

К. В. Доля, доц., д-р техн. наук

*Національний аерокосмічний університету «Харківський авіаційний інститут»,
м. Харків, Україна, e-mail: k.v.dolia@gmail.com*

Збільшення привабливості транспорту загального користування

Статтю присвячено проблемі підвищення привабливості транспорту загального користування як ключового інструмента забезпечення сталої міської мобільності. Актуальність теми зумовлена зростанням автомобілізації, перевантаженням вулично-дорожньої мережі, погіршенням екологічних показників і зниженням якості транспортного обслуговування в містах. Метою роботи є систематизація чинників, що формують сприйняту якість поїздки, та обґрунтування комплексу заходів, здатних підвищити конкурентоспроможність громадського транспорту порівняно з приватним автомобілем. У межах огляду літератури узагальнено підходи до планування мережі, організації перевезень, впровадження BRT, стандартів якості обслуговування, економічного оцінювання вигід і транспортного моделювання, що дозволило виділити домінуючі блоки впливу: надійність і регулярність руху, швидкість сполучення та пріоритет на перехрестях, комфорт і безбар'єрність, інформаційні сервіси реального часу, тарифна інтеграція та якість пересадок. Запропоновано метод «коридору надійності» на базі інтервального керування рухом (headway-based control) з підтримкою пріоритету на світлофорних об'єктах і цифрового інформування пасажирів, який спрямований на зменшення нерівномірності інтервалів і ризику запізнення. Для формалізації ефектів наведено приклади показників і розрахункових залежностей (узагальнений час поїздки, індекс регулярності, точність прогнозу прибуття), а також приклад порівняння «до/після» у вигляді таблиці та графіка. Практична цінність результатів полягає у можливості використання запропонованої структури чинників і показників для підготовки міських програм розвитку транспорту, обґрунтування інвестицій у пріоритетні коридори та моніторингу якості послуг.

транспорт загального користування, привабливість, якість обслуговування, надійність, інтервал руху, пріоритет руху, BRT, тарифна інтеграція, пересадки, міська мобільність

Постановка проблеми. Транспорт загального користування є базовим елементом міської мобільності, що забезпечує доступність робочих місць, освіти та послуг, а також знижує навантаження на вулично-дорожню мережу. Водночас у багатьох містах спостерігається зниження привабливості громадського транспорту через низьку надійність, значну варіативність часу поїздки, недостатній комфорт та інформаційну невизначеність для пасажирів. За цих умов населення частіше обирає приватний автомобіль, що підсилює затори, погіршує екологічний стан і збільшує витрати міського простору на паркування.

Проблема підвищення привабливості громадського транспорту має як науковий, так і практичний вимір. Науковий аспект полягає у визначенні чинників, які формують сприйняту якість поїздки та впливають на транспортний вибір, а також у побудові підходів до їхнього вимірювання. Практичний аспект пов'язаний із розробленням і впровадженням заходів, що забезпечують конкурентоспроможність громадського транспорту порівняно з автомобілем: пріоритет на перехрестях, виділені смуги, оновлення рухомого складу, підвищення доступності для маломобільних груп, інтегровані тарифи та цифрові сервіси.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю формування дієвих інструментів підвищення якості перевезень і стабілізації попиту на транспорт загального користування. Очікуваним результатом є зменшення негативних ефектів автомобілізації (затори, шум, викиди), підвищення безпеки руху та забезпечення соціальної справедливості доступу до міських можливостей для різних груп населення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукові та прикладні джерела, присвячені розвитку громадського транспорту, можна згрупувати за тим, які саме механізми вони розглядають як визначальні для підвищення привабливості сервісу: системне планування мережі та технології перевезень, організація автобусних перевезень і BRT, стандарти якості обслуговування, економічне обґрунтування інвестицій, транспортне моделювання та ширший контекст сталої мобільності.

Класичний підручник з міських транзитних систем В. Вучика описує громадський транспорт як інженерно-організаційну систему, де якість обслуговування визначається конфігурацією мережі, провізною здатністю, регулярністю та узгодженням технологічних параметрів з попитом [1]. Праця Дж. Вокера фокусується на «зрозумілості» мережі та ролі частоти руху; автор аргументує, що простіша структура маршрутів і прогнозована частота часто підвищують сприйняту доступність сильніше, ніж дрібні оптимізації розкладів [2]. У контексті стратегічного планування сталих транспортних систем Дж. Тумлін пропонує набір інструментів (політики землекористування, street design, пріоритизація мод) для створення умов, у яких громадський транспорт стає логічним вибором для більшості поїздки [3].

