

УДК 656.132.072

Д. В. Голуб, асп.

## МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ ПАСАЖИРІВ ПРИ ВИБОРІ ТИПУ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

*Розглянуто типологічний аналіз поведінки пасажирів при виборі засобів транспорту та запропоновано модель цього вибору.*

### Вступ

Поведінку пасажирів при виборі засобів транспорту (ЗТ) можна описати різними методами і моделями. Всі вони ґрунтуються на виділенні істотних ознак, зв'язків і властивостей та їх узагальнення. Існує багато моделей, що розглядають споживання конкретних продукцій або послуг, які можна класифікувати за видом основного визначального чинника [6], таких, як дохід, ціна, соціально-демографічні та інші.

Будуючи моделі поведінки пасажирів по вибору ЗТ, доцільно враховувати всі переваги моделей поведінки споживачів. Причому провести їх адаптацію безпосередньо до поведінки пасажирів, що знаходяться на зупинних пунктах й здійснюють вибір того або іншого типу пасажирських ЗТ [2]. Зрозуміло, що модель не повинна містити недоліки наявних моделей поведінки споживачів.

*Метою роботи є трансформація типологічної моделі поведінки пасажирів при виборі типу засобу транспорту з урахуванням безпосередньої кількості пасажирів.*

### Типологічний аналіз поведінки пасажирів та структура її моделі

Аналіз поведінки пасажирів при їх виборі типу ЗТ дає можливість сформулювати основні вимоги до цього процесу:

- взаємозв'язок параметрів поведінки пасажирів (наприклад, безпосередній вибір пасажирів типу ЗТ і характеристик відмінності пасажирів);
- відображення як кількісних змін ознак відмінностей пасажирів в межах позначеної структури, так і якісних змін самої структури;
- врахування детермінованих тенденцій в розвитку поведінки пасажирів та випадкових їх відхилень, обумовлені неможливістю врахувати всі чинники, що впливають на їх поведінку;
- спадкоємність змін.

Зазначене дає можливість окреслити структуру моделі вивчення поведінки пасажирів при виборі типу ЗТ (рис. 1).

Аналіз поведінки пасажирів при виборі типу ЗТ включає аналіз взаємодії поведінки пасажирів та характеристик, або ознак їх відмінностей. При цьому поведінка пасажирів вимірюється величиною та структурою, а детермінуючими характеристиками є дохід пасажирів, їх вік, класифікація мети поїздки, соціальна належність та інші ознаки відмінностей пасажирів. Безпосередньо безліч поведінкових ознак описується функцією багатьох змінних.

Оскільки прогностичні характеристики полягають в оцінюванні поведінки пасажирів на майбутні періоди часу, то виходячи з того, яке положення займають пасажирів в своїй поведінці в даний час, слід враховувати закономірності розвитку цієї поведінки. Специфікою даного підходу є те, що в ньому враховується вплив суттєвих факторів (чинників) у взаємозв'язку й нерозривності один з одним. Сучасні моделі побудовані на простій адитивності впливу таких факторів на поведінку пасажирів й не враховують комплексність механізму формування їх потреб і споживання. Останнє свідчить про те, що кожний елемент поведінки залежить від конкретного набору детермінованих факторів, зв'язки між якими не враховуються. Це приводить до штучного розшарування цілісної сукупності пасажирів як споживачів [7].

## Модель поведінки пасажирів при виборі типу засобів транспорту

Розглянемо сутність моделі поведінки пасажирів. Модель містить два види типологій множин: типологію пасажирів і типологію ЗТ.

В типології пасажирів розрізняють типологічну групу відмінностей  $C_r$ , яка враховує ознаки відмінностей  $x_j$  усередині групи. В типології ЗТ розрізняють існуючі типи ЗТ  $S_i$ , які вибирають пасажир з ознаками відмінності  $x_j$ .

