

**Обнявко Т. С.**  
викладач кафедри тилового забезпечення  
Військової академії, м. Одеса

**Obniavko T. S.**  
Lecturer of Department of Logistic Support  
Military Academy, Odessa

## МЕТОДИКА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ЗАКУПІВЛЯХ І ПРОЕКТУВАННІ СПЕЦІАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ТА ОБЛАДНАННЯ

### DECISION SUPPORT METHODOLOGY FOR PROCUREMENT AND DESIGNING OF SPECIAL FACILITIES AND EQUIPMENT

**Анотація.** В роботі розглянуто науково-методичні підходи щодо створення передумов для застосування інтегрованих показників і оцінок якості в інформаційних системах обґрунтування прийняття рішень. Запропонована методика може використовуватись для обґрунтування прийняття рішень при проектуванні і виробництві спеціальних засобів та обладнання військового призначення. Також запропонована методика може використовуватись при тендерних закупівлях, спрямованих на реалізацію раніше прийнятих рішень. Наведено розрахунок інтегрального показника якості на прикладі гіпотетичного засобу спеціального призначення з метою подальшого проведення тендерних закупівель.

**Ключові слова:** військово-промисловий комплекс України, Збройні сили України, військова економіка, метод приведених витрат, тендерні закупівлі, методика підтримки прийняття рішень при тендерних закупівлях і проектуванні спеціальних засобів.

**Вступ та постановка проблеми.** При оцінці характеристик обладнання [1], при прийнятті заключних рішень у ході тендерних закупівель [2], при встановленні вимог до параметрів окремих елементів і модулів спецзасобів та спецобладнання, обов'язково:

а) щоб заключне рішення робилось після обґрунтованого, об'єктивного співставлення не менш ніж трьох варіантів, розроблених різними незалежними виконавцями;

б) доказове й прозоре обрання за заздалегідь встановленими об'єктивними критеріями найкращого з можливих варіантів;

в) щоб оцінку варіантів виконував замовник і незалежні експерти. Тут постає проблема – яким чином вимірювати якість [3], ефективність різних запропонованих (технічних, технологічних, еколого-економічних, управлінських і т. і.) можливих рішень, які, що найчастіше, мають різні одиниці виміру, різні шкали, масштаби, часто не піддаються аналітичному визначенню і не можуть бути об'єктивно зіставлені одне з одним?

Наприклад, якась властивість, показник спецзасобу може бути відображений у числах, але напевно невідомо, наскільки вагомим є цей показник серед інших показників загальної ефективності цього спецзасобу [4]. Більшість важливих властивостей можуть бути оцінені тільки фахівцями на рівні особистого опиту, інтуїції, неформалізованого знання, практичного застосування, і тому не піддаються виміру. Деякі властивості принципово можна обчислити і визначити, але для цього або бракує інформації, або потрібно багато часу. Зрозуміло, що вимоги технічного завдання на проектування або вже запропоновані до тендеру спецзасоби можуть використовувати різні технічні й технологічні рішення. Найчастіше науково-прикладне дослідження, яке виконується за державним замовленням, реалізується на основі проведення тендеру. Безумовним є й те, що визначення найкращого рішення у тендері, якщо технічні вимоги виконуються однаково успішно різними варіантами спецзасобів, оцінюється із залученням комп-

лексних показників – інтегрованих техніко-економічних, техніко-експлуатаційних та інших показників [5].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відомо, що розрахунки порівняльної економічної ефективності інвестицій застосовуються при порівнянні варіантів господарських і технічних рішень, розміщення замовлень на спроектовані системи та об'єкти, при вирішенні завдань з вибору таких продукції і послуг, що можна замінити, при впровадженні виробництва нових видів техніки, створенні нових або реконструкції діючих підприємств тощо. Для оцінки і зіставлення різних технічних рішень існує апробований метод – метод приведених витрат, тобто умовне приведення всіх витрат до одного року експлуатації. Проблема визначення найкращого проектного рішення зазвичай вирішується за допомогою інтегрованих показників якості із залученням методів аналітичних та експертних оцінок [6–8], методів економетрики [1, 7–9] та нечіткої логіки [10].

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття.** Хоча методики визначення найкращого проектного рішення за допомогою інтегрованих показників існують, але методика визначення показників виробництва та тендерних закупівель для спецзасобів, яка суттєво залежить від умов оцінювання і може носити ознаки корупції [11], майже не розроблена.

Саме тому, удосконалювання методів аналізу й об'єктивного оцінювання нових технічних проектів для спецзасобів, а також результатів їх реалізації на основі тендерних закупівель є важливим і актуальним завданням в умовах тривалої військово-політичної кризи в нашій країні [12; 13].

**Метою дослідження** є створення передумов для застосування інтегрованих показників і оцінок якості в інформаційних системах підтримки прийняття рішень, які використовуються при оцінці різних конкуруючих технічних і технологічних проектів спецзасобів, а також при наступних можливих тендерних закупівлях, спрямованих на реалізацію раніше прийнятого рішення.

