УДК 656.13 **DOI 10.33042/2522-1809-2021-3-163-179-186**

К.Є. Вакуленко[1], Н.А. Соколова[1], О.І. Лежнева[2], Ю.Р. Вєтушка[1], Н.В. Шиллє[1]

[1]Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна
[2]Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ОЦІНКА ВПЛИВУ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ МАРШРУТІВ МІСТА НА ЗНИЖЕННЯ ДОХОДУ ПАСАЖИРА В НАСЛІДОК ТРАНСПОРНОЇ СТОМЛЮВАНОСТІ

Здійснено аналіз останніх досліджень щодо методів та заходів підвищення якості перевезень міським пасажирським транспортом. Проведено опитування щодо якості перевезень на маршрутах міського пасажирського транспорту з метою виявлення факторів, що впливають на задоволеність пасажирів автотранспортними послугами на конкуруючих маршрутах. Проведена оцінка впливу показників роботи міських маршрутів на зниження доходу пасажира та запропоновано заходи щодо удосконалення пасажирських перевезень з урахуванням транспортної стомлюваності пасажирів та зниження доходу пасажирів в наслідок транспортного процесу.

Ключові слова: *міський пасажирський транспорт, пасажирські перевезення, маршрут, функціональний стан пасажира, транспортна стомлюваність пасажира, зниження доходу пасажира.*

Постановка проблеми

Одна з вимог сучасності – якісне обслуговування пасажирів громадським транспортом. Надійність та регулярність руху, тривалість та комфортність поїздки, безпека руху у транспорті та на маршруті, наявність обладнаних та зручних зупинок – все це і багато інших чинників впливають на якість обслуговування пасажирів.

Вивчення та удосконалення якості обслуговування пасажирів громадським транспортом – один з найважливіших моментів, з якими стикається суспільство у сфері транспорту. Особливості організації пасажирських перевезень, а також показники роботи міських маршрутів впливають на психофізіологічний стан людини і внаслідок чого – на функціональний стан і ступінь стомлення пасажира, що призводить до зниження рівня працездатності пасажира і, як результат, на зниження його доходу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Міський транспорт часто сприймається як найбільш ефективний вид транспорту для міських районів, особливо великих міст. Однак, опитування показують стагнацію систем громадського транспорту, особливо в деяких регіонах Північної Америки, де автомобіль залишається переважним видом міського транспорту [1], з одного боку, і зростанням частки використання МПТ в інших регіонах Америки, Європи та Азії, з іншого боку [2–5). Тому перед системами громадського транспорту залишається актуальним питання міської мобільності, а також збільшення своєї частки на ринку.

Задоволеність пасажирів вважалася одним із найважливіших і основних факторів у будь-якій сфері послуг та галузі через прямий зв'язок із утриманням пасажирів. Підвищення якості міського пасажирського транспорту повинно базуватися на передовій європейській практиці та включати заходи технічного, оперативного та організаційного характеру.

Методи удосконалення функціонування міського пасажирського транспорту необхідно розглядати у декількох аспектах:

– техніко-технологічні;
– організаційні;
– економічні;
– екологічні [6, 7].

Іншим напрямком підвищення ефективності функціонування транспортної мережі міста є визначення оптимальної кількості рухомого складу на маршрутах відповідно до пасажиропотоків, які визначаються за допомогою методів обстеження [8, 9].

Деякі автори досліджували вибрані фактори (змінні), які вважаються важливими для опису якості послуги та орієнтації уподобань користувачів у громадському транспорті, наприклад комфорт, чистота у салоні [10]; маршрутна лінія [11]; інформація про маршрути [10, 12]; обіг транспортних засобів [13, 14]; загальний стан транспортних засобів і зупинок, безпека [12, 15]; оптимізація розкладу руху [14]; наявність місця та місць [10]; охоплення мережею, компетентність та поведінка персоналу та ефективність у часі [17]. Бейрао та Сарсфілд Кабрал [18] заявили, що використання громадського транспорту також залежить від відстані, яку потрібно подолати,

© Вакуленко К.Є., Соколова Н.А., Лежнева О.І., Вєтушка Ю.Р., Шиллє Н.В.

способу життя та особистих особливостей. В роботі Гюлєва Н.У. запропоновано оцінювати функціональний стан (ФС) пасажира в періоди очікування і здійснення поїздки і визначати ступінь стомлюваності від показників роботи маршруту [19], що також можна використовувати для оцінки якості перевезень.

Зміна функціонального стану пасажира залежно від умов поїздки впливає на ступінь його стомлення, що, в свою чергу, призводить до зниження рівня працездатності пасажира, а, значить, і зниження доходу пасажира [19].

Формулювання мети статті

Метою роботи є дослідження та оцінка впливу показників роботи міських маршрутів на зниження доходу пасажира, що викликане впливом транспортної стомлюваності.

Виклад основного матеріалу

Показники роботи міських маршрутів впливають на функціональний стан і ступінь стомлення пасажира, що призводить до зниження рівня працездатності пасажира і, як результат, на зниження його доходу.

