

УДК 623.4.01

П. І. НОР,*кандидат технічних наук,***І. В. БОРОХВОСТОВ,***кандидат технічних наук**(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)*

Методика комплексної порівняльної оцінки зразків озброєння та військової техніки

Розглядається методика комплексної порівняльної оцінки тактико-техніко-економічних показників однотипних зразків озброєння та військової техніки шляхом введення нового узагальненого показника з використанням методів кваліметрії, порівняльного аналізу та експертної оцінки.

Рассматривается методика комплексной сравнительной оценки тактико-технико-экономических показателей однотипных образцов вооружения и военной техники путем введения нового обобщенного показателя с использованием методов кваліметрии, сравнительного анализа и экспертной оценки.

При розробленні програмних та планових документів оборонного планування щодо розвитку озброєння та військової техніки (ОВТ) Збройних Сил України, а це державні цільові програми розвитку і державні оборонні замовлення (ДОЗ), завжди актуальним і дискусійними є й будуть питання вибору оптимального варіанта розвитку ОВТ та шляхів їх реалізації. Таких варіантів, в більшості випадків, декілька, і включають вони як закупівлю продукції власного вітчизняного виробництва (нового чи модернізованого), так й іноземних зразків ОВТ, у тому числі таких, що вже були в експлуатації. Більш детальні дослідження за цим напрямом висвітлені в [1–3].

Потреби та вимоги до оновленого ОВТ визначаються на рівні командувань видів та родів військ Збройних Сил (ЗС), а уточнюються і узагальнюються на рівні Генерального штабу ЗС України. У подальшому, згідно з діючим в Україні законодавством, потреби корегуються у відповідності до наявних фінансово-ресурсних можливостей держави на рівні Міністерства оборони (МО) та Кабінету Міністрів України. Закінчується процес прийняттям відповідних програмних та планових документів.

Прийняття рішення щодо варіанта оснащення Збройних Сил тими чи іншими зразками ОВТ є компетенцією відповідних посадових осіб керівних структур ЗС України та має здебільшого евристичний і досить суб'єктивний характер. При відсутності альтернативних варіантів оновлення ОВТ такий стан справ з переозброєнням військ є прийнятним. Але вже зараз, а тим більше в майбутньому, у зв'язку з розвитком оборонної промисловості та розширенням військово-технічного співробітництва України, таких безальтернативних варіантів стає все менше. У зв'язку з цим виникає проблема вибору оптимального з усіх поглядів варіанта оснащення Збройних Сил необхідним ОВТ. Належне наукове обґрунтування даного питання, як правило, відсутнє або не доведене до практичного використання.

Слід відзначити, що певні теоретичні напрацювання відносно наукового обґрунтування вибору шляхів забезпечення ЗС необхідним ОВТ вже існують [2–4], але окремі часткові питання цього процесу ще або не вирішені, або потребують подальшого удосконалення. Це стосується, в першу чергу, повноти та коректності порівняльної оцінки тактико-техніко-економічних показників альтернативних для оснащення ЗС України зразків (комплексів, систем) ОВТ.

Останніми роками з метою визначення оптимального варіанта оновлення ОВТ для потреб ЗС набула практика більш широкого залучення до цього процесу науково-дослідних установ ЗС України. Реалізується вона через проведення науково-технічної експертизи номенклатури зразків ОВТ та дослідно-конструкторських робіт (ДКР) щодо їх створення або модернізації, які претендують до включення в Державну цільову оборонну програму розвитку ОВТ та ДОЗ. Виконавцем такої експертизи на замовлення структури МО України, що формує кінцевий варіант цих документів (на даний час – Департамент ОВТ МО України), виступили фахівці Центрального науково-дослідного інституту (ЦНДІ) ОВТ ЗС України.

У ході виконання даного завдання в ЦНДІ ОВТ ЗС України розроблена і реалізована методика комплексної порівняльної оцінки зразків ОВТ за критерієм “технічна досконалість – вартість – ресурс”. Методика апробована практично для всієї наявної та перспективної номенклатури ОВТ ЗС України. Короткий виклад сутності даної методики для її критичної оцінки та подальшого використання і є **метою** цієї статті.

