

УДК 656.13.12

DOI: 10.30977/АТ.2219-8342.2019.44.0.62

## ЕФЕКТИВНІСТЬ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ПАСАЖИРОМІСТКОСТІ АВТОБУСІВ

Немий С. В.,

Національний університет «Львівська політехніка»

**Анотація.** Проведено аналіз впливу пасажиромісткості автобусів на ефективність міських пасажирських перевезень. Доведено, що на напружених пасажиропотоках при використанні автобусів великої й особливо великої пасажиромісткості значно знижується собівартість перевезень, порівняно з автобусами малої пасажиромісткості.

**Ключові слова:** автобуси, пасажирські перевезення, структура автобусних парків, ефективність роботи автобусів, наукове обслуговування транспортної системи.

### Вступ

Упродовж останніх років автомобільна транспортна система України відстає від транспортних систем розвинених країн світу за найважливішими показниками, а саме [1]:

- надмірно велика частка транспортної складової в собівартості продукції, яка виробляється (в 6 разів більша, ніж у США);

- низький рівень продуктивності праці на підприємствах автомобільного транспорту (в 6 разів менша, ніж у США, і понад 4 рази, ніж у Франції);

- прогресуюче старіння автомобільних транспортних засобів та їх граничне зношення. Середній вік транспортних засобів складає понад 10 років (в 1,5–2 рази більший, ніж у розвинених країнах світу), а частка техніки, яка виробила ресурс, досягає 60 %.

Суттєво знизилась рівень комфортності і безпека пасажирських перевезень. Наповнення салонів автобусів сягає 6 осіб/м<sup>2</sup>, що практично удвічі перевищує світові показники; інтервали руху стали перевищувати 20 хв., середня швидкість руху міського транспорту становить 18–21 км/год.

У табл. 1 наведено характерний приклад

структури деяких автобусних парків станом на кінець 2018 р. У наведеній таблиці бачимо, що, по-перше, відсутня спеціалізація приватних АТП за видами перевезень; по-друге, у структурі рухомого складу приватних АТП для міських перевезень використовуються тільки автобуси малого класу. У першому випадку це призводить до використання в одному АТП автобусів багатьох моделей, що негативно впливає на уніфікацію ремонтного фонду запасних частин і технологічних процесів технічного обслуговування і ремонту. У другому випадку використання на міських маршрутах лише автобусів малого класу призводить до виникнення наведених вище проблем із комфортних умов і безпеки перевезень пасажирів.

Експлуатація в межах міської вуличної мережі автобусів малого класу, замість великих і особливо великих, об'єктивно призводить до збільшення їх кількості. Це, у свою чергу, збільшує щільність міських транспортних потоків, породжує тисняву на автобусних зупинках, що негативно впливає на комфортність перевезення пасажирів і безпеку руху.

Таблиця 1– Приклад структури сучасних автобусних парків

АТП	Призначення експлуатації автобусів	Структура парку автобусів, %				Всього
		особливо великі	великі	середні	малі та особливо малі	
ПАТ «Тернопільське АТП 16127»	місто	–	–	–	20	20
	примісто	–	–	–	31	31
	міжмісто	–	9	5	13	13
ПАТ «Львівське АТП 14630»	місто	–	–	–	88	88
	примісто	–	–	–	20	20
	міжмісто	–	31	–	31	31
Львівське комунальне АТП №1	місто	–	95	38	–	133
	примісто	–	–	–	–	–
	міжмісто	–	–	–	–	–

Однією з вагомих причин цих негативних явищ, що склалися у системі автобусного пасажирського транспорту, є те, що через її приватизацію транспортна система практично вийшла зі сфери наукового обслуговування профільних кафедр вищих навчальних закладів і спеціалізованих науково-дослідних організацій. Приватні перевізники не аналізують як складових витрат для технічного обслуговування і ремонту, з метою їх зниження, так і впливу структури автобусних парків на собівартість пасажирських перевезень. Всі фінансові проблеми «вирішуються» просто регулярним періодичним підвищенням тарифів на міські пасажирські перевезення. Як показує практика останніх років, підвищення тарифів практично не впливає на якість міських автобусних перевезень. Так, у Львові з початку лютого 2019 р. вартість проїзду у міських автобусах зросла на 40 %. Однак на цей час, наприклад, як завжди, на маршрути виходять не більше 75 % від запланованої штатної кількості міських автобусів.

