

УДК 656.072

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ФУНКЦІОНУВАННЯ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ МІСТА КРИВИЙ РІГ

Проведено аналіз існуючих підходів оцінки ефективності функціонування маршрутної мережі міст. Запропоновано методикку аналізу, яка враховує існуючі законодавчі норми до функціонування маршрутної мережі міст України, надано результати аналізу функціонування маршрутної мережі міста Кривий Ріг

П.Ф. Горбачов

Кандидат технічних наук, доцент*
Контактний тел.: (057) 707-37-20
e-mail:gorbachev pf@mail.ru

В.О. Вдовиченко

Кандидат технічних наук, доцент*
Контактний тел.: (057) 707-37-20
e-mail:vval@indox.ru

О.В. Россолов

Асистент*
Контактний тел.: (057) 707-37-20
e-mail:ross a@rambler.ru

О.С. Колій

Асистент*
Контактний тел.: (057) 707-37-20
e-mail:for gemest@rambler.ru

*Кафедра «Транспортні технології»

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
вул. Петровського, 25, м. Харків, Україна, 61002

Вступ

Кількість найкрупніших міст в загальній сукупності населених пунктів України є незначною, але з економічної точки зору вони оказують найбільш суттєвий вплив на економічний стан держави, так як в більшості випадків є багатофункціональними центрами своїх регіонів. Ефективна робота маршрутної мережі міста повинна забезпечити стабільний економічний розвиток мегаполісу при великих обсягах трудових переміщень населення. До таких населених пунктів відноситься місто Кривий Ріг з чисельністю населення 684 тис. чоловік, розташоване на території загальною площею 430 км². Особливістю даного міста є його велика протяжність (120 км), що знаходить своє відображення в маршрутній мережі (ММ) міста. Оцінка якості функціонування існуючого варіанту ММ яв-

ляється необхідним етапом удосконалення її роботи, призначеним вказати перспективні напрямки розвитку міського пасажирського транспорту (МПТ).

Питання методичного забезпечення оцінки якості функціонування ММ міст взагалі та найкрупніших міст в тому числі не вирішені до кінця та потребують суттєвого розвитку. Ця задача носить актуальний характер, даній проблематиці приділяється досить велика увага в країнах ближнього та дальнього зарубіжжя.

Аналіз публікацій

Транспортний процес перевезення пасажирів у містах впливає на різні сторони його життя. Тут можна виділити соціальні, економічні, технічні, демографічні, екологічні, естетичні наслідки здійснення транс-

портного процесу. Кожна сторона функціонування маршрутної системи визначає свою групу показників і в теперішній час ефективність роботи МПТ оцінюється по більш ніж 50-ти показниках, які можуть бути розбиті на чотири основні групи: економічні, технічні, соціальні й екологічні [1].

У якості економічних критеріїв вітчизняні та зарубіжні вчені пропонують використовувати мінімум суми індивідуальних витрат на переміщення пасажирів [2], мінімум капітальних та експлуатаційних витрат [3] або мінімум суспільно-господарських витрат на функціонування ММ МПТ. Пропонується також провадити оцінку ММ за допомогою ряду технічних показників: кількості рухомого складу на маршрутах, коефіцієнту непрямої трас маршруту, середньої швидкості сполучення, коефіцієнту пересадковості. Загальною рисою цих пропозицій є відсутність відповідного методичного та програмного забезпечення розрахунків, що створює серйозні проблеми при оцінці ММ найкрупніших міст.

Також необхідно відзначити, що вибір часу пересування як показника, що характеризує рівень якості обслуговування пасажирів не відображає всієї специфіки транспортного процесу. Пасажир по-різному оцінює складові часу пересування, це залежить як від виду витрат часу, так і від рівня комфорту [4]. Це призводить до необхідності комплексної оцінки якості функціонування ММ по ряду показників, які доповнюють один одного.

Поряд з наведеними методиками оцінки якості та ефективності функціонування ММ міст, які характеризуються відносною суб'єктивністю при аналізі роботи МПТ, існують архітектурно-містобудівні та експлуатаційні вимоги до ММ, які носять обов'язковий характер, мають під собою достатнє наукове підґрунтя та пов'язані зі стратегічними напрямками розвитку суспільного транспорту міст України. Додаткові вимоги до ММ містяться в поточних рішеннях уряду держави [5, 6], але й вони не супроводжуються реальними методиками розрахунку характеристик ММ.

