

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування і транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

**ОПТИМІЗАЦІЯ ШЛЯХУ ПЕРЕСУВАННЯ ПАСАЖИРІВ
МАРШРУТНОЮ МЕРЕЖЕЮ МІСТА**

Графічна частина
до магістерської кваліфікаційної роботи
зі спеціальності 8.07010601 – Автомобілі та автомобільне господарство
08-29.МКР.010.00.000

Розробив студент гр. 1АТ-15м з/н

Попенко В.А.

Керівник роботи к.т.н., доцент

Цимбал С.В.

Вінниця – 2016 р

Мета та задачі дослідження

Метою роботи є підвищення ефективності функціонування систем громадського транспорту міст при їх вдосконаленні за рахунок використання моделей вибору пасажиром шляху пересування.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання:

- провести аналіз існуючих моделей поведінки пасажирів у маршрутних системах міст, методів отримання вихідної інформації для їхнього формування і підходів до оцінки адекватності цих моделей;
- сформулювати теоретичні основи отримання коефіцієнтів функції корисності шляху пересування;
- визначити методи перетворення частоти вибору шляху пересування на його привабливість для найбільш розповсюджених моделей розрахунку ймовірності;
- розробити критерій адекватності моделей вибору пасажиром шляху пересування;
- обґрунтувати тривалість спостережень за пасажиром при виборі шляху пересування;
- обґрунтувати обсяг вибірки з пасажирів громадського, необхідний для побудови функції корисності шляху пересування;
- отримати моделі вибору пасажиром шляхів пересування у маршрутній системі м. Вінниці.

Об'єктом дослідження є процес вибору пасажиром шляху пересування в маршрутній системі міста.

Предметом дослідження є вплив параметрів шляху на ймовірність використання пасажиром альтернативних варіантів пересування.

Наукова новизна та практичне значення одержаних результатів

Наукова новизна одержаних результатів:

- представлено кількісну та ймовірнісну оцінку ступеню розходження між розрахунковими та експериментальними ймовірностями вибору шляху пересування за рахунок розробленого критерію перевірки моделей вибору шляху пересування на адекватність;
- розроблено новий метод визначення кількості респондентів і тривалості спостережень за ними при проведенні обстеження методом фактичного вибору, які є достатніми для побудови функції корисності шляху пересування громадським транспортом;
- вдосконалено спосіб визначення ймовірності вибору альтернативного шляху пересування на основі спостережень за фактичним вибором альтернатив;
- отримали подальший розвиток функції корисності шляху пересування за рахунок розширення їхнього переліку.

