

Danilova-Danilyana. Moscow, Izd-vo MNEPU. 6. Thelin, Johan. (2007). Foundations of Qt Development. Berkeley: Apress, 535. 7. Aleksandresku, A. (2002). Sovremennoe proektirovanie na S++. SPb.: Vilyams, 336. 8. Kristoforova, N. K. (1999). Osnovy ekologii. Vladivostok: Dal-nauka, 494. 9. Clarke, G. L. (2004). Elements of Ecology. New York:Hafner, 560. 10. Kucheryavij, V. P. (2010). Zagalna ekologiya. Lviv: Svit, 520.

Надійшла (received) 21.02.2015

## УДК 656.025.2

**І. Є. ІВАНОВ**, канд. техн. наук, ХНУМГ, Харків;  
**Р. Б. РОГАЛЬСЬКИЙ**, ст. викл., Національний університет «Львівська політехніка»

### ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ РУХЛИВОСТІ НАСЕЛЕННЯ ЗНАЧНИХ МІСТ

Досліджено фактори, що впливають на рухливість населення. Проведено експериментальні дослідження щодо визначення розподілу реалізації рухливості населення, на основі яких встановлено, що основними видами переміщень населення м. Львова є піші переміщення та поїздки в МПТ. Визначено діапазон розподілу загальної та транспортної рухливості населення. Отримано усереднені значення коефіцієнтів користування транспортом та міським пасажирським, особистим й таксомоторним транспортом.

**Ключові слова:** рухливість населення, види переміщень, генеральна сукупність, користування транспортом.

**Вступ.** Динамічність процесів, що відбуваються в розвитку суспільства, безпосередньо впливає на характеристики транспортних систем. Важливим елементом при цьому є перерозподіл переміщень населення між видами реалізованої рухливості.

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 динаміки перерозподілу рухливості населення, реалізованої на транспорті є актуальною проблемою організації роботи міських пасажирських транспортних систем.

**Аналіз літературних даних та постановка проблеми.** Дослідження в області переміщень населення є актуальними з точки зору рухливості, яка реалізується: пішки, на транспорті масового та індивідуального користування. При чому на це впливає велика сукупність факторів, які в свою чергу можливо

об'єднати в наступні групи: транспортні, містобудівні, економічні та соціальні (рис. 1) [5].



Рис. 1. Групи факторів, що впливають на рухливість [5]

До групи транспортних факторів відноситься [1–7]:

- 1) рівень автомобілізації;
- 2) питома вага видів транспорту;
- 3) кількість пасажирських транспортних засобів;
- 4) місткість пасажирських транспортних засобів;
- 5) розміщення зупиночних пунктів МПТ;
- 6) коефіцієнт заповнення салонів МПТ та ін.

До групи містобудівних факторів відноситься [1-5, 8-10]:

- 1) щільність транспортної мережі;
- 2) щільність маршрутної мережі;
- 3) щільність забудови;
- 4) селітебна площа міста;
- 5) площа міста на одного мешканця;
- 6) розміщення пунктів тяжіння;
- 7) розміщення функціональних зон міста та ін.

До групи економічних факторів відноситься [3-5, 11-12]:

- 1) річний дохід мешканців міста;
- 2) вартість проїзду в МПТ;
- 3) собівартість проїзду по видах МПТ;
- 4) співвідношення вартості поїздки в МПТ до вартості поїздки в таксі;
- 5) приведена собівартість проїзду в особистому транспорті та ін.

До групи соціальних факторів відноситься [1-5, 12-15]:

- 1) кількість мешканців міста;
- 2) розподіл населення за основними соціальними групами;
- 3) розподіл населення за основними віковими групами;
- 4) співвідношення народжуваності і смертності та ін.

Але все одно таке різноманіття факторів визначає один із способів переміщення [5]:

- 1) переміщення пішки (в межах пішохідної доступності);
- 2) поїздку на міському пасажирському транспорті;
- 3) поїздку на МПТ з пересадкою;
- 4) поїздку на таксі;
- 5) поїздку на особистому транспорті.

