

ТРАНСПОРТ

УДК 656.072

Кара І.А.

Національний університет «Львівська політехніка»

ВИБІР МАРШРУТІВ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ЗА ОЦІНКОЮ ЇХ ПРИВАБЛИВОСТІ

У статті розроблено методику визначення привабливості маршрутів громадського транспорту міста, яка протестована на окремих із них. Описано процедуру виконання натурних досліджень та наведено результати визначених основних характеристик автобусних, троллейбусних, трамвайних маршрутів та маршрутів з пересадками, зокрема інтервалів руху їх та наповненості салонів. Розраховано кількість пасажирів, що скористається кожним із запропонованих альтернативних варіантів доїзду до місця призначення поїздки.

Ключові слова: привабливість маршруту, альтернативні варіанти маршрутів, наповненість салону транспортного засобу, інтервал руху, вартість проїзду.

Постановка проблеми. Сучасний стан міських перевезень характеризується наявністю низки проблемних питань. Одним із них є визначення ефективності функціонування міської пасажирської транспортної системи і напрямків її розвитку. Сьогодні на ринку міських пасажирських перевезень склалася ситуація, за якої затратна частина на перевезення пасажирів формується за цінами світового ринку, а дохідна частина залежить від рівня прибутків населення України. Значна диспропорція між цими складовими сприяла виникненню збитковості міських пасажирських перевезень. Для забезпечення роботи міської пасажирської транспортної системи у таких умовах суспільство вимушене йти на зниження рівня комфортності пересування, що у свою чергу негативно позначається на соціальних аспектах перевезення пасажирів (підвищується втомлюваність, знижується працездатність населення та ін.).

Тенденція збільшення кількості мешканців у найкрупніших містах висуває високі вимоги до забезпечення їхнього транспортного обслуговування. У зв'язку з цим транспортний процес перевезень пасажирів є невіддільною частиною забезпечення якісного функціонування інфраструктури міста.

Отже, актуальним є дослідження розподілу кількості потенційних пасажирів (попиту на пересування) між видами маршрутів громадського транспорту (далі – МГТ) з урахуванням привабли-

вості їх (забезпеченням певного рівня комфорту) для м. Львова.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пасажиропотоки, як наслідок задоволення попиту населення на пересування різними видами транспорту, визначаються рухливістю населення – кількісною мірою пересувань, що залежить від соціально-культурного рівня потенційних пасажирів, просторово-часових характеристик зон проживання та праці. Серед чинників, що впливають на формування, зростання або зниження показника рухливості населення відомі такі: зміна територіальних розмірів міської території, варіація доступності сполучення, удосконалення конструкцій транспортних засобів (далі – ТЗ), зміна вартості проїзду [1]. Вагомий вплив на формування пасажиропотоків має соціальний склад населення і мета пересування [2]. Обсяги пересування людей формують також і рівень розвитку суспільного виробництва, соціальну структуру суспільства, уклад життя, географічне розташування й характер розселення, розвиток техніки, інформації та зв'язку, бюджет вільного часу, культурно-побутові та суспільні запити людей [1]. Окрім того, на рівень потреби у пересуваннях впливають різні організаційні чинники: територіальна віддаленість об'єктів тяжіння, тривалість пересування, відстань між пунктами зупинок, транспортний тариф, якісні та кількісні параметри ТЗ (комфорт поїздки, час очікування) тощо [3-7].

Постановка завдання. Метою дослідження є визначення привабливості маршрутів громадського транспорту м. Львова з розрахунком кількості пасажирів, що скористаються кожним із них.

Виклад основного матеріалу. Дослідження основних характеристик МГТ проводилися на 6 маршрутах м. Львова: 4 автобусних, 1 тролейбусному та 1 трамвайному. Такий вибір маршрутів обґрунтовано з позиції забезпечення усіх варіантів доїзду між пунктами АС № 2 та зуп. Парк культури, вул. Лазаренка. Переміщення між ними зараз можливе за 6 варіантами:

- прямиї автобусний маршрут № 35;
- маршрут із пересадкою – трамвай № 6 і автобус № 3А;
- маршрут із пересадкою – автобус № 53 і тролейбус № 25;
- маршрут із пересадкою – автобус № 53 і автобус № 3А;
- маршрут із пересадкою – автобус № 53 і автобус № 18;
- маршрут із пересадкою – автобус № 53 і автобус № 44.

