

## ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 656.13

DOI: 10.30977/AT.2219-8342.2018.43.0.55

## КОМПАРАТИВНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ОПИТУВАНЬ ЩОДО ПЕРЕДРЕЙСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОБУСІВ

Форнальчик Є. Ю.<sup>1</sup>, Гілевич В. В.<sup>1</sup>,<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка»

**Анотація.** На підставі попередньо виконаного аналізу експлуатаційної надійності автобусів та обсягів і якості виконання їх передрейсового обслуговування зроблено експертне опитування інженерно-технічних працівників на предмет можливостей розвитку цього обслуговування. Опрацьовані результати порівнювались із такими ж, які були отримані від водіїв автобусів. Виявлено часткову кореляцію між ними і встановлено потребу розроблення і впровадження невідкладних інженерно-технічних заходів для виробничо-технічної бази АТП та її підрозділів.

**Ключові слова:** автобус, експлуатаційна надійність, інженер, водій, обслуговування, коефіцієнт конкордації, аналіз, порівняння.

**Вступ**

Відомо, що на нинішньому етапі розвитку промислового комплексу орієнтуватися на науково обґрунтовані терміни служби автобусних парків неможливо, оскільки фінансово-економічна ситуація в країні така, на жаль, що не може забезпечити вчасне оновлення їх. У результаті терміни служби не рідко перевищують 8–10 років [1]. Для забезпечення їх працездатності в АТП спрямовуються можливі (залишкові від виторгу квитків) кошти переважно лише на передрейсове обслуговування (ПРТО), нехтуючи відомими стандартами, положеннями, вимогами, правилами, які на державному рівні регламентують технологічні процеси усіх видів ТО і ремонту, а також роботу служби експлуатації автобусів.

В результаті виробничо-технічні бази (ВТБ) АТП зазнали реформувань (руйнувань) без наповнення їх новим прогресивним ремонтно-технологічним та діагностичним обладнанням, кваліфікованими слюсарями-ремонтниками, діагностами. З позиції закордонного досвіду, де на маршрутах громадського транспорту використовується високонадійний рухомий склад, такі вітчизняні ВТБ АТП не повинні існувати.

Однак, з урахуванням сучасного соціально-економічного стану і наявного парку автобусів, сконструйованих і виготовлених за технологіями 80-х років минулого століття, існуючі ВТБ повинні функціонувати надалі розвиваючись у напрямку оновлення відповідним обладнанням і фахівцями.

**Аналіз публікацій**

На підставі попередньо обстеженої ВТБ одного з АТП м. Львова [2] та досліджених упродовж останніх трьох років показників експлуатаційної надійності автобусів [3], які обслуговують міські маршрути, встановлено невідповідність переліку обладнання і кваліфікації виконавців технології проведення ТО і Р. Це в результаті призводить до росту втрати працездатності автобусів на маршрутах з технічних причин: математичне сподівання щоденних з'їздів з лінії 6,189 авт./дн. (тобто кожного дня більш, ніж 6 автобусів відмовляли); інтервали між відмовами становили в середньому 2,687 дн. з дисперсією 4,124 дн. [3].

**Мета і постановка завдання**

Керівництво підприємства зацікавлене у підвищенні експлуатаційної надійності автобусів, оскільки зростання їх відмов знижує виторги за проїзд пасажирів. У зв'язку з цим виникла потреба глибше проаналізувати основні причини цього. Ставилась мета, виявити конкретні чинники, які впливають на зниження надійності автобусів, зокрема внутрішні (під час виконання ТО і Р).

**Основний розділ**

Нами були зібрані анкетні дані від водіїв та інженерно-технічних працівників (ІТП) ВТБ на предмет оцінки можливостей підвищення якості та розвитку ПРТО автобусів. Було розроблено анкету для опитування водіїв і зібрано відповідні дані, до яких включено 10 чинників, які впливають на по-

вноту і якість виконання та організаційно-технічного забезпечення операцій ПРТО: 1 – обов'язкове щоденне усіх (нормативних) операцій ПРТО; 2 – виконання лише операцій, які забезпечують безпеку перевезень пасажирів; 3 – виконання лише операцій з перевірки працездатності гальмівних систем; 4 – виконання лише операцій з перевірки працездатності кермового керування і шин автобуса; 5 – виконання лише операцій з перевірки працездатності механізмів відкривання–закривання дверей; 6 – виконання лише операцій з перевірки працездатності світлової сигналізації; 7 – обов'язкове щоденне виконання операцій ПРТО; 8 – підвищення кваліфікації та оплати праці робітників, зайнятих ПРТО; 9 – оновлення парку ремонтно-технологічного та діагностичного обладнання; 10 – оновлення парку автобусів. Для ІТП з усього переліку перелічених 10 чинників залишили 5, які належать до їхньої компетенції: 1 – обов'язкове щоденне усіх (нормативних) операцій ПРТО; 2 – виконання лише операцій, які забезпечують безпеку перевезень пасажирів; 3 – підвищення кваліфікації та оплати праці робітників, зайнятих ПРТО; 4 – оновлення парку ремонтно-технологічного та діагностичного обладнання; 5 – оновлення парку автобусів.

