

УДК. 355.415

В.О. Абрашин, С.М. Новічонок, М.Б. Старостенко, О.Б. Куренко

*Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків*

## ЕКСПЕРТНЕ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ В УМОВАХ НЕДОСТАТНЬОГО ФІНАНСУВАННЯ

*Запропонований спосіб визначення потреби у матеріально-технічних засобах методом експертного оцінювання на основі ієрархічної системи збору експертних думок, який дозволяє визначити фактичну потребу у матеріально-технічних засобах щодо підтримання технічної готовності озброєння та військової техніки Повітряних Сил Збройних Сил України.*

**Ключові слова:** експертиза, оцінка, рейтинг.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Питання раціонального розподілення коштів на підтримання озброєння та військової техніки (ОВТ) у належному стані є все більш актуальним. Одним із завдань, які необхідно вирішити, є визначення потреби в нових матеріальних засобах або послугах. Пропонується використувати для вирішення цього питання експертне оцінювання. Після визначення цілі експертизи, наступними є питання визначення експертної групи та збору експертної інформації. В умовах недостатнього фінансування, у якості експертів, не зважаючи на певні недоліки такого підходу, можна використовувати командирів всіх рівнів [6]. При цьому слід ураховувати особливості певних ланок управління.

**Мета статті.** Застосування методу експертних оцінок для визначення потреби у матеріально-технічних засобах (МТЗ) щодо підтримки технічної готовності ОВТ Повітряних Сил Збройних Сил України (ПС ЗСУ).

### Основна частина

Командиру нижчої ланки з врахуванням того, що на даний час у Збройних Силах України існує планово-попереджувальна система подачі заявок на кошти та матеріально-технічні засоби, буде притаманним розбити усі матеріально-технічні засоби на наступні категорії: 1 – матеріальні засоби, фактично необхідні для проведення технічного обслуговування (ТО) та поточного ремонту (ПР), використання яких дозволить підвищити коефіцієнт технічної готовності (КТГ) підрозділу, частини, з'єднання; 2 – матеріальні засоби, фактично необхідні для проведення ТО та ПР, використання яких дозволить підтримати КТГ на попередньому рівні; 3 – матеріальні засоби, потрібні за нормами проведення ТО та ПР, та які є в наявності у підрозділу, або на складі з'єднання, частини, або можуть бути отриманні користувачами без допомоги вищого органу управління.

Відомо, що підрозділи подають заявки за певними формами документів. Для визначення думки командира на нижчому рівні пропонується додати до цих форм ще стовпець у якому командир буде виставляти

ранг, як було вказано вище. Ранжирування матеріальних засобів здійснюється командирами підрозділів за кожним найменуванням, що включено до заявки.

Командирам вищих ланок буде притаманним виставляти рейтинг не МТЗ, а підрозділам до яких входять відповідні ОВТ та МТЗ. Під час ранжирування командири виходять в першу чергу з наявних завдань і реального стану підготовки особового складу та їх думки про стан підпорядкованих підрозділів.

Пропонується використовувати три градації. Наприклад:

- 1) підрозділ 1-го рівня готовності (наприклад за найважливішим напрямком);
- 2) підрозділ 2-го рівня готовності (наприклад за другорядним напрямком);
- 3) інші підрозділи.

Або за функціональним призначенням: сили негайного реагування, сили швидкого реагування, основні сили оборони.

Які ланки управління (яких командирів, начальників слід використовувати у якості експертів)?

Можна показати, що з точки зору експертного оцінювання всі органи управління можуть бути узагальненими на ієрархічних рівнях, які наведені в табл. 1. Таким чином, вищою ланкою буде штаб Командування ПС ЗСУ. Подані заявки та інформація про рейтинги підрозділів узагальнюється в штабі Командування ПС ЗСУ.

