УДК 656.025.2 **DOI: https://doi.org/10.18664/1994-7852.160.2016.69989**

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ КОЕФІЦІЄНТА ДИНАМІЧНОГО ЗАПОВНЕННЯ САЛОНІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ У МІСТІ НА ПОКАЗНИКИ КІЛЬКОСТІ ПАСАЖИРОМІСЦЬ

Канд. техн. наук І.Є. Іванов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ДИНАМИЧЕСКОГО ЗАПОЛНЕНИЯ САЛОНОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ГОРОДЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ КОЛИЧЕСТВА ПАССАЖИРОМЕСТ

Канд. техн. наук И.Е. Иванов

DETERMINATION OF INFLUENCE FACTOR DYNAMICALLY POPULATE COMPARTMENT OF A VEHICLE IN THE CITY ON INDICATOR OF THE NUMBER OF PASSENGERS PLACES

Ph. D.I. Ivanov

Розроблено модель визначення раціонального коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті. Визначено зміни загальної кількості пасажиромісць для різних місткостей транспортних засобів та їх відсоткове співвідношення, а також отримано закономірності зміни кількості пасажиромісць (для різних номінальних місткостей) залежно від коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті.

***Ключові слова**: коефіцієнт динамічного заповнення салону транспортного засобу, транспортна робота, рухливість, номінальна місткість.*

Разработана модель определения рационального коэффициента динамического заполнения салонов транспортных средств в городе. Определены изменения общего количества пассажиромест для разных вместительностей транспортных средств и их процентное соотношение, а также получены закономерности изменения количества пассажиромест (для разных номинальных вместительностей) в зависимости от коэффициента динамического заполнения салонов транспортных средств в городе.

***Ключевые слова**: коэффициент динамического заполнения салона транспортного средства, транспортная работа, подвижность, номинальная вместимость.*

Problem sustainable distribution of traffic between modes of passenger transport is not possible, by selecting each passenger's own way of moving. It was therefore the model definition of rational dynamic coefficient of filling the salons of vehicles in the city, taking into account the change in the parameters and performance of the passenger transportation systems. It revealed changes in the total number of passenger seats for different capacity vehicles and their percentage. The result of the simulation was to obtain patterns of change in the number of passenger seats (for various nominal capacity) depending on the filling factor of the dynamic interior of vehicles in the city. Developed regression models determine the number of passenger seats (for various nominal capacity) with a satisfactory level of adequacy.

***Keywords**: coefficient of dynamic filling the salon of vehicle, transportation work, mobility, nominal capacity.*

Вступ. Актуальність визначення обсягів транспортної роботи міського пасажирського транспорту в містах має наукову і практичну обумовленість. Перерозподіл транспортної роботи з особистого транспорту на громадський має позитивний вплив на екологічні, соціальні і економічні показники життєдіяльності міст.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Динамічність процесів, що відбуваються в розвитку суспільства, безпосередньо впливає на характеристики транспортних систем. Доведено, що в країнах з низьким рівнем автомобілізації значну частину транспортної рухливості складають переміщення на міському пасажирському транспорті (МПТ) [1-2]. Натомість високий рівень автомобілізації (понад 250 автомобілів на 1000 мешканців) призводить до повсякденного використання особистого транспорту при міських переміщеннях [3-4]. Саме визначення розподілу транспортної роботи між видами МПТ є актуальною проблемою організації роботи міських пасажирських транспортних систем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема сталого розподілу транспортної роботи між видами МПТ неможлива через вибір кожним пасажиром власного способу переміщення (рис. 1) [1-5].

