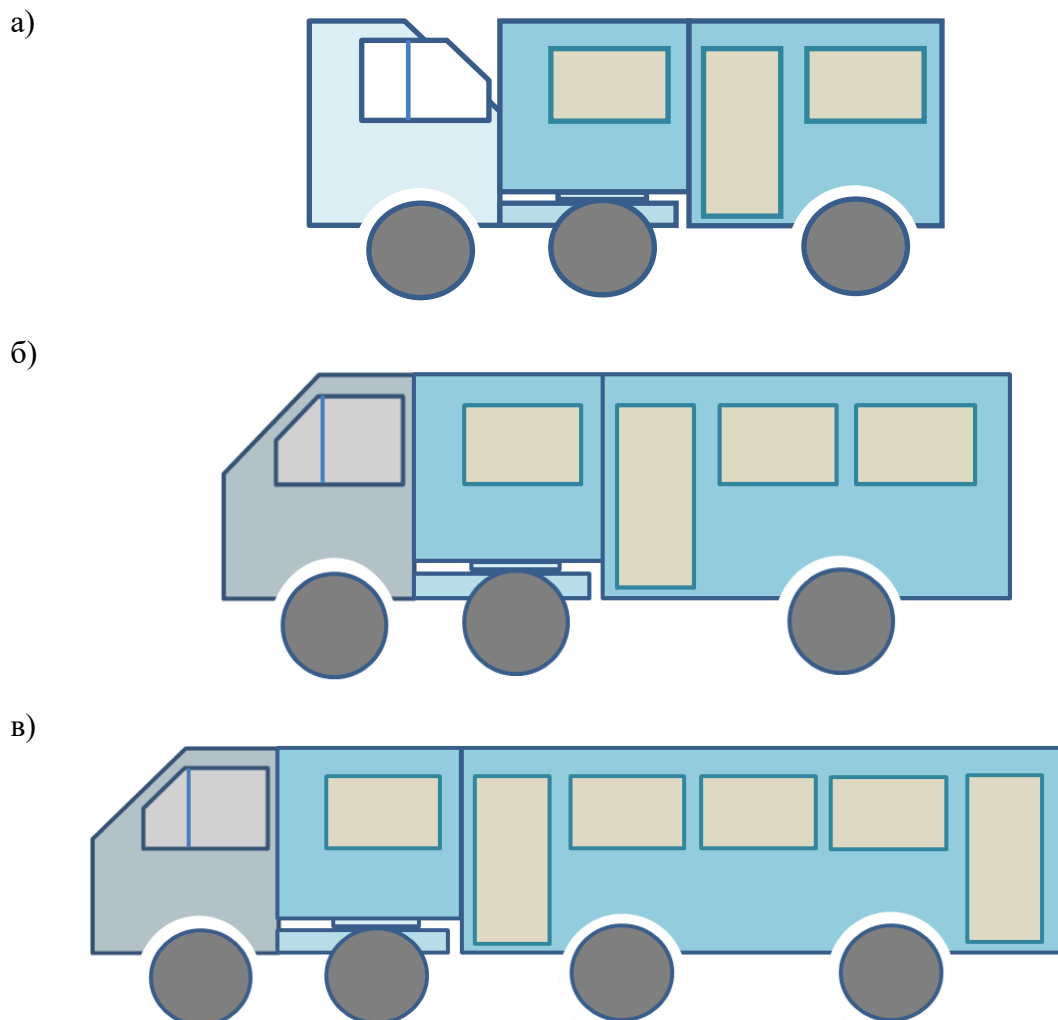


Рис. 1. Модульна організація формування пасажирського електробуса

Джерело: сформовано авторами.

Залежно від пасажиропотоку міський перевізник зможе регулювати місткість, раціонально використовуючи рухомий склад. Кожна така електромашина має складатися з тягача та можливих модулів, які по чергово причеплюють до електротягача. Кожен модуль матиме свій акумулятор і живитиметься незалежно від інших модулів. Модулі відстоюватимуться на кінцевих пунктах обороту електробусів, де зможуть підзаряджатися від спеціальних станцій-зарядок.

