



Давідич Ю. О.,
Доля О. Є.

ВПЛИВ КОЛИВАНЬ ОБ'ЄМІВ ПЕРЕВЕЗЕНИХ ПАСАЖИРІВ У МІСЬКОМУ СПЛУЧЕННІ НА ПОКАЗНИКИ ДІЇ МАРШРУТІВ

У статті досліджено питання щодо коливань об'ємів перевезення пасажирів на міських маршрутах загального користування. Розглянуто питання щодо можливості винаходження можливості математичного описання та прогнозування згаданих коливань. Розглянуто питання впливу коливань об'ємів перевезених пасажирів на основні грошові потоки суб'єкту господарської діяльності — перевізника.

Ключові слова: пасажир, вірогідність, витрати, об'єми перевезень, маршрут.

1. Вступ

В роботі [1] було розглянуто об'єми перевезень пасажирів на маршрутах загального користування та доведено, що до випадкового розподілу кількісних показників об'ємів перевезень можна застосовувати нормальний закон розподілу. Також в роботі [2] визначено, що вплив похибки при встановленні кількісних показників об'єму перевезень на 10 % значно впливає на термін окупності інвестиційного проекту з закупівлі транспортних засобів.

В роботі [3] досліджено питання проектного аналізу на автомобільному транспорті та визначено, що на даний час дослідниками не в повній мірі розроблено методику урахування можливих стохастичних відхилень обраних для розрахунку вихідних даних інвестиційного проекту.

Авторами [4] пропонується проводити оцінювання ризиків з точки зору прогнозування вірогідності настання події, які нестимуть негативні наслідки для проекту, а вірогідність настання протилежних умов не розглядається [4].

Опираючись на викладене можна зробити припущення, що є актуальним розгляд наявності стохастичних відхилень в об'ємах перевезень пасажирів, як в вихідних даних.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Одним з використовуваних методів оцінки ризику є метод виявлення факторів, які здійснюють найбільший вплив на реалізацію проекту. До таких факторів віднесено обсяг і ціну реалізованої продукції, витрати на виробництво, вартість залучених у проект ресурсів [4].

Можна припустити, що у разі управління проектом із закупівлі транспортних засобів до факторів обсяг і ціну реалізованої продукції можна віднести об'єм перевезених пасажирів та тариф на перевезення, витрати на виробництво здебільш залежать від вартості паливо-мастильних матеріалів, вартість залучених ресурсів залежить від вартості транспортних засобів [3, 4].

У науковому підході до планування проектних рішень у виробництві авторами [5] пропонується використання економіко-математичних моделей. Використання таких

моделей забезпечує винаходження оптимального з варіантів при завданні певних умов.

Авторами [6, 7] в технічних системах запропоновано створювати комп'ютерні моделі системи для прогнозування реакцій системи на зміну зовнішніх факторів та її складових.

Визначивши у [1, 8, 9], що процеси які протікають при виконанні пасажирських перевезень носять стохастичний характер, було проаналізовано результати роботи самих підприємств за 2008–2013 роки.

У результаті аналізу літературних даних автори статті поставили собі задачу — встановити фактичний стан розподілу відхилень існуючих змінних витрат для виконання транспортних послуг з перевезень пасажирів на міських маршрутах загального користування з урахуванням залежності пробігу від об'ємів перевезених пасажирів, прийнятих в якості стохастичного показника.

3. Об'єкт, ціль та завдання дослідження

В даній роботі *об'єктом дослідження* є процес перевезення пасажирів на автобусних маршрутах загального користування. *Ціллю роботи* є проведення аналізу діяльності суб'єктів господарювання, встановлення наявних розбіжностей між запланованими та фактичними показниками функціонування маршрутів.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

1. Отримати від автотранспортних підприємств відомості щодо планованих та фактичних: об'ємах перевезень пасажирів, загального пробігу автотранспортних засобів, витратах на паливно-мастильні матеріали, витратах на проведення технічного обслуговування та ремонту, витрати на шини.