Для проведення дослідження обрано відносно молодий район міста Харкова – Індустріальний, який обслуговується декількома видам транспорту: трамвай, тролейбус, автобус.

Були визначені та проаналізовані показники роботи конкуруючих маршрутів, траси яких дублюють одна одну: автобусного № 276е та тролейбусного № 46 [20], розглянуті рекомендовані критерії вимірювання якості послуг громадського транспорту, пропоновані Європейським комітетом зі стандартизації (стандарт EN 13816) [9].

На основі аналізу досліджень у сфері якості надання послуг пасажирським транспортом сформовано бланк опитування щодо якості перевезень на маршрутах міського пасажирського транспорту з метою виявлення факторів, що впливають на задоволеність пасажирами автотранспортними послугами. До факторів, що підлягали дослідженню, віднесено: доступність, інформативність, комфортність та безпечність руху, клієнтоорієнтованість, екологічний вплив. Під час опитування пасажири виступали у якості експертів. Кількість анкет, що необхідна для репрезентативності вибірки, визначали з урахуванням рекомендацій [21]. В анкетуванні брали участь більш ніж 200 респондентів. За частотою користування громадським транспортом пасажири розділились наступним чином (рис. 1):

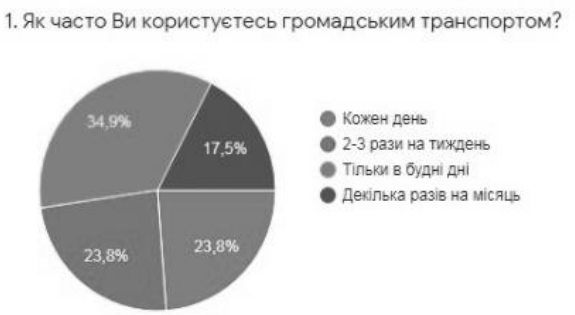


Рис. 1. Розподіл за частотою користування громадським транспортом

Середній час очікування на прибуття транспортного засобу для більшості склав 5–15 хвилин (рис. 2.).

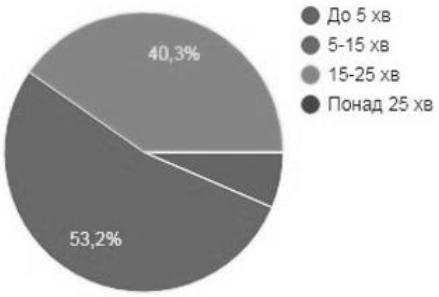


Рис. 2. Розподіл середнього часу очікування на прибуття транспортного засобу

В результаті опитування виявлено, що тролейбусний маршрут № 46 обирають частіше (61,9% з опитуваних), ніж автобусний маршрут № 276е – 38,1% пасажирів, при цьому метою поїздки на даних маршрутах для 68,3% з опитуваних пасажирів є робота та навчання, для 20,6% – покупки, 9,5% обрали розваги, а 1,4% – інше. За соціальним положенням 49,2% пасажирів це люди працездатного віку, які виконують трудову діяльність.

Вартість проїзду та зручність оплати (Eticket) на маршруті здебільшого влаштовує 60,3% пасажирів, а не задоволені вартістю оплати на маршрутах 22,2%. 92,1% з опитуваних пасажирів відзначили, що пересування на маршрутах в години «пік» є не комфортним, а кожен третій пасажир вважає актуальну інформацію про маршрути відсутньою. Більш ніж половина опитуваних пасажирів (55,6%) є задоволеними графіком роботи маршрутів, однак вказали на дещо завищений інтервал руху на маршрутах 65,1% пасажирів. 50,8% пасажирів технічний стан невеликої кількості транспортних засобів прийняли аварійним.

На запитання «Котрий з критеріїв для Вас являється пріоритетним при виборі маршруту? Проранжируйте критерії за значимістю від 1 до 7, де 1 – найбільш значимий» думки розподілились наступним чином: найбільш важливим критерієм виявилась вартість проїзду, найменш важливим – екологічний вплив транспорту (рис. 3.).

Рис. 3. Ранжування критеріїв вибору маршруту

За результатами опитування проведена оцінка ступеня погодженості думок експертів з використанням коефіцієнту конкордації Кендела, перевірка статистичної ваги коефіцієнта конкордації через визначення емпіричного значення критерію Пірсона [21], що свідчать про узгодженість думок експертів.

Більшість критеріїв, що впливають на вибір того чи іншого маршруту та на задоволеність транспортною послугою (рис. 3) є показниками роботи маршруту, що впливають на ФС пасажира, його транспортну стомлюваність та зниження доходу пасажира.

Оскільки, оцінюючи ФС пасажира, можна визначити ступінь стомлення, а стомлення дозволяє оцінити працездатність і продуктивність людини, що напряму пов'язано з ефективністю виробничої діяльності, в роботі приділено увагу визначенню та дослідженню стомлення пасажира.

