

**О. М. Пилипенко**<sup>1</sup>, *д.т.н., професор,*

**Д. П. Рубан**<sup>1</sup>, *к.т.н., доцент,*

e-mail: ruban\_dimon@mail.ru

**Г. Я. Рубан**<sup>2</sup>, *викладач-методист*

e-mail: ganna-gaivoronsk@mail.ru

<sup>1</sup>Черкаський державний технологічний університет  
б-р Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006, Україна

<sup>2</sup>Черкаський державний бізнес коледж  
вул. Чорновола, 243, м. Черкаси, 18028, Україна

## ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ОНОВЛЕННЯ АВТОБУСНОГО ПАРКУ М. ЧЕРКАСИ

*Встановлено невідповідність роботи міських автобусних перевезень у м. Черкаси сучасним тенденціям розвитку транспортної інфраструктури та європейським стандартам. Доведено необхідність у науковому обґрунтуванні формування раціональної експлуатації та ефективного оновлення автобусного парку м. Черкаси і відповідно розроблено рекомендації.*

**Ключові слова:** місто, транспортна система, транспортна стратегія, автобус, пасажиропотоки, раціональна структура, ефективність перевезень.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Як правило, українські міста після розпаду СРСР потребують оптимального формування структури та оновлення автобусного парку. Це обумовлюється старінням автобусів, реорганізацією форми власності (перехід від державної до приватної), закриттям або відкриттям підприємств, розбудовою міста тощо. Такі чинники мають суттєвий вплив на зміну пасажиропотоків. При цьому важливо проводити ефективне оновлення автобусів із розробкою нових маршрутів, розрахунком необхідної кількості автобусів, їх місткості, марки. Однак, практично керуючись ідеями приватних підприємців, у м. Черкаси було проведено безсистемне оновлення автобусного парку. Застарілі автобуси марок «ПАЗ», «ЛАЗ», «Ікарус», починаючи із 90-х років, було поступово замінено новими сучасними автобусами «Богдан», «ПАЗ» та автобусами зарубіжного виробництва, які у країнах ЄС практично відпрацювали ресурс. Незважаючи на це, автобуси, знову ж таки, потребують оновлення, хоча їх власники не поспішають це робити, пояснюючи це тим, що набагато дешевшим є ремонт, ніж заміна. Бувають випадки, що, не вийшовши на чистий прибуток, деякі агрегати автобуса потребують капітального ремонту (двигун, коробка передач, головна передача). Довговічність агрегатів і вузлів автобусів повинна відповідати сталій або кратній величині, що забезпечує ефективність

ремонту або повної заміни. Неефективна робота пояснюється безсистемним формуванням структури та неузгодженим оновленням автобусного парку. Одночасно погіршуються соціальні стандарти якості пасажирських перевезень за такими показниками, як: наповненість транспортного засобу, забезпечення міськими автобусами великої місткості, регулярність руху. Підприємства громадського пасажирського транспорту характеризуються збитковістю через низький рівень тарифів, недостатню компенсацію з бюджету витрат на перевезення пільгових категорій пасажирів, неефективність системи збору виручки від міських перевезень на пасажирському транспорті загального користування. Тому для ефективного роботи транспортної системи м. Черкаси доцільно науково грамотно обґрунтувати оновлення автобусного парку та формування його структури.

**Аналіз останніх джерел та публікацій.** Відповідно до «Транспортної стратегії України на період до 2020 року» [1] Україна активно включається у світові суспільно-економічні процеси: приєдналася до Світової організації торгівлі, стратегічною метою визнано отримання асоційованого членства у Європейському Союзі. Транспорт як інфраструктурна галузь має розвиватися випереджальними темпами з метою сприяння швидкому економічному і соціальному розвитку країни та її участі у міжнародному поділі праці.

Сучасне реформування ринку пасажирських перевезень привело до неоднозначних результатів. З одного боку, у перевізників з'явилася можливість самостійно формувати та пропонувати клієнтам відповідні послуги, планувати заходи і визначати напрямки інвестицій. З другого, – у багатьох з них основна частина територіально-технічної бази і транспортних засобів мають значний знос, на деякі перевезення тарифи регулюються неринковими методами, окремі категорії пасажирів мають право на різноманітні пільги при оплаті за проїзд.

Незважаючи на це, ринок пасажирських перевезень у нинішніх умовах є перспективним, хоча потрібно пройти ще певні етапи реформування. Крім цього, сьогодні кожний потенційний пасажир самостійно обирає потрібну йому послугу, виходячи зі своїх фінансових можливостей, оцінювання відношення ціни до якості послуги. На сьогодні розв'язання проблем з міськими пасажирськими перевезеннями набуло актуальності, як ніколи. До їх розв'язання залучаються відомі наукові школи, зокрема, у містах Львів, Вінниця, Кременчук [2, 3].

