

**В. О. Дзюра**  
**М. В. Бабій**  
**А. П. Сташків**

## ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ КІЛЬКОСТІ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В ОБМЕЖЕНИХ МОЖЛИВОСТЯХ ВУЛИЧНО- ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

*Проведено аналіз наукових досліджень у напрямі зменшення негативного впливу використання індивідуальних транспортних засобів на вулично-дорожній мережі міст. Для вирішення проблеми транспортного перенасичення ВДМ проаналізовано закордонний досвід щодо обмеження використання індивідуальних транспортних засобів на вулично-дорожній мережі міст. Встановлено основні напрями обмежень використання індивідуальних транспортних засобів на вулично-дорожній мережі міст, серед яких обмеження експлуатації індивідуальних транспортних засобів залежно від наповнення салону пасажирами, цифрової конфігурації державного автомобільного номерного знака, наявності сертифікації транспортного засобу. Розглянуто також способи обмеження експлуатації індивідуальних транспортних засобів у завантаженій частини міста. Ці заходи спрямовані на зменшення інтенсивності руху транспортних засобів у містах та збільшення коефіцієнта наповнення салону ТЗ. Враховуючи, що велика частка індивідуальних транспортних засобів, які використовуються в Україні, належить до екологічних норм Euro-2 та Euro-4, їх використання значно погіршує екологічну ситуацію у великих містах. Узагальнено підходи, спрямовані на збільшення використання громадського транспорту та інших альтернативних видів транспорту для перевезення пасажирів у містах, що зменшує навантаження на вулично-дорожню мережу та покращує екологічну ситуацію. Для вирішення описаних проблем потрібно використовувати комплексний підхід, зокрема застосовувати заходи як регулятивного, так й інформаційного характеру, насамперед популяризувати використання громадського транспорту. Запропоновані заходи для вирішення описаних транспортних проблем покращать комфорт транспортного сполучення усіх учасників дорожнього руху та екологічну ситуацію, особливо у великих містах України.*

**Ключові слова:** індивідуальний транспорт, пасажирів, обмеження, засоби контролю, вулично-дорожня мережа.

### Вступ

З інтенсифікацією автомобільного транспорту велика частина жителів мегаполісів використовує легкові автомобілі для своїх щоденних переміщень. Водночас на дорогах країни щодня з'являється велика кількість автомобілів. Збільшення кількості легкових автомобілів накладає вимоги на розвиток основних магістралей та швидкісних трас для забезпечення їх плавного руху.

Проте резерви земель, які колись були виділені для розвитку вулично-дорожньої мережі (ВДМ), використовуються для житлового, комерційного та офісного будівництва. Недоліки у територіальному плануванні та забудові міських та приміських зон, які не враховують формування транспортного попиту, призводять до низької щільності ВДМ у великих українських містах (наприклад, усього 4,4 % території Києва).

Це ставить перед фахівцями із транспортного планування міст завдання знаходження способів впливу на транспортну поведінку населення для зменшення негативних наслідків надмірного транспортного попиту. Ці наслідки містять погіршення екологічної ситуації та економічні втрати внаслідок зниження швидкості руху.

Отже, важливим завданням є виявлення механізмів, які дають змогу оптимізувати кількість легкових автомобілів у транспортному потоці, особливо за умови обмежених можливостей вулично-дорожньої мережі, з мінімізацією витрат та ресурсів.

Незважаючи на те, що процеси урбанізації, економічного росту населення та автомобілізації свідчать про позитивний розвиток країни, проблема неконтрольованого збільшення використання особистого транспорту може серйозно погіршити якість життя населення, особливо у великих містах.

Частка мешканців великих і середніх міст, які обирають особистий транспорт для щоденних переміщень, зростає з метою знаходження зручного та мобільного засобу транспорту, що значною мірою призводить до перенаселення ВДМ. Використання особистого транспорту збільшується паралельно з ростом рівня автомобілізації.

Автомобілізація населення стає світовим трендом, особливо після 90-х років ХХ ст., коли рівень економічного розвитку зріс, спричинивши збільшення кількості особистих транспортних засобів. Наприклад, на Заході України після 2015 року зафіксований різкий приріст кількості індивідуальних транспортних засобів, що пояснюється імпортом з-за кордону дешевих вживаних автомобілів, переважно із стандартами токсичності EURO II–III, яких власники в Європі намагаються позбутися через високу вартість експлуатації.

З інтенсифікацією автомобілізації зростає і частота використання особистих транспортних засобів, що породжує потребу у великих містах будувати магістральні вулиці для плавного руху та швидкісні дороги. При рівні автомобілізації в межах 250–300 автомобілів на 1000 осіб, потреба у вулично-дорожній інфраструктурі оцінюється у 8–10 кілометрів на 100 тисяч осіб.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Останні дослідження в цьому напрямі свідчать про актуальність описаної проблеми. Наприклад, у роботі [1] досліджено практику державної політики та застосування законодавства в Україні та країнах Європейського Союзу у запровадженні вимог охорони довкілля від забруднення в галузі автомобільного транспорту, виявлено основні сучасні проблеми та виклики екологічної безпеки у сфері експлуатації автомобільного транспорту і трансформації транспортної галузі, запропоновано рекомендації щодо вдосконалення державної політики країн стосовно встановлення законодавчих вимог до автомобільних транспортних засобів.