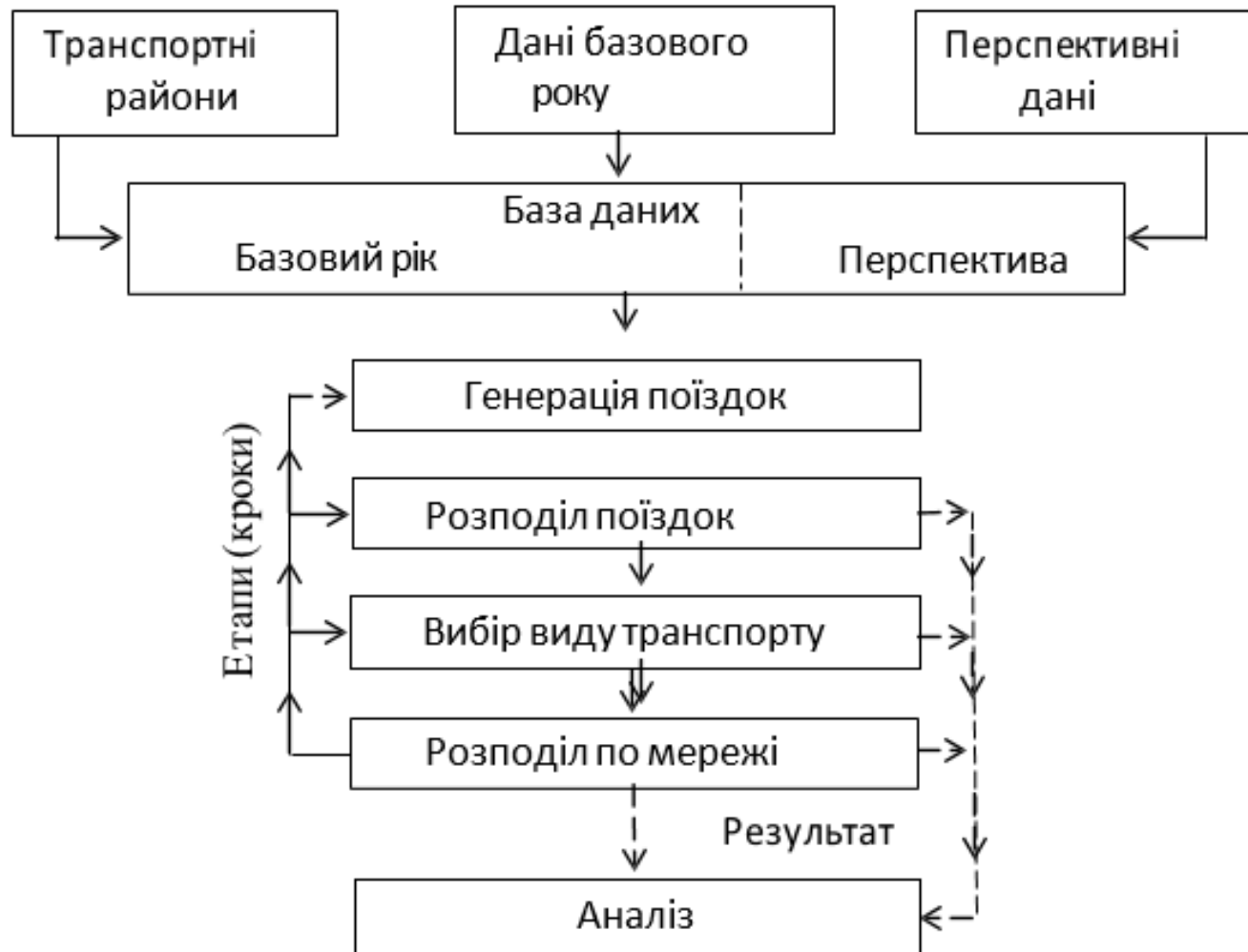
Практичне значення одержаних результатів:

- розроблено методику розрахунку коефіцієнтів функції корисності шляху пересування;
- вдосконалено методику проведення обстеження для формування функції корисності шляху пересування.

Отримані результати були використані при:

- визначенні попиту пасажирів на пересування громадським транспортом у м. Вінниці;
- розробці заходів з коригування схеми руху міського маршрутного пасажирського транспорту м. Вінниці.

