

МЕТОДИКА ВРАХУВАННЯ ДОДАТКОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНІЙ ОПТИМІЗАЦІЇ СКЛАДУ ПАРКУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В статті проведено виклад результатів аналізу відомих досліджень у зазначеній області, визначено принципові можливості і обмеження існуючого науково-методичного апарату підтримки прийняття рішень, враховано додаткову інформацію при впровадженні багатокритеріального підходу щодо формування складу парку транспортних засобів спеціального призначення та виділено перспективні напрями подальших досліджень.

Ключові слова: формування складу парку, транспортні засоби спеціального призначення, додаткова інформація, багатокритеріальний підхід.

The article provides a summary of the results of the analysis of well-known research in this area, the definition of basic possibilities and limitations of the existing scientific-methodical apparatus of support of decision-making, taking into account additional information in the introduction of multi-criteria approach on the formation of Park of vehicles of special purpose and selection of promising directions of further research.

Keywords: formation of structure of Park of vehicles of special purpose, additional information, the multi-criteria approach.

Вступ. Вдосконалення науково-методичного апарату підтримки прийняття рішень є нагальною потребою часу та запорукою успішного виконання завдань суспільно-економічного розвитку України.

В багатьох сферах існуючий методичний апарат, який використовується при формуванні управлінських рішень, не є таким, що повністю відповідає сучасним вимогам. Найбільше це проявляється у прикладних галузях, де існують об'єктивні екстремальні умови або вимоги до якості рішень, що приймаються. Так, недосконалість методів формування рішень щодо оновлення складу парків транспортних засобів спеціального призначення часто призводить до низки негативних результатів [1, 2]: погіршення якості виконання транспортної роботи, не повне використання ресурсу техніки, диспропорції оновлення.

При цьому значна кількість досліджень щодо методичних основ формування оптимального складу парків транспортних засобів [2– 5] спрямована, в основному, на намагання зменшення недоліків вже існуючого науково-методичного апарату без виявлення причин їх виникнення.

Це не є системним шляхом розв'язання проблематики формування управлінських рішень щодо складних транспортних комплексів, до яких відносяться парки транспортних засобів спеціального призначення. Тому, метою даної статті є представлення результатів особистих досліджень автора щодо врахування додаткової інформації при проведенні багатокритеріальної оптимізації складу парку транспортних засобів спеціального призначення.

Основна частина. У загальному вигляді задачу визначення складу парку техніки можна представити сукупністю двох основних елементів

$$\langle \Omega_x, I \rangle, \quad (1)$$

де Ω_x – це множина допустимих варіантів складу парку \bar{x} – n -мірного вектору кількості зразків техніки з можливих m -типів, які задаються множиною $\{a_j\}$, $j=1..m$, кількісних значень техніко-економічних характеристик, які визначають експлуатаційні властивості (тягово-швидкісні, властивості, прохідність, потрібні експлуатаційні витрати, паливна економічність, маневреність та інші); I – це додаткова інформація, яка виражає переваги особи, що приймає рішення про вибір того чи іншого варіанту складу парку.

У більшості випадків додаткова інформація I не є зручною для формалізації і складається з множини переваг (переваг) одного варіанту складу парку над іншим ($\bar{x}_i \succ \bar{x}_j$).

Тоді, завдання вибору полягає у визначенні такої множини найкращих (оптимальних) варіантів $\{\bar{x}^*\}$, які є найкращими на множині Ω_x з урахуванням додаткової інформації I .

Загальна процедура рішення цього завдання полягає у визначенні множини оптимальних по Парето варіантів складу парку Ω_x^{nap} ($\Omega_x^{nap} \subset \Omega_x$) та її звуженні на основі використання додаткової інформації про переваги (перевагах) I особи, яка приймає рішення: $\Omega_x^{nap}(I) \subset \Omega_x^{nap} \subset \Omega_x$ [6, 7]. Використання додаткової інформації є важливим чинником отримання практично значущого результату, тому що відповідно до принципу Еджворта-Парето [8] без додаткової інформації неможливо виділити компромісні варіанти з множини Парето Ω_x^{nap} .

У рамках домінуючого зараз редуційного підходу до вирішення задач формування складу парку транспортних засобів [2– 5] додаткова інформація I представляється у формі часткових критеріїв $f_j(x, a)$,

$j = 1, \dots, s$ з визначенням вагових коефіцієнтів важливості k_j , які потрібні для врахування преференцій особи, що приймає рішення. Необхідно зазначити, що існує деяке «свавілля» дослідників при обранні виду залежностей $f_j(x, a)$ та значень k_j , тобто представлення додаткової інформації I у термінах $f_j(x, a)$, k_j .

