

О. П. БАРАНОВ (Адміністрація Державної спеціальної служби транспорту, Київ),  
С. О. ЯКОВЛЄВ, І. Є. КРАМАР, О. І. ШАПТАЛА (ДІТ)

## КОНЦЕПТУАЛЬНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ТЕХНІКИ ДЕРЖАВНОЇ СПЕЦІАЛЬНОЇ СЛУЖБИ ТРАНСПОРТУ

В статті розглядаються питання теоретичного обґрунтування критеріїв методики вибору зразків мобільної універсальної техніки для виконання завдань по відновленню об'єктів транспортної системи України.

*Ключові слова:* Державна спеціальна служба транспорту, мобільні комплекси, критерій ефективності, методика вибору техніки, показники мобільності

### Вступ

Транспорт – специфічна галузь господарства, результатом роботи якого є переміщення вантажів і людей як в мирний час, так і в особливий період.

Сучасні операції військових об'єднань характеризуються значними обсягами перевезень особового складу, військової техніки, матеріальних засобів. В період інтенсивних дій ймовірного противника на транспортну систему і її об'єкти, виконання заданого обсягу перевезень в операції буде значною мірою залежати від надійного технічного прикриття а також забезпечення всебічної підготовки транспортної інфраструктури України в умовах надзвичайного стану.

Аналіз сучасних воєнних конфліктів показує, що ефективно вирішувати завдання технічного прикриття, відновлення, будівництва і загородження залізниць, аеродромів та морських портів, зокрема у разі збройної агресії проти України, терористичних, надзвичайних ситуацій природного, техногенного чи воєнного характеру, можуть тільки військово-спеціальні формування, що мають єдину організацію і централізовану систему управління, а також мають в розпорядженні навчені військові ресурси оснащені спеціальною технікою, технічними засобами і відновним майном.

Таким військовим формуванням є Державна спеціальна служба транспорту Міністерства інфраструктури, яка є спеціалізованим державним органом транспорту у складі центрального органу виконавчої влади.

Виходячи із загальних завдань, характеристик, викликів та загроз національній безпеці в умовах мирного часу і особливого періоду Держспецтрансслужба виконує завдання насамперед в інтересах стабільного функціонування національної транспортної системи України. Це зумовлює потребу внесення змін у традиційні принципи організації відновлювальних робіт, значного підвищення мобільності загонів Держспецтрансслужби, своєчасного і вмілого маневрування силами й засобами задіяними на

виконанні цих завдань та переходу на нові, прогресивніші технології ведення відновлювальних робіт на базі високопродуктивних зразків сучасної техніки. Для досягнення поставленої мети необхідно добитися більш високого рівня технічної оснащеності об'єднаних загонів (загонів) Держспецтрансслужби.

В ході виконання і реалізації основних заходів Програми формування та розвитку Державної спеціальної служби транспорту на 2005–2015 роки, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України, проводиться скорочення номенклатури технічних засобів і їх кількості, заміна застарілих зразків на сучасні машини і механізми, на основі впровадження нових універсальних, мобільних комплексів.

Часткова модернізація парку, яка проведена в об'єднаних загонах на сьогоднішній день новими універсальними машинами, механізмами, технічними засобами уже зараз дозволяє виконувати весь комплекс відновлювальних робіт по проведенню швидкісного будівництва і відновлення комунікацій.

### Актуальність

В даний час на озброєнні об'єднаних загонів Держспецтрансслужби перебуває техніка і механізми для механізації робіт пов'язаних по способу виконання відновлювальних робіт, найбільш характерного при капітальному ремонті і будівництві транспортної мережі.

В сучасних умовах виконання робіт з відновлення транспортної мережі на наш погляд потребується застосування об'єднаними загонами нової, універсальної, мобільної техніки і механізмів, здатних застосовуватися при різних технологічних способах ведення робіт з найменшими ресурсними і матеріальними затратами та спроможними виконувати весь комплекс відновлювальних робіт. Усунення даної невідповідності – вироблення обґрунтованих пропозицій по вибору техніки і механізмів при їх закупівлі а в подальшому повної модернізації парків техніки і механізмів об'єднаних загонів Держспецтрансслу-

жби визначає актуальність статті.

Створення ефективних мобільних комплексів механізації відновлювальних робіт на базі мобільної універсальної техніки і механізмів можливе на основі розробки наукової методики їх формування. Така методика має бути універсальною, доступною і, в той же час, мати вузьку спрямованість з метою виявлення і врахування великого числа факторів, що впливають на виконання робіт.

