

## МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

<sup>1</sup>Центральноукраїнський національний технічний університет

<sup>2</sup>Вінницький національний технічний університет

*Запропоновано методологічний підхід до визначення рівня якості функціонування транспортних систем при забезпеченні надійності транспортних послуг. Розглянуто питання оцінки їх надійності. Сформульовано принципи формування критеріїв ефективності.*

### ВСТУП

Основним завданням автомобільного транспорту в ринкових умовах є надання послуг по перевезенню, якість яких повинна задовольняти вимоги споживачів до транспортних послуг при умові забезпечення надійності, ефективності та безбитковості транспортної системи.

Рівень якості функціонування транспортної системи встановлюється споживачем. На сьогодні не розроблено методології дослідження та оцінки рівня якості транспортних систем.

Не дивлячись на велику різноманітність показників якості процесів перевезень вантажів і пасажирів автомобільним транспортом, вони мають однакові або близькі за значенням параметри, регламентовані відповідними стандартами [1, 2]. Виявлено, що згідно з дослідженнями Д. Бауерсокса і Д. Клосса стосовно ланцюгів перевезень вантажів і пасажирів [3] якість роботи транспортних систем доцільно оцінювати її доступністю, функціональністю і надійністю. Визначення якості та показників, що характеризують її певні рівні, відображено в роботах Г. Д. Кокорева та І. Ф. Шишкіна [4, 5]. Найважливішою складовою процесу дослідження транспортних систем (ТС) є забезпечення відповідного рівня якості їх функціонування. Рівні показників якості функціонування ТС, як і рівні показників їх властивостей, поділяються на необхідні, бажані і ті, що пов'язані з можливістю досягнення цілей. Усі перераховані рівні показників якості змінюються в часі, що дає можливість здійснювати прогнозування. Відмінності між потрібним і прогнозованим рівнями стають рушійною силою циклової еволюції, а між бажаним і фактичним – фазовою і видовою еволюціями. В останньому випадку відмінності усуваються шляхом удосконалення існуючих і створюваних нових ТС, що можна бачити в роботах В. М. Міхліна та М. М. Моїсеєва [6, 7].

Серед зазначених показників якості надійність є однією з найвагоміших складових роботи транспортних систем [8, 9]. Більш того, їх надійність є основною властивістю, оскільки замовнику при укладенні договору на перевезення вантажів і пасажирів потрібні гарантії якісного виконання транспортних послуг. Практика реалізації транспортних послуг свідчить, що чим вища надійність роботи виконавця, тим більш ефективним і якісним є процес перевезень з погляду замовника.

Постановка завдання. Розробити методологічний підхід до визначення рівня якості функціонування транспортних систем та оцінки їх надійності і ефективності.

### ОСНОВНА ЧАСТИНА

Вибір усіх рішень в ході дослідження надійності ТС проводиться, виходячи із забезпечення максимального рівня показників, з використанням прогнозованої повної якості їх функціонування, яка, відповідно до еволюційних підходів, фізико-інформаційний підхід, трактує як загальну міру пристосованості структур ТС до взаємодії тим або іншим способом, при тій або іншій взаємодії з робочим (технологічним) та зовнішнім середовищем, характерних для протікання усіх етапів їх життєвого циклу, і певних еволюційних схем. За своєю принциповою суттю це трактування елементів ТС. Якість – це сукупність властивостей систем, що обумовлюють їх придатність задовольняти певні потреби відповідно до їх призначення, які є більш конкретними і повними та враховують властивості елементів систем, що обумовлюють їх придатність та реалізацію в процесі експлуатації.

Виходячи з приведеного вище трактування, рівні кількісних показників якості функціонування  $Q_c^o$ , які мають в своєму розпорядженні досліджувані системи, визначаються сукупністю показників усіх базових властивостей (БВ), що їх характеризують, і узагальнені базові кваліметричні параметри

$$Q_C^o(t) = F_{q_0} \left[ \{W_{Bi}(t); i = \overline{1, N}\} \right], \quad (1)$$

які подаються на основі загального функціонала пристосованості, залежного (як і частинні функціонали) від параметрів структури підсистем, в загальному випадку, що змінюються в часі. Це означає, що цей функціонал має такий вигляд:

$$Q_C^o(t) = F_{q_0} \left[ \{W_{Bi}(t); i = \overline{1, l_{Bi}}\}; \{P_{\Pi\Phi C_j}(t); j = \overline{1, m_{Bi}}\}; \{P_{jck}(t); k = \overline{1, k_{Bi}}\} \right] \quad (2)$$

