

УДК 656.338

В.В. Аулін, Д.В. Голуб, А.В. Гриньків¹*Центральноукраїнський національний технічний університет***КРИТЕРІЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ І ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ**

З'ясовано поняття і правила критеріїв реалізації процесів забезпечення та підвищення надійності і ефективності автомобільної транспортної системи під час її функціонування. Представлено роз'яснення щодо обґрунтування принципу розробки концептуального рішення по даній проблемі реалізацією цільового процесу в транспортній системі. Розглянуто основні критерії придатності як результат операцій, цілі яких визначають кількість характеристик та дано їх класифікацію.

Ключові слова: транспортна система, критерій, надійність, ефективність, операція, результат.

В.В. Аулин, Д.В. Голуб, А.В. Гриньков**КРИТЕРИИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ**

Выяснено понятие и правила критериев реализации процессов обеспечения и повышения надежности и эффективности автомобильной транспортной системы во время ее функционирования. Представлено разьяснение относительно обоснования принципа разработки концептуального решения по данной проблеме реализацией целевого процесса в транспортной системе. Рассмотрены основные критерии пригодности как результат операций, цели которых определяют количество характеристик и дана их классификация.

Ключевые слова: транспортная система, критерий, надежность, эффективность, операция, результат.

V. Aulin, D. Holub, A. Hrynkiw**CRITERIA FOR IMPLEMENTING PROCESSES TO ENSURE AND IMPROVE THE RELIABILITY AND EFFICIENCY OF TRANSPORT SYSTEMS**

The concept and rules of the criteria for the implementation of processes to ensure and improve the reliability and efficiency of the road transport system during its operation are clarified. An explanation is provided regarding the justification of the principle of developing a conceptual solution for this problem by implementing the target process in the transport system. The main criteria of suitability as the result of operations whose goals determine the number of characteristics and their classification are given.

Keywords: transport system, criterion, reliability, efficiency, operation, result.

Постановка проблеми. Оцінка надійності та ефективності автомобільної транспортної системи завжди суб'єктивна і залежить від того, в чиїх інтересах і з точки зору якого учасника перевезень вона здійснюється. Оцінка ефективності завжди дається з точки зору споживача транспортних послуг, а надійність - це об'єктивна характеристика, що оцінюється ймовірністю безвідмовної роботи транспортної системи.

Суб'єктивність категорії ефективності можна обґрунтувати сучасною теорією ігор [1] і визначається структурою автотранспортної системи. Кожна з підсистем автотранспортної системи має свої власні цілі. Серед них однією з найбільш важливих є забезпечення власної стійкості, тобто виживання в конкурентному сучасному середовищі [2]. Синхронізація цілей в єдиному для усієї автотранспортної системи напрямі забезпечує протікання процесів її самоорганізації, але це не виключає різнонаправленості цілей підсистем, а отже і різного розуміння надійності і ефективності.

У ряді публікацій пропонується оцінювати ефективність транспортного процесу в транспортній системі, виходячи з оптимальності його технологічних параметрів. Зауважимо, що оптимальність при цьому розуміється чисто в математичному сенсі.

При розробці економіко-математичних методів планування перевезень технологічні параметри вибираються в якості критеріїв оптимізації: мінімум середньої відстані перевезення, мінімум нульового пробігу автомобілів, мінімум порожнього пробігу та ін. [3]. Використовуються також такі критерії, як мінімум сумарної вантажопідйомності автомобілів [4], середній коефіцієнт використання вантажопідйомності, мінімум сумарного простою автомобілів, мінімум потреби в транспортних засобах в залежності від умов виконання транспортної роботи. Окрім критеріїв рішення оптимізаційних завдань використовуються і такі показники, як своєчасність перевезення,

вартість вантажу в дорозі, швидкість доставки вантажу, величина втрат вантажу в дорозі, збереження вантажу [5].

Відомі спроби формування узагальнених натуральних показників: мінімум тонно-годин транспорту, що витрачаються на виконання заданого об'єму перевезень, мінімум загального часу на виконання перевезень [6]. Були спроби вивести узагальнений показник об'єму транспортних послуг, наприклад, для вантажних перевезень і пропонувалася «транспортна одиниця дії» - добуток тонно-кілометрів на швидкість доставки, обґрунтовувалося, що послуга транспорту пропорційна добутку числа тонно-кілометрів на квадрат швидкості доставки вантажу [7].