Усі ці та інші проблеми і задачі щодо вдосконалення транспортного обслуговування населення міст розв'язуються муніципальною владою за підтримки громад, місцевого та державного фінансування. Тому у м. Черкаси на замовлення Департаменту житлово-комунального комплексу Черкаської міської ради було проведено науково-дослідну роботу на тему «Виготовлення науково-технічної продукції щодо дослідження рухомості населення та оптимізації маршрутів громадського транспорту із деталізацією відповідно до концепції розвитку інфраструктури громадського транспорту м. Черкаси на 2011 – 2015 рр.». Роботу виконували науковці НУ «Львівська політехніка» кафедри «Транспортні технології» із залученням студентів напряму підготовки 6.070106 – «Автомобільний транспорт» ЧДТУ. Однак результати науково-дослідної роботи досі не реалізовані. На сьогодні вони можуть бути вже дещо застарілими, адже порівняно з 2012 роком, коли виконувалась науково-дослідна робота, змінилась рухливість населення, нормативна база тощо. Крім того, більшого розвитку набули автоматизовані системи моніторингу пасажиропотоків.

**Метою роботи** є обґрунтування раціональної експлуатації та оновлення автобусного парку для підвищення ефективності пере-

везень та якості обслуговування населення у м. Черкаси із урахуванням сучасних тенденцій розвитку транспортної інфраструктури та європейських стандартів.

**Виклад основного матеріалу.** При оновленні автобусного парку обов'язково враховують умови експлуатації. Умови експлуатації визначаються, перш за все, вимогами якісного обслуговування пасажирів, а також впливом транспортних, дорожніх та кліматичних чинників.

До основних вимог щодо якісного обслуговування пасажирів відносять [6, 8, 9]:

- зручність при вході і виході з транспортного засобу;
- комфортабельність поїздки;
- високу швидкість переміщення;
- можливість перевезень вантажу;
- достатнє утеплення і вентиляцію салону;
- добру видимість місцевості;
- відсутність шуму і задимленості;
- зовнішній вигляд рухомого складу (його колір, інформаційне екіпірування тощо).

До транспортних чинників відносять:

- вид і характер пасажирських перевезень, їх обсяги і регулярність;
- безпеку руху;
- дальність, пору доби і тривалість поїздок пасажирів;
- умови праці водія і кондуктора;
- конструктивні особливості рухомого складу та інтенсивність його експлуатації, надійність і довговічність;
- умови зберігання, обслуговування і ремонту рухомого складу і їх трудомісткості.

Дорожні і кліматичні чинники характеризуються:

- типом покриття, станом і благоустроєм доріг;
- рельєфом місцевості;
- розмірами, щільністю і режимом руху автомобілів по дорогах у різні пори року;
- тривалістю зимового періоду;
- температурою і вологістю повітря.

Також необхідно раціонально планувати міську маршрутну систему. Планування зводяться до забезпечення для пасажирів мінімальної кількості пересадок в одній поїздки і найменших витрат часу на цю поїздку у будь-якому напрямку, а також наповнення рухомого складу на всій довжині маршрутної мережі.

Для оцінювання досконалості маршрутної мережі використовують такі основні показники [4, 6, 8].

Маршрутний коефіцієнт ( $K_M$ ) характеризує поширеність маршрутної мережі. Визначається він відношенням суми довжин усіх маршрутів ( $\sum L_M$ ) до суми довжин усіх вулиць і проїздів ( $\sum L_C$ ), по яких проходять маршрути пасажирського транспорту:

$$K_M = \frac{\sum L_M}{\sum L_C}. \quad (1)$$

Маршрутний коефіцієнт показує, скільки в середньому маршрутів проходить по кожній ділянці мережі, і характеризує приблизну кількість напрямків, по яких пасажир може їхати з кожної точки мережі. Чим він більший, тим зручніше для пасажирів. Для добре розвиненої транспортної мережі міст він дорівнює  $K_M = 2-3,5$ , а для малорозвиненої мережі  $K_M = 1,2-1,3$  [5, 8].

Автобусна транспортна мережа характеризується щільністю  $\delta$ , тобто насиченістю території міста лініями автобусного сполучення:

$$\delta = \frac{\sum L_C}{F}, \quad (2)$$

де  $F$  – площа міста, км<sup>2</sup>.

Чим більша щільність мережі, тим менші затрати часу пасажирів на підхід до зупинок. Відповідно для м. Черкаси  $\delta = 2,0-2,5$  км/км, а для центральних районів міста  $\delta = 5-7$  км/км [5].

