

Таким чином, будь-які зусилля щодо сталого розвитку пасажирських транспортних систем чи покращення транспортної інфраструктури мають починатися з того, що особи, які приймають рішення, визначають і використовують доступні їм ресурси та інструменти. Вони повинні оцінити, наскільки нові проекти та політика відповідають цілям розвитку певної території, наскільки вони відповідають бюджетам і як вони вирішують питання справедливості та залучення. Правильно поставлені питання та логічна оцінка результатів особами, які приймають рішення, й інвесторами допоможе знайти рішення, які будуть прийнятними як місту чи регіону, так і людям. Оскільки місцеві органи публічної влади, як замовники транспортних послуг для населення відповідної території, мають пам'ятати, що найважливішою перевагою громадського транспорту є його геометрія: він переміщує багато людей на певних територіях.

Перелік використаної літератури

1. Dilek, E., Dener, M. (2023). Computer vision applications in intelligent transportation systems: A survey. *Sensors*, 23(6), 29-38. <https://doi.org/10.3390/s23062938>
2. Fahim S. M., Khan S. S, Lohana M. K., Ali S. Z, Muzamil R. (2024) The Growing Preference for Public Transit System among Customers. *International Journal of Experiential Learning & Case Studies*, 9 (1), 25-45. <https://doi.org/10.22555/ijelcs.v9i1.1139>

УДК 711.11

ОПТИМІЗАЦІЯ МІСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ МАРШРУТІВ В УМОВАХ КРИЗИ: ДОСЛІДЖЕННЯ ПАСАЖИРОПОТОКУ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Колодюк О.П., студент 1 курсу групи ТТ-11інт, Навчально-науковий механічний інститут, Національний університет водного господарства та природокористування, Науковий керівник – к.т.н., доцент **Пашкевич С.М.**, Національний університет водного господарства та природокористування, e-mail: kaf-tts@nuwm.edu.ua

Планування міського громадського транспорту. Міський транспорт, особливо явища заторів і забруднення, є одними з основних проблем сучасного суспільства [1]. Емпіричні докази неодноразово показували, що будівництво нової інфраструктури або розширення існуючих доріг не є найкращим рішенням. Необхідне правильне планування системи транспорту, яке передбачає стимулювання використання громадського транспорту для пом'якшення негативних наслідків функціонування транспортної системи. Крім того, транспортна система має бути спланована так, щоб її робота була оптимізованою на користь пасажирів і самого міста.

Зі зростанням міст зростає і потреба в перевезеннях, але не всі поїздки можуть здійснюватися приватним транспортом через затори, які при цьому виникають. Тому уряд повинен надати добре організовану і справедливо розподілену систему громадського транспорту, щоб ефективно задовольняти цей попит. Усе це має бути сплановано комплексно, враховуючи економічні ресурси, найкращу функціональність для пасажирів, охорону навколишнього середовища та енергозбереження [2].

Для обґрунтування потреби в транспортному маршруті необхідно визначити поточний і майбутній попит на систему, її охоплення, а також проаналізувати поточну і необхідну пропозицію, щоб забезпечити ефективне, комфортне, безпечне й економічне обслуговування. Таким чином, дослідження попиту є основною інформацією для належного планування транспорту [3]. Прогнозування майбутніх потоків транспортної системи в різних умовах є важливим завданням, яке потребує певного рівня розуміння людської поведінки, характеристик землекористування, економічних та інших факторів. Це передбачає аналіз соціально-демографічної інформації, планів землекористування та

розвитку, а також планів дій у регіоні, що впливають або залежать від транспортної системи, яку аналізують.

При плануванні транспорту також слід передбачити зміни в попиті на транспорт через модифікації існуючої системи. Існує кілька методів для визначення поточного попиту на транспорт, які можуть взаємно перевіряти один одного. Одними з найбільш поширених є дослідження «походження-призначення» (Origin-Destination), які можна проводити за допомогою опитувань, підрахунків руху та досліджень дорожнього руху [3].

Планування транспортних систем може здійснюватися як на короткий термін (операційне планування), так і на середній та довгий термін (стратегічне планування). Зазвичай проектування автобусних маршрутів, частоти їх руху та графіки руху транспортних засобів є короткостроковими завданнями. Це операційне планування включає кілька послідовних етапів [2]:

1. вивчення попиту на поїздки з різних точок відправлення до різних пунктів призначення в місті;
2. розподіл пасажирів між різними видами транспорту;
3. проектування ліній або маршрутів;
4. визначення частоти рейсів на основі кількості пасажирів на кожній лінії;
5. визначення графіків руху;
6. планування транспортних засобів;
7. планування водіїв.