Порядок узагальнення пояснимо на прикладі. Наприклад маємо умовну військову частину (в/ч), яка складається з двох рот. Кожна рота, в свою чергу складається з двох взводів, у кожному взводі треба визначити потребу по кожному з наявних 5-ти матеріально-технічних засобів. Тоді командир частини буде виставляти рейтинг ротам, командири рот взводам, командири взводів матеріально-технічним засобам. При цьому виставлення підрозділу певного рейтингу, використовується у якості рейтингу потреби у МТЗ відповідного підрозділу. Такий рейтинг розповсюджується на усі МТЗ підпорядкованого підрозділу. Важливим є те, що усі матеріально-технічні засоби, які підлягають ранжируванню отримують окремий порядковий номер. Це пов'язано з тим, що один і той самий засіб (за номенклатурою) може мати різний рейтинг для різних

підрозділів. На рис. 1 наведена діаграма, що пояснює цей порядок. В даному випадку ми маємо 4-ри рівня експертів. Виставляючи першому взводу 1 роти рей-

тинг «один» командир 1-ї роти висловлює думку про те, що він вважає, що цей взвод повинен бути забезпечений у повному обсязі і т.д.

Таблиця 1

## Ієрархічні рівні органів управління частин та підрозділів Повітряних Сил

Ієрарх. рівень	Командир (експерт)	Хто підлягає рейтингуванню
1	Командувач Повітряних Сил	ПвК
2	Заступники Командувача ПС, начальники служб	ПвК
3	Командири повітряного командування (ПвК)	бригади, що входять до ПвК
4	Заступники командира ПвК, начальники служб	бригади, що входять до ПвК
5	Командири бригад	ескадрильї, дивізіони, батальйони
6	Заступники командира бригад, начальники служб бригад	ескадрильї, дивізіони, батальйони
7	Командири ескадрильї, дивізіону, батальйону	ланки, батареї, роти
8	Командири ланки, батареї, роти	взводи, обслуги, відділення
9	Командири взводів, обслуг, відділень	визначає рейтинг МТЗ

Шифр МТЗ №	а	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="5">взвод 1</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	взвод 1					1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	1	1	1	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="5">взвод 2</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	взвод 2					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	3	2	3	1	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="5">взвод 1</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	взвод 1					1	2	3	4	5	11	12	13	14	15	1	2	3	2	1	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="5">взвод 2</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr> <tr><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td></tr> </tbody> </table>	взвод 2					1	2	3	4	5	16	17	18	19	20	1	3	1	3	2
	взвод 1																																																																																				
	1	2	3	4	5																																																																																
	1	2	3	4	5																																																																																
1	2	1	1	1																																																																																	
взвод 2																																																																																					
1	2	3	4	5																																																																																	
6	7	8	9	10																																																																																	
1	3	2	3	1																																																																																	
взвод 1																																																																																					
1	2	3	4	5																																																																																	
11	12	13	14	15																																																																																	
1	2	3	2	1																																																																																	
взвод 2																																																																																					
1	2	3	4	5																																																																																	
16	17	18	19	20																																																																																	
1	3	1	3	2																																																																																	
б	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="5">1 рота</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> </tbody> </table>		1 рота					1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="5">2 рота</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>			2 рота					2	2	2	2	2	1	1	1	1	1																																																		
1 рота																																																																																					
1	1	1	1	1																																																																																	
2	2	2	2	2																																																																																	
2 рота																																																																																					
2	2	2	2	2																																																																																	
1	1	1	1	1																																																																																	
в	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="10">в/ч</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> </tbody> </table>										в/ч										1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2																																													
в/ч																																																																																					
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																																																												
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2																																																																												
г	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="10">в/ч</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> </tbody> </table>										в/ч										1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2																																													
в/ч																																																																																					
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																																																												
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2																																																																												

Рис. 1. Приклад виставлення рангів на різних рівнях експертів, рейтинги:

а – командира взводу; б – командира роти; в – заступника командира в/ч; г – командира в/ч

В результаті узагальнення всіх даних за визначеним алгоритмом отримуємо табл. 2, де  $C_{ij}$  – ранг, що виставлений і-м експертом по j-му виду матеріальних засобів  $\{1, 2, 3\}$ ;  $X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_n$ , – найменування (код) МТЗ;  $n$  – кількість найменувань МТЗ;  $m$  – кількість експертів. Після отримання цих даних необхідно визначити узагальнений ранг. Зазвичай для цього використовують метод середнього арифметичного рангу. Для визначення середнього значення j-го матеріального засобу використовується формула

$$\bar{C}_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m C_{ij}.$$

Під час ранжирування матеріальних засобів експертами двом та більш видам МТЗ експерт може виставити однаковий ранг  $\{1, 2, 3\}$ . У цьому випадку необхідно провести стандартизацію рангів.