Зміну функціонального стану пасажира в періоди очікування і здійснення поїздки описано такими транспортними параметрами як значення коефіцієнта заповнення салону під час маршрутної поїздки з урахуванням коефіцієнта пропорційності, час маршрутної поїздки та час очікування маршрутної поїздки [7, 19]. До показників якості перевезень відносять: коефіцієнт заповнення салону транспортного засобу, безпека руху, витрати часу пасажира на пересування, інтервал та швидкість руху транспортних засобів на маршруті

За методикою [7, 19] визначено зміну функціонального стану та рівень транспортної стомлюваності пасажира в періоди очікування і в кінці маршрутної поїздки в цілому за напрямками руху (табл. 1) та на перегонах маршрутів.

Таблиця 1

Транспортна стомлюваність пасажира (ТСП)

№ маршруту	Напрямок руху	ТСП в кінці маршрутної поїздки $П_1$, бал	ТСП під час очікування маршрутної поїздки $П_2$, бал
276е	Прямий	2,75	3,071
	Зворотній	4,05	2,97
46	Прямий	2,42	2,86
	Зворотній	3,74	2,94

Щодо оцінки якості пасажирських перевезень на маршрутах, отримані значення $П_1$ свідчать про те, що під час користування маршрутами пасажир здебільшого знаходиться у доброму стані (табл. 2).

Таблиця 2

Оцінка якості перевезень на маршрутах

Оцінка якості	$П_1$, бал	№ маршруту			
		276е		46	
		Прям.	Звор.	Прям.	Звор.
Дуже добре	<3	2,75		2,42	
Добре	4,45 – 3		4,05		3,74
Задовільно	6 – 4,45				
Погано	6,95 – 6				

Але, якщо розглядати стан пасажира під час користування маршрутами на окремих перегонах, його ФС значно змінюється. На рис. 4, 5 представлені дані обстеження для найбільш завантаженого напрямку в годину пік для автобусного та тролейбусного маршрутів.

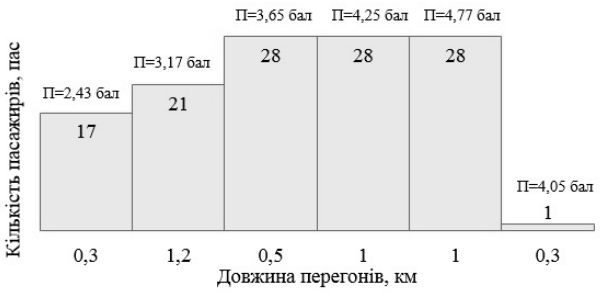


Рис. 4. Стомлюваність пасажира на ділянках автобусного маршруту № 276е

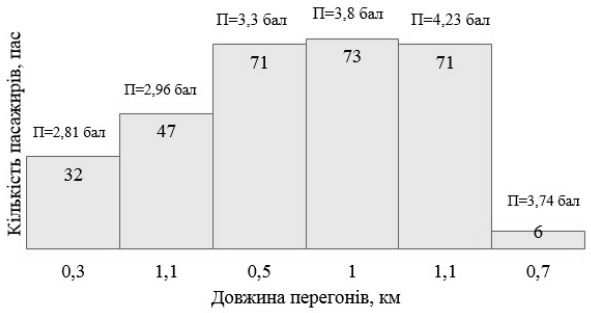
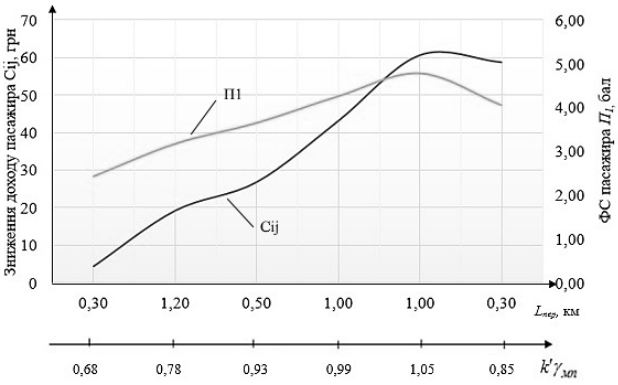


Рис. 5. Стомлюваність пасажира на ділянках тролейбусного маршруту № 46

Середнє зниження доходу пасажира внаслідок транспортної стомлюваності визначаємо за математичною моделлю, запропонованою в роботах [7, 19, 22, 23]. Отримані дані для завантаженого напрямку наведено на рис. 6, 7.