Такий розподіл переміщень зумовлений насамперед витратами часу на їх виконання або вартістю проїзду [1-4]. Не варто також забувати про психофізіологічний стан під час виконання самих переміщень, що характеризується стомлюваністю [1]. Все це дозволяє визначати загальні тенденції рухливості, як по категоріям міст (залежно кількості мешканців міста), рівня автомобілізації, мети поїздки та іншого без розподілу між способами переміщень, що обумовлює необхідність проведення досліджень в цьому напрямку.

**Ціль та задачі дослідження.** Проведені дослідження ставили за мету визначити розподіл між способами переміщень при виконанні основних видів переміщень (трудових та культурно-побутових) та визначити загальну й транспортну рухливість населення.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

- провести анкетування мешканців м. Львова для визначення кількості

переміщень за певний період часу;

– виконати статистичний аналіз отриманих даних для визначення усереднених значень коефіцієнтів користування транспортом та міським пасажирським, особистим й таксомоторним транспортом.

**Методика дослідження розподілу рухливості населення.** Перелічені фактори впливу на вибір способу переміщення (рис. 1) визначають рухливість населення, як загальну так і транспортну. Тому для визначення розподілу рухливості населення було проведено експериментальні дослідження мешканців м. Львова, щодо способу переміщення при виконанні основних видів переміщень (трудових та культурно-побутових).

Для цього була розроблена анкета, в яку входила група питань, що відноситься до рухливості населення (табл. 1). Для отримання достовірних та адекватних значень було встановлено наступні умови:

- 1) враховувалися трудові та культурно-побутові переміщення;
- 2) пересадками вважалася зміна одного виду МПТ на інший;
- 3) пішими переміщеннями вважалися підхід (відхід) до (від) зупинного пункту МПТ або стоянки особистого транспорту та до місця призначення.

Таблиця 1 – Перелік питань анкети, що використовувалися при визначенні рухливості населення

Параметр	Розмірність
Кількість поїздок в МПТ	поїздок
Кількість пересадок	од.
Кількість поїздок на особистому транспорті	поїздок
Кількість поїздок на таксі	поїздок
Кількість піших переміщень	од.

Так як будь-яке опитування повинно мати репрезентативність обсягу вибірки на генеральну сукупність, то відповідно в дослідженні брали участь всі вікові групи самодіяльного населення м. Львова. Характеристика розподілу самодіяльного населення м. Львова за статтю та віковими групами наведено в табл. 2 [16]. Розподіл обсягу вибірки за статтю та віковими групами наведено в табл. 3, 4.

Таблиця 2 – Розподіл самодіяльного населення м. Львова за статтю та віковими групами

Інтервал віку, років	Чоловіки	Жінки	Всього	Частка від загальної кількості, %
15–19	25 048	24 142	49 190	8,8
20–24	31 194	30 599	61 793	11,05
25–29	33 963	31 808	65 771	11,76
30–34	27 608	27 902	55 510	9,93
35–39	25 464	26 469	51 933	9,29
40–44	23 775	25 489	49 264	8,81
45–49	24 731	28 416	53 147	9,51
50–54	25 420	31 508	56 928	10,18
55–59	19 636	26 748	46 384	8,3
60–64	16 704	24 155	40 859	7,31
65–69	11 642	16 666	28 308	5,06
Сума	265 185	293 902	559 087	100

Таблиця 3 – Розподіл обсягу вибірки за статтю

Ознака		Розподіл обсягу вибірки		Генеральна сукупність, %
		Чисельно	Відсотково	
Стать	Чоловіки	95	48,72	47,43
	Жінки	100	51,28	52,57
Разом		195	100	100

Таблиця 4 – Розподіл обсягу вибірки за віковими групами

Ознака		Розподіл обсягу вибірки		Генеральна сукупність, %	
		Чисельно	Відсотково		
Інтервал років	віку,	15–19	15	7,69	8,8
		20–24	20	10,26	11,05
		25–29	25	12,82	11,76
		30–34	20	10,26	9,93
		35–39	20	10,26	9,29
		40–44	15	7,69	8,81
		45–49	20	10,26	9,51
		50–54	20	10,26	10,18
		55–59	15	7,69	8,3
		60–64	15	7,69	7,31
		65–69	10	5,13	5,06
Разом		195	100	100	

Для оцінки результатів експериментальних досліджень було застосовано пакет статистичного аналізу програмного продукту MS Excel.

