

СЕКЦІЯ
ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ

УДК 656.072

**ЧИННИКИ ВПЛИВУ НА РОЗВИТОК МЕРЕЖІ ШВИДКІСНОГО
АВТОБУСНОГО СПОЛУЧЕННЯ У МІСТАХ**

Вдовиченко Володимир Олексійович, д.т.н., професор
Підлубний Сергій Юрійович, аспірант
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
e-mail: Vval2301@gmail.com, pidlubnyi_s@ukr.net

У сучасних містах гостро постає проблема перевантаження транспортної мережі, що зумовлює необхідність впровадження ефективних форм громадського транспорту. Одним із перспективних рішень є система швидкісного автобусного сполучення (Bus Rapid Transit- BRT), яка поєднує гнучкість автобусного транспорту з високою швидкістю та регулярністю метрополітену. Ефективне планування такої мережі потребує використання методів аналітичного моделювання. Швидкісне автобусне сполучення (ШАС) є перспективною формою організації громадського транспорту, що дозволяє ефективно вирішувати проблеми міської мобільності, перевантаженості доріг та екологічного забруднення. Проте ефективність таких систем значною мірою залежить від низки взаємопов'язаних чинників, які мають бути враховані при плануванні, проєктуванні та експлуатації мережі. Метою дослідження є визначення чинників, що в подальшому дозволяють розробити аналітичні моделі оптимізації мережі ШАС. Завдання які для цього потрібно вирішити:

- визначити ключові чинники, що впливають на ефективність ШАС;
- сформулювати математичну модель оцінки розвитку мереж ШАС;
- провести симуляцію на вхідних даних;
- оцінити варіанти маршрутної мережі ШАС міста.

Основні чинники, що впливають на ефективність ШАС можна розділити на окремі групи: інфраструктурні, організаційні, економічні, соціальні, екологічні. До інфраструктурних чинників можна віднести: наявність виділених смуг руху для автобусів; облаштування зупиночних пунктів та пересадочних вузлів; пункти інтеграції з іншими видами транспорту. Організаційні чинники включають: частоту руху та інтервали на маршрутах; системи пріоритету руху на перехрестях; управління трафіком і контроль дотримання графіків. Економічні чинники передбачають встановлення: рівня експлуатаційних витрат; собівартості перевезень; потреба в рухомому складі. Соціальні чинники дозволяють врахувати: доступність послуг; якість обслуговування; витрати часу на пересування. Екологічні чинники спрямовані на оцінку рівня викидів шкідливих речовин від роботи автобусів на лініях.

Для оцінки варіантів реалізації мережі ШАС може бути використаний комплексний критерій, що містить в собі складові які визначають економічні чинники та показники витрат часу пасажирів на пересування

$$\begin{cases} B_u = \sum_{i=1}^{N_p} (V_{e_i} \cdot C_{зм_i} + T_n \cdot C_{nc_i}) A_{o_i} \rightarrow \min \\ T_{nep} = \sum_{i=1}^{K_k} \sum_{j=1}^{N_{rk}} (t_{o_j} + t_{n_j} + t_{np_j}) \cdot Q_{n_i} \rightarrow \min \end{cases}, \quad (1)$$

де B_u – витрати на обслуговування маршрутів, грн; $C_{зм_i}, C_{nc_i}$ – змінні та постійні витрати на роботу автобусів, грн/км, грн/год.; V_{e_i} – експлуатаційна швидкість автобусів на маршруті i , км/год.; T_n – тривалість розрахункового періоду, год; A_o – кількість автобусів на маршруті i , од.; N_p – кількість рейсів в складі маршрутної мережі, од.; T_{nep} – витрати часу на здійснення пересувань пасажирів, год; K_k – кількість кореспонденцій пасажирів в місті; N_{rk} – кількість маршрутів якими реалізується кореспонденція k ; t_{o_j} – час очікування пасажиром посадки в автобус на маршруті j , год; t_{n_j} – час поїздки пасажира по маршруту j , год; t_{np_j} – час пересадки пасажира на маршрут j , год; Q_{n_i} – обсяг пересування кореспонденції k , пас.

Використання вартісної оцінки часу пасажирів дозволяє представити складові критерію (1) у вигляді комплексного показника

$$E_m = B_u + T_{nep} \cdot B_{nc} \rightarrow \min, \quad (2)$$

де B_{nc} – вартісна оцінка пасажироднини, грн/год.