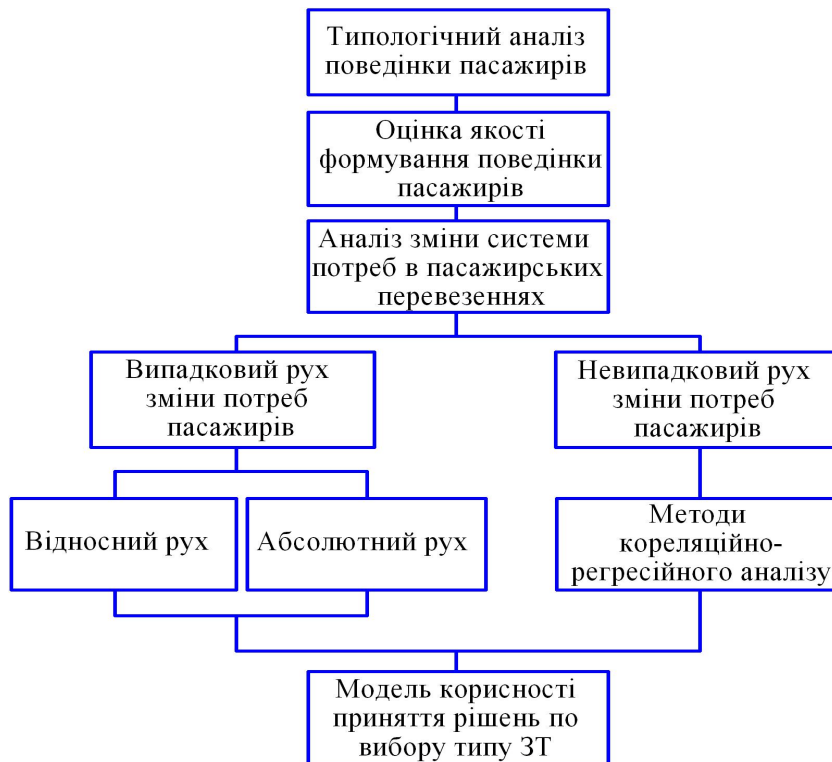


Рис. 1. Структурна схема моделі вивчення поведінки пасажирів

Взаємозв'язок між зазначеними типологіями характеризує питома вага  $P_{ji}$  вибору  $S_i$  типу ЗТ пасажиром, що має відмінності  $x_j$ . При цьому питома вага пасажирів, що належать до групи ознак відмінностей  $C_r(x_j)$  дорівнює  $D_j$ , а тих, що приймуть рішення щодо вибору типу ЗТ  $S_i$  —  $R_i$ .

Отже, питома вага  $P_{ji}$  є функцією від  $S_i$  та  $C_j$

$$P_{ji} = P(S_i/C_j). \quad (1)$$

Ця функція характеризує належність пасажирів типу відмінностей  $C_r$ , що вибирають для поїздки  $S_j$  тип ЗТ за умови, що величини  $P_j$  і  $R_i$  є відповідною питомаю вагою належності пасажирів типам  $C_r$ , а їх вибору ЗТ —  $S_i$ .

Величини, що характеризують питому вагу альтернативних рішень  $S_i$  для пасажирів, чії ознаки відмінності належать групі  $C_r(x_j)$ , визначаються методом експертних оцінок [1, 5]. В якості гіпотези було прийнято, що будь-який пасажир, очікуючи ЗТ на зупинці, є експертом з вибору типу ЗТ.

Після поділу пасажирів на типологічні групи, заповнюється анкета, в якій пропонується проранжувати критерії, за якими вибирається тип ЗТ, а також альтернативні рішення (різні типи ЗТ), з урахуванням належності пасажирів до певної групи з визначеною питомаю вагою щодо вибору типу ЗТ.

Зауважимо, що для рівнозначних критеріїв і альтернатив приписували однакові ранги. Респондентам, що поділили місця, приписується ранг, рівний середньому арифметичному рангів, що їм відповідають.

