

Аулін В.В.,
Голуб Д.В.,
Гриньків А.В.,
Лисенко С.В.

Центральноукраїнський національний
технічний університет,
м. Кропивницький, Україна
E-mail: AulinVV@gmail.com

МЕТОДОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ
ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗВ'ЯЗАННЯ
ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ
ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ
СИСТЕМ

УДК 656:338

В роботі дано методологічне обґрунтування дослідження та розв'язання проблеми забезпечення та підвищення надійності функціонування транспортних систем на основі системно-спрямованого і фізико-інформаційного підходів. Розроблено схему розвитку методології досліджень, дано структуру теоретичних основ надійності транспортних систем і процесів побудови методології фізико-інформаційного підходу. Побудовано узагальнену схему і модель надійності функціонування транспортних систем.

Ключові слова: транспортна система, надійність, дослідження, системно-спрямований і фізико-інформаційний підхід, методологія, математична модель

Вступ. Поточний стан справ з оцінкою і забезпеченням надійності вантажних і пасажирських перевезень автомобільним транспортом істотно ускладнює досягнення позначених в Транспортній стратегії індикаторів розвитку транспортної системи України. Пропонований вченими на сьогодні показник якості на транспорті – надійність, враховує, в основному, тільки надійність технічних засобів, в той час як надійність виконуваних послуг практично не розглядається. Також не проводиться нормування надійності на автомобільному транспорті і в звітах автотранспортних підприємств відсутні критерії, що характеризують надійність та ефективність їх роботи. Зазначене є однією з причин втрачання автомобільним транспортом важливої конкурентної переваги на світовому ринку перевезень вантажів і пасажирів, а також усередині країни по відношенню до інших видів транспорту.

Метою роботи є методологічне обґрунтування розв'язання проблеми надійності транспортних систем і процесів для забезпечення і підвищення рівня ефективності їх функціонування

Постановка проблеми. Необхідність підвищення готовності до використання за призначенням транспортних і технічних систем є причиною пошуку шляхів становлення і розвитку теорії їх надійності та ефективності функціонування [1-3]. Сутність змістовної частини будь-якої теорії визначається використаним в ній загальнонауковими концептуальними підходами методологічного характеру, що базуються на критичному осмисленні системи принципів і способів організації та побудові теоретичної і практичної діяльності. З цієї точки зору системно-спрямований підхід будується на виконанні його вимог до будь-яких досліджень в частині різностороннього розгляду транспортних і технічних систем, з урахуванням всіх істотних їх факторів, як об'єкту, який представляється у вигляді єдиного цілого, що складається з взаємозв'язаних елементів, ланцюгів і підсистем, підпорядкованих досягненню спільної цільової функції [4 – 7]. У свою чергу, системно-спрямований підхід трактується як загальна методологія науки, яка базується на існуючих методологічних світоглядних концепціях [8, 9].

Однак слід зазначити, що системно-спрямований підхід не відображає змісту всієї сукупності принципів, що забезпечують розвиток систем, в зв'язку з чим вони

не можуть самостійно розглядатися як найбільш універсальні і базові для розробки теорії надійності транспортних систем.

Виходячи з цього, сформульована гіпотеза про те, що найбільш універсальний, концептуальний підхід для побудови загальної теорії надійності сучасних транспортних систем та їх дослідження, які при цьому, залишаючись комплексними, повинні відображати не тільки їх як системну організацію побудови, але і включати еволюційний і управлінський аспекти, що забезпечують постійне вдосконалення і підвищення ефективності та надійності, системно-спрямований підхід доповнюється фізико-інформаційним підходом.

Результати дослідження. Науковим фундаментом системно-спрямованого підходу є загальна теорія систем, а науковим фундаментом фізико-інформаційного підходу - фізичний зміст систем в інформаційному відображенні. Важливим принципом фізико-інформаційного підходу слід вважати і визначення алгоритму його реалізації в будь-якій області практичного застосування, який можна представити наступними типовими операціями:

- встановлення актуальних, програмних цілей, формування і постановка завдань по їх досягненню;
- вибір для досягнення цих цілей об'єктів і засобів у формі систем відповідної їм складності;
- визначення характерного для цих систем робочого (технологічного) та зовнішнього середовищ протягом усього періоду їх існування;
- вивчення передісторії, стану і можливих напрямків розвитку обраної системи, її робочого (технологічного) та зовнішнього середовищ і процесів їх взаємодії;
- встановлення параметрів, що визначають ефективність цієї системи та формування програмних її рівнів повної якості, що враховує ступінь досягнення поставлених цілей з їх використанням та пов'язаних з цим сукупністю витрат;
- організація замкнутих контурів підвищення ефективності системи для цілеспрямованого переведення її з існуючого в прогнозований стан;
- моделювання і максимальна формалізація системи, робочого (технологічного) і зовнішнього середовищ, що має відношення до об'єктів, процесів і факторів на основі математичного та обчислювального забезпечення з їх фізичним змістом;
- реалізація процесів підвищення ефективності системи на основі використання всієї необхідної інформації, що циркулює по каналах прямого і зворотного зв'язку.

