

<sup>1</sup>Михайло Олексійович Шишанов (д-р техн. наук, професор)

<sup>2</sup>Володимир Іванович Коцюруба (канд. військ. наук, с.н.с.)

<sup>2</sup>Іван Петрович Даценко (канд. техн. наук)

<sup>2</sup>Валентин Пилипович Сахно (канд. техн. наук, с.н.с.)

<sup>1</sup>Ігорь Іванович Деркач (канд. техн. наук)

<sup>1</sup>Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, Київ, Україна

<sup>2</sup>Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

## МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО ПОРІВНЯЛЬНОЇ ОЦІНКИ МАТЕРІАЛІВ КОРПУСІВ ПАНЦЕРОВИХ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ АВТОМОБІЛІВ

На підставі аналізу досвіду застосування панцерних спеціалізованих автомобілів та вимог до захищеності даної групи техніки запропоновано методичний підхід порівняльної оцінки матеріалів їх корпусів, що забезпечує необхідний рівень захищеності від дії уражаючих факторів з метою оптимізації вибору на підґрунті фінансових витрат, якісних характеристик та технології виробництва. У статті в якості базового підходу для проведення порівняння матеріалів корпусів броньованих машин пропонується використовувати метод прогресуючого еталону.

Запропонована методика може бути базовою для створення спеціалізованого програмного забезпечення в галузі пошуку раціональних підходів в процесі модернізації та проектування сучасних броньованих спеціалізованих автомобілів.

**Ключові слова:** панцерні спеціалізовані автомобілі; панцерний захист; метод ранжирування; критерій, показник; коефіцієнт вагомості; властивості; технічні характеристики.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Бойові дії, які ведуться на сьогоднішній день на сході нашої країни, переконливо свідчать, що в питаннях застосування вогневих засобів сторонами відмічається стійка тенденція підвищення їх ефективності, що вимагає підвищувати захищеність засобів транспортування особового складу і тактики їх застосування.

Досвід проведення антитерористичної операції [1] показав, що деякі підрозділи Збройних Сил України та інших військових формувань застосовувались для виконання завдань у більшості випадків на неброньованій техніці. Це призводить до невиправданих втрат особового складу і, у ряді випадків, не виконання поставлених завдань. Тому виникає необхідність у підвищенні захисту спеціалізованих автомобілів, що може бути досягнуто за рахунок використання панцерного захисту [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** [1, 2] показав, що питанням захищеності легко броньованих бойових машин від дії різного роду уражаючих факторів приділялася недостатня увага. Так в [2] розглянуті зразки броньованих автомобілів провідних країн світу. Порівняльна оцінка рівня захищеності різних зразків бронетехніки є достатньо актуальним питанням. У [3] визначені вимоги до рівня бронезахищеності панцерних автомобілів, але методи порівняльної оцінки рівня захищеності не надаються і потребують додаткового дослідження. Виходячи з

цього, виникає потреба щодо удосконалення існуючих методичних підходів, які б дозволили не тільки оцінювати броньовані автомобілі за рівнем захищеності, а також проводити їх порівняльну оцінку.

### Мета статті

Враховуючі вищезазначене, стаття присвячена розгляду методичного підходу щодо проведення порівняльного оцінювання матеріалів корпусів панцерних спеціалізованих автомобілів (ПСА).

### Виклад основного матеріалу дослідження

Методичний підхід щодо порівняльної оцінки матеріалів корпусів ПСА призначений для проведення порівняльного аналізу зразків, які у найбільшій мірі характеризують тип озброєння, що розглядається, та дозволяє визначити комплексні показники якості, які у найбільшій мірі враховують усі існуючі властивості матеріалів корпусів ПСА. Крім того, це дозволяє оцінити відповідності вітчизняних зразків матеріалів корпусів ПСА тактико-технічним вимогам військ і кількісним вимогам технічних умов та державних стандартів, а також провести порівняльну оцінку вітчизняних і зарубіжних зразків матеріалів корпусів ПСА.