З урахуванням вищевикладеного розглядається наступна наукова задача: теоретичне обґрунтування критерію ефективності формування комплексів механізації (окремо взятої техніки, механізмів) відновлювальних робіт з подальшою розробкою методики підбору техніки, механізмів і технічних засобів, перевіркою їх ефективності і працездатності.

Підхід до питання найбільш ефективного оснащення об'єднаних загонів Державної спеціальної служби транспорту мобільною універсальною технікою, механізмами і технічними засобами необхідно уявити як вибір найкращих варіантів техніки, машин (комплексів) за конструктивними і технологічними показниками. Вибір передбачає наявність двох необхідних основних елементів, параметрів, варіюванням яких можна отримати різні варіанти створюваної структури і критерію порівняння, що дозволяє вказати кращий з вибраних варіантів.

Формалізація завдання оптимального проектування структури полягає в математичному описі основних елементів процесу вибору (варіюваних параметрів і критерію), зв'язків і обмежень, що накладаються на значення параметрів, тобто побудови математичної моделі.

Отже, перш за все, має бути виділений деякий набір показників:  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$  значення яких визначають створювану структуру.

Набір чисел може бути представлений точкою в  $r$ -мірному евклідовому просторі  $E^r$ , тоді умови і обмеження, що накладаються на показники, зададуть деяку область  $G \in E^r$ , якій точка  $\alpha$  повинна належати.

Критерій, по якому порівнюються варіанти, наприклад:  $\alpha_1 = (\alpha_{11}, \alpha_{12}, \dots, \alpha_{1n})$  і представляється у вигляді числової функції  $\Phi(\alpha) = \Phi(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$  від  $r$  змінних, причому вважається що  $\alpha_1$  краще  $\alpha_2$ , якщо  $\Phi(\alpha_1) > \Phi(\alpha_2)$ . Таким чином, задача пошуку кращого варіанту, тобто вибору найкращої комбінації показників  $(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$  полягає в пошуку такої точки (вектора), в якій функція  $\Phi$  досягає максимуму, тобт.:

$$\Phi(\alpha^*) \rightarrow \max \Phi(\alpha), \quad \alpha \in G. \quad (1)$$

## Результати досліджень

У загальному випадку для того, щоб знайти оптимальний варіант, необхідно в процесі постановки задачі врахувати три види обмежень – параметричні, функціональні і критерійні.

Параметричні обмеження мають вигляд:

$$\alpha_j^* \leq \alpha_j \leq \alpha_j^{**}, \quad j=1, r, \quad (2)$$

де  $\alpha_j^*$  – гірше значення параметра,  $\alpha_j^{**}$  – краще значення параметра.

Функціональні обмеження можна записати у вигляді

$$C_1^* \leq f_1(\alpha) \leq C_1^{**}, \quad 1=1, t, \quad (3)$$

де  $f_1(\alpha)$  – функція від  $\alpha$ ,  $C_1^*$ ,  $C_1^{**}$  – обмеження нормативного вигляду, порушувати які найчастіше просто не можна.

Є локальні критерії якості – продуктивність, енергоємність і так далі. Ці критерії за інших рівних умов завжди прагнуть експримізувати.

Щоб уникнути ситуації, коли значення окремих критеріїв стають недопустимо поганими, необхідно ввести критерійні обмеження:

$$\Phi_v(\alpha) \leq \Phi_v^{**}, \quad v=1, k, \quad (4)$$

де  $\Phi_v^{**}$  – гірше значення критерію, яке може бути отримане.

Різниця між критерійними і функціональними обмеженнями полягає в тому, що значення перших не є жорсткими вони залежать від фізичного змісту критеріїв і можуть переглядатися в процесі рішення задачі.

Перераховані обмеження (1) – (3) виділяють допустиму кількість  $D$ . Тобто безліч варіантів  $\alpha^i$  рішення, що задовольняють цим обмеженням, так що  $D \subset G$ .

Потрібно знайти таку величину  $P \subset D$ , для якої

$$\Phi(P) = \min \Phi(\alpha), \quad \alpha \in D, \quad (5)$$

де  $\Phi(\alpha) = (\Phi_1(\alpha), \dots, \Phi_k(\alpha))$  вектор критеріїв.

Після рішення даної задачі має бути визначений вектор  $\alpha^0 \in P$ , що є найбільш важливим із усіх векторів множини  $P$ . У тих випадках коли не всі основні критерії якості можуть бути формалізовані, оптимальне рішення слід шукати на всій множині  $D$ .

