

ПЕРЕДУМОВИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ЗАВДАННЯХ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ АВТОМОБІЛІВ

¹ Вінницький національний технічний університет, Україна;

² Жилінський університет в Жиліні, Словаччина

Анотація

Розглядається проблема теоретичних передумов ефективності використання методології прийняття рішень у завданнях забезпечення працездатності автомобілів. Проблема формалізується у класі активних систем, мотивованих інтересами. Об'єкт інтересів схильний до випадкових процесів деградації. Вирішення зводиться до проблеми послідовного прийняття рішень теоретичного змісту за невизначеності результатів вибору. Методологія розвивається та з необхідними доповненнями поширюється на системи корпоративного типу.

***Ключові слова:** активна система, інтереси, об'єкт інтересів, деградація, корисність, стратегія, рівновага, компроміс, ефективність, алгоритм.*

Вступ

У процесі експлуатації агрегати та системи автомобілів деградують (старіють морально та фізично). Еволюція завершується у випадковий момент. На безлічі станів автомобіля настає момент щодо небезпеки катастрофи (поява відмови).

Формальним засобом вираження цього процесу служить функція корисності, що задає апіорні переваги суб'єкта на безлічі його альтернативних дій (рішень) з точки зору їх "корисності" для реалізації інтересів.

Рішення на вибір способу реалізації інтересів приймаються послідовно з кроком часу, який апіорі не заданий і підлягає вибору. Крок прийняття рішень є одночасно кроком моніторингу та прогнозування. Ефективність реалізації інтересів визначається рішеннями та діями суб'єкта в наступних конструктивних напрямках:

- вибір кроку моніторингу та прийняття рішень;
- класифікація станів об'єкта щодо ситуацій небезпеки катастрофи;
- управління еволюцією об'єкта;
- вибір структури (структурної конфігурації) об'єкта з урахуванням ситуацій середовища (зовнішнього впливу).

Інтереси розщеплюються на аспекти відповідно до напрямів конструктивних дій суб'єкта. Кожному виділеному аспекту інтересів зіставляється віртуальний агент, для якого задається індивідуальна безліч альтернатив (рішень, дій) і відповідна індивідуальна функція корисності.

Функції корисності віртуальних агентів взаємно залежні від вибору альтернатив. Кожному віртуальному агенту суб'єкт делегує право приймати рішення щодо вибору альтернатив з відповідної індивідуальної множини і при цьому вимагає, щоб у сукупності вибір представляв стійкий компроміс.

Проблема реалізації інтересів зводиться до вибору політики прийняття рішень, де досягається стійкий компроміс. "Вплив" середовища на ефективність прийнятих рішень (дії по обслуговуванню та ремонту) виражається залежністю функції корисності та закономірності еволюції об'єкта інтересів від умов середовища [1].

Результати дослідження

Функція корисності $d^g(\tau|s,y)$ кроку моніторингу задає апіорні переваги на множині T - альтернативних значень кроку за умовою:

$$d^g(\tau'|s,y) > d^g(\tau|s,y) \Rightarrow \tau' \succ \tau.$$

Змістовно вона має сенс очікуваного доходу з урахуванням ризику катастрофи на кроці $\tau \in T$ і задається у вигляді:

$$d^g(\tau|s,y) = \begin{cases} d^g(\tau|z), \\ z = (1 - \varepsilon^g(y)) \cdot s \end{cases}, \tau \in T \subset \mathbf{R}_+^1, s \in S, y \in Y, g \in \mathbf{G};$$

де $d^g(\tau|z)$ – очікуєий дохід на кроці $\tau \in T$ при фіксованому стані $z \in S$, $\varepsilon^g(y)$ – міра дієвості альтернативи $y \in Y$, $g \in \mathbf{G}$ – структурна альтернатива.

Очікуваний дохід на кроці визначається у вигляді:

$$d^g(\tau|z) = [c(z)\tau + \chi^g]e^{-\Lambda^g(z)\tau} - \chi^g,$$

де $c^g(z) > 0$ – інтенсивність доходу у стані $z \in S$; $\chi^g > 0$ – збитки від катастрофи; $\Lambda^g(z) =$

$\lambda(g) + [e^{\frac{\sigma(g)z}{1-z}} - 1]$ - небезпека катастрофи у стані $z \in S$; $\lambda(g) > 0$ – інтенсивність зовнішних катастроф; $\sigma(g) > 0$ – інтенсивність катастроф в силу деградації.