У роботі [2] розглянуто проблеми та перспективи формування дорожньо-транспортної мережі в умовах швидкого розвитку нових типів засобів індивідуального пересування (електросамокатів, електровелосипедів, сигвейв (гіроскутерів), моноколів та інших). Такі транспортні засоби є екологічними і стали непоганою альтернативою ТЗ із двигунами внутрішнього згорання у літній період. Для ефективного використання міської мережі вулиць, уникнення конкуренції за цю мережу між людьми, які надають перевагу різним типам індивідуальних транспортних засобів, пропонується почати розробку стратегій подальшого формування та розвитку міської мережі комунікацій для різних типів індивідуальних транспортних засобів пересування.

Аналіз транспортних моделей, які охоплюють низку моделей, покликаних вирішувати народногосподарські завдання, пов'язані із плануванням довгострокового розвитку транспортної інфраструктури, організацією руху й оптимізацією транспортних потоків, узгодженням розвитку індивідуального і громадського транспорту, оптимізацією пішохідного руху, систематизацією транспортних даних, екологічними оцінками результатів роботи транспорту, підвищенням рівня безпеки руху, розглянуто в роботі [3].

Аналіз роботи маршрутних транспортних засобів (МТЗ) у міському режимі руху наведено в роботі [4]. Запропоновано методіку дослідження динаміки руху колісного транспортного засобу (КТЗ) категорії М2 з метою виявлення перешкод руху та їхнього впливу на швидкість і якість виконання роботи з перевезення пасажирів. Представлено результати експериментальних досліджень динаміки руху автомобілів за міським маршрутом у місті Житомир.

Закордонний досвід заходів щодо обмеження використання індивідуальних транспортних засобів для перевезення пасажирів описано в роботі [5]. Встановлено, що існує низка методів, які дають змогу здійснювати регулювання інтенсивності руху індивідуальних транспортних засобів та зменшити шкідливий вплив на екологічну ситуацію в центрах великих міст на законодавчому рівні.

Зі збільшенням щільності транспортного потоку зростає необхідність концентрації уваги та точності дій водіїв, що призводить до психічної напруженості та збільшує ймовірність виникнення ДТП внаслідок помилок або відмов автомобілів. Отже, затори, спричинені високою автомобілізацією (щільний потік у години пік) та низькою щільністю ВДМ, прямо впливають на кількість ДТП. Важливо зазначити, що при менших швидкостях руху важкість побічних наслідків від ДТП може бути менш очевидною.

Метою роботи є узагальнення підходів щодо обмеження використання індивідуальних транспортних засобів для перевезення пасажирів, що зменшить навантаження на вулично-дорожню мережу міст.

### **Результати дослідження**

Навіть при невисоких швидкостях руху Україна наразі посідає лідируючі позиції серед країн Європейського регіону за кількістю смертей внаслідок дорожньо-транспортних пригод [6].

Хоча на ділянках вулично-дорожньої мережі, прилеглих до цієї території, зафіксовано інтенсивне виділення викидів, зазначається загальне сумарне зменшення викидів при різних варіантах

впровадження платних зон. Враховуючи негативні наслідки, пов'язані з парниковим ефектом, вищі органи державної влади у багатьох країнах підписали низку міжнародних угод і прийняли відповідні законодавчі акти, спрямовані на зменшення викидів діоксиду вуглецю та підтримку пошуку більш екологічних джерел енергії. Автомобільний транспорт вважається основним чинником збільшення споживання енергії.

Декілька країн Європи вже встановлюють обмеження на використання транспортних засобів із двигунами внутрішнього згорання, як індивідуальних, так і комунальних. Ці обмеження спочатку застосовуються до центральних районів міст, а згодом можуть розповсюджуватися на все місто. Прогнозується, що до 2030 року майже всі міста Європи введуть заборону на використання транспортних засобів із двигунами внутрішнього згорання.

Основна мета полягає у забезпеченні необхідного рівня транспортних послуг, водночас зменшуючи використання палива та підвищуючи ефективність індивідуальних транспортних засобів. Проблеми, пов'язані з транспортними заторами, призводять до щорічних економічних втрат, оцінюваних у 7–9 % ВВП, а також викликають дорожньо-транспортні пригоди.

Концепція управління попитом на транспорт, відома як управління попитом на перевезення (УПП), яка передбачає застосування відповідних методів обмеження експлуатації індивідуальних транспортних засобів, своєю історією бере початок в США у 1970–1980-х роках.

