

**К. Г. Ковцур**, доц., канд. техн. наук, **І. І. Оленчук***Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків, Україна**e-mail: kovtsyr@ukr.net*

## Каршерінг як інструмент розвитку сталої міської мобільності (на прикладі м. Тернопіль)

Розглянуто каршерінг як перспективний інструмент розвитку сталої міської мобільності в Україні на прикладі м. Тернопіль. Визначено основні транспортні та екологічні проблеми, пов'язані з інтенсивною автомобілізацією. Проаналізовано сучасні моделі каршерінгу, а також тенденції розвитку українського ринку цієї послуги. Розроблено підхід до оцінки витрат на впровадження каршерінгової компанії, що включає початкові та експлуатаційні витрати. Запропоновано оптимальні місця розташування станцій каршерінгу в місті Тернопіль із урахуванням транспортної логістики та пасажиропотоків. Доведено, що впровадження каршерінгу сприяє зменшенню кількості приватних автомобілів, скороченню викидів оксиду вуглецю, зниженню транспортних заторів і підвищенню якості життя мешканців.

**каршерінг, міська мобільність, сталий розвиток, станція каршерінгу транспортна інфраструктура**

**Постановка проблеми.** Сучасні великі міста стикаються з низкою транспортних проблем, зумовлених інтенсивним ростом автомобілізації, обмеженими ресурсами вулично-дорожньої мережі та підвищеним рівнем екологічного навантаження. Збільшення кількості приватних автомобілів спричиняє перевантаженість транспортної інфраструктури, затримки у русі, зростання кількості дорожньо-транспортних пригод і суттєве погіршення екологічної ситуації. У відповідь на ці виклики впроваджуються сучасні концепції мобільності, серед яких каршерінг є одним із найбільш перспективних напрямів.

На сьогодні каршерінг є альтернативним варіантом індивідуального транспорту, використання якого дозволить зменшити витрати на перевезення, зменшити кількість автомобілів на дорогах, тим самим зменшити час у заторах, і підвищити ефективність використання транспортної інфраструктури [1]. Водночас, впровадження каршерінгу в нових районах обслуговування (містах) потребує детального аналізу та оцінки їхньої доцільності з врахуванням конкретних умов міста та його особливостей. Основними факторами, що впливають на ефективність впровадження каршерінгу в новий район обслуговування, є чисельність населення, експлуатаційні витрати автомобілів, наявність або капітальні витрати на створення інфраструктури для паркування та зарядних станцій електромобілів. Проблемним та до кінця невизначеним й досі залишається нормативно-правове регулювання впровадження каршерінгу та його використання.

З огляду на ці тенденції, найбільший потенціал розвитку каршерінгу зберігається саме у великих містах з високою щільністю населення, значною транспортною активністю та наявною інфраструктурою для підтримки альтернативних моделей мобільності.

На ринку каршерінгу в Україні представлені два основні оператори: Getmancar та Mobilecar. Getmancar є лідером у цьому сегменті, пропонуючи різноманітні автомобілі та тарифи, тоді як Mobilecar спеціалізується виключно на електричних автомобілях.

Розвиток ринку каршерінгу в Україні почався у 2017 році. Спершу послуга з'явилася в Одесі та Києві, а тепер каршерінг доступний у містах Київ, Дніпро та Одеса.

Мапу покриття зон каршерінгу та вільних автомобілів в Києві та Дніпрі наведено на рисунку 1 та 2 відповідно. Компанія Getmancar також запускала тестовий сервіс у Львові, надаючи можливість пересуватися Львівською, Тернопільською, Івано-Франківською, Закарпатською і Волинською областями. Однак після завершення тестування ця послуга у Львові більше не працює. З огляду на особливості ринку, каршерінг користується більшим попитом саме у великих містах.

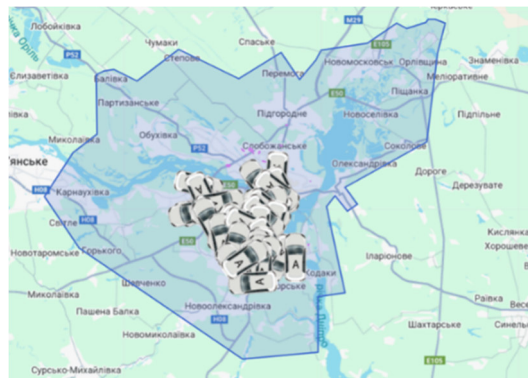


Рисунок 1 – Мапа зон каршерінгу та вільних автомобілів в м. Дніпро компанії Getmancar  
Джерело: розроблено на підставі [2]



Рисунок 2 – Мапа зон каршерінгу та вільних автомобілів в м. Київ компанії Getmancar  
Джерело: розроблено на підставі [2]

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Останні наукові дослідження підтверджують значний потенціал каршерінгу як інструменту оптимізації транспортних потоків у містах.

