

ЕКСПЕРТНЕ ОЦІНЮВАННЯ ВАРІАНТІВ ОСНАЩЕННЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ ОЗБРОЄННЯМ ТА ВІЙСЬКОВОЮ ТЕХНІКОЮ

Борохвостов Ігор Валерійович,
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник;
Сальнікова Ольга Федорівна,
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

Визначено критерії експертного оцінювання альтернативних варіантів розвитку (оснащення) Збройних Сил, зразків озброєння та військової техніки під час розгляду можливості їх розроблення та виробництва на підприємствах оборонної промисловості при формуванні середньострокових документів оборонного планування. Описано адаптований алгоритм застосування методу аналізу ієрархій для визначення пріоритетності кожного з альтернативних варіантів.

Ключові слова: озброєння та військова техніка, оборонна промисловість, ефективність-вартість, метод аналізу ієрархій.

Borohvostov Igor,
Salnikova Olga

EXPERT ESTIMATION OF POSSIBLE VARIANTS OF EQUIPMENT OF ARMED FORCES BY ARMAMENT AND MILITARY TECHNIQUE TAKING INTO ACCOUNT POSSIBILITIES OF THE DEFENSIVE INDUSTRY.

Criteria of expert estimation of alternative variants of development (equipment of Armed Forces) samples of armament and military technique are defined during consideration of possibility of their working out and manufacture at the enterprises of the defensive industry at formation of intermediate term documents of defensive planning. The adapted algorithm of application of a method of the analysis of hierarchies for definition of priority of each of alternative variants is described.

Keywords: armament and military technique, defensive industry, efficiency-cost, a method of the analysis of hierarchies.

Обрання оптимального та економічно доцільного способу забезпечення потреб Збройних Сил (*далі* – ЗС) в озброєнні та військовій техніці (ОВТ) є складним та різноплановим, а його вирішення супроводжується проведенням певної кількості досліджень у наукових установах Міністерства оборони та Генерального штабу ЗС України, які пов'язані з:

- прогнозуванням воєнно-політичної обстановки довкола України;
- визначенням світових тенденцій якісного розвитку ОВТ;
- прогнозуванням розвитку технологій виробництва ОВТ і технологічного оснащення підприємств оборонної промисловості України;
- прогнозом зміни кількісно-якісного складу (*далі* – КЯС) ОВТ ЗС України.

У попередній публікації [1] обґрунтована пріоритетність вибору варіанта задоволення потреб ЗС в ОВТ при прийнятті відповідних управлінських рішень під час формування переліку заходів програмних документів оборонного планування. В ідеалі вона має відповідати такій послідовності за зменшенням пріоритетності [1].

1. Розроблення та/або виробництво ОВТ, складових частин (вузлів, агрегатів) на підприємствах ОПК України.

2. Участь у коопераційних проектах зі створення ОВТ, складових частин (вузлів, агрегатів).

3. Ліцензійне виробництво ОВТ, складових частин (вузлів, агрегатів) на підприємствах ОПК України.

4. Розгортання виробництва ОВТ, складових частин (вузлів, агрегатів) на підприємствах ОПК України або побудова нових підприємств.

5. Закупівля ОВТ за кордоном, у тому числі за офсетом, лізинг ОВТ.

6. Пошук альтернативних шляхів компенсації потреби в даному типі ОВТ, у тому числі нетрадиційних або асиметричних.

Існує багато експертних методів, за допомогою яких можна з усієї множини обрати той чи інший варіант забезпечення ЗС ОВТ, від індивідуальних до групових [2–4]. У даному випадку можливе застосування будь-якого з них, але, безсумнівно, на більшу увагу заслуговує метод аналізу ієрархій (*далі* – МАІ) [5], який знайшов поширене використання у наукових дослідженнях системи підтримки прийняття управлін-

