

## КРИТЕРІЙ ВИБОРУ ІНТЕРВАЛУ РУХУ НА ОСНОВІ КОЕФІЦІЄНТУ ЗАПОВНЕННЯ САЛОНУ РУХОМОЇ ОДИНИЦІ НА МАРШРУТІ МПТС

Кандидат технічних наук Логачов Є.Г.,  
кандидат технічних наук Сокульський О.Є.,  
кандидат технічних наук Шпильовий І.Ф.

*Для визначення оптимального інтервалу руху на певному маршруті стосовно конкретних умов його роботи використовується новий показник — компромісна кількість пасажирів у салоні рухомої одиниці, що базується на принципі однакових втрат своїх інтересів для перевізника і пасажирів.*

*For determination of optimum traffic interval on a certain route relatively to the concrete conditions of its work is used a new exponent — compromise quantity of passengers in the salon of mobile unit, which is based on principle of equal losses of the interests for a carrier and passengers.*

**Постановка проблеми.** Сьогодні актуальною є задача, яким критерієм визначати інтервал руху на маршруті МПТС. Інтервал руху є показником, в якому сходяться інтереси перевізника і пасажирів, причому бажані напрямки впливу на значення інтервалу руху є діаметрально протилежними: перевізники намагаються збільшити його і, таким чином, збільшити свій дохід за рахунок збільшення коефіцієнту заповнення салону, а пасажирів бажать зменшення його, щоб покращити якість перевезення на основі зменшення коефіцієнту заповнення салону. Таким чином, можна стверджувати, що насправді вони зацікавлені у граничних значеннях коефіцієнту заповнення салону, а саме: коли відсутні пасажирів, що стоять у проходах (кожний пасажир займає одне із місць для сидіння), або коли у салоні знаходиться кількість пасажирів, що займає не тільки всі місця для сидіння, а ще й розташовується у проходах згідно норми заводу-виготовлювача. Компромісним рішенням може бути підхід, коли кожна із сторін погодиться на однакові втрати своїх інтересів, а саме: пасажирів погоджуються з такою кількістю пасажирів у проходах, на яку буде зменшена максимальна заводська пасажиромісткість у розрахунках планового значення інтервалу руху. У цьому випадку кількість пасажирів у салоні визначається на основі виразу (1):

$$M_{\text{ком}} = (M_c + M_p) / 2 = M_c + M_n / 2 \quad (1)$$

$M_{\text{ком}}$  — компромісна кількість місць для пасажирів у салоні рухомої одиниці (РО), од.;  $M_c$  — кількість місць для сидіння у салоні згідно даних заводу-виготовлювача, од.;  $M_p$  — максимальна кількість місць для пасажирів у салоні згідно даних заводу-виготовлювача, од.;  $M_n$  — кількість місць для пасажирів у проходах згідно даних заводу-виготовлювача, од..

Тепер для рішення задачі необхідно визначити інтервал руху стосовно певних значень кодів: маршруту, марки рухомої одиниці, виду дня тижню, сезону року, діапазону часу доби, при яких на жодному із перегонів маршруту кількість пасажирів у салоні РО не буде перевищувати заданого компромісного значення  $M_{\text{ком}}$  стосовно середнього значення пасажиропотоку зупинок маршруту. Слід зауважити, що такий підхід буде до певної міри запобігати перевищенню кількості пасажирів у салоні більше максимальної кількості  $M_p$  внаслідок коливань пасажиропотоку відносно середнього значення.

Задача відноситься до класу задач масового обслуговування, які внаслідок своєї специфіки не мають аналітичного рішення. Для їх рішення використовується комп'ютерний експеримент на математичній моделі рейсу маршруту. Знайдений таким чином інтервал, являється оптимальним інтервалом руху тому, що при його зменшенні збільшуються втрати перевізника, а при його збільшенні збільшуються втрати пасажирів

**Наукова новизна.** Для визначення оптимального інтервалу руху на певному маршруті стосовно конкретних умов його роботи використовується новий показник — компромісна кількість пасажирів у салоні рухомої одиниці, що базується на принципі однакових втрат своїх інтересів для перевізника і пасажирів.