Зрозуміло, що пріоритетне використання приватними перевізниками автобусів малого класу для міських перевезень обумовлене, по-перше, порівняно малою початковою вартістю цих автобусів; по-друге, їх використання дозволяє перевізникам повністю контролювати оплату пасажирів за проїзд, забронювати або значно обмежувати перевезення окремих категорій пасажирів, які згідно законодавства мають право на пільговий проїзд, встановлювати підвищений тариф.

### Аналіз публікацій

Організації міських пасажирських перевезень присвячена низка наукових публікацій. У роботі [1] висвітлено загальні організаційні проблеми автомобільного транспорту в постприватизаційний період.

В публікації [2] проаналізовано проблеми застосування різномарочного рухомого складу на маршруті міського пасажирського автобусного транспорту. Запропоновано варіанти використання різномарочного рухомого складу, які дозволяють істотно знизити сумарні затрати на перевезення, задовольнити потреби населення, знизити навантаження на дорогах.

У роботі [3] запропоновано підхід щодо вибору автотранспортного засобу для роботи на маршрутах міського пасажирського транспорту, який дозволяє транспортним підприємствам забезпечити конкурентос-

проможність транспортних послуг на ринку міських пасажирських перевезень з урахуванням вимог пасажирів, через зменшення їх транспортної стомлюваності, у разі цього не зашкодивши своїм економічним інтересам. Розроблено математичну модель вибору раціональної пасажиромісткості автотранспортного засобу, що враховує інтереси як пасажирів, так і автотранспортного підприємства. Зокрема враховується стомлення пасажирів внаслідок поїздки, період окупності інвестиційного проекту та економічно обумовлена величина періоду окупності основних активів підприємства в умовах ринкової економіки з урахуванням законодавчої бази. Для обслуговування міських маршрутів пропонується обирати той транспортний засіб, який найменше стомлює пасажирів при задоволенні економічних вимог перевізника до маршруту.

У публікації [4] виявлені характерні проблеми в системі пасажирського транспорту. Вивчено мотивацію споживачів послуг міського транспорту та розроблено рекомендації для усунення монополізації маршрутних таксі на ринку пасажирських перевезень. Відзначено, що до невирішених проблем міського пасажирського транспорту відноситься нераціональний розподіл видів транспорту, відсутність єдиного координаційного центру, деталізованої схеми руху транспорту на маршруті із зазначенням розкладу руху, надмірне завантаження в години пік та нерегулярність у вечірні години.

У роботі [5] розкрито проблеми функціонування міського пасажирського транспорту. Запропоновано шляхи удосконалення його функціонування. Проведений аналіз показав, що існують ефективні шляхи удосконалення функціонування міського пасажирського транспорту, але для кожної локальної цілі повинні бути визначені критерії оцінки, обмеження та основні напрями реалізації.

У публікації [6] розглянуто організаційно-економічні основи розвитку пасажирських перевезень. Визначено напрями вдосконалення транспортної системи міста. Наголошено, що вибір автобуса для роботи в місті, за інших рівних умов, доцільно виконувати на основі їх паливної економічності. Відзначено, що у зв'язку з ефективнішим використанням палива автобусами більшої місткості виникає питання про раціональну структуру міського пасажирського транспорту, яка доз-

воляла б максимально ефективно використувати автобуси великої місткості.

У статті [7] наведено аналіз структури рухомого складу, який здійснює пасажирські перевезення, пасажиропотоків на маршрутах та характеристик маршрутів на прикладі м. Кременчук. Визначено, що перспективним напрямом удосконалення транспортної системи міста є визначення оптимальної структури транспортних засобів, яка передбачає введення в експлуатацію автобусів великого та середнього класів, які виконують більші обсяги перевезень, забезпечують комфортні умови перевезень пасажирів.

У монографії [9] висвітлено загальні питання організації автобусних перевезень, виходячи із розмірів пасажиропотоків і пасажиромісткості автобусів.

Таблиця 2 – Оптимальна структура автобусного парку в містах за пасажиромісткістю

Кількість жителів міста, тис. осіб	Структура парку автобусів, %			
	особливо великі	великі	середні	малі та особливо малі
від 1000 і більше	25,0	15,0	25,0	15,0
від 500 до 1000	20,0	30,0	30,0	20,0
від 250 до 500	15,0	25,0	35,0	25,0
до 250	10,0	20,0	40,0	30,0

Детально оптимальна структура автобусного парку для кожного конкретного міста розраховується на основі інформації щодо пасажиропотоків і враховує наявність інших видів пасажирського транспорту загального користування: метро, трамвай, тролейбус.