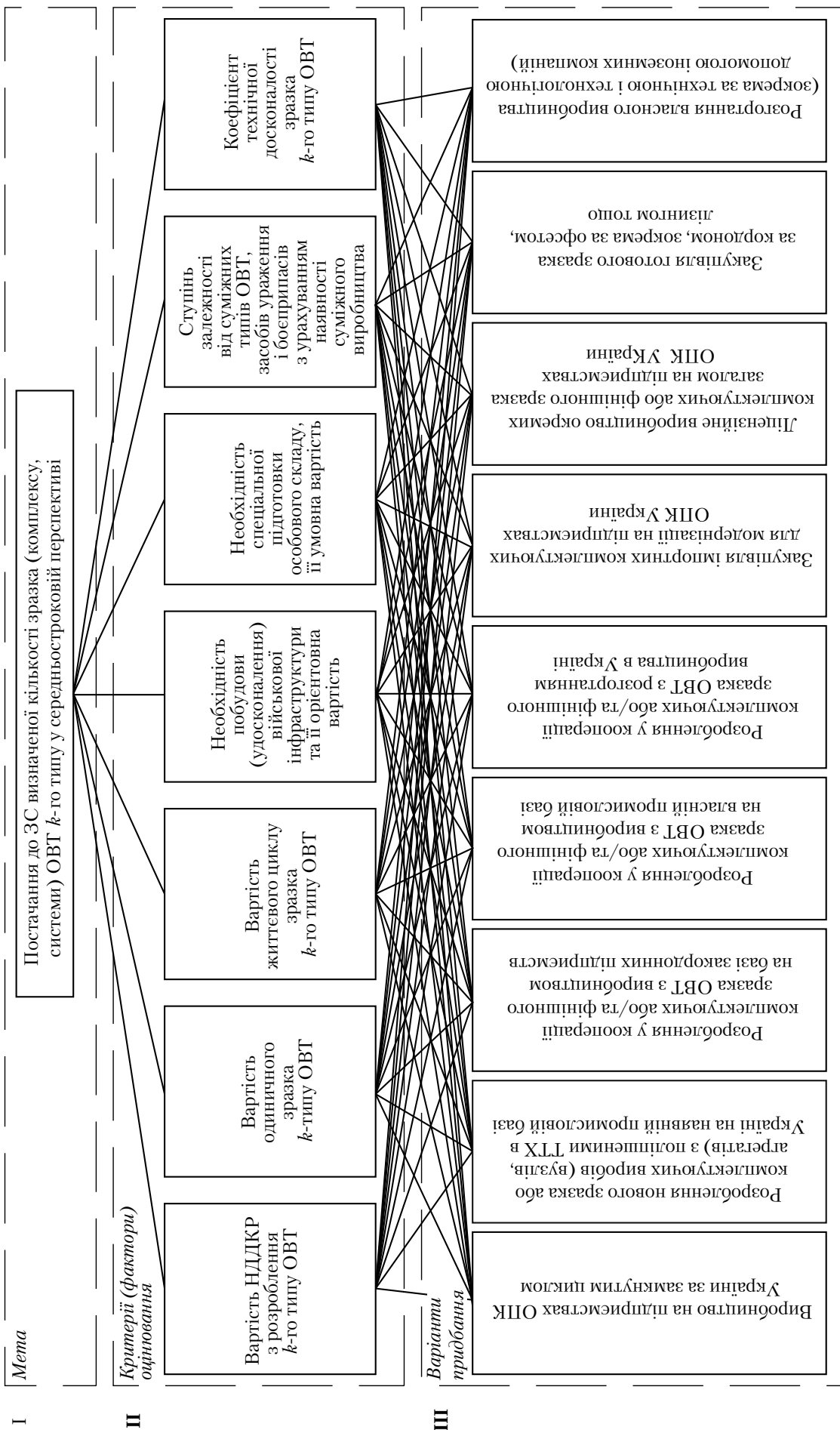


Рис. Дерево ієрархії для визначення варіанта придбання зразка (комплексу, системи) ОВТ k -го типу.

ських рішень в оборонній сфері. Він дозволяє певною мірою формалізувати експертне оцінювання та отримати кількісні значення показників переваги кожного варіанта щодо інших.

Його застосування у будь-якій розрахунковій системі має свої відмінності залежно від об'єктів, що розглядаються, їх структури, внутрішніх й зовнішніх функціональних зв'язків та чинників, що впливають на процеси їх функціонування. Головним в адаптації МАІ до вирішення кожного конкретного завдання є обґрунтоване визначення переліку об'єктів, що підлягають дослідженню, та переліку критеріїв або чинників, за якими зазначені об'єкти мають бути порівняні експертами. Формулювання та спрямованість змістовного наповнення критеріїв (чинників) має відповідати загальній меті експертного опитування, яка зазвичай є першим рівнем ієрархії, що будується на початку досліджень за МАІ.