Стандартизація рангів проводиться у задоволенні наступної умови: сума рангів повинна дорівнювати сумі натурального ряду чисел від одиниці до числа, відповідного кількості видів МТЗ  $n$ . Сума натурального ряду чисел визначається за формулою

$$S_n = \frac{n(n+1)}{2}.$$

Якщо однаковий ранг виставлений декілька видам МТЗ, то необхідно розрахувати стандартизований ранг за формулою

$$S_i = \frac{\sum N_n}{n},$$

де  $S_i$  – середнє значення рейтингу однакових рангів, виставлених і-тим експертом;  $N_n$  – натуральний ряд чисел однакових рангів, виставлених і-тим експертом;  $n$  – кількість видів МТЗ, які отримали однаковий ранг і-тим експертом.

Отримані стандартизовані ранги видів МТЗ носяться в табл. 3. Сума рангів по кожному рядку повинна бути дорівнювати  $S_n$ . Середнє арифметичне рангів по стовбцям дає значення стандартизованого рангу j-тому виду МТЗ. Відсортовані значення стандартизованих рангів j-того виду МТЗ становлять підставою при формуванні рейтингу серед всіх j-тих видів МТЗ за Повітряні Сили.

Слід зазначити, що сучасні дослідники у сучасній теорії вимірів та експертних оцінок [7] звертають увагу на те, що метод середнього арифметичного не повною мірою відображає думку експертів. Наприклад, j-тому МТЗ 5-ма експертами поставлені наступні рейтинги  $\{1, 2, 1, 1, 3\}$ .

Це означає наступне. Що другому та п'ятому експерту цей МТЗ не потрібний, а іншим підрозділам він потрібен у першу чергу. Метод середнього арифметичного дає загальний ранг 2,2, що не відповідає дійсності.

Найбільш інформативний результат отримується, якщо застосовувати в якості середнього медіану. Використання методу медіани в наведеному прикладі дає середнє значення 1, що є вірним. Для виконання умови незалежності від способу ранжирування, слід використати обидва методи з подальшим погодженням результатів. Наприклад, маємо два вихідних упорядкування для 5-ти матеріальних засобів (табл. 4). Ранжировка за середнім арифметичним  $1 < \{2, 3\} < 4$ , за медіаною  $2 < \{1, 3\} < 5 < 4$ . Знак  $<$  означає що той МТЗ, що ліворуч від нього, більш необхідний ніж той, що праворуч. Як бачимо, обидві ранжировки мають рівнозначні позиції, що подані у фігурних дужках. Такі поєднання мають назву кластерів.

В [7] запропонований метод побудови кластеризованої ранжировки, погодженої з усіма наявними кластеризованими ранжировками. При цьому про-

тирїччя між окремими вихідними ранжировками виявляються розташованими усередині кластерів погодженої ранжировки.

Нехай  $k$  кінцеве число об'єктів, які ми для простоти викладу будемо зображувати натуральними числами 1, 2, 3, ..., k і називати їх сукупність «носієм». Під кластеризованою ранжировкою, визначеною на заданому носії, розуміється наступне. Нехай об'єкти розбиті на кластери. У кластері може бути й один елемент. Об'єкти одного кластеру позначені фігурними дужками. Наприклад, об'єкти 1,2,3,...,10 можуть бути розбиті на 7 кластерів: {1}, {2,3}, {4}, {5,6,7}, {8}, {9}, {10}. У цій розбивці один кластер {5,6,7} містить три елементи, інший – {2,3} – два, інші п'ять – по одному елементу. Кластери не мають загальних елементів, а об'єднання їх (як множин) є вся розглянута множина об'єктів (весь носій).