**Завданням дослідження** є вдосконалення методики розрахунку інтегрованих показників, які оцінюють якість спецпроектів, спецпродукції, спецобладнання або тендерних пропозицій, яка базується на адитивному використанні методів кваліметрії та експертних оцінок.

**Об'єктом дослідження** є процеси та процедури оцінки якості та прийняття рішень при вирішенні експертних і тендерних завдань щодо проектів та обладнання спеціального призначення.

**Предметом дослідження** є методики розрахунку інтегрованих показників і оцінок якості проектів, продукції, обладнання або тендерних пропозицій спеціального призначення.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** При виборі постачальника оцінюється якість його пропозиції. Так, в тендерних закупівлях можуть застосовуватися різні автоматизовані системи підтримки прийняття управлінських рішень (СППР) [15]. Досить поширені, наприклад, такі, як *CMMS (Computerised Maintenance Management Systems)*, *CVSS (Computerised Vendor Selection System)*, *BI (Business Intelligence)*, *BA (Business Analytics)* і ряд інших. Такі СППР орієнтовані на топ-менеджмент, швидкі зміни ситуації та гнучкість, пов'язану з неструктурованістю та оригінальністю вирішуваних завдань, для яких немає апробованих алгоритмів рішення. У більшості СППР основний акцент робиться на професійний аналіз об'єктів, ситуацій, математичне моделювання, прогнозування та візуалізацію можливих варіантів рішень (аналіз прикладів – *case analyses*; параметричний аналіз; аналіз чутливості; аналіз можливостей – «пошук цільових рішень»; аналіз впливу; аналіз даних; порівняння та агрегування; аналіз ризику; оптимізація). За принципом роботи СППР є ітераційними, часто підтримують можливість діалогу з особою, яка приймає рішення (ОПР), та розширюваності в області баз даних і алгоритмів.

Але в умовах українського законодавства та при особливих умовах проведення тендерів (наприклад, при закупівлі комплектуючих, матеріалів та обладнання спецпризначення) такі СППР найчастіше не придатні або вимагають адаптації і тому не застосовуються. Крім того, при використанні більшості СППР сторонніх виробників немає гарантій запобігання витоку інформації, призначеної для службового користування.

У різних методиках розрахунку, що застосовуються у СППР, показником порівняння варіантів є мінімум приведених витрат [14; 16], де витрати розподіляються на:

– капітальні витрати,  $K_v$  (придбання обладнання, його транспортування, монтаж, налагодження, введення в експлуатацію тощо). Ці витрати розподіляються на кожен рік експлуатації;

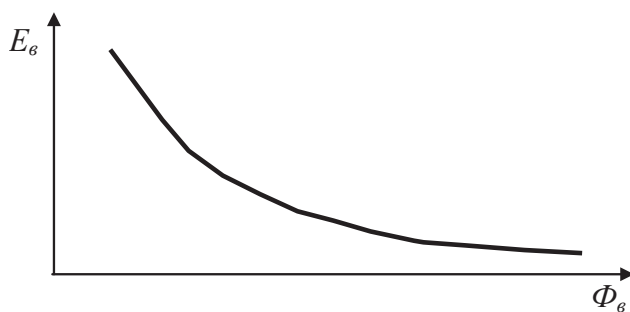


Рис. 1. Типова залежність витрат на експлуатацію спеціального обладнання в функції загальних фінансових витрат

– експлуатаційні витрати  $E_v$  (заробітна плата обслуговуючого персоналу, витрати на енергію, технічне обслуговування, ремонт основних фондів, накладні витрати тощо). Ці витрати рахують за один рік експлуатації.

За кожним з варіантів приведені витрати  $E_{np}$  (сума поточних і капітальних витрат, доведених до однакової розмірності і відповідно до нормативного коефіцієнту ефективності [14; 16]), визначаються як:

$$E_{np} = (C_1 + E_n \cdot K_1) - (C_2 + E_n \cdot K_2),$$

де  $C_1$  та  $C_2$  – поточні витрати;  $K_1$  та  $K_2$  – капітальні витрати, відповідно, за першим та другим варіантами;  $E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.

Зрозуміло, що найкраще рішення не може мати мінімуму експлуатаційних витрат  $E_v$ , оскільки такий варіант вимагає найбільших, найчастіше – нереально великих, сумарних фінансових вкладень  $\Phi_v$  (рис. 1).

Існує декілька підходів до кількісного оцінювання якості проектних рішень методами кваліметрії [8]. Для спецзасобів, наприклад, [4], використані наступні принципи [17; 18]:

1. Якість [19] – сукупність тільки тих властивостей засобу, що пов'язані з результатом, а не зі здійсненими при цьому витратами, і які виявляються у процесі експлуатації засобу відповідно до його функціонального призначення (ISO 9000-9004, ISO 8402).

2. Всі властивості засобу можуть бути вимірянні абсолютним показником властивості  $Q_i$  ( $i = 1, \dots, n$ , де  $n$  – кількість властивостей оцінюваного об'єкту). Отримане значення показника  $Q_i$  виражається у специфічних для кожної властивості одиницях, а для вимірювання використовують аналітичні та експертні методи, класичні методи метрології. З властивостей, що формують показники якості, утворюють ієрархічну структуру.