Коли існує необхідність обрати для кожного k -го типу зразків (комплексів, систем) ОВТ пріоритетний напрям реалізації державної воєнно-технічної політики (*дали* – ВТП) у спосіб визначення ліпшого із зазначених вище варіантів розвитку (придбання для потреб ЗС України) даного типу ОВТ, рівні ієрархії можуть мати вигляд, що наведений на рисунку.

На першому рівні ієрархії як мета є завдання щодо постачання до ЗС визначеної кількості зразків (комплексів, систем) ОВТ k -го типу в середньостроковій перспективі. На другому рівні як чинники або критерії оцінювання, від яких залежить наступний рівень, доцільно обрати тактико-техніко-економічні показники та експлуатаційні умови, притаманні існуючому та прогнозованому стану кожного k -го типу ОВТ, а саме (див. рис.):

Φ_1 – вартість НДДКР з розроблення k -го типу ОВТ;

Φ_2 – вартість одиничного зразка k -го типу ОВТ;

Φ_3 – вартість життєвого циклу зразка k -го типу ОВТ;

Φ_4 – необхідність побудови (удосконалення) військової інфраструктури, її орієнтовна вартість;

Φ_5 – необхідність спеціальної підготовки особового складу, її умовна вартість;

Φ_6 – ступінь залежності від суміжних типів ОВТ, засобів ураження і боєприпасів з урахуванням наявності суміжного виробництва;

Φ_7 – коефіцієнт технічної досконалості зразка k -го типу ОВТ.

На третьому рівні ієрархії як альтернативи розглядаються варіанти придбання (постачання до ЗС) зразка k -го типу ОВТ в дещо розширеному, на відміну від попередньо визначеного переліку для більшої деталізації для умов сучасного стану можливостей оборонної промисловості України (див. рис.):

V_1 – виробництво на підприємствах ОПК України за замкнутим циклом;

V_2 – розроблення нового зразка або комплектуючих виробів (вузлів, агрегатів) з поліпшеними ТТХ в Україні на існуючій промисловій базі;

V_3 – розроблення у кооперації комплектуючих або/та фінішного зразка ОВТ з виробництвом на базі закордонних підприємств;

V_4 – розроблення у кооперації комплектуючих або/та фінішного зразка ОВТ з виробництвом на власній промисловій базі;

V_5 – розроблення у кооперації комплектуючих або/та фінішного зразка ОВТ з розгортанням виробництва в Україні;

V_6 – закупівля імпортованих комплектуючих для модернізації на підприємствах ОПК України;

V_7 – ліцензійне виробництво окремих комплектуючих або фінішного зразка в цілому на підприємствах ОПК України;

V_8 – закупівля готового зразка за кордоном, у тому числі за офсетом, лізингом тощо;

V_9 – розгортання власного виробництва (у тому числі за технічною і технологічною допомогою іноземних компаній).

Завдання постачати до ЗС визначеної кількості зразка (комплексу, системи) ОВТ k -го типу в середньостроковій перспективі у формалізованому вигляді може бути сформульована як визначення сукупного впливу чинників (критеріїв вибору) на обрання варіанту придбання ОВТ.

Розроблена ієрархічна побудова надає можливість сформувати матриці парних порівнянь для кожного з нижніх рівнів: по одній матриці для кожного елемента, що прилягає до рівня зверху (див. рис.). Таким чином, для другого рівня будемо мати одну квадратну матрицю, розмір якої визначається кількістю n чинників (критеріїв), які впливають (табл. 1). Для нашого випадку $n = 7$ (Φ_1, \dots, Φ_7).

Для третього рівня ієрархії кількість матриць визначається кількістю чинників на другому рівні, а розмір матриць визначається числом m варіантів постачання у війська ОВТ (табл. 2). У нашому випадку $m = 9$ (V_1, \dots, V_9).

Наведені матриці мають властивості оберненої симетричності, а Φ_1, \dots, Φ_n та V_{i1}, \dots, V_{im} являють собою вагу або інтенсивність порівнюваних елементів. Елементи отриманих матриць є результатом порівняння за ступенем важливості лівих елементів матриці (рядка) з елементами нагорі (стовпцями) за 9-бальною шкалою відносної важливості згідно з МАІ та адаптованої до умов вирішення поставленого завдання (табл. 3). Оскільки для визначення найліпшої альтернативи доцільно використовувати судження кількох експертів, кожний елемент матриць парних порівнянь являє собою усереднену оцінку, яка обчислюється за стандартною для МАІ процедурою [5].