Потреба впливу на транспортну поведінку населення та виникнення концепції УПП в ті роки пов'язані, насамперед, не з утворенням заторів на дорогах, а з економічними наслідками нафтових та енергетичних криз 1973 і 1979 років, а також появою довгих черг на заправних станціях. Причини впровадження різних заходів, спрямованих на вплив на транспортну поведінку населення «ззовні» (за винятком екологічних проблем та утворення заторів), можуть містити різні аспекти стану сфери життєдіяльності. Наприклад, у закордонних дослідженнях все більше уваги приділяється питанням соціальної інтеграції особистості.

Серія досліджень, проведених австралійським виданням «Bus and Coach Industry», присвячена проблемам збільшення соціального капіталу, соціальних зв'язків та взаємодовіри через взаємодію пасажирів індивідуальних транспортних засобів та громадського транспорту.

Видання вказує, що внаслідок заторів у транспортному потоці, крім інших наслідків, як-от екологічні збитки та економічні витрати, виникає соціальна ізоляція особистості. Це відбувається через відмову від культурно-просвітницьких подорожей у зв'язку з утворенням заторів на дорогах або через часте використання індивідуальних транспортних засобів, де особи подорожують самотньо.

Традиційно вважалося, що ризик соціальної ізоляції зменшується при залученні людини до соціальних груп, як-от родина, друзі та різні співтовариства, іншими словами – за допомогою соціального капіталу. У літературі рідко висвітлюється взаємозв'язок між поняттям соціального капіталу та роботою транспортної системи або організацією дорожнього руху, хоча видання Путнем (Puetnem, 1995) вказує на непрямий зв'язок. Наприклад, дві третини автомобільних поїздок у США здійснюються з одним лише водієм в салоні автомобіля, і їхня кількість зростає. За цим виданням рекомендується ставитися до часу в дорозі більш заощадливо.

Видання Уррі (Urri, 2000) стверджує, що взаємодія пасажирів і водіїв під час транспортних поїздок є основою для формування соціальних зв'язків, розвитку соціального капіталу та взаємодовіри.

Дослідження якісного критерію соціальної інтеграції особистості може бути проведене через соціологічні опитування населення, використовуючи бальні оцінки, які дають змогу оцінити вплив транспортних заторів на схильність населення до відвідування культурно-розважальних об'єктів, заняття спортом, виразність схильності населення до подорожей та інше. Результати таких досліджень можна легко відобразити у вигляді масиву даних, що дає можливість отримати кількісну оцінку соціальної взаємодії з погляду організації транспортної системи та дорожнього руху.

Отже, у пошуку рішень проблем міської транспортної системи, пов'язаних з екологічними збитками, економічними втратами та соціологічними аспектами, необхідно шукати різні підходи до обмеження експлуатації індивідуальних транспортних засобів, впливаючи на транспортний попит (див. рис. 1.).

Для визначення ефективних заходів з обмеження експлуатації індивідуальних транспортних засобів у періоди максимальної щільності транспортного потоку проведено аналіз досвіду іноземних країн. Розглянемо дієві шляхи обмеження експлуатації транспортних засобів у містах.

**Обмеження експлуатації індивідуальних транспортних засобів залежно від наповнення салону пасажирами.** Огляд практики в США, Канаді, Новій Зеландії, Індонезії, Китаї та Індії щодо впровадження концепцій High-Occupancy Vehicle lane (HOV) та High-Occupancy Toll lane (HOT) свідчить про те, що кількісні критерії, пов'язані з транспортними засобами різного наповнення, можуть

містити такі показники: густина населення, завантаженість громадського транспорту та середнє наповнення транспортного засобу пасажирями. У європейських країнах індекс наповненості транспортного засобу на ВДМ, який не має обмежень типу NOV і HOT, встановлюється на рівні 1,3 людини. У США системи NOV також реалізовані в столичних містах.