Таблиця 2

Зведена відомість про рейтингові оцінки, що виставлені командирами підрозділів на потрібні матеріальні засоби у Командуванні ПС ЗСУ

Експерт (підрозділ)	Оцінка експертами					
	$X_1$	$X_2$	...	$X_j$	...	$X_n$
1-й	$C_{11}$	$C_{12}$	...	$C_{1j}$	...	$C_{1n}$
2-й	$C_{21}$	$C_{22}$	...	$C_{2j}$	...	$C_{2n}$
...	...	...	...	...	...	...
i	$C_{i1}$	$C_{i2}$	...	$C_{ij}$	...	$C_{in}$
...	...	...	...	...	...	...
m	$C_{m1}$	$C_{m2}$	...	$C_{mj}$	...	$C_{mn}$

Таблиця 3

Стандартизація рангів

Експерт (підрозділ)	Стандартизований ранг виду матеріальних засобів						Сума рангів
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	
1-й							$S_n$
2-й							$S_n$
m-й							$S_n$
Середнє арифметичне рангів							

Таблиця 4

Вихідні упорядкування матеріальних засобів

№	1	2	3	4	5
Середнє арифметичне	1	2	2	5	4
медіана	2	1	2	5	4

У кластеризованій ранжировці є строгий лінійний порядок між кластерами. Задано, який з них перший, який другий, і т.д. Впорядкованість зображена за допомогою знака  $<$ . Для простоти запису кластери, що складаються з одного елемента, зображені далі без фігурних дужок. Тоді кластеризовану ранжировку на основі уведених вище кластерів можна зобразити так

$$A = [1 < \{2,3\} < 4 < \{5,6,7\} < 8 < 9 < 10].$$

Будемо термін "кластер" застосовувати тільки до кластера не менш чим з 2-х елементів, тоді можна сказати, що в кластеризовану ранжировку A входять два кластери {2,3} і {5,6,7} і 5 окремих елементів.

Така кластеризована ранжировка, є бінарним відношенням на носії - множині {1, 2, 3, ..., 10}.

Нехай A і B – дві кластеризовані ранжировки. Пару об'єктів (a,b) назовемо «суперечливою» відносно кластеризованих ранжировок A і B, якщо ці два елементи по-різному впорядковані в A і B, тобто  $a < b$  в A і  $a > b$  в B (перший варіант суперечливості) або  $a > b$  в A і  $a < b$  в B (другий варіант суперечливості). Відзначимо, що відповідно до цього визначення пара об'єктів (a,b), яка еквівалентна хоча б в одній кластеризованій ранжировці, не може бути суперечливою, оскільки еквівалентність  $a = b$  не утворить "протирїччя" ні з  $a < b$ , ні з  $a > b$ . Ця властивість виявляється

корисною при виділенні суперечливих пар.

Як приклад, розглянемо крім А, ще дві кластеризовані ранжировки

$$B = [\{1,2\} < \{3,4, 5\} < 6 < 7 < 9 < \{8, 10\}];$$

$$C = [3 < \{1, 4\} < 2 < 6 < \{5, 7, 8\} < \{9, 10\}].$$

Сукупність суперечливих пар об'єктів для двох кластеризованих ранжировок А і В є «ядро протиріч». Позначимо ядро протиріч як S(A,B). Для розглянутих вище як приклади трьох кластеризованих ранжировок А, В і С, визначених на тому самому носії {1, 2, 3, ..., 10}, маємо

$$S(A,B) = [(8, 9)], S(A,C) = [(1, 3), (2,4)];$$

$$S(B,C) = [(1, 3), (2, 3), (2, 4), (5, 6), (8,9)].$$

При знаходженні ядра можна в пошуках суперечливих пар переглядати пари (1,2), (1,3), (1,4), ..., (1,k), потім (2,3), (2,4), ..., (2,k), потім (3,4), ..., (3, k), і т.д., аж до останньої пари (k-1, k).