2. Перевірити можливість застосування математичних законів розподілу випадкових величин до отриманих на підприємствах згаданих даних. Встановити, яким саме законом підпорядковується вірогідність настання запланованих показників, у разі наявності такого підпорядкування.

3. Дослідити, чи впливає коливання об'ємів перевезень пасажирів на коливання кількісних показників експлуатаційних витрат підприємства.

4. Результати дослідження експлуатаційних показників підприємства

Результати аналізу діяльності суб'єктів господарювання, при виконанні пасажирських перевезень у м. Харкові дозволили виявити розбіжності між запланованими значеннями показників витрат на виконання транспортної роботи та реальними даними (табл. 1).

Для виявлення характеру розподілу цих розбіжностей було визначено відхилення між планом та

фактичними даними, так як фінансові показники мали значні коливання в натуральних показниках. Результатом цих досліджень стали графіки розподілу відхилень існуючих витрат на паливо, мастильні матеріали, технічне обслуговування і ремонт, та шини від розрахованих за детермінованою залежністю (рис. 1).

Так як графіки (рис. 1–4) були побудовані із використанням програмного продукту Statistica, то відповідно на кожному із них відображається крива закону розподілу випадкових величин.

Таблиця 1

Характеристика витрат суб'єктів господарювання при виконанні пасажирських перевезень у м. Харкові

№ з/п	Обсяг перевезень, Q , пас.	Пробіг на маршруті, L , км	Витрати на паливо, $Z_{\text{пал}}$, грн.	Витрати на мастильні матеріали, $Z_{\text{м}}$, грн.	Витрати на ТОіР, $Z_{\text{ТОіР}}$, грн.	Витрати на шини, $Z_{\text{шин}}$, грн.
1	512550	256121,2	204517,5	976,79	20445,94	8492,25
2	523120	261403,1	204721	976,4	20466,27	8500,7
...						
52	647771	255036,9	217845,5	1082,7	21185,55	8957,75
53	705858	277906,6	237380,2	1183,98	23073,09	9756,07
54	602133	237068,4	202497,4	1006,42	19796,15	8370,24
55	715176	281575,2	240513,9	1207,95	23636,39	9993,97

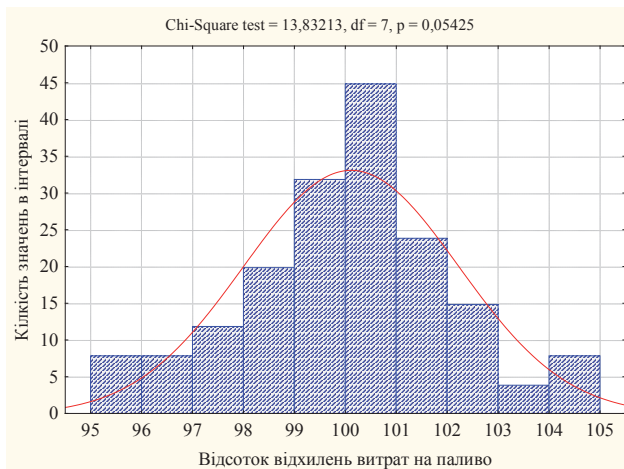


Рис. 1. Графік розподілу відхилень існуючих витрат на паливо від розрахункових значень

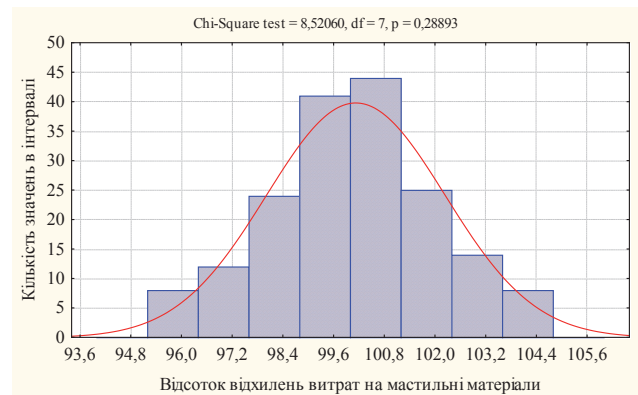


Рис. 2. Графік розподілу відхилень існуючих витрат на мастильні матеріали від розрахункових значень