$L_{пер}$ – довжина перегону, км;

$k'\gamma_{мп}$ – співвідношення між коефіцієнтом заповнення салону транспортного засобу під час маршрутної поїздки пасажира і коефіцієнтом пропорційності

Рис. 6. Зниження доходу середньостатистичного пасажира внаслідок транспортного пересування на автобусному маршруті № 276е

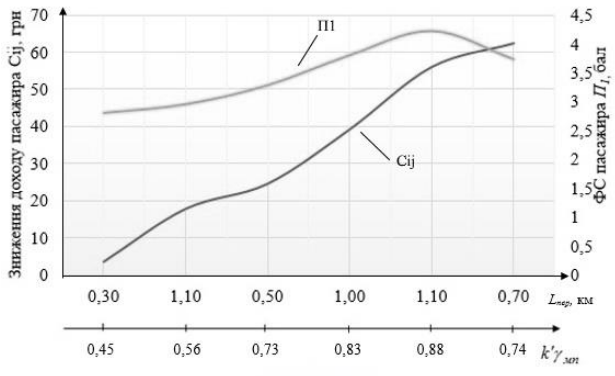


Рис. 7. Зниження доходу середньостатистичного пасажира внаслідок транспортного пересування на тролейбусному маршруті № 46

Зміна зниження доходу пасажира, внаслідок транспортної стомлюваності, залежить від зміни ФС стану пасажира протягом та в кінці поїздки. Найбільше значення зниження доходу пасажира досягає на перегоні, де коефіцієнт заповнення салону є найвищим. Як видно з рис. 6, 7 транспортне стомлення пасажира при пересуванні автобусним маршрутом вище ніж під час пересування тролейбусом, як наслідок, значення зниження доходу пасажира мають аналогічну тенденцію. Наведені залежності (рис. 6, 7) дозволяють визначити зміну транспортної стомлюваності пасажира та зниження його доходу для кожного перегону на маршруті (враховуючи довжину та час маршрутної поїздки) та загальне значення показників за умови, якщо довжина маршрутної поїздки дорівнює довжині маршруту.

Розрахунки для інших соціальних груп (студентів, пенсіонерів та безробітних) проводилися аналогічно з урахуванням умовної вартість 1 години вільного часу та відповідного середнього доходу кожної групи. Результати розрахунків для автобусного та тролейбусного маршрутів наведені на рис. 8–9.

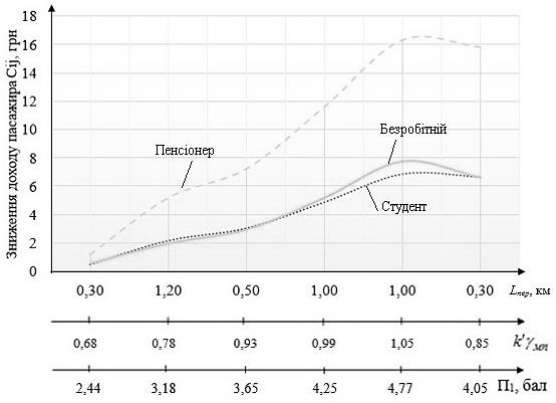


Рис. 8. Зниження доходу різних соціальних груп пасажирів внаслідок транспортного пересування на тролейбусному маршруті № 276е

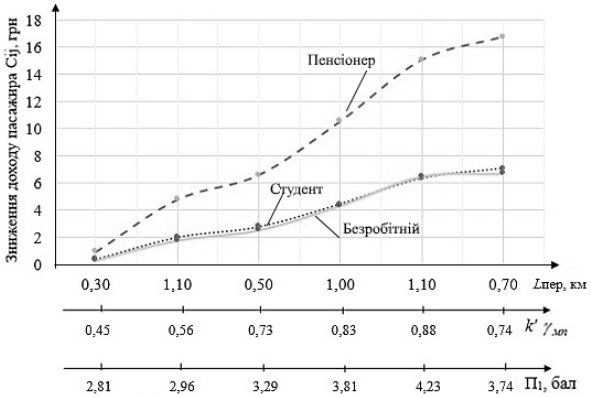


Рис. 9. Зниження доходу різних соціальних груп пасажирів внаслідок транспортного пересування на тролейбусному маршруті № 46

Значення зниження доходу пасажира від транспортної втомлюваності зростає упродовж всієї поїздки, за рахунок щільного заповнення салону транспортного засобу, що негативно впливає на функціональний стан пасажира.

При існуючих умовах перевезення пасажирів на маршрутах, значення стомленості пасажирів на автобусному маршруті № 276е є більшим за значення цього показника на тролейбусному маршруті і, як результат, значення зниження доходу пасажира внаслідок транспортного пересування також є більшим (рис. 10).

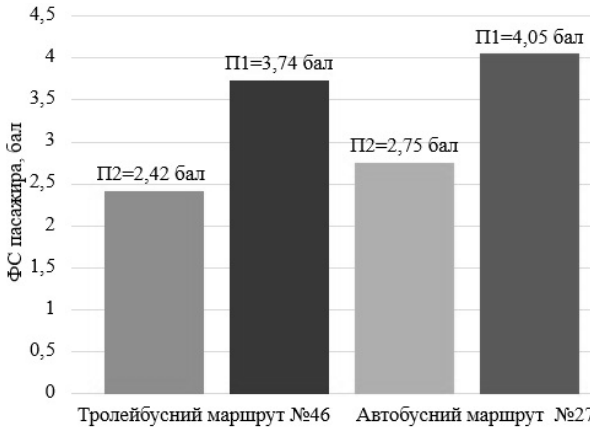


Рис. 10. Оцінка зміни ФС пасажирів на маршрутах

Одним із заходів покращення умов перевезення по перегонах та в цілому на автобусному маршруті, що впливають на транспортну стомлюваність пасажирів і, як наслідок, на значення показника зниження доходу пасажира, є збільшення кількості транспортних засобів чи заміна транспортних засобів на автобуси більшої пасажиромісткості.