До цієї групи показників відносяться також частка виконання заявки, величина надпланових простоїв автомобілів у клієнта. Є дослідження, які показали, що вибір в якості критерію таких показників, як тонно-кілометри, коефіцієнт використання пробігу, дохід, прибуток, собівартість стимулює збільшення дальності їзди [8].

Прагнення до більш повної оцінки автотранспортного процесу привело до дослідження економічних показників [3]: продуктивність, прибуток, годинний прибуток, собівартість, витрати на виконання перевезення.

До проблеми вибору критерію надійності та ефективності зверталися багато дослідників. В той же час не можна не відмітити наявність не співпадаючих, а нерідко і взаємовиключних точок зору, що робить даний напрямок дослідження актуальним і який потребує розв'язання.

Метою роботи є визначення системи критеріїв і принципів вибору концептуального рішення проблеми забезпечення та підвищення надійності і ефективності функціонування автомобільних транспортних систем при реалізації цілеспрямованих процесів.

Результати досліджень. Обґрунтування принципу розробки концептуального рішення проблеми підвищення ефективності та надійності реалізації цільового процесу, відповідно до запропонованого підходу, нерозривно пов'язано з аналізом поведінки транспортної системи при проведенні операцій в її узагальненій системі. До етапу концептуальних досліджень визначено систему цільових вимог і граничних умов, концепції раціональної поведінки як системи в цілому, так і її елементів та підсистем. В ході проведення операцій по кожному з них обґрунтовані форми моделей показників, що описують основні властивості цільового процесу, допустимі перетворення показників, а для прийняття концептуального рішення вимагається розробити систему критеріїв ефективності та надійності.

Критерії ефективності дозволяють зіставляти стратегії, що характеризуються мірою досягнення цілей процесів в транспортних системах, і здійснювати спрямований вибір однієї з них. Одним з вирішальних факторів, що визначають достовірність оцінки ефективності реалізації процесу дослідження транспортних систем, є правильність вибору концепції поведінки по кожному з показників та критеріїв їх оцінки. До критеріїв ставляться наступні основні вимоги: вони повинні визначати деякий порядок на множині можливих ситуацій; необхідно, щоб кожен критерій мав чіткий фізичний зміст; відображаючи цільове призначення процесів в узагальненій системі і по можливості враховуються інтереси останньої та взаємодіючих процесів; критерії мають бути чутливі до зміни цілей реалізації процесів в узагальненій системі, параметрів і показників на множині яких вони задані; по можливості критерії повинні бути прості і наочні; критерії мають бути придатні для отримання якісних оцінок.

В цілому, за кожним показником ефективності і надійності реалізації процесів, критерії можна вводити на основі певних концепцій раціональної поведінки транспортних систем за цільовими вимогами і граничними умовами: придатності, оптимізації, адаптації, які разом з певними формами моделей показників визначають правило вибору стратегій з множини допустимих. Існують ситуації, коли наявність декількох критеріїв ефективності, що характеризують різні сторони реалізації цільових процесів в узагальненій системі призводить до необхідності пошуку стратегії, оптимальної за усіма критеріями одночасно. На практиці, залежно від виду додаткової інформації, поставлене завдання може бути однокритеріальним, або один з показників виділяється у вигляді головного, а інші в якості обмежень, або узагальнений показник володіє властивістю адитивності або мультиплікативної згортки, або до однієї з метрик у векторному просторі часткових критеріїв. Для транспортних систем, що мають багатоцільову поведінку в просторі і в часі, до яких відносяться і їх функціонування і експлуатація, є можливість використання складеного критерію оцінки ефективності реалізації цільових процесів. Проте, рішення проблеми і зв'язаних з нею задач отримання концептуального рішення неможливе без обґрунтування форм часткових критеріїв реалізації цільових процесів в узагальненій системі, які досить жорстко пов'язані з концепціями раціональної поведінки транспортної системи відповідно

до основних положень фізико-інформаційного підходу, теорій систем і ефективності [9], з розробкою емпіричних рекомендацій вибору стратегій реалізації цільових вимог.

У межах концепції придатності можна здійснити вибір стратегій з умови:

$$W(u) \geq W^{IPP}, u \in U, \quad (1)$$

де U – множина допустимих стратегій, $u \in U$.