Мета та постановка задачі

Метою роботи є розробка методики аналізу функціонування ММ найкрупніших міст та її апробація на прикладі м. Кривий Ріг.

Для її досягнення необхідно сформулювати комплекс показників які дають достатню інформацію для визначення перспективних напрямків розвитку ММ, що аналізується, розробити засоби їх розрахунку та аналізу.

Методика проведення аналізу

Поточний стан ММ міст пропонується оцінювати по двох групах показників. Перша група дозволяє оцінити доступність маршрутної мережі для пасажирів, до неї входять маршрутний коефіцієнт, середня довжина перегону, щільність транспортної мережі, середня дальність підходу до зупиночного пункту та коефіцієнт пересадковості. Показники другої групи дозволяють оцінити експлуатаційні характеристики

маршрутної мережі, до них відноситься ступінь взаємного дублювання маршрутів, завантаженість зупиночних пунктів маршрутами та коефіцієнт непрямої трас маршрутів.

Основою для розрахунку всіх показників являється транспортна модель міста в програмному середовищі PTV VISION®. На відміну від існуючих методик вона носить універсальний характер та дозволяє сформувати базу даних по кожному виду маршрутного транспорту, з занесенням до неї основних параметрів маршрутів. Після створення моделі для розрахунку більшості з перелічених показників достатньо проведення простих лінійних розрахунків в програмі Excel за звичними формулами.

При наявності відповідних нормативів в подальшому виконується порівняння розрахункових значень з ними. Для формулювання висновків розраховується відносне відхилення від норми

$$\Delta_i = \frac{|k_n - k_i|}{k_n} \cdot 100, \tag{1}$$

де Δ - відносне відхилення розрахункового показника від нормативу, %; k_n , k_i - відповідно нормативне та розрахункове значення показника.

В даній роботі більш детально розглядається питання оцінки ступеню взаємного дублювання маршрутів, яке має дуже актуальний характер для маршрутів електротранспорту. Це викликано складним, матричним характером цього показника та відсутністю будь-яких розрахункових залежностей для нього. Авторами пропонується підхід до аналізу цього фактора, який передбачає використання якісної шкали дублювання, яка наведена на рисунку 1.

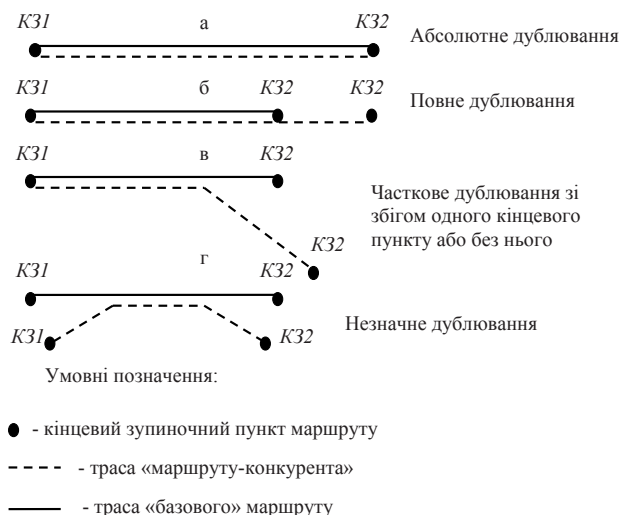


Рисунок 1. Якісна шкала оцінки дублювання трас маршрутів

Але використання лише якісної оцінки ступеню дублювання при аналізі функціонування ММ та прийнятті рішень відносно варіантів її розвитку недостатньо повинне ґрунтуватися на кількісному аналізі, який дозволяє отримати результати в чисельному виді на основі транспортної моделі міста. Це дозволяє уникнути помилок при розрахунках та отримати об'єктивні результати.