З функціоналу (2) випливає, що рівні показників якості функціонування ТС, як і властивостей, можуть кількісно вимірюватися тільки за умови розгляду в них взаємовпливів та змінюватися шляхом управління параметрами структури, досягаючи граничного значення для структури, яка у спеціальній літературі розглядається, як повний кваліметричний потенціал  $Q_C^{nom}$  [2]. Для кількісної характеристики рівня показника якості функціонування ТС, при застосуванні фізико-інформаційного підходу [7, 8], використовуються групи показників, що класифікуються за такими ознаками: етапність групування базової властивості; структурна розмірність кваліметрованого об'єкта; число показників, використаних в загальному показнику якості функціонування; міра охоплення базовою властивістю і т. д. Якщо розрізнити, відповідно до структури життєвого циклу елементів систем, виробничу і функціональну компоненти їх показників якості, і які, у свою чергу, поділяються на проектну, виробничу, експлуатаційну і цільову компоненти, то загальний показник якості функціонування елементів ТС буде функціоналом від вказаних компонент й відображає естафетний принцип його формування:

$$Q_C^n(t) = F'_{q_3} [Q_C^n(t), Q_C^\phi(t)] = F'_{q_4} [Q_C^p(t), Q_C^{np}(t), Q_C^e(t), Q_C^{жц}(t)]. \quad (3)$$

Оскільки показники рівня якості функціонування кожної з підсистем (компонент) кількісно визначаються сукупністю показників відповідних базових властивостей (БВ) елементів ТС, то вираз функціоналу (1) можна подати в залежності від їх відповідних показників. Це означає, що виробничу і функціональну компоненти повної якості функціонування ТС можна розглядати як функціонали від показників  $\{B_{Bi}\}$  відповідної групи:

$$\begin{aligned} Q_C^o(t) &= F_{q_0} \{W_{Bi}(t)\}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, N^n; \\ Q_C^o(t) &= F_{q_0} \{W_{Bi}(t)\}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, N^\phi. \end{aligned} \quad (4)$$

Аналогічним чином можна визначити, експлуатаційну і цільову компоненти повної якості функціонування. При цьому кожна з компонент повної якості функціонування характеризує ТС як об'єкт виробничого створення і функціонального використання та відображає етапні фазові міри пристосованості до взаємодії із зовнішнім середовищем тим або іншим способом, по тій або іншій загальній схемі з етапними компонентами. Рівень якості функціонування  $Q_C^n(t)$  визначає міру пристосованості до технічних та технологічних можливостей, а рівень  $Q_C^\phi(t)$  – до функціональних потреб. Ці компоненти можуть розглядатися як показники якості з часткових та відомчих точок зору: виробництва і замовника. Як показує досвід роботи, при розробленні і узгодженні вимог до якості функціонування ТС прагнуть задати найбільш високий рівень повної якості. Основою для визначення груп функціоналів (4), їх рівень кількісних показників, які мають в розпорядженні підсистема ТС служать етапні функціонали пристосованості, типу (2). Ці функціонали можна представити на основі відповідних груп узагальнених базових і часткових кваліметричних параметрів

$$Q_C^n(t) = F_{q_1} [P_\sigma^n(t)] = F'_{q_3} [l_{B11}(t), l_{B12}(t), \dots, l_{B21}(t), l_{B22}(t), \dots, l_{B11}(t), l_{B12}(t), \dots, N^n]. \quad (5)$$

Етапні компоненти повної якості функціонування систем взаємозв'язані, оскільки усі вони визначаються структурою ТС, виходячи з умов виконання певних цільових завдань. Отже цільова компонента повної якості визначає рівень усіх його компонент, тобто маємо:

$$Q_c^p(t) = F'_{q4} [Q_c^y(t)] \quad Q_c^{np}(t) = F'_{q4} [Q_c^y(t)] \quad Q_c^e(t) = F'_{q4} [Q_c^y(t)]. \quad (6)$$

Загальносистемні, для складних ТС, показники етапних компонент повної якості їх функціонування формуються з відповідних етапних підсистемних показників якості, що проявляються на кожному з етапів життєвого циклу. Виходячи з цього, вираз (6) для  $Q_c^0(t)$  в розгорнутій формі доцільно представляти у вигляді функціонала багатовимірної функціональної матриці розміру  $(4 \times m_y)$ , елементами якої є етапні показники якості підсистем, типу  $Q_c^0(t) = F'_{q5} [M_{q0}(t)]$ , де

$$M_{q0}(t) = \begin{bmatrix} Q_{ПС1}^p(t) & Q_{ПС1}^{np}(t) & Q_{ПС1}^e(t) & Q_{ПС1}^y(t) \\ Q_{ПС2}^p(t) & Q_{ПС2}^{np}(t) & Q_{ПС2}^e(t) & Q_{ПС2}^y(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ Q_{ПСmy}^p(t) & Q_{ПСmy}^{np}(t) & Q_{ПСmy}^e(t) & Q_{ПСmy}^y(t) \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Матриця (7) може розглядатися як математична модель показників компонент повної якості функціонування або системи цінностей ТС, яка відображає етапну підсистемну форму утворення і структурну розмірність.