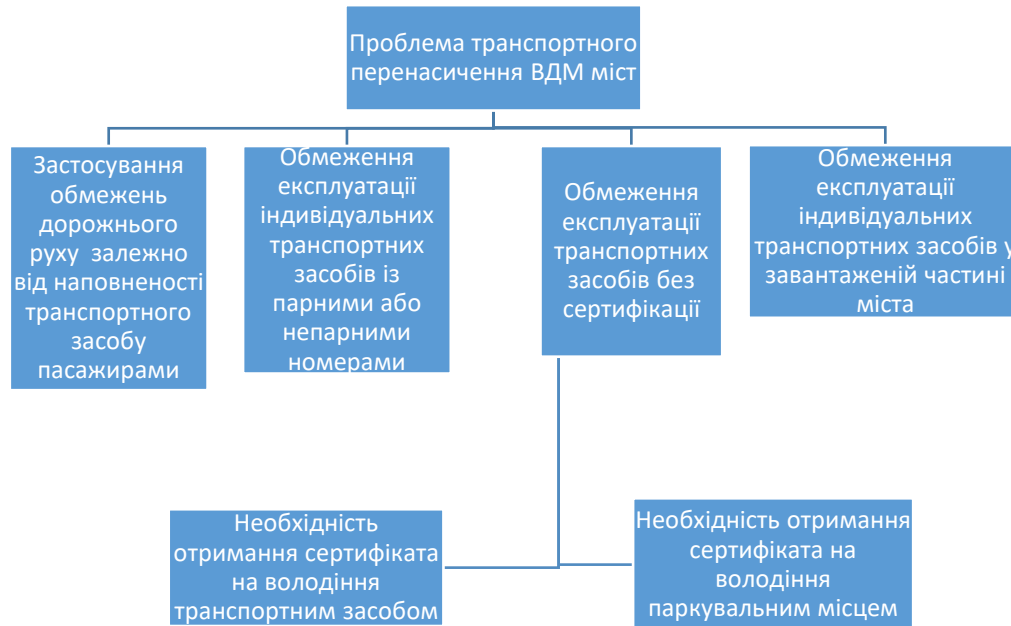


Рис. 1. Шляхи вирішення проблеми транспортного перенасичення міст

Застосування обмежень дорожнього руху залежно від наповненості транспортного засобу пасажирями розглядається лише для великих, найбільших міст, а також для міст із населенням, що перевищує один мільйон осіб із щільністю населення понад 1 000 осіб на км<sup>2</sup>. Такі міста зазвичай характеризуються високим рівнем життя і платоспроможністю населення.

Впровадження критерію високої щільності населення і достатнього завантаження автострад при встановленні обмежень типу NOV і HOT сприяє позитивному перерозподілу пасажиропотоку. Наприклад, дослідження вперше введеної у 1969 році смуги NOV в США на Меморіальному шосе Генрі Г. Ширлі в Північній Вірджинії у 2005 році показали, що в ранкову годину-пік цією смугою проїжджає загалом 31,7 тис. осіб на 8,6 тис. транспортних засобах (3,7 осіб/авт), водночас три або чотири інші загальні смуги використовують 23,5 тис. осіб на 21,3 тис. транспортному засобі (1,1 осіб/авт).

Ігнорування цієї умови може призвести до невикористання смуг NOV і HOT і викликати громадську критику. Наприклад, перша смуга NOV, введена в Європі в Нідерландах на 7 км ділянці траси А1 поблизу Амстердама в жовтні 1993 року, була закрита вже в серпні 1994 року.

Існує сумнів щодо можливості підвищення ефективності використання індивідуальних транспортних засобів за допомогою смуг NOV і HOT. Наприклад, у 2009 і 2010 роках було виявлено, що рівень невиконання умов NOV смуг в Брісбені, Австралія, наближався до 90 %.

Правоохоронні органи США вказують на недосконалість критерію наповненості транспортного засобу пасажирями, фіксуючи різноманітні методи, які імітують наявність пасажиря і дозволяють обхід правил використання смуг NOV і HOT, як-от розміщення манекенів, ляльок або картонних вирізів на пасажирському сидінні, тонування переднього лобового скла та опускання козирка з боку пасажиря, покриття порожнього дитячого крісла ковдрою або прив'язування домашніх тварин на пасажирському сидінні.

Критерії наповненості транспортного засобу пасажирями є лише однією з умов. Подібні обмеження, як-от стягнення плати, не повинні застосовуватися до мало захищених верств населення, транспортних засобів спеціальних служб та екологічно чистого транспорту.

З урахуванням міжнародного досвіду на обмежені смуги руху можуть в'їжджати:

- індивідуальні транспортні засоби за наявності пасажирів у салоні автомобіля;
- гібридні транспортні засоби та електромобілі;
- одиночні транспортні засоби при сплаті змінного мита (HOT-смуга);
- мотоцикли;

- велосипеди;
- таксі;
- автобуси, розраховані на перевезення шістнадцяти або більше пасажирів, включно з водієм;
- транспортні засоби комунальні, пожежні, швидкої медичної допомоги, аварійно-рятувальних служб або транспорт, який належить військовим формуванням;
- транспортні засоби для перевезення інвалідів.

**Обмеження експлуатації індивідуальних транспортних засобів із парними або непарними номерами.** Ефективною стратегією, яка обмежує експлуатацію індивідуальних транспортних засобів, є введення обмежень для транспортних засобів із парними або непарними номерами.

У багатьох містах для розв'язання проблем забруднення повітря застосовуються радикальні заходи, що передбачають заборону проїзду половині автотранспорту в центральну частину міста. Приклади таких заходів можна знайти в Індії (Нью-Делі), Франції (Парижі), Греції (Афінах). Концепція цього підходу передбачає дозвіл на в'їзд у місто транспортних засобів з парними номерами у парні дні та з непарними – у непарні.

У Парижі такі обмеження були введені після триразового перевищення рівня забруднення повітря частками, що викликають розвиток різних захворювань легень і серцево-судинної системи (180 мг/1м<sup>3</sup> при нормі 80 мг/1м<sup>3</sup>).

Пекінський смог, який виникає зокрема через затори на дорогах, також став підставою для введення радикальних обмежень експлуатації індивідуальних транспортних засобів.