Згідно з даною методикою техніко-економічні можливості будь-якого зразка ОВТ оцінюється за допомогою узагальненого показника, який пропонується назвати коефіцієнтом техніко-економічного рівня зразка $K_{\text{ТЕР}}$. Як складові цього показника прийнято нормовані за рівнем впливу за допомогою вагових коефіцієнтів значення коефіцієнтів технічної досконалості $K_{\text{ТД}}$ відносної вартості $K_{\text{В}}$ та запасу ресурсу $K_{\text{ЗР}}$ визначених зразків ОВТ.

На відміну від загальновідомих критеріїв “ефективність – вартість” та “ефективність – вартість – час”, запропонований критерій “технічна досконалість – вартість – ресурс” має ряд видимих переваг. Він конкретизує та спрощує оцінку ефективності зразка ОВТ (через коефіцієнт технічної досконалості), що особливо важливо на етапі створення нового (модернізованого) зразка ОВТ. Введення показника запасу ресурсу ОВТ дозволяє оцінити можливі плюси та мінуси всієї номенклатури альтернативних варіантів зразків ОВТ з різним ресурсом, у тому числі і бувших у використанні або модернізованих.

Перша складова $K_{\text{ТД}}$ – це інтегральний узагальнюючий показник технічного рівня ОВТ, що визначається на основі порівняльного аналізу тактико-технічних характеристик (ТТХ) двох і більше зразків ОВТ.

Методика, алгоритм та програмний продукт розрахунку коефіцієнтів технічної досконалості $K_{\text{ТД}}$ зразків ОВТ в порівнянні з обраним еталоном розроблені та використовуються в ЦНДІ ОВТ ЗС України для аналізу технічного рівня при оцінці тих чи інших варіантів оновлення наявних зразків ОВТ [5, 6]. Визначені значення коефіцієнтів технічної досконалості зразків ОВТ $K_{\text{ТД}}$ можуть виступати й як кінцевий продукт їх порівняльного аналізу, так і як складова показників більш високого рівня – коефіцієнтів техніко-економічного рівня зразків ОВТ $K_{\text{ТЕР}}$.

Методика визначення значень $K_{\text{ТЕР}}$ побудована на таких основних принципах:

ієрархічний рівень побудови системи оцінки технічного рівня зразків ОВТ з декомпозицією ТТХ на кожному вибраному рівні ієрархії;

формування оптимального переліку ТТХ та декомпозиція їх за типовими функціональними елементами зразків ОВТ;

визначення впливу складових всіх рівнів ієрархії відомими методами експертного опитування.

Використання цих принципів обумовлено необхідністю аналізу і обробки значної кількості різноманітних ТТХ сучасних зразків ОВТ, що знаходяться на озброєнні збройних сил провідних країн світу. Використання 2–4 рівнів ієрархії в системі оцінки технічного рівня

зразків ОВТ дозволяє в рамках даного рівня ієрархії скоротити перелік визначальних (найбільш важливих з погляду ефективності зразків) ТТХ та практично позбутися неоднозначності при проведенні експертного опитування, що безумовно сприяє достовірності одержаних результатів.

У типовому випадку для зразків ОВТ, що призначені для виконання декількох бойових завдань, необхідно сформувати перелік визначальних ТТХ для кожного з типових бойових завдань або тактики їх бойового застосування (оборона, наступ тощо). Це перший рівень ієрархії.

Наприклад, бойові машини піхоти, бронетранспортери та більш легкі броньовані машини призначені для транспортування, захисту особового складу та його вогневої підтримки при зіткненні з противником. Для кожного з цих завдань найбільш важливими з погляду ефективності їх виконання будуть свої конкретні ТТХ. Тому перший рівень ієрархії передбачає декомпозицію всього переліку ТТХ на декілька груп згідно з визначеними завданнями. Подальша оцінка технічного рівня зразків ОВТ виконується окремо для кожної групи ТТХ і буде стосуватися тільки визначеного завдання з можливістю подальшої компіляції отриманих результатів в рамках даного зразка ОВТ.

Досить часто переліки визначальних ТТХ для виконання різних бойових завдань даним зразком ОВТ близькі. У такому випадку, декомпозицію ТТХ на першому рівні ієрархії можна пропустити та визначати рівень технічної досконалості даного зразка ОВТ на основі одного загального переліку ТТХ.