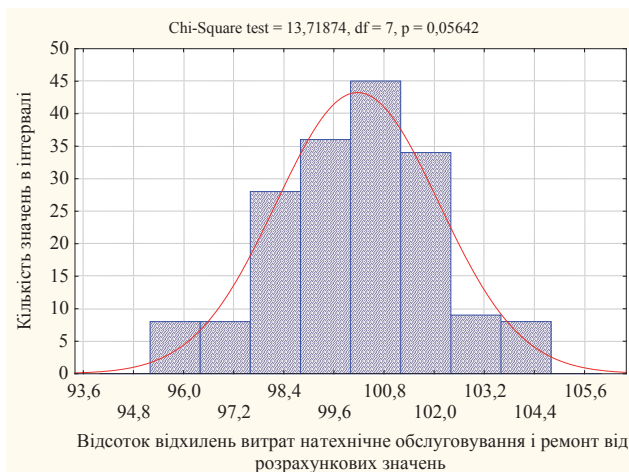


Рис. 3. Графік розподілу відхилень існуючих витрат на технічне обслуговування і ремонт від розрахункових значень

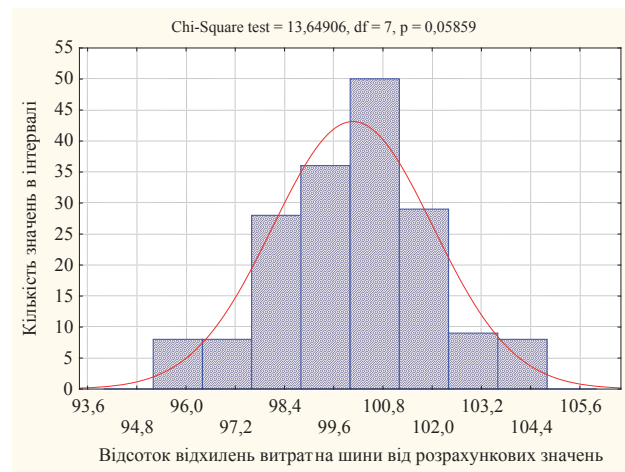


Рис. 4. Графік розподілу відхилень існуючих витрат на шини від розрахункових значень

Як видно із графіків (рис. 1–4) всі вони описуються нормальним законом розподілу випадкових величин. Відповідно функція розподілу випадкових величин за нормальним законом має наступний вигляд:

$$f(E) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(E-a)^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

де a – математичне очікування, медіана й мода розподілу; σ – стандартне відхилення (σ^2 – дисперсія) розподілу.

Для перевірки гіпотези про відповідність статичного розподілу з теоретичними було використано критерій Пірсона (χ^2) [8], який також розраховано в програмі Statistica.

Так для розподілу витрат на паливо критерій Пірсона становить $\chi^2 = 13,83$ при кількості ступенів свободи $df = 7$. При цьому ймовірність відповідності склала $p = 0,05425$, що більше прийнятої $0,05$. Таким чином можна стверджувати, що відхилення реальних витрат на паливо від розрахованих описуються нормальним законом.

Для інших видів витрат критерій Пірсона склав: – мастильні матеріали $\chi^2 = 8,52$ при кількості ступенів свободи $df = 7$ ймовірність відповідності склала $p = 0,28893$, що більше прийнятої $0,05$;

– технічне обслуговування і ремонт $\chi^2 = 13,72$ при кількості ступенів свободи $df = 7$ ймовірність відповідності склала $p = 0,05642$, що більше прийнятої $0,05$;

– шини $\chi^2 = 13,65$ при кількості ступенів свободи $df = 7$ ймовірність відповідності склала $p = 0,05859$, що більше прийнятої $0,05$.