Отже, в загальному вигляді математичною моделлю вибору оптимального складу техніки, технічних засобів можна вважати сукупність цільової функції (критерію) і обмежень.

Задача оптимального проектування полягає у виборі вектора, що задовольняє всім обмеженням і що максимізував функцію  $\Phi(\alpha)$  [2].

Запропонований алгоритм передбачає вирішення ряду часткових задач із залученням математичного апарату.

На підставі військово-технічних вимог до техніки, механізмів і засобів, необхідно визначити номенклатуру показників якості і параметрів для проведення порівняльного аналізу по вибраному критерію ефективності.

Визначення значень показників якості дозволяє встановити параметри комплексів, що впливають на величину критерію ефективності і підлягають розгляду при порівняльному аналізі.

Параметром можна вважати будь-яку постійну для даної машини величину, яка характеризує суттєву властивість, що відрізняє машину або процес від інших подібних до них. Інакше кажучи, параметри машини є числовими характеристиками їх якостей, що виділяють конкретну машину (комплекс) із безлічі типів і що визначає ефективність використання її в конкретних умовах.

Проаналізувавши роботи військових авторів [2, 3, 4, 5], що дають оцінку технічним засобам за певними властивостями, нескладно прийти до висновку, що всі вони єдині у визначенні найважливіших властивостей техніки Держспецтрансслужби: продуктивність, мобільність, універсальність, надійність, економічність, питома енергоємність, рівень механізації, питома трудомісткість.

Таким чином, аналіз комплексів в даній статті проводиться за 8 певними показниками, а критерій ефективності у загальному вигляді можна виразити як

$$K^* = f(\Pi, M, K_y, K_n, K_m, ПЗУ, N, Э) \rightarrow \max \quad (6)$$

де  $K^*$  – критерій ефективності техніки  $\Pi$  - змінна продуктивність (м/зміну);  $M$  - показник мобільності (ч);  $K_y$  - коефіцієнт універсальності;  $K_n$  - коефіцієнт надійності;  $K_m$  - коефіцієнт, що характеризує рівень механізації;  $ПЗУ$  (наприклад для колійної техніки) – приведені затрати на укладання 1 км колії;  $N$  - питома трудомісткість робіт (люд./дн);  $Э$  - питома енергоємність.

Серед даних показників і параметрів є детерміновані і імовірнісні величини. З метою отримання кількісних значень, важливо мати приватні методики їх визначення.

Визначення чисельних значень приватних показників комплексів пов'язано з констатацією детермінованих і отриманням прогнозованих даних. Їх джерелами можуть служити результати: розрахунків, випробувань, використання машин, проведення навчань і експериментальних робіт із створення нової техніки.

З восьми прийнятих часткових показників розглянемо визначення показника мобільності техніки, механізмів(комплексів).

Під показником мобільності розуміється здатність машини (комплексу) переміститися на новий об'єкт і приступити до виконання завдання. Загалом показник мобільності має вигляд

$$M = \frac{M(L)}{M(V)} - t_3 - t_4, \quad (7)$$

Можна проаналізувати ефективність даного комплексу за показником мобільності, спрямувавши  $M_k$  до min.

При визначенні показника мобільності для універсального комплексу, використовуємо вираз

$$M = \sum M_i \cdot k_j, \quad (8)$$

де  $M_i$  – показник мобільності кожної провідної машини;  $k_j$  – коефіцієнт використання машини, залежно від способу виконання робіт.

Для розрахунку показника мобільності необхідно визначитися із ступенем впливу випадкових величин, що входять у вираз (8). Показник мобільності є лінійною функцією двох випадкових величин і, отже, легко можна отримати дисперсію

$$M(M) = \Pi \cdot M(T_0) - \frac{\Pi}{V} M(L) - \Pi(t_3 + t_4), \quad (9)$$

$$D(M)_{T_0L} = \Pi^2 D(T_0) - \frac{\Pi^2}{V^2} D(L) + 2 \frac{\Pi^2}{V} \cdot K_{T_0L}, \quad (10)$$

де  $K_{T_0L}$  - кореляційний момент величин  $T_0$  і  $L$ .

Обчислюємо за найбільш типовими числовими характеристиками  $T_0$  і  $L$  кореляційний момент  $K_{T_0L}$ .

Коефіцієнт кореляції величин  $T_0$  і  $L$

$$r_{T_0L} = \frac{K_{T_0L}}{\sigma_{T_0} \cdot \sigma_L}. \quad (11)$$

Отже, між величинами  $T_0$  і  $L$  є позитивна кореляція і досить тісна лінійна залежність.