Сукупність властивостей матеріалів корпусів ПСА, які визначають їх якість, обумовлює придатність матеріалів корпусів ПСА задовольняти певні потреби військ. Кожна із

властивостей характеризується відповідними тактико-технічними характеристиками (параметрами) матеріалів корпусів ПСА. Для проведення порівняння матеріалів корпусів ПСА пропонується використовувати метод прогресуючого еталону, що покладений в основу методики.

Оцінка ступеня відповідності матеріалів корпусів ПСА проводять шляхом порівняння з еталоном, на який відсутній державний стандарт та загальні технічні вимоги чи кількісні показники. Визначення відповідності вимогам полягає в порівнянні комплексного показника якості зразка, що оцінюється, з комплексним базовим показником.

Вихідними даними для проведення розрахунків служать показники, які характеризують конкретну марку сталі і поділяються на чотири групи: перша група – показники захищеності; друга група – фінансово-економічні показники; третя група – показники фізико-механічних властивостей; четверта група – технологічні показники.

Послідовність проведення розрахунків пропонується наступна.

1) Обирається вибірка матеріалів корпусів ПСА, яка за функціональними ознаками розбивається на однотипні зразки (подальші процедури проводяться тільки між однотипними зразками).

Для однотипних зразків матеріалів корпусів ПСА встановлюється повний перелік характеристик, які відображають їх властивості, та узагальнюються чисельні значення  $\{A_{ij}\}$  – характеристики для кожного зразка матеріалів корпусів ПСА.

2) Оцінюється пріоритетність  $j$ -ої характеристики (параметру). Для визначення пріоритетності характеристик ( $\beta_j$ ) застосовується метод ранжирування. Під ранжируванням розуміється процедура встановлення значущості характеристик матеріалів корпусів ПСА на підставі їх упорядкування.

Для цього робиться опитування групи із  $G$  експертів. Кожний  $g$ -й експерт визначає набір чисел  $C_{jg}$ ,  $j = \overline{1, J}$ , які відображають його погляд про пріоритетність технічних характеристик матеріалів корпусів ПСА. Кожен експерт повинен розташовувати технічні характеристики у порядку їх значимості (важливості) і приписати кожному із них числа натурального ряду: 1, 2, 3 і т. ін. Ранг показника визначається його номером, якщо на його місці у ряду відсутні будь-які інші. Коли на одному місці маємо декілька показників, що не розрізняються (мають зв'язані ранги), то ранг кожного з них дорівнює середньоарифметичному їх нових номерів. При цьому кількість рангів показників дорівнює  $R$ .

При визначенні коефіцієнтів  $C_{jg}$  приймається, що між рангом і важливістю характеристики матеріалів корпусів ПСА існує лінійна залежність. Тоді визначення коефіцієнтів  $C_{jg}$  здійснюється за

формулою

$$C_{jg} = 1 - \frac{r_{jg} - 1}{R}, \quad (1)$$

де  $r_{jg}$  – ранг відповідного  $j$ -ої характеристики матеріалів корпусів ПСА за думкою  $g$ -го експерта [4, 5].

Після цього значення  $C_{jg}$  нормуються

$$\beta_{jg} = \frac{C_{jg}}{\sum_{j=1}^J C_{jg}}; \sum_{j=1}^J \beta_{jg} = 1, \quad (2)$$

Остаточні значення коефіцієнтів важливості  $\beta_j$  обчислюються шляхом усереднення значень  $\beta_{jg}$ , які надходять від усіх експертів. Коли компетентність експертів у групі вважається однаковою

$$\beta_j = \frac{1}{G} \cdot \sum_{g=1}^G \beta_{jg}; g = \overline{1, G}, \quad (3)$$

Вірогідність результатів експертної оцінки характеризується ступенем узгодженості оцінок, які надаються експертами. Для цього використовується коефіцієнт конкордації ( $W$ ), який визначається за формулами

$$W = \frac{12B}{G^2 \cdot (R^3 - R) - G \cdot \sum_{g=1}^G T_g}; g = \overline{1, G} \quad (4)$$

де  $B = \sum_{l=1}^R \left( \sum_{g=1}^G r_{lg} - \frac{1}{R} \sum_{l=1}^R \sum_{g=1}^G r_{lg} \right)^2; l = \overline{1, R}, \quad (5)$

$$T_g = \sum_{\phi=1}^{H_g} (h_{\phi g}^3 - h_{\phi g}), \quad (6)$$

У формулі (6)  $T_g$  – показник зв'язаних рангів в  $g$ -му ранжируванні,  $H_g$  – кількість груп рівних рангів у  $g$ -му ранжируванні,  $H_{\phi g}$  – кількість рівних рангів у  $\phi$ -й групі ранжирування зв'язаних рангів при ранжируванні  $g$ -м експертом. Коли ранги, які збігаються (зв'язні), відсутні,  $T_g = 0$ .