Щодо результатів опитування водіїв (10 осіб), то з урахуванням тестових відповідей «так» або «ні» отримано таке [4]. Проте, що потрібно виконувати весь перелік обов'язкових операцій ПРТО автобусів, висловилося 70 % респондентів. Вони ж заперечили потребу у виконанні лише операцій, які забезпечують безпеку перевезень пасажирів (чинники 2–6), на рівні 54 %. Щодо потреби щоденного виконання ПРТО, то думки експертів поділились майже на половину – 60 % вважають, що потрібно, 40 % – не потрібно. Однак про підвищення кваліфікації і оплати праці виконавці ПРТО, то тут експерти майже одностайні – 80 % з них вважають,

що не потрібно. Респонденти-водії висловились «так» (80 %) про оновлення парку ремонтно-технологічного та діагностичного обладнання (чинник 9-й). Майже таке ж відношення (70 % – так) їх до потреби оновлення парку автобусів (чинник 10-й).

Інженерно-технічними працівниками ВТБ (10 осіб) оцінювалась відповідними рангами (балами) важливість для підвищення якості виконання ПРТО та рівня його організаційно-технічного забезпечення. Результати оцінювання наведені у табл. 1.

З використанням методики опрацювання експертних даних знайдемо коефіцієнт конкордації, яким оцінюють ступінь узгодженості думок експертів [5, 6]

$$W_{\text{кон}} = \frac{\sum_{j=1}^n \Delta_j^2}{\frac{1}{12} \left[ m^2 (n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i \right]};$$

$$\Delta_j = S_j - \frac{\sum_{j=1}^n S_j}{n}; \quad \bar{S}_j = \sum_{i=1}^m R_{ij};$$

$$T_i = \sum_{j=1}^L (L_j^3 - L_j),$$

де  $\Delta_j$  – ранги впливу чинників  $i$  ( $i=1 \dots n$ ) кожного  $j$ -го експерта ( $j=1 \dots m$ );  $R_{ij}$  – поточні значення рангів кожного експерта  $j$  щодо кожного чинника  $i$ ;  $T_i$  – оцінка зв'язаності однакових рангів в експертів серед усіх впливових чинників;  $L$  – кількість груп однакових рангів у кожного з експертів;  $L_j$  – кількість однакових рангів у кожного експерта.

Розрахуємо сумарне значення оцінки зв'язаності  $T_i$  для усього масиву рангів з урахуванням усіх п'яти чинників, які присвоювали кожен з експертів (кількість однакових рангів у кожного з експертів у таблиці виділено)

Таблиця 1 – Результати опитування ІТП АТП на предмет оцінки можливостей розвитку передрейсового обслуговування автобусів

Чинники, $i$ , $i=1 \dots n$	Експерти, $j, j=1 \dots m$										Сума рангів, $S_j$	Відхилення від середньої суми, $\Delta$	$\Delta^2$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	1	4	1	4	1	1	1	1	1	1	16	-10,4	108,16
2	1	3	2	3	2	1	1	4	3	5	22	-4,4	19,36
3	3	5	1	3	2	3	3	3	4	2	29	2,6	6,76
4	4	5	3	2	2	4	3	2	3	2	30	3,6	12,96
5	5	5	3	1	3	5	5	4	3	1	35	8,6	73,96
Разом, $\sum S_j$											132		221,2
Середнє, $\bar{S}_j$											26,4		

$$\sum_{j=1}^m T_j = (2^3 - 2) + (3^3 - 3) + (2^3 - 2) + (2^3 - 2) + (3^3 - 3) + (2^3 - 2) + (2^3 - 2) + (2^3 - 2) + (2^3 - 2) + (2^3 - 2) = 96.$$

Тоді

$$W_{\text{кон}} = \frac{221,2}{\frac{1}{12} [10^2 (5^3 - 5) - 10 \cdot 98]} = \frac{2654,4}{12000 - 960} = \frac{264,4}{11040} = 0,24.$$

