

5. Белоцерковский С. М. Моделирование турбулентных струй и следов методом дискретных вихрей / С. М. Белоцерковский, А. С. Гиневский. – М. : Изд. фирма физико-математической литературы, 1995. – 368 с.
6. Моделирование дальнего вихревого следа магистральных самолетов при взлете и посадке / А. С. Белоцерковский, А. С. Гиневский, Т. В. Погребная, Т. В. Шипилов // Успехи механики. – 2003. – № 4, октябрь–декабрь. – С. 106–127.
7. Сохацький, А. В. До питання оптимізації компоувальної схеми екраноплану / А. В. Сохацький, І. С. Іванисенко, Є. М. Романенко / Вісник Херсонського національного технічного університету. – 2015. – № 3 (58). – С. 154–158.
8. Приходько А. А. Математическое и экспериментальное моделирование аэродинамики элементов транспортных систем вблизи экрана / А. А. Приходько, А. В. Сохацкий. – Днепропетровск : Наука и образование, 1998. – 160 с.
9. Сохацький А. В. Теоретичні основи створення аеродинамічних компоувань перспективних швидкісних транспортних апаратів : дис. ... доктора технічних наук : спец. 05.07.01 / Анатолій Валентинович Сохацький. – Дніпропетровськ, 2010. – 364 с.
10. Сохацький А. В. Прогнозування динаміки вихорвих слідів літаків: проблеми та перспективи / А. В. Сохацький // Вісник Академії митної служби України. Серія: “Технічні науки”. – 2013. – № 1 (49). – С. 54–61.



УДК 658.5;656.025.2

О. Д. Фірсов, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри транспортних систем та технологій Університету митної справи та фінансів
Н. В. Зінченко, студент Університету митної справи та фінансів

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАСАЖИРІВ НА МІСЬКОМУ МАРШРУТІ

Описано розрахунок оцінок якості міського автобусного маршруту як елемента складної системи транспортних сполучень міста для подальшого їх використання у системі прийняття рішень на рівні міського управління транспорту та інтелектуальної системи керування транспортними й пасажирськими перевезеннями. Розглянуто фактори, що впливають на якість транспортної системи без впливу зовнішніх чинників. Виконано розрахунки групи коефіцієнтів та зроблено їх узагальнення. Визначено особливості пасажирських перевезень за маршрутами в рамках єдиної транспортної мережі міста.

Ключові слова: транспортна система; маршрут; пасажиропотік.

© О. Д. Фірсов, Н. В. Зінченко, 2016

The paper is to get estimates as the bus route as part of a complex system of city transport links for later use in the system of decision-making at the level of urban management and transport intellectual management system of transport and passenger transport.

The calculation and analysis are performed in work are one part of the urban infrastructure studies are at the stage of the crisis due to changes in population density, quantity of transport, the economic downturn.

The route network of the city has been analyzed. The main form of transport in the city was determined. Forecast for the volume of traffic was done on the basis of statistical data on the routes of the city of Dnipropetrovsk.

The tabular method which is based on the counting of passengers accountants that are on the stops or inside the bus was used.

Passenger traffic flow calculated at the races live and back and the average distance of travel per passenger. The coefficient of variability passengers inside the vehicle identified. The coefficient of irregularity for various distances and time calculated. Typical comparative effectiveness of two models of buses used carriers of the city designed. Comprehensive assessment as defined for reporting at the normal route of its functioning. Also traced the impact of control actions to change the quality of transport services.

Factors considered that affect the quality of the transport system without the influence of external factors.

Conclusions made about the features of passenger traffic on routes within the framework of an integrated transport network of the city.

Key words: transport system; route; passenger traffic flow.

Постановка проблеми. Якість обслуговування на автобусних маршрутах загального користування визначається втратами часу пасажирів на поїздку, рівнем наповнення пасажирських салонів, наданням додаткових послуг, які супроводжують процес перевезень.

Для досягнення певних показників необхідно забезпечити плановий рівень заданих параметрів руху:

- регулярності;
- інтервалу руху;
- швидкості;
- забезпечення необхідної кількості транспортних засобів, що відповідає пасажиропотоку;
- надання послуг на зупинках, автостанціях і додаткових послуг окремим категоріям пасажирів.