Довжина шляху підходу до зупинок визначається [5-8]:

$$l_{nx} = \frac{1}{3\delta} \cdot \frac{l_{nep}}{4}, \quad (3)$$

де  $l_{nep}$  – довжина перегону, відстань між зупинками.

Для скорочення часу на підхід до зупинок зазвичай збільшують  $\delta$  і зменшують  $l_{nep}$ . Однак збільшення  $\delta$  розосереджує пасажиропотік, а зменшення  $l_{nep}$  знижує швидкість руху автобуса і збільшує тривалість доставки пасажирів до місця призначення.

Автобусні перевезення організовують на визначених маршрутах, обумовлюючи їх вибір розміром і напрямком пасажиропотоків. Маршрути розбиваються на перегони між зупинками залежно від розміщення пасажиронакопичуючих і пасажиророзвізних пунктів.

Оптимальні автобусні маршрути враховують певну кількість ознак класифікації [6-8].

*За часом дії:*

- а) постійні (протягом цілого року);
- б) тимчасові (сезонні).

*За призначенням:*

- а) основні маршрути;
- б) підвізні до маршрутів інших видів транспорту.

*За умовами використання і характером руху:*

- а) звичайні маршрути (зупинка обов'язкова на всіх проміжних пунктах);
- б) скорочені (організовується тільки на визначеній частині звичайного маршруту, де найбільш інтенсивний пасажиропотік) маршрути поділяються на: постійні і періодичні (в час «пик»);
- в) швидкі (автобуси зупиняються тільки на встановлених зупинках);
- г) експресні маршрути (рух автобусів прямим сполученням без зупинок на шляху сполучення) бувають: постійні, тимчасові (літні) і періодичні (в суботу, неділю).

*За характером розміщення на території міста:*

- а) діаметральні;
- б) радіальні;
- в) тангенціальні (хордові);
- г) кільцеві;
- д) напівкільцеві;
- е) комбіновані маршрути.

Однак більшість черкаських автобусних маршрутів працюють за найпростішими ознаками, тобто можуть не завжди враховувати сезонність пасажиропотоків, періодичність часу «пик» тощо. Крім того, перевізники м. Черкаси не звертають особливу увагу на вибір типу автобуса.

Вибір типу і конструкції автобуса істотно впливає на рівень транспортного обслуговування населення і ефективність його використання. Найменші транспортні витрати можуть бути забезпечені у разі, якщо рухомий склад за типом і місткістю максимально відповідає потужності і характеру пасажиропотоку, а також умовам перевезень пасажирів.

Автобуси великої місткості недоцільно використовувати на маршрутах з незначним пасажиропотоком і протягом усього дня на маршрутах із значною нерівномірністю пасажиропотоку. Це призводить або до великих інтервалів руху і, відповідно, збільшення тривалості часу очікування на зупинках, або до

значного підвищення собівартості перевезень. Експлуатація автобусів малої місткості на маршрутах з потужним пасажиропотоком (наприклад маршрут № 25) зменшує інтервали руху, однак збільшує потребу в них, підвищує завантаженість вулиць, знижує продуктивність роботи.

Під час вибору міських автобусів враховують, перш за все:

- 1) потужність пасажиропотоку в одному напрямку на найбільш завантаженій ділянці в години «пік»;
- 2) нерівномірність розподілу пасажиропотоків за годинами доби і ділянками маршруту;
- 3) інтервал руху автобусів за годинами доби;
- 4) дорожні умови руху автобусів і пропускну здатність вулиць;
- 5) провізну здатність, тобто максимальну кількість пасажирів, яка може бути перевезена автобусами за 1 годину в одному напрямку;
- 6) собівартість автобусних перевезень.

Для будь-якої пасажирської транспортної мережі потрібно визначати місткість рухомого складу для критичних (пікових) навантажень, що визначається в результаті обстеження пасажиропотоків. Результати обстеження пасажиропотоків використовують як для покращення організації перевезень пасажирів на діючих маршрутах, так і для вдосконалення організації транспортної мережі в цілому. За матеріалами обстеження можна встановити і основні техніко-експлуатаційні показники роботи автобусів: обсяги перевезень, пасажирообіг, середню дальність поїздки пасажирів, наповненість автобусів та їх кількість на маршруті, тривалість рейсу, пробіг за тривалість перебування в наряді.

Методи обстеження класифікуються за рядом ознак [4]:

1. За тривалістю охоплюваного періоду: систематичні (щодня, щотижня тощо), разові (короткочасні).

