

Визначення тривалості обстеження за поведінкою пасажирів при виборі шляху пересування

Ольга Свiчинська

Кафедра транспортних систем і логістики, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, УКРАЇНА, м. Харків, вул. Петровського, 25, E-mail: svichinskaya@ukr.net

Abstract – Analysis of passenger behavior when making route choice between different public transport routes is an important issue in transport planning and modeling and it should be based on the specially designed surveys. Difficulties in realization of these surveys and limitation of data that can be extracted don't allow the researcher to make all necessary calculations and forecasts. It caused by subjective appreciation of available alternatives from the choice set and by ungrounded survey period when modeling the passenger route choice. This study presents the formula to calculate the number of days required for the survey of passenger travel behavior in city route system, which based on frequency and probability of route alternative to be chosen.

Ключові слова – пасажир, кількість днів обстеження, альтернатива, шлях пересування, частота вибору, ймовірність, критерій адекватності моделі.

I. Вступ

Існуючі методи проведення обстежень вибору пасажиром шляху пересування, описані в багатьох наукових працях, зокрема в [1], дають можливість науковцю дослідити фактори, що впливають на вибір тієї або іншої альтернативи пересування. Однак підходи до отримання даних з цих обстежень не завжди відповідають меті дослідження, яка в даному випадку полягає у забезпеченні максимальної близькості розрахункової ймовірності вибору пасажиром шляху пересування до фактичної. Дуже важливим тут є питання про кількість спостережень за вибором альтернатив, яка забезпечувала б високу достовірність результатів моделювання.

II. Аналіз публікацій

Серед існуючих математичних моделей, що застосовуються для визначення ймовірності вибору пасажиром шляху пересування в транспортній системі міста, найбільшою мірою поширені моделі дискретного вибору [2]. Особливістю цих моделей є те, що при проведенні обстеження для їх отримання вибір пасажиром альтернативного шляху пересування фіксується одноразово для кожного респондента, причому обраному шляху прийнято віддавати повну перевагу. Тобто ймовірність вибору шляху пересування приймається рівною одиниці, якщо альтернатива обрана, і нулю – в протилежному випадку.

III. Проблеми моделювання вибору пасажиром шляху пересування

Зв'язок між ймовірностями бінарного вибору p_1 та p_2 визначається залежністю $p_1+p_2=1$ і може бути представлений у вигляді відрізка прямої, Рис. 1.

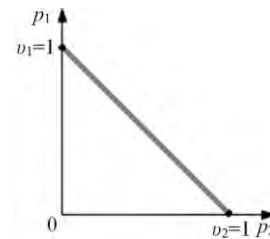


Рис. 1/ Зв'язок між ймовірностями бінарного вибору при двох альтернативах шляху пересування пасажиром

Точки даної прямої являють собою безліч можливих ймовірностей бінарного вибору $(p_1; p_2)$, тобто потенційних результатів спостереження за вибором альтернатив при кількості спостережень $n \rightarrow \infty$. Однак результати одноразового спостереження за вибором можуть дати тільки фактичну частоту вибору $v_1=1$ або $v_2=1$, тобто будь-яка точка відрізка буде в результаті обстеження представлена однією з точок перетину цього відрізка з вісями координат. Єдиним твердженням, яке достовірно можна зробити з результатів одноразового спостереження є те, що при $v_i=1$, $p_i \neq 0$ та $p_{i \neq j} \neq 1$. У випадку дискретного вибору при $v_i=1$ не можна стверджувати, що $p_i > p_{i \neq j}$, тобто результати спостереження зовсім необов'язково відповідають ситуації найчастішого вибору шляху пересування. Таке припущення є однією з найважливіших причин слабких прогностичних спроможностей моделей дискретного вибору.

Для простого випадку мультиноміального вибору з трьох альтернативних шляхів пересування зв'язок між ймовірностями їх вибору p_1, p_2, p_3 , що визначається по залежності $p_1+p_2+p_3=1$, можна представити у вигляді плоского трикутника, Рис. 2.

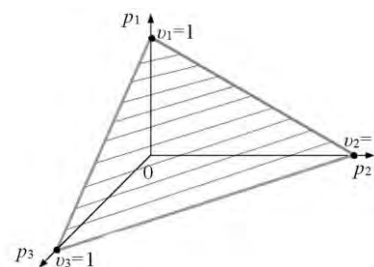


Рис. 2 Зв'язок між ймовірностями вибору з трьох альтернатив шляху пересування

Як і в попередньому випадку, фактичні ймовірності вибору альтернатив можуть відповідати будь-якій точці з координатами (p_1, p_2, p_3) у наведеному трикутнику, що істотно збільшує кількість можливих результатів обстеження. Однак результатами фіксації дискретного вибору можуть бути тільки три точки перетину трикутника з осями координат, які мають такі ж можливості відображення фактичних ймовірностей, що і в бінарному випадку. Таким чином, можна стверджувати, що чим більша кількість

альтернатив, тим меншою прогностичною спроможністю будуть володіти моделі дискретного вибору.