Під оптимальним інтервалом слід розуміти такий інтервал руху, який забезпечує економічні інтереси перевізника і враховує інтереси пасажирів шляхом їх узгодження.. Аналіз існуючих критеріїв вибору

інтервалу руху показав, що вони не враховують ринкові умови надання перевізних послуг на пасажирському маршруті, коли обов'язковим є забезпечення як якості перевезення на кожній зупинці і на кожному перегоні маршруту при виконанні кожного обертового рейсу, так і рентабельної роботи перевізника [1].

В роботі [2] представлений критерій вибору оптимального інтервалу руху, який враховує ринкові умови надання перевізних послуг на пасажирському маршруті.

В ринкових умовах виникли принципово нові фактори, які необхідно теж враховувати при визначенні інтервалів руху за допомогою математичної моделі рейсу маршруту: існування маршрутів, де РО належать перевізникам з різними формами власності; на одному маршруті можуть працювати РО, що мають характеристики, які значно відрізняються (з пасажиромісткості, швидкості руху, комфортності та ін.); — наявність різних вимог для відбору пасажирів для проїзду в РО; — наявність різних тарифів за проїзд пасажирів на одному маршруті; — наявність різних процедур формування розкладу руху. З'явилися приватні перевізники, у яких розклад руху формується водієм оперативним з урахуванням тільки інтересів перевізника.

При виконанні рейсу маршруту міського пасажирського транспорту економічні інтереси перевізника полягають в отриманні максимального прибутку при виконанні кожного рейсу РО. Максимізація прибутку досягається, якщо забезпечується максимальне заповнення салону РО пасажирями. Ступінь заповнення салону РО на міському маршруті залежить від інтервалу руху. При збільшенні інтервалу руху ступінь заповнення салону РО пасажирями зростає, а при зменшенні інтервалу руху ступінь заповнення салону РО пасажирями зменшується. Таким чином економічні інтереси перевізника визначаються виразом (2):

$$(D_{\phi}(I) - D_n) \rightarrow \max, I \rightarrow I_{\max} \quad (2)$$

$D_{\phi}(I)$ ,  $D_n$  — відповідно фактичний і плановий дохід від виконання одного рейсу РО визначеної марки у визначеному діапазоні часу доби на визначеному маршруті;  $I_{\max}$  — максимальний інтервал руху РО визначеної марки у визначеному діапазоні часу доби на визначеному маршруті, при якому не порушуються права пасажирів.

Право пасажирів на посадку в РО, що прибула на зупинку  $z$ , визначається залежностями (3):

$$P_{\phi,z} \leq P_n, \quad P_n = 0, \quad z = \overline{1, zk} \quad (3)$$

$P_{\phi,z}$  — фактична кількість пасажирів, які не зробили посадку в РО внаслідок її переповнення на зупинці  $z$  маршруту (за виключенням форс-мажорних обставин), чол.;  $P_n$  — планове значення кількості пасажирів, які можуть отримати відмову у посадці в РО на зупинці маршруту; встановлюється Головним Управлінням Транспорту Міської Державної Адміністрації (ГУТ МДА), чол.;  $zk$  — порядковий номер останньої зупинки маршруту.

Право пасажирів, що час чекання РО на зупинці маршруту у діапазоні часу доби  $k$  не перевищуватиме деякого встановленого значення, визначається залежністю (4):

$$t_{\phi,k} \leq t_{m,k} \quad (4)$$

$t_{\phi,k}$  — фактичне значення часу чекання пасажиром РО на зупинці маршруту у діапазоні часу доби  $k$ ;  $t_{m,k}$  — максимальне (планове) значення часу чекання пасажиром РО на зупинці маршруту для діапазону часу доби  $k$  (встановлюється ГУТ МДА).

Право пасажирів на поїздку в РО в комфортних умовах визначається залежністю (5):

$$\gamma_{\phi,z} \leq \gamma_{n,k}, \quad z = \overline{1, zk} \quad (5)$$

$\gamma_{\phi,z}$  — фактичне значення коефіцієнту заповнення салону РО, що прибула на зупинку  $z$ ;  $\gamma_{n,k}$  — максимальне (планове) значення коефіцієнту заповнення салону РО у діапазоні часу доби  $k$ , при якому забезпечуються комфортні умови поїздки пасажирів (встановлюється ГУТ МДА).