Другий рівень ієрархії – формування груп ТТХ, тобто декомпозиція їх або за основними властивостями, або за функціональним призначенням складових елементів зразків ОВТ. Перший підхід передбачає розподіл ТТХ за основними властивостями зразка ОВТ. У загальному випадку для бойових броньованих машин такими є маневреність, вогнева могутність, захищеність та ін. Але властивості зразків ОВТ навіть у складі одного виду збройних сил (роду військ), а тим більше різних, незважаючи на однакову функціональну ознаку, різні, принаймні, за термінологією.

На наш погляд, більш універсальним та прийнятним є використання груп декомпозицій, сформованих за належністю до основних складових функціональних елементів даного виду ОВТ. Наприклад, характеристики носія, характеристики засобів ураження цілі та характеристики засобів захисту тощо. Такий підхід досить близький до попереднього, оскільки, наприклад, маневреність визначається в основному ТТХ носія, а вогнева могутність – ТТХ засобів ураження цілі і т. п.

Виходячи з цього, декомпозиція ТТХ зразків ОВТ, що призначені для виконання бойових завдань, може здійснюватися за шістьма основними групами [4]:

1. ТТХ носія (платформи) зразка ОВТ.
2. Характеристики засобів ураження цілей.
3. Характеристики засобів розвідки цілей.
4. Характеристики засобів захисту (виживання) зразка ОВТ.

5. ТТХ засобів управління (цілевказання) і зв'язку.

6. Експлуатаційні показники зразка ОВТ (показники надійності, умов застосування, транспортабельності, ергономічності та ін.).

У найбільш складних зразків ОВТ, наприклад бойових кораблів класу “корвет” і “фрегат”, друга та третя групи ТТХ можуть ділитись на окремі підгрупи за принципом дії засобів ураження чи характером цілей, проти яких направлені дані засоби ураження або розвідки цілей. У такому випадку проводиться декомпозиція ТТХ на третьому рівні ієрархії. Наприклад, для вказаних кораблів окремо на основі своїх специфічних ТТХ оцінюють ракетно-артилерійське, мінно-торпедне і авіаційне озброєння (при наявності корабельної авіації). У подальшому виходять на загальну оцінку засобів ураження корабля.

Для зразків ОВТ, основне призначення яких не пов'язане з вогневим ураженням цілі, другу та третю групи ТТХ пропонується замінити однією групою ТТХ, що характеризують цільове призначення даного зразка ОВТ.

У деяких випадках, наприклад при попередніх оцінках технічного рівня на етапі створення (розроблення варіанта модернізації) зразка ОВТ, шосту групу ТТХ, що характеризує експлуатаційні показники, не розглядають через відсутність на даному етапі таких показників.

Останній (четвертий) рівень ієрархії – це оцінка впливу відібраних визначальних ТТХ на технічний рівень зразка ОВТ в кожній із сформованих груп декомпозиції. Він може бути реалізований належним чином, якщо при формуванні переліку ТТХ керуватись такими критеріями відбору:

відібрані в дану групу ТТХ повинні бути доступними та повністю характеризувати відповідні властивості ОВТ даного класу;

ТТХ даної групи не повинні бути взаємно корельованими, тобто не дублювати одна одну;

кількість параметрів (ТТХ) в групі повинна бути мінімальною, а максимальна кількість параметрів не повинна перевищувати 7–8 одиниць.

Оцінка впливу груп декомпозиції та окремо оцінка впливу визначених ТТХ в кожній групі, при наявності і підгрупі, для визначених бойових завдань на рівень технічної досконалості ОВТ даного типу реалізується за допомогою методів експертної оцінки. Вибір конкретного методу залежить від багатьох факторів і є прерогативою особи, що проводить оцінку технічного рівня зразків ОВТ. Рекомендується використання будь-якого з відомих методів, починаючи з найпростішого – прямої експертної оцінки чи заповнення шкали Фішборна і закінчуючи методом аналізу ієрархій.