Після заповнення матриць визначаються локальні пріоритети важливості кожного чинника та варіанта. Для цього обчислюється множина відповідних векторів для кожної матриці, а потім результати нормалізуються до одиниці, ви-

Таблиця 1

Матриця парних порівнянь для оцінки важливості чинників (критеріїв)

Чинники (критерії)	Чинник 1	...	Чинник <i>i</i>	...	Чинник <i>n</i>
Чинник 1	1	...	\hat{O}_1 / \hat{O}_i	...	\hat{O}_1 / \hat{O}_n
...
Чинник <i>i</i>	\hat{O}_i / \hat{O}_1	...	1	...	\hat{O}_i / \hat{O}_n
...
Чинник <i>n</i>	\hat{O}_n / \hat{O}_1	...	\hat{O}_n / \hat{O}_i	...	1

Таблиця 2

Матриця парних порівнянь для оцінки впливу *i*-го чинника на обрання варіанта постачання у війська ОВТ

Варіант придбання	Варіант 1	...	Варіант <i>j</i>	...	Варіант <i>m</i>
Варіант 1	1	...	\hat{A}_{i1} / B_{ij}	...	B_{i1} / B_{im}
...
Варіант <i>j</i>	B_{ij} / B_{i1}	...	1	...	B_{ij} / B_{im}
...
Варіант <i>m</i>	B_{im} / B_{i1}	...	B_{im} / B_{ij}	...	1

Таблиця 3

Шкала відносної важливості порівнюваних чинників (варіантів)

Перевищення важливості одного порівнюваного чинника (варіанту) над другим	Інтенсивність відносної важливості, балів
Рівна важливість	1
Невелика перевага	2
Помітна перевага	3
Істотна перевага	4
Значна перевага	5
Сильна перевага	6
Дуже сильна перевага	7
Величезна перевага	8
Глобальна перевага	9

Таблиця 4

Локальні пріоритети важливості, отримані за результатами розрахунку матриць третього рівня

Варіант придбання	Чинник 1	...	Чинник <i>i</i>	...	Чинник <i>n</i>
1-й	$L_{11}^{\hat{A}}$	...	$L_{i1}^{\hat{A}}$	...	$L_{n1}^{\hat{A}}$
...
<i>j</i>-й	$L_{1i}^{\hat{A}}$	...	$L_{ii}^{\hat{A}}$	...	$L_{ni}^{\hat{A}}$
...
<i>m</i>-й	$L_{1m}^{\hat{A}}$	...	$L_{im}^{\hat{A}}$	...	$L_{nm}^{\hat{A}}$

значаючи в такий спосіб вектор пріоритетів. Послідовність оброблення матриць така.

Обчислюються оцінки чинників за рядками:

$$L_i^{\hat{O}} = \frac{\hat{O}_i}{\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n (\hat{O}_i)}}, \quad L_{ij}^{\hat{A}} = \frac{B_{ij}}{\sqrt[m]{\prod_{j=1}^m (B_{ij})}}$$

де $L_i^{\hat{O}}$ – локальний пріоритет важливості i -го чинника;

$L_{ij}^{\hat{A}}$ – локальний пріоритет важливості j -го варіанта для i -го чинника;

Нормуються результати оцінки:

$$\bar{L}_{ij}^{\hat{A}} = \frac{L_{ij}^{\hat{A}}}{\sum_{j=1}^m L_{ij}^{\hat{A}}}, \quad \bar{L}_i^{\hat{O}} = \frac{L_i^{\hat{O}}}{\sum_{i=1}^n L_i^{\hat{O}}}$$

Результати розрахунків з визначення нормованих векторів пріоритетів матриць третього рівня зводяться до таблиці (табл. 4).

Після визначення всіх локальних пріоритетів важливості вони синтезуються, починаючи з другого рівня вниз, і обчислюються глобальні пріоритети важливості (G_j) обрання кожного j -го варіанта придбання ОВТ k -го типу. Для цього кожний елемент рядка табл. 1 множиться на відповідний елемент нормованого вектора-стовпця матриці другого рівня, а результати складаються впродовж кожного рядка:

$$\begin{cases} G_1 = (\bar{L}_{11}^B \bar{L}_1^{\hat{O}}) + \dots + (\bar{L}_{1n}^B \bar{L}_n^{\hat{O}}) = \sum_{i=1}^n (\bar{L}_{i1}^B \bar{L}_i^{\hat{O}}), \\ \dots \\ G_j = (\bar{L}_{1j}^B \bar{L}_1^{\hat{O}}) + \dots + (\bar{L}_{nj}^B \bar{L}_n^{\hat{O}}) = \sum_{i=1}^n (\bar{L}_{ij}^B \bar{L}_i^{\hat{O}}), \\ \dots \\ G_m = (\bar{L}_{1m}^B \bar{L}_1^{\hat{O}}) + \dots + (\bar{L}_{nm}^B \bar{L}_n^{\hat{O}}) = \sum_{i=1}^n (\bar{L}_{im}^B \bar{L}_i^{\hat{O}}). \end{cases}$$

