

О.В. Свічинська, К.В. Сергієнко

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

## ВИЗНАЧЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ РОЗПОДІЛУ ВИПАДКОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕСУВАНЬ ЗАСОБАМИ МІКРОМОБІЛЬНОСТІ

*В роботі представлено результати дослідження пересувань засобами мікромобільності в українських містах. Приводом для проведення такого дослідження послужив стрімкий ріст попиту на даний вид пересувань, які цілком можуть стати реальною альтернативою пішим пересуванням або поїздам на громадському транспорті на невеликій відстані. Отримані закономірності підтверджуються відповідними критеріями згоди на загальноприйнятому рівні значимості, що свідчить про доцільність вивчення попиту на досліджувані пересування і їх врахування при моделюванні транспортних систем міст.*

**Ключові слова:** мікромобільність, транспорт, попит, відстань пересування, опитування, мобільність, розподіл.

### Постановка проблеми

На сьогодні транспорт є запорукою стабільності економіки країни, і його глобальним завданням є підвищення продуктивності праці населення та зниження транспортних витрат. Для досягнення таких цілей важливо аналізувати ринок транспортних послуг та якісно планувати процес перевезення вантажів та пересування пасажирів.

Наразі пандемія коронавірусу спричинила хаос у галузі пересувань людей, особливо в першу пору, коли всі залишалися вдома, а дехто був вимушений шукати альтернативні засоби пересування.

В нашій країні все частіше можна зустріти велосипедистів, власників скутерів, людей, котрі пересуваються на електросамокаті, моноколесі або гіроборді. Всі ці сучасні пристрої є прямою альтернативою пішому або навіть транспортному пересуванню на невеликій відстані. У сучасному світі це відносять до засобів мікромобільності. Згадані засоби транспорту пропонують більш безпечні способи пересування, бо дозволяють пересуватися самостійно, на свіжому повітрі, контролювати соціальну дистанцію та мати меншу кількість контактів порівняно з громадським транспортом.

На даний момент тема мікромобільності недосить вивчена, особливо на території нашої країни, і тому є цікавою та актуальною. Інформація про попит на даний вид пересувань дозволить краще організувати інфраструктуру житлових районів, забезпечити безпеку пересування людей та користувачів засобів мікромобільності вулицями міста. В представленій роботі поставлено за мету визначити закономірності розподілу відстані пересування засобами мікромобільності на основі даних анкетного опитування. Наявність такої закономірності свідчатиме про доцільність подальшого вивчення цієї теми з метою дослідження саме попиту на пересування.

### Аналіз досліджень і публікацій

За кордоном пересування засобами мікромобільності за останні роки набуло значного поширення через ряд причин. Серед основних виділяють затори та забруднення навколишнього середовища [1–4]. Американські вчені відзначають, що мешканці в середньому втрачають 99 годин на рік через затори (згідно з Національною картою дорожніх показників за 2019 рік), а дорожній рух коштував американцям приблизно 88 млрд доларів, або в середньому майже 1400 доларів на водія. Тому міста змушені вирішувати свою транспортну кризу паралельно із занепокоєнням про викиди вихлопних газів. При цьому поширення використання засобів мікромобільності стає потужною альтернативою громадському та приватному автомобільному транспорту.

Ажіотаж у користуванні засобами мікромобільності спричинила пандемія Covid-2019 через, з одного боку, обмеженість пересувань громадським транспортом, з іншого – психологічну складову та «інстинкт самозахисту», коли частина людей стала користуватись раніше переліченими засобами [5, 6].

Вчені зазначають, що засоби мікромобільності в основному застосовуються споживачами на короткій відстані, як правило менше 5 миль, і таких поїздок у США близько 60 % [2, 7].

В нашій країні використання засобів мікромобільності також набуває неабиякої популярності, але жодної статистики досі не ведеться. З огляду на це було прийнято рішення проаналізувати підходи до збору подібної інформації у закордонних джерелах. Так, для отримання реальної інформації про функції даного виду транспорту зазвичай проводять опитування як особисто – опитуючи людей на вулиці, так і в соціальних мережах або використовуючи дані з мобільних додатків, розроблених саме для таких засобів пересування, або даних про місце

знаходження смартфонів. Віковий діапазон в таких дослідженнях складає від 15 до 50 років. Основні питання стосуються виду засобу пересування, мети його придбання та специфіки використання, відстані та швидкості пересування.