3. Нормативний термін *окупності* ( $T$ ) – термін, який потрібен для повернення інвестиційних витрат. Але для спецтехніки термін окупності може не враховуватися, оскільки термін окупності різних варіантів спецзасобів є інструментом проведення державної політики.

Короткі терміни окупності стимулюють швидкий підйом виробництва, але потребують залучення більших приведених капіталовкладень. Великі терміни окупності характерні для умов розвитку ринкової економіки, існування економічної нестабільності, впливу агресивної поведінки інших держав. Зазвичай великі терміни окупності використовуються при стабільному розвитку галузі економіки або певного державного комплексу, наприклад, Збройних Сил України (ЗСУ), а також для техніки із великим терміном експлуатації [12; 13; 20].

Нове рішення (проект, продукція тощо), щоб бути конкурентоспроможним і на світовому ринку, повинно задовольняти не тільки вимоги технічного завдання, але й відповідати сучасному рівню розвитку науки і технологій, мати найкращі на сьогодні експлуатаційні і екологічні характеристики тощо.

Якщо проект є продукцією спецпризначення, то у поняття його життєвого циклу і експлуатації входять і питання виробництва – матеріаломісткість, уніфікація, технологічність, терміни виготовлення тощо, і можливості експорту, і деякі особливі властивості (держтаємниця, подвійність призначення, утилізація тощо), які не завжди є важливими при експлуатації звичайного обладнання та у цивільних проектах.

Додатково зауважимо, що якщо йдеться про технічно складний спецзасіб як продукцію виробництва, то обов'язково треба врахувати додаткові властивості, які проявляються при його технічній експлуатації. Технічна

експлуатація – частина експлуатації, що включає транспортування, зберігання, технічне обслуговування та ремонт спецзасобу, виробу, при цьому під експлуатацією розуміється стадія всього життєвого циклу засобу, виробу, на якій реалізується, підтримується і відновлюється його якість (ГОСТ 25866-83).

Саме тому, для оцінювання експлуатаційних, тактико-технічних, еколого-економічних та інших показників спецзасобів і проектів їх створення, використовують різноманітні методи кваліметрії [8; 21] із залученням методів комплексної, кількісної оцінки якості.

Таким чином, можна зробити висновок, що:

- комплексний, інтегрований показник якості обов'язково повинен використовуватися при оцінці технічних проектів та при тендерних закупівлях спецзасобів;
- інтегрований показник якості необхідно застосовувати не тільки при використанні методів кваліметрії, а й у комплексі із неаналітичними, експертними методами оцінювання.

Якщо конкуруючий варіант (спецпроект, тендерної пропозиції, спецобладнання тощо) має не тільки зменшені експлуатаційні витрати, а також і підвищені тактико-технічні параметри (ТТХ) і характеристики (продуктивність, вантажопідйомність, надійність, універсальність, екологічність тощо), то у цьому випадку термін окупності  $T$  капітальних витрат значно скоротиться. Зазвичай приведені витрати (ПВ) розраховують за формулою:

$$ПВ = E_0 + K_0 / T \quad (1)$$

Зрозуміло, що переможе той варіант, який має найменше значення приведених витрат і найвищу «якість». Якість – це не тільки сукупність властивостей і ТТХ засобу, продукції або послуги, які надають їм здатність задовольняти обумовлені або передбачувані потреби споживача, це сукупність властивостей об'єкту, які виявляються у процесі споживання, експлуатації, використання, застосування і характеризують позитивні і негативні результати, що досягаються при цьому. Якість окремо не оцінює витрати на виробництво і споживання.

Можна вважати, що якість продукції спецпризначення визначають чинники якості:

- проекту;
- матеріалів;
- сировини і напівфабрикатів;
- робіт;
- дотримання проекту, норм, стандартів.

Але на якість нових або реноваційних спецзасобів, ці чинники впливають не однаково. Найважливішим є те, що до 80% ваги сумарної якості у проекті спецзасобу складає якість підготовки проектного рішення. Це пояснюється тим, що інші складові (якість матеріалів, робіт, дотримання норм тощо) легко контролюються замовником спецзасобу або спецобладнання.

При експертному оцінюванні властивостей і ТТХ застосовуються шкали:

- відносин («у скільки разів»);
- інтервалів («на скільки»);
- порядку (інформація про те, що краще за якість, але не на скільки краще і не в скільки разів краще);
- найменувань (номінаційна шкала).

Але для зіставлення різних властивостей і ТТХ, вимірюваних у різних шкалах, зручно використовувати відносний безрозмірний показник властивості  $K_i$ , де  $i = (1, \dots, n)$  – номер конкретного показника [17; 21]. Цей показник відображає ступінь наближення абсолютного показника властивості  $Q_i$  до еталонного показника  $Q_i^{em}$ , і показника браку  $Q_i^{op}$ , які характеризують найвищий і найнижчий рівні оцінювання.