Так в роботі [3] на прикладі міст Північної Америки проведе дослідження, за результатами якого відзначається скорочення сумарного пробігу учасників на 27 % в рамках одного домогосподарства. Слід розуміти, що такий результат не може бути універсальний, а буде безпосередньо залежати від кількості автомобілів в одному домогосподарстві, готовності власників відмовитись від використання власного автомобіля та розвиненості інфраструктури каршерінгу. Дослідження показали, що середня відстань поїздки американців більша, ніж канадців, а отже і ефект від провадження каршерінгу є більш очевидний саме для американців. Автори відзначають, що каршерінг стає сталим варіантом для задоволення потреб у пересуванні населення автомобілями у містах Північної Америки, що може бути притаманне і для великих міст України.

Також дослідження вказують на те, що впровадження каршерінгу зменшує кількість приватного автомобіля через можливість надання доступу до автомобіля «за вимогою». Так при використанні модуля round-trip (станційний каршерінг) майже 20 %

користувачів після використання каршерінгу продали власний автомобіль і майже половина відклали або зовсім відмовилися від купівлі нового автомобіля [4]. Слід зазначити, що такі результати досягаються саме в великих містах із розвинутою транспортною мережею.

Дослідження у сфері інтеграції каршерінгу з громадським транспортом демонструють значні переваги для міської мобільності. Каршерінг, на рівні з електросамокатами та велосипедами, може стати доповненням до громадського транспорту, забезпечуючи так звану «останню милю» – поїздки від транспортних вузлів до кінцевих пунктів призначення, наприклад, від зупинки громадського транспорту до дому чи офісу. Така інтеграція каршерінгу в транспортні системи громадського транспорту в країнах Європи є розповсюдженою практикою.

Слід відзначити, що теоретичних доробок щодо ефективності використання каршерінгу достатня кількість, хоча практичного підтвердження цьому обмаль. Так в роботі [5] зазначено, що параметр «car sharing option» не є статистично значущим у моделях придбання, продажу або заміни автомобіля. Хоча окремі характеристики каршерінгу, такі як, наприклад, відстань до станції каршерінгу, мають помірний вплив. Побудовані емпіричні моделі оцінки впливу самої наявності опції каршерінг підтверджують гіпотезу, що для досягнення ефекту від впровадження каршерінгу та для зменшення рівня автомобілізації необхідно поєднувати розвиток каршерінгу з інформаційними заходами та стимулюючою транспортною політикою.

Так вчені відзначають, що впровадження каршерінгу сприяє зменшенню викидів парникових газів в атмосферу в великих містах. Такий результат досягається не через технічні аспекти, а як баланс між тими, хто з учасників залишив в використанні особистий транспорт, тими, хто перейшов на запропоновану систему каршерінгу з особистого транспорту, та тими, хто не мав особистого транспорту, а перейшов до використання каршерінгу. Так в роботі [6] зазначають, що збільшення кількості зарядних станцій для електроавтомобілів до 50% від кількості бензинових станцій збільшить ймовірність використання електрокарів у каршерінгу, тим самим скорочуючи викиди CO<sub>2</sub> на 655 773 т / рік. Отже ефективність каршерінгу зростає зі збільшенням кількості заправних та зарядних станцій. В роботі представлено три типи емпіричних моделей вивчення впливу зміни режиму пересування на викиди оксиду вуглецю: модель змішаного логіту, бінарна логіт-модель (для аналізу готовності відмовитися від володіння транспортним засобом чи запланованої покупки автомобіля) та модель визначення міри заміни приватного транспорту чи громадського транспорту каршерінгом, та як це вплине на мобільність.