Класичне представлення чотирьохетапної транспортної моделі



Привабливість шляхів пересування пасажирів

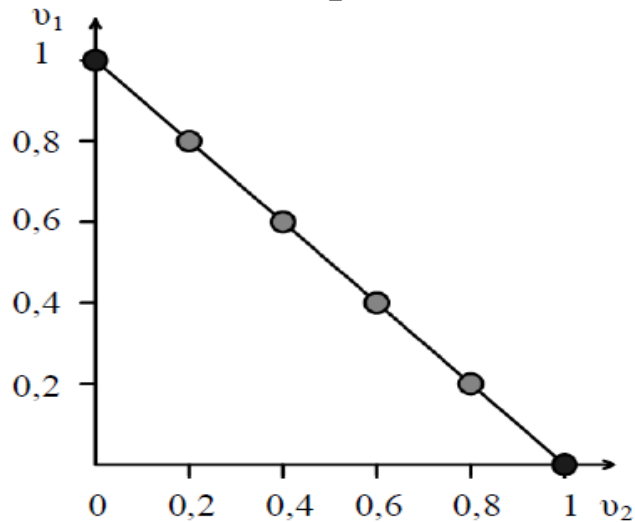
$$\begin{pmatrix}
 1 & x_{111} & x_{211} & \dots & x_{k11} & \overbrace{0 \dots 0}^{(N-1)} \\
 \dots & & & & & \\
 1 & x_{11r_1} & x_{21r_1} & \dots & x_{k1r_1} & 0 \dots 0 \\
 \dots & & & & & \\
 1 & x_{121} & x_{221} & \dots & x_{k21} & -\Pi_{21} \overbrace{0 \dots 0}^{(N-2)} \\
 \dots & & & & & \\
 1 & x_{12r_2} & x_{22r_2} & \dots & x_{k2r_2} & -\Pi_{2r_2} 0 \dots 0 \\
 \dots & & & & & \\
 \dots & & & & & \\
 1 & x_{1r_1} & x_{2r_1} & \dots & x_{kr_1} & 0 \dots 0 - \Pi_{11} \overbrace{0 \dots 0}^{(N-1)} \\
 \dots & & & & & \\
 1 & x_{1r_r} & x_{2r_r} & \dots & x_{kr_r} & 0 \dots 0 - \Pi_{rr} 0 \dots 0
 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_k \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ a_{(N-1)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Pi_{11} \\ \dots \\ \Pi_{1r_1} \\ 0 \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \sum_{i=2}^N r_i \\ \dots \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix}$$

Пошук коефіцієнтів функції корисності

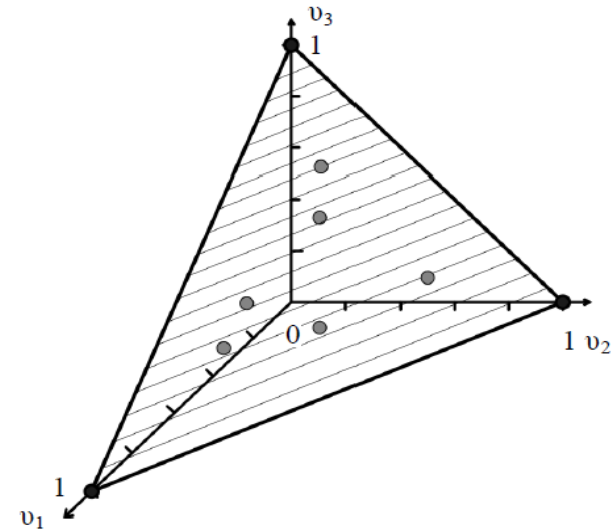
$$\left\{ \begin{array}{l}
 a_0 \cdot \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{r_i} n_{ij} + a_1 \cdot \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{r_i} \hat{x}_{1ij} + a_2 \cdot \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{r_i} \hat{x}_{2ij} + \dots + a_k \cdot \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{r_i} \hat{x}_{kij} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{r_i} \Pi_{ij}; \\
 a_0 \cdot \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{r_i} \hat{x}_{1ij}^2 + a_1 \cdot \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{r_i} \hat{x}_{1ij}^2 + \dots + a_k \cdot \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{r_i} (\hat{x}_{1ij} \cdot \hat{x}_{kij}) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{r_i} (\Pi_{ij} \cdot \hat{x}_{1ij}); \\
 \dots \\
 a_0 \cdot \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{r_i} \hat{x}_{kij} + a_1 \cdot \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{r_i} (\hat{x}_{1ij} \cdot \hat{x}_{kij}) + \dots + a_k \cdot \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{r_i} \hat{x}_{kij}^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{r_i} (\Pi_{ij} \cdot \hat{x}_{kij}).
 \end{array} \right.$$