Відносний показник описується залежністю  $K_i = f(Q_i, Q_i^{em}, Q_i^{op})$ , яка нормується функцією:

$$K_i = (Q_i - Q_i^{op}) / (Q_i^{em} - Q_i^{op}) \quad (2)$$

Співставлення (за допомогою відносній важливості) окремих показників, виконаємо через безрозмірні коефіцієнти вагомості властивостей  $G_i$ . Приймаємо:

$$\left. \begin{aligned} 0 < G_i < 1, \\ \sum_{i=1}^n G_i = 1. \end{aligned} \right\}$$

Значення коефіцієнтів вагомості можна визначати із залученням різновидів експертного, аналітичного методів або їх комбінацій.

Кількісна оцінка якості, у цілому, виражається за допомогою показника якості:

$$K_{ja} = \varphi(K_p, G_p, K_{je}), \quad (3)$$

де  $K_{je}$  – коефіцієнт рівня ефективності  $j$ -го об'єкту ( $0 \leq K_{je} \leq 1$ ).

Функцію  $\varphi(K_p, G_p, K_{je})$  можливо визначити аналітично, наприклад, поліномами другого – п'ятого ступеня, але зазвичай, показник якості достатньо визначити спрощено:

$$K_{ja} = K_{je} \cdot \sum_{i=1}^n K_i \cdot G_i. \quad (4)$$

Окрім якості технічного проекту спецзасобу, або самого спецзасобу, необхідно враховувати витрати на його створення (проекткування, розробку), виробництво і споживання (використання, експлуатацію) та сукупні витрати (наприклад, приведені витрати). Саме тому замість показника якості використовується інтегральний показник якості, визначення значень якого ґрунтується на тих же принципах.

Визначимо процедуру, якою слід керуватися при оцінці можливих проектних рішень і тендерних закупівлях спецзасобів.

**Побудова структури показників.** Оцінки якості залежать від показників властивостей і ТТХ, сукупність яких утворює модель якості оцінюваного об'єкта: при одному наборі показників засіб  $\alpha$  буде краще за якість, ніж засіб  $\beta$ , але при іншому наборі показників може бути навпаки, засіб  $\beta$  – кращий за засіб  $\alpha$ . Ясно, що набір показників, за якими оцінюється якість, повинен бути впорядкованим, однозначним і декомпонованим у ієрархічну структуру. Порівнюючи за якістю декілька варіантів спецзасобів або їх проектів, виключають з розгляду ті властивості, які з однаковою мірою виражені у порівнюваних варіантах. Тобто, трактують результати оцінювання так, неначе вони виражені у шкалі відносин. Це дозволяє отримати інформацію не тільки про те, на скільки один варіант відрізняється за якістю від іншого, але й у скільки разів виявляється відмінність. У такому випадку оцінки якості можуть бути виражені шкалою порядку і надавати інформацію про те, що краще за якість (але не на скільки краще).

**Визначення еталонних значень і значень браку показників властивостей.** Зрозуміло, що еталонні значення показників необхідно вибирати з найкращих (на момент оцінювання) існуючих рішень. Це стосується і до значень браку (найгірших, неприпустимих) показників властивостей.

**Визначення показників властивостей.** Часто у методах оцінювання якості спецзасобів застосовується не цифрове, а лінгвістичне вираження (висловлювання) градацій значень абсолютних показників властивостей, тобто нечітке [10] (розмите, фаззі) вираження. Наприклад, п'ятибальна шкала: «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно», «дуже незадовільно». Щоб зменшити відносну погрішність, потрібно збільшити число градацій, але

не у будь-яких розмірах, а у тих, які відповідають психологічним можливостям експерта або фахівця. Якщо оцінюється спецзасіб, то шкала повинна бути більш жорсткою і вимогливо до позитивних оцінок. Зрозуміло, що градації можуть бути достатньо гнучкими і змінюватися відповідно до вимог до ТТХ кінцевого продукту або проекту.

Відомо, що для психологічних й розумово-логічних можливостей висококваліфікованого експерта найкраще число градацій повинне бути від 8 до 15. Добрі результати дає і стовідсоткова шкала із змінюваними градаціями. На наш погляд, необхідно на початку та в кінці такої шкали використати дрібні градації, а у середині – крупні. Це відноситься до тих властивостей і ТТХ, для показників яких неможливо, важко або небажано використовувати звичайні фізичні одиниці вимірювання та очевидні висловлювання експертів.

У роботі Голікова В.А., Козьмініх М.А. та Онищенко О.А. [21] не показано, яким чином переводити лінгвістичні, нечіткі оцінки-висловлювання експертів у однозначні, числові. Пропонується для оцінки лінгвістичних показників, висловлених експертами («відмінно», «добре», «якісно», «майже неможливо» і так далі з більш дрібними показниками на початку та кінці шкали) використати добре відому шкалу Харрінгтона. При цьому, за допомогою шкали Харрінгтона можна легко застосувати для кожного показника відомий прийом – безрозмірне (відносне, нормоване) на деякому діапазоні, шкалювання. Шкала Харрінгтона формується за допомогою вираження інтересів  $Hr(x)$ :

$$Hr(x) = \exp[-f(x)], \quad (5)$$

де  $f(x) = \exp(-x)$  – функція визначення лінгвістичної змінної.

