

Голуб Д.В., доцент кафедри експлуатації
та ремонту машин, к.т.н., доц.
Аулін В.В., професор кафедри експлуатації
та ремонту машин, д.т.н., проф.
Замуренко А.С., аспірант кафедри експлуатації
та ремонту машин
Лановенко В.О., магістрант кафедри експлуатації
та ремонту машин
Центральноукраїнський національний технічний університет

МАТЕМАТИЧНА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ПОЕТАПНОЇ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Найважливішою умовою високоякісного транспортного обслуговування пасажирів міським пасажирським транспортом (МПТ) є забезпечення високої надійності та ефективності перевізного процесу [1].

Для масового пасажирського транспорту основними показниками є маршрутний принцип і принцип роботи за розкладом. Тому під надійністю перевізного процесу МПТ розуміють ймовірність здійснення перевезень відповідно до встановленого розкладу руху на маршрутах.

Основа надійності перевізного процесу складає виконання рухомим складом МПТ з відповідною регулярністю заданої кількості рейсів на кожному маршруті [2].

У добовому періоді транспортного обслуговування населення перевізний процес займає тривалий час, що є сумарною тривалістю випуску транспортних засобів з парку і руху рухомого складу на лінії.

Проте, як показують дослідження, впродовж цього періоду нерівномірно виникають збої, що порушують динамічну рівновагу виконання рейсів відповідно до маршрутного розкладу, що обумовлює функціонування об'єкту управління в системі оперативного управління МПТ за принципом перерв [3]. Виникнення збоїв вимагає негайної реакції системи оперативного управління МПТ.

Виходячи з чого з'являється суттєва необхідність вивчення тимчасової послідовності або частоти виникнення збоїв і тривалості дії системи оперативного управління МПТ в якості часу відновлення перевізного процесу, тобто надійності перевізного процесу.

При цьому слід зазначити, що міра надійності та ефективності перевізного процесу багато в чому визначає рівень якості транспортного обслуговування населення міста [4]. Чим менше частоти збоїв і тривалість відновлення функціонування перевізного процесу, тим вище якість та ефективність транспортної послуги і відповідно оцінка населенням роботи міського пасажирського транспорту.

Під надійністю перевізного процесу деякі фахівці розуміють забезпечення транспортного обслуговування населення на певному інтервалі часу, підтримуючи при цьому значення встановлених регламентуючими документами характеристик в заданих межах за відповідних умов експлуатації рухомого складу і перевезення пасажирів та вважають процес найбільш ефективним [5].

Приведене вище визначення надійності та ефективності є дуже загальним, щоб використовуватися як робоча модель для даного дослідження, і вимагає певної деталізації.

Тому в цілях вирішення проблеми доцільно спочатку структурувати оцінку надійності та ефективності по етапах транспортного процесу, а потім в цілому (рис. 1).

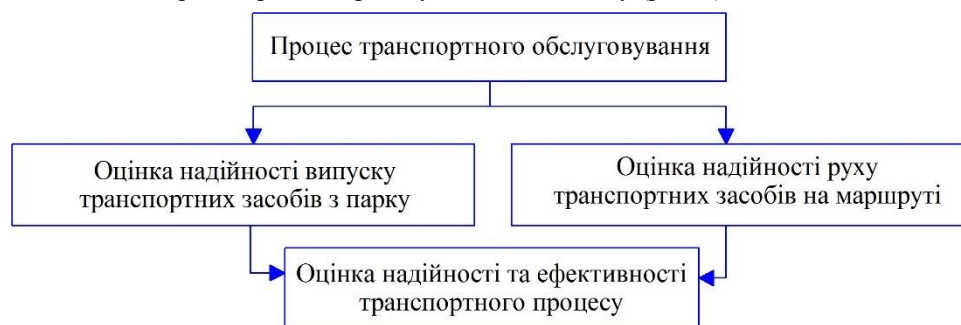


Рис. 1 - Схема поетапної оцінки надійності та ефективності перевізного процесу МПТ

Надійність перевізного процесу вимірюється вірогідністю вільної від збоїв випуску і руху в період від початку випуску рухомого складу МПТ до його заходу в парк - t [6].