Для наочності розглянемо вплив структури автобусного парку на собівартість міських автобусних перевезень. Для цього насамперед були проведені випробування для визначення експлуатаційних витрат палива деякими моделями міських автобусів в умовах реальної експлуатації. Випробування проводилися на міських і приміських маршрутах міст Києва і Львіва в умовах руху на штатних службових маршрутах автобусів, які експлуатуються у міських автобусних парках. Для випробувань були залучені міські автобуси середньої місткості ЛАЗ-А1414, міські автобуси великої місткості ЛАЗ-52528 і особливо великої місткості (дволанкові) ЛАЗ-А291. Міські автобуси ЛАЗ-А1414 і автобуси ЛАЗ-52528 випробовувалися в експлуатації на дев'яти маршрутах, а особливо великої місткості ЛАЗ-А291 – на одному.

Перед випробуваннями з автобусів злилося все паливо і у паливні баки заливали певні об'єми (строго фіксовані значення) палива. Після декількох (не менше трьох) пов-

### Мета і постановка завдання

Метою роботи є обґрунтування техніко-економічної доцільності використання автобусів відповідної пасажиромісткості, у залежності від величини пасажиро-потоків.

### Результати досліджень

Техніко-економічна ефективність роботи автобусів та якість перевезень пасажирів у значній мірі визначаються структурою парку автобусів за пасажиромісткістю.

Спеціалістами науково-дослідного інституту Державтотрансдипроєкт (м. Київ) обґрунтовано оптимальну структуру автобусного парку в містах (табл. 2) [1].

них заїздів на експлуатаційних маршрутах залишки палива повністю зливали і заміряли його кількість. Експлуатаційні витрати палива розраховували за формулою:

$$G_{100} = (Q - Q_{\text{зал}})100/l_v \text{ л/(100км)}, \quad (1)$$

де  $Q$  – об'єм палива, залитого перед випробувальними заїздами на експлуатаційних маршрутах, л;  $Q_{\text{зал}}$  – залишок палива після випробувань, л;  $l_v$  – пробіг у процесі випробувань за показами спідометра, км.

У техніко-економічному аспекті параметрами оптимізації експлуатаційних показників автобуса, поряд із мінімізацією експлуатаційних витрат палива  $G_{100}$ , доцільно розглядати мінімізацію питомих витрат палива на одиницю корисного навантаження, у даному випадку – на одного пасажирів:

$$G_{\text{п пас}} = G_{100}/n_{\text{пас}} \text{ л/(100 км·пас)}, \quad (2)$$

де  $n_{\text{пас}}$  – номінальна пасажиромісткість автобуса.

Результати випробувань визначалися для кожної моделі як середні значення за всіма заїздами та наведені у табл. 3 і на рис. 1. Для порівняння, дані по автобусах малої пасажиромісткості Еталон А079 взято згідно дослідних матеріалів [8].

Таблиця 3 – Експлуатаційні витрати палива на випробувальних маршрутах

Модель автобуса	Клас автобуса	Пасажиро-місткості $n_{пас}$ , осіб	Експлуатаційні витрати палива $G_{100}$ , л/100 км	Питомі витрати палива на одного пасажирів $G_{п пас}$ , л/(100 км·пас)
А079 Еталон	малий	38	21,0	0,553
ЛАЗ-А1414	середній	67	29,6	0,440
ЛАЗ-А52528	великий	97	33,42	0,344
ЛАЗ-А291	особливо великий	183	47,7	0,260

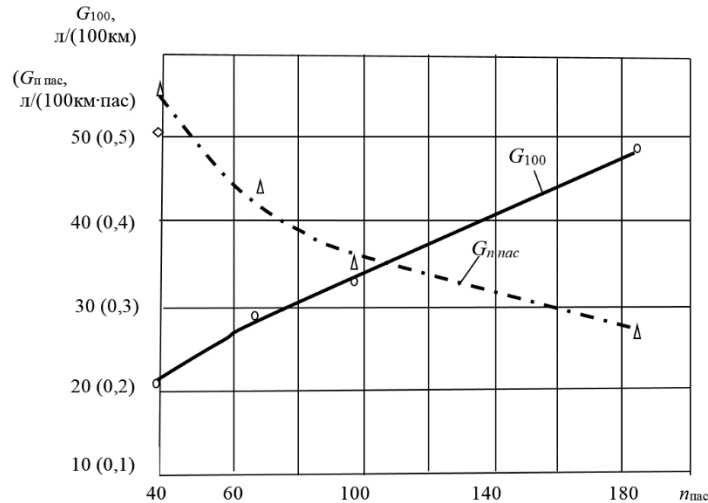


Рис. 1. Залежність експлуатаційних витрат палива  $G_{100}$  та питомих витрат палива на одного пасажирів  $G_{п пас}$  від пасажиромісткості досліджуваних автобусів