Виняток із цього правила застосовується до різних категорій водіїв; наприклад, у Нью-Делі це стосується водіїв-жінок, високопоставлених осіб, інвалідів та власників автомобілів, які працюють на зрідженому газі. У Парижі винятком є гібридні транспортні засоби, електромобілі, таксі, громадський транспорт, а також автомобілі з трьома чи більше пасажирами. За порушення правил експлуатації індивідуальних транспортних засобів передбачена система штрафів.

Недоліками цієї системи є можливість для громадян придбати другий автомобіль, що ще більше ускладнює проблеми з паркуванням у дворах. Крім того, другий автомобіль може мати менший рівень екологічного класу, що додатково шкодить навколишньому середовищу.

**Обмеження експлуатації транспортних засобів без сертифікації.** Як зазначалося раніше, високий рівень автомобілізації спостерігається у країнах, які стрімко розвиваються. Яскравим прикладом впровадження додаткових обмежень на придбання автомобілів є досвід Сінгапуру.

Без введення обмежувальних заходів на покупку індивідуальних транспортних засобів економічний добробут мешканців Сінгапуру призвів би до незручностей в експлуатації автомобілів. На сьогоднішній день 12 % площі Сінгапуру вже зайнято дорогами. З урахуванням обмежень на розмір земельних ділянок для доріг і більш актуальних варіантів використання цієї землі можливості подальшого розширення дорожньої мережі обмежені.

У 1990 році уряд Сінгапуру (Land Transportation Authority) впровадив обмеження на придбання автомобілів. Згідно з цією мірою, перед покупкою автомобіля необхідно конкурсно отримати Certificate of Entitlement (COE) – дозвільний сертифікат на право володіння автомобілем, кількість яких обмежена щомісяця. Щорічне зростання кількості автомобілів обмежено 3 %. Власник отримує право користування автомобілем протягом 10 років, після чого транспортний засіб підлягає утилізації або продажу за межі країни. Існує також можливість продовжити дію COE ще на 5–10 років. За даними Світового банку, лише приблизно 15 % населення Сінгапуру володіє приватним автомобілем. Коли попит на COE великий, його вартість може перевищувати вартість самого автомобіля. Ціни на COE змінюються щомісяця, і різниця може складати десятки тисяч доларів. З лютого 2018 по 2020 рік у Сінгапурі діяла заборона на реєстрацію нових автомобілів для приватних осіб і нові COE не видавалися. Крім того, Сінгапур відомий високими транспортними податками, митом і дорожніми зборами.

Схожа система у формі державної лотереї існує і в Китаї, де проводиться вибір номерних знаків для автомобілів. Отримання дозволу на покупку автомобіля в Японії вимагає наявності власного паркомісця, яке повинно розташовуватися в радіусі не більше 2 км від місця проживання. Зазвичай паркомісце здається в оренду. Поліція Японії проводить перевірку не лише факту наявності паркомісця, але і його розмірів, враховуючи відповідність розмірів автомобіля. Для цього надається відповідне креслення транспортного засобу. У випадку, якщо автомобіль припарковано на непризначеному для цього місці, його евакуюють. В Японії податки і страхові внески залишаються на високому рівні. Транспортні засоби класифікуються на два типи: звичайні і легкі. Річний податок в Японії коливається від 100 до 500 доларів, залежно від типу транспортного засобу. Обов'язковий

технічний огляд проводиться двічі на рік і обходиться від 1 000 до 2 000 доларів. Вартість техогляду зростає з віком транспортного засобу.

#### **Обмеження експлуатації індивідуальних транспортних засобів у завантаженій частині міста.**

Сучасна система управління тарифами транспортного попиту виникла в деяких штатах США вже в 1910-х роках. Закон «Про дорожні трастові фонди» від 1956 року розширив її застосування на всю територію США, а цей підхід також був внесений до законодавства багатьох країн світу.

Механізм цієї системи виявився ефективним: зі збільшенням обсягів руху зростає загальне споживання пального і, відповідно, й обсяги дорожніх податків. Зі збільшенням останніх збільшуються можливості дорожніх фондів (національних, регіональних, міських) у фінансуванні розвитку дорожньої і вулично-дорожньої інфраструктури.

Ідея стягування дорожніх зборів за втрати часу, спричинені автомобільними заторами, вперше була запропонована в Лондоні 1964 році. Однак цей захід був реалізований лише в 2003 році через жорстку критику політиків.

Першою системою, яка втілила цю ідею була, Area Licensing Scheme (ALS) в Сінгапурі в 1975 році. Зараз діє система тарифного управління транспортним попитом у формі платного в'їзду. Наразі ця система успішно функціонує у деяких містах Норвегії, Лондоні, Сінгапурі, Мілані, Стокгольмі та Гетеборзі, Гонконзі та Единбурзі.

Введення плати за в'їзд до центральної частини Сінгапуру є першим успішним прикладом упровадження обмежувальних заходів у дорожньому русі. Технічна реалізація системи стягування оплати, відома як Area Licensing Scheme (ALS), містила механічні обмеження в'їзду, як-от контрольні пости та шлагбауми. Управління цією системою виконувалося вручну. Водії, які оплачували спеціальні талони, отримані на контрольних постах, розміщували їх на лобовому склі автомобіля.