На добу на міських мережах м. Дніпропетровська в середньому працює: 250 трамваїв, 190 тролейбусів, 4 поїзди метро (по 4 вагони), 128 автобусів великої та середньої місткості, більше 1880 мікроавтобусів, близько 750 легкових таксі.

Міська маршрутна мережа складається з: 16 трамвайних маршрутів, 21 тролейбусного маршруту, 1 лінії метрополітену, 158 автобусних маршрутів.

Протяжність маршрутів становить: трамвайних – 183,4 км; тролейбусних – 206,3 км; метрополітену – 7,8 км; автотранспортних – 1876,0 км.

У середньому за день у місті перевозиться: автотранспортом – 230 тис. осіб (80,5 млн на рік), у тому числі автобусами – 48 тис. осіб; мікроавтобусами – 182 тис. осіб, електротранспортом – 860 тис. осіб (309,6 млн осіб на рік), у тому числі трамваєм – 478,7 тис. осіб; тролейбусом – 381,3 тис. осіб; метрополітеном – 32,4 тис. осіб (11 млн осіб на рік).

Пасажиropотік на конкретних маршрутах змінюється із часом, це пов'язано з багатьма факторами (адміністративні зміни, оновлення рухомого складу, певна динаміка розподілу населення у межах міста).

Отже, виникає низка питань перед представниками влади, головне з яких – забезпечення якісних перевезень у динамічному місті в рамках бюджету, а також питання про організацію маршрутної мережі та її наповнення якісними маршрутами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У праці [1] розглянуто перспективи впровадження елементів інтелектуальної транспортної [2] системи міста Дніпропетровська, для чого досліджено пасажиропотік, який створено наземним автомобільним транспортом, визначено ефективність перевезень за маршрутами, запропоновано шляхи, які сприяють підвищенню ефективності перевезень за суперечливими критеріями, тощо. Але виникають питання аналізу конкретних маршрутів і методів їх оцінювання.

Методи обстеження пасажиропотоків класифікують за такими ознаками: систематичне та разове.

За шириною охоплення: суцільні та вибіркові.

За видом:

– анкетний – ґрунтується на заповненні пасажирами або обліковцями анкет за зробленими поїздками;

– звітно-статистичний – застосовується в аналізі даних про виручку від перевезення пасажирів на маршрутах і проданих квитків;

– талонний метод – дає змогу визначити, крім основних показників пасажиропотоків, також кореспонденції поїздок пасажирів між пунктами зупинок маршрутів;

– візуальний – базується на обліку безпосередньо автобусною бригадою наповнення автобуса;

– табличний – ґрунтується на підрахунку пасажирів обліковцями, що перебувають на пунктах зупинки або всередині автобуса;

– опитувальний – базується на опитуванні пасажирів в автобусі.

У праці застосовуємо табличний метод [3; 4]. На основі вхідних даних виконуємо розрахунки [5].

Мета статті – отримання оцінок якості автобусного маршруту як елемента складної системи транспортних сполучень міста для подальшого їх використання у системі прийняття рішень на рівні міського управління транспорту й інтелектуальної системи керування транспортними та пасажирськими перевезеннями.

Виклад основного матеріалу. На основі статистичних даних за маршрутами міста Дніпропетровська зроблено прогноз за обсягами перевезень. Відомо, що деякі маршрути за останні 36 місяців втрачають обсяги перевезень. Виникло питання:

чому? І якщо розглянути такий неперспективний маршрут без урахування зовнішніх факторів, виникає необхідність оцінити насамперед його внутрішню якість за допомогою низки критеріїв.

Перший блок розрахунків – це пасажирообіг уздовж маршруту № 106 у місті Дніпропетровську.