Таким чином врахування економічних інтересів перевізника і прав пасажирів може бути досягнуто шляхом пошуку такого максимального значення інтервалу руху  $I_{max}$  для РО визначеної марки, що працює на визначеному маршруті у визначеному діапазоні часу доби, при якому не порушуються умови (2), (3), (4), (5).

Графічне уявлення врахування економічних інтересів перевізника і прав пасажирів представлено на рис. 1. На графіку позначені характерні інтервали руху  $I_b, I_{min}, I_{max}$ :  $I_b$  — інтервал руху, при якому дохід від виконання одного рейсу РО визначеної марки, що працює на визначеному маршруті у визначеному діапазоні часу доби, дорівнює собівартості перевезень;  $I_{min}$  — інтервал руху, при якому дохід від виконання одного рейсу РО визначеної марки, що працює на визначеному маршруті у визначеному діапазоні часу доби, дорівнює запланованому;  $I_{max}$  — максимальний інтервал руху РО визначеної марки у визначеному діапазоні часу доби на визначеному маршруті, при якому не порушуються права пасажирів.

Для економічного узгодження інтересів перевізника і пасажирів необхідно знайти оптимальний інтервал руху РО визначеної марки, що працює на визначеному маршруті у визначеному діапазоні часу доби, при якому перевізник поступається деякою часткою свого надприбутку, щоб зменшити економічні втрати пасажирів, пов'язаних з чеканням РО, таким чином, щоб їх сумарні втрати у вартісному вигляді були мінімальними (народно — господарський підхід).

Пошук оптимального інтервалу руху РО слід провадити у діапазоні  $I_{min} \div I_{max}$ . Інтервал  $I_{min}$  є найменшим інтервалом, на якому ще забезпечуються економічні інтереси перевізника. Інтервал  $I_{max}$  є максимальним інтервалом руху, на якому ще забезпечуються права пасажирів.

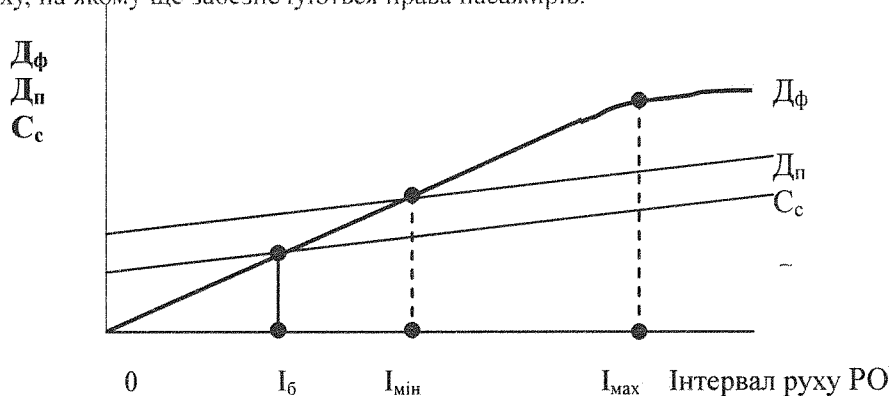


Рис. 1. Залежність доходу від інтервалу руху для рейсу

$D_p$  — плановий дохід від виконання одного рейсу РО визначеної марки у визначеному діапазоні часу на визначеному маршруті;  $D_f$  — фактичний дохід від виконання одного рейсу РО визначеної марки у визначеному діапазоні часу доби на визначеному маршруті;  $C_c$  — собівартість виконання одного рейсу РО визначеної марки у визначеному діапазоні часу на визначеному маршруті.

Визначення оптимального інтервалу серед багатьох можливих інтервалів руху РО на міському пасажирському маршруті у діапазоні часу доби провадиться за допомогою критерію вибору оптимального інтервалу на основі виразу (6) разом з умовами (2), (3), (4) (5) [2]:

$$Q_{\Sigma}(I) = Q_{пер}(I) + Q_{пас}(I) \rightarrow \min, I \rightarrow I_{opt}, \quad (6)$$

$Q_{пер}(I)$  — залежність втрати перевізником надпланового прибутку від роботи РО визначеної марки, що працює на визначеному маршруті у визначеному діапазоні часу доби від інтервалу руху;  $Q_{пас}(I)$  — залежність вартісної оцінки втрат пасажирів на очікування посадки в РО від інтервалу руху;  $Q_{\Sigma}(I)$  — сумарна вартість втрат перевізника і пасажирів.