З часом систему ALS доробляли, і до 1998 року в Сінгапурі була впроваджена нова автоматизована система стягування оплати Electronic Road Pricing (ERP). Ця система використовує технології супутникової навігації GPS та розпізнавання номерів автомобілів.

Особливу увагу слід звернути на систему тарифікації для в'їзду в центральну частину міста. Тарифи в Сінгапурі відзначаються великою гнучкістю, і в системі можна виділити кілька ключових чинників.

1. Коридори, через які можливий в'їзд у платну зону.

2. З метою зменшення транспортних заторів на автострадах, які ведуть до центральної частини міста з платним в'їздом, розмір тарифу змінюється відповідно до того, через який коридор автомобіль заїхав у платну зону.

3. Час в'їзду в платну зону також впливає на тариф, і в пікові години він є вищим.

4. Середня швидкість руху транспортних засобів є ключовим фактором для гнучкої системи тарифікації в Сінгапурі. Метою є забезпечення стабільної середньої швидкості руху в діапазоні визначених значень, зокрема 45–60 км/год на ділянках в'їзду в центральну частину та 20–30 км/год в самому центрі міста. Кожні три місяці проводяться дослідження інтенсивності руху та середньої швидкості транспорту.

Отже, головною метою системи платного в'їзду в Сінгапурі є не тільки поліпшення якості послуг громадського транспорту, а й зменшення попиту на особисті автомобілі в центральній частині міста.

Відразу після запуску системи потік автомобілів у платній зоні зменшився на 73 % (від 42 800 до 11 400 автомобілів на день). Понад половина автомобілів, що в'їжджають у платну зону, до 80-х років перевозили чотирьох чи більше пасажирів. Значна частина населення пересіла на розширену мережу автобусів і залізниць, і приблизно 69 % населення використовувало громадський транспорт у ранкові години-пік (порівняно із 33 % в 1976 році).

Із 2000 року в Лондоні діє публічно-правова корпорація Transport for London (TfL), яка входить до складу адміністрації Великого Лондона та відповідає за управління транспортною системою міста на підставі закону про адміністрацію Великого Лондона 1999 року.

Транспорт для Лондона (TfL) містить:

- метрополітен;
- легке метро;
- міський наземний електричний транспорт;
- автобусне сполучення;
- трамвайну систему «Tramlink»;
- водні маршрути «London River Services»;
- міжнародне та міжміське сполучення автовокзалу «Вікторія».

Серед основних функцій TfL визначаються:

- утримання основних доріг загальною протяжністю 580 кілометрів;

- управління світлофорами і дорожніми знаками;
- керування платою за в'їзд у центр Лондона;
- ліцензування таксі;
- організація перевезень інвалідів мікроавтобусами «Dial-a-Ride».

У 2003 році TfL впровадили «Звіт про технічні можливості реалізації проекту платного в'їзду в Лондоні (Technical Assessment Report on the Road Charging Options for London – ROCOL)», який був опублікований групою незалежних експертів у 2000 році для оцінки перспектив платного в'їзду. У 2003 році цю систему було прийнято для впровадження.

Крім того, в Лондоні визначено екологічну зону, яка обмежує доступ транспортних засобів на свою територію з метою зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Метою введення системи платного в'їзду в Лондоні є не лише зменшення транспортного попиту, але й поліпшення якості послуг, які надає громадський транспорт. Отже, кошти, отримані внаслідок експлуатації системи, можуть бути спрямовані на такі завдання:

- розвиток автобусних маршрутів: створення виділених смуг, нових маршрутів у віддалені райони, цілодобового обслуговування та інше;
- реконструкція стаціонарної інфраструктури та придбання нового рухомого складу;
- реалізація заходів, спрямованих на інтеграцію різних видів транспорту в єдину мультимодальну систему;
- заходи з підвищення безпеки, як-от освітлення, підвищення кваліфікації персоналу та встановлення камер для фіксації перевищення швидкості;
- інвестиції в ремонт дорожньої інфраструктури і мостів;
- збільшення часу роботи громадського транспорту;
- впровадження нових тарифних рішень і технологій оплати проїзду;
- поліпшення пішохідної та велосипедної інфраструктури;
- покращення міського середовища.

Витрати на інші нецільові потреби заборонені законодавчо. Також встановлено екологічну зону з метою зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Платіж за в'їзд у центр міста не стягується від таких категорій осіб та транспортних засобів: водії мотоциклів, мопедів, велосипедистів, таксі, автомобілі екстрених служб, автомобілі Міністерства внутрішніх справ, спеціальні автомобілі державних служб, автомобілі берегової охорони, автомобілі NHS, автомобілі осіб з обмеженими можливостями, транспортні засоби з 9 і більше посадочними місцями (які зареєстровані як автобуси), а також автомобілі, які відповідають стандартам Євро-5 чи мають викиди CO<sub>2</sub> не більше 75 г/км або є іноземними транспортними засобами.