Отже, коефіцієнт конкордації невисокий. У зв'язку з цим, перевіримо значущість цього коефіцієнта з використанням критерію  $\chi^2$ -Пірсона [6]

$$\chi_p^2 = \sum_{j=1}^n \Delta^2 / \left( \frac{1}{12} \left[ mn(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^m T_i \right] \right) = \frac{2654,4}{10 \cdot 5 \cdot 6 - \frac{1}{4} \cdot 96} = \frac{2654,4}{300 - 24} = 9,62.$$

Знайдене розрахункове значення  $\chi^2=9,62$  порівняємо з табличним  $\chi_m^2$  для  $r=n-1=5-1=4$  ступенів свободи та довірчої імовірності  $p=0,95$  [7]:  $\chi_m^2=0,711$ . Отже,  $\chi_p^2 > \chi_m^2$ , і тому з цією довірчою імовірністю можна стверджувати, що думки експертів узгоджуються не випадково. З отриманих даних опитування про присвоєння експертами (ІТП) відповідних рангів щодо кожного чинника можна зробити такі висновки: 80 % респондентів підтвердили потребу в обов'язковому щоденному виконанні усіх операцій ПРТО (перший чинник); 30 % вважають, що потрібно виконувати лише операції, які забезпечують безпеку руху (другий чинник); щодо 3-го, 4-го та 5-го чинників, то, на думку експертів, вони не істотно впливають на розвиток системи передрейсового ТО автобусів. Ці результати за першими двома чинниками частково корелюють з результатами опитувань водіїв: ІТП – 80 %, водії 70 % за першим чинником; ІТП – 30 %, водії – 46 % за другим чинником. ІТП ВТБ, так само, як і водії, вважають, що підвищення кваліфікації і оплати праці робітників, зайнятих ПРТО, не відіграють вирішальної ролі у розвитку цього виду технічного сервісу. Щодо оновлення парків ремонтно-технологічного і діагностичного та автобусів, то у думках ІТП і

водіїв є розбіжності – для перших це неістотно впливає на згаданий розвиток, для водіїв істотно – (75 %). Це зрозуміло, адже водії зацікавлені в першу чергу у забезпеченні високого рівня експлуатаційної надійності автобусів.

### Висновки

Таким чином, наведені результати експертного опитування ІТП АТП щодо розвитку системи передрейсового ТО і порівняння їх з такими ж даними, отриманими від водіїв, засвідчують про потребу в розробленні і впровадженні невідкладних інженерно-технічних заходів для виробничо-технічної бази АТП та її підрозділів з виділенням необхідного фінансового забезпечення.

### Література

1. Формальчик Є. Ю., Гілевич В. В. Вплив певних чинників на динаміку транспортного потоку, який долає регульоване перехрестя. *Автомобільний транспорт України*. Київ. 2012. № 3. С. 7–10.
2. Формальчик Є. Ю. До оцінки ефективності роботи ремонтно-обслуговувальної бази автобусних АТП. *Вісник машинобудування та транспорту*. Вінниця, 2016. № 1. С. 94–101.
3. Формальчик Є. Ю., Виджак М. А. Експлуатаційна надійність автобусів міського громадського транспорту. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук. 2016. №196). С. 91–96.
4. Формальчик Є. Ю., Виджак М. А. Оцінки водіїв передрейсового обслуговування автобусів. *Автомобільний транспорт та інфраструктура: Збірник тез доповідей І-ї міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 26-28 квітня)*. Київ, 2018. С. 172–175.
5. Елисеєва І. І., Юзбашев М. М. *Общая теория статистики*. Финансы и статистика. 2002. 480 с.
6. Кремер Н.Ш. *Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов*. Москва. 2003. 543 с.
7. Вентцель Е. С. *Теория вероятностей*. Москва: Наука. 1969. 576 с.

### References

1. Fornalchuk Ye. Yu., Hilevych V. V. (2012) *Vplyv певних чинників на динаміку транспортного потоку, який долає регульоване перехрестя* [Influence of the individual factors on the dynamics of the traffic flow that overcomes the regulated intersection]. *Avtoshliakhovyk Ukrainy*, 3, 7–10 [in Ukrainian].
2. Fornalchuk Ye. Yu. (2016) *Do otsinky efektyvnosti roboty remontno-obsluhovuvальної бази avtobusnykh ATP* [To evaluate the efficiency of the repair and maintenance base of bus transport