Практико-орієнтований посібник В. Джарретта розглядає підвищення якості автобусного сервісу через оптимізацію маршрутної мережі, інтервальне планування, зменшення дублювання та операційний контроль, що прямо впливає на надійність і сприйняту зручність поїздки [4]. Суміжно, підхід А. Цедера в рамках планування й експлуатації громадського транспорту поєднує моделювання та поведінкові аспекти, підкреслюючи важливість управління інтервалами, координації пересадок і контролю варіативності часу руху [5].

Керівництво з планування BRT від ITDP систематизує «компоненти якості» BRT: виділені смуги, станції, пріоритет на перехрестях, передплатна оплата, чітка навігація, що в комплексі забезпечує різке підвищення швидкості сполучення та регулярності руху [6]. Монографія Г. Каррі з проектування та впровадження BRT розглядає практичні сценарії реалізації, у т. ч. взаємодію інфраструктури та експлуатаційних параметрів, що важливо для досягнення очікуваного ефекту привабливості [7].

Підхід до вимірювання привабливості через показники обслуговування (час у дорозі, очікування, надійність, заповненість, доступність зупинок, умови пересадок) системно подано у *Transit Capacity and Quality of Service Manual* (TCQSM), що є одним із найуживаніших методичних документів для кількісної оцінки якості [8]. Саме ця методологія дозволяє порівнювати альтернативи та обґрунтовувати заходи пріоритету або зміну мережі не лише на рівні «відчуттів», а на основі метричних індикаторів.

З точки зору економіки міської мобільності Т. Літман пропонує розширене трактування вигід громадського транспорту, включно з зовнішніми ефектами (екологія, безпека, простір, доступність), що підтримує аргументацію щодо інвестицій у пріоритетні коридори та сервісні покращення [9]. Питання впливу транспортної політики на сталість мобільності також пов'язане з переходом до «парадигми сталої мобільності», яку у своїй статті описує Д. Баністер, підкреслюючи необхідність зміни пріоритетів від автомобіля до колективних та активних видів пересування [10].

Для формалізації ефектів підвищення якості сервісу застосовують транспортні моделі попиту. Класична праця Ж. де Д. Ортузара та Л. Дж. Віллумсена описує інструментарій моделювання (у т. ч. дискретний вибір), який дозволяє кількісно пов'язувати атрибути поїздки (час, вартість, надійність, комфорт) із імовірністю вибору громадського транспорту [11]. У прикладному контексті ці підходи доповнюються методами планування й експлуатації, які описує А. Цедер, де поведінкові фактори інтегруються з операційними рішеннями [5].

Посібник ЕРОММ з mobility management наголошує на «м'яких» заходах (інформаційні кампанії, робота з роботодавцями, планування поїздки), які підсилюють

ефект інфраструктурних змін та можуть збільшувати користування громадським транспортом через зміну поведінки [12]. Документ UNECE щодо сталої міської мобільності й громадського транспорту підкреслює роль інституційної спроможності, інтегрованого планування та координації політик (транспорт—довкілля—соціальна сфера) для досягнення стабільного результату [13]. Нарешті, рекомендації ВООЗ щодо інструментів економічної оцінки вигід ходьби та велоруху підкреслюють важливість інтеграції громадського транспорту з активною мобільністю як «першої/останньої милі», що також впливає на привабливість системи в цілому [14].

Мета роботи. Метою статті є визначення основних чинників, що формують привабливість транспорту загального користування, та систематизація напрямів підвищення якості послуг. Для досягнення мети поставлено такі завдання:

✓ виокремити ключові параметри, важливі для пасажирів (надійність, швидкість, комфорт, доступність, інформування, тарифна інтеграція);

✓ узагальнити типові заходи підвищення привабливості на рівні інфраструктури та організації руху;

окреслити перспективні напрями подальших досліджень щодо оцінювання ефективності впроваджених заходів.

Об'єктом дослідження є функціонування системи перевезень пасажирів транспортом загального користування в умовах міської мобільності.

Предметом дослідження є чинники та заходи, що визначають привабливість транспорту загального користування для користувачів (надійність, швидкість, комфорт, доступність, інформування, тарифна інтеграція) і впливають на транспортний вибір.

Основний матеріал дослідження. Підвищення привабливості транспорту загального користування доцільно розглядати як керовану зміну сприйнятої якості поїздки та пов'язаних із нею витрат часу, грошей і зусиль пасажирів. Практично це означає, що набір заходів має одночасно впливати на ключові етапи «ланцюга поїздки»: підхід до зупинки, очікування, поїздки в салоні, пересадку (за потреби) та завершення маршруту. У цьому розділі систематизовано інструменти підвищення привабливості за групами та наведено логіку їх застосування в міських умовах.