Серед основних цілей використання користувачі відмічають поїздки на роботу або до навчального закладу, які складають від 20 % до 55 % залежно від розміру міста (Портленд, Остін, Сан-Франциско). У Портленді та Остіні відмічається значне використання засобів мікромобільності під час розваг або відпочинку – від 28 % до 96 % [8]. Такі висновки кидають виклик традиційному підходу до моделювання попиту на поїздки, який базується на припущенні про прагнення людини скоротити свій час, вартість та відстань пересування.

Наглядно ріст інтенсивності користування засобами мікромобільності у таких містах як Нью-Йорк, Бостон, Чикаго, округ Колумбія, Гонолулу та Сан-Франциско в період 2010-2018 рр. можна побачити на рис. 1 [9].



Рис. 1. Результати опитування користувачів засобів мікромобільності у Нью-Йорку, Бостоні, Чикаго, окрузі Колумбія, Гонолулі та Сан-Франциско

Крім цього, вчені [9] відзначають, що використання засобів мікромобільності протягом року показало зменшення рівня забруднюючих викидів на 51–71% залежно від різновидності засобу.

Сьогодні мешканці понад 50 міст США використовують електроскутери та велосипеди як новий та зручний спосіб пересування містом. За місяць у місті Портленді нараховано 178 тис. поїздок сумарною відстанню понад 270 тис. миль [9]. У Санта-Моніці зафіксовано приблизно півмільйона поїздок і більше мільйона миль при використанні електричних скутерів. Крім цього, опитування у Сполучених Штатах також показало, що електричні скутери найбільш поширені серед громадян з низьким рівнем доходу.

В дослідженнях відмічається також психоемоційна складова. Виявляється, що користувачі засобів мікромобільності знаходяться в кращому настрої через цікавість та різноманітність поїздки, ніж автомобілісти або користувачі громадського

транспорту, для яких пересування є свого роду стресом (втомою чи дратівливістю). Тобто свобода і керованість, азарт під час їзди і зручність катання є найбільш бажаними властивостями при виборі поїздки на мікромобільних засобах.

Однак, позитивний настрій залежить також і від місця пересування – по тротуару чи проїжджій частині. Так, у Вашингтоні у місцевому законодавстві зазначено, що в центральній частині міста користувачі мікромобільного транспорту повинні пересуватися по спеціально відведеним смугам для велосипедистів, а рух по тротуарах дозволено лише за межами центральної частини. У Денвері навпаки – на електроскутерах та інших засобах можна пересуватись по тротуарам, але з обмеженням швидкості до 6 миль/год.

Очевидним є те, що при наявності таких засобів для пересування тротуари мають забезпечувати простір, якого має вистачити для безпечної їзди та пішої ходьби.

Проведені в роботах [1–4, 8] опитування свідчать, що більшість власників мікромобільного транспорту надають перевагу руху по окремій смузі руху (64–66% опитаних). Але фактом залишається те, що у будь-якій країні користувачі електросамокатів при відсутності велосипедної смуги повинні рухатись поруч з автомобілями, що спричиняє певний дискомфорт, наражає на небезпеку всіх учасників руху і впливає на швидкість усього транспортного потоку.

Отже ключовим питанням, з яким стикаються всі міста, є питання заходів, які необхідно реалізувати для створення нормальної інфраструктури, що забезпечить безпечне та комфортне зростання мікромобільності. Сюди ж відноситься і питання встановлення пристроїв для паркування мікромобільного транспорту.

За кордоном такі майданчики мають назву «меблева зона» [10]. Ця зона утворює прохід між бордюром і зоною, в яку входять елементи освітлення, лавки, кіоски, стовпи для комунальних послуг, ями для дерев та ін. «Мєблева зона» є, як правило, єдиним залишком місця на тротуарі, який може вмістити ці нові транспортні засоби. У багатьох містах Європи почали створювати «загони мікромобільності», де парковка на вулиці перероблена в бокс для постійного місця для цих транспортних засобів [10].