Для врахування стохастичності перевізного процесу доцільно враховувати такі відхилення, шляхом розподілу i -го обсягу перевезень за період часу t :

$$\varphi_i = \frac{Q_{ti}}{Q_{cct}}, \quad (2)$$

де Q_{ti} – i -ий обсяг перевезень за період часу t , пас.; Q_{cct} – середній обсяг перевезень, розрахований за детермінованими моделями, пас.

При чому за нормальним законом, i -ий обсяг перевезень не повинен виходити за межі $\pm 3\sigma$:

$$Q_{ti} = Q_{cct} \pm 3\sigma. \quad (3)$$

Так як всі витрати залежать від пробігу на маршруті, то відповідно першим елементом, що буде враховувати стохастичності перевізного процесу, стане пробіг:

$$L_{ti} = \frac{2l_m \cdot N_{pt} \cdot Q_{ti}}{Q_{cct}}, \quad (4)$$

де l_m – довжина маршруту, км; N_{pt} – кількість рейсів виконаних за період часу t .

Відповідно залежності (4) витрати на паливо будуть визначатися:

$$Z_{пал\ ti} = \left[\left(\frac{2l_m \cdot N_{pt} \cdot Q_{ti}}{Q_{cct}} \cdot H_{пп} / 100 \right) \cdot K_{вг} + H_{пз} \right] \cdot \Pi_{пал} \cdot K_{пал}, \quad (5)$$

де $H_{пп}$ – норма витрат палива, л/100 км; $K_{вг}$ – коефіцієнт обліку внутрішньогаражних витрат; $H_{пз}$ – норма витрат палива в зимовий період, л; $\Pi_{пал}$ – ціна палива, грн.;

$K_{пал}$ – коефіцієнт обліку витрат на доставку та придбання палива.

В свою чергу витрати на мастильні матеріали можна буде розрахувати за наступною залежністю:

$$Z_{мм\ ti} = \left[\left(\frac{2l_m \cdot N_{pt} \cdot Q_{ti}}{Q_{cct}} \cdot H_{пп} / 100 \right) \cdot K_{вг} + H_{пз} \right] \times (\Pi_m \cdot H_m + \Pi_{зм} \cdot H_{зм}), \quad (6)$$

де Π_m – ціна одного літра масла, грн.; $\Pi_{зм}$ – ціна одного кілограма змащення, грн.; H_m – норма витрати масла, л/100 км; $H_{зм}$ – норма витрати змащення, кг/100 км.

Таким самим чином можна буде визначити витрати на виконання технічного обслуговування і ремонт:

$$\begin{cases} Z_{ТОіР\ ti} = \frac{2l_m \cdot N_{pt} \cdot Q_{ti}}{Q_{cct}} \cdot \frac{H_{ТОіР}}{1000}, & \text{якщо } \varphi_i \leq 1, \\ Z_{ТОіР\ ti} = \left(\frac{2l_m \cdot N_{pt} \cdot Q_{ti}}{Q_{cct}} \cdot \frac{H_{ТОіР}}{1000} \right) \cdot \frac{1 + \varphi_V}{\varphi_V}, & \text{якщо } \varphi_i > 1, \end{cases} \quad (7)$$

де $H_{ТОіР}$ – норма витрат на технічне обслуговування та ремонт, грн./1000 км.

Також витрати на шини можна буде розрахувати за наступним виразом:

$$Z_{шин\ ti} = \left(\frac{2l_m \cdot N_{pt} \cdot Q_{ti}}{Q_{cct}} \cdot \Pi_{шин} \cdot N_{шин} / 100 \right) \cdot K_{шин}, \quad (8)$$

де $\Pi_{шин}$ – ціна однієї шини, грн.; $N_{шин}$ – кількість шин; $K_{шин}$ – коефіцієнт обліку поточних витрат на шини.