Промодельюємо ефективність використання автобусів різної пасажирської місткості за заданого, чи статистично відомого обсягу транспортної роботи автобусів та при коефіцієнті використання місткості  $\gamma = 1$ . При цьому приймаємо наступне: умови руху на одному і тому ж маршруті зі статистично відомим розподілом кількості пасажирів і коефіцієнт змінності пасажирів  $\eta_{зм}$  на даному маршруті однаковий для автобуса будь-якої пасажиромісткості.

При техніко-економічному аналізі використання автобусів різної пасажирської місткості необхідно врахувати наступне: дохід від перевезення пасажирів; витрати на щоденне обслуговування (ЩО), перше (ТО-1) і друге (ТО-2) технічні обслуговування і поточний ремонт (ПР); витрати палива для перевезення пасажирів; вартість придбання автобусів; відрахування на окупність вартості автобуса; витрати на заробітну платню водіїв; питомі витрати на запасні частини, шини й експлуатаційні матеріали.

Якщо розглядати конкретний маршрут, то кількість перевезених пасажирів автобусом великої місткості за пробіг  $L_B$  (км) буде становити:

$$Q_n = n_{пас в} \eta_{зм} L_B / l_M, \quad (3)$$

де  $n_{пас в}$  – номінальна пасажиромісткість автобуса великого класу;  $\eta_{зм}$  – коефіцієнт змінності пасажирів на маршруті;  $l_M$  – довжина маршруту, км.

Аналогічно, ця ж кількість перевезених пасажирів автобусом іншої місткості на розглядуваному маршруті потребує пробігу  $L_i$  і буде становити:

$$Q_n = n_{пас і} \eta_{зм} L_i / l_M, \quad (4)$$

де  $n_{пас і}$  – номінальна пасажиромісткість автобуса іншого класу.

Звідки, за формулами (3 і 4), необхідний пробіг автобуса іншої місткості:

$$L_i = L_B n_{пас в} / n_{пас і}. \quad (5)$$

Дохід від перевезення на маршруті пасажирів за певний пробіг  $L_B$  (км), виходячи із формул (3), (4), (5), можна визначити за формулою:

$$\begin{aligned} D &= Q_n \Pi_б = \Pi_б n_{пас і} \eta_{зм} L_i / l_M = \\ &= \Pi_б n_{пас і} \eta_{зм} n_{пас в} L_B / (n_{пас і} l_M) = \\ &= \Pi_б n_{пас в} \eta_{зм} L_B / l_M \Gamma_{рн}, \end{aligned} \quad (6)$$

де  $C_6$  – тарифна вартість проїзду одного пасажирів, грн.

Як випливає з формули (6), дохід від перевезення на маршруті певної кількості пасажирів  $Q_n$  не залежить від пасажиромісткості використовуваних автобусів.

Кількість ЩО ( $N_{\text{ЩО}i}$ ), ТО-1 ( $N_{\text{ТО}1i}$ ) і ТО-2 ( $N_{\text{ТО}2i}$ ), за пробіг  $L_i$ , будуть становити:

$$N_{\text{ЩО}i} = \frac{L_{\text{в}} n_{\text{пас в}}}{n_{\text{пас}i} l_{\text{сд}i}}; \quad (7)$$

$$N_{\text{ТО}2i} = \frac{L_{\text{в}} n_{\text{пас в}}}{n_{\text{пас}i} l_{\text{ТО}2i}}; \quad (8)$$

$$N_{\text{ТО}1i} = \frac{L_{\text{в}} n_{\text{пас в}}}{n_{\text{пас}i} l_{\text{ТО}1i}} - N_{\text{ТО}2i}, \quad (9)$$

де  $l_{\text{сд}i}$  – середньодобовий пробіг автобуса, км;  $l_{\text{ТО}1i}$  і  $l_{\text{ТО}2i}$  – відповідно нормативні пробіги до ТО-1 і ТО-2 [10], км.

Витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт будуть визначатися як добуток кількості технічних обслуговувань певного виду (формули 7, 8, 9) на їхню трудомісткість та вартість. Тоді, на основі формул (5, 7, 8, 9), витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт за певний пробіг розглянутих автобусів на заданому маршруті можна розраховувати за формулою:

$$V_{\Sigma \text{ТО}i} = \frac{L_{\text{в}} n_{\text{пас в}}}{n_{\text{пас}i}} \left[ \frac{V_{\text{ЩО}i} T_{\text{ЩО}i}}{l_{\text{сд}i}} + \frac{V_{\text{ТО}2i} T_{\text{ТО}2i}}{l_{\text{ТО}2i}} + V_{\text{ТО}1i} T_{\text{ТО}1i} \left( \frac{1}{l_{\text{ТО}1i}} - \frac{1}{l_{\text{ТО}2i}} \right) + \frac{V_{\text{ПР}i} T_{\text{ПР}i}}{1000} \right], \quad (10)$$

де  $V_{\text{ЩО}i}$ ,  $V_{\text{ТО}1i}$ ,  $V_{\text{ТО}2i}$ ,  $V_{\text{ПР}i}$  – відповідно вартість однієї нормогодини ЩО, ТО-1, ТО-2 і ПР, грн;  $T_{\text{ЩО}i}$ ,  $T_{\text{ТО}1i}$ ,  $T_{\text{ТО}2i}$  – відповідно нормативна трудомісткість одного ЩО, ТО-1 і ТО-2;  $T_{\text{ПР}i}$  – нормативна трудомісткість ПР, люд·год/1000 км [6].

Витрати палива для перевезення пасажирів за певний пробіг на маршруті  $L_i$  розраховуємо за формулою:

$$V_{\text{п}i} = \frac{L_{\text{в}} n_{\text{пас в}} G_{100i}}{100 n_{\text{пас}i}}. \quad (11)$$

Витрати на запасні частини, шини й експлуатаційні матеріали визначаємо за формулою:

$$V_{\Sigma \text{зч ш}i} = \frac{L_{\text{в}} n_{\text{пас в}} V_{\text{зч ш}i}}{1000 n_{\text{пас}i}}, \quad (12)$$

де  $V_{\text{зч ш}i}$  – питомі витрати на запасні частини, шини й експлуатаційні матеріали, грн/1000 км, згідно статистичних даних конкретного АТП.

Відрахування на окупність вартості автобуса:

$$A_{\text{а}i} = \frac{V_{\text{а}i} L_{\text{в}} n_{\text{пас в}}}{L_{\text{н}i} n_{\text{пас}i}}, \quad (13)$$

де  $V_{\text{а}i}$  – початкова вартість автобуса;  $L_{\text{н}i}$  – нормативний пробіг автобуса до списання, км.

Витрати на заробітну платню водіїв ЗП<sub>і</sub>, у залежності від пасажиромісткості автобуса, за заданого, чи статистично відомого обсягу транспортної роботи, можна визначити за формулою:

$$ЗП_i = \frac{ЗП_{\text{в}i} L_{\text{в}} n_{\text{пас в}}}{30 n_{\text{пас}i} l_{\text{сд}i} \alpha_{\text{в}i}}, \quad (14)$$

де  $ЗП_{\text{в}i}$  – статистична місячна заробітна платня одного водія з усіма нарахуваннями;  $\alpha_{\text{в}i}$  – середнє значення коефіцієнта випуску автобусів на лінію за розглянутий період.

У загальному, економічна доцільність застосування автобусів того чи іншого класів за певний пробіг  $L_i$  буде визначатися залежністю:

$$E_i = D - V_{\Sigma i}, \quad (15)$$

де  $V_{\Sigma i}$  – сумарні витрати під час експлуатації автобусів на маршруті, що визначаються за формулою:

$$V_{\Sigma i} = V_{\Sigma \text{ТО}i} + V_{\text{п}i} + V_{\Sigma \text{зч ш}i} + A_{\text{а}i} + ЗП_{\Sigma i}. \quad (16)$$

При цьому перевагу матиме ця модель автобуса, для якої значення  $E_i \rightarrow \max$ .

Для відносного порівняння, щодо витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт, у залежності від пасажиромісткості автобусів використаємо нормативні дані щодо трудомісткості ЩО, ТО-1, ТО-2 і ПР [10]. Вказані дані наведено у табл. 4.