Відповіді на питання про організацію пересувань засобами мікромобільності та місць їх зберігання можливо отримати лише після вивчення відповідного попиту для кожного окремого міста.

## Виклад основного матеріалу

Для визначення основних характеристик пересування користувачів мікромобільного

транспорту на території нашої країни використано спеціально розроблену анкету, рис. 2.

У зв'язку з ситуацією, яка склалася в світі через пандемію, анкетування проводилося в режимі онлайн протягом одного тижня. Як засіб поширення анкети була обрана соціальна мережа Facebook [11].

В результаті в анкетуванні прийняли участь мешканці восьми міст: Харків, Київ, Одеса, Дніпропетровськ, Львів, Одеса, Кривий Ріг та Ужгород. Зведені дані за віком респондентів представлені в табл. 1.

### Анкета

опитування користувачів засобів мікро-мобільності

Вкажіть Вашу стать:  Ч  Ж  
 Вкажіть Ваш вік \_\_\_\_\_  
 В якому місті Ви проживаєте \_\_\_\_\_  
 Яким засобом мікро-мобільності Ви користуєтесь:  
 електросамокат  моно-колесо  електровелосипед  гірборд  інший \_\_\_\_\_

З якою метою Ви придбали даний засіб  
 Які фактори вплинули на покупку цього засобу \_\_\_\_\_  
 Які фактори впливають на вибір вашого маршруту пересування \_\_\_\_\_  
 Яка середня швидкість вашого пересування \_\_\_\_\_  
 На яку відстань Ви готові пересуватися на такому виді транспорту  
 Вкажіть початковий пункт відправлення (номер будинку, перехрестя, ТРЦ, ст. метро, зупинку і т.ін.) \_\_\_\_\_  
 Вкажіть кінцевий пункт прибуття  
 Ви переважно пересуваєтесь  по тротуару  проїжджою частиною

Дякуємо за увагу!

Рис. 2. Анкета для опитування користувачів засобів мікромобільності

Таблиця 1.  
Розподіл користувачів засобів мікромобільності за віком

Міста	Вік користувачів, роки						
	10-15	16-18	18-21	21-25	25-28	28-35	35-40
Київ	1	4	6	5	4	2	-
Харків	-	3	5	8	6	1	2
Дніпро	-	1	4	5	5	2	-
Львів	-	1	2	6	4	-	-
Одеса	-	3	3	4	3	1	-
Кривий Ріг	-	2	3	3	2	-	1
Ужгород	-	1	1	3	1	1	-

Було встановлено, що даний вид транспорту найбільш поширений серед людей віком від 15 до 40 років. Причини придбання досить різні. Наприклад, користувачі від 15 до 25 років купують засіб мікромобільності через те, що це надзвичайно модно. Користувачі від 25 до 40 років використовують його, тому що це зручно і виключає постійні витрати на паливо. Є ті, хто обирають цей транспорт, знаходячи його екологічно чистим. Додатковою метою використання, наприклад, електросамокату було зазначено роботу у службі доставки.

Зведені дані за видом засобу транспорту представлені у табл. 2, з якої видно, що більшість людей обирає електросамокати. На другому місці категорія «Інший», до якої віднесено – самокати,

велосипеди, скейтборди. На третьому місці – категорія «Електровелосипед», і на четвертому – користувачі моноколеса.

Таблиця 2.  
Характеристика користувачів засобів мікромобільності за видом транспорту

Місто	Вид засобу транспорту			
	Електро-самокат	Моноко-лесо	Електро-велосипед	Інший
Київ	9	3	5	5
Харків	7	3	6	9
Дніпро	6	1	4	6
Львів	6	2	3	2
Одеса	7	2	3	2
Кривий Ріг	4	-	3	4
Ужгород	3	1	-	3

Максимальна швидкість, яку користувачі відмічають при користуванні, складає 50 км/год.