Надійність є одним із найважливіших параметрів якості, оскільки пасажир оцінює не лише середній час поїздки, а й ризик запізнення. Для підвищення регулярності доцільно: (1) перейти від «жорстких» розкладів до інтервального планування на магістральних маршрутах у години пік; (2) запровадити диспетчеризацію з контролем інтервалів та коригуванням випуску; (3) оптимізувати час стоянки на зупинках через організацію посадки/висадки та зменшення «конфліктів» із приватним транспортом. Практичним індикатором результату може бути частка рейсів, що прибувають у межах допустимого відхилення, а також показники варіативності інтервалів (наприклад, коефіцієнт варіації).

Коефіцієнт варіації інтервалів визначимо як (1):

$$CV_h = \frac{\sigma_h}{\bar{h}} \quad (1)$$

де CV_h (коефіцієнт варіації): показує відношення стандартного відхилення до середнього значення. Він часто виражається у відсотках; σ_h (стандартне відхилення): характеризує ступінь розсіювання значень навколо їхнього середнього арифметичного; $\bar{h}$ (середнє значення): середнє арифметичне значення досліджуваної величини (h).

Конкурентоспроможність громадського транспорту щодо автомобіля визначається, насамперед, швидкістю «від дверей до дверей». Підвищення швидкості сполучення забезпечують заходи пріоритету: виділені смуги на найбільш завантажених ділянках, пріоритетні фази світлофорного регулювання, зменшення кількості «зайвих» зупинок (за рахунок стандартизації відстані між ними) та перегляд маршрутної мережі з

фокусом на прямих зв'язках й зручні пересадки. Ефективність таких рішень оцінюють через зростання середньої швидкості сполучення, зменшення часу в дорозі та підвищення стабільності виконання рейсів.

Середню швидкість сполучення можна розрахувати як (2):

$$v_c = \frac{L}{T_{iv}}, \quad (2)$$

де L – довжина ділянки/маршруту, T_{iv} – час у салоні.

Комфорт охоплює як фізичні умови в салоні (температурний режим, рівень шуму, чистота, плавність руху), так і просторові характеристики (щільність заповнення, організація місць для стояння/сидіння). Доступність передбачає безбар'єрність: низькопідлоговий рухомий склад, підняті платформи/бордюри на зупинках, тактильні елементи та зрозумілу навігацію. На практиці це підвищує привабливість не лише для маломобільних груп, а й для пасажирів із багажем, батьків із дитячими візками та людей похилого віку. Важливою є також безпека на зупинках і в салоні (освітлення, оглядовість, організація пішохідних переходів до зупинок).

Рівень заповнення салону можна оцінити коефіцієнтом (3):

$$k_{occ} = \frac{N}{C}, \quad (3)$$

де N – фактична кількість пасажирів у салоні; C – місткість рухомого складу.

Інформаційні сервіси та цифровізація взаємодії з пасажиром

Інформаційна підтримка зменшує невизначеність і психологічні «витрати» користування системою. Пріоритетними інструментами є відображення прогнозу прибуття в реальному часі, інтегровані карти/схеми маршрутів, повідомлення про відхилення від графіка та зміни руху. Додатково підвищують привабливість сервіси планування поїздок із урахуванням пересадок, інформування про заповненість (за наявності даних) і єдина довідкова система. Для оцінювання результату використовують показники доступності інформації (частка зупинок із табло, точність прогнозів прибуття) і користувацькі опитування. Точність прогнозу прибуття можна подати через середню абсолютну похибку (MAE) (4):

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |t_i^{pred} - t_i^{obs}|, \quad (4)$$

Вартість поїздки має значення не лише як рівень тарифу, а і як «складність оплати» та відсутність штрафу за пересадки. Підвищенню привабливості сприяють: єдиний квиток на різні види транспорту, часова (зональна) тарифікація, проїзні різної тривалості, пільгові та соціальні продукти, а також безконтактні способи оплати. Важливо, щоб тарифна модель підтримувала потрібну структуру поїздок (зручні пересадки) і була зрозумілою для пасажирів. Ефект тарифної інтеграції для пасажирів можна інтерпретувати як зменшення додаткових витрат на пересадку: (5):

$$\Delta C_t = C_{sep} - C_{int}, \quad (5)$$

де C_{sep} – вартість поїздки при оплаті кожної ділянки окремо, C_{int} – вартість поїздки за інтегрованим тарифом

Навіть за добре спроектованої мережі частина поїздок потребує пересадки, тому якість пересадкового вузла безпосередньо впливає на сприйняття системи. Ключовими є мінімальна відстань між платформами/зупинками, захист від негоди, узгодження інтервалів, безпечні пішохідні зв'язки та зрозумілі вказівники. Для підвищення охоплення території важливо інтегрувати громадський транспорт з активною мобільністю: якісні тротуари, велоінфраструктура, паркування велосипедів біля станцій, а також зручні підходи до зупинок.