Значення вагових коефіцієнтів впливу ТТХ та їх груп (підгруп) на рівень технічної досконалості ОВТ даного класу на всіх рівнях ієрархії мають вирішальний вплив на достовірність отриманих результатів. Тому значення коефіцієнтів, що одержані від експертів, аналізуються та узагальнюються для подальшого використання в розрахунках технічного і техніко-економічного рівня зразків ОВТ. Методичні рекомендації щодо виконання даного пункту та вибору складу експертів наведені в [7].

Для порівняльної оцінки технічного рівня зразків ОВТ в залежності від завдань досліджень формується перелік відібраних для аналізу зразків, так звана “вбірка зразків ОВТ”, та визначається еталонний зразок. Як еталонний може бути використаний будь-який зразок з вибірки зразків ОВТ. Рекомендується як еталонний зразок використовувати новітні зразки-аналоги (закордонні або вітчизняні), ТТХ яких відомі досліднику. Для обраного еталонного зразка коефіцієнт технічної досконалості приймається рівним одиниці ($K_{ТДк} = 1,0$).

При реалізації вказаних основних принципів і рекомендацій розрахунок коефіцієнта технічної досконалості зразка ОВТ k -го типу $K_{ТДк}$ проводиться в загальному випадку при декомпозиції на 6 груп за допомогою виразу

$$K_{ТДк} = \sum_{i=1}^6 K_{ТДi} \Pi_{iCP} = \sum_{i=1}^6 \left(\sum_{j=1}^n K_{ТДji} M_{jicp} \right) \Pi_{iCP}, \quad (1)$$

де n – кількість ТТХ в i -й групі декомпозиції; M_{jicp} – опосередковане значення вагового коефіцієнта j -ї ТТХ в i -й групі декомпозиції; Π_{iCP} – опосередковане значення вагового коефіцієнта i -ї групи декомпозиції ($i = 1..6$ – для типового варіанта поділу основних ТТХ даного зразка ОВТ); $K_{ТДji} = \frac{A_{jik}}{A_{jiEi}}$ – коефіцієнт технічної досконалості зразка ОВТ k -го типу для j -ї ТТХ i -ї групи декомпозиції (A_{jik} – числове значення j -ї ТТХ i -ї групи декомпозиції k -го зразка ОВТ; A_{jiEi} – значення j -ї ТТХ i -ї групи декомпозиції еталонного зразка).

Алгоритм визначення коефіцієнта технічної досконалості ОВТ даного парку $K_{ТДк}$ показаний на рис. 1. Він послідовно реалізує наведені вище рекомендації та формули розрахунків.

Значення $K_{ТДк}$ можна розрахувати як з використанням електронно-обчислювальної техніки, так і без її використання. Останнє більш прийнятне у випадку порівняння невеликої кількості (2–3 одиниць) нескладних зразків ОВТ. Програма розрахунку $K_{ТДк}$ практично необмеженої



Рис. 1. Алгоритм визначення показників технічного рівня зразків ОВТ

кількості зразків ОВТ в програмному середовищі Microsoft Office Excel або Mathcad розроблена та тривалий час використовується в ЦНДІ ОВТ ЗС України.

Друга складова коефіцієнта техніко-економічного рівня зразків K_{TEP} – це коефіцієнт відносної вартості K_B . Визначається як відношення приведеної до курсу року проведення досліджень вартості (каталожної ціна) еталонного зразка C_e до вартості (каталожної ціни) досліджуваного зразка в порівняльній валюті C_k . Можливо та навіть бажано використання, при наявності відповідних даних, вартості життєвого циклу відібраних зразків ОВТ.

Особливість розрахунку коефіцієнта відносної вартості полягає в тому, що, на відміну від інших коефіцієнтів, виходячи з принципу “чим менше – тим краще”, в чисельнику відображається значення вартості еталонного зразка. Розрахунок коефіцієнта відносної вартості K_{Bk} k -го зразка ОВТ проводиться згідно з виразом

$$K_{Bk} = \frac{C_e}{C_k}, \quad (2)$$

де C_e – приведена до курсу року, в якому проводяться дослідження, вартість (каталожна ціна) еталонного зразка; C_k – вартість (каталожна ціна) досліджуваного зразка в порівняльній валюті.