Перші три етапи зазвичай виконуються регулюючими органами (наприклад, муніципалітетом), а останні чотири етапи — операторами послуг. Для вирішення та оптимізації цих етапів використовуються методи дослідження операцій. Вони включають велику кількість математичних інструментів, таких як оптимізація та моделювання, які дозволяють раціонально вирішувати деякі складні проблеми планування транспорту для підтримки прийняття рішень. Глобальне рішення проблеми залежить від вирішення кожного з етапів процесу [4].

Етапи планування роботи міського громадського транспорту. Важливо вивчати міський транспорт як компонент міста і як одну з його основних функцій [2]. Це має забезпечити доступність для людей до різних видів діяльності шляхом забезпечення належної мобільності (у термінах часу та грошової вартості). Таким чином, повинна бути створена належна фізично-просторова зв'язність, яка дозволяє реалізовувати ці функції, нейтралізуючи негативний ефект відстані [5]. Щоб ці функції могли реалізуватися, транспорт має базуватися на двох основних фізичних компонентах: дорожня система (забезпечує зв'язність між різними районами чи зонами міста) та транспортна система (яка використовуючи дорожню інфраструктуру, дозволяє переміщення людей між їхніми пунктами відправлення та призначення). Через високу складність планування міського громадського транспорту цей процес можна розділити на дві основні фази, і кожна з них поділяється на кілька етапів. Ці дві фази такі:

Фаза стратегічного планування транспортної системи: вона базується на соціально-економічній класифікації населення, регіональному розподілі домогосподарств і підприємств, а також на дорожній інфраструктурі. На цьому етапі оцінюють кількість поїздок, що генеруються з різних точок відправлення до різних пунктів призначення. Це синтезується в матриці, яку зазвичай називають OD-матрицею (Origin-Destination). Ця фаза є описовою: аналітик намагається описати можливу поведінку людей, тому найкориснішими інструментами є моделювання та прогнозування [2].

Фаза планування роботи системи міського громадського транспорту. Цей етап може вважатися нормативним, оскільки він намагається встановити найкращий спосіб експлуатації системи, тому найкориснішим інструментом тут є оптимізація [2]. Загалом, цю фазу можна поділити на такі етапи: Дослідження попиту на переміщення з різних точок відправлення до різних пунктів призначення в місті (воно залежить від конфігурації міста, прогнозу населення та його соціально-економічних характеристик тощо); розподіл за

видами транспорту (це оцінка кількості поїздок, які будуть здійснені певним видом транспорту, і їх розподіл у часі); проектування маршрутів або ліній (встановлюється кількість ліній громадського транспорту (автобус, метро або інші масові транспортні засоби), а також їх маршрути); визначення частоти рейсів на основі попиту та часу подорожі за певними маршрутами; визначення графіків руху для кожної лінії; планування транспортних засобів: визначається розподіл рухомого складу на основі наявних транспортних засобів; планування водіїв: здійснюється розподіл наявного персоналу на заплановані рейси кожної лінії; проектування мереж автобусних маршрутів.

Проектування мереж автобусних маршрутів. Модель проектування маршрутів громадського транспорту визначає найкращі варіанти автобусних маршрутів, що охоплюють територію та повинні обслуговувати максимальний можливий попит. Люди повинні переміщуватися від точок відправлення до пунктів призначення, обираючи свій шлях серед запропонованих маршрутів, які конкурують з іншими видами транспорту (наприклад, автомобілями або мотоциклами) [2]. Крім того, проектування маршрутів має враховувати інтереси операторів, щоб система автобусного транспорту була економічно життєздатною.

Зокрема, модель повинна вибрати R автобусних маршрутів у мережі вузлів і потенційних сегментів, визначених заздалегідь. Вона повинна враховувати максимізацію охоплення, мінімізацію пересадок та вартості поїздок пасажирів, але також мінімізацію операційних витрат системи автобусного транспорту. Модель характеризує поведінку користувача системи за двома виборами: перший стосується вибору маршруту в межах автобусної системи, а другий - вибору виду транспорту, яким користувач здійснюватиме подорож.

Вибір маршруту визначається моделлю розподілу, що базується на принципах Уордропа [6], які описують рівновагу, що досягається у системі. Щодо вибору виду транспорту, потрібен порівняльний аналіз витрат, які користувачі нестимуть у разі вибору автобусної системи, порівняно з витратами на інші варіанти транспорту (автомобіль, мотоцикл) - такі як відстань, ціна або час поїздки, які є зовнішніми параметрами для моделі.

Таким чином, модель можна вважати інтеграцією двох підмоделей: перша стосується проектування маршрутів, запропонованих оператором, а друга представляє рішення кінцевого користувача системи (вибір маршруту та виду транспорту). Ці дві підмоделі моделюються одночасно як взаємозалежна система, оскільки цілі операторів і користувачів системи не збігаються. Тому одна підсистема повинна впливати на іншу і навпаки.