«Штраф пересадки» за часом можна описати як (6):

$$P_t = T_{walk} + T_{wait} + T_{aux}, \quad (6)$$

де T_{walk} — час переходу, T_{wait} — час очікування стикування, T_{aux} — додатковий час (навігація, контроль оплати тощо).

Для обґрунтування управлінських рішень доцільно використовувати систему показників, що охоплює: швидкість сполучення, регулярність (варіативність інтервалів), заповненість, доступність зупинок, якість пересадок і задоволеність пасажирів. Логіка впровадження заходів може бути поетапною: спочатку «швидкі» операційні покращення (диспетчеризація, оптимізація інтервалів), далі — пріоритет на вуличній мережі та модернізація зупинок, після чого — тарифна інтеграція й розвиток цифрових сервісів. Така послідовність дозволяє отримати помітний ефект для пасажирів вже на ранніх етапах і підвищує підтримку подальших інвестицій.

Інтегральний індекс якості (у нормованому вигляді) можна задати як зважену суму (7):

$$Q = \sum_{j=1}^m w_j x_j, \sum_{j=1}^m w_j = 1, \quad (7)$$

де x_j — нормовані показники (надійність, швидкість, доступність тощо); w_j — їхні ваги. цій.

4.8 Формалізація впливу заходів: приклад показників, формул і візуалізацій

Для ілюстрації підходу наведемо спрощену систему метрик, яка відображає зміну часу поїздки та надійності після впровадження пріоритету.

Формули. Середній узагальнений час поїздки пасажирів (без урахування вартості) подамо як (8):

$$T_g = T_a + \frac{h}{2} + T_{iv} + n_t T_t, \quad (8)$$

де T_a — час підходу до зупинки, h — інтервал руху (headway), T_{iv} — час у салоні, n_t — кількість пересадок, T_t — середній час однієї пересадки.

Для оцінювання регулярності використаємо індекс надійності інтервалів (9):

$$R_h = 1 - \frac{\sigma_h}{h}, \quad (9)$$

де $\bar{h}$ — середній інтервал, σ_h — середньоквадратичне відхилення інтервалів (чим ближче R_h до 1, тим вища регулярність).

Запропоновано метод збільшення привабливості полягає у впровадженні в пріоритетному транспортному коридорі режиму інтервального керування рухом (headway-based control) з підтримкою інфраструктурного пріоритету на перехрестях і стандартизованих зупинок. На відміну від підходу, орієнтованого лише на дотримання розкладу, інтервальне керування фокусується на підтриманні заданого інтервалу між транспортними засобами, що безпосередньо зменшує нерівномірність подачі та «скупчення» (bunching) у потоці. Метод складається з таких елементів:

1. Вибір коридору з найбільшим пасажиропотоком і потенціалом перетоку з автомобіля (центральні магістралі, під'їзди до вузлів тяжіння).

2. Задання цільового інтервалу h для годин пік та міжпікового періоду.

3. Операційний контур керування (диспетчер/АСУ): вимірювання фактичних інтервалів h_i та застосування коригувальних дій — короткочасного утримання на зупинці, обмеження надмірної стоянки, підсилення випуску з кінцевих.

4. Пріоритет на перехрестях для зменшення випадкових затримок (зсув/подовження зеленої фази при наближенні ТЗ).

5. Пасажирські сервіси (реальний час прибуття, прозоре інформування), які підсилюють ефект від стабілізації інтервалів.

Як критерій якості роботи коридору запропоновано мінімізувати відхилення фактичних інтервалів від цільового (10):

$$J = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (h_i - h)^2 \rightarrow \min, \quad (10)$$

Практичним результатом упровадження методу має бути одночасне зменшення часу очікування (через менший інтервал та вищу регулярність) і зниження ризику запізнення, що підвищує привабливість транспорту загального користування без обов'язкового суттєвого збільшення кількості рухомого складу. Для демонстрації практичного застосування запропонованого підходу виконано анкетне опитування користувачів міського громадського транспорту в межах України. Загальний обсяг вибірки становив ($n = 223$) респонденти. Для інтерпретації результатів використано логіку оцінювання якості послуг громадського пасажирського транспорту: доступність, часові характеристики, надійність та орієнтація на потреби пасажирів.