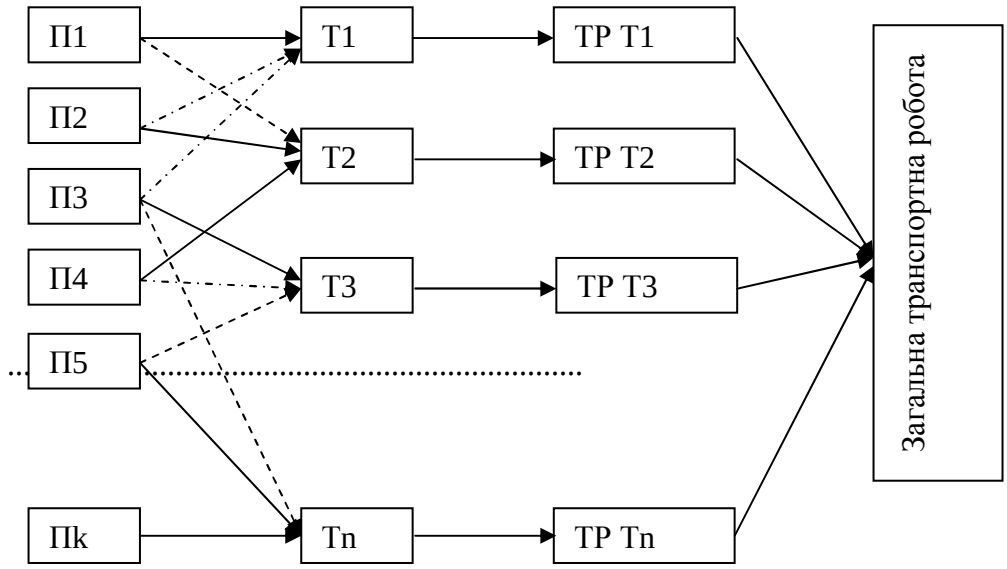

Рис. 1. Принципова схема визначення загальної транспортної роботи:
П – пасажир; Т – вид пасажирського транспорту; ТР – транспортна робота;
– альтернативи вибору виду пасажирського транспорту

В результаті постійного вибору певною сукупністю пасажирів способу переміщення утворюються кореспонденції, які дозволяють визначити потенціальну транспортну роботу [1, 5-7]

$$W = \sum_{j=1}^{m} H_j \cdot l_j \,, \qquad (1)$$

де H_j – кореспонденції на j-й ділянці транспортної мережі, пас.

Отже, наведений підхід дозволяє визначити транспортну роботу як для МПТ загального користування, так й індивідуального, використовуючи потенційні кореспонденції. Але, якщо поглянути на структуру переміщень, то очевидним є те, що вибір пасажирами способу переміщення постійно змінюється. Тому, в результаті аналізу, було визначено основні параметри, що формують структуру способів переміщень, й відповідно розподіл транспортної роботи (рис. 2) [1-12].