У межах цієї статті не будемо розглядати всю процедуру проведення експертного оцінювання, акцент був зроблений лише на адаптації МАІ до

виконання завдання обрання варіанта придбання ОВТ, а перевірка погодженості матриць парних порівнянь, як і добір експертів, виконуються за стандартними процедурами МАІ [5].

Отримані кількісні значення показників глобальних пріоритетів важливості є остаточними вихідними даними для осіб, які приймають рішення при формуванні середньострокових програм розвитку ОВТ про пріоритетність варіанта придбання зразка (комплексу, системи) ОВТ k -го типу за критерієм ефективність-вартість. При цьому значення пріоритетності буде додатково супроводжуватися набором довідкового матеріалу, який був отриманий у процесі досліджень, щодо прогнозних (що очікуються) тактико-техніко-економічних показників для кожного варіанта за кожним k -им типом ОВТ.

Висновки

Таким чином, розроблений методичний підхід до визначення шляхів забезпечення ЗС ОВТ дозволяє з урахуванням можливостей ОПК України та динаміки зміни КЯС ОВТ ЗС провести дослідження наукового обґрунтування варіанта придбання ОВТ потрібної номенклатури та якості. Ці дослідження є єдиним формалізованим елементом у системі підтримки прийняття управлінських рішень за напрямом оцінки можливостей ОПК України під час формування середньострокових програм розвитку ОВТ.

Розвитком подальших досліджень, зважаючи на описаний вище незадовільний стан ОПК України щодо задоволення потреб ЗС в ОВТ необхідної кількості і якості та з огляду на економічну ситуацію в країні та її розвиток у середньостроковій перспективі, є передусім пошук альтернативних шляхів компенсації потреби в ОВТ, у тому числі нетрадиційних або асиметричних. Доцільно провести відповідний аналіз напрямів таких досліджень у світі, останніх досягнень фундаментальної науки, насамперед вітчизняних інститутів НАНУ.

Список використаних джерел

1. Борохвостов І. В. Вибір шляхів забезпечення Збройних Сил озброєнням та військовою технікою з урахуванням можливостей оборонно-промислового комплексу України / І. В. Борохвостов, О. Ф. Сальнікова // Стратегіч. пріор. – 2015. – № 1. – С. 19–25.
2. Бешелев С. Д. Экспертные оценки / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. – М. : Наука, 1973. – 161 с.
3. Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем / Т. Саати, К. Кернс. – М. : Радио и связь, 1991. – 224 с.
4. Янкевич В. Ф. Метод анализа иерархий: модификация системы экспертных оценок и их математической обработки / В. Ф. Янкевич, Г. Ф. Котсубинская // УС и М, 1996. – № 1/2. – С. 85–91.
5. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М. : Радио и связь, 1993. – 223 с.

References

1. Borokhvastov I. V. Vybir shlyakhiv zabezpechennya Zbroynykh Syl ozbroennyam ta vijskovoyu tekhnikoju z urakhuvannjam mozhlyvostej oboronno-promyslovoho kompleksu Ukrainy / I. V. Borokhvastov, O. F. Salnikova // Stratehich. prior. – 2015. – № 1. – S. 19–25.
2. Beshelev S. D. Jekspertnye ocenki / S. D. Beshelev, F. G. Gurvich. – M. : Nauka, 1973. – 161 s.
3. Saati T. Analiticheskoe planirovanie. Organizacija sistem / T. Saati, K. Kerns. – M. : Radio i svjaz, 1991. – 224 s.
4. Jankevich V. F. Metod analiza ierarhij: modifikacija sistemy jekspertnyh ocenok i ih matematicheskoj obrabotki / V. F. Jankevich, G. F. Kotsjubinskaja // US i M, 1996. – № 1/2. – S. 85–91.
5. Saati T. Prinjatje resheni. Metod analiza ierarhij / T. Saati. – M. : Radio i svjaz, 1993. – 223 s.