Структура вибірки свідчить про репрезентативне охоплення активних користувачів міської мобільності: 161 респондент (72.2%) належить до вікових груп 25–60 років; 136 осіб (61.0%) мають легковий автомобіль у домогосподарстві, але продовжують користуватися громадським транспортом; 143 респонденти (64.1%) здійснюють поїздки щодня або 2–3 рази на тиждень. Це підтверджує практичну значущість заходів підвищення привабливості саме для груп, які мають реальну альтернативу у вигляді приватного авто.

За валідними відповідями щодо часових параметрів ($n = 194$) встановлено: 145 осіб (74.7%) витрачають на поїздки в один бік до однієї години, а 154 особи (79.4%) мають пішохідну доступність зупинки до 10 хвилин. Серед цілей поїздок (множинний вибір) домінують трудові/навчальні (164 вибори; 73.5%), далі побутові (90; 40.4%) та культурно-дозвільні (61; 27.4%). Отримані значення вказують, що ключовими напрямками практичного вдосконалення мають бути регулярність руху у пікові періоди, зменшення часу очікування та підвищення надійності пересадок.

Узагальнення бажань пасажирів за результатами опитування. Аналіз анкет показав, що попит концентрується навколо трьох домінуючих очікувань: скорочення часу поїздки, передбачуваність графіка та краща маршрутна зв'язність без зайвих пересадок. Серед критеріїв вибору маршруту найчастіше фіксується орієнтація на найкоротший шлях (70 виборів), далі — чутливість до вартості проїзду (64) та готовність платити більше за швидкий безпересадковий сервіс (60). Ключовими бар'єрами в користуванні громадським транспортом респонденти назвали запізнення і нерегулярність руху (65), відсутність зручних прямих маршрутів (49), а також невідповідність ціни та фактичної якості послуг (41). На рисунку 1 наведено частоту користування міським громадським транспортом за результатами опитування у вигляді діаграми.

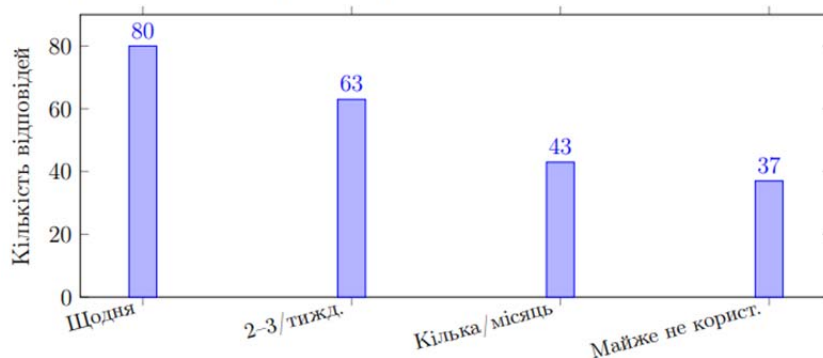


Рисунок 1 – Частота користування міським громадським транспортом за результатами опитування ($n = 223$)

Джерело: розроблено автором.

Методика проведеного оцінювання передбачає послідовність етапів, узгоджених із підходом стандартів:

1. Визначення доменів якості (доступність, часові характеристики, надійність/регулярність, комфорт, інформаційна зрозумілість).

2. Відбір вимірюваних індикаторів для кожного домену на основі анкетних даних і операційних метрик.

3. Нормування показників у шкалі [0;1] за принципом “більше – краще” або “менше – краще”.

4. Агрегація у зведений індекс з використанням ваг, погоджених з цілями транспортної політики міста.

5. Порівняння “до/після” для обраного коридору та інтерпретація змін у термінах якості послуг для пасажирів.

Для показників типу “більше – краще” використано нормування (11):

$$x_j = \frac{y_j - y_j^{\min}}{y_j^{\max} - y_j^{\min}}, \quad (11)$$

де x_j – нове (нормалізоване) значення, y_j – поточне фактичне значення, $y_j^{\min}$ – мінімальне значення в даному наборі даних, $y_j^{\max}$ – максимальне значення в даному наборі даних.

