

МАШИНОБУДУВАННЯ

УДК 656:338

Аулін В.В., д.т.н.
Голуб Д.В., к.т.н.
Гриньків А.В., асп.
Лисенко С.В., к.т.н.

МЕТОДОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ І ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький

AulinVV@gmail.com, dimchik529@gmail.com

Запропоновано підхід до визначення основних властивостей експлуатації та якості функціонування транспортних і технічних систем з метою оцінки рівня їх ефективності та підвищення надійності. Сформовано групи базових властивостей цих систем та наведені принципи формування критеріїв їх ефективності.

Ключові слова: транспортна і технічна система, функціонування, властивості, надійність, якість, ефективність.

Вступ

Реалізація сукупності цілей дослідження проблеми забезпечення надійності транспортних і технічних систем, потребує необхідності побудови моделей, що відображають основні їх властивості, як складних цілеспрямованих ієрархічних систем, що розвиваються, і включають підсистеми і елементи різного призначення, зв'язки між якими непостійні в часі і просторі. Надійність їх функціонування залежить від стадії і покоління розвитку транспортних та технічних систем. Аналіз функціонування складних систем показує, що дослідження властивостей в аналітичному вигляді можливе тільки в простих ситуаціях. Необхідність проведення концептуальних досліджень обумовлена, передусім, потребою опису основних властивостей транспортних систем як об'єкту дослідження і впливає з принципової неформалізованості складних технічних систем.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Визначення номенклатури основних показників і властивостей, досліджуваних транспортних і технічних систем, є необхідною складовою процесу дослідження, що забезпечує встановлення рівня їх ефективності та надійності і лежить в основі прийняття всіх запропонованих рішень [1, 2, 3].

Визначення якості та її показників, що характеризують рівні у загальній кваліметрії [4], є найважливішою складовою процесу дослідження транспортних і технічних систем, щодо забезпечення їх надійністю та ефективністю функціонування. Це надає дослідженню систем цілеспрямованого характеру.

Рівні показників якості функціонування транспортних та технічних систем поділяються, як і рівні показників їх властивостей, на вимогливі, бажані і ті, що мають можливість досягти цілі. Перераховані рівні показників якості в кожен момент часу розрізняються між собою. Відмінності між потрібним і прогнозованим рівнями стають рушійною силою циклової еволюції, а між бажаним і фактичним - фазовою і видовою еволюціями, при яких відмінності усуваються шляхом удосконалення існуючих і створюваних нових транспортних та технічних систем [5, 6].

Метою даної роботи є розробка методології визначення основних експлуатаційних властивостей та якості транспортної та технічної систем та їх базових кількісних показників і представлення їх у формі єдиних (скалярних) величин, необхідних для вироблення управлінських рішень та оптимізації.

Результати досліджень

Номенклатуру основних експлуатаційних властивостей транспортних і технічних систем характеризують показників, які умовно можна поділити на три групи:

- наявні, об'єктивно притаманні тій або іншій структурі системи, для тих або інших умов їх створення і застосування;
- необхідні, що задаються у технічному завданні на розробку системи та її підсистем;

- бажані, плановані самими розробниками при внесенні пропозицій про створення або вдосконалення систем і їх підсистем.

Сукупності вище перерахованих груп основних властивостей і показників транспортних систем, як правило, відрізняються між собою, що служить стимулом вдосконалення їх структур, функціональних середовищ та операційної системи, що реалізується при підвищенні їх ефективності та надійності. Разом з тим в ході вибору рішень, що стосуються забезпечення або підвищення надійності транспортних систем в першу чергу цікавлять наявні сукупності, які відповідно до еволюційного розвитку, трактуються як часткові заходи пристосованості структур систем до взаємодій між собою та з робочим (технологічним) і зовнішнім середовищами тим чи іншим способом, характерних для протікання етапів життєвого циклу [7].