Головним недоліком критерію (6) є те, що він потребує використання науково обґрунтованого маршрутного тарифу для визначення фактичного доходу перевізника в залежності від інтервалу руху і вартісної оцінки одного часу чекання пасажиром РО на зупинці маршруту.

Пропонуються залежності (7) на основі виразу (1) для критерію визначення оптимального інтервалу руху, що вільний від вказаних недоліків:

$$P_{a,z,k}(I_k) \rightarrow P_{a,сов}, \quad I_k \rightarrow I_{opt,k}, \quad z = \overline{1, zk} \quad (7)$$

$P_{a,z,k}(I_k)$  — кількість пасажирів в салоні певної марки РО, що прибула на зупинку  $z$  рейсу маршруту, який виконується у діапазоні часу доби  $k$ , чол.;  $P_{a,сов}$  — компромісна (планова) кількість пасажирів в салоні певної марки РО, чол.;  $I_{opt,k}$  — оптимальний інтервал руху певної марки РО у діапазоні часу доби  $k$

Світовий досвід реформ пасажирського транспорту [3] показав, що при всіх їх різницях існує одна глобальна специфіка: практично у всіх країнах світу суспільний транспорт залишається збитковим. У результаті реформ майже усюди склалася система, де взаємодіють приватні і муніципальні перевізники. Реформи зводяться до впровадження контрактів на транспортне обслуговування, які заключають на конкурсній основі.

Те, що відбувалося в Іспанії із суспільним пасажирським транспортом у середині 80-х років, нагадує сучасну українську дійсність: одні і ті ж маршрути обслуговують приватні і комунальні перевізники; приватні перевізники випускають на лінію морально і фізично застарілий рухомий склад різних марок, застосовують тарифи без наукового обґрунтування, не дбають про якість і безпеку перевезення, не виконують або взагалі не мають графіків руху. Проблема була настільки серйозною, що уряд її поставив на друге місце після безробіття.

Проблема почала вирішуватися, коли в травні 1985 року у Мадриді був утворений транспортний консорціум. Його засновниками стали країна в особі Міністерства транспорту, уряд столичної провінції і мадридський муніципалітет. Їх загальний грошовий внесок тільки у 2001 році склав 452.8 млн. євро. За рахунок невеликої частки цих коштів утримується управлінський апарат, інше іде на оплату перевезення пільгових категорій пасажирів, оновлення і модернізацію транспортного парку, розвиток інфраструктури.

Перед організацією були поставлені задачі: координація і регулювання робіт усіх видів суспільного транспорту: міських і приміських автобусів, метро і приміських електропоїздів; уніфікація тарифів на проїзд різними видами транспорту і уніфікація білетів, щоб люди могли користуватися єдиним проїзним документом; Підвищення якості обслуговування пасажирів; Перспективне планування розвитку транспорту і контролювання його роботи.

Сам консорціум не володіє транспортом. Міські автобуси і метро знаходяться у муніципальній власності, електрички належать державі, а приміські автобуси обслуговуються приватними компаніями. Але всі вони діють тільки по узгодженню з ним. Консорціум визначає кількість і конфігурацію автобусів на кожному маршруті, кількість місць, наявність кондиціонерів, екологічні параметри двигунів, графіки руху, дислокацію зупинок, тарифи.

Зараз одна поїздка в міському транспорті коштує один євро і десять центів при собівартості у два євро. тому муніципальні автобуси окупаються приблизно на 85%, а метро на 50%. Різниця покривається засновниками консорціуму, тому що для них важлива суспільна стабільність, а діючі ціни на проїзд можливо вважати політичними.

Середній вік міських автобусів у Мадриді складає 5,1 року, із них 99,6% обладнано кондиціонерами, 58% — з низькою долівкою (для зручності пасажирів, особливо інвалідів і матерів з дитячими колісками), декілька десятків автобусів працюють на екологічно чистому газі, а один — експериментальний — і взагалі на чистому водню.