Незважаючи на те, що результат оцінки сильно залежить від апріорної інформації щодо локальних показників і ТТХ, від точності визначення узагальнюючих ознак і властивостей, від кваліфікації та досвіду експерта, шкала Харрінгтона є універсальною, легко адаптується

під лінгвістичні висловлювання, є однотипною для всіх поєднаних показників і ТТХ, що дозволяє їх порівнювати. Вихідні дані нормують у діапазоні (0, ..., 1) або (0%, ..., 100%) та нормують локальні показники (оцінки, табл. 1). При цьому можна легко встановити і більш дрібні градації на початку і в кінці шкали, де функція (5) найбільш чутлива до змін лінгвістичної змінної  $x$ .

Наведемо методику, яка може застосовуватися у загальній системі підтримки прийняття рішень при оцінюванні та співставленні різних варіантів спецпроектів, а також при процедурах тендерних закупівель.

Наприклад, визначимо інтегральний показник якості гіпотетичного засобу спеціального призначення – безпілотного літаючого апарату (БПЛА, дрону) з метою подальшого проведення тендерних закупівель (якщо запропоновано альтернативні варіанти конструкцій БПЛА). Виконаємо декілька обов'язкових етапів, які майже повністю виключають суб'єктивну складову оцінювання якостей БПЛА.

Розрахунок проведемо тільки для одного БПЛА, тобто  $K1я$  (згідно (4),  $j = 1$ ).

Зрозуміло, що розрахунки показників інших можливих конструкцій БПЛА ( $K2я, K3я, \dots, Kjя$ ) виконуються аналогічно, а найкращий зразок визначається співставленням коефіцієнтів. У дослідженні Обнявко Т.С. [17] наведені та прокоментовані всі основні етапи такого оцінювання.

*Етап 1. Формування групи експертів.* Від спеціальності, досвіду і особистості експертів залежить об'єктивна оцінка окремих складових БПЛА і це необхідно урахувати окремо.

*Етап 2. Визначення головних характеристик і параметрів БПЛА.*

Пропонується (як приклад) їх наступний і дуже скорочений перелік:

1. Автономність польоту при нормальних (номінальних проектних) метеорологічних умовах, з.
2. Номінальна вантажопідйомність, кг.

Таблиця 1

Можливі оцінки за шкалою Харрінгтона

Оцінки	Зіставлення оцінок				
	Якісна оцінка	Дуже незадовільно	Незадовільно	Задовільно	Добре
1	2	3	4	5	6
Кількісна оцінка	0,00÷0,20 (0,0÷2,0)	0,20÷0,37 (2,0÷3,7)	0,37÷0,63 (3,7÷6,3)	0,63÷0,80 (6,3÷8,0)	0,80÷1,00 (8,0÷10,0)

Таблиця 2

Показники вагомості параметрів і характеристик БПЛА

Показники	Експертне ранжування показників						Сумарна оцінка	Вага, $G_i$
	Ек. 1	Ек. 2	Ек. 3	Ек. 4	Ек. 5	Ек. 6		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Автономність	5	5	6	7	8	7	38	0,097
Вантажопідйомність	4	6	7	5	5	5	32	0,081
Точність	6	8	7	5	6	5	37	0,094
Функціональність	6	6	5	3	4	8	32	0,081
Надійність	7	7	6	8	4	7	39	0,099
Маневреність	6	9	6	8	8	5	42	0,107
Швидкість	7	7	8	6	8	8	44	0,112
Витрати пального	4	4	5	5	4	4	26	0,066
Матеріаломісткість	7	6	5	6	7	6	37	0,094
Технологічність	5	9	6	4	5	6	35	0,089
Ціна	5	6	6	6	4	4	31	0,079
Оцінка експерта	62	73	67	63	63	65	–	–
Сума	–						393	1,00



3. Точність позиціонування, м.
4. Функціональність, в. о.
5. Загальна надійність, в. о.
6. Маневреність, град/с.
7. Максимальна швидкість, км/г.
8. Витрати пального, л/км.
9. Матеріаломісткість та використання дорожочінних і кольорових металів, рідкоземельних елементів, кг.
10. Технологічність виготовлення і ступінь уніфікації, в. о.
11. Ціна пропозиції, грн.

При розрахунках використаємо номери показників від 1 до 11 для позначення коефіцієнтів вагомості  $G_i$ , абсолютних та відносних показників ТТХ і властивостей  $Q_i$  та  $K_i$ .

**Етап 3. Визначення вагомості головних характеристик і параметрів БПЛА.**

За допомогою формули (5), кожен з шести експертів ( $E_{к1}, \dots, E_{к6}$ ) заповнює свій стовпчик у таблиці 2 та напроти кожного оцінюваного показника проставляє номер критерію від 10 до 0, при цьому цифра 10 відповідає найвагомішому показнику, а 0 – найгіршому.