Обстеження здійснювалися у неділю у передвечірній час, що пов'язано із великою кількістю пасажирів (особливо студентів), що претендують на переміщення від АС № 2 (вул. Б. Хмельницького) до студентських гуртожитків Національного університету «Львівська політехніка», які розташовані на вул. Лукаша та Ак. Лазаренка (зуп. Парк культури та вул. Лазаренка відповідно). Натурні дослідження проводилися у цей же час на посту спостереження зуп. вул. Шота Руставелі.

Перебуваючи на цьому посту, візуальним методом визначалися основні характеристики 6 МГТ. Результати обстеження наповненості салонів транспортних засобів (табл. 1) та інтервалів руху між ними (табл. 2) наведено нижче.

Таблиця 1

**Середня наповненість ТЗ
на досліджуваних МГТ м. Львова**

Маршрут	Вид маршруту	Середня наповненість, %
6	трамвайний	45
25	тролейбусний	45
3А	автобусний	95
18	автобусний	75
35	автобусний	60
44	автобусний	60
53	автобусний	80

Таблиця 2

**Інтервали руху між ТЗ
на досліджуваних маршрутах**

Вид та номер маршруту	Паспортний інтервал руху, хв.	Середній досліджуваний інтервал руху, хв.
Тролейбусний маршрут № 25	10-15	10
Трамвайний маршрут № 6	10	10
Автобусний маршрут № 3А	7-15	10
Автобусний маршрут № 18	15	18
Автобусний маршрут № 35	30-40	85
Автобусний маршрут № 44	10-15	22
Автобусний маршрут № 53	10-15	9

Отримано, що найбільш заповнені салони ТЗ у досліджуваний період на автобусних маршрутах № 3А і № 53. Інтервали руху на автобусних маршрутах № 35 і 44 значно перевищують паспортні (30-40 хв. та 10-15 хв. відповідно), причому як у сторону до центру, так і з центру. Найменший інтервал між ТЗ на досліджуваних маршрутах становить 3 хв., а найбільший – 91 хв. Значні відхилення досліджуваних інтервалів руху від паспортних пояснюються заторами у транспортних потоках зокрема перед перехрестями, що зумовлює і переповнення салонів автобусів (інтервал руху більший паспортного) і недостатнє заповнення (інтервал менший паспортного). Середні значення наповненості салонів ТЗ на досліджуваних маршрутах та інтервали руху використані нами для визначення привабливості цих маршрутів.

Пасажири, що користуються послугами МГТ, постійно зіштовхуються з проблемою вибору маршруту переміщення, що з'єднує два пункти: дім та робота, дім та побут, дім та культурно-побутові місця, робота-побут тощо. Потрібного пункту призначення можна дістатися, використовуючи переважно кілька варіантів маршрутів пересування. Вибір пасажира залежить від низки чинників, таких як час поїздки, час підходу до зупиночних пунктів, кількість пересадок, регулярність, тариф тощо. Під час розгляду множини варіантів сполучення кожному з них ставиться у відповідність величина, яка називається привабливістю, і залежить від важливості перелічених чинників і характеристик, якими можна оцінити їх. Вибір прийнятого варіанта маршруту визначається значенням його привабливості [8]. Оцінка привабливості (P)

альтернативи пересувань здійснюватиметься з урахуванням трьох параметрів [9]:

$$P = f\{V, I, N\}, \quad (1)$$

де V – вартість проїзду на маршруті;
 I – середній інтервал руху ТЗ на маршруті;
 N – наповненість салону ТЗ.

Вважається, що пасажир, вибираючи шлях пересування, мінімізує свої індивідуальні суб'єктивні витрати. Тому привабливість це альтернатива, яка може мати різні значення для різних потенційних пасажирів. Це пояснюється різним ставленням до параметрів пересування представників різних груп населення.

З використанням програмної реалізації моделі вибору альтернативного варіанту маршруту пересування (у середовищі MATLAB) [10], отримано такі значення привабливості МГТ, у т.ч. маршрутів із пересадками, що з'єднують два аналізовані вище пункти (АС № 2 та зуп. Парк культури, вул. Лазаренка) (табл. 3).