Відстань, на яку пересуваються користувачі у віці від 20 до 40 років, знаходиться в межах 0,5-5 км, користувачі віком 15 до 20 років використовують пристрої, як правило, на території двору або ж спеціального майданчику.

Відстані пересування, отримані за результатами обстеження, представлено в табл. 3.

В даній роботі пропонується визначити

закономірність розподілу відстані та швидкості пересування користувачів засобів мікромобільності. Отримані закономірності дозволять прогнозувати

ймовірність настання цих випадкових величини при моделюванні попиту на відповідні пересування.

Таблиця 3.

Відстань пересування користувачів засобів мікромобільності

Місто	Відстань руху, м						
	до 500	500-1500	1500-2500	2500-3500	3500-4500	4500-5000	від 5000
Київ	-	1	3	4	6	3	5
Харків	1	2	4	4	5	5	4
Дніпро	-	1	3	3	3	4	3
Львів	1	2	3	3	2	2	-
Одеса	1	2	2	3	2	2	2
Кривий Ріг	-	2	3	2	2	1	1
Ужгород	-	2	2	-	1	2	-

Так, використовуючи дані анкетування, було отримано перелік значень відстаней пересування для всіх досліджених міст та встановлено закономірність їх розподілу, рис. 3.

Окремо було визначено розподіл відстаней пересування у м. Харків, рис. 4.

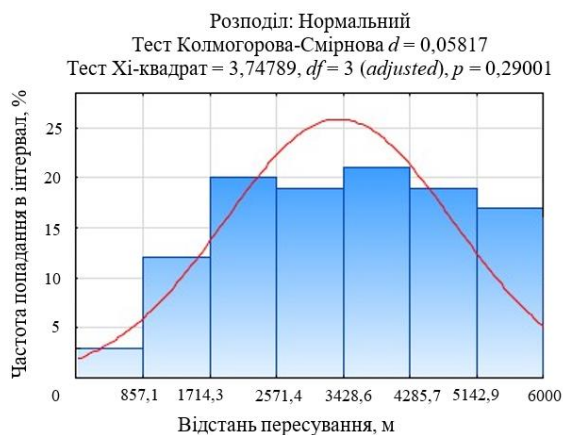


Рис. 3. Закономірність розподілу відстаней пересування засобами мікромобільності у містах України

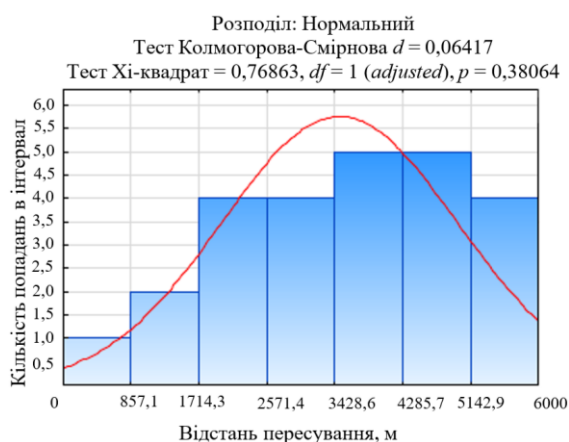


Рис. 4. Розподіл відстаней пересування засобами мікромобільності у місті Харків

Гіпотеза про можливість опису отриманих відстаней пересувань нормальним законом розподілу

перевірялась із застосуванням критерію Комогорова-Смірнова та тесту Хі-квадрат на рівні значимості 5 %, і в результаті не була спростована [12].

Отже, для визначення ймовірності здійснення пересування засобами мікромобільності на певну відстань можна використовувати нормальний розподіл з наступними параметрами: середнє значення – 3369,3 м, стандартне відхилення – 1414,5 м.

## Висновки

В результаті проведеного дослідження встановлено, що відстані пересування користувачів засобів мікромобільності у містах України відповідають нормальному закону розподілу.

Зібрані в ході дослідження дані свідчать, що на пересування засобами мікромобільності в Україні дійсно є попит, і його доцільно вивчати і враховувати при моделюванні транспортних систем міст.

Напрямок подальших досліджень є продовження анкетування в місті Харків та використання очікуваних даних для транспортного моделювання в спеціальному програмному забезпеченні.