Для більш ефективного впровадження каршерінгу в існуючу транспортну систему доцільним буде розробка єдиної цифрової платформи, де б інтегрувались різні види транспорту [7-8]. Такий застосунок дав би змогу оплатити за послуги використання транспорту (одноразова поїздка, використання наскрізного тарифу або різних типів місячних абонементів), сформувати раціональний маршрут і спрогнозувати час прибуття до пункту призначення. Така платформа дозволяє отримати більш точну інформацію про мобільність населення для управління транспортною системою міст.

В наукових дослідженнях [9-10] зазначають необхідність державного субсидування каршерінгу. Так для успішної інтеграції каршерінгу у концепцію «мобільність як послуга» (MaaS) необхідне державне фінансування. Під MaaS слід розуміти інтеграцію різних видів транспорту в єдину цифрову платформу, яка дозволяє користувачу планувати, бронювати та оплачувати поїздки через один сервіс. В роботі

[10] відмічають, що попередні ініціативи МaaS не завжди досягали бажаних результатів через невідповідність з транспортними потребами користувачів.

На основі аналізу літературних джерел виявлено важливість інтеграції електричного каршерінгу в концепцію сталого розвитку міського транспорту та необхідність державного дофінансування каршерінгу. Але слід розуміти, що рішення щодо впровадження каршерінгу не є універсальними, часто є специфічними для конкретного міста, тому їх важко масштабувати і адаптувати під «новий» район обслуговування.

**Постановка завдання.** З метою сталого розвитку міської мобільності міст України актуальним є розробка науково-обґрунтованих підходів оцінки ефективності впровадження каршерінгу у великих містах України. Для цього стає доцільним визначення ключових факторів, що чинять вплив на ефективність впровадження каршерінгу в районах обслуговування.

Для досягнення цієї мети передбачається вирішення таких завдань:

- дослідити існуючі моделі каршерінгу та їх адаптацію до умов українських міст;
- провести аналіз критеріїв ефективності впровадження каршерінгової компанії;
- розробити методiku визначення витрат на впровадження каршерінгової компанії.

**Виклад основного матеріалу.** Каршерінг (англ. carsharing – спільне використання автомобіля) є альтернативою для звичної моделі використання автомобілем. Під каршерінгом розуміють користування автомобілем декількома особами. Використання каршерінгу має багато переваг: перш за все дозволяє швидко та зручно вирішити потребу в пересуванні, крім того дозволяє зменшити витрати, що пов'язані з утриманням приватного автомобіля.

Аналіз літературних джерел щодо впровадження каршерінгу та практики його використання дозволили встановити, що виділяють три групи каршерінгу за способом наданих послуг: Free-floating, Peer-to-peer та Fractional.

Free-floating (Вільний каршерінг) – це короткострокова оренда автомобіля з можливістю завершення поїздки в будь-якій зручній для водія точці або на спеціально позначених парковках. Таку модель впроваджують каршерінгові компанії, які активно розвиваються як на світовому, так і на українському ринку. Цей формат оренди з оплатою за хвилину або годину зазвичай використовується для коротких поїздок містом.

Peer-to-peer (P2P) каршерінг – це модель оренди автомобілів, що працює за принципом класичного каршерінгу, але автомобілі здебільшого знаходяться у приватній власності або належать компаніям, чия основна діяльність не пов'язана з орендою чи прокатом автомобілів [5]. Оренда автомобілів від приватних осіб здійснюється переважно через онлайн-платформи, які об'єднують усі приватні пропозиції на одному майданчику. Ця модель широко поширена в США, де найбільше відомі такі компанії, як Turo і Getaround.

Пропонується впровадити каршерінг в місті Тернопіль. Це обласний центр з населенням близько 250 тисяч людей, що робить його ідеальною платформою для запуску каршерінгу. Окрім цього, впровадження каршерінгу сприятиме зменшенню кількості приватних автомобілів на дорогах Тернополя, що позитивно позначиться на екологічній ситуації [6, 7]. Запуск каршерінг-системи також сприятиме створенню нових робочих місць і розвитку концепції «розумного міста», підвищуючи якість життя та транспортного обслуговування мешканців міста [8].

Один каршерінг-автомобіль може замінити до (10–15) приватних автомобілів, оскільки люди відмовляються від особистих автомобілів на користь спільного користування транспортом. Багато компаній, що надають послуги з оренди автомобілів, такі як ECOAuto, UNIT.City, Getmancar, використовують саме автомобілі з електричними двигунами, що дозволяє мінімізувати викиди оксидів вуглецю у містах. [9, 10].