Бачимо (табл. 2), що кожен параметр і характеристика БПЛА отримали конкретний коефіцієнт важливості – коефіцієнт ваги, і це є головним. Так, найнижчий коефіцієнт (0,066) встановлено для витрати пального, а найвищий (0,112) – для швидкості БПЛА.

**Етап 4. Абсолютні показники.**

Експерт формує, з точністю до 0,5 бала, абсолютні, конкретні для оцінюваного взірця показники – відносно до найкращого з існуючих (відомого експерту) у світі БПЛА. Саме тому еталонне (найкраще) значення всіх показників прийнято максимальним, тобто  $Q_{i\text{ет}} = \text{const} = 10,0$ , де  $i = (1, \dots, 11)$ . За показник браку  $Q_{\text{ібр}}$  експерт обирає найнижчий функціонально можливий показник.

Абсолютні показники параметрів  $Q_i$  оцінюваного БПЛА розраховуються як середньоарифметичні значення всіх експертних оцінок.

Зрозуміло, що у прикладі наводяться (табл. 3) показники тільки для одного оцінюваного варіанту. Реально експертам треба оцінювати (заповнювати таблиці) для декількох варіантів запропонованих рішень.

Із таблиці 2 випливає, що за важливістю для виконання спеціальних завдань, на перших місцях є швидкість БПЛА (ранг 1, 44 бали), його маневреність (ранг 2, 42 бала) та надійність (ранг 3, 39 балів). Далі віддається перевага автономності (ранг 4, 38 балів), точності та матеріаломісткості (ранги 5 та 6, кожен – 37 бала), на останніх місцях – технологічність, функціональність, витрати пального, при цьому ціна БПЛА не найважливіша (ранг 10, 31 бал). Вже попередньо, аналізуючи коефіцієнти  $K_i$ ,  $G_i$ , та отримані ранги (табл. 3 та табл. 4), можна встановити,

Таблиця 3

Показники одного варіанту БПЛА

Номер показника	Показники	Абсолютні показники властивостей						Узагальнені показники		
		Ек.1	Ек.2	Ек.3	Ек.4	Ек.5	Ек.6	$Q_i^{\text{оп}}$	$Q_i$	$K_i$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Автономність	4,0	4,5	6,5	4,5	5,0	6,5	4,0	5,17	0,195
2.	Вантажопідйомність	4,5	6,5	4,5	7,0	5,0	5,5	5,0	5,50	0,100
3.	Точність	6,5	5,5	6,5	7,0	5,5	4,5	5,5	5,92	0,093
4.	Функціональність	5,5	4,0	5,5	6,5	6,0	4,5	3,0	5,33	0,333
5.	Надійність	4,0	5,0	5,0	5,0	4,0	4,5	4,5	4,58	0,015
6.	Маневреність	4,0	5,0	5,5	5,5	6,0	6,5	5,0	5,42	0,084
7.	Швидкість	5,5	3,5	5,5	4,0	6,0	5,5	4,0	5,00	0,166
8.	Витрати пального	5,0	6,0	6,5	4,5	5,5	7,0	4,0	5,75	0,292
9.	Матеріаломісткість	5,0	6,0	7,0	6,5	6,5	6,5	3,5	6,25	0,423
10.	Технологічність	5,5	4,5	3,5	4,0	4,5	5,0	3,5	4,50	0,154
11.	Ціна	4,0	4,5	6,0	5,0	6,0	5,0	3,5	5,08	0,243
Сума		53,5	55,0	62,0	59,5	59,0	61,0		–	

Таблиця 4

Ранжування і позначення показників оцінюваного БПЛА

Ранг за:		Показники	Позначення	Номер показника	Вага, $G_i$	$K_i$	$K_i \cdot G_i$
важливістю	фактичний						
1	2	3	4	5	6	7	8
1	6	Швидкість	Шв	7	0,112	0,166	0,0186
2	8	Маневреність	Мн	6	0,107	0,084	0,0089
3	11	Надійність	Нд	5	0,099	0,015	0,0015
4	5	Автономність	Ав	1	0,097	0,195	0,0189
5	9	Точність	Тн	3	0,094	0,093	0,0087
6	1	Матеріаломісткість	Мм	9	0,094	0,423	0,0397
7	7	Технологічність	Тх	10	0,089	0,154	0,0137
8	10	Вантажопідйомність	Вп	2	0,081	0,100	0,0081
9	2	Функціональність	Фн	4	0,081	0,333	0,0269
10	4	Ціна	Цн	11	0,079	0,243	0,0192
11	3	Витрати пального	Вп	8	0,066	0,292	0,0193

що кожен з найважливіших за рангом показників у оцінюваному БПЛА майже незадовільний.

Але згідно (4) можна визначити *результуючу інтегральну оцінку* БПЛА. Оскільки ми не маємо відомостей про зміни у часі окремих властивостей БПЛА, тому для  $K_{je} = 1$  вираз (4) суттєво спрощується:

$$K_{ja} = 1 \cdot \sum_{i=1}^n K_i \cdot G_i. \quad (6)$$

За допомогою (6) отримуємо результуючий інтегральний коефіцієнт якості оцінюваного БПЛА:

$$K_{ja} \approx 0,18.$$

Тобто БПЛА, що розглядається (таблиці 2, 3 та 4), відповідає лише на 18% найкращим аналогічним світовим зразкам. Після розрахунків коефіцієнтів  $K_i$  і  $G_i$  для інших варіантів БПЛА можна їх об'єктивно зіставити та обрати найкраще рішення для виробництва та подальших закупівель.