- enterprises]. Visnyk mashynobuduvannia ta transport, 1, 94–101 [in Ukrainian].
3. Fornalchuk Ye.Yu. Vydzhak M.A. (2016) *Eksploatatsiina nadiiinist avtobusiv miskoho hromadskoho transport* [Operational reliability of buses of city public transport]. Visnyk KrNU imeni Mykhaila Ostrohradskoho, 1(96), 91–96 [in Ukrainian].
  4. Fornalchuk Ye.Yu. Vydzhak M.A. (2018) *Otsinky vodiiv peredreisovoho obsluhovuvannia avtobusiv* [Estimates of drivers for pre-service of buses]. Avtomobilnyi transport ta infrastruktura, 1, 172–175 [in Ukrainian].
  5. Eliseeva I.I., Juzbashev M.M. (2002) *Obshhaja teorija statistiki* [General Theory of Statistics]. Moscow, Finansy i statistika Publ. [in Russian].
  6. Kremer N. Sh. (2003) *Teorija verojatnostej i matematicheskaja statistika* [Probability Theory and Mathematical Statistics]. Moscow, JuNITI-DANA Publ. [in Russian].
  7. Ventcel E. S. (1969) *Teorija verojatnostej* [Probability Theory]. Moscow, Nauka Publ. [in Russian].

**Форнальчик Євген Юліанович**<sup>1</sup>, д-р техн. наук, проф. каф. «Транспортні технології», тел. +38 (032) 258-24-89, e-mail: yevgen.fornaltchuk@gmail.com.

**Гілевич Володимир Васильович**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц. каф. «Транспортні технології», тел. +38 (032) 258-24-89, e-mail: [hilevykh.vv@gmail.com](mailto:hilevykh.vv@gmail.com).

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка», 79013, Україна, м. Львів, вул. Степана Бандери, 12.

#### Comparative analysis of survey data about pre-trip bus service

**Abstract. Problem.** The previously performed analysis of operational reliance of buses in one of the motor transport company (MTC), which are used on urban routes detected its low level: mathematical expectation of everyday exits from the route, caused by technical reasons (breakdown of constructive elements which have an influence on transportation safety), equaled 6.189 auto/days (i.e. 6 buses from 171 broke down every day); intervals between breakdowns is 2.687 days. The service life of buses often exceeds 8-10 years (5% from general amount in MTC). Production and technical facilities of MTC, where operations of maintenance and repair are performed, are obsolete and are not updated by new repair-technological and diagnostic facilities. **Goal.** The purpose was set to elicit factors which have an impact on reduction of buses reliance, in particular internal (during performance of maintenance and repair). **Methodology.** A questionnaire (expert survey) and gathering and processing of received data – by the method of determination of coherence of expert marks, which were, in this case, engineering-technical staff of production and technical facilities

of MTC, and also by the method of examination of the received concord coefficient value. **Results.** The concord coefficient, by the results of survey of engineering-technical staff, appeared to be low (0,24), while its significance is enough. Comparison of expert survey results of this staff with analogic previously performed among bus drivers was made. It occurred that there is a correlation between them, in particular, regarding the factors of compulsory daily execution of all operations of the pre-trip service and operations, which provide road safety. **Originality.** The application of modern method of expert survey in investigation of the influence of organizational and technological factors on buses technical service system development was first shown. **Practical value.** The received results will be sent directly to the directorship of MTC for making appropriate decisions about development and implementation of engineering-technical measures of high priority for the development of production and technical base and its subdivisions by which enterprise can increase operational reliance of buses.

**Key words:** bus, operational reliability, engineer, driver, service, coefficient of concordance, analysis, comparison.

**Ye. Fornaltchuk**<sup>1</sup>, D.Sc., Prof., tel. +38 (032) 258-24-89, e-mail: yevgen.fornaltchuk@gmail.com.

**V. Hilevykh**<sup>1</sup>, Ph.D., Assoc. Prof., tel. +38 (032) 258-24-89, e-mail: [hilevykh.vv@gmail.com](mailto:hilevykh.vv@gmail.com).

<sup>1</sup>Lviv Polytechnic National University, 12, Stepan Bandera street, Lviv, 79013, Ukraine.

#### Компаративный анализ данных опросов о предрейсовом обслуживании автобусов

**Аннотация.** На основании предварительно выполненного анализа эксплуатационной надежности автобусов, объемов и качества выполнения их предрейсового обслуживания сделан экспертный опрос инженерно-технических работников на предмет возможности развития этого обслуживания. Обработанные результаты сравнивались с полученными от водителей автобусов. Установлена частичная корреляция между ними и установлена потребность в разработке и внедрении неотложных инженерно-технических мероприятий для производственно-технической базы АТП и ее подразделений.

**Ключевые слова:** автобус, эксплуатационная надежность, инженер, водитель, обслуживание, коэффициент конкордации, анализ, сравнение.

**Форнальчик Евгений Юлианович**<sup>1</sup>, д-р техн. наук, проф. каф. «Транспортные технологии», **Гілевич Владимир Васильович**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц. каф. «Транспортные технологии»,

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка», 79013, Україна, г. Львів, ул. Степана Бандеры, 12.