Розрахунки пасажиропотоків на перегонах $Q_{i-(i+1)}$ у прямому Q_{np} й у зворотному $Q_{зв}$ напрямках отримуємо у табличному вигляді, додавши графу “проїхало” і графу “пасажирообіг”:

$$Q_{i-(i+1)} = Q_{(i+1)-i} + Q_{увійшло} - Q_{вийшло}, \text{ пас.} \quad (1)$$

добовий обсяг перевезень визначаємо:

$$Q = Q_{np} + Q_{зв}, \text{ пас.}, \quad (2)$$

де Q_{np} – сума стовпця “увійшло” (“вийшло”) у прямому напрямку, пас.;

$Q_{зв}$ – сума стовпця “увійшло” (“вийшло”) у зворотному напрямку, пас.

Пасажирообіг на перегонах $P_{i-(i+1)}$ у прямому P_{np} та зворотному напрямках $P_{зв}$ і добовий пасажирообіг P визначаємо за формулами:

$$P_{i-(i+1)} = Q_{i-(i+1)} \times l_{i-(i+1)}, \text{ пас.-км}, \quad (3)$$

де $l_{i-(i+1)}$ – відстань між зупинками, км.

Тоді пасажирообіг:

$$P = P_{np} + P_{зв}, \text{ пас.-км}. \quad (4)$$

Розраховуємо середню дальність поїздки одного пасажирів:

$$l_{сер.} = \frac{P}{Q}, \text{ км}. \quad (5)$$

Середню довжину перегону розраховуємо для прямого та зворотного напрямків маршруту:

$$l_{сер.}^{пр.} = \frac{L_M^{пр.(зв.)}}{n_{пр.(зв.)} - 1}, \text{ км}, \quad (6)$$

де $L_M^{пр.(зв.)}$ – довжина маршруту в прямому (зворотному) напрямку, км;

$n_{пр.(зв.)}$ – кількість зупинок прямого та зворотного напрямків маршруту.

Коефіцієнт змінності пасажирів у салоні транспортного засобу визначаємо за формулою:

$$\eta_{зм.} = \frac{L_{M}^{сер.}}{l_{сер.}}, \quad (7)$$

$$L_{M}^{сер.} = \frac{L_{M}^{np.} + L_{M}^{зв.}}{2}, \text{ км.} \quad (8)$$

де $L_{M}^{сер.}$ – середня довжина маршруту, км.

Отже, чим більша довжина маршруту й чим менша середня дальність поїздки, тим вищий коефіцієнт змінності та рентабельніший маршрут [4].

Коефіцієнти нерівномірності можна визначити за такими формулами:

– за ділянками маршруту:

$$K_{н.}^{np.} = \frac{Q_{\max}^{np.} \times L_{M}^{np.}}{P_{np.}}, \quad (9)$$

$$K_{н.}^{зв.} = \frac{Q_{\max}^{зв.} \times L_{M}^{зв.}}{P_{зв.}}, \quad (10)$$

де $Q_{\max}^{np.}$, $Q_{\max}^{зв.}$ – кількість пасажирів на максимально завантаженому перегоні прямого та зворотного напрямків відповідно;

$$K_{н.}^{np.} = 1,47; \quad K_{н.}^{зв.} = 1,40;$$

– за напрямками маршруту:

$$K_{н.}^{напр} = \frac{P_{\max}}{P_{\min}} = 0,92, \quad (11)$$

де P_{\max} – фактично виконані пасажиро-кілометри максимально навантаженого напрямку, пас.-км;

P_{\min} – пасажиро-кілометри зворотного напрямку, пас.-км;

– за годинами доби:

$$K_{н.}^{год} = \frac{Q_{\max}^{год}}{Q_{сер}^{год}} = 1,46, \quad (12)$$

де $Q_{\max}^{год}$ – максимальний пасажиропотік, пас.;

$Q_{сер.}^{год}$ – середній пасажиропотік, пас.:

$$Q_{сер.}^{год} = \frac{Q}{T_p} \text{ пас.,} \quad (13)$$

де T_p – час роботи маршруту, год:

$$T_p = t_{закр.р.} - t_{поч.р.}, \text{ год,} \quad (14)$$

де $t_{закр.р.}$ – час закінчення роботи на маршруті, год-хв;

$t_{поч.р.}$ – час початку роботи на маршруті, год-хв.