Для удосконалення організації роботи автобусного маршруту № 276е пропонується заміна транспортних засобів (ТЗ) на нові автобуси більшої пасажиромісткості (ІІІ-го класу) – такі ТЗ мають більшу площу для пасажирів, що стоять. Під час визначення необхідної кількості автобусів для роботи на маршруті значення коефіцієнту використання пасажиромісткості приймалось рівним 0,9.

Значення зміни ФС пасажира, а також зниження його доходу в наслідок транспортного пересування при впровадженні запропонованих заходів зменшиться в порівнянні з поточною ситуацією (рис. 11, 12).

Також зменшиться значення інших показників: коефіцієнт заповнення салону з урахуванням коефіцієнту пропорційності знизився з 1,05 до 0,36, транспортна стомлюваність знизилась з 5,5 балів до 3,03 балів, відповідно значення зниження доходу з $C_{ij} = 60{,}55$ грн до $C_{ij} = 51{,}53$ грн.

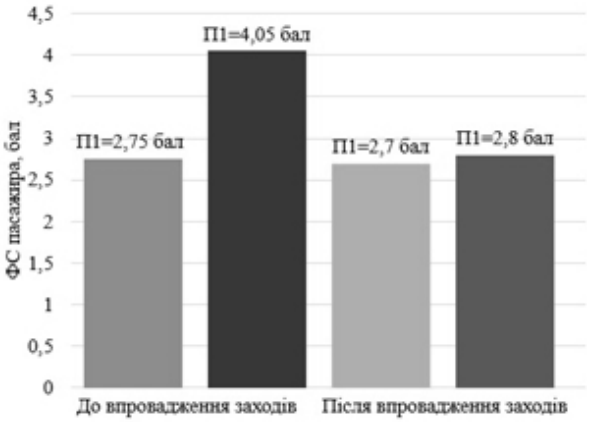


Рис. 11. Зміна ФС пасажира в кінці здійснення поїздки по автобусному маршруту № 276е

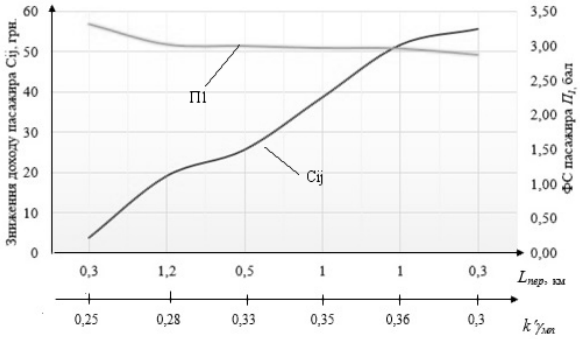


Рис. 12. Зниження доходу середньостатистичного пасажира внаслідок транспортного пересування на автобусному маршруті №276е з урахуванням пропонованих заходів

Оновлення транспортних засобів на автобусних маршрутах м. Харкова є нагальною проблемою, що потребує негайного вирішення для покращення якості перевезень пасажирів. Використання застарілих транспортних засобів на автобусних маршрутах міста впливає не тільки на ФС пасажира, але й на організм водіїв і, як наслідок, на ймовірність настання дорожньо-транспортних пригод.

Значним несприятливим фактором, що діє на водія, є забруднення повітряного середовища салону транспортного засобу шкідливими сполуками, особливо оксидом вуглецю. Одночасно з оксидом вуглецю в повітряне середовище салону транспортного засобу можуть потрапляти оксиди азоту до 3,2 мг/м³, бензин – до 400 мг/м³, акролеїн (до 5,6 мг/м³). Дослідженнями виявлено, що в салонах автомобілів вміст діоксиду азоту зазвичай в рази перевищує норму в 40 мкг/м^3. Його концентрація досягає 450 мікрограмів на кубометр повітря. І ці показники були набагато вище, ніж в повітрі, яким дихали пішоходи біля великих магістралей і міських вулиць,

де концентрація діоксиду азоту зазвичай не перевищує 90 мкг/м^3. А в салоні автомобілів, навіть увечері, не в години пік, і в житлових районах вона ніколи не падає нижче 110 мкг/м^3. Найвищі ж показники – до 450 мкг/м^3 спостерігаються вдень, на центральних вулицях з великим трафіком [24].

Особливо від впливу діоксиду азоту страждають люди, які проводять багато часу за кермом та в салоні транспортного засобу – водії таксі, водії комунального транспорту, пасажири.