Виходячи з цього, кількісні рівні ймовірностей показників i -х властивостей W_i транспортних систем, з усією сукупності, якою вони володіють, характеризуються множинами ймовірностей узагальнених параметрів $P_{mi}^k(t)$, що змінюються в часі:

$$W_i(t) = F'_{mi} \left(\left\{ P_{mi}^k(t); m_i = \overline{1, l_i} \right\}; i = \overline{1, l} \right), \quad (1)$$

і встановлюються на основі часткових функціоналів пристосованості F'_{mi} . Останні в свою чергу при заміні параметрів $P_{mi}^k(t)$ в рівнянні (1) відповідними множинами параметрів структури систем P_c , їх функціонального середовища P_{nfc} і операційної системи P_{oc} , формують ці параметри і мають вигляд:

$$W_i(t) = F'_{mi} \left(\left\{ P_{ci}^k(t); i = 1, 2, 3, \dots, n \right\}; \left\{ P_{i\bar{o}\bar{n}j}(t); j = \overline{1, m} \right\}; \left\{ P_{ock}^k(t); k = \overline{1, k_{\bar{m}}} \right\}; i = \overline{1, l} \right). \quad (2)$$

Конкретною ілюстрацією частинних функціоналів пристосованості можуть служити функціонали працездатності систем, що широко використовуються в теорії надійності.

Аналізуючи частинний функціонал пристосованості (2) можна зробити ряд висновків щодо наявної сукупності показників властивостей досліджуваних систем, підсистем, ланцюгів та сукупності елементів:

- вони кількісно вимірюються тільки за умови розгляду взаємодії між собою та робочим (технологічним) зовнішнім середовищем;

- змінюються за рахунок керування параметрами структури;

- досягають певних значень при даній структурі.

З огляду на складність структур сучасних транспортних і технічних систем, в яких вони створюються і функціонують, різноманіття можливих способів їх взаємодії в ході дослідження виявляються важливими показниками і можна точно визначити їх номенклатуру, що характеризуються з усієї сукупності властивостей як найбільш важливі і типові. Такі показники і властивості є базовими. Виходячи з існуючих підходів до побудови універсальної класифікації базових властивостей сучасних систем, їх трактування з позицій фізико-інформаційного підходу і аналізу взаємодії досліджуваних транспортних і технічних систем з робочими (технологічними) та зовнішніми середовищами доцільно виділити наступні базові властивості: перспективність (Б1), вписуваність (Б2), розгортаність (Б3), експлуатаційність (Б4), керованість (Б5), продуктивність (Б6), надійність (Б7), живучість (Б8), досягненість (Б9), вартість (Б10) та ін.

Зазначені базові властивості (БВ) істотні і характерні для переважної більшості видів досліджуваних систем, хоча значимість і вагомість окремих з них в різних ситуаціях можуть бути нерівнозначні. Для вирішення практичних завдань і розробки певних дій і заходів всі БВ необхідно поділити у відповідності до структури життєвого циклу (ЖЦ) і систем функціонування. Так, наприклад, до функціональної групи БВ можна віднести Б4, Б6-Б9, які характеризують системи та агрегати МСГТ і АТТ як об'єкти функціонального застосування і проявляються в ході їх взаємодії з функціональними середовищами по конкретній функціональній операційній системі. Слід зазначити, що кожен з формованих груп БВ, в свою чергу, можна представити двома підгрупами, наприклад: проектової і виробничої, експлуатаційної та цільової, що характеризують транспортні і технічні системи, як об'єкти розробки і виробництва, експлуатації та цільового їх призначення і використання.

Для визначення рівнів множини систем та їх кількісних показників базових властивостей W_B , які вони мають, використовують часткові базові функціонали пристосованості, що записуються за аналогією з типовою їх формою. При підстановці в них конкретних параметрів, взаємодії з якими формують ті або інші базові властивості і операційні системи, що і характеризують процеси цієї взаємодії. Тоді, наприклад, вирази для рівнів показників таких властивостей, як Б2 приймуть вигляд:

$$W_i(t) = F'_{\bar{A}i} \left(\left\{ P_{ci}(t); i = \overline{1, n} \right\}; \left\{ P_{i\bar{o}\bar{n}j}^{\bar{a}}(t); j = \overline{1, m^{\bar{a}}} \right\}; \left\{ P_{ock}^{\bar{a}}(t); k = \overline{1, k^{\bar{a}}} \right\}; \right), \quad (3)$$

де τ - відповідна фаза ЖЦ ($\tau_{11}, \tau_{12}, \tau_{21}$) систем.

Рівні показників, що характеризують всі БВ об'єктів, перебувають між собою в певному взаємозв'язку, який обумовлений, по-перше, прямою залежністю від параметрів структури, по-друге, системною цілісністю підсистем функціональних середовищ, з якими взаємодіють системи, підсистеми, ланцюги та елементи.