Зв'язок між імовірностями вибору шляху пересування

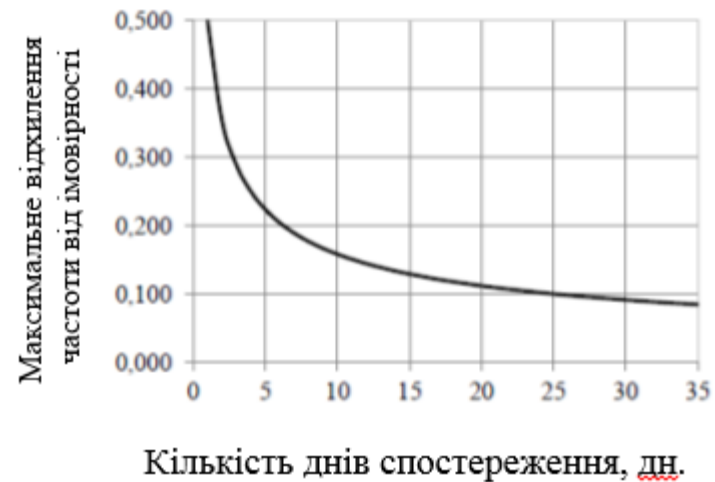
з двох альтернатив



з трьох альтернатив



Залежність відхилення частоти вибору шляху пересування від кількості днів спостереження



Анкета пересування пасажирів та її обробка

Значення коефіцієнта заповнення салону

Варіанти відповідей	Бал	Значення коефіцієнту заповнення салону
Є вільні сидіння	1	0,3
Вільних місць немає, прохід вільний	2	0,5
Салон заповнений наполовину	3	0,7
У салоні тісно	4	0,9
Салон переповнений	5	1,0

Анкета опитування пасажирів громадського транспорту

Номер обліковця _____

Номер їздки _____

Номер маршруту _____

Стать пасажирів ч ж (потрібно обвести)

Вік пасажирів 1-10 11-20 21-30 31-40

41-50 51-60 61-70 71-100 (потрібно обвести)

Звідки ви їдете? _____

Куди ви їдете? _____

Мета поїздки робота навчання ділова поїздка
зустріч з друзями/родичами поїздка під час роботи

покупи/проглянки/розваги поїздка додому (потрібно обвести)

Як ви добрались до зупинки на якій ввійшли в цей транспорт? пішки на приватному транспорті на таксі

на громадському транспорті інше (потрібно обвести)

Як ви будете добиратись до місця призначення від зупинки, на якій ви виходите? ? пішки на таксі на

приватному транспорті на громадському транспорті
інше (потрібно обвести)