## Література

1. Choron, R. The integration of electric scooters: useful technology or public health problem / R. Choron, J. Sakran // *American journal of public health.* – 2019. – Vol. 4. – P. 555–556. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2019.304955>.
2. Clewlow, R. The micro-mobility revolution: the introduction and adoption of electric scooters in the united states / R. Clewlow // *Transportation research board 98th annual meeting in Washington.* – 2019. – Vol. 13. – P. 13–17.
3. Oeschger, G. Micromobility and public transport integration: The current state of knowledge Part D / G. Oeschger, C. Paraic, B. Caulfield // *Transportation research.* – 2020. – Vol. 89. – 21 p. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102628>.
4. Kager, R. Characterisation of and reflections on the synergy of bicycles and public transport / R. Kager, L. Bertolini, M. Te Brömmelstroet // *Transport. Res. Part A: Policy Practice.* – 2016. – Vol. 85. – P. 208–219.

<https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.01.015>.

5. Илькевич, С.В. Джерела формування конкурентних переваг сервисів прокату / С.В. Илькевич // Стратегічні рішення й ризик менеджменту. – 2019. – Т. 10, № 3. – С. 238–251.

<https://doi.org/10.17747/2618-947X-2019-3-238-251>

6. Environmental performance of micromobility modes in Paris: preliminary results using life cycle assessment / A. de Bortoli, I. Sanchez, M. A. Lomasso, Z. Christoforou. – Paris, 2019. – 8 p.

7. Miramontes, M. Impacts of a multimodal mobility service on travel behavior and preferences: user insights from Munich's first mobility station / M. Miramontes, M. Pfertner, H.S. Rayaprolu, M. Schreiner, G. Wulfhorst // *Transportation*, 2017. – Vol. 44 (6). – P. 1325–1342.

<https://doi.org/10.1007/s11116-017-9806-y>.

8. Trend or fad? Deciphering the enablers of micromobility in the U.S. [Электронный ресурс] / A Report of SAE international. – Режим доступа : <https://www.sae.org/binaries/content/assets/cm/content/topics/micromobility/sae-micromobility-trend-or-fad-report.pdf>. – 2019. – Загл. с экрана.

9. Moller, H. T. Micromobility: Moving cities into a sustainable future / H. T. Moller, J. Simlett, E. Mugnier // *Report by the international transport forum OECD. Safe Micromobility*. – 2020. – 36 p.

10. Сагінова, О.В. Міжнародний досвід розвитку мобільності в мегаполісі / О.В. Сагінова // *Актуальні питання економіки*. – 2019. – № 1. – С. 70–81.

<https://doi.org/10.24411/2071-6435-2019-10069>

11. facebook.com : Соціальна мережа [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <https://www.facebook.com/>. – Загл. з екрану.

12. Вентцель Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения : учебное пособие / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – 5-е изд., стер. – Москва : ЮСТИЦИЯ, 2018. – 480 с.

## References

1. Choron, R. & Sakran J. (2019). The integration of electric scooters: useful technology or public health problem. *American Journal of Public Health*, 4, 555-556. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2019.304955>.

2. Clewlow, R. (2019). The micro-mobility revolution: the introduction and adoption of electric scooters in the united states. *Transportation Research Board 98th Annual Meeting in Washington*, 13, 13–17.

3. Oeschger, G. Paraic, C. & Caulfied, B. (2020). Micromobility and public transport integration : The current state of knowledge Part D. *Transportation Research*, 89, 21. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102628>.

4. Kager, R., Bertolini L. & Te Brömmelstroet, M. (2016). Characterisation of and reflections on the synergy of bicycles

and public transport. *Transport. Res. Part A: Policy Practice*, 85, 208–219. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.01.015>.

5. Ilkevich, S.V. (2019) Dzherela formuvannya konkurentnikh perevag servisiv prokatu. *Strategichni Rishennya j Rizik Menedzhmentu*, 3, 238–251.

<https://doi.org/10.17747/2618-947X-2019-3-238-251>

6. de Bortoli, A., Sanchez, I., Lomasso, M.A. & Christoforou, Z. (2019). Environmental performance of micromobility modes in Paris: Preliminary Results Using Life Cycle Assessment, (July).