Висновки. Ефективне використання цієї системи передбачає, що електротягач може счеплюватися та працювати не тільки з пасажирськими, а й із вантажними та спеціальними причепами-модулями. Така універсальність сприяє зменшенню загальних витрат по автотранспортному підприємству в цілому. Впровадження цієї системи несе не лише економічний складник, а й дозволяє покращити екологічну обстановку як у містах-мегаполісах, так і в країні загалом за рахунок розширення варіантів застосування електрокарів. Це дасть поштовх для розвитку електричного громадського транспорту та ефективного його використання. Але для досягнення цієї цілі перед автопромисловістю має постати завдання розробки системи модульного рухомого електричного автобусного складу та забезпечення широкої міської і замської мережі зарядних станцій згідно з європейськими нормами екологічної безпеки.

Список використаних джерел

1. Макогон С. Електромобілі – майбутнє, метан – теперішнє. Як швидко покращити ситуацію із забрудненням повітря в Україні. URL: <https://nv.ua/ukr/biz/experts/gaz-na-avto-gbo-ekonomichno-dlya-vlasnikiv-chisto-dlya-navkolishnogo-seredovishcha-vigidno-dlya-ukrajini-50036086.html> (дата звернення: 15.06.2019).
2. Про стан забруднення навколишнього природного середовища у м. Києві і Київській області у вересні 2019 року за даними спостережень ЦГО ім. Бориса Срезневського. URL: http://cgo-sreznevskiy.kiev.ua/index.php?fn=k_zabrud&f=kyiv (дата звернення: 01.10.2019).
3. Затори у Києві визнали одними з найбільших у світі. URL: https://24tv.ua/zatori_u_kiyevi_viznali_odnimi_z_naybilshih_u_sviti_n1206146 (дата звернення: 15.06.2019).
4. Traffic Index 2018: TomTom. URL: https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/kyev-traffic#statistics (дата звернення: 15.06.2019).
5. Електромобілі. Всі переваги та недоліки машин майбутнього. URL: <http://report.if.ua/uncategorized/elektromobili-vsi-perevagy-ta-nedoliky-mashyn-majbutnogo/> (дата звернення: 15.06.2019).
6. Переваги електромобілів над бензиновими авто». URL: <http://www.carpoint-e.com.ua/news/perevagi-elektromobiliv/> (дата звернення: 18.06.2019).
7. Електромобільність: відповідь Китаю на зміну клімату. URL: <https://www.dw.com/uk/83/a-41375789> (дата звернення: 18.06.2019).
8. Китайська компанія BYD зі своїми електробусами вийшла на ринок Німеччини. URL: https://elektrovesti.net/67826_kitayskaya-kompaniya-byd-so-svoimi-elektrobusami-vyshla-na-rynok-germanii (дата звернення: 18.06.2019).
9. Варшава получила первую партию электробусов Solaris. URL: https://cfts.org.ua/news/2018/06/22/varshava_poluchila_pervuyu_partiyu_elektrobusov_solaris_47945 (дата звернення: 18.06.2019).
10. Венеція закупила 15 електробусів для своїх островів. URL: <https://tsn.ua/auto/news/veneciya-zakupila-15-elektrobusiv-dlya-svoiyh-ostroviv-1393965.html> (дата звернення: 18.06.2019).
11. Грибачев П. В Париже появятся компактные электробусы Solaris. URL: <https://autoreview.ru/articles/gruzoviki-i-avtobusy/v-parizhe-poyavyatsya-kompaktnye-elektrobusy-solaris> (дата звернення: 21.06.2019).
12. MAN почне серійне виробництво електричних автобусів. URL: <http://specmachinery.com.ua/ua/news/buses/3534-man-v-2020-rotsi-pochne-seriine-vyrobnystvo-elektrobusiv> (дата звернення: 21.06.2019).
13. Грибачев П. Электробусы Mercedes e-Citaro появятся в Люксембурге, Швеции и Норвегии. URL: <https://autoreview.ru/articles/gruzoviki-i-avtobusy/elektrobusy-mercedes-e-citaro-poyavyatsya-v-lyuksemburge-shvecii-i-norvegii> (дата звернення: 21.06.2019).