Значимо, що в процесі дослідження ТС, з конкретною структурою побудови, рівень показників повної якості не може бути визначено однозначно, через неможливість однозначного встановлення фактичних параметрів при створенні і функціонуванні цих систем. Отже, необхідна оцінка можливих значень показників якості, які враховували б ймовірність реалізації  $a$ -ї виробничої  $P_a^n$  і  $b$ -ї функціональної  $P_b^\phi$  ситуації з множини можливих, і для конкретного сполучення параметрів зовнішнього середовища.

Одним і тим же показникам якості функціонування ТС може відповідати кілька критеріїв. Вибір конкретного критерію здійснюється в залежності від постановки завдання, етапів розробки і цілей оцінки, зважаючи на їх побічність і локальність.

Для кількісного виміру показників якості, так само як і БВ, використовуються критерії: матричного типу у вигляді сукупності критеріїв рівня показників БВ або підсистемного критерію якості, представленого виразом (7), без зведення їх до єдиних узагальнених критеріїв. Пропонується полікритеріальний критерій векторного типу, у вигляді сукупності, представленій у виразі (3), з обмеженим числом критеріїв, що є, зокрема, основними компонентами повної якості, які можуть подаватися у вигляді вектора; багатокритеріального (скалярного) типу, у вигляді єдиних критеріїв.

Викладені принципи формування критеріїв ефективності функціонування ТС можуть бути покладені в основу практичної діяльності науково-дослідних організацій і автотранспортних підприємств, що досліджують проблему підвищення та забезпечення надійності ТС.

## ВИСНОВКИ

1. Визначено та обґрунтовано сутність якості функціонування транспортних систем.
2. Обґрунтовано виробничу і функціональну компоненти повної якості функціонування транспортних систем від показників базових властивостей відповідної групи.
3. З'ясовано поняття етапних функціоналів пристосованості систем на основі відповідних груп узагальнених базових і часткових кваліметричних параметрів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 2861-94 «Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення». – К. : Держстандарт України: УкрНДІ, 1994. – 76 с.

2. ДСТУ 2860-94 «Надійність техніки. Терміни та визначення». – К. : Держстандарт України: УкрНДІ, 1994. – 96 с.
3. Бауэрсокс Доналд Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок / Д. Дж. Бауэрсокс, Д. Дж. Клосс ; пер. Н. Н. Барышникова, Б. С. Пинскер. – 2-е изд. – М. : Олимп-Бизнес, 2008. – 640 с.
4. Шишкин И. Ф., Станякин В. М. Квалиметрия и управление качеством : учебник для вузов / И. Ф. Шишкин, В. М. Станякин. – М. : Изд-во ВЗПИ, 1992. – 254 с.
5. Кокорев Г. Д. Обоснование выбора показателей эффективности поведения сложных организационно-технических систем // Сборник научных трудов РГСХА. – Рязань : РГСХА, 2000. – Вып. 4, ч. 2. – С. 60–70.
6. Михлин В. М. Прогнозирование технического состояния машин / В. М. Михлин. – М. : Колос, 1976. – 254 с.
7. Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа / Н. Н. Моисеев. – М. : Наука, 1981. – 488 с.
8. Методологічні і теоретичні основи забезпечення та підвищення надійності функціонування автомобільних транспортних систем : монографія / В. В. Аулін, Д. В. Голуб, А. В. Гриньків, С. В. Лисенко. – Кропивницький : КОД, 2017. – 370 с.
9. Курганов В. М. Параметры надежности транспортных систем / В. М. Курганов, М. В. Грязнов // Бюллетень транспортной информации. – 2010. – № 11 (185), ноябрь. – С. 34–36.