Основою для кількісного аналізу дублювання маршрутів слугує кількість спільних зупиночних пунктів, які ними обслуговуються, так як саме зупинка є точкою взаємодії суспільного транспорту з пасажиром. Для проведення розрахунків в моделі виділяється множина Z зупиночних пунктів z_i

$$Z = \{z_1, z_2, \dots, z_N\} \tag{2}$$

де N - загальна кількість зупиночних пунктів ММ міста, од.

Загальна кількість маршрутів міста m_i утворює маршрутну мережу M

$$M = \{m_1, m_2, \dots, m_L\} \tag{3}$$

де L - загальна кількість маршрутів, од.

Кожен маршрут m_i складається з певної сукупності зупиночних пунктів, яка є підмножиною Z та може бути представлена як

$$m_i = \{z_1, z_2, \dots, z_{n_i}\} \tag{4}$$

де n_i - кількість зупиночних пунктів i -го маршруту або потужність множини m_i , од.

При кількісному аналізі «базовий» маршрут являється сукупністю m_b , «маршрут-конкурент» – сукупністю m_k , необхідно визначити сукупність d , яка є результатом перетину двох множин

$$d = m_b \cap m_k, \tag{5}$$

$$d = \{z_1, z_2, \dots, z_p\} \tag{6}$$

Визначення потужності множини m (d) дозволяє отримати значення кількості спільних для двох маршрутів зупинок w .

Ступінь дублювання базового маршруту оцінюється за допомогою питомої змісту множини d в сукупності зупиночних пунктів «базового» маршруту

$$S_b = \frac{w}{n_b} \cdot 100, \tag{7}$$

де S_b – ступінь дублювання «базового» маршруту, %; n_b – кількість зупиночних пунктів «базового» маршруту, од.

Розрахунки виконуються в програмі Excel на основі бази даних транспортної моделі міста, та представляються у вигляді матриць дублювання. Якісна оцінка дублювання може бути отримана шляхом перевірки ряду умов: $m_b = m_k$ означає абсолютне дублювання маршрутів, $m_b \subseteq m_k$ при умові $m(S_b) = m(d)$ повне дублювання. Незначне та часткове дублювання фіксується у випадку $m_b \cap m_k$, якщо $n_b \gg m(d)$.

Результати аналізу

Наведена вище методика була застосована при аналізі ММ міста Кривий Ріг, яка складається з чотирьох видів суспільного транспорту: автобусного, трамвайного, тролейбусного та швидкісного трамваю. Загаль-

на характеристика маршрутної мережі міста Кривий Ріг наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристика маршрутної мережі міста Кривий Ріг

Вид транспорту	Кількість маршрутів, од.	Загальна довжина маршрутів, км
Трамвай	14	323,9
Тролейбус	19	249,1
Автобус	113	1981,2
Загалом	146	2554,2

За допомогою побудованої моделі отримано значення маршрутного коефіцієнту для міста Кривий Ріг, яке склало 9.53, та на 172 % перевищує зразковий рівень, що пояснюється великою кількістю маршрутів зі схожими трасами.

Наступним оцінювальним показником є відстань між зупиночними пунктами, яка повинна складати на лініях суспільного пасажирського транспорту в межах території населених пунктів для автобусів, тролейбусів і трамваїв 400-600 м [5,6].

В результаті аналізу було виявлено незначне відхилення від нормативу по кожному виду суспільного транспорту, таблиця 2.

Таблиця 2

Розрахункові значення середніх відстаней між зупиночними пунктами

Вид суспільного транспорту	Середня довжина перегону, м	Відхилення, %
Автобус	654,3	9
Тролейбус	617,1	3
Трамвай	574,9	4

Щільність мережі ліній наземного МПТ на забудованих територіях варто приймати залежно від їхнього функціонального використання й інтенсивності пасажиропотоків, як правило, 1,5 - 2,5 км/км². При цьому необхідно забезпечувати нормативні відстані підходу до зупинок суспільного транспорту. У центральних районах великих і найбільших міст щільність мережі може складати 4 - 4,5 км/км². Розрахунки даного показника виконувались на основі значення селітебної площі міста 217 км² в результаті чого виявлено, що маршрутна мережа характеризується слабою розвиненістю, так як щільність мережі МПТ склала 1,235 км/км².