В ході аналітичного моделювання необхідно порівняти запропоновані варіанти маршрутної мережі ШАС та встановити закономірності

$$E_m^{e1} \neq E_m^{e2} \neq E_m^{e3}, \quad (3)$$

де $E_m^{e1}, E_m^{e2}, E_m^{e3}$ – значення критерія для варіантів мережі 1, 2 та 3.

Схеми можливих варіантів мережі ШАС міста наведені на рисунку 1.

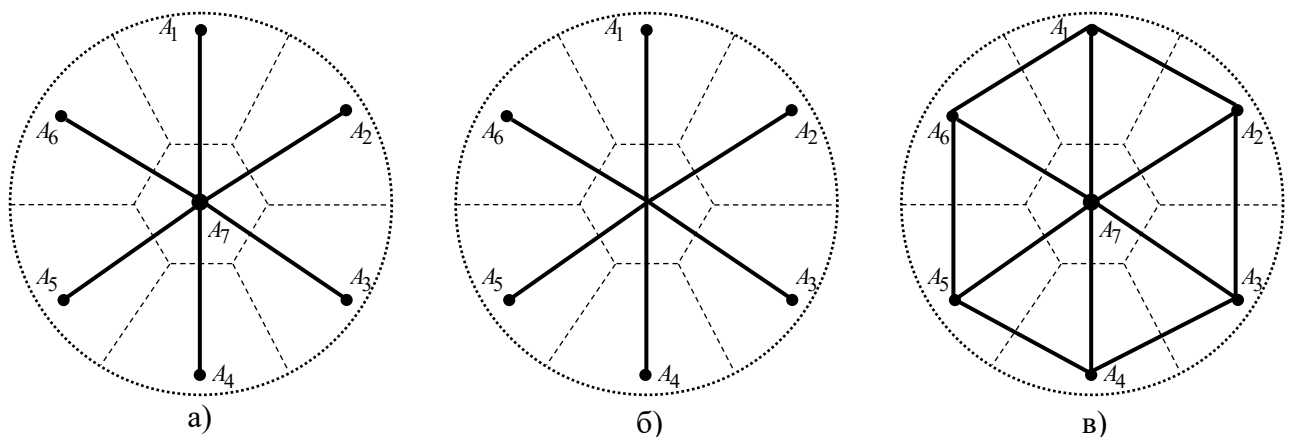


Рисунок 1 Схема маршрутної мережі для міста без перешкод (а – радіальні маршрути, б – діаметральні маршрути, в – комбінована схема)

Порівнюємо 3 можливих варіанти маршрутної мережі ШАС, що відтворюють ключові особливості її формування. Варіант 1 передбачає організацію виключно радіальних маршрутів (6 маршрутів): $A_1 - A_7, A_2 - A_7, \dots, A_6 - A_7$. За таких умов всі кореспонденції між периферійними районами здійснюються з пересадкою в центральному ТПВ. Варіант 2 передбачає створення виключно діаметральних маршрутів з можливістю прямого безпересадочного пересування між районами (15 маршрутів): $A_1 - A_7 - A_2, A_1 - A_7 - A_3, \dots, A_5 - A_7 - A_6$. Цей варіант зовсім не передбачає пересадки пасажирів в центральному ТПВ. Варіант 3 передбачає створення 6 радіальних маршрутів $A_1 - A_7, A_2 - A_7, \dots, A_6 - A_7$, що задовольняють пересування пасажирів до центральної частини міста та 3 хордових маршрутів $A_1 - A_2 - A_3, A_3 - A_4 - A_5, A_5 - A_6 - A_1$. При цьому варіанту пересування між периферійними районами здійснюється по хордових маршрутах. Дані варіанти маршрутної системи є умовними та орієнтовані на оцінку їх ефективності як інструменту подальшого аналізу. На рисунку 2 наведено зміну критерію ефективності для варіантів мережі ШАС.