Представлену методику вже апробовано на одному з авторемонтних підприємств ЗСУ при закупівлях комплектів запчастин; при проектуванні судна подвійного при-

значення; при попередньому оцінюванні характеристик дослідного дрону.

Методика, що пропонується, продемонструвала можливість:

- формулювання цілеспрямованих вказівок розробникам, проектувальникам та ремонтно-експлуатаційним службам з метою подальшого покращення окремих показників запропонованих рішень;
- обрання найкращих, із декількох можливих, варіантів закупівель обладнання, комплектуючих, матеріалів.

**Висновки.** Таким чином, виключення окремих недоліків існуючих методик розрахунку показників і оцінок якості проектів, продукції, обладнання або тендерних пропозицій спеціального призначення дає можливість запропонувати об'єктивну методику застосування інтегрованих показників та оцінок якості в інформаційних системах підтримки прийняття рішень, які можуть з успіхом використовуватись при оцінці різних конкуруючих технічних і технологічних проектів виробництва спецзасобів, а також при їх тендерних закупівлях на основі науково-обґрунтованого оцінювання та з виключенням корупційної складової.

#### Список використаних джерел:

1. Минакер В.Е. Алгоритм оценки технических систем по частным параметрам / В.Е. Минакер // Матер. науч. техн. конф. «ТРИЗ-Саммит – 2006», г. С.-Петербург, 13.10. – 14.10.2006 г. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.metodolog.ru/00820/00820.html>.
2. Кузнецов К.В. Прокьюремент : тендеры, конкурсы, конкурентные закупки / К.В. Кузнецов. – М.: Прогресс, 2005. – 226 с.
3. Показатель\_качества : материал из Википедии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Показатель\\_качества](https://ru.wikipedia.org/wiki/Показатель_качества).
4. Чобиток В.А. Оценка боевой эффективности и технического совершенства вооружения и военной техники : [учебное пособие] / В.А. Чобиток. – К. : КВТИУ, 1984. – 58 с.
5. Минакер В.Е. Проблемы интегральных оценок технических систем / В.Е. Минакер, М.В. Быховский // Матер. науч. техн. конф. «ТРИЗ-Саммит – 2006», г. С.-Петербург, 13.10. – 14.10.2006 г. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.metodolog.ru/00821/00821.html>.
6. Богомолова И.П. Аналитическая оценка конкурентоспособности предприятия / [И.П. Богомолова, И.П. Федотова, В.В. Бобенкова] // Центр исследований региональной экономики. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lerc.ru/?part=bulletin&art=5&page=13>.
7. Литвак Б.Г. Экспертные технологии в управлении : [учебное пособие] / Б.Г. Литвак. – М. : Дело, 2004. – 400 с.
8. Кириллов В.И. Квалиметрия и системный анализ : [учебное пособие] // В.И. Кирилов. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА – М, 2011. – 440 с.
9. Складов Ю.С. Эконометрика. Краткий курс : [учебное пособие]. – 2-е изд., испр. / Ю.С. Складов. – СПб. : ГУАП, 2007. – 140 с.
10. Mahant N. Risk Assessment is Fuzzy Business – Fuzzy Logic Provides the Way to Assess Off-site Risk from Industrial Installations / N. Mahant. – Risk-2004. – 2004. – № 206. – P. 206–212.
11. Левин М.И. Лекции по экономике коррупции: учебное пособие / [М.И. Левин, Е.А. Левина, Е.В. Покатович] / Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: Изд. дом ВШЭ, 2011. – 356 с.
12. Про нову редакцію Военної доктрини України: Указ Президента України № 555/2015 від 02.09.2015 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.president.gov.ua/documents/5552015-19443>.
13. Про Стратегічний оборонний бюлетень України: Указ Президента України №240/2016 від 20.05.2016 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.president.gov.ua/documents/2402016-20137>.
14. Захарченко В.І. Інноваційний менеджмент: теорія і практика в умовах трансформації економіки : [навчальний посібник] / [В.І. Захарченко, Н.М. Корсікова, М.М. Меркулов]. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 448 с.
15. Першина Е.Л. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений: комплексы программ, модели, методы, приложения : [монография] / [Е.Л. Першина, О.А. Попова, С.Н. Чуканов]. – Омск: СибАДИ, 2010. – 204 с.
16. Зайцев Н.Л. Экономика, организация и управление предприятием : [учебное пособие]. – 2-е изд., доп. – М.: Инфра – М, 2008. – 455 с.
17. Обнявко Т.С. Визначення ефективності тендерних проектів у військовій економіці методами економетрики / Т.С. Обнявко, О.А. Онищенко // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки». – 2014. – № 9. – Ч. 2. – С. 212–218.
18. Обнявко Т.С. Концепції визначення оцінок еколого-економічної ефективності функціонування воєнної економіки / Т.С. Обнявко // Вісник Одеського національного університету ім. І.І. Мечнікова. Серія «Економіка». – 2016. – Том 21. – Випуск 6(48). – С. 62–66.
19. Ахлибинский Б.В., Храменко Н.И. Теория качества в науке и практике : методологический анализ / Б.В. Ахлибинский, Н.И. Храменко. – Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1989. – 200 с.
20. Біла книга – 2015: Збройні Сили України : щорічник / Міністерство оборони України. – К. : Міністерство оборони України, 2016. – 104 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.mil.gov.ua/content/files/whitebook/WB\\_2015.pdf](http://www.mil.gov.ua/content/files/whitebook/WB_2015.pdf).
21. Голіков В.А., Козьмін М.А., Онищенко О.А. Методологія наукових досліджень : [навчальний посібник] // В.А. Голіков, М.А. Козьмін, О.А. Онищенко. – Одеса: ОНМА, 2014. – 163 с.