Значення коефіцієнта конкордації знаходиться у межах  $0 < W < 1$ . При цьому  $W = 0$  означає повну протилежність, а  $W = 1$  – повне збігання ранжирувань. Вірогідність вважається хорошою, коли  $W = 0,7 - 0,8$ .

Якщо характеристики за важливістю вважаються рівними між собою, то показник пріоритетності кожної із них визначаються співвідношенням типу  $1/J$ , де  $J$  – загальна чисельність характеристик оцінюваних зразків матеріалів корпусів ПСА.

3) Для кожної характеристики встановлюється критеріальне правило, за яким зі всієї вибірки покроково обирається найкращий (умовно-еталонний) зразок матеріалів корпусів ПСА

$$A_{ej} = \max A_{ij}, i = \overline{1, N}, \quad (7)$$

або

$$A_{ej} = \min A_{ij}, i = \overline{1 \dots N}, \quad (8)$$

де  $A_{ij}$  – абсолютне значення  $j$ -ї властивості у  $i$ -того зразка, що порівнюється;

$A_{ej}$  – абсолютне значення цієї властивості у еталона (базового зразка).

4) Визначаються відносні персональні показники кожного зразка для кожної характеристики, які для властивостей “більше-краще”

$$q_{ij} = \frac{A_{ij}}{A_{ej}}, \quad (9)$$

а для властивостей “більше-гірше”

$$q_{ij} = \frac{A_{ej}}{A_{ij}}, \quad (10)$$

Для властивостей, які виражаються у вигляді “є” чи “немає”

$$q_{ij} = \begin{cases} 1, & A_{ij} - "є", \\ 0, & A_{ij} - "немає". \end{cases} \quad (11)$$

Для будь-яких властивостей  $q_{ij}=1$ , якщо  $A_{1j}=A_{2j}=\dots=A_{nj} = A_{ej} \neq 0$ .

5) Розраховується середньозважений комплексний показник якості кожного зразка матеріалів корпусів ПСА. Комплексний показник  $i$ -го зразка  $Q_i$  визначається за формулою

$$Q_i = \sum_{j=1}^J \beta_j q_{ij}, \quad (12)$$

де  $\beta_j$  – коефіцієнт вагомості  $j$ -ої властивості (технічної характеристики);  $q_{ij}$  – відносний одиничний показник  $j$ -ої властивості  $i$ -го зразка.

6) Нормуються одержані значення комплексного показника якості кожного зразка матеріалів корпусів ПСА по відношенню до найбільшого значення

$$K_j = \frac{Q_j}{\max Q_j}, \quad (13)$$

7) Встановлюються ранги кожного зразка матеріалів корпусів ПСА за рівнем якості. Робиться висновок про пріоритетність оцінюваних зразків матеріалів корпусів ПСА. Визначаються переваги та вимоги до характеристик, які потребують покращення характеристик корпусів ПСА.

### Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, запропонований методичний підхід дозволить обґрунтувати раціональний вибір матеріалів корпусів бронеавтомобілів, що дозволить забезпечити необхідний рівень захищеності при мінімізації фінансових витрат, оптимізації технології виробництва. Крім того, запропонована методика може бути базовою для створення спеціалізованого програмного забезпечення в галузі пошуку раціональних підходів в процесі модернізації та проектування сучасних ПСА.