При розробці математичної моделі структури перевізного процесу критерій збою визначається через стан елементів, що впливають на нього. В цьому випадку кожен з елементів впливу, передбачається простим, тобто вважається, що він може знаходитися лише в двох станах: працездатності (забезпечення пасажирських перевезень) і відмови (припинення надання пасажиром транспортної послуги через неможливість реалізації процесу перевезень). Виходячи з цього, стан перевізного процесу визначається сукупністю станів елементів, що його забезпечують, тобто критерій збою дозволяє усю безліч станів елементів, що впливають на його появу, розділити на дві підмножини:

- перша характеризується станом динамічної рівноваги перевізного процесу, тобто працездатності усіх елементів, що забезпечують надійність процесу перевезення;
- друга - станом порушення динамічної рівноваги перевізного процесу, тобто відмови яких-небудь елементів, що на нього впливають, у момент часу t .

Формальний опис структури перевізного процесу здійснюється з використанням індикаторних функцій:

$$x_i(t) \begin{cases} 1, \text{ якщо } i - \text{й елемент, що забезпечує транспортний процес} \\ \text{в момент часу } t, \text{ працездатний;} \\ 0, \text{ якщо } i - \text{й елемент, що забезпечує транспортний процес} \\ \text{в момент часу } t, \text{ знаходиться в стані відмови.} \end{cases} \quad (1)$$

Стан перевізного процесу, що складається з n елементів, що впливають, характеризується n -мірним вектором $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$.

Виходячи з чого безліч станів перевізного процесу складається з 2^n станів, який може бути розбитий на дві підмножини, що відповідають станам працездатності і збою перевізного процесу в цілому.

Це відповідає тому, що на множині задається булева функція, яка є структурною функцією:

$$X \begin{cases} 1, \text{ якщо стан } X, \text{ відповідно до обраного критерію відповідає} \\ \text{нормальному ходу транспортного процесу;} \\ 0, \text{ в протилежному випадку.} \end{cases} \quad (2)$$

Властивості булевої функції полягають в тому, що якщо $X = 1$ тобто все $x_i = 1$, то $\Phi(1) = 1$.

Якщо $X = 0$, тобто $x_i = 0$, то $\Phi(0) = 0$.

Вказана властивість свідчить про те, що якщо усі елементи перевізного процесу працездатні, то і перевізний процес знаходиться у нормальному стані, тобто він ефективний.

Враховуючи вищевикладене можна зазначити, що оцінка надійності та ефективності перевізного процесу міського пасажирського транспорту вимагає розробки системи показників і методологічного підходу до реалізації процесу оцінки.

Література

1. Аулін В.В., Голуб Д.В., Лисенко С.В. та ін. Оцінка працездатності автомобільних транспортних систем на основі математичних методів. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів, 2020. №22. С. 262-271.
2. Голуб Д.В. Методи та підходи до моделювання ефективності цілей операцій в транспортних системах. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. Кропивницький: ЦНТУ, 2022. Вип. 5(36) І. С. 317-327.
3. Кунда Н.Т. Дослідження операцій у транспортних системах. Київ: Слово, 2008. 400 с.
4. Голуб Д.В. Теоретична модель транспортної системи як сукупності взаємодіючих і взаємоперетворюючих елементів та підсистем. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. Кропивницький: ЦНТУ, 2022. Вип. 5(36) ІІ. С. 324-334.
5. Шпильовий І. Ф. Методичні основи управління системами міських пасажирських перевезень : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.01 "Транспортні системи" / Шпильовий І. Ф. Київ, 2010. 23 с.
6. Аулін В.В., Голуб Д.В., Біліченко В.В. та ін. Формування показників оцінки ефективності транспортного процесу перевезень. - Вісник машинобудування та транспорту №1(11). Вінниця: ВНТУ, 2020. С.5-10.