Вартість в'їзду в екологічну зону Лондона залежить від типу транспортного засобу. При в'їзді дизельних вантажівок вагою понад 3,5 тонни, автобусів і спеціальних транспортних засобів на базі вантажних автомобілів і мікроавтобусів, включно з комунальною та дорожньою технікою, а також транспортом екстрених служб, слід сплатити збір у розмірі від £8 до £25 (станом на 16.11.2015). Максимальна ставка застосовується до транспортних засобів, викиди CO<sub>2</sub> яких перевищують 225 г/км.

Площа зони платного проїзду в Лондоні цієї зони становить 21 км<sup>2</sup> (це 1,3 % від загальної площі міста). У центрі Лондона є 764 стаціонарні телевізійні детектори, з яких 700 розташовані в межах платної зони, а 64 – на її кордонах. Також є 10 мобільних камер, встановлених на автомобілях. Спеціальні стаціонарні камери використовують технологію розпізнавання номерних знаків (ANPR), фіксуючи їх і зберігаючи в базах даних.

Оплата за в'їзд у центр міста є ринковим економічним інструментом, спрямованим на користувачів певного сегмента дорожньої мережі в конкретному регіоні для зменшення попиту на користування дорожньою інфраструктурою, зниження інтенсивності руху і, відповідно, мінімізації негативного впливу транспорту на навколишнє середовище та витрат міста, пов'язаних із пробками на дорогах.

Існують різні системи для організації платного в'їзду в центр міста. Загалом система оплати містить три основні етапи:

- визначення факту в'їзду в платну зону;
- стягнення оплати;
- застосування штрафів за невнесену оплату.

Щодо технічних рішень для визначення факту в'їзду в платну зону існують два основні підходи:

1. Механічні обмеження: містять турнікети, в'їзні шлюзи та шлагбауми. Усунення механічних обмежень може відбуватися після внесення оплати через дорожніх працівників або автоматично.

2. Система Dedicated Short-Range Communication (DSRC): Ця система містить камеру відеофіксації для розпізнавання номерних знаків, антену для обміну інформацією з бортовим пристроєм на

транспортному засобі, скануючий пристрій для визначення габаритів і категорії транспортного засобу та бортовий пристрій (транспондер), який взаємодіє зі зчитувальними пристроями.

На запит від бортового пристрою (транспондер) генерується сигнал, що містить інформацію про транспортний засіб. Обмін інформацією між бортовим пристроєм і зчитувальним пристроєм може відбуватися в діапазоні радіохвиль, а також в інфрачервоному, мікрохвильовому або ультразвуковому діапазоні.

Припускається, що в цій системі використовується конкретна технологія автоматичної ідентифікації автотранспортних засобів (АТС). Інформація про проїзд АТС платною дорогою реєструється в базі даних компанії-оператора системи збору дорожніх зборів і з рахунку власника автомобіля списується відповідна сума.

Вибір методу стягування дорожніх зборів визначається метою та принципами конкретної системи збору дорожніх зборів і визначає наявні для цього фінансові ресурси.

Щодо способів оплати користування транспортною інфраструктурою можна виділити такі:

- оплата готівкою (якщо відбувається на дорозі, вимагає зупинки транспортного засобу та може призвести до утворення заторів);

- оплата за допомогою електронних карт (кредитних, паливних тощо) на платіжних терміналах;

- оплата через інтернет, де власник АТС перед виїздом вносить кошти на свій особистий рахунок на вебсайті компанії-оператора. Цей метод є універсальним, але може не бути доступним більшості водіїв;

- оплата за допомогою смарт-карти для бортового пристрою, де водій отримує карту з певною кількістю балів, які знімаються при користуванні платною інфраструктурою.

Очевидно, що цей метод оплати сумісний лише з технологіями ідентифікації автотранспортних засобів (АТС) на основі DSRC і GPS. Його недоліки містять підвищені витрати на бортовий пристрій, оскільки він обладнаний блоком читання–запису для смарт-карт.

Альтернативою для використання індивідуальних транспортних засобів у межах міст є технологія каршерингу. Каршеринг – це концепція спільної участі у використанні майна. Останнім часом затребувана при зверненні до договору оренди транспортного засобу. Наприклад, договори каршерингу (від англ. carsharing – спільне використання автотранспортного засобу).

Одним із напрямів застосування каршерингу може стати корпоративне використання автомобіля для працівників підприємств або для пасажирів, які потребують пересування складними маршрутами. Утримання власного парку автомобілів досить затратний захід, який не можуть собі дозволити ті компанії, що розвиваються. Крім витрат на обслуговування автопарку потрібно ще мати парковки і гаражі для автомобілів та місця для обслуговування цих ТЗ.