Висновки

Для досягнення мети дослідження на першому етапі проведено опитування пасажирів щодо якості транспортних послуг маршрутами МПТ, що дозволило виявити фактори, які впливають на задоволеність пасажирів транспортними послугами. На наступному етапі проведено натурне спостереження щодо організації пасажирських перевезень за допомогою табличного обстеження пасажиропотоків на автобусному і тролейбусному маршрутах. Результати натурного спостереження вказують на те, що при оцінці організації перевезень слід приділяти увагу не тільки усередненим значенням показників роботи маршрутів, але й розглядати умови перевезень по перегонах. Оцінка умов перевезення пасажирів по перегонах свідчать про значне транспортне стомлення пасажирів і, як наслідок, зменшення їх доходу. Запропоновано заходи для покращення перевезень пасажирів, що дозволить знизити їх транспортну стомлюваність.

Література

1. *Dr. Jean-Paul Rodrigue The Geography of Transport Systems [Electronic resource] / Available at: https://transportgeography.org/*
2. *Aaron Short Five Lessons From Seattle's Crusade Against Driving [Electronic resource] / Available at: https://usa.streetsblog.org/2019/11/25/five-lessons-from-seattles-crusade-against-driving/*
3. *Xuan Phuong Nguyen The Bus Transportation Issue And People Satisfaction With Public Transport In Ho Chi Minh City / Nguyen Xuan Phuong // Journal of Mechanical Engineering Research & Developments (JMERD). Zibeline International Publishing, vol. 42(1). – 2019. – P. 10–16.*
4. *Tzvetkova S. Analysis of Urban Passenger Transport in the City of Sofia and Directions for Its Development //UNWE's Publishing Complex, Sofia. 96. – 2016. – T. 99.*
5. *Tzvetkova S. Guidelines for Improving the Quality of Urban Passenger Transport in the City of Sofia within the Context of Stable Urban Mobility [Electronic resource] / Available at: https://www.researchgate.net/publication/325559622_Guidelines_for_Improving_the_Quality_of_Urban_Passenger_Transport_in_the_City_of_Sofia_within_the_Context_of_Stable_Urban_Mobility*
6. *Ільчук В.П. Організаційно-економічні засади реформування міського пасажирського транспорту / В. П. Ільчук, А.В. Базилюк, І.О. Хоменко // Проблеми і перспективи економіки та управління. № 1, 2015. – С. 42–49. [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ppeu_2015_1_8*
7. *Вакуленко К.Є. Управління міським пасажирським транспортом / К.Є. Вакуленко, К.В. Доля ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова, 2015. – 259 с.*
8. *Ульяновский И.А. Разработка методов организации маршрутных сетей городского пассажирского транспорта на базе совершенствования методики обследования пассажиропотоков : дис. канд. тех. наук: Ульяновский Иван Александрович. – Вологда. – 2006. – 160 с.*
9. *Comité Européen de Normalisation. EN 13816, Transportation – Logistics and services – Public passenger transport – Service quality definition, targeting and measurement. Brusel: Comité Européen de Normalisation. – 2002.*
10. *Le-Klähn D. T. Analysis of visitor satisfaction with public transport in Munich [Text] / D. T. Le-Klähn, C. M. Hall, R. Gerike // J Public Transp, 17(3). – 2014. –p. 68–85.*
11. *Stopka O. Draft of the novel system of public bus transport lines in the particular territory / O. Stopka, J. Čejka, R. Kampf, L. Bartuška // 2015 Transport Means – Proceedings of the International Conference. – 2015. – p. 39–42.*
12. *Budiono O.A. Customer Satisfaction in Public Bus Transport. A Study of Travelers' Perception in Indonesia / O.A. Budiono // Karlstad: Karlstad University Studies. – 2009.*
13. *Kampf R. Circulation of vehicles as an important parameter of public transport efficiency / R. Kampf, O. Stopka, L. Bartuška, K. Zeman // 2015 Transport Means – Proceedings of the International Conference. – 2015. – p. 143–146.*
14. *Kampf R. The Determination of the Optimal Variant of Public Bus Line Transport Vehicles in the Daily Circulation / R. Kampf, K. Zeman, P. Beneš // Nase More (Dubr), 62. – 2015. – p. 119–25.*
15. *Imam R. Measuring public transport satisfaction from user surveys //International Journal of Business and Management. – 2014. – T. 9. – №. 6. – C. 106.*
16. *Stopka O. Proposal for optimizing the timetables within tram subsystem of urban public transport from the international conception / O. Stopka, R. Kampf, J. Ližbetin, M. Hlatká // 2016 Globalization and its Socioeconomic consequences. – 2016. – p. 35–41.*
17. *Guiver J., Lumsdon L., Weston R. Traffic reduction at visitor attractions: the case of Hadrian's Wall //Journal of Transport Geography. – 2008. – T. 16. – №. 2. – C. 142–150.*
18. *Beirão G., Cabral J. A. S. Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study //Transport policy. – 2007. – T. 14. – №. 6. – C. 478–489.*
19. *Гюлев Н.У. Выбор рационального количества автобусов на маршрутах города с учетом влияния человеческого фактора : дисс. канд. техн. наук: 05. 22. 01 / Низами Уруджевич Гюлев. – Харьков,1993. – 180 с.*
20. *Харьков транспортный [Электронный ресурс] / Режим доступа https://gortransport.kharkov.ua/*
21. *Гаврилов Е.В., Дмитриченко М.Ф. Технологія наукових досліджень і технічної творчості //Київ: Знання України. – 2007.*
22. *Доля В.К. Цільова функція вибору пасажиромісткості транспортних засобів на міських маршрутах / В.К. Доля, Д.П. Понкратов // Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. – 2016. – №. 161. – С. 44–52.*