З позицій сучасного наукового рівня розуміння різномірних систем, у тому числі і транспортних, структуру фізико-інформаційного підходу можливо представити наступним чином (рис. 1).

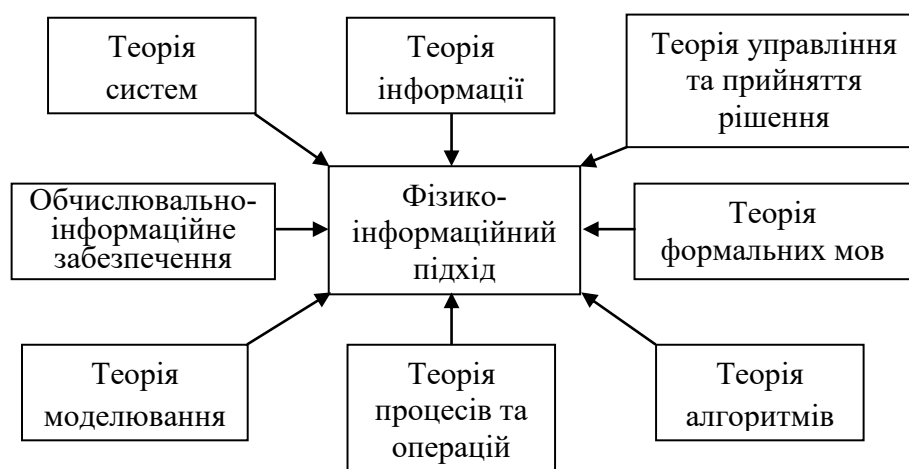


Рис. 1 – Структура зв'язку фізико-інформаційного підходу з напрямками його реалізації та теоретичним і обчислювально-інформаційним забезпеченням

Фізико-інформаційний підхід в даній роботі обрано в якості концептуального підходу для побудови змістовної частини загальної теорії підвищення ефективності та надійності транспортних систем на сучасному етапі. Поєднання системно-спрямованого і фізико-інформаційного підходів дозволяє обґрунтувати подальший розвиток теоретичного забезпечення процесів дослідження та застосування сучасних теорій, в основі яких лежать методи підвищення ефективності та надійності транспортних систем.

Виходячи із зазначеного, розроблено структурну схему розвитку методології дослідження стану сучасних транспортних систем (рис. 2).

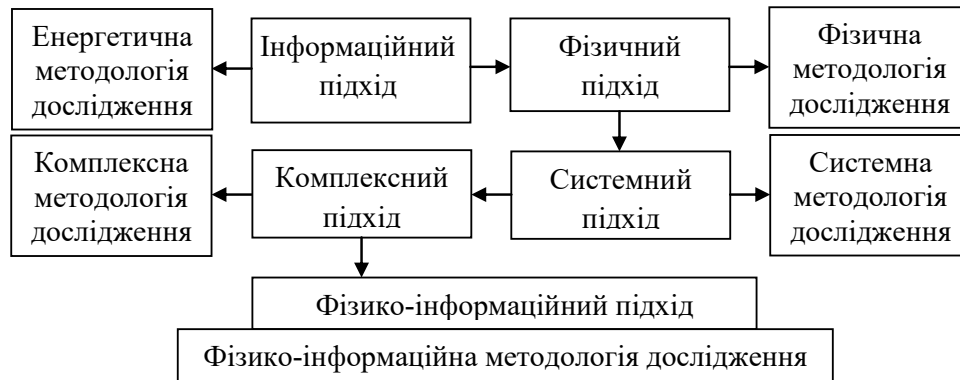


Рис. 2 – Схема розвитку складових методологій дослідження транспортних систем

Здійснюючи теоретичне узагальнення з позицій фізико-інформаційного підходу, досвіду розробки, експлуатації ряду поколінь автомобільного транспорту можна уявити структуру методології підходу як продукт розвитку загальної теорії створення і дослідження, вдосконалення та забезпечення надійності функціонування транспортних систем різного призначення (рис. 3), які мають багаторівневу ієрархічну структуру.