Перша підмодель представляє рішення постачальника послуг (операторів): вибір маршрутів автобусів і зупинок. Їхніми цілями є мінімізація операційних витрат і максимізація прибутку, що можна оцінити непрямо за рахунок покриття попиту, який обирає автобусну систему. Друга підмодель відображає рішення попиту: вибір маршрутів автобусів з мінімальною кількістю пересадок і найнижчими витратами (відстань, час або вартість). Якщо першу підмодель оптимізувати без врахування другої, рішення буде локально оптимальним, але глобально субоптимальним, і навпаки для другої підмоделі. Тому їх потрібно інтегрувати в одну модель.

Висновок. Планування міського громадського транспорту є життєво важливим процесом, який забезпечує ефективну мобільність населення та допомагає зменшити шкоду навколишньому середовищу. Зростаюча потреба в транспорті в сучасних містах вимагає переходу від традиційних підходів до більш інтегрованих і системних рішень, які враховують потреби пасажирів і враховують економічні, соціальні та екологічні фактори.

Планування має базуватися як на пропозиції, так і на попиті, прогнозуванні майбутніх транспортних потоків, аналізі соціально-демографічних даних та оцінці ефективності існуючої інфраструктури. Дослідження операцій, моделювання та оптимізація є важливими для вирішення складних питань проектування маршруту та розподілу ресурсів.

Взаємозалежність цілей операторів і потреб користувачів має вирішальне значення для забезпечення успішного планування транспортної системи, що включає забезпечення

комфорту та зручності пасажирів. Мережа громадського транспорту, яка є ефективною та справедливою та може сприяти міському середовищу, є важливою.

Планування міського громадського транспорту залежить від наукових досліджень та сучасних технологій, які можуть допомогти у покращенні якості життя мешканців міста.

Перелік використаної літератури

1. Ноланд Р. та Лем Л. Новий погляд на докази індукованих подорожей та змін у транспортній та екологічній політиці у США та Великобританії, Транспортні дослідження, частина D: Транспорт і навколишнє середовище, том 7, с. 1-26, 2002 р.

2. Харамільйо П. та Лотеро Л. Історія експлуатації громадського транспорту, 150 років Богота: Національний університет Колумбії, 150 років факультету інженерії, 2011. Колумбія, 150 років інженерному факультету, 2011.

3. Посада Х. і Гонсалес С. «Методологія для вивчення попиту на громадський транспорт пасажирів у сільських районах», Журнал Факультету Інженерії Університету Антіокії, с. 106-118, 2010.

4. Цедер А. і Вілсон Н. «Проектування мережі автобусного транспорту», Транспортні дослідження Частина В: Методологічні, т. 20, с. 331-344, 1986.

5. Гонсалес К. і Сармієнто І. «Моделювання розподілу подорожей у Валі Абурра з використанням гравітаційної моделі», DYNA, с. 199-208, 2009.

6. Уордроп Дж. «Деякі теоретичні аспекти дослідження дорожнього руху», у зустрічі відділу дорожнього інженерії, 1952, с. 325-362.

УДК 656.225

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПОЇЗДІВ ІНТЕРМОДАЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Компанієць Р.М., аспірант, Український державний університет науки і технологій,
e-mail: rkompaniets@gmail.com

Одними з головних цілей всіх учасників ланцюгів постачання є безпечне, контрольоване в часі переміщення товарів від виробника до кінцевого споживача із мінімальними фінансовими витратами. Особливо важливим фактором при міжнародних мультимодальних та інтермодальних перевезеннях є строк доставки, оскільки використання декількох видів транспорту потребує узгодження перевезення у часі для мінімізації простою вантажу в очікуванні перевезення.

З метою задоволення потреб клієнтів залізниці у швидкому і прогнозованому перевезенні вантажів Укрзалізниця запровадила інтермодальний сервіс, який об'єднує перевезення контейнерних поїздів, контрейлерних поїздів та поїздів комбінованого транспорту [1] і розробила відповідну Технологію надання послуги з організації перевезення поїздів інтермодального транспорту. Перевізник зазначає, що перевагами таких перевезень є ритмічність перевезення; прогнозований час перевезення; можливість інтеграції в європейську систему контейнерних поїздів; прогнозована вартість послуги перевезення інтермодальних поїздів.

Але на противагу перевагам Технологія містить і недоліки. По-перше, власне визначення «інтермодальний поїзд» не відповідає загальному поняттю інтермодального перевезення, яке означає перевезення вантажу щонайменше двома видами транспорту. Таким чином поїзд можна розглядати лише як складову частину такого перевезення, а тому є необхідність у створенні нової назви для поїздів, які рухаються за розкладом відповідно до Технології.