Практика впровадження такого виду оренди автомобілів показала, що користувачі каршерінгу зазвичай планують свої поїздки завчасно, формують раціональні маршрути, іноді поєднуючі використання орендного і громадського транспорту.

Критерієм ефективності впровадження каршерінгової компанії є витрати. Цільова функція витрат на впровадження каршерінгової компанії виглядатиме наступним чином:

$$S_{\text{кш}}(n_{\text{ст}}, n_{\text{авт}}, \delta_{\text{пр}}) = B_{\text{авт}}(n_{\text{авт}}, n_{\text{ст}}) + B_p(\delta_{\text{пр}}, n_{\text{авт}}) + B_{\text{пр}}(n_{\text{ст}}, \delta_{\text{пр}}) + B_{\text{д}}(n_{\text{ст}}, \delta_{\text{пр}}) \rightarrow \min, \quad (1)$$

де  $n_{\text{ст}}$  – кількість станцій каршерінгу, од.;

$n_{\text{авт}}$  – кількість рухомого складу каршерінгу, од.;

$\delta_{\text{пр}}$  – коефіцієнт недовикористання провізних можливостей автопарку;

$B_{\text{авт}}$  – витрати на закупівлю автомобілів, грн.;

$B_p$  – витрати на ремонт рухомого складу, грн.;

$B_{\text{пр}}$  – витрати від простою автомобіля на каршерінгових станціях, грн.;

$B_{\text{д}}$  – витрати на доставку автомобілів до каршерінгових станцій, грн.

Виходячи з невеликих розмірів м. Тернопіль, кількість станцій каршерінгу не планується збільшувати, тому вона буде постійною і дорівнюватиме трьом

$$n_{\text{ст}} = \text{const}, \quad (2)$$

При плануванні витрат закладено, що витрати на закупівлю рухомого складу не мають перевищувати 7 500 000 грн., тому:

$$B_{\text{авт}} \leq 7500000 \text{ грн.} \quad (3)$$

Витрати від простою автомобіля на каршерінгових станціях та від доставки автомобілів до каршерінгових станцій не можуть перевищувати чистий прибуток компанії, що запускає сервіс.

$$B_{\text{д}}, B_{\text{пр}} \leq \Pi_{\text{чист}}. \quad (4)$$

*Математична постановка задачі.* Для визначення загальної суми витрат, задіяних на впровадження каршерінгу в Україні, по-перше, треба зазначити, що всі витрати можна поділити на дві групи – капітальні витрати, тобто витрати які з'являються на початку комерційної діяльності підприємства, та витрати експлуатаційні – це витрати, які з'являються за час роботи компанії. Тож, для визначення капітальних (початкових) витрат використовується формула:

$$C_{\text{поч}} = C_{\text{авт}} + C_{\text{станц}} + C_{\text{інф}} + C_{\text{марк}}, \text{ грн.}, \quad (5)$$

де  $C_{\text{авт}}$  – витрати на закупівлю автомобілів, грн.;

$C_{\text{станц}}$  – витрати на облаштування станцій каршерінгу, грн.;

$C_{\text{інф}}$  – витрати на облаштування інформаційного забезпечення: система обліку, технічна підтримка, GPS-трекінг, розробка застосунку, тощо, грн.;

$C_{\text{марк}}$  – витрати, пов'язані з маркетингом, тобто витрати на рекламні кампанії, грн.

Для визначення експлуатаційних витрат використовується формула:

$$C_{\text{експл}} = C_{\text{обсл}} + C_{\text{страх}} + C_{\text{ПММ}} + C_{\text{з.п.}} + C_{\text{аморт}}, \text{ грн} \quad (6)$$

де  $C_{\text{обсл}}$  – витрати на технічне обслуговування автомобілів, грн.;

$C_{\text{страх}}$  – страхові витрати на автопарк, грн.;

$C_{\text{ПММ}}$  – витрати на паливо (або зарядку для електрокарів) та мастильні матеріали, грн.;

$C_{\text{з.п.}}$  – витрати на заробітну платню персоналу компанії, грн.;

$C_{\text{аморт}}$  – амортизаційні витрати автомобілів, грн.

Загальні витрати за період, наприклад, рік, визначаються як:

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{поч}} + \sum_{i=1}^n C_{\text{експл}}, \text{ грн.} \quad (7)$$

де  $n$  – кількість облікових періодів (зазвичай, місяців або років).

