

В.М. Більчук, І.Г. Дзевєрін, С.В. Лазебник, О.О. Хмелевська

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

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ДОЦІЛЬНОСТІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО ВКЛЮЧЕННЯ ЗРАЗКА ОЗБРОЄННЯ ДО УГРУПОВАННЯ ПОВІТРЯНИХ СИЛ В УМОВАХ НЕСТОХАСТИЧНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Пропонується методика оцінки доцільності прийняття рішень щодо включення зразка озброєння до угруповання Повітряних Сил в умовах нестохастичної невизначеності при проведенні операції (бойових дій). Методика передбачає розгляд методичного підходу щодо оцінки доцільності прийняття рішень в умовах нестохастичної невизначеності, які формуються взаємовпливовістю факторів якісної ознаки будь-якої природної спрямованості. Концепція як основний замисел дослідження подається лінгвістичною змінною "доцільність включення зразка озброєння за призначенням у військовій операції". Проблема – оцінка достовірності застосування зразка озброєння за призначенням подається декомпозицією її в ієрархію. Вектора переваг факторів кожного рівня декомпозиції проблеми в ієрархію відповідають власним векторам матриць бінарних відношень факторів кожного рівня, що забезпечують однозначність їх визначення. Вектор переваг прийнятих нечітких змінних лінгвістичної змінною визначається за прийнятими замислами аналізу ієрархій. Функції належності нечітких підмножин, які відповідають нечітким змінним лінгвістичної змінної, подаються за лінійними залежностями як нечіткі трикутні числа, так і колоколвидними формами. Змістовність методики та її працездатність подаються на прикладі визначення чітких підмножин як рівнів доцільності прийняття рішень щодо включення до змістовності операції зразків озброєння при заданому α -рівні функції належності нечітких підмножин відповідних нечітких значень лінгвістичної змінної.

Ключові слова: лінгвістична змінна, нечіткі значення, функція належності, нестохастична невизначеність, доцільність прийняття рішень.

Вступ

Постановка проблеми. Відповідно призначення на Повітряні Сили (ПС) Збройних Сил (ЗС) України покладено виконання встановленого нормативними документами переліку основних завдань, які можна об'єднати в окремі пов'язані між собою за своїм функціональним призначенням загальні блоки:

- завдання з розвідки повітряного простору та оповіщення про повітряного противника;
- завдання з протиповітряної оборони об'єктів та військ;
- завдання з вогневого ураження противника та авіаційної підтримки дій військ (сил) ЗС України;
- завдання всебічного забезпечення бойових дій (операцій).

Однією з характерних особливостей виконання завдань з протиповітряної оборони (ППО) для ПС ЗС України є обов'язковість узгодженості всіх планів ведення ППО як у стратегічних формах бойового застосування ЗС України, так і в операціях одночасно. Це обумовлюється тим, що війська (сили) ПС ЗС України можуть бути задіяними одночасно у стратегічній формі застосування ЗС (у ППО України), або у забезпеченні ППО в оборонній операції ЗС України, а також у забезпеченні ППО в оборонній опера-

ції оперативного командування (ОК) у складі міжвидових угруповань військ (сил) різного рівня.

З причини обмеженої кількості сил та засобів ППО одночасне виконання завдань в усіх формах застосування ЗС України, до яких залучаються Повітряні Сили, може стати неможливим. Тому виникає необхідність створення тимчасових угруповань військ (сил) ПС відповідно меті та змісту завдань ППО конкретного етапу бойових дій. При цьому рівень бойових можливостей створюваного угруповання визначається в залежності від можливостей повітряного противника, а саме, кількості та ТТХ його засобів повітряного нападу. Також і можливості своїх військ обумовлені в основному ТТХ зразків, що знаходяться на озброєнні частин (підрозділів), які входять до складу цього угруповання.

Якщо розглянути можливу форму застосування сформованого угруповання ПС (операція, бойові дії) як систему цілеспрямованих дій, які забезпечують досягнення визначеної мети в умовах впливу нестохастично невизначених факторів різної природної спрямованості, прийняття рішення щодо обґрунтованості включення частини (підрозділу) до складу угруповання може ґрунтуватись на порівнянні основних ТТХ зразка, що знаходиться озброєнні цієї частини (підрозділу), з апріорною інформацією щодо

основних ТТХ засобів повітряного нападу (ЗПН) противника.

Фактор обґрунтованості рішення, який повинен бути врахованим особою, що його приймає (ОПР), має чітко якісну природну ознаку. Тому проблема, яка розглядається, має наступний зміст: оцінка доцільності прийняття рішень щодо включення до створеного угруповання військ частин (підрозділів) з конкретними типами зразків озброєння.

Аналіз літератури. В [1–3] висвітлені питання щодо основних означень теорії ефективності функціонування технічних систем, прийняття рішень на основі аналізу ієрархій, означення лінгвістичної змінної та її застосування до прийняття рішень.

В [4–5] викладені окремі питання математичної теорії прийняття рішень в складних ситуаціях та на основі нечітких моделей.

В [6; 8] визначені основні засади розуміння нечіткого нестохастично невизначеного середовища, методологічні основи опису процесу функціонування складної системи, визначення чіткої підмножини факторів впливу на власну поведінку розвитку процесу функціонування складної системи.

Мета статті полягає в розробці методики оцінки доцільності прийняття рішень щодо включення до створюваного угруповання військ частин (підрозділів) Повітряних Сил ЗС України з конкретними типами зразків озброєння в умовах нестохастичної невизначеності.

Основна частина

В [5] визначено, що якщо ОПР розглядає об'єкт природи, який має ознаки невизначеності та не відповідає її розумінню щодо масовості, то, щодо формалізації опису процесу його функціонування, може бути прийнятий тільки методичний підхід на основі прийнятих означень нечітких підмножин, лінгвістичних змінних, функції належності та відповідати їх властивостям.