Кожну кластеризовану ранжировку, як і будь-яке бінарне відношення, можна задати матрицею  $\|x(a,b)\|$  з 0 і 1 порядку  $k \times k$ . При цьому  $x(a,b) = 1$  тоді й тільки тоді, коли  $a < b$  або  $a = b$ . У першому випадку  $x(b,a) = 0$ , а в другому  $x(b,a) = 1$ . При цьому завжди хоча б одне із чисел  $x(a,b)$  і  $x(b,a)$  дорівнює 1. З визначення суперечливості пари (a, b) випливає, що для знаходження всіх таких пар досить поелементно перемножити дві матриці  $\|x(a,b)\|$  і  $\|y(a,b)\|$ , що відповідають двом кластеризованим ранжировкам, і відібрати ті й тільки ті пари, для яких  $x(a,b)y(a,b) = x(b,a)y(b,a) = 0$ .

Алгоритм узгодження двох або більше кластеризованих ранжировок складається із трьох етапів. На першому виділяються суперечливі пари об'єктів у всіх парах кластеризованих ранжировок. На другому формуються кластери підсумкової кластеризованої ранжировки. На третьому етапі ці кластери упорядковуються. Для встановлення порядку між кластерами довільно вибирається один об'єкт із першого кластера й другий - із другого, порядок між кластерами встановлюється такий же, який є між

обраними об'єктами в кожній з розглянутих кластеризованих ранжировок. Якщо в одній з вихідних кластеризованих ранжировок є рівність, а в іншій – нерівність, то при побудові підсумкової кластеризованої ранжировки використовується нерівність.

Коректність подібного упорядкування, тобто його незалежність від вибору тієї або іншої пари об'єктів при впорядкуванні двох кластерів і транзитивність такого впорядкування, випливає з відповідних теорем, доведених у [3].

В результаті погодження отримується загальна ранжировка. Ця ранжировка відбиває чергу необхідності у матеріально – технічних засобах, яка може бути використана при плануванні бюджету.

## Висновки

Запропонований спосіб оцінювання потреби у матеріально-технічних засобах методом експертного оцінювання на основі ієрархічної системи збору експертних думок дозволяє визначити фактичну потребу у матеріально-технічних засобах щодо підтримання технічної готовності озброєння та військової техніки Повітряних Сил Збройних Сил України.

## Список літератури

1. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях / А.И. Орлов. – М.: Наука, 1979. – 296 с.
2. Орлов А.И. Эконометрика: Учебник для вузов. Изд. 3-е, переработанное и дополненное / А.И. Орлов. – М.: Экзамен, 2004. – 576 с.
3. Горский В.Г. Метод согласования кластеризованных ранжировок / В.Г. Горский, А.А. Гриценко, А.И. Орлов // Автоматика и телемеханика. – 2000. – №3. – С. 159-167.
4. Жуков Г.П. Военно-экономический анализ и исследование операций / Г.П. Жуков, С.Ф. Викулов. – М.: Воен.издат, 1987. – 347 с.

Надійшла до редколегії 26.08.2009

**Рецензент:** д-р військ. наук, проф. Г.А. Дробаха, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## ЭКСПЕРТНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ СОСТОЯНИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТОЧНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ

В.О. Абрашин, С.М. Новичонок, М.Б. Старостенко, О.Б. Куренко

*Предложен способ определения потребности в материально-технических средствах методом экспертного оценивания на основе иерархической системы сбора экспертных мнений, который позволяет определить фактическую потребность в материально-технических средствах для поддержания технической готовности вооружения и Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины.*

**Ключевые слова:** экспертиза, оценка, рейтинг.

## EXPERT EVALUATION CONDITIONS MATERIALLY-TECHNICAL OF THE FACILITIES IN CONDITION OF THE INSUFFICIENT FINANCING

V.O. Abrashin, S.M. Novichonok, M.B. Starostenko, O.B. Kurenko

*Offered way of determination condition materially-technical of the facilities by method expert evaluation on base of the hierarchical system of the collection of the expert opinions, which allows to define actual need for material and technical facility for maintenance of technical readiness of the arms and Air Power of Armed Power of the Ukraine.*

**Keywords:** expert operation, estimation, rating.