Кількісні показники наявних рівнів всіх загальносистемних БВ, характеризуються множинами узагальнених параметрів, які формують БВ. Позначивши останні через $P_{A^s}^k$ (де A^s - відповідні БВ), отримаємо:

$$W_{A^s}(t) = F'_{3A^s} [P_{A^s}^k(t)] \quad i = \overline{1, N} \quad (4)$$

У цьому виразі $P_{Bi}^k(t)$, можна уявити наступним чином:

$$P_{A^s}^k(t) = F'_{3A^s} \left(\left\{ P_{ci}^i(t); i = \overline{1, l_{A^s}} \right\} \left\{ P_{i\tilde{o}\tilde{n}j}^{Ai}(t); j = \overline{1, m_{A^s}} \right\} \left\{ P_{ock}^{A^s}(t); k = \overline{1, k_{A^s}} \right\} \right), \quad (5)$$

де $P_{i\tilde{o}\tilde{n}j}^{Ai}$, $P_{ock}^{A^s}$ - параметри підсистем функціональної і загальної системи, що беруть участь у формуванні і-ої базової властивості.

Зважаючи, що усі типові підсистеми функціональної системи, досліджуваних транспортних і технічних систем і відповідні підсистеми, що відповідають їм, у свою чергу розпадаються, через ієрархічний принцип побудови, на свої власні підсистеми. Кількісні показники загальносистемних БВ формуються рядом кількісних показників частинних базових властивостей W'_A , які визначають результати взаємодії систем з підсистемами і вимірюються частинними параметрами P_B^K .

Виходячи з цього, для показників кожної загальносистемної базової властивості, враховуючи вираз (5), маємо:

$$W_{A^s}(t) = F'_{4A^s} \left[\left\{ W'_{Aj}(t); j = \overline{1, n'_j} \right\} \right] = F'_{5A^s} \left[\left\{ P_{Aj}^{K'}(t); j = \overline{1, n'_j} \right\} \right] \quad i = \overline{1, N}. \quad (6)$$

Якщо $P_{Aj}^{K'}(t)$ уявити як $\{p_1(t), p_2(t), \dots, p_{n1}(t)\}$; $\{p'_1(t), p'_2(t), p'_{n2}(t)\}$; $\{p_1^n(t), p_2^n(t), p_{ni}^n(t)\}$ і взяти до уваги ієрархічність побудови самих систем, то можна бачити, що кожна загальносистемна часткова властивість об'єктів, описувана параметрами $P_{n1}, P'_{n2}, \dots, P_{ni}^n$, які у свою чергу, формується з аналогічних підсистемних базових властивостей, число яких визначається числом підсистем, що входять в ці об'єкти і мірою їх деталізації. Зазначене означає, що з урахуванням викладеного, кількісні показники рівнів кожного із загальносистемних БВ складних систем слід представляти функцією від матриці-функції з розмірністю, визначуваною числом частинних властивостей n'_j , при формуванні конкретних БВ, і характеризуються числом підсистем при вирішенні завдань дослідження, що має вигляд:

$$W_{A^s}(t) = F'_{5A^s} [M_{WA^s}^{\tilde{n}}(t)]. \quad (7)$$

Матриця-функція такого типу, для представлення однієї з найважливіших БВ систем різного призначення надійності (Б7), має вигляд:

$$M_{WA^s}^c(t) = \begin{vmatrix} W'_{11}(t) & W'_{12}(t) & \dots & W'_{1m_1}(t) \\ W'_{21}(t) & W'_{22}(t) & \dots & W'_{2n_2}(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ W'_{m_y1}(t) & W'_{m_y2}(t) & \dots & W'_{myn}(t) \end{vmatrix} \quad (8)$$

де m_y - число підсистем; n_{my} - число частинних властивостей, що мають місце в m_y -й підсистемі.

Рівні параметрів усіх загальних БВ експлуатації для складних в цілому систем знаходяться в певному кількісному взаємозв'язку, який можна формально виразити так:

$$W_{A^s}(t) = F_W \left[W_{A^s1}^{OE}(t), W_{A^s2}^{OE}(t), \dots, W_{A^sm}^{OE}(t); P_{11i}^c(t), P_{12i}^c(t), \dots, P_{22i}^c(t), \dots, P_{mki}^c(t) \right] \quad (9)$$

де $P_{mki}^c(t)$ - структурні параметри об'єктів, що беруть участь у формуванні загальносистемного показника і-ої БВ при представленні його через показники БВ експлуатації; $W_{A^sm}^{OE}(t)$ - показники різномірних властивостей, що лежать в основі формування більш складних транспортних або технічних систем.