Для визначення операційних доходів каршерінгового підприємства маємо:

$$D = T_{\text{хв}} \cdot N_{\text{хв}} + T_{\text{год}} \cdot N_{\text{год}} + T_{\text{доб}} \cdot N_{\text{доб}}, \text{ грн.} \quad (8)$$

де  $T_{\text{хв}}$  – тариф похвилинний, грн./хв.;

$T_{\text{год}}$  – тариф погодинний, грн./год.;

$T_{\text{доб}}$  – тариф подобовий, грн./доба.;

$N_{\text{хв}}$  – кількість хвилин оренди, хв.;

$N_{\text{год}}$  – кількість годин оренди, год.;

$N_{\text{доб}}$  – кількість діб оренди, діб.

*Вибір місця розташування каршерінгових станцій.* Запропоноване місцерозташування каршерінгових станцій, що пропонується з огляду на щільність населення районів міста, доступність до головних транспортних вузлів, зображено на рисунку 3.

Автовокзал Тернополя є одним із найбільш доцільних місць для розташування станції каршерінгу завдяки своїй ключовій ролі в транспортній системі міста. Щодня через автовокзал проходять тисячі пасажирів, що створює стабільний потік потенційних користувачів послуг каршерінгу. Важливість цього вузла підсилюється тим, що він обслуговує не лише міські маршрути, а й приміські та міжміські. Саме тому автовокзал є раціональним місцем для впровадження каршерінгу, адже він є пасажироутворюючим та пасажиропоглинаючим пунктом.

Наявність біля автовокзалу супермаркету Novus підвищує привабливість каршерінгу. Також слід відзначити близькість розташування такої станції до центрального ринку Тернополя, який є одним з найбільших в місті. Наявність таких пасажироутворюючих місць збільшить попит на такий вид оренди транспорту, що дозволить зменшити термін окупності каршерінгу.

Близькість розташування каршерінгової станції до зупинки громадського транспорту дозволить інтегрувати її у транспортну мережу міста. Пасажири, у яких час на очікування громадського транспорту обмежений, можуть легко перейти на каршерінг, що забезпечить гнучкість у виборі маршрутів. Таким чином, розташування станції каршерінгу на автовокзалі Тернополя створює зручний, багатофункціональний транспортний вузол, що сприятиме зростанню попиту на послуги каршерінгу серед мешканців і гостей Тернополя. Запропоноване розташування станції каршерінгу наведено на рисунку 4.

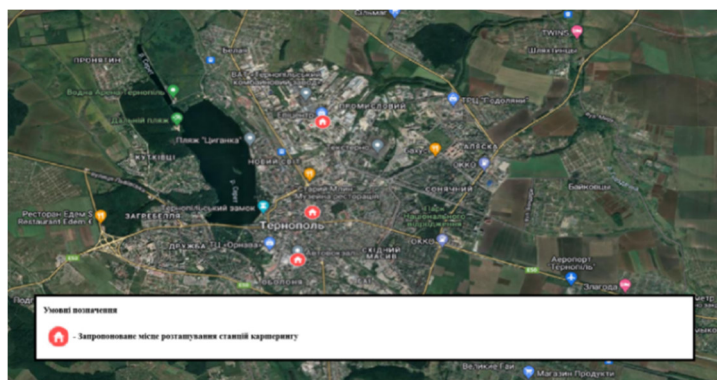


Рисунок 3 – Місцезорозташування каршерінгових станцій

Джерело: розроблено авторами з використанням GoogleMaps

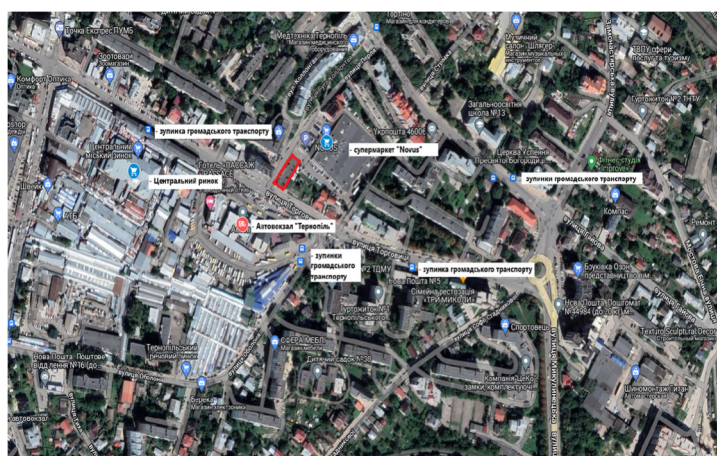


Рисунок 4 – Запропоноване розташування станції каршерінгу в районі автовокзалу

Джерело: розроблено авторами з використанням GoogleMaps



Рисунок 5 – Запропоноване місцезорозташування каршерінгової станції біля ТЦ «Епіцентр»