В свою чергу витрати на заробітну плату водіїв та управлінського персоналу будуть визначатися за наступним виразом:

$$Z_{вод\ t} = Z_{вод} \cdot N_{вод} \cdot m_t, \quad (9)$$

$$Z_{упр\ t} = Z_{упр} \cdot N_{упр} \cdot m_t (1 + H_{упр} / 100), \quad (10)$$

де $Z_{вод}$, $Z_{упр}$ – заробітна плата одного водія та робітника управлінського персоналу відповідно, грн.; $N_{вод}$ – кількість водіїв та робітників управлінського персоналу відповідно; m_t – кількість місяців у періоді t ; $H_{упр}$ – норма надбавок на заробітну плату, %.

Таким чином загальні витрати, пов'язані з процесом виконання пасажирських перевезень будуть складатися:

$$Z_{заг\ ti} = (Z_{пал\ ti} + Z_{мм\ ti} + Z_{ТОіР\ ti} + Z_{шин\ ti} + Z_{вод\ t} + Z_{упр\ t}) \cdot K_{заг.\ госс}, \quad (11)$$

де $K_{заг.\ госс}$ – коефіцієнт обліку загальногосподарських витрат.

Так як наведені вище залежності (4)–(10) є складовими загальних витрат (11) й мають стохастичний характер, то відповідно вони будуть впливати на процес формування витрат в показниках функціонування маршруту.

5. Обговорення результатів дослідження експлуатаційних показників підприємства

До досягнень за результатами проведеного дослідження можна віднести доведення того, що експлуатаційні показники роботи пасажирських маршрутів загального користування кількісно не лише залежні від об'єму перевезених пасажирів за період, а й одночасно із цим експлуатаційні витрати підприємства, в своїх кількісних показниках, наслідують властивість підпорядкування нормальному закону розподілу випадкової величини. Проведений статистичний аналіз основних експлуатаційних показників міських автобусних маршрутів дозволяє оцінити якість отриманих графічних моделей витрат (рис. 1–4) за стандартними критеріями відповідності.

Отримані результати можуть широко використовуватись керівниками автотранспортних підприємств для забезпечення якісного планування бюджету експлуатаційних витрат. При цьому планові відділи підприємств отримуватимуть відомості щодо вірогідності відхилень від кількісних показників запланованих основних витрат на експлуатацію транспортних засобів, що забезпечує можливість розробки стратегії роботи підприємства при різних сценаріях у коливаннях об'ємів перевезень пасажирів.

Визначене за результатами роботи є запланованим продовженням думки викладеної в роботі [1].

Також проведене дослідження доводить твердження авторів [10] щодо наявності суттєвої необхідності поглиблення вивчення питання з врахування стохастичності не лише об'ємів перевезень але й витрат, як вказується автором [2].

З метою забезпечення виконання подальшого дослідження у відповідності до досягнень [6, 7] подальші дослідження мають ґрунтуватись на висновках, що є результатом досліджень над комп'ютерною моделлю інвестиційного проекту із закупівлі транспортних засобів, яка враховує стохастичні функції.

7. Висновки

1. Зібрані на автотранспортних підприємствах відомості щодо запланованих та фактичних кількісних показників експлуатації автобусів на міських маршрутах загального користування дійсно мають розбіжності.

2. Доведено підпорядкованість дисперсії кількісного відображення основних витратних експлуатаційних складових роботи маршруту нормальному закону розподілу випадкової величини.

3. За результатами проведеної роботи встановлено взаємозв'язок між об'ємами перевезень пасажирів та основними показниками роботи міського пасажирського автобусного маршруту.

Література

1. Доля, О. Є. Щодо прогнозування вірогідності реалізації інвестиційного проекту з закупівлі автомобільних транспортних засобів на маршрути загального користування [Текст] / О. Є. Доля // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. — 2011. — № 1. — С. 17–24.
2. Доля, В. К. Організація пасажирських перевезень у містах [Текст]: навч. посіб. / В. К. Доля. — Х.: Нове слово, 2002. — 140 с.
3. Воркут, Т. А. Проектний аналіз [Текст]: навч. посіб. / Т. А. Воркут. — К.: Укр. центр духовної культури, 2000. — 428 с.