Для забезпечення однозначності оцінки рівня показників БВ, і подання їх у формі єдиних (скалярних) величин, необхідних для вироблення управлінських рішень і їх оптимізації, з позицій імовірнісного фізико-інформаційного підходу, рекомендується метод розрахунку ймовірних значень рівня показника БВ, що будується з врахуванням ймовірності реалізації того або іншого варіанту проектувальної та виробничої ситуації $P_n[(P_{11}), (P_{12})]$ і експлуатаційної і цільової ситуації $P_\delta[(P_{21})]$, що характеризуються тією або іншою комбінацією параметрів відповідних компонент підсистем, які можуть скластися впродовж реального життєвого циклу транспортних і технічних систем.

При такому підході ймовірнісні значень показників тієї або іншої БВ дорівнюють:

$$W_{A^n}^{\hat{e}i\hat{a}}(t) = \sum_{a=1}^{a_{i\hat{a}}} W_{A^n} [P_{i\hat{O}\hat{N}_a}^n(t), P_{OCa}^n(t)] P_n(t); i_n \subset i, \quad (10)$$

$$W_{A^\delta}^{\hat{e}i\hat{a}}(t) = \sum_{\hat{a}=1}^{\hat{a}_{i\hat{a}}} W_{A^\delta} [P_{i\hat{O}\hat{N}_{\hat{a}}}^\delta(t), P_{OCa}^\delta(t)] P_\delta(t); i_\delta \subset i,$$

де $a_{мож}$, $b_{мож}$ - число можливих промислових і функціональних ситуацій, що прогнозуються при дослідженні транспортних і технічних систем відповідно.

Для ймовірностей P_n і P_δ уявлення про значення, які можуть змінюватися в ході дослідження, характерні наступні співвідношення, як для повної ймовірності подій:

$$\sum_{\hat{a}=1}^{\hat{a}_{i\hat{a}}} P_{an}(t) = 1 \text{ та } \sum_{\hat{a}=1}^{\hat{a}_{i\hat{a}}} P_{b\delta}(t) = 1. \quad (11)$$

Відповідно до виразів (10) і (11), встановлено, що ймовірно рівні значення показників БВ досліджуваних систем, умовно можна вважати номінальними рівнями.

Значимо, що вибір усіх рішень в ході дослідження надійності транспортних та технічних систем проводиться, виходячи із забезпечення максимального рівня показників, з використанням прогнозованої повної якості їх функціонування. Відповідно до еволюційних підходів фізико-інформаційний підхід трактується як загальна міра пристосованості структур транспортних і технічних систем до взаємодії тим чи іншим способом з робочим (технологічним) та зовнішнім середовищем, характерних для протікання усіх етапів життєвого циклу, згідно певних еволюційних схем.

По своїй принципівій суті це трактування елементів транспортних і технологічних систем з показниками якості, як сукупності 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:

$$Q_c^o(t) = F_{q_0} \left\{ \left\{ W_{A^s}(t); i = \overline{1, N} \right\} \right\}, \quad (12)$$

На основі загального функціонала пристосованості, в загальному випадку встановлюють залежність від параметрів структури підсистем, , що змінюються в часі. Це означає, що даний функціонал має вигляд:

$$Q_c^o(t) = F_{q_0} \left\{ \left\{ W_{A^s}(t); i = \overline{1, l_{A_i}} \right\} \left\{ P_{i\hat{O}\hat{N}_j}(t); j = \overline{1, m_{A_i}} \right\} \left\{ P_{jck}(t); k = \overline{1, k_{A_i}} \right\} \right\} \quad (13)$$

Аналізуючи (13), можна зробити деякі принципові узагальнення. Зокрема, з функціоналу випливає, що рівні ймовірності значень показників якості функціонування транспортних і технічних систем, як і властивостей, можуть кількісно вимірюватися тільки за умови розгляду в них взаємодії та змінюватися шляхом управління параметрами структури, досягаючи певного граничного значення для цієї структури. У спеціальній науковій літературі величина $Q_c^{\hat{e}i\hat{a}}$ розглядається, як повний кваліметричний потенціал.

Для кількісної характеристики рівня показника якості функціонування транспортних і технічних систем в ході дослідження, при застосуванні фізико-інформаційного підходу, використовуються групи показників, що класифікуються за наступними ознаками: етапності групування базової властивості; структурної розмірності кваліметрованого об'єкту; числом показників, вживаних для представлення показника якості функціонування; мірою охоплення базовою властивістю і т.д.