Рис. 3 – Структура теоретичних основ надійності транспортних систем і процесів, що використовується для побудови методології фізико-інформаційного підходу

Зазначимо, що аналіз і вибір підходів і методів до формування методологічних основ створення, використання та забезпечення надійності різних транспортних систем однозначно вимагає оцінки тенденцій їх розвитку. Це особливо актуально через наявність таких процесів, коли зовсім нові і цілком працездатні системи швидко застарівають і не встигає встоятися супроводжуючий понятійний апарат та програмно-математичне забезпечення. Зазначене свідчить, що фізико-інформаційний підхід стосовно конкретних транспортних систем може бути успішно реалізований тільки на основі всебічного аналізу і їх властивостей, призначення і областей застосування при дослідженні і розв'язанні проблеми надійності їх функціонування.

Моделювання у фізико-інформаційному підході служить основним інструментом для синтезу до певної міри і побудови ідеалізованих фізичних, інформаційних і методологічних моделей існуючих або уявних об'єктів, факторів і процесів, які мають або будуть мати пряме або опосередковане відношення до побудови, експлуатації, вдосконалення і цільового використання транспортних систем. При цьому спостерігається певна імітація їх в деякій формі, відмінній від оригіналів, зі збереженням адекватності по основній сутності.

Головними об'єктами моделювання у фізико-інформаційному підході є транспортні системи з їх власними підсистемами, ланцюгами та елементами, а саме: програмно-цільові; технічні; промислово - функціональні; операційні; керуючі.

Вся сукупність моделей основних підсистем транспортних систем може утворювати узагальнену модель, до якої, виходячи із запропонованого підходу, ставляться вимоги, головні з яких є наступні:

- достовірність, об'єктивність і повнота відображення сутності модельованих систем, підсистем, ланцюгів, елементів та їх взаємозв'язків;
- цілеспрямованість, чутливість до змін аналізованих зовнішніх змінних (вихідних даних) і внутрішніх змінних (параметрів);
- вагомість фізичного трактування і прозорість;
- доступність в розробці і використанні з точки зору оперативності та трудомісткості синтезу і обробки;
- адаптивність, гнучкість і можливість оперативного перенастроювання при періодичній зміні структури систем.

При дослідженні складних транспортних систем, їх підсистем, ланцюгів та елементів будується загальна модель, структура якої повинна відображати всі сторони прояву складності, в зв'язку з чим їй повинні бути притаманні всі істотні особливості об'єктів, що моделюються. Зокрема, мати системну ієрархічну структуру; розкладатися на пов'язані між собою в єдине ціле моделі різного рівня структурної організації, що представляють, по суті, загальносистемні, підсистемні, ланцюгові та елементні моделі, які непостійні в часі і змінюються при переході від одного стану та етапу до іншого; використовуваної для їх побудови інформації та сукупність характеристик еволюційного розвитку.

Моделювання в даному випадку охоплює ряд етапів:

1. Синтез моделей на основі виділення певних цінностей в тому чи іншому дослідженні, абстрагування, знехтування несуттєвими рисами та властивостями, вибір типу моделей, які найбільш повно відповідають вимогам конкретних досліджень.
2. Застосування моделі для вироблення того чи іншого рішення щодо зміни програмно-цільового напрямку, технічної, промислово-функціональної, операційної або керуючої підсистем, ланцюгів та сукупності елементів.
3. Аналіз отриманих результатів та прийняття зазначених вище рішень з урахуванням накладених на транспортні системи, їх підсистеми, ланцюги та елементи обмежень.

Актуальним у фізико-інформаційному підході є питання про адекватність моделей реальній дійсності, яка покладена в основі раціональності прийнятих рішень.

Формально структуру узагальненої моделі в кожний момент часу дослідження складних транспортних систем символічно можна виразити множиною часткових моделей Y_i на всіх i рівнях систем або j підсистем:

$$Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_i, \dots, Y_n\}, \quad (1)$$

Створення загальної моделі для забезпечення підвищення ефективності і забезпечення надійності сучасних складних транспортних систем трудомістка теоретична задача, рішення якої базується на встановленні шляхом абстрагування насамперед принципів, відношень або характерних ознак, що лежать в основі дослідженої сторони або об'єкта в цілому, що моделюється, та подання їх через обрані параметри. При цьому в першу чергу прагнуть виявити основні особливості об'єктів, розглядаючи їх через найбільш характерні, основні параметри, виключивши для запобігання громіздкості моделей другорядні параметри й вибираючи розумний ступінь деталізації в кожному конкретному дослідженні.