У табл. 1 відображено зміну пасажиропотоку за годинами доби в даному напрямку за результатами обчислень.

Таблиця 1

Зміна пасажиропотоку за годинами доби

| Години доби | Кількість пасажирів | Години доби | Кількість пасажирів |
|-------------|---------------------|-------------|---------------------|
| 07:00–8:00 | 784 | 14:00–15:00 | 513 |
| 08:00–9:00 | 852 | 15:00–16:00 | 586 |
| 09:00–10:00 | 732 | 16:00–17:00 | 692 |
| 10:00–11:00 | 686 | 17:00–18:00 | 923 |
| 11:00–12:00 | 622 | 18:00–19:00 | 1018 |
| 12:00–13:00 | 498 | 19:00–20:00 | 805 |
| 13:00–14:00 | 440 | Усього | 9151 |

Далі розраховуємо порівняльну ефективність двох типових моделей автобусів, що застосовуються перевізниками міста.

Тип автобуса обираємо за місткістю залежно від пасажиропотоків, тому що від цього безпосередньо залежать продуктивність і забезпечення населення перевезеннями з необхідними умовами комфорту й витрати часу на пересування, а також собівартість перевезень.

В одному напрямку необхідна місткість автобуса, яка в години пік відповідає максимальному пасажиропотоку. Як конкурент на маршруті “МБ Спринтера” обрано автобус “Богдан А-091”, місткість якого 50 місць. Час роботи на маршруті

визначено кількістю годин роботи маршруту, з яких віднято час на обідні перерви, час на перезміну, час на нульові пробіги (беремо 2–3 год): $T_M = T_p - 2$ год.

Орієнтована кількість рейсів автобуса:

$$N'_{p.} = \frac{T_M}{t'_{p.}}, \text{ рейс.}$$

Максимальна добова продуктивність одного автобуса за кількістю перевезених пасажирів розраховується для кожної обраної моделі автобуса:

$$W_Q^{\max} = q \times \gamma_{\max} \times N'_{p.} \times \eta_{зм.}, \text{ пас.}, \quad (15)$$

де q – місткість автобуса, пас.;

γ_{\max} – максимальне значення коефіцієнта використання місткості автобуса;

$\gamma_{\max} = 1$;

– Богдан А-091: $W_Q^{\max} = 50 \times 1 \times 18 \times 5,95 = 5355$ пас.,

– Mercedes-benz: $W_Q^{\max} = 16 \times 1 \times 18 \times 5,95 = 1714$ пас.

Експлуатаційна кількість автобусів для кожної обраної моделі автобуса визначається як:

$$A_e = \frac{Q \times K_H^{200}}{W_Q^{\max}}, \text{ од.} \quad (16)$$

Інтервал руху автобусів визначається як відношення часу обігу до експлуатаційної кількості автобусів:

$$t = \frac{t_{об.}}{A_e}, \text{ хв.} \quad (17)$$

Коефіцієнт використання місткості автобуса:

$$\gamma = \frac{Q}{Q_{можл.}}, \quad (18)$$

де Q – фактичний добовий обсяг перевезень на маршруті, пас.;
 $Q_{\text{можл.}}$ – можливий обсяг перевезень на маршруті, пас.:

$$Q_{\text{можл.}} = W_Q^{\text{max}} \times A_e, \text{ пас.} \quad (19)$$

За результатами розрахунків стає очевидним, що модель автобуса “Богдан А-091” випереджає за обсягом перевезень, а коефіцієнт використання місткості автобуса “Богдан А-091” дорівнює 0,9.

Необхідну кількість автобусів залежно від часу доби визначаємо як:

$$A_i = \frac{Q_i}{W_Q^{\text{год}}}, \text{ од.} \quad (20)$$

Продуктивність автобуса за 1 год:

$$W_Q^{\text{год}} = q \times \gamma \times \eta_{\text{зм.}} \times N_p^{\text{год}} \text{ пас.}, \quad (21)$$

де Q_i – кількість пасажирів, перевезених на маршруті за i -ту год;

$W_Q^{\text{год}}$ – продуктивність автобуса за 1 год, пас.;

$N_p^{\text{год}}$ – кількість рейсів за 1 год.