а для показників “менше – краще” – (12):

$$x_j = \frac{y_j^{\max} - y_j}{y_j^{\max} - y_j^{\min}}, \quad (12)$$

Таблиця 1 наводить базовий набір індикаторів оцінювання якості за логікою ДСТУ EN 13816:2022 та EN 15140:2022.

Таблиця 1 – Базовий набір індикаторів оцінювання якості за логікою

Домен якості	Індикатор	Метод обчислення	Цільовий орієнтир
Доступність	A_w (пішохідна доступність зупинок)	Частка респондентів із часом підходу до зупинки ≤ 10 хв	≥ 0.75
Часові характеристики	A_t (доступність часу поїздки)	Частка респондентів із тривалістю поїздки в один бік ≤ 60 хв	≥ 0.70
Надійність	R_h (регулярність інтервалів)	$R_h = 1 - \sigma h / \bar{h}$ (за даними диспетчеризації/моніторингу)	≥ 0.80
Орієнтація на пасажирів	C_s (задоволеність сервісом)	Нормована середня оцінка задоволеності / частка позитивних відповідей	≥ 0.70

Джерело: розроблено авторами

У межах цього дослідження з анкетних даних безпосередньо оцінено A_t та A_w , а показник R_h рекомендовано визначати за фактичними інтервалами руху на коридорі (GNSS/AVL або диспетчерські журнали). Така конфігурація забезпечує відтворювану процедуру моніторингу та придатність результатів для управлінських рішень відповідно до вимог ДСТУ.

Для прикладного моніторингу рекомендовано інтегральний індекс якості обслуговування (13):

$$I_q = 0.35R_h + 0.30A_t + 0.20A_w + 0.15C_s, \quad (13)$$

де R_h – нормований показник регулярності інтервалів; A_t – часової доступності поїздки; A_w – пішохідної доступності зупинок; C_s – задоволеності сервісом (за анкетними оцінками). Така форма дає змогу виконувати порівняння «до/після» впровадження пріоритету руху, інтервального керування та цифрового інформування пасажирів у межах вимог стандартів якості.

Практичний висновок полягає в тому, що навіть за високої автомобілізації значна частина населення регулярно користується громадським транспортом, а отже кероване покращення параметрів надійності, часу поїздки та доступності має безпосередній прикладний ефект. Запропонований підхід може бути використаний транспортними органами міст для пріоритезації інвестицій у коридори з найбільшим соціально-економічним ефектом та для звітнього контролю якості послуг за принципом “до/після”. В таблицю 2 зведено ключові результати опитування як приклад практичного застосування.

Рекомендації органам місцевого самоврядування (на основі опитування) на основі отриманих результатів опитування ($n = 223$). Доцільно запропонувати такий пакет пріоритетних рішень для органів місцевого самоврядування:

Таблиця 2 – Ключові результати опитування як приклад практичного застосування.

Показник	Значення	Частка, %
Загальна кількість респондентів	223	100.0
Вікові групи 25–60 років	161	72.2
Наявність авто в домогосподарстві (“Так”)	136	61.0
Інтенсивне користування ГТ (щодня + 2–3 рази/тиждень)	143	64.1
Поїздка в один бік до 1 години ($n = 194$)	145	74.7
Піша доступність зупинки до 10 хв ($n = 194$)	154	79.4
Трудові/навчальні цілі поїздок (множинний вибір)	164	73.5

Джерело: розроблено авторами

1. Пріоритезувати надійність руху в пікові періоди. Оскільки нерегулярність і запізнення визначені як ключовий бар’єр, першочергово впроваджувати інтервальне керування, диспетчерський контроль та пріоритет громадського транспорту на світлофорних об’єктах.

2. Оптимізувати маршрутну мережу під прямі сполучення. З урахуванням високої чутливості пасажирів до тривалості поїздки та пересадок, доцільно скорочувати надлишкові пересадки на масових трудових/навчальних напрямках.

3. Поетапно узгодити тариф і якість сервісу. Зафіксована чутливість до співвідношення “ціна/якість” обґрунтовує перехід до прозорої тарифної політики: підвищення тарифів.

4. Сформувати муніципальну систему моніторингу якості. Рекомендовано закріпити регулярний збір показників R_h , A_b , A_w , C_s та публічну звітність у форматі “до/після” для коридорів, де впроваджуються зміни.

5. Спрямувати інвестиції на коридори найбільшого соціально-економічного ефекту. З огляду на високу частку регулярних користувачів (64.1%) і наявність альтернативи у вигляді авто (61.0%), найбільший ефект очікується від точкових інвестицій у магістральні напрямки з високим пасажиропотоком.