Основою для побудови моделей при дослідженні транспортних систем служать, перш за все, причинно-наслідкові, детерміновані і ймовірнісні закономірності, що встановлюються формально-теоретичним, дослідно-теоретичним, емпіричним (експериментальним), логіко-інтуїтивним (евристичним) або комбінованими способами, налагоджуються і перевіряються встановленими співвідношеннями між значеннями вихідних результатів моделювання і параметрів, які є вхідними даними.

Моделі всіх підсистем транспортних систем, призначені для оцінки їх можливостей і потреб з урахуванням довгострокової перспективи, яка будується на основі ряду функціональних прогнозів: наукових, технічних, виробничих, економічних, галузевих, міжгалузевих, експлуатаційних, цільових, спеціальних, виконуваних стосовно їх еволюційної схеми розвитку та ступеня забезпеченості надійністю.

Інформаційною базою для складання всіх зазначених вище прогнозів служать дані аналізу станів транспортних систем, їх підсистем, ланцюгів та елементів в досліджуваній період, наукові повідомлення і статті, патентні дослідження, спеціальна інформація, внаслідок проведених науково-дослідних робіт фундаментального і прикладного характеру, документи щодо сучасного стану розвитку науки, техніки, виробництва, економіки та ін. Операційно-експлуатаційні моделі транспортних систем відображають технологію їх експлуатації та рівень надійності.

Теоретична основа синтезу операційно-експлуатаційних моделей транспортних і технологічних систем формується в даний час в теорії їх експлуатації. Для аналізу різних способів їх функціонування і синтезу відповідних операційних моделей, вибору раціональної з них, при відсутності математичної постановки, доцільно застосовувати найбільш поширені методи імітаційного моделювання, в якому досліджується поведінка модельованих об'єктів при різних допустимих значеннях параметрів і вихідних даних.

Висновки:

1. В методології досліджень і розв'язання проблеми забезпечення і підвищення надійності функціонування транспортних систем запропоновано використувувати поєднання системно-спрямованого і фізико-інформаційного підходів. Дано їх обґрунтування, зазначені можливості і теоретичні основи, на яких вони базуються, запропоновано зв'язок кожного з цих підходів з напрямками їх реалізації. Розроблено

схему розвитку методології досліджень транспортних систем, дано структуру теоретичних основ їх надійності та побудовано методологію фізико-інформаційного підходу.

2. З'ясовано, що однією з головних концепцій фізико-інформаційного підходу є моделювання процесів функціонування, забезпечення та підвищення надійності транспортних систем з їх власними підсистемами, ланцюгами та елементами. Показано, що сукупність їх моделей утворює загальну модель до якої, виходячи із запропонованого підходу, ставиться велика кількість вимог. Для складних транспортних систем розроблено ряд етапів процесу моделювання, з'ясовано адекватність загальної моделі реальній дійсності, а також розглянуто принципи побудови їх операційних моделей.

3. Побудовано узагальнену схему і модель надійності функціонування транспортних систем. Розроблено основні положення, зорієнтовані на узагальнену схему дослідження проблеми забезпечення і підвищення надійності та ефективності їх функціонування.

Література

1. Аулін В.В. Проблеми та задачі теорії надійності машин / В.В. Аулін, Черновол М.І., Є.К. Солових // Зб. наук. праць І Міжнар. наук.-техн. конф. "Динаміка, міцність і надійність с/г машин DSR AM-I" Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя. Тернопіль 2004. С.567-569.
2. 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.
3. Аулін В.В. Рівні отримання інформації про технічний стан двигунів в системі діагностичного моніторингу / В.В. Аулін, О.Ю. Жулай, С.В. Лисенко [та ін.] / Зб. наук. праць Луганського нац. аграр. університету. Серія: Технічні науки. – Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2006, - №.65(88) – С.21-28.
4. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем, 2-е изд., перераб. / Н.П. Бусленко. - М.: Наука, 1978. - 399 с.
5. Вагнер Г. Основы исследования операций / Г. Вагнер / Пер с англ., т. 1. - М.: Мир, 1972. - 246 с.
6. Венцель Е.С. Исследование операций / Е.С. Венцель. - М.: Советское радио, 1976. - 552 с.
7. Кокорев Г.Д. Некоторые аспекты теории комплексного проектирования сложных организационно-технических систем / Г.Д. Кокорев // Научно-технический сборник №10.- Рязань: ВАИ, 2000. - С 19-21.
8. Кокорев Г.Д. Использование принципов системного подхода при анализе системы восстановления автомобильной техники / Г.Д. Кокорев, А.Ю. Афаеасьев // Научно-технический сборник №6. - Рязань: ВАИ, 1995. - С. 46- 50.
9. Кокорев Г.Д. Кибернетический подход - как основа теории создания и управления качеством сложных технических систем на современном этапе / Г.Д. Кокорев // Научно-технический сборник №10. - Рязань: ВАИ, 2000. - С 3-8.