**Результати експериментальних досліджень та обробка статистичних даних.** В результаті проведених експериментальних досліджень було отримано інформацію щодо рухливості населення м. Львова (табл. 5).

Таблиця 5 – Параметри реалізації рухливості населення м. Львова

Номер опитування	Кількість поїздок в МПТ за рік $\tau(n_1)$	Кількість поїздок на особистому транспорті за рік $\tau(n_2)$	Кількість поїздок на таксі за рік $\tau(n_3)$	Кількість пересадок за рік $\tau(n_4)$	Кількість піших пересувань за рік $\tau(n_5)$
1	383	183	18	0	913
2	438	0	4	0	730
3	584	0	0	1	730
.....	.....	.....	.....	.....	.....
53	592	0	40	0	867
55	1031	0	0	1	364
.....	.....	.....	.....	.....	.....
112	350	166	0	0	381
.....	.....	.....	.....	.....	.....
186	0	863	0	0	594
.....	.....	.....	.....	.....	.....
194	522	0	37	1	440
195	703	0	0	1	247

Таким чином стало можливим отримати інформацію щодо загальної та транспортної рухливості кожного учасника опитування

$$P_3 = n_1 + n_2 + n_3 + n_5, \quad (1)$$

$$P_{TP} = n_1 + n_2 + n_3, \quad (2)$$

де  $P_3$ ,  $P_{TP}$  – відповідно загальна і транспортна рухливість населення міст.

Також використовуючи параметри реалізації рухливості населення можливо визначити:

– коефіцієнт користування транспортом  $\varphi_{mp}$

$$\varphi_{mp} = \frac{P_{TP}}{P_3}, \quad (3)$$

– коефіцієнт користування пасажирським транспортом загального користування  $\varphi_{МПТ}$

$$\varphi_{МПТ} = \frac{P_{МПТ}}{P_{TP}}, \quad (4)$$

– коефіцієнт користування особистим транспортом  $\varphi_{OT}$

$$\varphi_{OT} = \frac{P_{OT}}{P_{TP}}, \quad (5)$$

– коефіцієнт користування таксомоторним транспортом  $\varphi_{TT}$

$$\varphi_{TT} = \frac{P_{TT}}{P_{TP}}. \quad (6)$$

Для оцінки отриманих результатів був проведений статистичний аналіз (табл. 6, 7) розрахованих показників роботи пасажирської транспортної системи.

Таблиця 6 – Статистична оцінка результатів досліджень

Назва статистичного показника	Параметри реалізації рухливості населення					
	Кількість поїздок в МПТ	Кількість поїздок на особистому транспорті	Кількість поїздок на таксі	Кількість піших пересувань	Загальна рухливість	Транспортна рухливість
Середнє	528,0974	202,8103	11,29231	616,4718	1358,672	742,2
Стандартна помилка	23,72105	23,76545	1,074275	17,33639	21,11793	15,86426
Медіана	576	0	4	582	1335	711
Мода	0	0	0	730	1460	767
Стандартне відхилення	331,2464	331,8665	15,00143	242,0895	294,8958	221,5323
Дисперсія вибірки	109724,2	110135,4	225,043	58607,32	86963,56	49076,56
Інтервал	1232	1184	51	952	1620	929
Мінімум	0	0	0	240	804	303
Максимум	1232	1184	51	1192	2424	1232
Сума	102979	39548	2202	120212	264941	144729
Рахунок	195	195	195	195	195	195