Така формалізація додаткової інформації I жорстко обмежує подальший шлях рішення завдання (1): або проведенням оптимізації за одним з часткових критеріїв $f_j(x, a)$ при введенні обмежень на значення інших складових вектора \bar{f} : $f_i(x, a) \leq \text{const}$, $i, j = 1, \dots, s$; $i \neq j$:

$$\tilde{x}: \underset{\substack{f_j(x, a) \leq \text{const} \\ x \in \Omega_x}}{\text{opt}} f_i(x, a) \quad (2)$$

або оптимізацією нового критерію-згортки

$$F(x, a) = \sum_{i=1}^s k_i f_i(x, a)$$

на множині допустимих значень $\bar{x} - \Omega_x$:

$$\tilde{x}: \underset{x \in \Omega_x}{\text{opt}} F(x, a) \quad (3)$$

Така формалізація I має принципові недоліки: елементи множини рішень $\{\tilde{x}\}$, які отримуються в результаті оптимізації (2), (3) жорстко залежать від обраного базису врахування додаткової інформації – часткових критеріїв $f_j(x, a)$ та вагових коефіцієнтів k_j . Ця залежність призводить до порушення умови $\{\tilde{x}\} \subset \Omega_x^{\text{nap}}$, тобто не всі рішення з множини $\{\tilde{x}\}$ є оптимальними по Парето для умов задачі (1), що, у свою чергу, вказує на методичну причину зазначених вище недоліків: неадекватне представлення та врахування додаткової інформації I у формі співвідношення часткових критеріїв (2, 3) призводить до вибору варіантів які не є найкращими відносно очікувань особи, яка відповідає за рішення. Саме обрання невідповідних варіантів складу парку призводить до відмічених вище негативних результатів їх реалізації.

Для подолання такого стану речей при формуванні складу парків транспортних засобів пропонується змінити методичну основу процедури вибору варіантів – реалізувати багатокритеріальну оптимізацію \bar{x} на множині Ω_x , де додаткову інформацію I представити у вигляді преференцій у кількісній формі особи, що приймає рішення, щодо характеристик типів техніки a_i з якої формується парк.

Ця форма врахування додаткової інформації базується на відомій лінії поведінки людини, коли низькі показники за одним критерієм компенсуються високими показниками за іншим (або одночасно за декількома іншими критеріями). Її пропонується представити таким чином:

нехай i та j – два різних номери характеристик типів техніки. Тоді, твердження, що характеристика a_i буде важливіше ніж характеристика a_j буде справедливим, якщо буде виконуватися умова

$$a_i + \omega_i \succ a_j - \omega_j \quad (4)$$

при $\omega_i, \omega_j > 0$.

Значення ω_i, ω_j вказують на те, скільки здатна втратити особа, яка приймає рішення, властивістю техніки a_j для того, щоб отримати вигравш за властивістю a_i . У цьому визначені відношення переваги відображає суб'єктивний характер розуміння важливості того чи іншого показника (характеристики) і вказує на безпосередній зв'язок відносної важливості з особою, що приймає рішення.

Зазначена форма представлення інформації дозволяє врахувати як суб'єктивну, так і об'єктивну додаткову інформацію. У галузі управління парками транспортних засобів (включно з транспортними засобами спеціального призначення) суб'єктивна додаткова інформація – це власний досвід фахівців-керівників щодо відносної важливості кожної властивості a_i та варіантів складу парку \bar{x} . Об'єктивна інформація – це оцінка результатів попередніх рішень щодо змін складу парку техніки, визначення преференцій (переваг) щодо результатів попередніх рішень.

Перевага запропонованого підходу до представлення додаткової інформації у термінах характеристик типів полягає у тому, що він забезпечує виконання умови (на відміну від підходів (2, 3)

$$\{\hat{x}\} \subset \Omega_x^{\text{nap}} \subset \Omega_x,$$

де $\{\hat{x}\}$ – множина розв'язків задачі (1) оптимальна відносно векторного критерію $\hat{f} = [\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_s]$, компоненти якого визначаються з використанням додаткової інформації про відносну важливість характеристик:

$$\begin{cases} \hat{a}_i = a_i \omega_j + a_j \omega_i, \\ \hat{a}_p = a_p, \\ p = 1, 2, \dots, s; \quad i \neq j; \quad i \neq p. \end{cases} \quad (5)$$

Ця властивість множини $\{\hat{x}\}$ є наслідком інваріантності Парето-оптимальної множини відносно суворо зростаючого перетворення критеріїв [8,9]: множина Парето не змінюється при множенні компонент векторного критерію на будь-яке позитивне число та додаванні до компонент векторного критерію будь-якого позитивного числа. Тому, множина $\{\hat{x}\}$, яка отримується у результаті оптимізації критерію $\hat{f} = [\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_s]$, буде включенням множини Ω_x^{nap} та множини Ω_x .

Слід зазначити універсальність даної особливості множини $\{\hat{x}\}$ – вона не передбачає введення будь-яких вимог до властивостей множини Ω_x або векторного критерію f . Тобто запропоновану методику врахування додаткової інформації можливо застосувати у випадку як кінцевої, так і безмежної кількості елементів в Ω_x , а складові f можуть не мати властивостей диференційованості та безперервності. Відповідно до сутності запропонованої методики, обмеження існують тільки з боку поведінки особи, яка приймає рішення – вона повинна надавати реальні власні переваги (преференції) у форматі (4).