Summary

Aulin V., Golub D., Hryniv A., Lysenko S. Methodological substance of research and solution of problem of reliability of vehicle functioning.

A method for estimating the thickness of protective film coatings is proposed, which is recommended to be carried out on the basis of the determination of the change in the concentration of iron that occurs when rubbing with modifying additives. The method makes it possible to estimate the fraction of components in the films of secondary protective structures and to determine the degree of their heterogeneity both in composition and in thickness variation.

Keywords: oxide films, friction, lubrication, electronometallographic studies, boundary friction, concentration of components.

The current state of affairs in assessing and ensuring the reliability of freight and passenger transport by road significantly complicates the achievement of the transport system indicators of the transport strategy indicated in the Transport Strategy. At present, the quality indicator in transport proposed by scientists is reliability, taking into account, basically, only the reliability of technical means, while the reliability of performed services is practically not considered.

Also, there is no standardization of reliability in road transport and in the reports of motor transport enterprises there are no criteria that characterize the reliability and efficiency of their work. This is one of the reasons for the loss of road transport an important competitive advantage in the global market for the transportation of goods and passengers, as well as within the country in relation to other modes of transport.

The methodological substantiation of the research and solution of the problem of providing and improving the reliability of transport systems functioning on the basis of system-directed and physical-information approaches is given in the work. The scheme of development of the research methodology has been developed, the structure of theoretical foundations of the reliability of transport systems and processes of construction of the methodology of the physico-informational approach is given. A generalized scheme and model of reliability of functioning of transport systems are constructed. The basic provisions focused on the generalized scheme of research of the problem of maintenance and increase of reliability and efficiency of their functioning are developed.

Keywords: transport system, reliability, research, system-directed and physical-informational approach, methodology, mathematical model

References

1. AulIn V.V. Problemi ta zadachI teorIYi nadIynostI mashin / V.V. AulIn, Chernovol M.I., E.K. Solovih // Zb. nauk. prats I MIzhnar. nauk.-tehn. konf. "DinamIka, mItsnIst I nadIynIst s/g mashin DSR AM-I" TernopIlskiy derzhavniy tehnIchniy unIversitet Im.. I. Pulyuya. TernopIl 2004. S.567-569.
2. AulIn V.V. MetodologIchnI I teoretichnI osnovi zabezpechennya ta pIdvischennya nadIynostI funktsIonuvannya avtomobilnih transportnih sistem: monografIya / V.V. AulIn, D.V. Golub, A.V. GrinkIv, S.V. Lisenko. – Kropivnitskiy: Vidavniststvo TOV "KOD", 2017. – 370 s.
3. AulIn V.V. RIvnI otrimannya InformatsIYi pro tehnIchniy stan dvigunIv v sistemI dIagnostichnogo monItoringu / V.V. AulIn, O.Yu. Zhulay, S.V. Lisenko [ta In.] / Zb. nauk. prats Luganskogo nats. agrar. unIversitetu. SerIya: TehnIchnI nauki. – Lugansk: Vidavniststvo LNAU, 2006, - №65(88) – S.21-28.
4. Buslenko N.P. Modelirovanie slozhnyih sistem, 2-e izd., pererab. / N.P Buslenko. - M.: Nauka, 1978. - 399 s.
5. Vagner G. Osnovyi issledovaniya operatsiy / G. Vagner / Per s angl., t. 1. - M.: Mir, 1972. - 246 s.

6. Ventsel E.S. Issledovanie operatsiy / E.S. Venttsel. - M.: Sovetskoe radio, 1976. - 552 s.
7. Kokorev G.D. Nekotoryie aspekty teorii kompleksnogo proektirovaniya slozhnyih organizatsionno-tehnicheskikh sistem / G.D. Kokorev // Nauchno- tehnichestkiy sbornik №10.- Ryazan: VAI, 2000. - S 19-21.
8. Kokorev G.D. Ispolzovanie printsipov sistemnogo podhoda pri analize sistemyi vostanovleniya avtomobilnoy tehniki / G.D. Kokorev, A.Yu. Afaeashev // Nauchno- tehnichestkiy sbornik №6. - Ryazan: VAI, 1995. - S. 46- 50.
9. Kokorev G.D. Kiberneticheskiy podhod - kak osnova teorii sozdaniya i upravleniya kachestvom slozhnyih tehnichestkikh sistem na sovremennom etape / G.D. Kokorev // Nauchno-tehnicheskii sbornik №10. - Ryazan: VAI, 2000. - S 3-8.