Як приклад, розглянемо за формулою (10) порівняльні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт та за формулою (11) витрати палива за певний пробіг автобусів особливо великої, великої й малої па-

сажиромісткості, при перевезенні однакової кількості пасажирів, використавши дані табл. 3 на заданому маршруті й табл. 4 [10]:

$$V_{\sum TO_{об}} = \frac{L_B \cdot 97}{183} \left[ \frac{1,8B_{\text{ЩО}_{об}}}{l_{\text{сд}_{об}}} + \frac{47B_{\text{ТО2}_{об}}}{20000} + \frac{40,5B_{\text{ТО1}_{об}}}{20000} + \frac{11B_{\text{ПР}_{об}}}{1000} \right]$$

$$B_{\sum TO_{об}} = L_B \cdot \frac{97}{97} \left[ \frac{1,4B_{\text{ЩО}_{об}}}{l_{\text{сд}_{об}}} + \frac{40B_{\text{ТО2}_{об}}}{20000} + \frac{30B_{\text{ТО1}_{об}}}{20000} + \frac{9B_{\text{ПР}_{об}}}{1000} \right]$$

$$V_{\sum TO_{м}} = \frac{L_B \cdot 97}{38} \left[ \frac{0,7B_{\text{ЩО}_{м}}}{l_{\text{сд}_{м}}} + \frac{18B_{\text{ТО2}_{м}}}{20000} + \frac{16,5B_{\text{ТО1}_{м}}}{20000} + \frac{5,5B_{\text{ПР}_{м}}}{1000} \right]$$

$$V_{\text{п}_{об}} = \frac{L_B \cdot 97 \cdot 47,7}{100 \cdot 183} = 0,2529L_B;$$

$$V_{\text{п}_{м}} = \frac{L_B \cdot 97 \cdot 33,42}{100 \cdot 97} = 0,3342L_B;$$

$$V_{\text{п}_{м}} = \frac{L_B \cdot 97 \cdot 21}{100 \cdot 38} = 0,536L_B.$$

Таблиця 4 – Нормативи трудомісткості робіт з ТО і ПР автобусів

Пасажиромісткість автобуса, осіб	Трудомісткість			
	люд.год на одне обслуговування			ПР, люд.год/1000 км
	ЩО	ТО-1	ТО-2	
Мала	0,7	5,5	18,0	5,5
Велика	1,4	10,0	40,0	9,0
Особливо велика	1,8	13,5	47,0	11,0

У наведених вище розрахункових формулах індекси стосуються, відповідно, «об» – автобусів особливо великої, «в» великої й «м» – малої пасажиромісткості.

Виходячи з того, що вартість однієї нормогодини ЩО, ТО-1, ТО-2 і ПР у одному і тому ж АТП є практично однаковою під час обслуговування автобусів різної пасажиромісткості, як бачимо із результатів розрахунків, при перевезенні однакової кількості пасажирів витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт, наприклад, автобусів великої пасажиромісткості потенційно є меншими, порівняно з автобусами малої пасажиромісткості, по всіх складових витрат. Особливо вражаючими є порівняльні витрати палива – у разі використання автобусів великої пасажиромісткості, наприклад, вони потенційно в 1,6 разів менші, ніж у випадку використання автобусів малої пасажиромісткості. Сказане пояснюється простою закономірністю: при перевезенні однакової кількості пасажирів (при коефіцієнті наповнення автобусів  $\gamma = 1$ ), чим менша пасажиромісткість автобусів, тим більший загальний пробіг вони повинні виконати.

Тут виникає питання: а як же бути у періоди доби із малими пасажиропотоками. Відповідь може бути лише одна – управління міським пасажирським транспортом потребує логістичного підходу, при якому, на основі вивчення пасажиропотоків на маршру-

тах у залежності від часу доби, на маршрути направляються автобуси відповідної пасажиромісткості: у години «пік» – особливо великі й великі, в інші години – середні та малі.

Далі, щодо структури автобусних парків згідно рекомендацій, наведених у табл. 2, то очевидно, що у міській транспортній структурі доцільно мати спеціалізовані АТП (чи їх структурні підрозділи) за пасажиромісткістю автобусів. Порядок виходу автобусів із таких АТП на маршрути повинен управлятися єдиним міським логістичним центром.

### Висновки

1. Розроблено математичні моделі, які дозволяють оцінити ефективність використання автобусів різної пасажирської місткості на одному і тому ж маршруті.

2. У містах із напруженими пасажиропотоками, за однакової кількості перевезених пасажирів, витрати на технічне обслуговування, поточний ремонт і паливо автобусів тим менші, чим більша пасажиромісткість автобусів.

3. Доведено, наприклад, що, у разі перевезення однакової кількості пасажирів на одному і тому ж маршруті, порівняльні витрати палива при використанні автобусів особливо великої пасажиромісткості потенційно є у 2, а великої пасажиромісткості в 1,6, разів менші, ніж при використанні автобусів малої пасажиромісткості.