Функція користості $u^{(\tau,g)}(s,y)$ управляючої альтернативи $y \in Y$ має сенс очікуваного прибутку у стані $s \in S$ і задається у вигляді:

$$u^{(\tau,g)}(s,y) = d^g(\tau|s,y) - b^g(y), s \in S.$$

Тут $d^g(\tau|z)$ – очікуваний дохід на кроці $\tau \in T$; $b^g(y) > 0$ – плата за вплив $y \in Y$.

Функція користості $m^{(\tau,g)}(S \times X \times Y)$ альтернатив діагностики ситуацій небезпеки катастрофи задається до визначенням функції корисності $u^{(\tau,g)}(S \times Y)$ на множині X у вигляді:

$$m^{(\tau,g)}(s,x,y) = \begin{cases} u^{(\tau,g)}(s,y), \text{ якщо } y \in Y_x, \\ \text{не визначена, якщо } y \notin Y_x. \end{cases}$$

Перехідна функція $q^g(\tau, S/S \times Y)$ керуючого процесу задається у вигляді:

$$q^g(\tau, (a,b)|s,y) = \begin{cases} q^g(\tau, (a,b)|z,y), z < s, y \in Y, \\ z = (1 - \varepsilon^g(y)) \cdot s, 0 \leq \varepsilon^g(y) < 1 \end{cases}$$

$$q^g(\tau, s(t)=1|z) = 1 - e^{-\Lambda^g(z)\tau},$$

$$q^g(\tau, (a,b)|z) = \begin{cases} [(\frac{b}{1-z})^{(e^{\mu(g)\tau}-1)} - (\frac{a}{1-z})^{(e^{\mu(g)\tau}-1)}] \cdot e^{-\Lambda^g(z)\tau}, (1-z) \geq b > a \geq 0, \\ 0, (1-z) \leq b \leq a, a < z < 0. \end{cases}$$

Тут $\mu(g) > 0$ – інтенсивність деградації (наприклад, старіння).

Модель прийняття рішень. Відображення $\pi: X \rightarrow Y$ таке, що $y = \pi(x) \in Y_x$, $x \in X$, називається вирішальною функцією управління; послідовність $\{\pi_1^n = (\pi_n, \dots, \pi_1), n = 1, 2, \dots\}$ – стратегією управління.

Гомоморфізм $\delta: \langle S, \succ \rangle \rightarrow \langle X, \succ \rangle$ називається вирішальною функцією діагностики ситуацій небезпеки; послідовність $\delta_1^n = \{(\delta_n, \dots, \delta_1), n = 1, 2, \dots\}$ – стратегією діагностики.

Альтернатива $\tau \in T$ являється кроком моніторингу та прийняття рішень; послідовність $\tau_1^n = \{(\tau_n, \dots, \tau_1), n = 1, 2, \dots\}$ – стратегією моніторингу.

Вибрана альтернатива $g \in G$ називається структурним вибором; послідовність $\{g_1^n = (g_n, \dots, g_1), n = 1, 2, \dots\}$ – стратегією реструктуризації.

Четвірка стратегій $\langle \{\pi_1^n\}, \{\delta_1^n\}, \{\tau_1^n\}, \{g_1^n\} \rangle$ називається політикою прийняття рішень.

Якість стратегії управління π_1^n описується критерієм середньої ситуаційної користості виду:

$$\varphi_n(\pi_1^n | \delta_1^n, \tau_1^n, g_1^n)(x) = \frac{1}{n} M_x^{(\pi_1^n | \delta_1^n, \tau_1^n, g_1^n)} \sum_{t=0}^{n-1} w_{n-t}^{(\tau_{n-t}, g_{n-t})}(x_t, \pi_{n-t}(x_t | \delta_{n-t}^{-1}(x_t))),$$

де $n \geq 1, x \in X$ – початкова ситуація; математичне очікування береться за добутком ймовірнісних заходів, що породжуються ситуаційною перехідною функцією $p_n^{(\tau, \gamma)}(X | X \times Y)$.

Якість стратегії реструктуризації g_1^n описується очікуваною ситуаційною корисністю виду:

$$\phi_n(g_1^n | \pi_1^n, \delta_1^n, \tau_1^n) = \left\{ \sum_{x \in X} \varphi_n(\pi_1^n | \delta_1^n, \tau_1^n, g_1^n)(x) \cdot \alpha_n(x) - \kappa(g_n | g_{n-1}) \right\},$$

де $\kappa(g_n | g_{n-1})$ – функція інвестицій на реструктуризацію; $\alpha_n(x)$ – безумовний розподіл на безлічі ситуацій X .