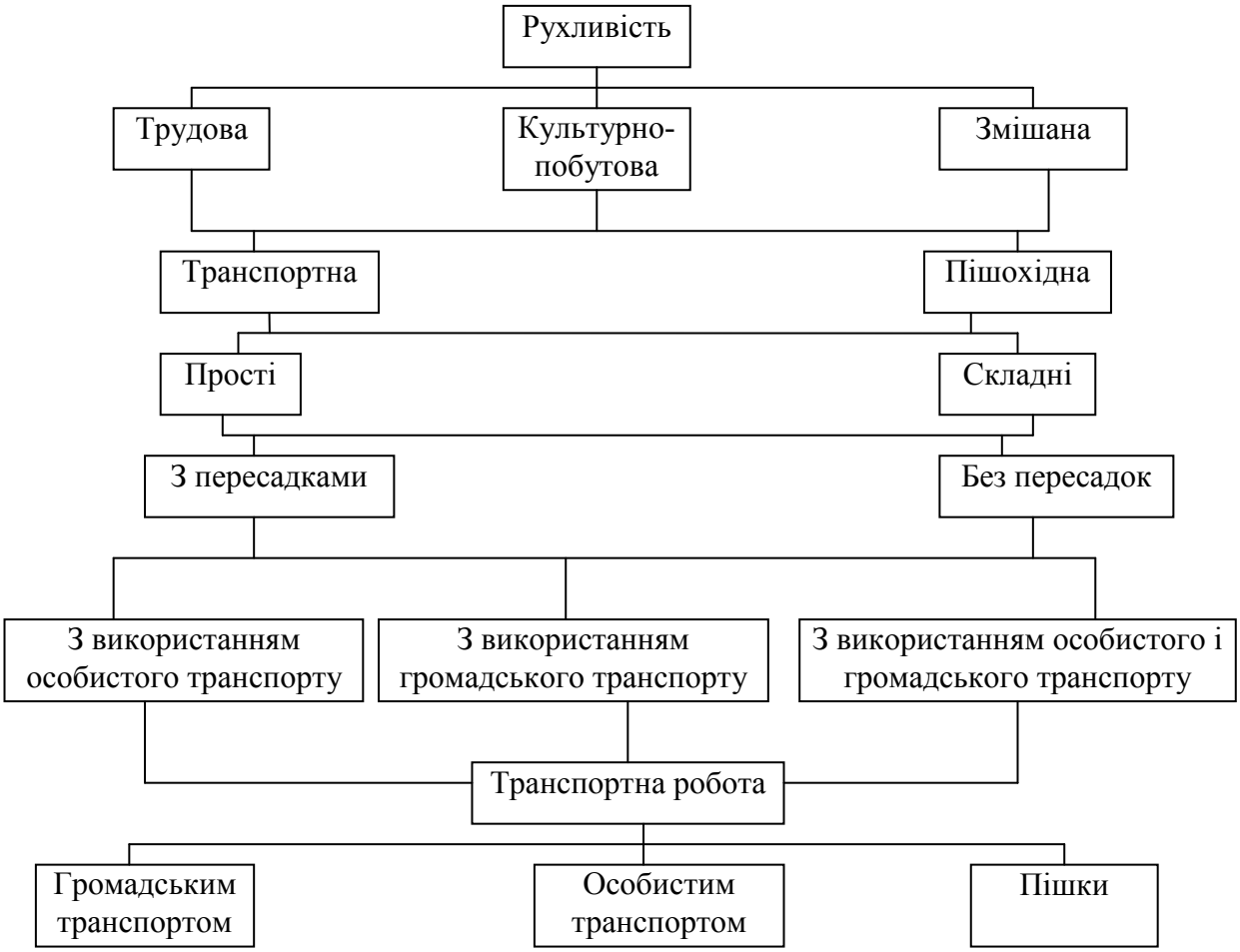

Рис. 2. Параметри, що формують структуру розподілу транспортної роботи

Визначення мети та задачі дослідження. Метою даної статті є визначення закономірностей зміни кількості пасажиромісць залежно від коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті.

Для досягнення цієї мети були вирішені такі завдання:

– розробка моделі визначення раціонального коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті;

– моделювання змін кількості пасажиромісць залежно від коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті.

Основна частина дослідження. Коефіцієнт динамічного заповнення салонів транспортних засобів може бути визначений як відношення дійсної транспортної роботи ($W_д$) до можливої ($W_в$)

$$\gamma_д = \frac{W_д}{W_в}. \qquad (2)$$

Відомо, що дійсну транспортну роботу в місті можна обчислити за залежністю

$$W_д = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} H_{ij} \cdot l_{ij}, \qquad (3)$$

де n – кількість транспортних районів, од.;

H_{ij} – кореспонденція з району *i* у район *j*, пас.;

i, j – номер району відправлення й прибуття відповідно,

або

$$W_д = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{n} \frac{k'' \cdot H_{Bi} \cdot H_{Пj} \cdot l_{ij}}{l_{ij}^{\mu}}, \qquad (4)$$

де H_{Bi} – кількість відправлень з *i*-го району або ємність району *i* за відправленнями, пас.;

$H_{Пj}$ – кількість прибуттів у *j*-й район або ємність району *j* по прибуттях, пас.;

l_{ij} – відстань між районом *i* та *j*, км;

k'' – калібрувальний коефіцієнт.

Виходячи з можливостей транспортної роботи ($W_{вX}$) на *X*-му маршруті її можна визначити за формулою

$$W_{вX} = A_X \cdot V_{eX} \cdot q_X \cdot T_X, \qquad (5)$$

де A_X – кількість транспортних засобів на *X*-му маршруті, од.;

V_{eX} – експлуатаційна швидкість на *X*-му маршруті, км/год;

q_X – пасажиромісткість транспортного засобу на *X*-му маршруті, пас.;

T_X – тривалість розрахункового періоду, год.

Тоді по місту можлива транспортна робота ($W_в^M$) визначається як сума можливої транспортної роботи на всіх маршрутах

$$W_в^M = \sum_{X=1}^{R} A_X \cdot V_{eX} \cdot q_X \cdot T_X, \qquad (6)$$

де R – кількість маршрутів, од.