Запропоновані рекомендації можуть бути інтегровані у місцеві програми розвитку транспорту як управлінський модуль прийняття рішень, що поєднує

стандартизовані КРІ якості, пріоритезацію заходів і контроль фактичного результату для пасажера.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Підвищення привабливості транспорту загального користування досягається комплексом взаємопов'язаних рішень: забезпеченням надійності та регулярності руху, впровадженням пріоритету на вулично-дорожній мережі, підвищенням комфорту й доступності зупинок і рухомого складу, розвитком інформаційних сервісів реального часу та тарифною інтеграцією. Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробленням системи показників і моделей попиту, що дозволять кількісно оцінювати вплив окремих заходів на вибір пасажера та обґрунтовувати пріоритетність інвестицій.

Список літератури

1. A comparative study on hybrid linear and nonlinear modeling framework for air passenger traffic forecasting / Y. Bao et al. *Advances in Information Sciences and Service Sciences*. 2011. Vol. 3, iss. 5. P. 243–254. DOI: 10.4156/aiss.vol3.issue5.28.
2. Rodríguez-Doncel V., Santos C., Casanovas P. A model of air transport passenger incidents and rights. 2014. DOI: 10.3233/978-1-61499-468-8-55.
3. Marie-Sainte S. L., Saba T., Alotaibi S. Air passenger demand forecasting using particle swarm optimization and firefly algorithm. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*. 2019. Vol. 16, iss. 9. P. 3735–3743. DOI: 10.1166/jctn.2019.8242.
4. Dang Y.-., Li W.-. Air passenger flow structure analysis with network view. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*. 2010. Vol. 10, iss. 5. P. 167–174.
5. Air passengers' purchasing behavior of specialty products at airport: An empirical study / J. Jing He et al. *ACM International Conference Proceeding Series*. 2021. P. 13–17. DOI: 10.1145/3503491.3503494.
6. An analysis and decomposition ensemble prediction model for air passenger demand based on singular spectrum analysis / X. Liang et al. *System Engineering Theory and Practice*. 2020. Vol. 40, iss. 7. P. 1844–1855. DOI: 10.12011/1000-6788-2019-1010-12.
7. Huang F.-., Peng J., You M.-. Analyses of characteristics of air passenger group mobility behaviors. *Acta Physica Sinica*. 2016. Vol. 65, iss. 22. DOI: 10.7498/aps.65.228901.
8. Ida Y. Changes of air passenger distribution patterns in japan. *Japanese Journal of Human Geography*. 1993. Vol. 45, iss. 3. P. 221–243. DOI: 10.4200/jhg1948.45.221.
9. Reyna O. S. S., De La Mota I. F. Complex networks of the air passenger traffic in Culiacan's airport. *30th European Modeling and Simulation Symposium, EMSS 2018*. 2018. P. 123–128.
10. COVID-19: Transforming air passengers' behaviour and reshaping their expectations towards the airline industry / A. Afaq et al. *Tourism Recreation Research*. 2021. DOI: 10.1080/02508281.2021.200821.
11. Development of 8 kW charging generator for railway air-conditioned passenger car / P. Zuo et al. *China Railway Science*. 2010. Vol. 31, iss. 2. P. 137–140.
12. Niu W. Intelligent air passenger transportation system utilizing integrated space-ground information network. *Acta Aeronautica Et Astronautica Sinica*. 2019. Vol. 40, iss. 1. DOI: 10.7527/S1000-6893.2018.22415.
13. Dang Y.-., Song S.-. Invulnerability analysis of chinese air passenger flow network based on centrality. *Complex Systems and Complexity Science*. 2013. Vol. 10, iss. 1. P. 75–82.
14. Sharma H. K., Kumari K., Kar S. Short-term forecasting of air passengers based on the hybrid rough set and the double exponential formatting model. *Intelligent Automation and Soft Computing*. 2019. Vol. 25, iss. 1. P. 1–14. DOI: 10.31209/2018.100000036.

References

1. Bao, Y., Yi, D., Xiong, T., Hu, Z., & Zheng, S. (2011). A comparative study on hybrid linear and nonlinear modeling framework for air passenger traffic forecasting. *Advances in Information Sciences and Service Sciences*, 3(5), 243-254. doi:10.4156/aiss.vol3.issue5.28.
2. Rodríguez-Doncel, V., Santos, C., & Casanovas, P. (2014). A model of air transport passenger incidents and rights doi:10.3233/978-1-61499-468-8-55
3. Marie-Sainte, S. L., Saba, T., & Alotaibi, S. (2019). Air passenger demand forecasting using particle swarm optimization and firefly algorithm. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, 16(9), 3735-3743. doi:10.1166/jctn.2019.8242
4. Dang, Y. -, & Li, W. -. (2010). Air passenger flow structure analysis with network view. *Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxi/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 10(5), 167-174.