Джерело: розроблено авторами з використанням GoogleMaps

Для розташування другої каршерінгової станції пропонується обрати торговельний центр «Епіцентр» по вулиці Поліській, 7, що знаходиться у промисловому районі міста. «Епіцентр» є одним із найбільших торговельних центрів Тернополя, має велику кількість відвідувачів, які здійснюють покупки. Таке розташування каршерінгової станції буде зручним для відвідувачів торговельного центру, які

приїжджають із передмість чи віддалених районів Тернополя. Друга каршерінгова станція може розміщуватись безпосередньо на парковці торговельного центру, що забезпечить швидкий доступ до орендних автомобілів. Запропоноване місцезнаходження каршерінгової станції наведено на рисунку 5.

З огляду на критерії вибору місцезнаходження каршерінгових станцій, пропонується третю станцію розмістити біля залізничного вокзалу Тернополя. Вибір обумовлюється наявністю значного пасажиропотоку. Щодня вокзал приймає велику кількість пасажирів як із інших міст, так і з передмість, створюючи стабільний потік потенційних користувачів каршерінгових послуг. Каршерінг виступить альтернативою таксі або громадському транспорту. Пасажири зможуть обирати найбільш зручний варіант для конкретної поїздки. Таке розташування сприяє розвитку концепції мультимодального транспорту, коли громадський транспорт, каршерінг та інші сервіси доповнюють один одного. Запропоноване місце розташування каршерінгових станцій наведено на рисунку 6.



Рисунок 6 – Запропоноване розташування станції каршерінгу в районі залізничного вокзалу  
Джерело: Джерело: розроблено авторами з використанням GoogleMaps

**Висновки.** Впровадження каршерінгу у міських умовах, зокрема у місті Тернопіль, є перспективним рішенням, що може суттєво покращити транспортну ситуацію, знизити рівень заторів і сприяти екологічному розвитку. В той же час залишається ряд проблем, які потребують ретельного вирішення, такі як недостатня кількість автомобілів у віддалених районах міст, проблема з інфраструктурою зарядок електричних автомобілів, а також безпека та страхування. Для впровадження каршерінгу необхідно розробити ефективну тарифну політику, забезпечити наявність спеціальних паркувальних зон та адаптувати нормативно-правову базу для підтримки цього виду сервісу.

Проведений аналіз показує, що місто Тернопіль має всі необхідні передумови для впровадження каршерінгової системи, враховуючи такі характеристики району обслуговування як площа, щільність населення та транспортну мобільність населення. Для реалізації проекту з запуску системи каршерінгу в м. Тернопіль запропоновано місця розташування станцій поблизу основних транспортних вузлів міста, таких як автовокзал, торговий центр «Епіцентр» та залізничний вокзал.

Методика оцінки витрат на впровадження каршерінгу охоплює такі статті витрат, як закупівля автопарку, витрати на інфраструктуру (пункти зарядки,

паркування), витрати на технічне обслуговування та страхування автомобілів, а також витрати на розробку та підтримку програмного забезпечення для управління системою. Змінними моделі витрат на впровадження каршерінгу є кількість станцій каршерінгу, кількість рухомого складу каршерінгу та коефіцієнт, що враховує недовикористання провізних можливостей автопарку. Крім цього слід врахувати амортизацію автомобілів, операційні витрати, витрати на управління сервісом, маркетингові витрати на залучення користувачів, а також потенційні ризики, що можуть виникнути через зміни в попиті або зовнішньому середовищі.

Попит на каршерінг для даного району залишається невизначеним і потребує уточнення. Для оцінки попиту на даний сервіс в подальшому планується проведення анкетування мешканців міста щодо частоти здійснення поїздок, рівня витрат на пересування, готовності користуватися каршерінгом. Визначення сегменту ринку дозволить промодельовувати роботу сервісу з урахуванням потреб користувачів, оцінити можливий рівень використання автопарку, встановити його пікові години та спрогнозувати ефективність проєкту для м. Тернопіль.