Спираючись на визначення можливої та дійсної транспортної роботи міста, можна обчислити середній коефіцієнт динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті

$$\gamma_{сер}^M = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\left(k'' \cdot H_{B_i} \cdot H_{Пj} \cdot l_{ij}\right)/ l_{ij}^{\mu}}{\sum_{X=1}^{R} A_X \cdot V_{eX} \cdot q_X \cdot T_X}. \qquad (7)$$

В результаті моделювання зміни загальної кількості пасажиромісць залежно від коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті було встановлено поступове зменшення її значень при незмінній структурі парку транспортних засобів (рис. 3).

Для відображення змін у структурі парку транспортних засобів залежно від місткості було визначено відсоткове співвідношення від загальної кількості

пасажиромісць (рис. 4), де видно, що при зміні коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті істотних змін в структурі парку транспортних засобів не відбувається.

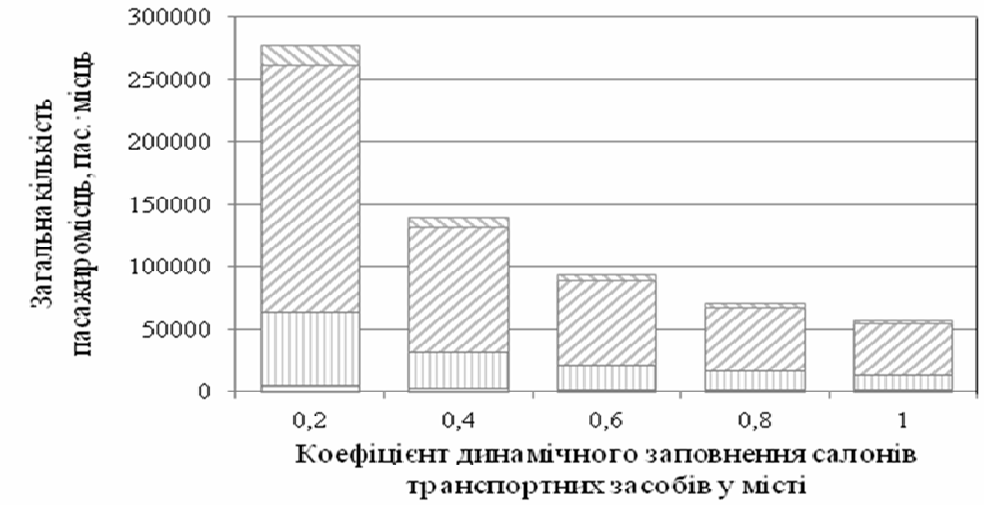

Рис. 3. Динаміка зміни загальної кількості пасажиромісць для різних місткостей транспортних засобів залежно від коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті:

– $q_н = 19$ пас.; – $q_н = 45$ пас.; – $q_н = 70$ пас.;

– $q_н = 110$ пас.; – $q_н = 180$ пас.

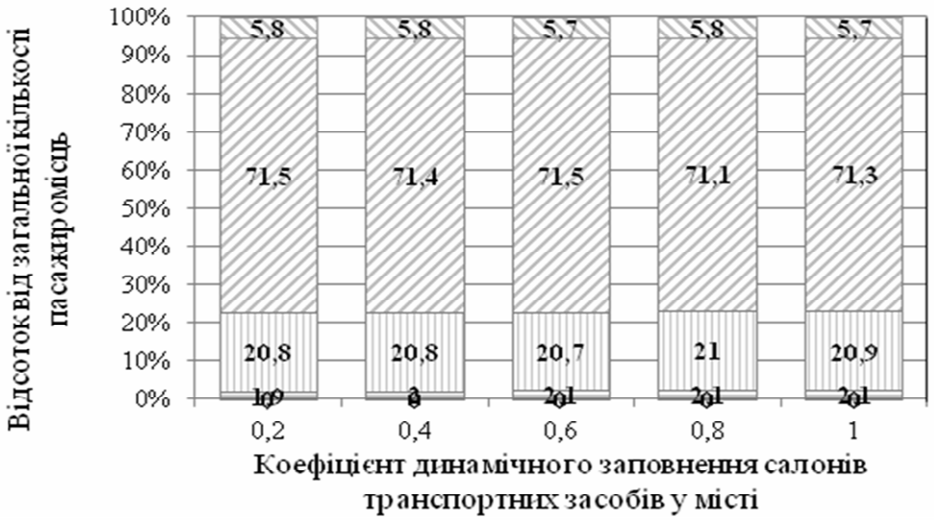

Рис. 4. Розподіл загальної кількості пасажиромісць для різних місткостей транспортних засобів залежно від коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті:

– $q_н = 19$ пас.; – $q_н = 45$ пас.; – $q_н = 70$ пас.;

– $q_н = 110$ пас.; – $q_н = 180$ пас.