5. Jing He, J., Xu, L., Ning Guo, X., & Hu, Y. (2021). Air passengers' purchasing behavior of specialty products at airport: An empirical study. Paper presented at the ACM International Conference Proceeding Series, 13-17. doi:10.1145/3503491.3503494
6. Liang, X., Guo, Z., Zhang, Q., Yang, M., & Wang, S. (2020). An analysis and decomposition ensemble prediction model for air passenger demand based on singular spectrum analysis. *Xitong Gongcheng Lilun Yu Shijian/System Engineering Theory and Practice*, 40(7), 1844-1855. doi:10.12011/1000-6788-2019-1010-12
7. Huang, F. -, Peng, J., & You, M. -. (2016). Analyses of charactristics of air passenger group mobility behaviors. *Wuli Xuebao/Acta Physica Sinica*, 65(22) doi:10.7498/aps.65.228901.
8. Ida, Y. (1993). Changes of air passenger distribution patterns in japan. *Japanese Journal of Human Geography*, 45(3), 221-243. doi:10.4200/jjhg1948.45.221.
9. Reyna, O. S. S., & De La Mota, I. F. (2018). Complex networks of the air passenger traffic in Culiacan's airport. Paper presented at the 30th European Modeling and Simulation Symposium, EMSS 2018, 123-128.
10. Afaq, A., Gaur, L., Singh, G., & Dhir, A. (2021). COVID-19: Transforming air passengers' behaviour and reshaping their expectations towards the airline industry. *Tourism Recreation Research*, doi:10.1080/02508281.2021.200821.
11. Zuo, P., Li, H., Liu, W., & Liu, D. (2010). Development of 8 kW charging generator for railway air-conditioned passenger car. *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*, 31(2), 137-140.
12. Niu, W. (2019). Intelligent air passenger transportation system utilizing integrated space-ground information network. [基于天地一体化信息网络的智能航空客运系统] *Hangkong Xuebao/Acta Aeronautica Et Astronautica Sinica*, 40(1) doi:10.7527/S1000-6893.2018.22415.
13. Dang, Y. -, & Song, S. -. (2013). Invulnerability analysis of chinese air passenger flow network based on centrality. *Complex Systems and Complexity Science*, 10(1), 75-82.
14. Sharma, H. K., Kumari, K., & Kar, S. (2019). Short-term forecasting of air passengers based on the hybrid rough set and the double exponential smoothing model. *Intelligent Automation and Soft Computing*, 25(1), 1-14. doi:10.31209/2018.100000036.

Kostiantyn Dolia, Assoc. Prof., DSc.

National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", Kharkiv, Ukraine

Increasing the Attractiveness of Public Transport

The article is devoted to the problem of increasing the attractiveness of public transport as a key tool for ensuring sustainable urban mobility. The relevance of the topic is due to the growth of motorization, congestion of the street and road network, deterioration of environmental indicators and a decrease in the quality of transport services in cities. The aim of the work is to systematize the factors that shape the perceived quality of the trip and justify a set of measures that can increase the competitiveness of public transport compared to a private car. Within the framework of the literature review, approaches to network planning, transportation organization, BRT implementation, service quality standards, economic assessment of benefits and transport modeling are summarized, which allowed us to identify the dominant blocks of influence: reliability and regularity of traffic, connection speed and priority at intersections, comfort and barrier-free travel, real-time information services, tariff integration and quality of transfers. A method of "reliability corridor" based on interval traffic control (headway-based control) with priority support at traffic lights and digital passenger information is proposed, which is aimed at reducing the unevenness of intervals and the risk of being late. To formalize the effects, examples of indicators and calculated dependencies (generalized travel time, regularity index, arrival forecast accuracy) are provided, as well as an example of a "before/after" comparison in the form of a table and graph. The practical value of the results lies in the possibility of using the proposed structure of factors and indicators for preparing urban transport development programs, justifying investments in priority corridors and monitoring the quality of services.

public transport, attractiveness, quality of service, reliability. travel interval, travel priority, BRT, tariff integration, transfers. urban mobility

Одержано (Received) 26.02.2026

Прорецензовано (Reviewed) 06.04.2026

Прийнято до друку (Approved) 07.04.2026