#### REFERENCES

1. DSTU 2861-94 «Nadiynist tekhniky. Analiz nadiynosti. Osnovni polozhennya». - K.: Derzhstandart Ukrainy: UkrNDI, 1994. – 76 s.
2. DSTU 2860-94 «Nadiynist tekhniky. Terminy ta vyznachennya». - K.: Derzhstandart Ukrainy: UkrNDI, 1994. – 96 s.
3. Bauersoks Donald Dzh. Logistika: integrirovannaya tsep' postavok / D. Dzh. Bauersoks, D. Dzh. Kloss; per. N.N. Baryshnikova, B.S. Pinsker. – 2-yeizd. – M.: Olimp-Biznes, 2008. – 640 s.
4. Shishkin I. F., Stanyakin V.M. Kvalimetriya i upravleniye kachestvom: Uchebnik dlya vuzov / I. F. Shishkin, V.M. Stanyakin. - M.: Izd-vo VZPI, 1992. – 254 s.
5. Kokorev G. D. Obosnovaniye vybora pokazateley effektivnosti povedeniya slozhnykh organizatsionno-tekhnicheskikh sistem. (Stat'ya) // Sbornik nauchnykh trudov RGSXA, (vyp. 4) ch.2 - Ryazan': RGSXA, 2000. - S. 60-70.
6. Mikhlin V. M. Prognozirovaniye tekhnicheskogo sostoyaniya mashin / Mikhlin V.M. - M. : Kolos, 1976. - 254 s.
7. Moiseyev N. N. Matematicheskiye zadachi sistemnogo analiza / N.N. Moiseyev - M.: Nauka, 1981.- 488 s.
8. Aulin V. V., Holub D. V., Hrynkiv A. V., Lysenko S. V. Metodolohichni i teoretychni osnovy zabezpechennya ta pidvyshchennya nadiynosti funktsionuvannya avtomobilnykh transportnykh system: monohrafiya. – Kropyvnytskyu: Vydavnytstvo TOV "KOD", 2017. – 370 s.
9. Kurganov V. M. Parametry nadezhnosti transportnykh sistem / V. M. Kurganov, M. V. Gryaznov / Byulleten' transportnoy informatsii, № 11 (185), noyabr' 2010. - S. 34-36.

**В. В. Аулін<sup>1</sup>, Д. В. Голуб<sup>1</sup>, В. В. Біліченко<sup>2</sup>**

### МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

<sup>1</sup>Центральноукраїнський національний технічний університет

<sup>2</sup>Вінницький національний технічний університет

Визначено та обґрунтовано сутність якості функціонування транспортних систем. Зазначено, що не дивлячись на велику різноманітність показників якості процесів перевезень вантажів і пасажирів автомобільним транспортом, вони мають однакові або близькі за значенням параметри, регламентовані відповідними стандартами. Виявлено, що стосовно ланцюгів перевезень вантажів і пасажирів якість роботи транспортних систем доцільно оцінювати її доступністю, функціональністю і надійністю.

Обґрунтовано виробничу і функціональну компоненти повної якості функціонування транспортних систем від показників базових властивостей відповідної групи. Показано, що найважливішою складовою процесу дослідження транспортних систем є забезпечення відповідного рівня якості їх функціонування. Припущено, що рівні показників якості функціонування транспортних систем, як і рівні показників їх властивостей, поділяються на необхідні, бажані і ті, що пов'язані з можливістю досягнення цілей. Усі перераховані рівні показників якості змінюються в часі, що дає можливість здійснювати прогнозування. Відмінності між необхідним і прогнозованим рівнями стають рушійною силою циклової еволюції, а між бажаним і фактичним – фазовою і видовою еволюціями. В останньому випадку відмінності усуваються шляхом удосконалення існуючих і створюваних нових транспортних систем.

З'ясовано поняття етапних функціоналів пристосованості систем на основі відповідних груп узагальнених базових і часткових кваліметричних параметрів. Виявлено, що серед зазначених показників якості надійність є однією з найвагоміших складових роботи транспортних систем. Більш того, їх надійність є основною властивістю, оскільки замовнику при укладенні договору на перевезення вантажів і пасажирів потрібні гарантії якісного виконання транспортних послуг.

**Ключові слова:** транспортна система, рівень якості, надійність, функціонування, параметри.

*Аулін Віктор Васильович*, доктор технічних наук, професор, професор кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, e-mail: AulinVV@gmail.com

*Голуб Дмитро Вадимович*, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, e-mail: dimchik529@gmail.com

*Біличенко Віктор Вікторович*, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

**V. Aulin<sup>1</sup>, D. Golub<sup>1</sup>, V. Bilichenko<sup>2</sup>**

## **METHODOLOGICAL PITCH UP TO VIZNACHENNYA ANCHOR FUNCTIONING OF TRANSPORT SYSTEMS**

<sup>1</sup>Central Ukrainian National Technical University

<sup>2</sup>Vinnitsia National Technical University

The essence of the quality of functioning of transport systems is determined and substantiated. It is noted that in spite of the wide variety of indicators of the quality of processes of transportation of goods and passengers by road, they have the same or similar parameters as are regulated by the relevant standards. It was found out that in terms of cargo and passenger transportation chains, the quality of transport systems should be evaluated by its accessibility, functionality and reliability.