Для суспільного транспорту виділена права смуга. Виїзд на неї приватних машин наказується штрафом в 100 євро. тому рух суспільного транспорту відбувається по графіку.

Вхід в автобус здійснюється — тільки через передні двері, які мають таку ширину, щоб одночасно один пасажир міг купляти у водія білет, поки інші проходять у салон і компостують свої білети (включаючи проїзні) через електронні компостери. Вирішено питання пільговиків, які сплачують зі знижкою від 20 до 60% в залежності від кількості дітей.

Всім перевізникам через консорціум повністю компенсуються всі витрати. Відмінно діє добре продумана система інформаційного забезпечення, яка налюбій зупинці здалеку на інформаційному табло можливо роздивитися номери закріплених маршрутів і інтервалів руху.

Використовуючи запропонований критерій, можна реалізувати на маршруті, де зараз діють приватний і комунальний перевізники, засади європейської організації МПТС: перевезення здійснює єдиний пере-

візник комунальної форми власності; у моделі рейсу [2] використовується сумісний пасажиропотік, на міських маршрутах задіяні РО великої місткості з сучасними екологічними параметрами двигунів, з побудовою графіків руху на основі оптимальних інтервалів і з оплатою проїзду на основі науково обґрунтованих соціальних тарифів.

Критерій (7) забезпечує:

- інтереси перевізника, надаючи можливість отримувати надприбуток;
- інтереси пасажирів, забезпечуючи відсутність відмови у посадці на зупинках маршруту та поїздки у комфортних умовах;
- чіткий вміст і простоту у використанні.

### Література

1. Ігнатенко О.С., Маруніч В.С. Організація автобусних перевезень у містах: Навчальний посібник. К, УТУ, 1998, 196 С.
2. Звіт про науково-дослідну роботу «Розробка оптимальної організації та функціонування міської пасажирської транспортної системи в ринкових умовах» (заключний). (№ держ. реєстрації 0105U000665, НТУ, держбюдж. НДР №39, 2005 ч 2007 роки, — С. 205).
3. Блудян Н. Аналіз реформування пасажирського автомобільного транспорту за рубежом // Автомобільний транспорт. — 2005. — № 1. — С. 53.

УДК 656.001.12/18

## АНАЛІЗ МЕТОДИК ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМОЖЦЯ КОНКУРСУ НА МІСЬКОМУ АВТОБУСНОМУ МАРШРУТІ

Лисенко І.В.

*В статті розглянуто вітчизняні методики та загальні критерії визначення переможця конкурсу на міському автобусному маршруті.*

*In the article domestic methods and general criteria of determination of winner of competition are considered on a city bus route.*

**Постановка проблеми.** Перевезення пасажирів автобусами в режимі регулярних пасажирських перевезень здійснюють автомобільні перевізники на автобусних маршрутах загального користування на договірних умовах із органами виконавчої влади та органами місцевого самоврядування [1]. З формуванням ринкових відносин і конкуренції на ринку транспортних послуг в містах України стало можливим проведення конкурсів між перевізниками з обслуговування міських автобусних маршрутів. Проблема — забезпечити регулювання прозорих умов проведення конкурсу на перевезення пасажирів на автобусних маршрутах загального користування.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В науковій літературі питання вибору переможця конкурсу з перевезення пасажирів на автомобільному транспорті не вивчалось. Аналіз інших публікацій [5, 6] дозволив виявити лише деякі регіональні особливості з процедури підготовки та проведення конкурсу та загальні критерії, що напрацьовані в даних методиках.

**Постановка завдання.** Інформація, що наводиться при підготовці до проведення конкурсу, не дозволяє отримати повної уяви про умови визначення переможця. Таким чином, узагальнення розглянутих автором методик дозволяє систематизувати та проаналізувати накопичений досвід при вирішенні даної задачі.

**Виклад основного матеріалу.** Згідно з Порядком проведення конкурсу на перевезення пасажирів автомобільним транспортом [2] метою проведення конкурсів є розвиток конкуренції, забезпечення монополізму на ринку пасажирських транспортних послуг та вибір на конкурсних засадах юридичних або фізичних осіб, які спроможні забезпечувати належну якість обслуговування перевезень пасажирів на автобусних маршрутах загального користування. Реалізація поставленої мети передбачає чітке визначення пе-