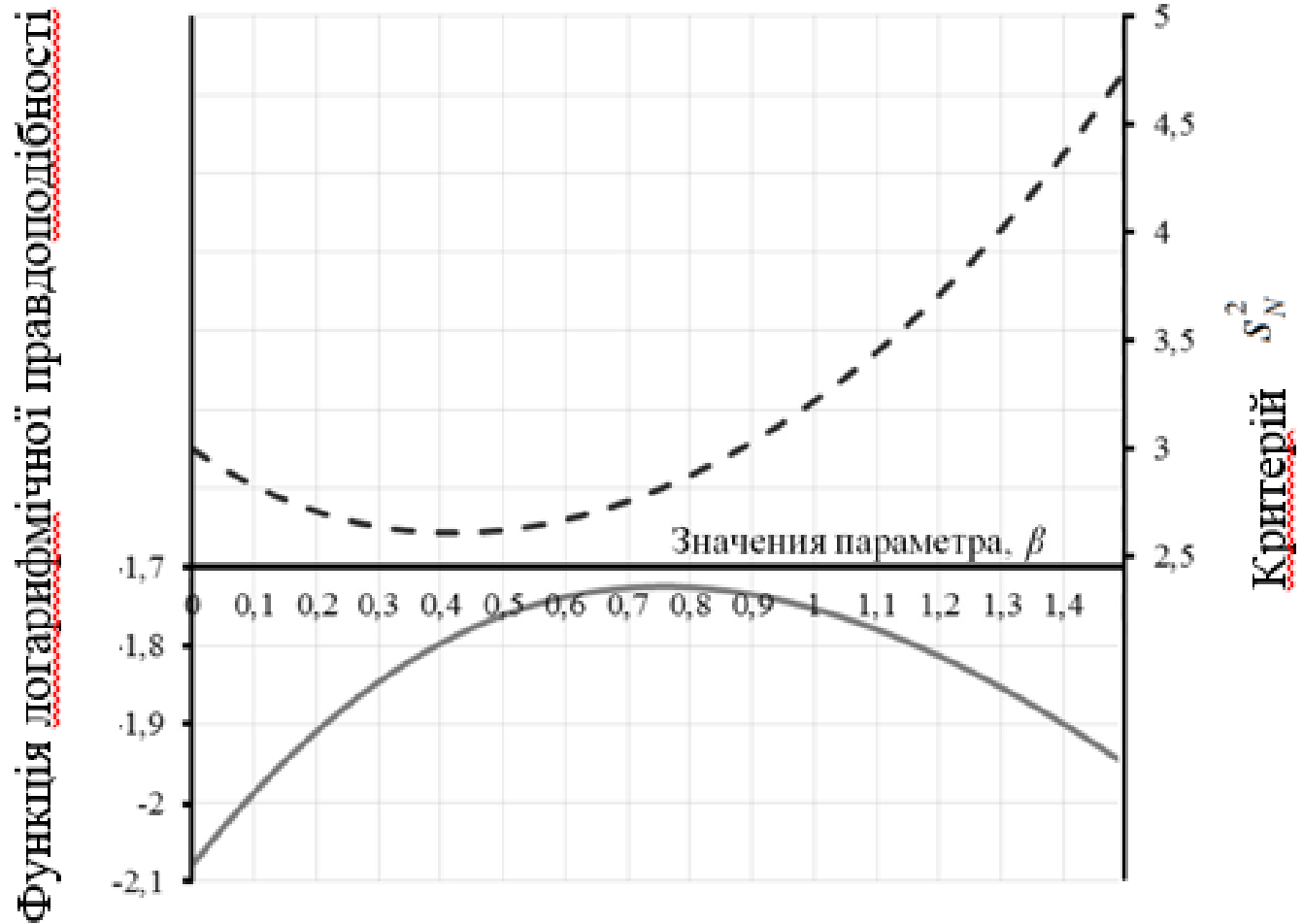
Таблиця робочого аркуша, що відображає значення основних параметрів шляхів пересування кожного пасажирів

	A	B	C	D	E	F	G
	Номер анкети	Відстань поїздки	Час поїздки	Вартість поїздки	Наявність пересадки	Частота вибору	Приваблюєть шляху
1							
2	1	8,9	38	3	0	0,8	1
3	2	9,6	36	3,5	0	0,2	0,25
4	3	9,1	41	3	0	0,4	0,67
5	4	10,2	44	6,5	1	0,6	1
6	5	4,9	19	4	0	0,6	1
7	6	7,8	29	6	1	0,8	1
8	7	6,9	28	4	0	0,2	0,5
9	8	7,7	34	3	0	0,4	0,33
10	9	9,8	39	6	1	0,6	1
11	10	8,4	34	4	0	0,4	0,67
12	11	13,1	48	3	0	0,6	1
13	12	6,5	36	3	0	0,8	1
14	13	9,7	44	6,5	1	0,2	0,25
15	14	8,4	38	6	1	0,4	0,67
16