Таблиця 7 – Характеристика коефіцієнтів кореляції

Назва показника	Кількість поїздок в МПТ	Кількість поїздок на особистому транспорті	Кількість поїздок на таксі	Кількість піших пересувань	Загальна рухливість	Транспортна рухливість
Кількість поїздок в МПТ	1	-	-	-	-	-
Кількість поїздок на особистому транспорті	-0,77054	1	-	-	-	-
Кількість поїздок на таксі	-0,13615	-0,02451	1	-	-	-
Кількість піших пересувань	0,059956	-0,18567	-0,06907	1	-	-
Загальна рухливість	0,298415	0,106173	-0,18635	0,675814	1	-
Транспортна рухливість	0,33172	0,344236	-0,17258	-0,19318	0,592638	1

Проведений статистичний аналіз (табл. 6,7) дозволив отримати також і усереднені значення показників рухливості населення м. Львова (табл. 8).

Таблиця 8 – Усереднені значення показників рухливості населення м. Львова

Назва показника	Коефіцієнт користування транспортом, $\varphi_{тр}$	Коефіцієнт користування МПТ, $\varphi_{МПТ}$	Коефіцієнт користування особистим транспортом, $\varphi_{от}$	Коефіцієнт користування таксомоторним транспортом, $\varphi_{тт}$
Значення показника	0,55083	0,733964	0,249127	0,016909

Як бачимо 55 % всіх переміщень реалізуються на транспорті, із них: 73% на міському пасажирському; 25 % на особистому та 2 % на таксомоторному.

#### Обговорення результатів дослідження реалізації рухливості населення

Отримані результати експериментальних досліджень (табл. 5) та статистичного аналізу (табл. 6,7) показують, що для такої категорії міст, як значні є характерним розкид значень загальної рухливості в межах 804-2424 переміщень, а транспортної – 303-1232 поїздок за рік.

Натомість середні значення наведених показників 1358,672 переміщень та 742,2 поїздки відповідно, свідчать про те, що протягом року кожен мешканець щоденно виконує 3,72 переміщення, з них 2 поїздки на транспорті.

Проведена оцінка кореляційного зв'язку отриманих даних показала, що між всіма видами переміщень існує обернений зв'язок, про що свідчать від'ємні значення. Це пояснюється вибором одного виду переміщень за весь період часу. Найтісніший обернений зв'язок між поїздками в МПТ та особистому транспорті (-0,77054), що свідчить про надання однозначної переваги тому чи іншому виду переміщення.

Проведений розрахунок усереднених значень коефіцієнтів користування транспортом та міським пасажирським, особистим й таксомоторним транспортом підтвердив існування закономірностей функціонування транспортних систем міст,

що висвітлюються в роботах [1-4]. З розрахунків також видно, що 73 % всіх поїздок припадають на МПТ.

**Висновки.** В результаті проведених експериментальних досліджень розподілу рухливості населення було встановлено, що основними видами переміщень населення м. Львова є піші переміщення та поїздки в МПТ. В свою чергу найменш затребуваними є поїздки на таксі, які складають 1,7% всіх поїздок на транспорті. Натомість особистому транспорту належать 25 % всіх поїздок мешканців міста.

Так як результати досліджень були отримані в м. Львові, яке відноситься до категорії значних міст, то вони можуть бути застосовані лише для даної категорії міст. Для визначення розподілу рухливості населення інших категорій міст необхідно провести додаткові дослідження.