### Література

1. Інформаційний бюлетень з протимінної діяльності у ході проведення АТО у Донецькій та Луганській областях. – К. : ГУОЗ, 2014. – 16 с. 2. Ф. Лапшин. Бронеавтомобіли / Авторевю – Україна. – К. : Авторевю, 2013. – С. 55 – 60. 3. Захист панцерний спеціалізованих автомобілів. Загальні технічні вимоги: ДСТУ 3975–2000. – К. : Держстандарт

України, 2000. – 8 с. 4. Ван дер Варден. Математическая статистика. – М.: Издательство иностранной литературы, 1960. – 435 с. 5. Моррис де Гроот. Оптимальные статистические решения. – М.: Издательство Мир, 1974. – 492 с.

## МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ МАТЕРИАЛОВ КОРПУСОВ ПАНЦИРНЫХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

<sup>1</sup>Михаил Алексеевич Шишанов (д-р техн. наук, профессор)

<sup>2</sup>Владимир Иванович Коцюруба (канд. войск. наук, с.н.с.)

<sup>2</sup>Иван Петрович Даценко (канд. техн. наук)

<sup>2</sup>Валентин Филиппович Сахно (канд. техн. наук, с.н.с.)

<sup>1</sup>Игорь Иванович Деркач (канд. техн. наук)

<sup>1</sup>Центральный научно-исследовательский институт вооружения и военной техники Вооруженных Сил Украины, Киев, Украина

<sup>2</sup>Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

На основании анализа опыта применения панцирных специализированных автомобилей и требований к защищенности данной группы техники предложен методический подход сравнительной оценки материалов их корпусов, что обеспечивает необходимый уровень защищенности от воздействия поражающих факторов, с целью оптимизации выбора на основе финансовых расходов, качественных характеристик и технологии производства. В статье в качестве базового подхода для проведения сравнения материалов корпусов бронированных машин предлагается использовать метод прогрессирующего эталона.

Предложенная методика может быть базовой для создания специализированного программного обеспечения в области поиска рациональных подходов в процессе модернизации и проектирования современных специализированных бронированных автомобилей.

**Ключевые слова:** панцирные специализированные автомобили; панцирная защита; метод ранжирования; критерий; показатель; коэффициент весомости; свойства; технические характеристики.

## METHODICAL APPROACH TO THE COMPARATIVE EVALUATION OF ARMORED SPECIAL VEHICLES HOUSING MATERIALS

<sup>1</sup>*Mykhailo O. Shyshanov (Doctor of Technical Sciences, Professor)*

<sup>2</sup>*Volodymyr I. Kotsiuruba (Candidate of Military Sciences, Senior Research Fellow)*

<sup>2</sup>*Ivan P. Datsenko (Candidate of Technical Sciences)*

<sup>2</sup>*Valentyn P. Sakhno (Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow)*

<sup>1</sup>*Ihor I. Derkach (Candidate of Technical Sciences)*

<sup>1</sup>*Central Research Institute of Armaments and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

<sup>2</sup>*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*

Based on the analysis of experience with the panzer specialized vehicles and requirements for the protection of this group of material, it's suggested the methodological approach for the comparative evaluation of materials for their buildings, which ensures the necessary level of the protection from the effects of damaging factors, to optimize the choice on the basis of the financial cost, quality characteristics and manufacturing technology. In the article as the baseline approach for comparison the armored vehicles body materials buildings, the method of progressive standard has proposed to use.

The proposed method can be the basis for creating the specialized software in the field of the searching the rational approaches in the process of upgrading and designing the modern specialized armored vehicles.

**Keywords:** panzer specialized vehicles; panzer protection; ranking method; criterion; indicator; weighting factor; properties; technical specifications.

### References

1. **Newsletter** of mine action in the course of the ATO in the Donetsk and Lugansk regions (2014), Kyiv, HUZ, 16 p.
2. **Lapshin F.** (2013), Bronevahtovyky. Auto Review, Ukraine., Kyiv, Autoreview, pp. 55–60.
3. **Protect** specialized armored vehicles. General specifications: ISO 3975–2000 (2000), Kyiv, State Standard of Ukraine, 8 p.
4. **Van der Waerden** (1960), Matematycheskaya statistics, Moscow, Publishing ynostrannoy literature, 435 p.
5. **Morris de Groot** (1974), Optimal statistic decisions (1974), Moscow, Mir Publishing, 492 p.

Отримано: 24.01.2015 року