По певній дисперсії  $D(M)$  можна визначити середнє квадратичне відхилення  $\sigma_M$  і його відносне значення (коефіцієнт варіації), дорівнює

$$\Delta\sigma_M = \frac{\sigma_M}{M(M)}. \quad (12)$$

, що числові характеристики  $M$  як системи випадкових  $T_0$  і  $L$  залежать від значень постійних величин  $\Pi$  і  $V$ .

За даними розрахунків, можна зробити ви-

сновок, що зміни величини продуктивності не позначаються на величині відносного середнього квадратичного відхилення і це відхилення є порівняно стійким при найрізкіших коливаннях значень  $P$  і  $V$ .

Отже, значення показника мобільності достатньо стійкі при коливаннях величин  $T_0$  і  $L$  і, тому за початкові дані для розрахунків можна приймати будь-які величини  $T_0$  і пов'язані з ними дальності переміщення машин.

### Висновок

Таким чином, використовуючи методику визначення часткових показників (в даному випадку мобільності), можна отримати їх кількісне значення для порівняння зразків техніки, механізмів (комплексів) між собою і ухвалення рішень.

Вирахувавши значення  $K^*$  – (критерій ефективності) для кожного з них, можна визначити розрахункове значення ефективності кожного зразку техніки, механізму (комплексу) по відношенню до табельного.

Коротко представлена методика дозволить з більшою ефективністю підійти до формування табельного штату техніки, механізмів і комплексів об'єднаних загонів. Обґрунтовані і розраховані параметри дозволять не лише вибрати найбільш ефективнішу і модернізованішу техніку і механізми з тих, що випускаються на сьогоднішній день, але і можуть бути покладені в основу технічних завдань на розробку перспек-

тивних технічних зразків для Державної спеціальної служби транспорту.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мальков, М. І. Державна спеціальна служба транспорту – складова частина Воєнної організації держави [Текст] / М. І. Мальков. – К.: Наука і оборона. – 2004. – № 4. – с. 18.
2. Сендецкий, Н. Н. Обоснования методики определения показателя мобильности комплекса для сборки и укладки железнодорожного пути [Текст] / Н. Н. Сендецкий / К.: Центральный научно-исследовательский институт вооружения и военной техники Вооруженных Сил Украины – К.: 2006 – Материалы научной конференции. – № 4. – с. 34–37.
3. Вентлець, Е. С. Дослідження операцій задачі, принципи, методологія [Текст] / Е. С. Вентлець. – М.: Наука, 1988. – 206 с.
4. Гермейер, Ю. Б. Введення в теорію дослідження операцій [Текст] / Ю. Б. Гермейер. – М.: Наука, 1971. – 382 с.
5. Завадський, Е. К. Системотехніческая оцінка технологічних вирішень будівельного виробництва [Текст] / Е. К. Завадський. – Л.: Стройиздат, 1991. – 256 с.
6. Соболев, І. М. Вибір оптимальних параметрів в задачах із багатьма критеріями [Текст] / І. М. Соболев, Р. Б. Стадников. – М.: Наука, 1981. – 111 с.

Надійшла до редколегії 30.07.2012.

Прийнята до друку 13.08.2012.

О. П. БАРАНОВ (Администрация Государственной специальной службы транспорта, Киев), С. А. ЯКОВЛЕВ, И. Є. КРАМАР, А. И. ШАПТАЛА (ДИИТ)

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СПЕЦИАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ТРАНСПОРТА

В статье рассмотрены вопросы теоретического обоснования критериев методики выбора образцов мобильной универсальной техники для выполнения задач по восстановлению объектов транспортной системы Украины.

*Ключевые слова:* Государственная специальная служба транспорта, мобильные комплексы, критерий эффективности, методика выбора техники, показатели мобильности

O. P. BARANOV (Administration of Government special service of transport, Kyiv), S. A. YAKOVLEV, I. E. KRAMAR, A. I. SHAPTALA (Dnipropetrovsk National University of Railway Transport)

## CONCEPTUAL DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF TECHNIQUE OF THE GOVERNMENT SPECIAL SERVICE OF TRANSPORT

In the article the questions of theoretical ground of criteria of methodology of choice of standards of mobile universal technique are considered for implementation of tasks on renewal of objects of a transport system of Ukraine

*Keywords:* the government special service of transport, mobile complexes, criterion of efficiency, method of choice of technique, indexes of mobility