Для визначення закономірностей зміни кількості пасажиромісць залежно від коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті було побудовано графіки цих залежностей (рис. 5-9).

Рис. 5. Графік зміни загальної кількості пасажиромісць залежно від коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті

Так, залежність зміни загальної кількості пасажиромісць залежно від коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті описується степеневою моделлю та має коефіцієнт кореляції $R = -0{,}902$. Математичний вигляд моделі

$$\omega = 57170 \cdot \left(\gamma_{сер}^{M}\right)^{-0{,}981}. \qquad (8)$$

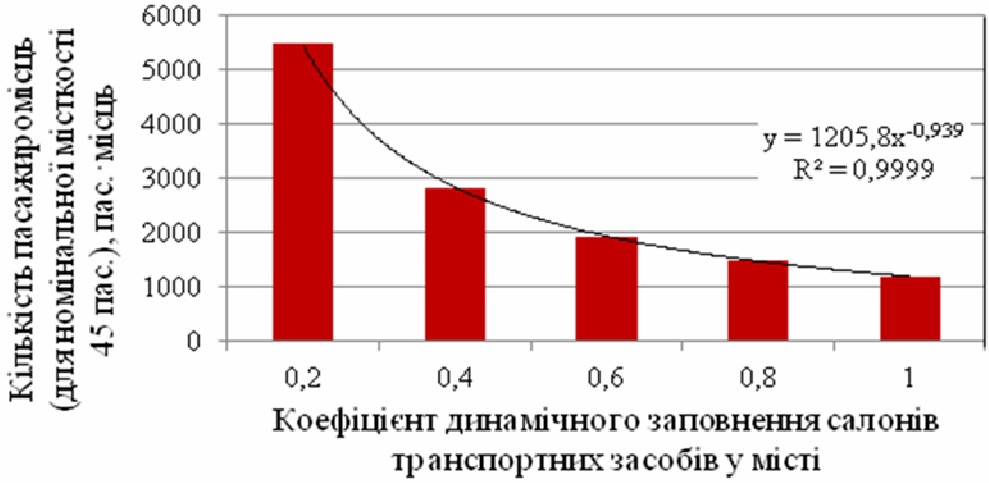

Рис. 6. Графік зміни кількості пасажиромісць (для номінальної місткості 45 пас.) залежно від коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті

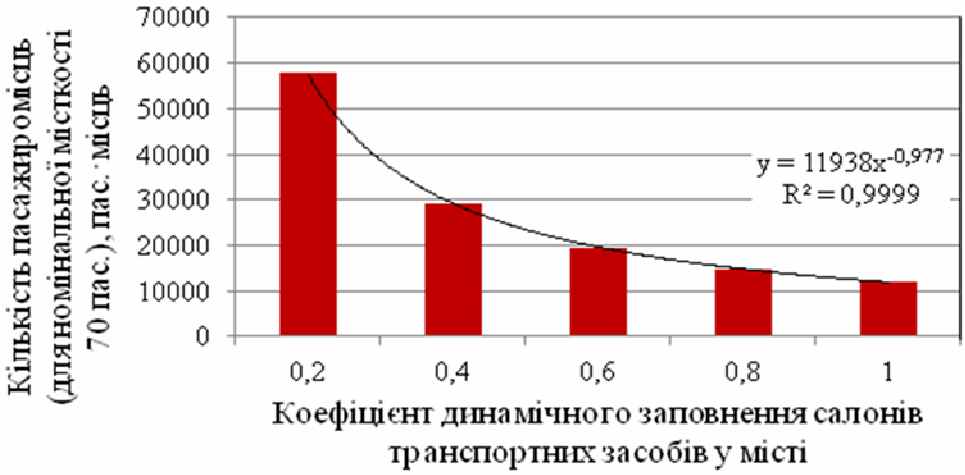

Рис. 7. Графік зміни кількості пасажиромісць (для номінальної місткості 70 пас.) залежно від коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті

Відповідно до рис. 6 залежність зміни кількості пасажиромісць (для номінальної місткості 45 пас.) від коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті описується степеневою моделлю та має коефіцієнт кореляції $R = -0{,}903$.