Необхідний обсяг сукупності респондентів, за яким складається репрезентативна вибірка для досліджень, що проводяться один раз випадковим методом відбору визначається з формули [8]

$$n = \frac{u_{\alpha}^2 N p (1-p)}{\Delta^2 N u_{\alpha}^2 p (1-p)}, \quad (2)$$

де  $u_{\alpha}$  — стандартне відхилення;  $N$  — обсяг генеральної сукупності;  $p$  — імовірність виникнення події;  $\Delta$  — гранично допустима похибка вибірки.

Обчислення середньої похибки вибірки бесповторно-випадковим методом відбору проводиться з формули [4, 9]

$$\sigma = 100 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)}. \quad (3)$$

Після проведення анкетування проводиться оброблення анкет.

Щоб впорядкувати альтернативні рішення  $S_i$  ( $i = 1, \dots, a$ ) вибору типу ЗТ для різних типологічних груп пасажирів пропонується така процедура оброблення анкет.

Спочатку проводиться оцінка сумарної кількості рангів кожного типу ЗТ для різних груп пасажирів. При цьому сумарне ранжирування  $i$ -го альтернативного рішення для  $j$ -ї групи пасажирів має вигляд

$$y_{j1} = \sum_{k=1}^n z_{j1}^k; y_{j2} = \sum_{k=1}^n z_{j2}^k; \dots; y_{ji} = \sum_{k=1}^n z_{ji}^k; \dots; y_{j\alpha} = \sum_{k=1}^n z_{j\alpha}^k, \quad (4)$$

де  $z_{ji}^k$  — ранг  $i$ -го альтернативного рішення, приписаний  $k$ -м респондентом.

За сумарним ранжируванням отримують значення вагових коефіцієнтів  $P_{ji}$  кожного з наявних типів ЗТ для різних груп пасажирів:

$$P_{ji} = P_{js} + \frac{y_{ji} - y_{js}}{y_{jo} - y_{js}} (P_{jo} - P_{js}), \quad (5)$$

де  $P_{js}$  — вага найменш популярного типу ЗТ для пасажирів  $j$ -ї ознаки відмінності;  $P_{jo}$  — вага найпопулярнішого типу ЗТ для пасажирів  $j$ -ї ознаки відмінності;  $y_{js}$  — сумарний ранг найменш популярного типу ЗТ; сумарний ранг найпопулярнішого типу ЗТ.

Вагові коефіцієнти слід подавати у вигляді вектора-рядка:

$$P = (P_{j1}, P_{j2}, P_{j3}, \dots, P_{ji}, \dots, P_{j\alpha}). \quad (6)$$

За коефіцієнтом згоди  $W_j$  оцінюють узгодженість думок респондентів щодо ранжирування типів ЗТ для кожної  $j$ -ї групи пасажирів [3, 10]

$$W_i = \frac{\sum_{i=1}^a \left( \sum_{k=1}^n x_{ji}^k - 0,5n(\alpha + 1) \right)^2}{\frac{1}{12} n^2 (\alpha^3 - \alpha) + \frac{n}{12} \sum_k T_k}; \quad (7)$$

$$T_k = \sum_{tk} (t_k^3 - t_k), \quad (8)$$

де  $t_k$  — число однакових рангів в  $k$ -му рядку.

Гіпотезу про невинновість узгодження респондентів перевіряють критерієм Пірсона ( $\chi^2$ ).

На основі сумарної кількості перевезених пасажирів і їх розподілу за різними типами ЗТ, визначеної за результатами обстеження пасажиропотоків, можна у вигляді таблиці подати типологічну модель поведінки пасажирів (табл.). В моделі закладено питомі переваги пасажирів  $j$ -х груп, що вибирають  $i$ -й тип ЗТ, буде позначена безпосередня кількість пасажирів;  $N_{об}$  — сумарна кількість перевезених пасажирів;  $N_i$  — кількість пасажирів, перевезених  $i$ -м типом ЗТ:

**Типологічна модель поведінки пасажирів при виборі ЗТ**

Вид типології		Типологія ЗТ					
		$S_1$	...	$S_i$	...	$S_\alpha$	
Типологія пасажирів	$C_r(x_1)$	$P_{11}/Q_{11}$	...	$P_{i1}/Q_{i1}$	...	$P_{\alpha 1}/Q_{\alpha 1}$	$D_1/M_1$
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	$C_r(x_j)$	$P_{j1}/Q_{j1}$	...	$P_{ji}/Q_{ji}$	...	$P_{j\alpha}/Q_{j\alpha}$	$D_j/M_j$
	$C_r(x_d)$	$P_{d1}/Q_{d1}$	...	$P_{di}/Q_{di}$	...	$P_{d\alpha}/Q_{d\alpha}$	$D_d/M_d$
		$R_1/N_1$	...	$R_i/N_i$	...	$R_\alpha/N_\alpha$	$1/N_{об}$

$$N_i = N_{об} R_i, \tag{9}$$

де  $M_j$  — кількість пасажирів, що відносяться до  $j$ -ї типологічної групи

$$M_j = N_{об} D_j; \tag{10}$$

$Q_{ji}$  — кількість пасажирів  $j$ -ї типологічної групи, що вибирають для поїздки  $i$ -й тип ЗТ, який визначається з системи рівнянь:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{\alpha} Q_{ji} D_j = R_i; \\ \frac{Q_{ji}}{Q_{ji+1}} = \frac{R_{ji}}{R_{ji+1}}, \end{cases} \tag{11}$$

використовуючи дані таблиці.

**Висновки**

На основі методу експертних оцінок запропоновано методику моделювання поведінки пасажирів при виборі типу засобів транспорту. Побудовано типологічну модель поведінки пасажирів під час вибору типу засобів транспорту з урахуванням безпосередньої кількості пасажирів. Модель дає можливість визначити і спрогнозувати попит на засіб транспорту на основі структуризації основних підходів взаємодоповнюваних методів дослідження попиту й співвідношення між ними, використовуючи декілька критеріїв вибору пасажирями типу засобу транспорту.

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Бешелев С. Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурьевич. — М. : Статистика, 1974. — 160 с.
2. Аулін В. В. Визначення раціональної кількості засобів міського пасажирського транспорту з урахуванням попиту пасажирів / В. В. Аулін, Д. В. Голуб // Вісник Житомирського державного технологічного університету, 2008. — № 64 Том 2. — С. 3—6.
3. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. М. : Высшая школа, 1997. — 479 с.
4. Колемаев В. А. Теория вероятностей и математическая статистика / В. А. Колемаев. — М. : ИНФАРМ, 2001. — 302 с.
5. Макаров И. М. Выбор принципа построения сложной системы автоматического управления на основе экспертных оценок / И. М. Макаров, В. М. Озерной, А. П. Ястребов // Автоматика и телемеханика, 1971. — № 1. — С. 128—137.
6. Овсянников А. А. Типология потребительского поведения / А. А. Овсянников, И. И. Петтай, Н. М. Римашевская. — М. : Наука, 1989.
7. Пидкасистый А. П. Экономическое поведение потребителей / А. П. Пидкасистый. — М. : РПА, 1997. — 220 с.
8. Рихтер К. Ю. Статистические методы в транспортных исследованиях / К. Ю. Рихтер. — М. : Транспорт, 1982. — 72 с.
9. Руководство по проведению транспортных исследований в городах. — М. : Стройиздат, 1982. — 72 с.
10. Хастинг Н. Справочник по статистическим распределениям / Н. Хастинг, Д. Пикак. — М. : Статистика, 1980. — 96 с.

Рекомендована кафедрою автомобілів та транспортного менеджменту

Надійшла до редакції 9.09.09  
Рекомендована до друку 20.10.09

**Голуб Дмитро Вадимович** — аспірант кафедри експлуатації та ремонту машин.  
Кіровоградський національний технічний університет