**Аннотация.** В работе рассмотрены научно-методические подходы к созданию предпосылок для применения интегрированных показателей и оценок качества в информационных системах обоснования принятия решений. Предложенная методика может использоваться для обоснования принятия решений при производстве специальных средств и оборудования военного назначения. Также предложенная методика может использоваться при тендерных закупках, направленных на реализацию ранее принятых решений. Приведен расчет интегрального показателя качества на примере гипотетического средства специального назначения с целью дальнейшего проведения тендерных закупок.

**Ключевые слова:** военно-промышленный комплекс Украины, Вооруженные силы Украины, военная экономика, метод приведенных затрат, тендерные закупки, методика поддержки принятия решений при тендерных закупках и проектировании специальных средств.

**Summary.** The paper deals with the scientific and methodological approaches to the creation of preconditions for the using of the integrated performance and quality assessments in the decision support information systems. The proposed methodology can be used to justify decision-making in the production of special facilities and military equipment. The proposed methodology can be also used in the tender procurement aimed at the implementation of previous decisions. The calculation of the integral index is given using the hypothetical special purpose equipment manufacturing as an example in order to further tender procurement.

**Key words:** military-industrial complex of Ukraine, Armed Forces of Ukraine, military economy, cost reduction method, decision support methodology for procurement and designing of special facilities and equipment.

УДК 336.01(477)

**Параниця Н. В.**  
*старший викладач кафедри статистики  
та математичних методів в економіці університету  
Державної фіскальної служби України*

**Paranytsya N. V.**  
*Senior Lecturer in Statistics and Mathematical  
Methods in Economics from the  
University of the State Fiscal Service Ukraine*

## **ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ФІНАНСОВОГО І ПРОМИСЛОВОГО СЕКТОРІВ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ**

### **ECONOMIC-MATHEMATICAL MODELING OF EFFECTIVE INTERACTION OF FINANCIAL AND INDUSTRIAL SECTORS OF UKRAINE'S ECONOMY**

**Анотація.** У статті здійснено пошук економіко-математичної моделі, яка буде сприяти ефективній взаємодії фінансового і промислового секторів економіки України. Розкрито стан, тенденції розвитку і основні показники фінансового ринку, які характеризують його вплив на промисловий сектор економіки з урахуванням економіко-математичних показників. У роботі досліджено структуру ефективної взаємодії фінансового і промислового секторів економіки України. Проведено емпіричні дослідження для виявлення зв'язку ефективної взаємодії між фінансовим та промисловим секторами України. Проаналізовано кореляційно-регресійний аналіз впливу економічних показників фінансових секторів на обсяг реалізованої продукції промисловості.

**Ключові слова:** фінансовий сектор, промисловий сектор, економіко-математичне моделювання, кореляційно-регресійний аналіз.

**Вступ та постановка проблеми.** Укріплення надійності та стійкості фінансового і промислового секторів економіки обумовлені тенденціями стабільності економічного середовища, в рамках якого здійснюється ефективна взаємодія, що неможлива без ґрунтовного математичного аналізу, тому що на стосунки фінансового та промислового секторів впливають як внутрішні, так і зовнішні фактори, вивчення яких вимагає знання та активного використання результатів різних розділів математики, системного аналізу, теорії вимірювань, господарського права, соціології, статистики.

Подальший розвиток економіки є неможливим без розвинутого, стабільного, надійного та ефективного фінан-

сового ринку нашої держави, що зумовлює необхідність втілення науково обґрунтованих та системних реформ у фінансовому секторі для забезпечення додаткових джерел фінансування для соціально-економічного розвитку України, в тому числі і для розвитку промислового сектору.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогоднішній день питання розвитку фінансового сектору, проблем та перспектив його функціонування в Україні широко висвітлені в економічній літературі, зокрема в працях таких українських економістів: Дзюблюк О.В., Кузнецова А.Я., Лепак Р.І., Мартиросян А.Р., Міщенко В.І., Мунтіян В.І., Науменкова С.В., Онишко С.В., Опарін В.М., Паливода К.В., Пересада А.А. та ін.