Подібних недоліків позбавлені моделі, що відносяться до класу нормувальних. У цих моделях фактична ймовірність вибору пасажиром шляху пересування відображається його частотою, отриманою в результаті багаторазового спостереження за вибором альтернатив одним респондентом. Проте тут все ще відкритим залишається питання про кількість спостережень, яка забезпечувала б необхідну точність результатів прогнозування. Метою даної роботи є визначення потрібної кількості спостережень за поведінкою одного пасажиром при виборі шляху пересування, з точки зору представленого в роботі [3] критерію s_N^2 .

IV. Підхід до визначення необхідної кількості спостережень

В роботі [4] детально представлено рішення поставленої задачі з позиції рівноможливого вибору альтернативи пасажиром та визначено умову, при виконанні якої гіпотеза про придатність моделі рівноможливого вибору не відкидається. В цій же роботі наводиться приклад розрахунку кількості спостережень, достатньої для побудови адекватних моделей вибору пасажиром шляху пересування для ситуації згаданого рівноможливого вибору однієї з двох альтернатив.

Корисуючись матеріалом з роботи [4], можна записати вираз, за допомогою якого можна визначити кількість спостережень, необхідну для побудови моделі вибору пасажиром шляху пересування

$$|v_i^{(i)} - 1/2| \leq 1/2\sqrt{n}, \quad i=1, 2, \dots, N. \quad (1)$$

Для цього, послідовно змінюючи кількість прийнятих рішень про вибір того чи іншого шляху пересування n в правій частині нерівності, визначається значення максимального відхилення частоти від ймовірності рівноможливого вибору, Рис. 3.

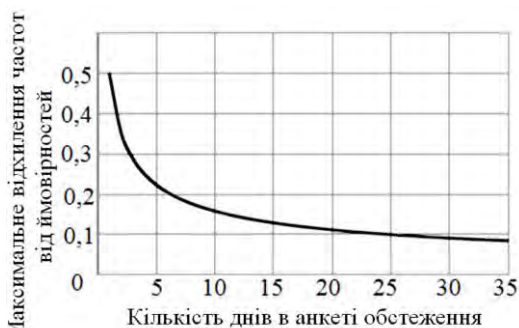


Рис. 3 Залежність відхилення частот від ймовірностей від кількості днів обстеження.

При підстановці отриманих відхилень у ліву частину нерівності (1) можна отримати діапазон частот вибору шляху пересування. Він визначається такими значеннями n , при яких нерівність (1) виконується і, відповідно, гіпотеза про рівноможливість не відкидається.

По графіку видно, що оптимальною кількістю спостережень є п'ять днів обстеження. У цьому випадку з усіх можливих значень частот: 0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, 1, виконання нерівності (1) забезпечують лише значення 0,4 і 0,6. При цьому забезпечуються реальні максимальні відхилення від рівноможливої ймовірності вибору шляху пересування, рівні 0,1 із заданої множини можливих частот. Схожа ситуація спостерігається і при кількості днів, що дорівнює 10 та 25.

Надалі, зі збільшенням кількості днів обстеження n , максимальні реальні відхилення зменшуються. Так, при $n = 100$ максимальне відхилення дорівнює 0,05, що відповідає реальним значенням частот 0,45 та 0,55.

Отже, вищевикладене свідчить, що при проведенні обстеження з метою фіксації фактичного вибору пасажиром того чи іншого шляху пересування досить проводити п'ятиденне обстеження за вибором кожного пасажиром.

Висновок

Найбільш поширені на сьогоднішній день моделі дискретного вибору не забезпечують адекватного опису реальних ймовірностей використання пасажиром альтернативних варіантів пересування через занадто малу тривалість обстеження, на основі якого вони будуються. Вже незначне, починаючи з двох спостережень, збільшення тривалості обстеження дозволяє істотно уточнити результати моделювання, але при цьому підвищується ймовірність відкидання гіпотези про рівноможливий вибір, що погіршує умови оцінки різних математичних моделей вибору. Представлений підхід до визначення кількості днів обстеження фактичного вибору пасажиром шляху пересування з позиції критерію s_N^2 дозволив встановити, що для побудови придатних для використання моделей вибору шляху пересування буде достатньо провести п'ятиденне обстеження.

References

- [1] G.L. Rohova, "Modelirovanie vybora putej peredvizhenija passazhirov v transportnyh sistemah gorodov" ["Modelling of passenger route choice in city transportation systems"], Ph.D. dissertation, Moskva, 1987.
- [2] J.D. Ortuzar and L.G. Willumsen, *Modelling Transport*, Fourth Edition. Chichester: John Wiley&Sons Ltd, 2011.
- [3] P.F. Gorbachev, et. al., "Podhod k ocenke adekvatnosti modelej vybora passazhirom puti peredvizhenija" ["Approach to estimate the adequacy of passenger route choice models"], *Vestnik HNADU – Bulletin of Kharkiv National Automobile and Highway University*, no. 60, pp. 27–33, 2013.
- [4] P.F. Gorbachev, et. al., "Obosnovanie prodolzhitelnosti nabljudenij za povedeniem passazhirov pri vybore puti peredvizhenija" ["Justification of period of passenger route choice survey"], *Avtomobil'nyj transport – Automobile Transport*, no. 32, pp. 27–33, 2013.