Каршеринг, як явище, дуже корисний для великих міст. Він знижує використання жителями особистого автотранспорту, що позитивно впливає на екологічну обстановку міста. Завдяки спільному використанню автомобілів дороги стають вільнішими, люди менше часу витрачають на дорогу, затори зменшуються чи стають не такими масштабними. Також технологія каршерингу дає змогу усунути необхідність придбання особистого транспортного засобу, саме так заощадивши численні витрати на його утримання та обслуговування.

## Висновки

Як альтернативу слід розглядати і немоторизовані транспортні засоби для перевезення пасажирів. Однак вони можуть бути актуальними лише при переміщеннях мешканців міст на невеликі відстані. Такий досвід активно впроваджений у низці європейських країн, зокрема і скандинавських, де клімат доволі суровий. Однак для використання таких транспортних засобів необхідно розвивати відповідну інфраструктуру [7].

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] Бригадир І. В., Панова І. В. Роль законодавства та державної політики в мінімізації впливу загроз екологічній безпеці в галузі автомобільного транспорту. *Вісник Харківського національного університету внутрішніх справ*. 2020. № 4(91). С. 49–58. DOI:<https://doi.org/10.32631/v.2020.4.04>.

[2] Топорков В. Г. Формування дорожньо-транспортної мережі з індивідуальними засобами пересування. *Building in novations – 2020: зб. наук. пр. за матеріалами III Міжнар. азерб.-укр. наук.-практ. конф. (1–2 черв. 2020 р., Баку–Полтава) / Національний університет імені Юрія Кондратюка*. Полтава, 2020. С. 322–325.

[3] Шевчук Я. В. Зарубіжний досвід використання транспортних моделей в розвитку міських і сільських поселень. *Науковий вісник Ужгородського університету: Серія: Економіка*. Ужгород: УжНУ, 2013. Вип. 3(40). С. 244–252.

[4] Рудзінський В. В., Шумляківський В. П. Дослідження роботи міських маршрутних транспортних засобів як передумова впровадження технологій інтелектуальних транспортних систем. *Вісник СевНТУ. Сер.: Машиноприладобудування та транспорт*. 2013. № 142. С. 195–198.

[5] Поліщук П. П., Гачкевич Т. В., Теслюк Ю. Ю. Закордонний досвід в обмеженні використання індивідуальних транспортних засобів мешканцями міст (огляд). *Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування*



автомобільного транспорту: зб. матер. Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 17–19 листоп. 2022 р. / М-во освіти і науки України; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та рем. машин. Кропивницький: ЦНТУ, 2022. С. 181–185.

[6] Статистичні дані національної поліції України. URL: <https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/>

[7] Литвиненко Т. П., Смілянець Л. В., Іваніна О. В. Закордонний досвід проектування шляхів для руху індивідуальних екологічних транспортних засобів. *Збірник наукових праць Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка*. Сер.: Галузеве машинобудування, будівництво. 2013. № 4(2). С. 132–141.

**Дзюра Володимир Олексійович** – д-р. техн. наук, професор, професор кафедри автомобілів, e-mail: [volodymyrdzyura@gmail.com](mailto:volodymyrdzyura@gmail.com)

**Бабій Марія Василівна** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автомобілів, e-mail: [mvbabiy@ukr.net](mailto:mvbabiy@ukr.net)

**Сташків Анастасія Павлівна** – здобувач.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль

**V. Dzyura**  
**M. Babii**  
**A. Stashkiv**

## **Ways of optimizing the quantity of individual transport in the limited possibilities of the street and road network**

Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyu

*An analysis of scientific research was conducted in the direction of reducing the negative impact of the use of individual vehicles on the street and road network of cities. In order to solve the problem of transport oversaturation of public transportation systems, the foreign experience of limiting the use of individual vehicles on the street and road network of cities was analyzed. The main directions of restrictions on the use of individual vehicles on the street and road network of cities have been established, including restrictions on the operation of individual vehicles depending on the number of passengers in the cabin, the digital configuration of the state license plate, and the presence of vehicle certification. Methods of limiting the operation of individual vehicles in the busy part of the city were also considered. These measures are aimed at reducing the intensity of traffic in cities and increasing the filling factor of the vehicle interior. Considering that a large share of individual vehicles used in Ukraine belongs to Euro-2 and Euro-4 environmental standards, their use significantly worsens the environmental situation in large cities. Approaches aimed at increasing the use of public transport and other alternative modes of transport for transporting passengers in cities are summarized, which reduces the load on the street and road network and improves the environmental situation. To solve the described problems, it is necessary to use a comprehensive approach, in particular, to apply measures of both a regulatory and an informational nature, primarily to popularize the use of public transport. The proposed measures to solve the described transport problems will improve the comfort of transport connections for all road users and the environmental situation, especially in large cities of Ukraine.*

**Key words:** individual transport, passengers, restrictions, means of control, street and road network.

**Dzyura Volodymyr** – Sc. Dr. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Automobiles, e-mail: [volodymyrdzyura@gmail.com](mailto:volodymyrdzyura@gmail.com)

**Babiy Mariya** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles, e-mail: [mvbabiy@ukr.net](mailto:mvbabiy@ukr.net)

**Stashkiv Anastasia** – getter.