Результати розрахунків кількості автобусів за годинами доби зображено на рис. 1.

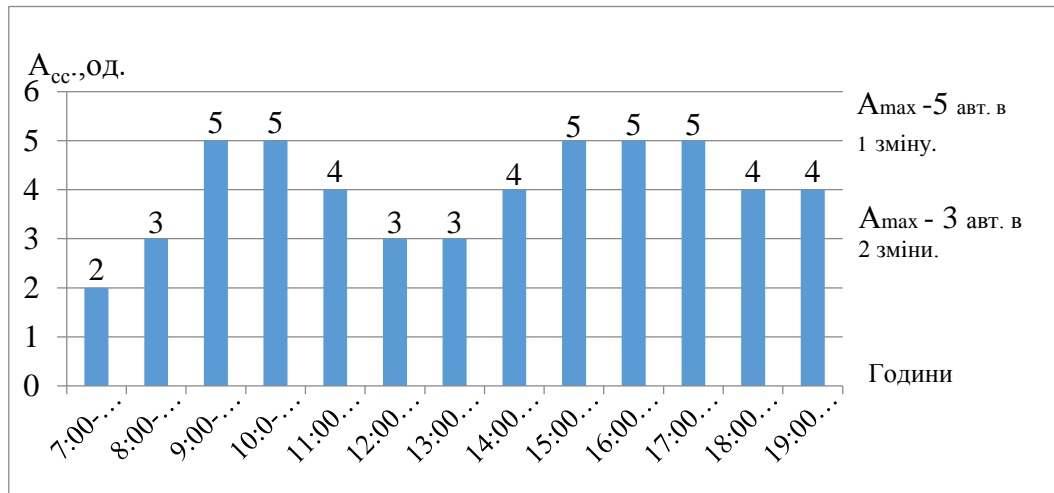


Рис. 1. Діаграма необхідної кількості автобусів на маршруті

Діаграма розподілу необхідної кількості автобусів на маршруті дозволяє виконати такі завдання, як складання розкладу руху автобусів на маршруті, вибір часу для надання обідніх перерв водіїв, складання графіків роботи.

Максимальну кількість автобусів, необхідних для роботи на маршруті, визначаємо за формулою:

$$A_{\max} = A_{\text{пик}} \times k_{\text{од}}, \text{ од:} \quad (22)$$

де $A_{\text{пик}}$ – кількість автобусів у годину пік, од.,
 $k_{\text{од}}$ – коефіцієнт дефіциту, обираємо $k_{\text{од}} = 0,75 \dots 0,9$.
Уточнюємо інтервал руху автобусів на маршруті:

$$I = \frac{t_{\text{об.}}}{A_{\max}}, \text{ хв.} \quad (23)$$

Комплексна оцінка якості транспортного обслуговування пасажирів на маршруті розраховується за формулою:

$$K_{\text{ком.}} = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4, \text{ год,} \quad (24)$$

де K_1 – коефіцієнт відносних витрат часу на пересування пасажирів;
 K_2 – коефіцієнт відносного наповнення автобуса;
 K_3 – коефіцієнт регулярності руху;
 K_4 – коефіцієнт динамічної зміни рівня ДТП.

Комплексну оцінку якості необхідно визначити для розглянутого маршруту з нормальним його функціонуванням, а також з'ясувати значення керівних впливів на зміну якості транспортного обслуговування.

1. Коефіцієнт відносних витрат часу на пересування пасажирів визначається:

$$K_1 = \frac{t_n^H}{t_n^{\phi}}, \text{ год,}$$

де t_n^H – витрати на поїздку в сприятливих умовах, хв;
 t_n^{ϕ} – витрати часу у фактичних умовах, хв.

$$t_n^H = 15,85 + 0,51\sqrt{F}, \text{ хв,}$$

де F – площа забудованої частини міста, км².

$$t_n^H = 15,85 + 0,51\sqrt{370} = 25,66, \text{ хв.}$$

Далі визначаються витрати часу пасажирів на пересування t_n^H із заданою кількістю пунктів зупинки.