## Список літератури

1. Growing Awareness of Peer-to-Peer Carsharing Will Boost Carsharing Rentals in Less Populated Areas in Europe: Frost & Sullivan. URL: <http://www.frost.com/prod/servlet/press-release.pag?docid=265313501> (дата звернення: 23.02.2025).
2. Каршерінг. Germancar : веб-сайт. URL: <https://getmancar.com/uk/dnipro/carsharing> (дата звернення: 04.03.2025).
3. Elliot Martin, Susan Shaheen. Greenhouse Gas Emission Impacts of Carsharing in North America. URL: <https://tsrc.berkeley.edu/publications/greenhouse-gas-emission-impacts-carsharing-north-america> (дата звернення: 23.02.2025).
4. Shaheen Susan A., Cohen Adam, Farrar Emily. Carsharing's impact and future. URL: [https://www.researchgate.net/publication/337003190\\_Carsharing's\\_impact\\_and\\_future](https://www.researchgate.net/publication/337003190_Carsharing's_impact_and_future) (дата звернення: 28.02.2025).
5. Fan Zhou, Zuduo Zheng, Jake Whitehead. Examining the impact of car-sharing on private vehicle ownership. URL: [https://www.researchgate.net/publication/342363079\\_Examining\\_the\\_impact\\_of\\_car-sharing\\_on\\_private\\_vehicle\\_ownership](https://www.researchgate.net/publication/342363079_Examining_the_impact_of_car-sharing_on_private_vehicle_ownership) (дата звернення: 27.02.2025).
6. Jung J., Koo Y. Analyzing the Effects of Car Sharing Services on the Reduction of Greenhouse Gas (GHG) Emissions. *Sustainability*. 2018. 10(2). 539.
7. Riccardo Boin, Andrea Ricotti, Nicola Sandri, Timo Möller, Vadim Pokorilo. Infrastructure technologies: Challenges and solutions for smart mobility in urban areas. URL: <https://ru.scribd.com/document/875059451/Infrastructure-Technologies-Challenges-and-Solutions-for-Smart-Mobility-in-Urban-Areas-Copy> (дата звернення: 28.02.2025).
8. Shaheen Susan A., Sperling Daniel, Wagner Conrad. A Short History of Carsharing in the 90's. URL: [https://www.researchgate.net/publication/254396812\\_A\\_Short\\_History\\_of\\_Carsharing\\_in\\_the\\_90's](https://www.researchgate.net/publication/254396812_A_Short_History_of_Carsharing_in_the_90's) (дата звернення: 28.02.2025).
9. Zhenfeng Liu, Yujie Wang, Jian Feng. Coping with Spatial Mismatch: Vehicle-type strategies for manufacturer's car sharing. URL: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3336398](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3336398) (дата звернення: 28.02.2025).
10. Hensher David A., Nelson John D., Mulley Corinne. Electric car sharing as a service (ECSaaS) – Acknowledging the role of the car in the public mobility ecosystem and what it might mean for MaaS as eMaaS? URL: <https://ideas.repec.org/a/eee/trapol/v116y2022icp212-216.html> (дата звернення: 28.02.2025).

## References

1. Growing Awareness of Peer-to-Peer Carsharing Will Boost Carsharing Rentals in Less Populated Areas in Europe: Frost & Sullivan. (n.d.). [www.frost.com/prod/servlet/press-release.pag?docid=265313501](http://www.frost.com/prod/servlet/press-release.pag?docid=265313501) (accessed: 23.02.2025).
2. Karsherynh. Germancar: website. (n.d.). <https://getmancar.com/uk/dnipro/carsharing> (accessed: 04.03.2025) [in Ukrainian].