Розглянемо основні критерії придатності. Зазначимо, що в першу чергу - це критерій прийнятності результату. В умовах визначеності в якості показника ефективності може бути вибраний результат операцій $y(u)$, цілі яких визначають кількісний характер. В цьому випадку $\rho_e(y(u), y^{np}) = y(u)$. Критерій прийнятності результату рекомендує вибирати стратегію u з множини допустимих стратегій, що задовольняє умові:

$$u^{opr} : y(u) \geq y^{np}, \quad (2)$$

де y^{np} - прийнятний рівень результату.

Згідно критерію допустимі гарантії функцій відповідності вибирають у вигляді:

$$\rho_e(y(u), y^{np}) = \begin{cases} 1, \text{ якщо } y \geq y^{np}; \\ 0, \text{ якщо } y \leq y^{np}. \end{cases} \quad (3)$$

При нечіткому визначенні необхідного результату із співвідношення y (3) принцип допустимої гарантії рекомендує вибирати стратегії з умови:

$$u^{opt} : P(y^*(u)) \geq y^{*np} \geq P^{np}, \quad (4)$$

де P^{np} - прийнятний рівень імовірнісної гарантії.

За критерієм допустимих гарантованих результатів функція відповідності має вигляд:

$$\rho_e = F_u^{-1}(1 - \alpha) = y_a(u). \quad (5)$$

Враховуючи це, придатну стратегію вибирають з умови:

$$u^{opt} : y_\alpha(u) \geq y^{IPP}, \quad (6)$$

де y^{IPP} - допустимий рівень гарантованого результату з ймовірністю α .

Залежно від виду функції відповідності (показників ефективності) у межах концепції оптимізації виділяють декілька критеріїв оптимальності: найбільший результат, найбільший середній результат, найбільша ймовірнісна гарантія та ін.

Критерій найбільшого результату розглядають по аналогії з принципом прийнятності результату: $\rho_e(y(u), y^{opt}) = y(u)$. При цьому оптимальні стратегії вибирають з умови:

$$u^{opt} : \max_{u \in U} y(u). \quad (7)$$

За критерієм найбільшого середнього результату при істотному впливі випадкових факторів часто сам результат $y(u)$ вибирають в якості функції відповідності. Тоді показником ефективності є математичне очікування результату:

$$W(u) = M[y^*(u)]. \quad (8)$$

Критерій найбільшого середнього результату рекомендує вибирати в якості оптимальної стратегію u^{opt} наступне:

$$u^{opt} : \max_{u \in U} M[y(u)]. \quad (9)$$

Якщо результати операцій подаються випадковою змінною $y^*(u)$ і чітко визначено необхідний результат y^{IPP} , то функція відповідності має вигляд:

$$\rho(y(u), y^{IPP}) = \begin{cases} 1, \text{ якщо } y(u) \leq y^{IPP}; \\ 0, \text{ якщо } y(u) > y^{IPP}. \end{cases} \quad (10)$$

Показники ефективності в цьому випадку є ймовірностями того, що реальні результати операцій приймуть значення не нижче необхідного рівня:

$$W(u) = P(y^*(u) \geq y^{IPP}). \quad (11)$$

Критерій найбільшої ймовірнісної гарантії рекомендує в якості оптимальної вибирати стратегію $u^{opt} \in U$ з умови:

$$u^{opt} : \max_{u \in U} P(y^*(u) \geq y^{IPP}). \quad (12)$$

Ця умова зберігається при нечіткому визначенні y^{IPP} за допомогою функції приналежності $\mu_A(y^{np})$. В такому випадку функцію відповідності ототожнюють з функцією приналежності:

$$\rho_e(y(u), y^{np}) = \mu_A(y^{*np}). \quad (13)$$

Умова (11) при цьому буде мати вигляд: $u^{opt} = \max_{u \in U} P(y^*(u) \geq y^{*np})$. При випадковому характері y^{np} умова оптимальності зберігається в наступному вигляді:

$$u^{opt} : \max_{u \in U} P(y^*(u) \geq y^{*IPP}). \quad (14)$$

При випадковому характері результатів операцій $y^*(u)$, гарантованими результатами є рівень $y_a(u)$, не нижче якого буде отримано реальний результат із заданою ймовірністю α :