$$t_n^{\phi} = t_{nid.} \times \varepsilon_{nid.} + t_{оч.} \times \varepsilon_{оч.} + t_{пyx.} \times \varepsilon_{пyx.},$$

де $t_{nid.}$ – час підходу до пункту зупинки, хв;

$t_{оч.}$ – час очікування транспорту, хв;

$t_{пyx.}$ – час руху в транспорті, хв;

$\varepsilon_{nid.}$ – ваговий коефіцієнт психологічної оцінки пасажирями витрат часу на підхід до зупинки ($\varepsilon_{nid.} = 1,15 \dots 1,2$);

$\varepsilon_{оч.}$ – ваговий коефіцієнт психологічної оцінки пасажирями часу на очікування транспортних засобів ($\varepsilon_{оч.} = 1,8 \dots 2,0$);

$\varepsilon_{пyx.}$ – ваговий коефіцієнт психологічної оцінки пасажирями часу на пересування ($\varepsilon_{пyx.} = 1,0$).

Час підходу до пункту зупинки визначається за формулою:

$$t_{nid.} = \frac{60}{V_{ниш.}} \times \left(\frac{1}{3 \times \sigma} + \frac{I_{nep.}}{4} \right), \text{ хв,}$$

де $V_{ниш.}$ – швидкість пішого пересування, хв;

σ – середня щільність маршрутної мережі, км/км².

$$\sigma = \frac{\Sigma L_m}{F}, \text{ км/км}^2,$$

де ΣL_m – сумарна довжина маршрутів міста, км;

F – площа міста, км².

Час очікування транспортного засобу:

$$t_{очк.} = \frac{I}{2} + \frac{\sigma_1^2}{2 \times I} + P_{відх.} \times I_{відм.}, \text{ хв,}$$

де I – плановий інтервал руху автобусів, хв;

σ_1 – середньоквадратичне відхилення від планового інтервалу руху, хв;

$$\sigma_1 \sqrt{\frac{\sum((I - I_{\text{факт.}})^2)}{n}}, \text{ хв,}$$

де n – кількість спостережень за інтервалом руху автобусів (обрано рівним кількості автомобілів, що працюють на лінії);

$I_{\text{факт.}}$ – фактичний інтервал руху в i -му спостереженні, хв;

$I_{\text{еф.}}$ – ефективний інтервал руху автобусів, хв.

$$I_{\text{еф.}} = I + \frac{\sigma_1^2}{I}, \text{ хв,}$$

де $P_{\text{відм.}}$ – імовірність відмови пасажирові в посадці через обмежену місткість автобуса.

$$t_{\text{рух.}} = \frac{(60 \times l_{\text{ср.}} \times K_{\text{нер.}})}{V_2}, \text{ хв,}$$

де $l_{\text{ср.}}$ – середня дальність поїздки пасажирів в автобусі, км;

$K_{\text{нер.}}$ – коефіцієнт пересадочності;

V_2 – швидкість повідомлення, км/год.

2. Коефіцієнт відносного наповнення автобуса K_2 визначається за формулою:

$$K_2 = \frac{\gamma_n}{\gamma_d},$$

де γ_n – нормативне значення коефіцієнта наповнення протягом доби, обираємо 0,28;

γ_d – фактичне значення коефіцієнта наповнення:

$$\gamma_d = \frac{\sum P_{\text{факт.}}}{A_m \times g_h \times L_m \times N_{\text{р.ср.}}}. \quad (25)$$

3. Коефіцієнт регулярності руху:

$$K_3 = \frac{N_{p.}^{\phi.}}{N_{p.}^{н.}}, \quad (26)$$

де $N_{p.}^{\phi.}$ – кількість рейсів, виконаних відповідно до розкладу всіма автобусами;
 $N_{p.}^{н.}$ – кількість рейсів, передбачених розкладом всіма автобусами.