23. Понкратов Д.П. Вибір пасажирами шляху пересування у містах: монографія / Д.П. Понкратов, Г.І. Фалецька. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 164 с.
24. Лежнева О.І. До питання визначення екологічних характеристик транспортних потоків / О.І. Лежнева // Вісник ХНАДУ. – Харків: ХНАДУ, 2019. – Вип. №86, Т. 2, С.141–147.

References

1. Dr. Jean-Paul Rodrigue The Geography of Transport Systems [Electronic resource] / Available at: https://transportgeography.org/
2. Aaron Short Five Lessons From Seattle's Crusade Against Driving [Electronic resource] / Available at: https://usa.streetsblog.org/2019/11/25/five-lessons-from-seattles-crusade-against-driving/
3. Nguyen, X.P. (2019). The bus transportation issue and people satisfaction with public transport in Ho Chi Minh city. *Journal of Mechanical Engineering Research and Developments*, *42*(1), 10–16.
4. Tzvetkova, S. (2016). Analysis of Urban Passenger Transport in the City of Sofia and Directions for Its Development. *UNWE's Publishing Complex, Sofia. 96*, *99*.
5. Tzvetkova S. Guidelines for Improving the Quality of Urban Passenger Transport in the City of Sofia within the Context of Stable Urban Mobility [Electronic resource] / Available at: https://www.researchgate.net/publication/325559622_Guidelines_for_Improving_the_Quality_of_Urban_Passenger_Transport_in_the_City_of_Sofia_within_the_Context_of_Stable_Urban_Mobility
6. Ilchuk, V.P., Bazyliuk, A.V., & Khomenko, I.O. (2015). Orhanizatsiino-ekonomichni zasady reformuvannia miskoho pasazhyrskoho transportu. Problemy i perspektyvy ekonomiky ta upravlinnia, (1), 42–49.
7. Vakulenko, K.E. & Dolya, K.V. (2015). UpravlInnya miskim pasazhirskim transportom. *Navch. posIbnik*, 257.
8. Ulyanovskiy, I.A. (2005). Razrabotka metodov organizatsii marshrutnyih setey gorodskogo passazhirskogo transporta na baze sovershenstvovaniya metodiki obsledovaniya passazhiro-potokov (Doctoral dissertation, Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyiy arhitekturno-stroitelnyiy universitet).
9. de Normalisation, C. E. (2002). EN 13816, Transportation–Logistics and services–Public passenger transport–Service quality definition, targeting and measurement. *Brusel: Comité Européen de Normalisation*.
10. Le-Klähn, D. T., Hall, C. M., & Gerike, R. (2014). Analysis of visitor satisfaction with public transport in Munich. *Journal of Public Transportation*, *17*(3), 5.
11. Stopka, O., Cejka, J., Kampf, R., & Bartuska, L. (2015). Draft of the novel system of public bus transport lines in the particular territory. In *Transport Means-Proceedings of the 19th International Scientific Conference on Transport Means. Kaunas (Lithuania): Kaunas University of Technology* (pp. 39–42).
12. Budiono, O. (2009). *Customer Satisfaction in Public Bus Transport: A study of travelers' perception in Indonesia*.
13. Kampf, R., Stopka, O., Bartuška, L., & Zeman, K. (2015). Circulation of vehicles as an important parameter of public transport efficiency. *connections*, *5*, 6.
14. Kampf, R., Zeman, K., & Beneš, P. (2015). The determination of the optimal variant of public bus line transport vehicles in the daily circulation. *NAŠE MORE: znanstveni časopis za more i pomorstvo*, *62*(3 Special Issue), 119–125.
15. Imam, R. (2014). Measuring public transport satisfaction from user surveys. *International Journal of Business and Management*, *9*(6), 106.
16. Stopka, O., Kampf, R., Ližbetin, J., & Hlatká, M. (2016). Proposal for optimizing the timetables within tram subsystem of urban public transport from the international conception.
17. Guiver, J., Lumsdon, L., & Weston, R. (2008). Traffic reduction at visitor attractions: the case of Hadrian's Wall. *Journal of Transport Geography*, *16*(2), 142–150.
18. Beirão, G., & Cabral, J. S. (2007). Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study. *Transport policy*, *14*(6), 478–489.
19. Gyulev, N.U. (1993). Vyibor ratsionalnogo kolichestva avtobusov na marshrutah goroda s uchetom vliyaniya chelovecheskogo faktora.
20. Harkov transportnyiy [Elektronnyiy resurs] / Rezhim dostupa https://gortransport.kharkov.ua/
21. Havrylov E.V., Dmytrychenko M.F. Tekhnolohiia naukovykh doslidzhen i tekhnichnoi tvorchosti // Kyiv: Znannia Ukrainy. – 2007.
22. Dolia, V.K., & Ponkratov, D.P. (2016). Tsilova funktsiia vyboru pasazhyromistkosti transportnykh zasobiv na miskykh marshrutakh. Zbirnyk naukovykh prats Ukrainskoho derzhavnoho universytetu zaliznychnoho transportu, (165).
23. Ponkratov, D.P., & Faletska, H.I. (2015). Vybir pasazhyramy shliakhu peresuvannia u mistakh: monohrafiia.
24. Lezhneva, O.I. (2019). Do pytannia vyznachennia ekolohichnykh kharakterystyk transportnykh potokiv. Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho avtomobilno-dorozhnoho universytetu, (86), 141–147.