2. За шириною охоплення: суцільні (одночасно по всій транспортній мережі обслуговуваного району) в середньому один раз на три роки; вибіркові (за окремими районами руху) один раз на квартал.

3. За видом:

- а) анкетний метод (методом заповнення заздалегідь розроблених спеціальних анкет опитування);
- б) звітно-статистичний метод ґрунтується на квитково-облікових листах і кількості проданих квитків;

в) талонний метод (методом видачі обліковцям спеціально заготовлених талонів різних кольорів);

г) табличний метод (проводиться обліковцями всередині салону автобуса біля кожних дверей, методом заповнення наперед заготовлених таблиць);

д) візуальний або окомірний метод (методом збору даних на маршрутах із значним пасажирообміном, проводиться візуально за бальною системою від 1 до 5 балів). Ним можуть користуватися водії або кондуктори;

е) силуетний метод – різновид візуального (за п'ятибальною системою, методом набору силуетів за типами автобусів);

є) метод опитування – опитуванням обліковцем пасажирів у салоні автобуса, цей метод дозволяє визначити дані про кореспонденцію пасажирів.

4. Методи автоматизованого обстеження [10]:

а) безконтактний метод ґрунтується на використанні фотоелементів (застосовується при обстеженні маршрутів науковцями «НИИАТ» [11]);

б) контактний метод базується на обліку пасажирів, що входять і виходять, за їх дією на контактні сходишки, пов'язані з дешифраторами.

Однак перед формуванням маршрутів обстеження пасажиропотоків практично не проводилось. Це й спричинило необґрунтований вибір транспортної системи м. Черкаси.

#### **Висновки:**

1. Доведено необхідність у науковому обґрунтуванні формування раціональної експлуатації та ефективного оновлення автобусного парку м. Черкаси.

2. Запропоновано оновлення автобусного парку м. Черкаси на основі сучасних тенденцій розвитку пасажирського транспорту, враховуючи такі моменти:

- для ефективної оптимізації автобусних маршрутів м. Черкаси, в першу чергу, необхідно виконати обстеження пасажиропотоків безконтактним методом протягом року, що дасть достовірні вихідні дані для розрахунків;

- нормування витрати палива міських автобусів слід проводити з урахуванням інтенсивності сучасних транспортних потоків, а не за стандартами часів СРСР;

- обов'язковими мають бути економічні розрахунки, що реально відображають термін окупності проекту та обґрунтовану вартість поїзду;

- для забезпечення раціональної експлуатації та коректування графіків руху міських автобусів необхідно один раз у три роки проводити контрольні обстеження пасажиропотоків;  
 - для підвищення інформативності роботи пасажирського транспорту на зупинках доцільно встановлювати інформаційні електронні табло для відображення графіків руху, в автобусах необхідно чітко оголошувати зупинки, дублюючи їх на електронному табло.

### Список літератури

1. Транспортна стратегія України на період до 2020 року: за станом на 20 жовтня 2010 р. / Кабінет Міністрів України. Офіц. вид. – К. : Парлам. вид-во, 2010. – 38 с. – (Бібліотека офіційних видань).
2. Біліченко В. В. Інноваційні стратегії розвитку міського пасажирського транспорту у Вінниці / В. В. Біліченко, С. О. Романюк // Вісник Севастопольського національного університету ім. В. Даля. – 2012. – № 6 (177). – С. 178–184.
3. Дмитрієв М. М. Удосконалення системи управління пасажирським транспортом загального користування м. Кременчук / М. М. Дмитрієв, М. М. Мороз // Вісник Севастопольського національного університету. – 2012. – № 6 (177). – С. 114–118.
4. Липенков А. В. О проведеніи обследованій городских автобусных маршрутов с целью их последующего моделирования / А. В. Елисеєв, А. В. Липенков, О. А. Маслова // Автотранспортное предприятие. – 2012. – № 1. – С. 42–44.
5. Меркулов Е. А. Проектирование дорог и сетей пассажирского транспорта в городах : учеб. пособие для вузов / Е. А. Меркулов, Э. Я. Турчихин, Е. Н. Дубровин. – М. : Стройиздат, 1980. – 496 с.
6. Спирин И. В. Перевозки пассажиров городским транспортом : справочное пособие / И. В. Спирин. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2006. – 413 с.
7. Босняк М. Г. Пасажирські автомобільні перевезення : навч. посіб. / М. Г. Босняк. – К. : Слово, 2009. – 272 с.
8. Доля В. К. Пасажирські перевезення : підручник / В. К. Доля. – Х. : Форт, 2011. – 504 с.
9. Vuchic V. R. Urban transit : operations, planning and economics / V. R. Vuchic. – John Wiley&sons, 2004. – 644 p.
10. Бойко Ю. О. Впровадження систем відеоспостереження для обліку пасажирів на

міських маршрутах / Ю. О. Бойко // Вісник НТУ «ХПІ» : наук.-виробн. зб. – № 22 (1131). – Харків, 2015. – С. 46–49.