4. Коефіцієнт динамічної зміни безпеки руху:

$$K_4 = \frac{1}{(1 + a \times (n_0 + \frac{n_1 \times l_0}{2 \times l_1} + \frac{n_2 \times l_0}{4 \times l_2} + \frac{n_3 + l_0}{8 \times l_3}) / 2 \times l_0)}, \quad (27)$$

де a – коефіцієнт відносної втрати часу під час руху, пов'язаний із ДТП (обираємо 0,2);

$n_0 \dots n_3$ – кількість штрафних балів, нарахованих у даному році за показниками безпеки руху;

0, 1, 2, 3 – умовний номер року;

$l_0 \dots l_3$ – загальний річний пробіг парку автобусів у даному році, км.

$$K_4 = 0,94.$$

Таблиця 2

Дані для розрахунку коефіцієнта динамічної зміни безпеки руху

| Показники | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Кількість штрафних балів | 428 | 440 | 360 | 415 |
| Загальний річний пробіг автобусів, км | 25 960 | 44 786 | 33 125 | 50 698 |

Коефіцієнт якості обслуговування:

$$K_{якoc.} = 0,98 \times 0,94 \times 0,96 \times 0,94 = 0,83.$$

Відповідно до нормативних даних, які наведено в табл. 2, рівень комплексної оцінки якості транспортного обслуговування пасажирів, що перебуває в межах 0,7–1, вважається зразковим. А, як видно з розрахунків, рівень комплексної оцінки якості обслуговування пасажирів становить 1. На підставі даних розрахунків робимо висновок, що якість транспортного обслуговування пасажирів зразкова.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. В результаті дослідження статистичних даних маршрутної мережі міста виявлено частину маршрутів, яким у найближчому майбутньому загро-

жує банкрутство. З огляду на це проведено польове дослідження одного з таких маршрутів, зібрано внутрішню статистику маршруту і зроблено оцінку якості перевезень для двох типів автобусів. Виявилось, що внутрішні показники, які формують оцінку якості, перебувають на високому рівні. Отже, це означає відмінну налаштованість маршруту, але, не зважаючи на це, ключовими факторами, що впливають на пасажиропотік, є фактори зовнішнього впливу, а саме налаштування паралельних маршрутів. Таким чином, це ще раз підтверджує необхідність повноцінної експлуатації інтелектуальної системи керування пасажиропотоками.

Список використаних джерел:

1. Фірсов О. Д. Проектування інтелектуальної транспортної системи міста / О. Д. Фірсов, А. Н. Бібля // Вісник Академії митної служби України. Серія: “Технічні науки”. – 2015. – № 1 (53). – С. 20–31.
2. Алексеев О. П. Интеллектуализация транспортных систем в задачах развития больших городов [Электронный ресурс] / О. П. Алексеев, С. В. Пронин // Автомобильный транспорт. – 2007. – Вып. 21. – Режим доступа : <http://cyberleninka.ru/article/n/intellektualizatsiya-transportnyh-sistem-v-adachah-razvitiya-bolshih-gorodov>
3. Палант О. Ю. Огляд методів обстеження пасажиропотоків / О. Ю. Палант // Бізнесінформ. – 2014. – № 11. – С. 142–148.
4. Спирин И. В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками / Спирин И. В. – М. : Академия, 2003. – 400 с.
5. Володин Е. П. Организация и планирование перевозок пассажиров автомобильным транспортом / Е. П. Володин, Н. Н. Громов. – М. : Транспорт, 1982. – 224 с.



УДК 519.6

А. В. Трофимов, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры транспортных систем и технологий Университета таможенного дела и финансов

МНОГОСЕТОЧНЫЕ ИТЕРАЦИОННЫЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ ГРАНИЧНЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ УПРУГИХ И УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИХ СЛОИСТЫХ ПАКЕТОВ С КРИВОЛИНЕЙНЫМИ ГРАНИЦАМИ

Предложена методика настройки многосеточного итерационного алгоритма приближённого решения упругих и упругопластических граничных задач для слоистых оснований с криволинейными границами раздела между слоями. Задача распадается на две стадии: настройку алгоритма коррекции поправки на грубых сетках (CGC-алгоритма) и полного многосеточного алгоритма (FMG-алгоритма).

© А. В. Трофимов, 2016