7. Miramontes M., Pfertner M., Rayaprolu H.S., Schreiner M., Wulfhorst G. (2017). Impacts of a multimodal mobility service on travel behavior and preferences: user insights from Munich's first mobility station. *Transportation*, 44, 1325–1342. <https://doi.org/10.1007/s11116-017-9806-y>.

8. Chang, A.Y. Luis M., Clewlow R., Sun L. (2019) Trend or fad? Deciphering the enablers of micromobility in the U.S. A Report of SAE international, 12. Retrieved from <https://www.sae.org/binaries/content/assets/cm/content/topics/micromobility/sae-micromobility-trend-or-fad-report.pdf>

9. Moller, H. T., Simlett J., Mugnier E. (2020). Micromobility: Moving cities into a sustainable future. *Report by the International Transport Forum OECD. Safe Micromobility*, 36.

10. Saginova, O.V. (2019). Mizhnarodnij dosvid rozvitku mobilnosti v megapolisi. *Aktualni Pitannya Ekonomiki*, 1, 70–81. <https://doi.org/10.24411/2071-6435-2019-10069>.

11. facebook.com : Socialna mreza [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupu : <https://www.facebook.com/>. – Zagl. z ekranu.

12. Venttsel E.S., Ovcharov L.A. (2018). Teoriya veroyatnostej i ee inzhenernye prilozheniya : *Uchebnoe Posobie* 5, 480.

**Рецензент:** д. т. н., проф., зав. каф. організації і безпеки дорожнього руху І.С. Наглюк, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна.

**Автор:** СВИЧИНСЬКА Ольга Володимирівна кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних систем і логістики, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

E-mail – [svichinskayaolga@gmail.com](mailto:svichinskayaolga@gmail.com)

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3424-3401>

**Автор:** СЕРГІЄНКО Катерина Валеріївна магістр факультету транспортних систем, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

E-mail – [ekaterinushka2310@gmail.com](mailto:ekaterinushka2310@gmail.com)

## DETERMINATION OF THE REGULARITIES IN THE RANDOM PARAMETERS OF THE TRIPS MADE USING THE MICROMOBILITY VEHICLES

O. Svichynska, K. Serhiienko

Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine

*The paper is devoted to the analysis of the current usage of micromobility vehicles by the population in the world and Ukraine. It is appeared to be that these vehicles are a quite widespread mean of travelling for short distances.*

*This way of travelling became even more actual during the restrictions on the trips by public transport caused by the Covid-19 pandemic. Micromobility vehicles are the real alternative to trips by foot or transport because they allow users to travel safely, independently and in the fresh air as well as control the social distance and decrease the contacts compared to public transport.*

*Also, the paper presents the questionnaire developed by the authors, and the results of the intermediate survey which allowed determining the type of micromobility vehicle (e-bike, e-scooter, electric unicycle, bicycle, etc.), age of the respondents, travel speed, and the distance which the respondents are ready to cover.*

*During the survey, it was determined that most people choose e-scooters while e-bikes are not so widely used. The maximal travelling speed appeared to be equal to 50 km/h, and the maximal trip length – 5 km.*

*The recorded trip lengths allowed defining the trip length distribution for all cities under study and, particularly, for the city of Kharkiv. The trip length distribution appeared to be normal that was confirmed by the Kolmogorov-Smirnov and Chi-square test at the significance level of 5%. Also, the survey results show that there exists a demand for trips by micromobility vehicles, and it is necessary to research this demand and take it into account during transport modelling.*

*The overall authors' goal is the estimation of the demand for the trips by micromobility vehicles which will allow researchers to take these trips into account when developing or correcting transport models. Therefore, it will support the development of the city infrastructure taking into account the needs of the users of micromobility vehicles. In future, it will improve traffic safety for all road users.*

*Generally, the paper is devoted to the actual issues related to the level of service and safety of road users under the conditions of the growing demand for the use of the means of micromobility.*

**Keywords:** micromobility, transport, demand, trip length, survey, mobility, distribution.