4. Для забезпечення високої ефективності міських автобусних перевезень перевізницька інфраструктура потребує радикальної організаційної модернізації й повинна управлятися єдиним міським логістичним центром.

### Література

1. Редзюк А. М., Штанов В. Ф. Концепція державної політики в галузі пасажирських перевезень автомобільним транспортом Проблеми автомобільного транспорту: зб. наук. праць. Вип. 1. К.: 2000. С. 13–24.
2. Куниця О. А., Продан В. В. Застосування різномарочного рухомого складу на маршрутах міського пасажирського автобусного транспорту Вісті Автомобільно-дорожнього інституту № 2 (17). Горлівка: 2013. С. 5–9.
3. Вакуленко К. Є. Вибір автотранспортного засобу на маршрутах міського пасажирського транспорту: автореф. дис... канд. техн. наук. Харків, 2009. 23 с.
4. Телетов О. С., Васильєва О. А. Маркетингові дослідження в системі міських пасажирських перевезень // Маркетинг і менеджмент інновацій. 2012. № 2.–С. 13–21.
5. Башинська І. О., Філіппов В. Ю. Проблеми та шляхи удосконалення функціонування міського пасажирського транспорту //Економіка, фінанси, право, №7/1. 2017. С. 35–37.
6. Ільчук В. П., Базиліук А. В., Хоменко І. О. Організаційно-економічні засади реформування міського пасажирського транспорту //Проблеми і перспективи економіки та управління. 2015. № 1. С. 42–49.
7. Мороз М. М. Удосконалення транспортної системи пасажирських перевезень м. Кременчук. //Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). Вип. 2 (41). 2014. ПолтНТУ. С. 156–163.
8. Митник Я. Ф., Крайник Ю. Л. Порівняльна експлуатаційна оцінка малих міських автобусів. //Автотехніка. Автобуси, вантажівки. К.: № 1, 2007. С. 33–36.
9. Шматко Д. З., Коробочка О. М., Авер'янов В. С. Вдосконалення та організація транспортної мережі автобусних міських перевезень. Дніпров. держ. техн. ун-т (ДДТУ). Кам'янське: ДДТУ, 2018. 154 с.
10. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. К.: Міністерство транспорту України, 1998. 16 с.
2. Kunytsya O. A., Prodan V. V. (2013). Zastosuvannya riznomarotchnoho ruchomoho skladu namarshrutach miskoho pasazyrskoho avtobusnogo transportu [Application of differently pesofrollingsto ckontheroutes of urban passenger bus transport] //Visti Avtomobilnohodorozhnyoho instytutu № 2 (17). – Horlivka: 2013. 5–9. [in Ukrainian].
3. Vakulenko K. Ye. (2009). Wybir avtotransportnoho zasobu na marshrutach miskoho pasazyrskoho transportu [Thechoice of roadv ehicle for theroute sofurban public transport]: avtoref. dys. kand. techn. nauk: 05.22.01. Kharkivska natsionalna akademiia miskoho hospodarstva. Kharkiv, 2009. 23 [in Ukrainian].
4. Tielietov O. S., Vasylieva O. A. (2012). Marketynhovi doslidzhennia v systemi miskyykh pasazhyrskyykh perevezen [Marketing research in system sof urban transport services] Marketynh i menedzhment innovatsii, 2012, № 2. 13–20. [in Ukrainian].
5. Bashynska I. O., Filippov V. Yu. (2017). Problemy ta shliakhy udoskonalennia funktsionuvannia miskoho pasazhyrskoho transportu [Problems and waystoimprove the functioning of city passenger transport] Ekonomika, finansy, pravo, 7/1'2017. 35–37. [in Ukrainian].
6. Ilchuk V. P., Bazyliuk A. V., Khomenko I. O. (2015). Orhanizatsiino-ekonomichni zasady reformuvannia miskoho pasazhyrskoho transportu [Organizational and economic principles of reformingpublic passenger transport] Problemy i perspektyvy ekonomiky ta upravlinnia. 2015. № 1. 42–49. [in Ukrainian].
7. Moroz M. M. (2014). Udoskonalennia transportnoi systemy pasazhyrskyykh perevezen m. Kremenchuk [Improvement Kremenchuk passenger transport system]. Zbirnyk naukovykh prats (haluzeve mashynobudu-vannia, budivnytstvo). Vyp. 2 (41). 2014. Poltava NTU. S. 156 – 163. [in Ukrainian].
8. Mytnyk Ya.F., Kraynyk Yu.L. (2007). Porivnialna ekspluatatsiina otsinka malykh miskyykh avtobusiv [The comparativ eoperationale valuation of small city buses] Avtotekhnika. Avtobusy, vantzhyvky. Kyiv: № 1, 2007. S. 33 – 36. [in Ukrainian].
9. Shmatko D. Z., Korobochka O. M., Aver'yanov V. S. (2018). Vdoskonalennia ta orhanizatsiia transportnoi merezhi avtobus-nykh miskyykh perevezen [Improvement and organization of the transport network of city bus transportations] monography, Dniprov. derzh. techn. univ.DDTU). – Kamianske: DDTU, 2018. [in Ukrainian].
10. Polozhennia pro tekhnichne obsluhovu-vannia i remont dorozhnikh transportnykh zasobiv avtomobilnoho transportu [Regulati-ons on maintenance and repair of road vehicles of motortransport]. Kyiv: Ministerstvo transportu Ukrainy, 1998 [in Ukrainian].