$$\alpha = P(y^*(u) \geq y_a(u)). \quad (15)$$

Якщо $y_a(u) = F^{-1}(1 - \alpha)$, то функція відповідності дорівнює $\rho_a = y_a(u)$. При цьому, показник ефективності, внаслідок того, що $y_a(u)$, не є випадковою змінною і матиме вигляд:

$$W(u) = y_a(u). \quad (16)$$

Згідно критерію найбільш гарантованих (ймовірнісних гарантованих) результатів оптимальну стратегію вибирають з умови:

$$u^{opt} : \max_{u \in U} y_a(u), \quad (17)$$

при фіксованій ймовірності α .

Якщо в умовах конфліктної ситуації, показник ефективності $W(u)$, то критерій найбільших гарантованих результатів в цьому випадку в якості оптимальної рекомендує вибирати стратегію u^{opt} з умови:

$$u^{opt} : \max_{u \in U} \min_{v \in V} M[\rho_a(y(u, v), y^{i\theta})]. \quad (18)$$

Ця умова відображає принцип maxmin (максиміну). При цьому стратегія u^{opt} є максимінною. У межах концепції адаптивізації раціональна поведінка складної транспортної системи організовується відповідно до основних принципів вибору критеріїв ефективності, класифікація яких для транспортних систем приведена на рис. 1.



Рис. 1 - Класифікація критеріїв ефективності транспортних систем

Обґрунтування системи критеріїв і принципів вибору концептуального рішення дозволяють сформулювати напрями операційних досліджень управління якістю реалізації цілеспрямованих процесів в узагальненій транспортній системі, уточнити і конкретизувати сукупність їх цілей і завдань.

Висновки. З'ясовано поняття і правила критеріїв реалізації процесів забезпечення та підвищення ефективності і надійності транспортної системи під час її функціонування. Представлено обґрунтування принципу розробки концептуального розв'язання проблеми реалізацією цільового процесу в ній. Визначено, що в цілому практично за кожним показником ефективності і надійності реалізації процесів, можуть вводитися критерії на основі певних

концепцій раціональної поведінки транспортних систем, враховуючи цільові вимоги та граничні умови.

Показано, що для транспортних систем, що мають багатоцільову поведінку в просторі і в часі, до яких відносяться функціонування та експлуатація, є можливість використання складного критерію оцінки ефективності реалізації цільових процесів. Розглянуто основні критерії придатності як результат операцій, цілі яких визначають кількість характеристик та дано їх класифікацію. Сформульовано умову, при якій функцію відповідності ототожнюють з функцією приналежності і при цьому отримуються найбільш гарантовані результати оптимальної стратегії.

Література.

1. Леванова Т. В. Исследование операций и теория игр. Элементы теории игр [Текст] : метод. указания к решению задач / Т. В. Леванова. - Омск : ОИВТ, 2011. - 44 с.
2. Ушаков И.А. Курс теории надежности систем: Учеб. пособие для вузов / И.А. Ушаков. – М.: Дрофа, 2008. – 239 с.
3. Будрин А. Г. Экономика автомобильного транспорта / А.Г. Будрин, Е.В. Будрина, М.Г. Григорян и др. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 320 с.
4. Ortuzar J. D., Willumsen L. G. Modeling Transport / 3-rd edition. – John Willey & Sons Ltd, 2008. – 499 p.
5. Гудков В.А. Транспортные и погрузочно-разгрузочные системы / В.А. Гудков, С.А. Ширяев, Л.Б. Миротин. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 847 с.
6. Вельможин А.В. Грузовые автомобильные перевозки / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин и др. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 560 с.
7. [Кутепова](#) Г.Н. Структура транспортной услуги как объекта управления / Г.Н. Кутепова. - ГАОУ ВО МГИИТ, 2015. – с. 49-58.
8. Бочкарев А.А. Теория и методология процессного подхода к моделированию и интегрированному планированию цепи поставок: дисс. ... д-ра. экон. наук – Санкт-Петербург, 2009. – 289 с.
9. 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.

Рецензент:

Кулешков Ю.В., доктор технічних наук, професор, Центральноукраїнський національний технічний університет, професор кафедри експлуатації та ремонту машин, Кропивницький, Україна.