4. Boyle, D. TCRP Synthesis 77 — Passenger Counting Systems, Transit Cooperative Research Program, Transportation Research Board [Text] / D. Boyle. — Washington, DC, 2008. — 73 p. doi:10.17226/14207
5. Higgins, L. L. Assessment of Metrolift Paratransit Scheduling System [Electronic resource]: Report № TTI/ITS RCE — 01/02. — Texas A&M ITS Research Center of Excellence, Texas A&M Transportation Institute, September 2000. — Available at: \www/URL: <http://ntl.bts.gov/lib/17000/17200/17225/PB2001100374.pdf>
6. Hemily, B. Providing Guidance for the Design and Implementation of Travel Management Coordination Centers (TMCC) [Text]: Draft Report / B. Hemily. — ITS JPO, October 11, 2012.
7. Haas, R. A Case Study on Applying the Systems Engineering Approach: Best Practices and Lessons Learned from the Chattanooga SmartBus Project [Electronic resource]: Contract or Grant № DTFH61-02-C-00061; Task 61027 / R. Haas, E. Perry, J. Rephlo; Science Applications International Corporation. — United States Department of Transportation, Intelligent Transportation Systems Joint Program Office, Federal Transit Administration, November 2009. — Available at: \www/URL: http://ntl.bts.gov/lib/32000/32600/32672/61027_se.pdf
8. Boyle, D. TCRP Web-Only Document 45: Appendixes to TCRP Report 135: Controlling System Costs: Basic and Advanced Scheduling Manuals and Contemporary Issues in Transit Scheduling [Electronic resource] / D. Boyle, J. Pappas, P. Boyle, B. Nelson, D. Sharfarz, H. Benn // Transit Cooperative Research Program, Transportation Research Board. — Washington, DC, March 2009. — Available at: \www/URL: http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/tcrp/tcrp_webdoc_45.pdf
9. Burt, M. W. Improving Public Transportation Technology Implementations And Anticipating Emerging Technologies [Text] / M. W. Burt, C. Cluett, C. L. Schweiger, M. A. Coogan, R. B. Easley, S. Easley // Transit Cooperative Research Program Project J-09, Task 12, Transportation Research Board. — Washington, DC, 2007. — Report 84, Vol. 8. — 76 p. doi:10.17226/13894
10. Chu, X. A Guidebook for Using Automatic Passenger Counter Data for National Transit Database (NTD) Reporting [Electronic resource]: Report № NCTR778-03, FDOT BDK85 977-04 / X. Chu. — Research and Innovative Technology Administration, Florida Department of Transportation, December 2010. — Available at: \www/URL: <http://www.nctr.usf.edu/pdf/77803.pdf>

ВЛИЯНИЕ КОЛЕБАНИЙ ОБЪЕМОМ ПЕРЕВОЗИМЫХ ПАССАЖИРОВ В ГОРОДСКОМ СООБЩЕНИИ НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ МАРШРУТОВ

В статье исследованы вопросы колебаний объемов перевозок пассажиров на городских маршрутах общего пользования. Рассмотрен вопрос о возможности изыскания возможности математического описания и прогнозирования упомянутых колебаний. Рассмотрены вопросы влияния колебаний объемов перевезенных пассажиров на основные денежные потоки субъекта хозяйственной деятельности — перевозчика.

Ключевые слова: пассажир, вероятность, расходы, объемы перевозок, маршрут.

Давидіч Юрій Олександрович, доктор технічних наук, професор, кафедра транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Україна.

Доля Олена Євгенівна, асистент, кафедра управління проектами в міському господарстві і будівництві, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Україна, e-mail: e.dolya@list.ru.

Давидич Юрий Александрович, доктор технических наук, профессор, кафедра транспортных систем и логистики, Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова, Украина.

Доля Елена Евгеньевна, ассистент, кафедра управления проектами в городском хозяйстве и строительстве, Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова, Украина.

Davidich Yuri, O. M. Beketov National University of Urban Economy, Ukraine.

Dolya Olena, O. M. Beketov National University of Urban Economy, Ukraine, e-mail: e.dolya@list.ru