Таблиця 3
Визначення привабливості МГТ

№ маршруту	Тип	Вартість, грн.	Частка макс. вартості, V_{\max}	Інтервал, хв.	Частка макс. інтервалу, I_{\max}	Наповненість, %	Привабливість, балів
6	Трамвайний	2	0,25	10	0,25	45	8,5
25	Тролейбусний	2	0,25	10	0,25	45	8,5
3А	Автобусний	4	0,5	10	0,25	95	5
18	Автобусний	4	0,5	18	0,45	75	5
35	Автобусний	4	0,5	85	1	60	3,8
44	Автобусний	4	0,5	22	0,55	60	6,5
53	Автобусний	4	0,5	9	0,23	80	5
6-3А	Пересадка	6	0,75	10	0,25	95	1,7
53-25	Пересадка	6	0,75	10	0,25	80	1,7
53-3А	Пересадка	8	1	10	0,25	95	1,5
53-18	Пересадка	8	1	14	0,35	80	1,7
53-44	Пересадка	8	1	16	0,4	80	1,7

Інтервал руху на маршрутах з пересадками знаходили за виразом:

$$I_{\text{пер}} = \frac{I_1 + I_2}{2}, \quad (2)$$

де I_1 – інтервал руху між транспортними засобами до пересадки;

I_2 – інтервал руху між транспортними засобами після пересадки.

Наприклад, для маршруту з пересадкою з трамваю № 6 на автобусний маршрут № 3А:

$$I_{\text{пер}} = \frac{10 + 10}{2} = 10 \text{ хв.}$$

Наповненість салонів транспортних засобів на маршрутах з пересадками визначалася з огляду на максимальну наповненість до і після пересадки:

$$N_{\text{пер}} = \max\{N_1; N_2\}. \quad (3)$$

Наприклад, для маршруту з пересадкою з трамвая № 6 на автобусний маршрут № 3А:

$$N_{\text{пер}} = \max\{45; 95\} = 95.$$

Отже, найпривабливішим маршрутом за трьома вищезгаданими характеристиками є тролейбусний маршрут № 25 та трамвайний маршрут № 6 з рівнем привабливості $P=8,5$ балів, найменш привабливим – маршрут з пересадкою № 53+3А з $P=1,5$ бали.

На основі даних пасажиропотоків між двома пунктами транспортної мережі, існуючих варіантів маршрутів, що їх сполучають, та привабливості варіантів пересування, розраховуємо кількість пасажирів, які можуть скористатися кожним із них [9]:

$$q_i = \frac{Q_{AB}}{\sum_{i=1}^n p_i} \cdot p_i, \quad (4)$$

де q_i – кількість пасажирів, які скористаються i -им варіантом маршруту;

Q_{AB} – пасажиропотік між двома пунктами пересувань пасажирів;

p_i – привабливість i -го варіанту маршруту серед n їх загальної кількості.

Анкетним дослідженням потреби пересувань від АС № 2, що знаходиться на вул. Б. Хмельницького, до зупинок Парк культури та Лазаренка, що знаходяться на вул. Стрийській (гуртожитки НУ «Львівська політехніка») встановлено потенційну потребу на це переміщення 400 осіб. За формулою 4 розрахуємо кількість пасажирів, що скористаються кожним із можливих шести варіантів маршрутів:

обсяг відправлення – 400 ос.

варіанти маршрутів – 35, 6-3А, 53-25, 53-3А, 53-18, 53-44

привабливість маршрутів, P : 35 – 3,8 бала; 6-3А – 1,7 бала, 53-25 – 1,7 бала, 53-3А – 1,5 бала, 53-18 – 1,7 бала, 53-44 – 1,7 бала.

Кількість пасажирів, що скористаються маршрутами:

$$q_{35} = \frac{400}{3,8 + 1,7 + 1,7 + 1,5 + 1,7 + 1,7} \cdot 3,8 = 126 \text{ ос.};$$

$$q_{6-3A} = \frac{400}{3,8 + 1,7 + 1,7 + 1,5 + 1,7 + 1,7} \cdot 1,7 = 56 \text{ ос.};$$

$$q_{53-25} = \frac{400}{3,8 + 1,7 + 1,7 + 1,5 + 1,7 + 1,7} \cdot 1,7 = 56 \text{ ос.};$$

$$q_{53-3A} = \frac{400}{3,8 + 1,7 + 1,7 + 1,5 + 1,7 + 1,7} \cdot 1,5 = 50 \text{ ос.};$$

$$q_{53-18} = \frac{400}{3,8 + 1,7 + 1,7 + 1,5 + 1,7 + 1,7} \cdot 1,7 = 56 \text{ ос.};$$

$$q_{53-44} = \frac{400}{3,8 + 1,7 + 1,7 + 1,5 + 1,7 + 1,7} \cdot 1,7 = 56 \text{ ос.};$$

Отримано, що найбільша кількість потенційних пасажирів (126 ос.) скористаються автобусним маршрутом № 35 без пересадки з рівнем привабливості $P=3,8$ бала. Маршрутом з пересадкою № 53+3А скористається лише 50 осіб, що пояснюється найнижчим рівнем його привабливості $P=1,5$ бали.