Третьою складовою комплексної багатокритеріальної оцінки зразків ОВТ є їх коефіцієнт запасу ресурсу $K_{ЗР}$. Визначається як відношення запасу ресурсу (терміну придатності) до кінця експлуатації (капітального ремонту) досліджуваного зразка T_k до аналогічного показника еталонного зразка T_e . Розраховується для k -го зразка ОВТ за формулою

$$K_{ЗРk} = \frac{T_k}{T_e}, \quad (3)$$

де T_k – запас ресурсу до кінця експлуатації (капітального ремонту) досліджуваного зразка; T_e – запас ресурсу еталонного зразка.

Ступінь впливу зазначених коефіцієнтів, а саме: технічної досконалості $K_{ТД}$, відносної вартості K_B , та запасу ресурсу $K_{ЗР}$ – на узагальнений коефіцієнт техніко-економічного рівня зразка K_{TEP} не однакові. Як показала практика досліджень, врахування різного ступеня впливу можливо за допомогою вагових коефіцієнтів, що отримуються за результатами експертного опитування відповідних фахівців. Наприклад, при проведенні попереднього експертного опитування фахівців ЦНДІ ОВТ ЗС України були визначені такі значення вагових коефіцієнтів (ступенів впливу на узагальнений коефіцієнт технічної ефективності зразка):

- для технічної досконалості зразка – 0,5;
- відносної вартості зразка – 0,3;
- запасу ресурсу – 0,2.

Таким чином, узагальнений коефіцієнт техніко-економічного рівня досліджуваних зразків у порівнянні з еталонним зразком в зв'язку з різним характером його

складових рекомендується розраховувати на основі інтегрального показника нормованих коефіцієнтів технічної досконалості, відносної вартості та запасу ресурсу.

Значення K_{TEP} можна розрахувати, використовуючи досить просту та наочну геометричну інтерпретацію. Якщо за значеннями 3-х вказаних нормованих коефіцієнтів $K_{ТД}$, K_B і $K_{ЗР}$ побудувати площинну пелюсткову діаграму для еталонного та як приклад 2-х досліджуваних зразків, то площі трикутників, що утворені лініями з'єднання кінців векторів $0,5\vec{K}_{ТД}$, $0,3\vec{K}_B$ та $0,2\vec{K}_{ЗР}$ відповідно відрізків a , b , c , будуть еквівалентні значенням коефіцієнта техніко-економічного рівня K_{TEP} даних зразків (рис. 2). Чим більші для даного зразка ОВТ значення коефіцієнта $K_{ТД}$ тобто кращі його ТТХ, чим більший коефіцієнт K_B (менша вартість зразка) та більший коефіцієнт $K_{ЗР}$ (більший ресурс зразка), тим більший узагальнений коефіцієнт техніко-економічного рівня K_{TEP} даного зразка ОВТ. Більшому значенню K_{TEP} відповідає і більша площа вказаного на рис. 2 трикутника.

Таким чином, задача знаходження коефіцієнта K_{TEP} як інтегрального показника зводиться до знаходження площі простої геометричної фігури, в даному випадку трикутника, за відомими значеннями відрізків a , b , c (рис. 2).

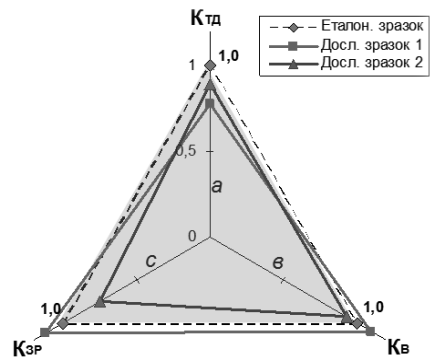


Рис. 2. Геометрична інтерпретація визначення коефіцієнта K_{TEP}

Чисельні значення a , b , c для k -го зразка ОВТ визначаються як $a_k = 0,5 K_{ТДk}$, $b_k = 0,3 K_{Bk}$ і $c_k = 0,2 K_{ЗРk}$

Результати розрахунків K_{TEP} та його складових для еталонного зразка та 2-х інших зразків, що показані на рис. 2, визначені вказаним методом, в порівнянні з еталоном, наведені в табл. 1.