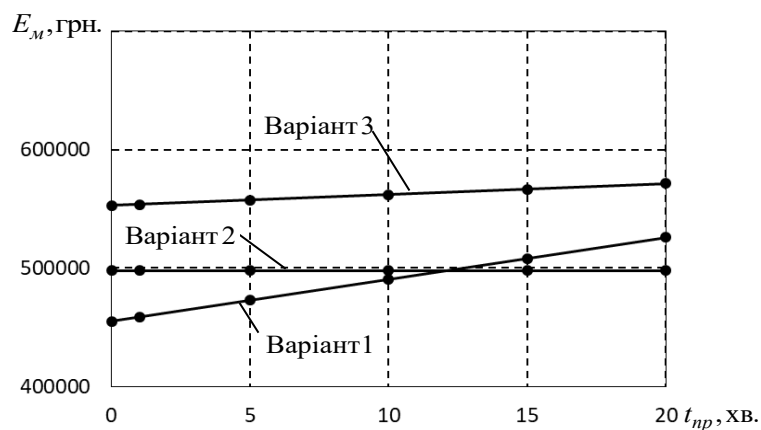


Рисунок 2 Зміна критерію ефективності

Представлені на рисунку 2 графіки показують, що в умовах ШАС варіант 1 має переваги лише за умови коли час пересадки в центральному вузлі не перевищує 12 хв. Виходячи з цього можна дійти висновку, що переваги варіанту 1 зі скорочення експлуатаційних витрат можуть бути забезпечені лише при умові мінімізації часу пересадки пасажирів між маршрутами.

Запропоновано математичну модель оптимізації маршрутної мережі ШАС. Проведено порівняльний аналіз варіантів розгортання мережі на прикладі умовного міста. Результати моделювання можуть бути використані для обґрунтування стратегій розвитку громадського транспорту.

Література

1. Zhang M., Yen B.T. The impact of Bus Rapid Transit (BRT) on land and property values: A meta-analysis. *Land Use Policy*. 2020. 96. P. 104-126. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104684>

2. Hoonsiri C., Chiarakorn S., Kiattikomol V. Using combined bus rapid transit and buses in a dedicated bus lane to enhance urban transportation sustainability. *Sustainability*. 2021. №13(6). С. 3052 <https://doi.org/10.3390/su13063052>

Міністерство
освіти і науки
України



Міністерство освіти і науки України

Національний університет біоресурсів і
природокористування України

Механіко-технологічний факультет

Кафедра транспортних технологій та засобів у АПК

Академія прикладних наук Університету
управління та адміністрування в Ополі

Академія інженерних наук України
Українська асоціація аграрних інженерів



**ЗБІРНИК ТЕЗ
доповідей
VIII Міжнародної
науково-практичної конференції
«Автомобільний транспорт та інфраструктура»**



AutoTransport and Infrastructure

**17-19 квітня 2025 року
м. Київ**

УДК 631.17+62-52-631.3

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради механіко-технологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України від 20 травня 2025 р., протокол №. 12

Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт та інфраструктура» (17–19 квітня 2025 року). Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2025. 242 с.

ISBN 978-617-8530-21-1

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, докторантів і аспірантів, студентів, фахівців транспортної галузі, учасників VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт та інфраструктура», в яких розглядаються нинішній стан та шляхи розвитку автотранспортної галузі.

ISBN 978-617-8530-21-1

© НУБіП України, 2025.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:

Тонха О.Л., проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП України – голова організаційного комітету;

Отченашко В.В., начальник науково-дослідної частини НУБіП України – заступник голови організаційного комітету;

Братішко В. В., декан механіко-технологічного факультету НУБіП України – заступник голови організаційного комітету;

Киричок П.О., президент Академії інженерних наук України – заступник голови організаційного комітету (за згодою);

Тадеуш Покуса, проректор Академії прикладних наук Університету управління та адміністрування в Ополь (Польща) – співголова організаційного комітету (за згодою);

Ілесалієв Д. І., ректор Ташкентського Перфектного університету (Узбекистан) – співголова організаційного комітету (за згодою);

Дашдаміров Ф.С., директор Інституту логістики і транспорту Азербайджанського технічного університету (Азербайджан) – співголова організаційного комітету (за згодою);

Загурський О.М., професор кафедри транспортних технологій та засобів у АПК НУБіП України – секретар організаційного комітету.

Дьомін О.А., доцент кафедри транспортних технологій та засобів у АПК НУБіП України;

Калінін Є. І., завідувач кафедри тракторів та автомобілів НУБіП України;

Мацюк В. І., професор кафедри транспортних технологій та засобів у АПК НУБіП України;

Умідулла Абдураззоков, завідувач кафедри транспортної техніки Ташкентського державного університету транспорту (Узбекистан);

Роговський І. Л., завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України;

Павло Навицький, професор університету Орала Робертса (США);

Савченко Л.А., завідувачка кафедри транспортних технологій та засобів у АПК НУБіП України;

Софі Лю, професор Університету Орала Робертса (США);

Степанов О.В. заступник декана з наукової роботи механіко-технологічного факультету НУБіП України.