Висновки. На реальному прикладі показано особливості вибору потенційним пасажиром

маршрутів за оцінкою привабливості різних їх варіантів. Обґрунтовано кількість пасажирів, що можуть скористатися раціональним для них із запропонованих варіантів маршрутів. Інформація про привабливість різних видів маршрутів для пасажирів потрібна для визначення реальних пасажиропотоків на маршрутах громадського транспорту міста з метою корегування графіків руху транспортних засобів на маршрутах.

Список літератури:

1. Ембулаев В.Н., Артынов А.П., Скалетский В.В. Методы сбора и обработки информации о пассажиропотоках на городском пассажирском транспорте. Москва, 1981. 385 с.
2. Ларин О.Н. Организация пассажирских перевозок. Челябинск, 2005. 104 с.
3. Кристопчук М.С. Дослідження факторів впливу на розподіл пасажирських кореспонденцій по маршрутній мережі. «Наукові нотатки»: міжвузівський збірник. Луцьк, 2014. Випуск № 45. С. 317-322.
4. Гульчак О.Д. Підвищення ефективності міських пасажирських перевезень на основі удосконалення організації руху автобусів: автореферат дисертації на здобуття вченого ступеня канд. техн. наук: 05.22.01. Київ, 2005. 19 с.
5. Вдовиченко В.О. Ефективність функціонування міської пасажирської транспортної системи: автореферат дисертації на здобуття вченого ступеня канд. техн. наук: 05.22.01. Київ, 2004. 21 с.
6. Авуа Дж. Альберт, Очеретенко С.В. Учет влияния функционального состояния пассажира при выборе им маршрута следования. Коммунальное хозяйство городов: Транспортные системы и логистика. Харьков, 2014. Випуск 118. С. 82-85.
7. Григорова Т.М., Давидіч Ю.О., Доля В.К. Визначення факторів, які впливають на вибір пасажирами виду приміського транспорту. Вісник НТУ "ХПИ". Харків, 2015. № 21 (1130). С.29-37.
8. Fornalchuk Ye., Bilous A., Demchuk I. The Model of Correspondence of Passenger Transportation on the Basis of Fuzzy Logic. Econtechmod: an international quarterly journal on economics in technology, new technologies and modelling processes. Lublin ; Rzeszow, 2015. Volume 04, number 2. P. 59-64.
9. Демчук І.А. Обґрунтування вибору параметрів моделі кореспонденції пересувань населення. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції: Новітні шляхи створення, тех. експлуатації, ремонту і сервісу автомобілів: збірник тез доповідей. Одеса – Коблево, 2015. С. 71-73.
10. Fornalchuk Ye., Demchuk, I. The Formation of Transportation Route Selection Model of the Urban Population in Matlab Software Environment. ТЕКА. COMMISSION OF MOTORIZATION AND ENERGETICS IN AGRICULTURE. Lublin ; Rzeszow, 2015. Vol. 15, No.4, P. 61-66.

ВЫБОР МАРШРУТОВ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА ПО ОЦЕНКЕ ИХ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ

В статье разработана методика определения привлекательности маршрутов общественного транспорта города, которая протестирована на некоторых из них. Описана процедура выполнения натурных исследований и приведены результаты определенных основных характеристик автобусных, троллейбусных, трамвайных маршрутов и маршрутов с пересадками, в частности интервалов движения и наполненности их салонов. Рассчитано количество пассажиров, которые воспользуются каждым из предложенных альтернативных вариантов доезда к месту назначения поездки.

Ключевые слова: привлекательность маршрута, альтернативные варианты маршрутов, наполненность салона транспортного средства, интервал движения, стоимость проезда.

ROUTE SELECTION ACCORDING ITS ATTRACTIVENESS

The article considers the method for determining the attractiveness of public transport city, which is tested on some of them. Describes how to perform field studies and the results of the main characteristics of the bus, trolleybus, tram routes and routes with transfers, including intervals of movement and fullness salons. Calculated number of passengers that take advantage of each of the proposed alternatives directions to your destination trip.

Key words: appeal route, alternative routes, filling the cabin of the vehicle, range of motion, fare.