### References

1. Redzjuk A. M., Shtanov V. F. (2013). Konzepciija derzavnoi polityky w haluzi pasazhyrskyykh perewezen avtomobilnym transportom [The conception of state politics in the field of road transport] Problemy avtomobil'noho transportu. Zb. nauk. Prats. Kyiv. 2000. 13–24.

Немий Степан Володимирович<sup>1</sup>, к.т.н., доц. доцент кафедри експлуатації та ремонту автомобільної техніки, тел. 067-370-19-83, [sniemyj@ukr.net](mailto:sniemyj@ukr.net)

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка», 79013, Україна, м. Львів, вул. С. Бандери 12.

### Effectiveness of urban passenger transportation depending on the bus capacity

**Abstract. Problem.** In the recent years, there has been a sharp decline in the key indicators of automobile transport infrastructure of Ukraine, with respect to the transport infrastructure of the developed countries. The level of quality and safety of civil passenger traffic have declined substantially. The capacity of a passenger compartment reaches the number of 6 persons per square metre which is practically twice the worldwide average; the transport runs with the intervals of 20 minutes; the average speed of public transport in cities is 18-21 km/h. **Goal.** The aim of this paper is justification of the technical and economic expediency of the use of buses with the corresponding capacity depending on the passenger volume. **Methodology.** Experimental studies of the fuel consumption by buses with different (seating and standing) capacity. Theoretical processing of statistical data on the fuel consumption and labour intensity of maintenance of buses. **Results.** The analysis has been carried out on the influence of bus capacity on the efficiency of urban transportation. It has been proven that with the heavy ridership when high and extra high capacity buses are used, the cost of transportation is declining substantially in comparison to the buses of lower capacity. The mathematical models have been developed which help estimate the efficiency of the use of buses with different capacity on the same route. In the cities with heavy passenger traffic when the same number of passengers are on board the cost of maintenance, operating repair and fuel of buses are lower when the bus capacity is higher. It is proven, for instance, that when transporting the same number of passengers on the same

route, with the use of buses of extra high passenger capacity the comparative fuel consumption can potentially be twice less, and with the high passenger capacity 1.6 times less than when using lower capacity passenger buses. To provide the high efficacy of urban bus transportation the transport infrastructure needs radical organizational modernization and should be supervised by the single urban transport logistic centre. **Practical value.** One of the effective ways of reducing the cost of urban passenger transportation has been determined.

**Key words:** buses, civil passenger traffic, the structure of bus garages, the effectiveness of bus performance, scientific service of transport system.

Niemyi S.<sup>1</sup>, Ph.D., Assoc. Prof., tel. 067-370-19-83, [sniemyj@ukr.net](mailto:sniemyj@ukr.net)

<sup>1</sup>Lviv Polytechnic National University, 79013, Ukraine, Lviv, S. Bandery Str. 12.

### Эффективность городских пассажирских перевозок в зависимости от пассажироместимости автобусов

Проведен анализ влияния пассажироместимости автобусов на эффективность городских пассажирских перевозок. Доказано, что на напряженных пассажиро-потоках при использовании автобусов большой и особенно большой пассажироместимости значительно снижается себестоимость перевозок, по сравнению с автобусами малой пассажироместимости.

Ключевые слова: автобусы, пассажирские перевозки, структура автобусных парков, эффективность работы автобусов, научное обслуживание транспортной системы.

Немый Степан Владимирович<sup>1</sup>, к.т.н., доц., доцент кафедры эксплуатации и ремонта автомобильной техники, тел. 067-370-19-83, [sniemyj@ukr.net](mailto:sniemyj@ukr.net)

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка», 79013, Україна, г. Львів, ул. С. Бандеры 12.