Якщо розрізнити, відповідно до структури життєвого циклу елементів систем, виробничу і функціональну компоненти їх показників якості, які, у свою чергу, поділяються на проектну, виробничу, експлуатаційну і цільову компоненти, то загальний показник якості функціонування елементів систем, буде функціоналом від вказаних компонент й відображає естафетний принцип формування:

$$Q_c^n(t) = F'_{q3} [Q_c^n(t), Q_c^{\hat{o}}(t)] = F'_{q4} [Q_c^p(t), Q_c^{i\hat{o}}(t), Q_c^{\hat{a}}(t), Q_c^{ee\hat{o}}(t)]. \quad (14)$$

Оскільки, виходячи з виразу (13) показники рівня якості функціонування кожної з підсистем (компонент) кількісно визначаються сукупністю показників відповідних БВ елементів систем, то і вираз функціоналу (14) слід представляти у вигляді залежності від відповідних їх показників. Зокрема, це означає, що виробничу і функціональну компоненти повної якості функціонування можна розглядати як функціонали від показників $\{A_{i3}\}$ відповідної їм групи:

$$\begin{aligned} Q_c^o(t) &= F_{q0} \{W_{A_{i3}}(t)\}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, N^n; \\ Q_c^{\hat{o}}(t) &= F_{q0} \{W_{A_{i3}}(t)\}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, N^{\hat{o}}. \end{aligned} \quad (15)$$

Аналогічним чином слід визначати виробничу, експлуатаційну і цільову компоненти повної якості функціонування, можна вважати функціоналами від показників відповідної підгрупи базових властивостей.

Кожна з компонент повної якості функціонування характеризує системи, як об'єкти виробничого створення і функціонального використання, відображає етапні фазові міри їх пристосованості до взаємодії з робочим (технологічним) та зовнішнім середовищем тим або іншим способом по тій або іншій загальній системі з етапними їх компонентами. Так, зокрема, рівень якості функціонування $Q_c^n(t)$ визначає міру пристосованості до технічних та технологічних можливостей, а рівень $Q_c^{\hat{o}}(t)$ - до функціональних потреб. Відповідно до цього ці компоненти можуть розглядатися як показники якості з часткових та відомчих точок зору: виробництва (розробників та виробників) і замовника (експлуатаційників і персонал, що використовує техніку за призначенням). Останні, як показує досвід роботи, при розробленні і узгодженні вимог до якості функціонування прагнуть задати найбільш високий рівень повної якості.

Основою для визначення рівня кількісних показників компонент повної якості, які мають в розпорядженні підсистеми, у виразі (15) служать етапні функціонали пристосованості, типу (13). Ці функціонали можна представити на основі відповідних груп узагальнених базових і часткових кваліметричних параметрів:

$$Q_c^n(t) = F_{q1} [P_{\hat{a}}^{\hat{o}}(t)] = F'_{q3} [I_{A11}(t), I_{A12}(t), \dots, I_{A21}(t), I_{A22}(t), \dots, I_{A11}(t), I_{A12}(t), \dots, N^n]. \quad (16)$$

Етапні компоненти повної якості функціонування систем взаємозв'язані, оскільки усі вони визначаються структурою транспортних та технічних систем, виходячи з умов виконання певних цільових завдань. Звідси випливає, що цільова компонента повної якості визначає рівень усіх його компонент:

$$Q_c^{\hat{o}}(t) = F'_{q4} [Q_c^{\hat{o}}(t)]; Q_c^{i\hat{o}}(t) = F'_{q4} [Q_c^{\hat{o}}(t)]; Q_c^o(t) = F'_{q4} [Q_c^{\hat{o}}(t)]. \quad (17)$$

Якщо взяти до уваги, що загальносистемні, для складних систем, показники етапних компонент повної якості функціонування формуються з відповідних етапних підсистемних показників якості, що проявляються на кожному з етапів життєвого циклу. Вираз (17) для $Q_c^o(t)$ в розгорнутій формі доцільно представляти у вигляді функціонала багатовимірної функціональної матриці розміру $(4 \times m_y)$, члени якої є етапними показниками якості підсистем, типу $Q_c^o(t) = F'_{q5} [M_{q0}(t)]$, де

$$M_{q0}(t) = \begin{bmatrix} Q_{IN1}^p(t) & Q_{IN1}^{np}(t) & Q_{IN1}^{\hat{a}}(t) & Q_{IN1}^{\hat{o}}(t) \\ Q_{IN2}^p(t) & Q_{IN2}^{np}(t) & Q_{IN2}^{\hat{a}}(t) & Q_{IN2}^{\hat{o}}(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ Q_{INm_y}^p(t) & Q_{INm_y}^{np}(t) & Q_{INm_y}^{\hat{a}}(t) & Q_{INm_y}^{\hat{o}}(t) \end{bmatrix}. \quad (18)$$

Матриця (18) може розглядатися як математична модель показників наявних компонент повної якості функціонування або системи цінностей складних транспортних і технічних систем, яка відображає етапну підсистемну форму утворення і структурну розмірність.