Рецензент: доктор технічних наук, доцент Ю.О. Давідіч, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна.

Автор: ВАКУЛЕНКО Катерина Євгеніївна
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспортних систем і логістики
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – vakulenko.e@ukr.net
ID ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0164-9437

Автор: СОКОЛОВА Надія Анатоліївна
асистент кафедри транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – nad_s@ukr.net

Автор: ЛЕЖНЕВА Олена Іванівна
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри екології, Харківський національний автомобільно-дорожній університет
E-mail – legnevaelena@gmail.com
ID ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7743-6588

Автор: ВЄТУШКА Юлія Русланівна
магістр кафедри транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – Yuliia.Vietushka@kname.edu.ua

Автор: ШИЛЛЄ Наталя Вікторівна
асистент кафедри транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – Natalya.Shyllie@kname.edu.ua

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF THE CITY'S ROUTES' INDICATORS ON THE DECREASE IN PASSENGER INCOME AS A RESULT OF TRANSPORT FATIGUE

K. Vakulenko[1], N. Sokolova[1], E. Lezhneva[2], J. Vetushka[1], N. Shyllye[1]
[1]O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine
[2]Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine

One of the requirements of our time is a high-quality public transport service for passengers. Reliability and regularity of traffic, duration and comfort of the trip, traffic safety, availability of equipped and convenient stops - all this and many other factors affect the quality of passenger service. The peculiarities of the organization of passenger transportation, as well as the performance of city routes, affect the psychophysiological state of a person and, as a result, the functional state and the degree of passenger fatigue, which leads to a decrease in his income.

The study identified and analyzed the performance indicators of competing routes, which duplicate each other: bus route №276e and trolleybus route № 46. Based on the analysis of studies in the field of the quality of the provision of services by passenger transport, a survey form was formed on the quality of transportation on the routes of urban passenger transport. The assessment of the degree of consistency of experts' opinions using the Kendall coefficient of concordance indicates the consistency of expert opinions. Most of the criteria that were determined by passengers (interval of movement, the degree of filling and the service life of the vehicles) are indicators of the operation of the route, affect the passenger's transport fatigue and a decrease in the passenger's income.

The change in the level of transport fatigue of the passenger during the waiting periods and at the end of the route trip in general along the directions of movement and on the individual hauls of the routs are determined. When assessing the quality of transport service on routes, the obtained values of transport fatigue indicate that when using routes, the condition of passengers is assessed as "good". But, if we consider the state of the passenger while using the individual hauls of the routes, his transport fatigue changes significantly and is assessed as "satisfactory". The value of a decrease in passenger income on routes increases throughout the trip, due to the dense filling of the vehicle interior, which negatively affects the functional state of the passenger.

Under the existing conditions of passenger transportation on routes, the value of passenger fatigue and the value of passenger income reduction on bus route No. 276e exceeds the value of this indicator on the trolleybus route. To improve the organization of the bus route No. 276e, it is proposed to update vehicles and use buses with a larger passenger capacity (III class instead of I and II, which are used on the bus route now). After the implemented proposed measures for the busiest direction: the occupancy rate of the bus cabin decreased from 1,05 to 0,36, transport fatigue decreased from 5,5 points to 3,03 points, respectively, the value of the decrease in income from 60,55 UAH to 51,53 UAH.

Updating vehicles on the Kharkiv bus routes are an urgent problem that requires an immediate solution to improve the quality of passenger transportation. The use of obsolete vehicles on city bus routes affects not only the passenger's fatigue, but also the drivers and, as a result, the likelihood of an road traffic accident.

A significant adverse factor affecting the driver is the air pollution of the vehicle interior with harmful compounds, especially carbon monoxide.

Keywords: *urban passenger transport, passenger traffic, route, passenger, functional state, transport fatigue, decrease in passenger income, air pollution, harmful compounds, carbon monoxide.*