В результаті аналізу дублювання трас маршрутів електротранспорту маршрутами приватних перевізників виявлено наявність значної кількості випадків «повного» дублювання, яке для певної кількості трамвайних та тролейбусних маршрутів було зафіксовано багаторазово. Загальні результати аналізу представлені в таблиці 3.

Таблиця 3

Результати аналізу дублювання маршрутів електротранспорту

Вид суспільного транспорту	Кількість маршрутів, од.	Кількість випадків дублювання, од.		
		100 %	Від 90 до 100 %	Від 50 до 90 %
Трамвай	14	17	5	76
Тролейбус	17	20	7	107

Надмірне дублювання маршрутів супроводжується також значною завантаженістю зупиночних пунктів, яка негативно відбивається на роботі суспільного транспорту. Маршрутна мережа міста Кривий Ріг нараховує 342 зупиночних пунктів, які характеризуються різною інтенсивністю обслуговування маршрутів. В результаті проведеного аналізу визначено, що 10 зупиночних пунктів центральної частини міста надмірно завантажені, так як кількість маршрутів, що ними обслуговується коливається від 20 до 38 одиниць. Це можна побачити на рисунку 1, на якому представлено розподіл зупиночних пунктів ММ по кількості маршрутів, що ними обслуговується.

З метою перевірки ступеню забезпечення пільгових перевезень пасажирів в м. Кривий Ріг був проведений аналіз обслуговування зупиночних пунктів маршрутами різного виду, який дозволив виявити, що 22 відсотки зупиночних пунктів ММ м. Кривий Ріг обслуговуються лише маршрутними таксі.

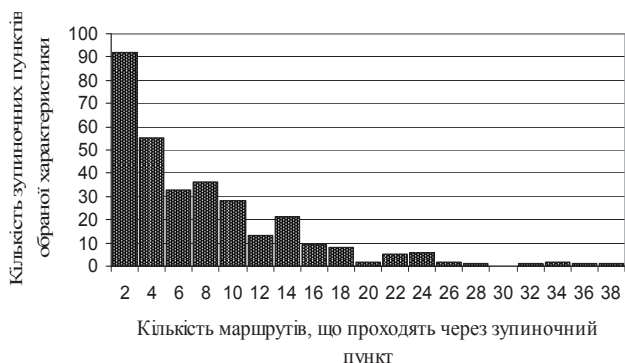


Рисунок 1. Розподіл зупиночних пунктів по кількості маршрутів

В результаті розрахунку коефіцієнта непрямої трас маршрутів по видах суспільного транспорту отримано наступні середні значення цього показника: автобусні маршрути – 2, трамвайні маршрути – 1,8, тролейбусні маршрути – 1,69.

На основі цих значень середній коефіцієнт непрямої трас ММі міста Кривий Ріг склав 1,96, характеризуючи мережу з виключно високою непрямої трас.

Висновок

Розроблена методика аналізу стану ММ дозволила сформулювати великий перелік показників та визначити основні недоліки мережі маршрутів міста Кривий Ріг, які обумовлені як його планувальною структурою так й ініціативним підходом до формування маршрутів, характерним для останніх років.

Література

1. Шабарова Э.В. Система пассажирского транспорта города и агломерации: системный анализ и проектирование. - Рига: Зинатне, 1981, 280 с.
2. Сафронов Э.А. Оптимизационная модель системы городского пассажирского транспорта. - В кн.: Комплексное развитие автомобильного транспорта крупных городов на примере г. Москвы. - М., 1985, с. 82-83.
3. Ефремов И.С., Кобозев В.М., Юдин В.А. Теория городских пассажирских перевозок: Учебное пособие для вузов – М.: Высшая школа, 1980. – 535 с.
4. Определение экономической эффективности систем ГПТ. Методическое пособие. Под общей редакцией Молодых И.А./ ИКТП. -М.: Транспорт, 1977, 65 с.
5. Постанова Кабінету Міністрів України від 26 вересня 2007 р. № 1184 2791 Про внесення змін до Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту.
6. Постанова Кабінету Міністрів України від 29 грудня 2006 р. № 1855 Про затвердження Державної програми розвитку міського електротранспорту на 2007-2015 роки.