Крім зазначеної властивості запропонованої методики врахування додаткової інформації, необхідно відмітити надзвичайну гнучкість перетворення компонент \bar{f} : «нова» характеристика типу отримується зі «старої» у результаті заміни її на лінійну комбінацію попередніх значень a_i , a_j з позитивними коефіцієнтами ω_i, ω_j . Усі інші складові \bar{f} залишатимуться незмінними. При цьому не змінюються основні властивості \bar{f} відносно \bar{f} .

Головною практичною перевагою реалізації запропонованої методики є можливість значного звуження множини Парето Ω_x^{nap} для отримання конкретного результату. Значення показника

$$\theta_{ij} = \frac{\omega_j}{\omega_i + \omega_j}, \quad 0 < \theta_{ij} < 1,$$

вказує на ступінь різниці векторів \hat{f} та \bar{f} : його збільшення відповідає зростанню відмінності векторів \bar{f} і \hat{f} , зменшення, навпаки, вказує на близькість значень компонент векторів.

Якщо θ_{ij} є близьким до одиниці, то це означає, що особа, яка приймає рішення, згодна за відносно невелику надбавку за більш важливою i -ю характеристикою, заплатити значно більшою втратою за j -ю характеристикою. Такій стан речей відповідає ситуації, коли i -я характеристика має відносно високу ступінь важливості у порівнянні зі j -ї характеристикою.

У випадку, коли $\theta_{ij} \approx 0$, особа, яка приймає рішення, згодна піти на втрати за менш важливою характеристикою a_j лише за умови отримання значної надбавки за більш важливою a_i . Це відповідає ситуації, коли ступінь важливості i -ї характеристики відносно невеликий.

Якщо $\theta_{ij} \approx \frac{1}{2}$, то особа, яка приймає рішення здатна на отримання надбавки по більш важливій характеристиці за рахунок втрати за менш важливою за умови, що величина втрати повністю співпадає з величиною надбавки.

Висновки

1. Методичне обмеження результативності домінуючого редуційного підходу щодо формування складу парків транспортних засобів полягає у неадекватності процедури врахування додаткової інформації при визначенні множини кращих варіантів складу.

2. Системний напрям вдосконалення науково-методичного апарату підтримки прийняття рішень щодо складу парків транспортних засобів полягає у впровадженні багатокритеріального підходу з використанням методики представлення додаткової інформації у формі відношень відносної важливості окремих характеристик типів транспортних засобів, з яких формується склад парку.

3. Перевагами застосування запропонованої методики на відміну від традиційних є: отримання множини кінцевих компромісних рішень у межах множини Парето, можливість значного звуження потужності множини кінцевих компромісних рішень відносно потужності множини оптимальних по Парето варіантів складу парку.

Література

1. Лантвойт О.Б. Підсумки діяльності органів автотехнічного забезпечення Державної прикордонної служби України за період 2000– 2008 років : доповідь [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <ftp://10.241.2.4/Users/Uoit>.
2. Подолян О.Ю. Вибір показників якості транспортних засобів, значимих для ефективної оперативно-службової діяльності підрозділів органів охорони державного кордону / О.Ю. Подолян // Освітньо-наукове забезпечення діяльності правоохоронних органів і військових формувань України. Серія: військово-технічні науки : матеріали Всеукр. науково-практ. конф., (Хмельницький, 20 листопада 2009 року) / НАДПСУ. – Хмельницький : Видавництво НАДПСУ, 2009. – С. 94– 96.
3. Коломийчук С.В. Разработка методики выборки автомобилей многоцелевого назначения для обеспечения оперативно-служебной деятельности ПВУ с учетом их ремонтпригодности : дисс. ... канд. техн. наук : 20.02.14 / С. В. Коломийчук. – Хмельницкий : АПВУ, 1998. – 236 с.
4. Осташевский С.А. Методика выбора грузовых и специализированных автомобилей для комплектования подразделений материального обеспечения Пограничных войск Украины : дисс. ... канд. техн. наук : 20.02.14 / С. А. Осташевский. – Хмельницкий : АПВУ, 2002. – 196 с.
5. Зінчик А.Г. Розробка методичного апарату формування складу парку автомобільних транспортних засобів органів логістики ЗСУ : дис. ... канд. техн. наук : 20.02.14 / А.Г. Зінчик. – Хмельницький, 2010. – 138 с.
6. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения / Штойер Р.; [пер. с англ.]. – М. : Радио и связь, 1992. – 504 с. : ил.
7. Кини Р. Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Кини Р. Л., Райфа Х. – М. : Радио и связь, 1981.
8. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход / Ногин В.Д. – [2-е изд.]. – М. : Физматлит, 2005.
9. Подиновский В.В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В.В. Подиновский, В.Д. Ногин. – М. : Наука, 1982.

Надійшла 23.1.2013 р.
Рецензент: д.т.н. Лисий М.І.