14. Гоголев Ю. Електробуси Белкомунмаш завойовують британський ринок. URL: <https://www.autocentre.ua/ua/news/sobytie/elektrobussy-belkommunmash-zavoevyvayut-britanskij-rynok-981495.html> (дата звернення: 21.06.2019).

15. Scania представила свой вариант модульного электробуса для города. URL: https://autogeek.com.ua/scania-predstavila-svoj-variant-modulnogo-jelektrobusa-dlja-goroda/?fbclid=IwAR2eGDIMCYpnd_Z2h1cnAV-x9GbOZwPLTAwTlSC4cIgDTs93ac2gVk5j_o4 (дата звернення: 21.06.2019).

16. Український «Богдан» випустив електровантажівку для Євросоюзу. URL: http://texty.org.ua/pg/news/textynewseditor/read/89500/Ukrajinskyj_Bogdan_vypustyv_jelektrovantazhivku_dla_Jevrosojuzu_VIDeO (дата звернення: 22.06.2019).

References

1. Makogon S. (2019). Electric cars are the future, methane is the present. How to improve the air pollution situation in Ukraine quickly. Retrieved from: <https://nv.ua/eng/biz/experts/gaz-na-avto-gbo-ekonomichno-dlya-vlasnikiv-chisto-dlya-navkolishnogo-seredovishcha-vigidno-dlya-ukraine-50036086.html> (Accessed: 15.06.2019).

2. Borys Sreznevsky Central Geophysical Laboratory (2019). On the State of Environmental Pollution in Kyiv and Kyiv Oblast in September 2019. Retrieved from: http://cgo-sreznevskiy.kiev.ua/index.php?fn=k_zabrud&f=kyiv (Accessed: 01.10.2019).

3. Channel 24 (2019). Traffic congestion in Kiev recognized as one of the largest in the world. Retrieved from: https://24tv.ua/zatori_u_kiyevi_viznali_odnimi_z_naybilshih_u_sviti_n1206146 (Accessed: 15.06.2019).

4. Traffic Index 2018: TomTom. Retrieved from: https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/kyiv-traffic#statistics (Accessed: 15.06.2019).

5. Reporter (2015). Electric vehicles. All advantages and disadvantages of machines of the future. Retrieved from: <http://report.if.ua/uncategorized/elektromobili-vsi-perevagy-ta-nedoliky-mashyn-majbutnogo/> (Accessed: 15.06.2019).

6. The advantages of electric vehicles over gasoline cars. Retrieved from: <http://www.carpoint-e.com.ua/news/perevagi-elektromobiliv/> (Accessed: 18.06.2019).

7. DW (2019). Electric Mobility: China's Climate Change Response. Retrieved from: <https://www.dw.com/en/83/a-41375789> (Accessed: 18.06.2019).

8. Electrovesti.net (2019). BYD Chinese Company Launches German Market with its Buses. Retrieved from: https://elektrovesti.net/67826_kitayskaya-kompaniya-byd-so-svoimi-elektrobussami-vyshlana-rynok-germanii (Accessed: 18.06.2019).

9. Transport Strategy Center (2018). Warsaw received the first batch of Solaris electric buses. Retrieved from: https://cfts.org.ua/news/2018/06/22/varshava_poluchila_pervuyu_partiyu_elektrobussov_solaris_47945 (Accessed: 18.06.2019).

10. TSN (2018). Article Venice has purchased 15 electric buses for its islands. Retrieved from: <https://tsn.ua/auto/news/veneciya-zakupila-15-elektrobussiv-dlya-svoyih-ostroviv-1393965.html> (Accessed: 18.06.2019).

11. Gribachev P. (2019). Compact Solaris Electric Buses Will Appear in Paris. Retrieved from: <https://autoreview.ru/articles/gruzoviki-i-avtobusy/v-parizhe-poyavyatsya-kompaktnye-elektrobussy-solaris> (Accessed: 21.06.2019).