3. Martin, E., & Shaheen, S. (n.d.). Greenhouse gas emission impacts of carsharing in North America. <https://tsrc.berkeley.edu/publications/greenhouse-gas-emission-impacts-carsharing-north-america> (accessed: 23.02.2025).
4. Shaheen, S. A., Cohen, A., & Farrar, E. (n.d.). Carsharing's impact and future. [https://www.researchgate.net/publication/337003190\\_Carsharing's\\_impact\\_and\\_future](https://www.researchgate.net/publication/337003190_Carsharing's_impact_and_future) (accessed: 28.02.2025).
5. Zhou, F., Zheng, Z., & Whitehead, J. (n.d.). Examining the impact of car-sharing on private vehicle ownership. [https://www.researchgate.net/publication/342363079\\_Examining\\_the\\_impact\\_of\\_car-sharing\\_on\\_private\\_vehicle\\_ownership](https://www.researchgate.net/publication/342363079_Examining_the_impact_of_car-sharing_on_private_vehicle_ownership) (accessed: 27.02.2025).
6. Jung, J., & Koo, Y. (2018). Analyzing the effects of car sharing services on greenhouse gas (GHG) emissions. *Sustainability*, 10(2), 539.
7. Boin, R., Ricotti, A., Sandri, N., Möller, T., & Pokotilo, V. (n.d.). Infrastructure technologies: Challenges and solutions for smart mobility in urban areas. <https://ru.scribd.com/document/875059451/Infrastructure-Technologies-Challenges-and-Solutions-for-Smart-Mobility-in-Urban-Areas-Copy> (accessed: 28.02.2025).
8. Shaheen, S. A., Sperling, D., & Wagner, C. (n.d.). A short history of carsharing in the 90's. [https://www.researchgate.net/publication/254396812\\_A\\_Short\\_History\\_of\\_Carsharing\\_in\\_the\\_90's](https://www.researchgate.net/publication/254396812_A_Short_History_of_Carsharing_in_the_90's) (accessed: 28.02.2025).
9. Liu, Z., Wang, Y., & Feng, J. (n.d.). Coping with spatial mismatch: Vehicle-type strategies for manufacturer's car sharing. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3336398](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3336398) (accessed: 28.02.2025).
10. Hensher, D. A., Nelson, J. D., & Mulley, C. (2022). Electric car sharing as a service (ECSaaS) – Acknowledging the role of the car in the public mobility ecosystem and what it might mean for MaaS as eMaaS? <https://ideas.repec.org/a/eee/trapol/v116y2022icp212-216.html> (accessed: 28.02.2025).

**Kateryna Kovtsur**, Assoc. Prof., PhD, **Illia Olenchuk**

*Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine*

### **Carsharing as a Tool for Sustainable Urban Mobility Development (a Case Study of Ternopil)**

The purpose of this article is to study the possibilities of introducing carsharing as an effective tool for the development of sustainable urban mobility in Ukrainian cities, using Ternopil as a case study. The research aims to identify the key factors influencing the successful functioning of carsharing systems, to develop an approach for assessing the costs of their implementation, and to propose optimal locations for carsharing stations within the city's transport network. Particular attention is paid to reducing environmental impacts, decreasing the number of private cars, and increasing the efficiency of urban land use.

The article analyzes current trends in the development of the carsharing market in Ukraine and worldwide, defines the main organizational models (Free-floating, Peer-to-peer, Fractional), and assesses their potential adaptation to the conditions of Ukrainian cities. A systematic review of scientific studies confirms the feasibility of integrating carsharing with public transport and highlights the potential of using electric vehicles to reduce CO<sub>2</sub> emissions. A mathematical formulation of the problem of cost estimation for launching and operating a carsharing company is developed, covering both initial and operational expenses related to vehicle procurement, station setup, technical maintenance, insurance, and marketing. Optimal locations for carsharing stations in Ternopil (the bus terminal, the "Epicenter" shopping mall, and the railway station) are proposed, taking into account passenger flows, population density, and integration with the city's transport network. The presented calculations confirm the economic efficiency of this model, as well as its ecological and social significance.

The findings indicate that the introduction of carsharing can significantly improve the transport situation in Ternopil, reduce traffic congestion, and enhance the quality of life of residents. It was established that one carsharing vehicle can replace up to 10–15 private cars, which reduces the load on road infrastructure and lowers harmful emissions. The study demonstrates that the most promising direction of development is the use of electric vehicles in carsharing fleets, which aligns with the concepts of "smart city" and sustainable development. For effective implementation of carsharing, it is necessary to ensure the financial affordability of the service, create a supportive regulatory framework, and provide integration with other modes of urban transport.

**carsharing, urban mobility, sustainable development, carsharing station, transport infrastructure**

*Одержано (Received) 05.09.2025*

*Прорецензовано (Reviewed) 22.09.2025*

*Прийнято до друку (Approved) 28.10.2025*