**Список літератури:** 1. Доля, В. К. Пасажирські перевезення [Текст] / В. К. Доля. – Х.: Вид-во „Форґ”, 2011. – 507 с. 2. Ефремов, И. С. Теория городских пассажирских перевозок [Текст] / Ефремов И. С., Кобозев В. М., Юдин В. А. – М.: Высшая школа, 1980. – 535 с. 3. J.Simpson, B. 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. Доля, В. К. Визначення математичної моделі транспортної рухливості населення / В. К. Доля, І. Є. Іванов // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2013. – №. 4/4(64). – С. 18-21. 6. Mattson, J. Travel Behavior and Mobility of Transportation-Disadvantaged Populations: Evidence from the National Household Travel Survey [Text] / J. Mattson. – Fargo, 2012. – 49 p. 7. Wei Zeng. Visualizing Mobility of Public Transportation System [Text] / Wei Zeng, Chi-Wing Fu, Arisona S.M., Erath A., Huamin Qu // Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on, 2014. – Vol. 20, Iss. 12. – P. 1833-1842. 8. 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. 9. 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. 10. Pouyanne, G. Urban form and daily mobility: methodological aspects and empirical study in the case of Bordeaux [Text] / G. Pouyanne // European Transport, 2010. – №. 44. – P. 76-95. 11. 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. 12. Banister, D. The sustainable mobility paradigm [Text] / D. Banister // [Transport Policy](#), 2008. – Vol. 15, Iss. 2. – P. 73-80. 13. Bocarejo S., J. P. Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments [Text] / J. P. Bocarejo S., D. R. Oviedo H. – Journal of Transport Geography, 2012. – Vol. 24. – P. 142-154. 14. Kim, S. Assessing mobility in an aging society: Personal and built environment factors associated with older people’s subjective transportation deficiency in the US [Text] / S. Kim. – Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 2011. – Vol. 14, Iss. 5. – P. 422–429. 15. de Boer, E. Transport Sociology: Social Aspects of Transport Planning [Text] / E. de Boer. – Elsevier, 2013. – 248 p. 16. Статистичний щорічник міста Львова за 2013 рік [Текст] / За ред. С. І. Зимовіної. – Львів: Головне управління статистики у Львівській області, 2014. – 140 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. Dolya, V. (2011). Passenger traffic. Kharkiv: Publisher “Fort”, 507. 2. Efremov, I., Kobozev V., Yudin, V. (1980). The theory of urban passenger transport. Moscow: Higher School, 535. 3. J.Simpson, B. (2003). Urban public transport today. E&FN Spon, 222. 4. Iles, R. (2005). Public Transport in Developing Countries. Elsevier, 478. 5. Mattson, J. (2012). Travel Behavior and Mobility of Transportation-Disadvantaged Populations: Evidence from the National Household Travel Survey. Fargo, 49. 6. Dolya, V., Ivanov. I. (2013). Determine the mathematical

model of the transport mobility of the population. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4/4(64), 18-21. **7.** [Wei Zeng](#), [Chi-Wing Fu](#), [Arisona S.M.](#), [Erath A.](#), [Huamin Qu](#). (2014). Visualizing Mobility of Public Transportation System. Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on, 20, 12, 1833-1842. **8.** Doi, K., Kii, M. (2012). Looking at sustainable urban mobility through a cross-assessment model within the framework of land-use and transport integration. IATSS Research, 35, 62-70. **9.** [Camagni](#), R., [Gibelli](#), M. C., [Rigamonti](#), P. (2002). Urban mobility and urban form: the social and environmental costs of different patterns of urban expansion. [Ecological Economics](#), 40, 2, 199-216. **10.** Pouyanne, G. (2010). Urban form and daily mobility: methodological aspects and empirical study in the case of Bordeaux. European Transport, 44, 76-95. **11.** Frändberg, L., Vilhelmson. B. (2011). More or less travel: personal mobility trends in the Swedish population focusing gender and cohort. Journal of Transport Geography, 19, 6, 1235-1244. **12.** [Banister](#), D. (2008). The sustainable mobility paradigm. [Transport Policy](#), 15, 2, 73-80. **13.** Bocarejo S., J. P., Oviedo H., D. R. (2012). Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments. Journal of Transport Geography, 24, 142-154. **14.** Kim, S. (2011). Assessing mobility in an aging society: Personal and built environment factors associated with older people's subjective transportation deficiency in the US. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 14,5, 422-429. **15.** [de Boer](#), E. (2013) Transport Sociology: Social Aspects of Transport Planning. Elsevier, 248. **16.** Zymovinoi, S. (2014). Statistical Yearbook of the city Lviv by 2013. Department of Statistics in the Lviv region, 140.

*Надійшла (received) 21.02.2015*