12. SPECMACHINERY (2019). MAN will start mass production of electric buses. Retrieved from: <http://specmachinery.com.ua/en/news/buses/3534-man-v-2020-rotsi-pochne-seriine-vyrobnytstvo-electrobuss> (Accessed: 21.06.2019).

13. Gribachev P. (2019). Mercedes e-Citaro Electric Buses to Appear in Luxembourg, Sweden and Norway. Retrieved from: <https://autoreview.ru/articles/gruzoviki-i-avtobusy/elektrobussy-mercedes-e-citaro-poyavyatsya-in-lyuksemburge-shvecii-i-norvegii> (Accessed: 21.06.2019).

14. Gogolev Yu. (2019). Belkommunmash Electric Buses Conquer the British Market. Retrieved from: <https://www.autocentre.ua/en/news/sobytie/elektrobussy-belkommunmash-zavoevyvayut-britanskij-rynok-985.ru> (Accessed: 21.06.2019).

15. Autogeek.com (2019). Scania presented its variant of modular bus for the city. Retrieved from: https://autogeek.com.ua/scania-predstavila-svoj-variant-modulnogo-jelektrobusa-dlja-goroda/?fbclid=IwAR2eGDIMCYpnd_Z2h1cnAV-x9GbOZwPLTAwTlSC4cIgDTs93ac2gVk5j_o4 (Accessed: 21.06.2019).

16. Teksty.org.ua (2018). Ukrainian “Bogdan” has issued a wiring for the European Union. Retrieved from: http://texty.org.ua/pg/news/textynewseditor/read/89500/Ukrajinskyj_Bogdan_vypustyv_elektrovantazhivku_dla_Jevrosoju (Accessed: 22.06.2019).

PORFIRENKO Volodymyr
PhD, Associate Professor,
National Transport University,
Kyiv, Ukraine

GREBELNIK Mykola
Senior Lecturer,
National Transport University,
Kyiv, Ukraine

DEKHTARENKO Dmitry,
Magistrate,
National Transport University,
Kyiv, Ukraine

ANALYSIS OF THE PARK OF ELECTRIC VEHICLES AND THE EFFICIENCY OF THE MODULAR APPLICATION OF ELECTROBUSES IN MEGAPOLIS

Introduction. *The rapid development of the transportation industry has led to many serious problems, such as energy shortages, environmental degradation in the world, major accidents and more. Therefore, the application and implementation of green technologies in transport is an urgent task and the solution of which begins with the analysis and structuring of all its components.*

The purpose of the work is comparative analysis of the performance of different types of electric buses, which are planned in the near future or already in use in the world.

Results. *The article is devoted to the study of the introduction of the concept of modular use of electric buses, which involves the use of electric tractor and passenger electric trailers. Particular attention is given to urban bus transport. A comparative analysis of the main advantages and disadvantages of electric cars over gasoline and diesel cars is conducted. Ways to develop and use electric buses in major cities of developed countries are analyzed.*

Originality. *The modular organization of the formation of a passenger electric bus depending on the passenger traffic is proposed, that is, the city carrier will be able to regulate the capacity of the bus, rationally using rolling stock.*

Conclusion. *Effective use of this system implies that the tractor unit can grip and work not only with passenger, but also with cargo and special trailer modules. This versatility helps to reduce overall costs for the trucking business as a whole. The implementation of this system brings not only the economic component, but also the improvement of the environmental situation in the cities, cities and in the country as a whole by expanding the use of electric trucks. This will give impetus to the development of efficient public transport and its efficient use. But in order to achieve this goal, the automotive industry must be tasked with developing a modular mobile bus system and providing a wide urban and suburban charging station network in accordance with European environmental safety standards.*

Keywords: *electric vehicles, air pollution, electric bus, charging stations, electric tractor, trailer module.*

*Одержано редакцією: 01.10.2019
Прийнято до публікації: 31.10.2019*