11. Проведение обследований пассажирских потоков на основе средств автоматизации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://niiat.ru/service/%D0%BEbsledovanie-passazhiropotokov/>

### References

1. Transport strategy of Ukraine on a period till 2020 : as of October, 20, 2010 (2010). Kyiv: Parlam. vyd-vo, 38 p. [in Ukrainian].
2. Bilichenko, V. V. and Romanyuk, S. O. (2012), Innovative strategies of the development of public passenger transport in Vinnytsya. *Visnyk Sevastopol's`kogo nacional`nogo universytetu im. V. Dallya*, 6 (177), pp. 178–184 [in Ukrainian].
3. Dmitriev, M. M. and Moroz, M. M. (2012), Improvement of control system by public passenger transport in Kremenchuk. *Visnyk Sevastopol's`kogo nacional`nogo universytetu im. V. Dallya*, 6 (177), pp. 114–118 [in Ukrainian].
4. Lipenkov, A. V., Eliseev, A. V. and Maslova, O. A. (2012), About the survey work of inspections of city bus routes with the purpose of their subsequent design. *Avtotransportnoye predpriyatiye*, (1), pp. 42–44 [in Russian].
5. Merkulov, E. A., Turchikhin, E. Ya. and Dubrovin, E. N. (1980), Planning of roads and networks of passenger transport in cities. Moscow: Stroyizdat, 496 p. [in Russian].
6. Spirin, I. V. (2006), Passenger transportations in public transport. Moscow: IKTs «Akademkniga», 413 p. [in Russian].
7. Bosnyak, M. G. (2009), Passenger motor-car transportations. Kyiv: Slovo, 272 p. [in Ukrainian].
8. Dolya, V. K. (2011), Passenger transportations. Kharkiv: Fort, 504 p. [in Ukrainian].
9. Vuchic, V. R. (2004), Urban transit: operations, planning and economics. John Wiley&sons, 644 p.
10. Boyko, Yu. O. (2015), Introduction of video supervision systems for accounting the amount of passengers on city routes. *Visnyk Nacional`nogo tehničnogo universytetu "Harkivs`kyj politehničnyj instytut"*, 22 (1131). Kharkiv, pp. 46–49 [in Ukrainian].
11. The survey work of inspections of passenger flows on the basis of automation facilities, available at: <http://niiat.ru/service/%D0%BEbsledovanie-passazhiropotokov/>

**O. M. Pilipenko**<sup>1</sup>, *Dr.Tech.Sc., professor,*

**D. P. Ruban**<sup>1</sup>, *Ph.D., associate professor,*

e-mail: ruban\_dimon@mail.ru

**H. Ya. Ruban**<sup>2</sup>, *lecturer*

e-mail: ganna-gaivoronsk@mail.ru

<sup>1</sup>Cherkasy State Technological University  
Shevchenko blvd, 460, Cherkasy, 18006, Ukraine

<sup>2</sup>Cherkasy State Business College  
Chornovil str., 243, Cherkasy, 18028, Ukraine

## GROUNDING OF RATIONAL USE AND REPLACEMENT OF BUS PARK IN CHERKASY CITY

*Disparity of the work of city bus transportations in Cherkasy to modern trends of transport infrastructure development and European standards is set. A necessity for scientific grounding of rational use and effective replacement of bus park in Cherkasy city is proven.*

*The replacement of bus park in Cherkasy based on modern trends of transport infrastructure development is offered. For effective optimization of bus routes, first of all, it is necessary to inspect passenger flows by non-contact method for a year, that will give a reliable basic information for calculations.*

*Rationing of fuel consumption of city buses should be made taking into account the intensity of modern transport flows. Economic calculations which really represent the payback period of the project and grounded fare must be obligatory. For providing of rational use and adjustment of displacement-time diagrams of city buses it is necessary once in three years to conduct control inspections of passenger flows. To increase informative capability of passenger transport work it is expedient to set informative electronic boards for the reflection of displacement-time diagrams, and in busses it is necessary to announce stops with their duplication on an electronic board.*

**Keywords:** *city, transport system, transport strategy, bus, passenger flows, rational structure, efficiency of transportations.*

*Рецензенти: Г. В. Канашевич, д.т.н., професор,*

*О. О. Серьогін, д.т.н., професор*