В процесі дослідження транспортних та технічних систем, з конкретною структурою побудови, рівень показників повної якості не може бути визначено однозначно, в зв'язку з неможливістю однозначного встановлення фактичних параметрів, які будуть реалізовані при створенні і функціонуванні цих систем. Отже, необхідний розрахунок можливих значень показників якості, який враховував би ймовірність

реалізацій a -ої виробничої P_a^n і v -ої функціональної P_b^ϕ ситуацій, що характеризуються з множини можливих, конкретним сукупним сполученням параметрів робочого (технологічного) і зовнішнього середовища.

Слід зазначити, що одним і тим показникам якості функціонування систем може відповідати кілька критеріїв. Вибір конкретного критерію здійснюється в залежності від постановки завдань, етапів розробки і цілей оцінки, зважаючи на їх побічність і локальність.

Для кількісного виміру показників якості, так само як і властивостей, використовуються критерії: матричного типу у вигляді сукупності критеріїв рівня показників БВ (основних характеристик) або підсистемного критерію якості, представленого виразом (18), без зведення їх до єдиних узагальнених критеріїв. Такий підхід до оцінки критеріїв якості використовується в даний час, як правило, у взаємовідносинах між замовниками і розробниками складних транспортних і технічних систем. Пропонується полікритеріальний критерій векторного типу, у вигляді сукупності, представленої у виразі (14), з обмеженим числом критеріїв, що є, зокрема, основними компонентами повної якості, які можуть подаватися у вигляді вектору; багатокритеріального (скалярного) типу, у вигляді єдиних критеріїв.

На сьогодні в цьому напрямі розроблено багато методів рішення завдань з використанням матричних і векторних критеріїв якості, типу методів: почергового вирівнювання, послідовних поступок, ранжування окремих компонентів показників якості. При цьому більш прогресивною формою оцінки рівня якості функціонування складних систем є відображення показників у вигляді єдиного кількісного критерію, що дозволяє в максимальному степені формалізувати, спростити і забезпечити прийняття об'єктивних рішень щодо функціонування транспортних та технічних систем. Від того, який критерій ефективності вибирається головним, наскільки він об'єктивний, залежать не лише результати окремих рішень, але і напрями розвитку цілих галузей на тривалий період часу.

Висновки

1. Розроблена методологія визначення основних властивостей експлуатації та якості функціонування транспортних і технічних систем дає можливість оцінити рівень їх ефективності та підвищити надійність.

2. Виходячи із запропонованої методології, розглянуто кількісні рівні ймовірностей сукупності показників базових властивостей та якості транспортних та технічних систем, характерних для протікання різних етапів їх життєвого циклу

3. Запропоновані принципи формування критеріїв ефективності, які можуть бути покладені в основу практичної діяльності науково-дослідних організацій і автотранспортних підприємств, що досліджують проблему підвищення та забезпечення надійності транспортних та технічних систем.

Список використаних джерел

1. Аулін В.В. Типологічний підхід до раціонального розподілу рухомого складу на маршрутах міста в умовах переважання комерційного сектору пасажирських перевезень / В.В. Аулін, Д.В. Голуб // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля.– Луганськ: СНУ, 2010. – №7(149) – С. 47-52.

2. Надежность и эффективность в технике: Справочник. В 10 Т./ Ред. Совет: В.С. Адуевский и др. -М.: Машиностроение, 1988. - Т. 5.: Проектный анализ надежности. - 316с.

3. Надійність сільськогосподарської техніки: Підручник. Друге видання, перероблене і доповнене [М.І. Черновол, В.Ю. Черкун, В.В. Аулін та ін.]. За ред. М.І. Черновола.– Кіровоград:КОД, 2010. – 320 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. Аулін В.В. Надійність як найвагоміша складова оцінки якості роботи транспортної системи / В.В. Аулін, Д.В. Голуб / Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 17–18 листоп. 2016) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – С.154-155.

6. Михлин В.М. Прогнозирование технического состояния машин / Михлин В.М. - М.: Колос, 1976. - 254 с.

7. Аулін В.В. 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: Видавництво ТОВ "КОД", 2017. – 370 с.