У наведеному на рис. 2 прикладі при порівнянні зразка 1 і зразка 2 з'ясувалося, що за сукупністю ТТХ зразок 2 кращий 1-го зразка на 11% ($K_{ТД2} = 0,89$, а $K_{ТД1} = 0,78$). При цьому зразок 2 має в порівнянні з 1-м зразком гірші показники відносної вартості K_B і запасу ресурсу $K_{ЗР}$ (табл. 1). Визначити, який з 2-х зразків кращий без розрахунку узагальнюючого показника досить

Таблиця 1

№ п/п	Зразки ОВТ	$K_{ТДk}$	K_{Bk}	$K_{ЗРk}$	K_{TEP}	K_{TEP} нормований
1	Еталонний зразок	1,0	1,0	1,0	0,1342	100%
2	Досліджуваний зразок 1	0,78	1,10	1,12	0,1252	93,3%
3	Досліджуваний зразок 2	0,89	0,93	0,75	0,1006	74,9%

складно. Результати розрахунків, що наведені в табл. 1, дозволяють це зробити. Виявилось, що зразок 1 за сукупністю показників все ж кращий 2-го зразка на 18,4% ($K_{TEP1} = 93,3\%$ і $K_{TEP2} = 74,9\%$). На рис 2 видно, що площа трикутника, утвореного за значеннями коефіцієнтів 1-го зразка, більша площі аналогічного трикутника 2-го зразка.

Таким чином, запропонована методика комплексної порівняльної оцінки зразків ОВТ дозволяє розробити науково обґрунтовані рекомендації щодо вибору оптимального варіанта оснащення ЗС України необхідними зразками ОВТ. Вона як складова науково-технічної експертизи запропонованих варіантів оснащення Збройних Сил може бути використана на будь-якому етапі розроблення програмних і планових документів щодо розвитку ОВТ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Системно-концептуальные основы методологии военно-научных исследований и решения прикладных военно-технических проблем* [Текст] : моногр. В 3-х кн. / под ред. Б. А. Демидова. – Тверь, 2014. – 676 с., 688 с., 560 с.
2. *Борохвостов, І. В.* Вибір шляхів забезпечення збройних сил озброєнням та військовою технікою з урахуванням можливостей оборонно-промислового комплексу України [Текст] / І. В. Борохвостов, О. Ф. Сальнікова // Стратегічні пріоритети. – 2015. – № 1 (34). – С. 19–25.
3. *Борохвостов, І. В.* Експертне оцінювання варіантів оснащення збройних сил озброєнням та військовою технікою [Текст] / І. В. Борохвостов, О. Ф. Сальнікова // Стратегічні пріоритети. – 2015. – № 4. – С. 45–49.
4. *Чепков, І. Б.* Обґрунтування шляхів забезпечення збройних сил озброєнням та військовою технікою з урахуванням можливостей оборонно-промислового комплексу України [Текст] / І. Б. Чепков, І. В. Борохвостов, О. Ф. Сальнікова // Defense Express. – 2015. – № 12. – С. 8–14.
5. *Нор, П. І.* Методика оцінки технічного рівня зразків озброєння та військової техніки. [Текст] / П. І. Нор, С. В. Кручинін, О. Д. Мельник, В. А. Єфіменко. // Збірник наук. праць / ЦНДІ ОВТ ЗСУ. – Вип. 22. – К. : ЦНДІ ОВТ ЗСУ, 2009. – С. 74–82.
6. *Єфіменко, В. А.* Основні технічні показники оцінки ефективності парків озброєння та військової техніки збройних сил [Текст] / В. А. Єфіменко, П. І. Нор, А. Ю. Гупало // Збірник наук. праць / ЦНДІ ОВТ ЗСУ. – Вип. 22. – К. : ЦНДІ ОВТ ЗСУ, 2012. – С. 87–98.
7. *Нор, П. І.* Методика оцінки технічного рівня зразків озброєння та військової техніки [Текст] / П. І. Нор, А. Г. Павленко, О. М. Горський. // Труді університету / НУОУ. – Вип. 3 (109). – К. : НУОУ, 2012. – С. 188–194.

Рецензент М. І. Луханін, д-р техн. наук, проф.
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)