Математичний вигляд моделі

$$\omega_{q_н=45} = 1205{,}8 \cdot \left(\gamma_{сер}^{M}\right)^{-0{,}939}. \qquad (9)$$

Залежність зміни кількості пасажиромісць (для номінальної місткості 70 пас.) від коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті описується степеневою моделлю та має коефіцієнт кореляції $R = -0{,}901$. Отримана модель має вигляд

$$\omega_{q_н=70} = 11938 \cdot \left(\gamma_{сер}^{M}\right)^{-0{,}977}. \qquad (10)$$

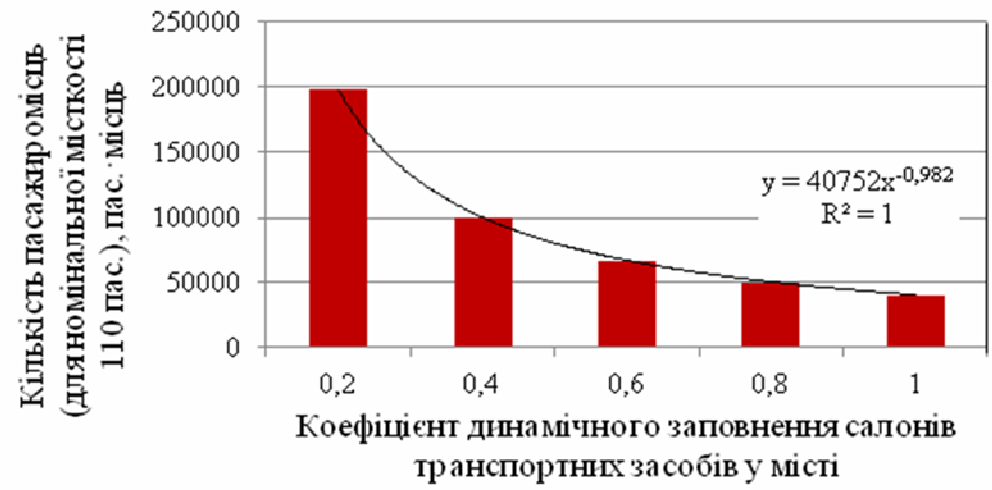

Рис. 8. Графік зміни кількості пасажиромісць (для номінальної місткості 110 пас.) залежно від коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті

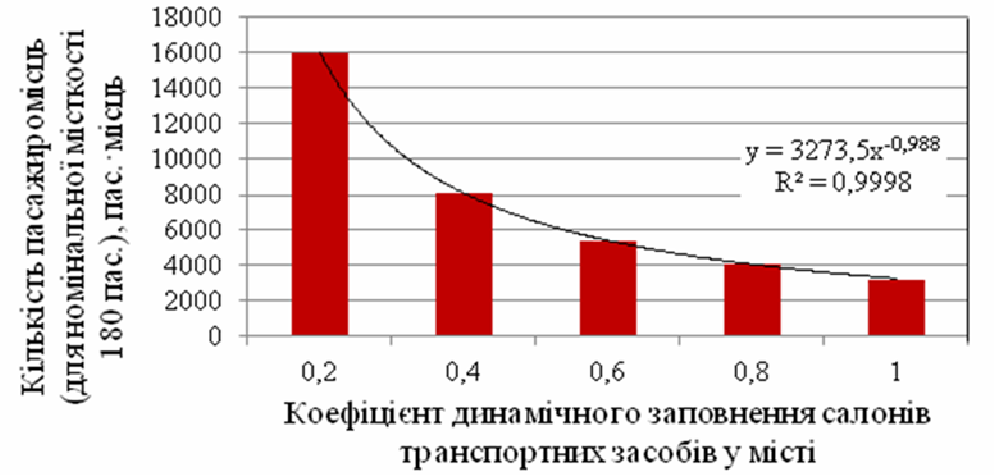

Рис. 9. Графік зміни кількості пасажиромісць (для номінальної місткості 180 пас.) залежно від коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті

Натомість залежність зміни кількості пасажиромісць (для номінальної місткості 110 пас.) від коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті описується степеневою моделлю та має коефіцієнт кореляції $R = -0{,}901$. Математичний вигляд моделі

$$\omega_{q_н=110} = 40752 \cdot \left(\gamma_{сер}^{M}\right)^{-0{,}982}. \quad (11)$$

Отримана залежність зміни кількості пасажиромісць (для номінальної місткості 180 пас.) від коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті описується степеневою моделлю та має коефіцієнт кореляції $R = -0{,}904$, що має такий математичний вигляд:

$$\omega_{q_н=180} = 3273{,}5 \cdot \left(\gamma_{сер}^{M}\right)^{-0{,}988}. \quad (12)$$

Таким чином, отримані залежності зміни кількості пасажиромісць для усіх типів місткостей, залежно від коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті, мають сильний зв'язок, про що свідчать відповідні значення коефіцієнтів кореляції. Це доводить висунуті твердження щодо нелінійного впливу параметрів пасажирських транспортних систем на показники їх функціонування.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Дослідження закономірностей функціонування МПТ свідчить про різноманітність пасажиромісткості транспортних засобів, які у свою чергу здебільш мають бути від 180 до 19 пасажирів у транспортному засобі. При цьому збільшення середньоміського коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів майже рівномірно зменшує провізні можливості маршрутів з різною місткістю.

Проведені дослідження дозволили встановити, що зі збільшенням коефіцієнта динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті відбувається зменшення загальної кількості пасажиромісць. При цьому істотних змін в структурі парку транспортних засобів не відбувається.

В подальшому необхідно визначити вплив інших параметрів пасажирських транспортних систем на показники їх функціонування та на транспортну роботу в цілому.

Список використаних джерел

1. Доля, В.К. Пасажирські перевезення [Текст] / В.К. Доля. – Харків: Вид-во „Форт”, 2011. – 507 с.

2. Спирин, И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками [Текст] / И.В. Спирин. – М.: Академия, 2003. – 400 с.

3. Simpson B. J. Urban public transport today [Text] / B. J. Simpson. – E&FN Spon, 2003. – 222 p.

4. Iles R. Public Transport in Developing Countries [Text] / R. Iles. – Elsevier, 2005. – 478 p.

5. Schöbel A. Optimization in public transportation [Text] / A. Schöbel. –Springer-Verlag, 2006. – 274 p. de Boer E. Transport Sociology: Social Aspects of Transport Planning [Text] / E. de Boer. – Elsevier, 2013. – 248 p.

6. Ігнатенко, О.С. Організація автобусних перевезень у містах [Текст] / О.С. Ігнатенко, В.С. Маруни. – К.: УТУ, 1998. – 196 с.

7. Doi K. Looking at sustainable urban mobility through a cross-assessment model within the framework of land-use and transport integration [Text] / K. Doi, M. Kii // IATSS Research. – 2012. – Vol. 35. – P. 62-70.

8. Camagni R. Urban mobility and urban form: the social and environmental costs of different patterns of urban expansion [Text] / R. Camagni, M.C. Gibelli, P. Rigamonti // Ecological Economics. – 2002. – Vol. 40. – Iss. 2. – P. 199-216.

9. Pouyanne G. Urban form and daily mobility: methodological aspects and empirical study in the case of Bordeaux [Text] / G. Pouyanne // European Transport. – 2010. – No. 44. – P. 76-95.

10. Frändberg L. More or less travel: personal mobility trends in the Swedish population focusing gender and cohort [Text] / L. Frändberg, B. Vilhelmson // Journal of Transport Geography. – 2011. – Vol. 19. – Iss. 6. P. 1235–1244.

11. Banister D. The sustainable mobility paradigm [Text] / D. Banister // Transport Policy. – 2008. – Vol. 15. – Iss. 2. – P. 73-80.

Рецензент д-р техн. наук, професор В.К. Доля

Іванов Ігор Євгенійович, кандидат технічних наук, докторант кафедри транспортних систем і логістики Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова. Тел.: (057) 707-32-61. E-mail: kafedra_tsl@ukr.net.

Ivanov Igor Yevgeniiovich, Ph. D., doctoral student department of transport systems and logistics O.M. Beketov National University of Urban Economy. Tel.: (057) 707-32-61. E- mail: kafedra_tsl@ukr.net.

Принята 22.03.2016 р.