Якість стратегії діагностики δ_1^n описується середньою корисністю виду:

$$\psi_n(\delta_1^n | \pi_1^n, \tau_1^n, g_1^n)(s) = \frac{1}{n} M_s^{(\delta_1^n | \pi_1^n, \tau_1^n, g_1^n)} \sum_{t=0}^{n-1} m^{(\tau_{n-t}, g_{n-t})}(s_t, \delta_{n-t}(s_t), \pi_{n-t}(\delta_{n-t}(s_t))),$$

де $s \in S$ – початковий стан; $m^{(\tau, g)}(\cdot)$ – функція корисності ситуацій небезпеки; математичне очікування береться за добутком ймовірнісних заходів, що породжуються перехідною функцією $q^{(\tau, g)}(S | S \times Y)$, заданої у базі I [2].

Якість стратегії моніторингу τ_1^n описується очікуваним доходом:

$$\rho_n(\tau_1^n | \delta_1^n, \pi_1^n, g_1^n) = \sum_{s \in S} r_n(\tau_1^n | \delta_1^n, \pi_1^n, g_1^n)(s) \cdot \beta_n(\tau_1^n, \delta_1^n, \pi_1^n, g_1^n)(s),$$

де $r_n(\tau_1^n | \delta_1^n, \pi_1^n, g_1^n)(s) = \frac{1}{n} M_s^{(\tau_1^n | \delta_1^n, \pi_1^n, g_1^n)} \sum_{t=0}^{n-1} d^{g_{n-t}}(\tau_{n-t} | s_t, \pi_{n-t}(\delta_{n-t}(s_t)))$, – середній дохід при стра-

тегії моніторингу τ_1^n ; $d^g(\tau | \cdot)$ – апіорний дохід на кроці τ , математичне очікування береться за добутком ймовірнісних заходів, що породжуються перехідною функцією $q^{(\tau, g)}(S | S \times Y)$; $\beta_n(\cdot)(S)$ – безумовний розподіл на S .

Висновки

В умовах кінцевих множин рівноважна політика існує на необмеженому горизонті прийняття рішень; рівноважна політика утворює сильно стійкий компроміс, що задовольняє умовам рівноваг Неша та парето-оптимальності; рівноважна політика визначає, у тому числі, момент реструктуризації; отримано алгоритм відшукування рівноважної політики. Представлені результати застосовуються до широкого класу транспортних систем зі структурою унітарного та корпоративного типів [3]. При цьому методологія дозволяє вирішувати завдання управління працездатністю автотранспортних засобів на основі діагностичних впливів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Баранов В.В., Кравченко О.П. Моделі і методи прийняття рішень у проблемі діагностики, ефективності та безпеки автотранспортних систем / Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, Науковий журнал. № 7(125), ч. 2. – Луганськ: СХУ ім. В. Даля, 2008. – С. 45–48
2. Баранов В.В., Кравченко О.П. Прийняття ефективних рішень у системах автомобільного транспорту / Матеріали третьої міжнародної науково-практичної конференції «Логістика промислових регіонів», (Донецьк – Святогірськ, 06 – 09 квітня 2011 р.). – Донецьк: ЛАНДОН – ХХІ, 2011. – С. 229 – 233.

3. Kravchenko O., Dizo Y., Gorbunov M., Kravchenko K. Methodology of increasing the efficiency of transport systems using decision-making methods / Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – Луцьк: ЛНТУ, 2019, №1 (12). – С. 9-13

Кравченко Олександр Петрович — д-р техн. наук, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ap_kravchenko@vntu.edu.ua

Діжо Ян Янович — PhD, доцент кафедри транспорту та під'ємнотранспортної техніки, Жилінський університет в Жиліні, м. Жиліна, Словаччина, e-mail: jan.dizo@fstroj.uniza.sk

Prerequisites for efficiency use of decision-making methodology in vehicle servicing tasks

Abstract

The problem of theoretical prerequisites for the effectiveness of using the decision-making methodology in the tasks of ensuring the operability of cars is considered. The problem is formalized in the class of active systems motivated by interests. The object of interests is prone to random processes of degradation. The solution is reduced to the problem of consistent decision-making of theoretic content under uncertainty of the results of the choice. The methodology is developed and, with the necessary additions, is extended to corporate-type systems.

Keywords: active system, interests, object of interests, degradation, utility, strategy, equilibrium, compromise, efficiency, algorithm.

Kravchenko Oleksandr P. — Dr.SC.Tech., Professor Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ap_kravchenko@vntu.edu.ua

Džo Ján J. — PhD, Docent Department of Transport and Handling Machines, University of Zilina, Zilina, Slovak republic, e-mail: jan.dizo@fstroj.uniza.sk