The production and functional components of the full quality of functioning of transport systems from the indicators of the basic properties of the corresponding group are substantiated. It is shown that the most important part of the process of studying transport systems is to provide the appropriate level of quality of their functioning. It is assumed that the level indicators of the quality of functioning of transport systems, as well as the level indicators of their properties, are divided into demanding, desirable and those associated with the possibility of achieving goals. All listed levels of quality metrics change over time, which makes it possible to make predictions. Differences between desired and predicted levels become the driving force of cyclic evolution, and between desirable and actual - phase and species evolution. In the latter case, the differences are eliminated by improving the existing and emerging new transport systems.

The concept of step-by-step functionalities of system adaptability on the basis of corresponding groups of generalized basic and partial qualimetric parameters is revealed. It is revealed that among these quality indicators, reliability is one of the most important components of the operation of transport systems. Moreover, their reliability is the main property, since during the conclusion of a contract for the carriage of goods and passengers, the customer needs guarantees of high-quality performance of transport services.

**Key words:** transport system, quality level, reliability, functioning, parameters.

*Aulin Viktor*, Doctor of Technical Sciences, Profesor, profesor kafedry eksploatacii' ta remontu mashyn, Central'noukrai'ns'kyj nacional'nyj tehnicnyj universytet, e-mail: AulinVV@gmail.com

*Golub Dmitriy*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Machine Maintenance and Repair, Central Ukrainian National Technical University, e-mail: dimchik529@gmail.com

*Bilichenko Victor*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the department of automobiles and transport management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

**В. В. Аулин<sup>1</sup>, Д. В. Голуб<sup>1</sup>, В. В. Биличенко<sup>2</sup>**

## **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ**

<sup>1</sup>Центральноукраинский национальный технический университет

<sup>2</sup>Винницкий национальный технический университет

Определена и обоснована сущность качества функционирования транспортных систем. Отмечено, что, несмотря на большое разнообразие показателей качества процессов перевозок грузов и пассажиров автомобильным транспортом, они имеют одинаковые или близкие по значению параметры, регламентированные соответствующими стандартами. Выявлено, что в отношении цепей перевозок грузов и пассажиров качество работы транспортных систем целесообразно оценивать ее доступностью, функциональностью и надежностью.

Обоснована производственная и функциональная компоненты полного качества функционирования транспортных систем показателей базовых свойств соответствующей группы. Показано, что важнейшей составляющей процесса исследования транспортных систем является обеспечение соответствующего уровня качества их функционирования. Предположено, что уровни показателей качества функционирования транспортных систем, как и уровни показателей их свойств, делятся на необходимые, желаемые и те, которые связаны с возможностью достижения целей. Все перечисленные уровни показателей качества меняются во времени, что дает возможность осуществлять прогнозирование. Различия между необходимым и прогнозируемым уровнями становятся движущей силой цикловой эволюции, а между желаемым и фактическим – фазовой и видовой эволюции. В последнем случае различия устраняются путем усовершенствования существующих и создаваемых новых транспортных систем.

Выяснено понятие этапных функционалов приспособленности систем на основе соответствующих групп обобщенных базовых и частных квалиметрических параметров. Выявлено, что среди указанных показателей качества надежность является одной из важных составляющих работы транспортных систем. Более того, их надежность является основным свойством, поскольку заказчику при заключении договора на перевозку грузов и пассажиров нужны гарантии качественного выполнения транспортных услуг.

**Ключевые слова:** транспортная система, уровень качества, надежность, функционирование, параметры.

*Аулин Виктор Васильевич*, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры эксплуатации и ремонта машин, Центральноукраинский национальный технический университет, e-mail: AulinVV@gmail.com

*Голуб Дмитрий Вадимович*, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры эксплуатации и ремонта машин, Центральноукраинский национальный технический университет, e-mail: dimchik529@gmail.com

*Биличенко Виктор Викторович*, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автомобилей и транспортного менеджмента, Винницкий национальный технический университет, e-mail: bilichenko.v@gmail.com