Порівняння розрахункових пасажиропотоків з фактичними в м. Вінниці

Ділянка мережі реальна		Пасажиропотік на ділянці, пас.			Відносна погрішність розрахунку, %	
З вузла №	До вузла №	фактичний	Розрахований згідно з МДК	Розрахований згідно з МНФ	Розрахований згідно з МДК	Розрахований згідно з МНФ
1	2	3	4	5	6	7
6052	6285	7538	7627	8128	1,2	7,8
6285	6052	2860	3372	3096	17,9	8,3
6127	6049	5801	6907	6098	19,1	5,1
6049	6127	1306	1112	1393	14,9	6,7
6020	6224	3161	3500	3289	10,7	4
6020	6223	2737	2210	2587	19,3	5,5
6020	6136	1162	1007	1343	13,3	15,6
6297	6109	2014	2415	2026	19,9	0,6
6109	6297	4810	5234	5053	8,8	5,1
6282	6013	306	354	320	15,7	4,6
6013	6282	3269	2744	3510	16,1	7,4
6009	6007	5855	6548	4824	11,8	17,6
6009	6276	6345	5783	6995	8,9	10,2
6273	6009	58466	47328	55744	19,1	4,7
6009	6273	30027	25865	28290	13,9	5,8
3034	6072	4365	4922	4171	12,8	4,4
3034	6188	2760	3149	2742	14,1	0,7
6208	4093	13248	10784	15579	18,6	17,6
6242	4113	5730	5117	5783	10,7	0,9
4113	6242	6669	5355	6337	19,7	5
...

Залежність альтернативних оцінок від величини параметра функції



1. Аналіз літературних джерел показав, що при моделюванні ймовірності вибору пасажиром шляху пересування за основу слід прийняти нормувальні моделі, що дозволяє використовувати метод найменших квадратів для оцінки коефіцієнтів моделей вибору. Збір емпіричного матеріалу для їхньої побудови доцільно проводити методом фіксації фактичного вибору за допомогою анкет, а для оцінки адекватності моделей потрібна розробка спеціального критерію, що відбиває ступінь відповідності розрахункової ймовірності вибору пасажирів її фактичному значенню, що й дозволяє визначати імовірнісну оцінку розбіжностей між ними.
2. Запропонований метод нормування факторів вибору, через середнє значення фактору серед усіх використаних пасажиром альтернатив, створює можливості для безпосереднього використання методу найменших квадратів для оцінки коефіцієнтів функції корисності шляху пересування.
3. Використані способи перетворення фактичної частоти вибору шляху пересування на його привабливість дозволяють забезпечити досить широкий діапазон значень емпіричної привабливості шляху та розрахункової ймовірності вибору альтернатив.
4. Розроблений критерій адекватності моделей вибору шляху пересування, дозволяє кількісно оцінити розбіжності між розрахунковими ймовірностями й емпіричними частотами вибору альтернатив і дати імовірнісну оцінку цим розбіжностям, що уможливорює порівняння різних моделей вибору між собою.
5. При проведенні натурних обстежень із метою одержання відносної частоти вибору пасажиром того або іншого шляху пересування досить здійснити п'ятиденне спостереження за кожним пасажиром. Подальше збільшення кількості спостережень за пересуваннями пасажирів не приводить до істотного розширення області спростування найпростішої моделі.
6. Запропонований спосіб визначення достатнього обсягу вибірки для побудови регресійної моделі вибору шляху пересування в маршрутній системі міста дозволив установити, що для побудови використаних у роботі моделей необхідно опитати не менш 248 пасажирів.
7. Закономірності вибору пасажиром видів і маршрутів громадського транспорту м. Вінниці при робочих пересуваннях кращим чином описують залежності, отримані методом нормування факторів. Найбільший вплив на вибір пасажирів шляху пересування, серед визначених у роботі факторів, здійснюють час і вартість пересування. Модель розрахунків ймовірності вибору шляху пересування, побудована з використанням правила Кірхгофа, виявилася кращою та дозволила скоротити середню відносну погрішність розрахунків пасажиропотоків у м. Вінниці з 12,3% для методу додаткових коефіцієнтів до 7,1% для розробленого методу нормування факторів.

Дякую за увагу!