Цей підхід реалізує лінгвістичний погляд щодо основних операцій над нечіткими підмножинами, а саме:

$$\begin{aligned} \tilde{A} \cup \tilde{B} &= \bigcup_{x \in X} \left\{ \max \{ \mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x) \} / x \right\}; \\ \tilde{A} \cap \tilde{B} &= \bigcup_{x \in X} \left\{ \min \{ \mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x) \} / x \right\}; \\ \tilde{A}^c &= \bigcup_{x \in X} \left\{ [1 - \mu_{\tilde{A}}(x)] / x \right\}, \end{aligned} \quad (1)$$

де \tilde{A}, \tilde{B} – нечіткі підмножини;

$\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)$ – функції належності.

Розглянуте підтверджує наступне. Сукупність факторів будь-якої природної спрямованості складає зміст нечіткої підмножини, а виявлення їх впливо-

вості, з урахуванням сили взаємовпливості, на розвиток процесу функціонування складної системи в цілому за часом може лише базуватись на переліку основних операцій над нечіткими підмножинами (1).

Формування функцій належності, які відповідають коректності (1), повинно виконуватись в шкалі порядку.

Відомі методи формування функцій належності мають класифікацію за ознаками:

- вид області означення нечіткої підмножини (дискретна, неперервна);
- спосіб експертного опитування (індивідуальний, груповий);
- тип експертної інформації (порядкова, кардинальна);
- інтерпретація даних експертного опитування (ймовірнісна, детермінована).

Вище визначені операції (1) відповідають наступному змісту метода формування функції належності:

- область означення – дискретна;
- спосіб опитування – індивідуальний;
- тип експертної інформації – порядкова;
- інтерпретація даних експертизи – детермінована.

Формування функції належності нечіткої підмножини $\tilde{\gamma}_{n,1}$ нечіткої змінної $\gamma_{n,1}$ – "низька необхідність" лінгвістичної змінної β_n – "необхідність на ринку" може мати наступний зміст. Область визначення нечіткої змінної $\gamma_{n,1}$, як нечіткого трикутного числа за [9] складає у відносних одиницях 0,21 від області визначення лінгвістичної змінної β_n . Інтервал (0; 0,21) подаємо як об'єднання інтервалів,

які не перетинаються, $I_{\gamma_{n,1}} = \bigcup_{i=1}^4 I_{\gamma_{n,1}}^{(i)}$, де

$$\begin{aligned} I_{\gamma_{n,1}}^{(i=1)} &= \left(0; \frac{0,21}{4} \right), \quad I_{\gamma_{n,1}}^{(i=2)} = \\ &= \left(\frac{0,21}{4}; \frac{0,42}{4} \right), \dots, \quad I_{\gamma_{n,1}}^{(i=4)} = \left(\frac{3}{4} 0,21; 0,21 \right). \end{aligned}$$

Представниками кожного інтервалу розглядається значення $x_i \in X, i = \overline{1,4}$, які відповідають їх середині.

В подальшому ставиться експертиза, в якій експерти висловлюють свої суб'єктивні судження у вигляді чітких бінарних відношень наступного змісту: у скільки разів значення функції належності $\mu_{\tilde{\gamma}_{n,1}}(x_i)$ перевищує значення функції належності $\mu_{\tilde{\gamma}_{n,1}}(x_j)$, $i, j = \overline{1,4}$. Такі судження подаються у вигляді табл. 1.

Таблиця 1

Чіткі бінарні порівняння відношень значень функції належності $\tilde{\gamma}_{н.1}$

$\mu_{\tilde{\gamma}_{н.1}}(x_j) \backslash \mu_{\tilde{\gamma}_{н.1}}(x_i)$	$\mu_{\tilde{\gamma}_{н.1}}(x_1)$	$\mu_{\tilde{\gamma}_{н.1}}(x_2)$	$\mu_{\tilde{\gamma}_{н.1}}(x_3)$	$\mu_{\tilde{\gamma}_{н.1}}(x_4)$
$\mu_{\tilde{\gamma}_{н.1}}(x_1)$	1	1,12	1,37	5,30
$\mu_{\tilde{\gamma}_{н.1}}(x_2)$	0,89	1	1,20	4,70
$\mu_{\tilde{\gamma}_{н.1}}(x_3)$	0,73	0,83	1	3,9
$\mu_{\tilde{\gamma}_{н.1}}(x_4)$	0,19	0,21	0,26	1

Таким результатам експертизи відповідає нормований вектор $\omega = (0,36; 0,32; 0,26; 0,06)$, де

$$\omega_j = 1 / \sum_{i=1}^4 a_{ji}, \text{ а розв'язання рівняння}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 1,12 & 1,37 & 5,30 \\ 0,89 & 1 & 1,20 & 4,70 \\ 0,73 & 0,83 & 1 & 3,90 \\ 0,19 & 0,21 & 0,26 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0,36 \\ 0,32 \\ 0,26 \\ 0,06 \end{pmatrix} = \lambda \begin{pmatrix} 0,36 \\ 0,32 \\ 0,26 \\ 0,06 \end{pmatrix}^T, \quad (2)$$

де елемент матриці $A = (a_{ij})$; $i, j = \overline{1, n}$ відповідає суб'єктивній оцінці експерта відношення $a_{ij} = \mu_{\tilde{\gamma}_{н.1}}(x_i) / \mu_{\tilde{\gamma}_{н.1}}(x_j)$ в бальній шкалі та є поданим за побудовою, дозволяє визначити вектор власних значень матриці $A \lambda = (3,88; 3,97; 3,8; 4,00)$, де $\lambda_{\max} = 4,00$, що буде відповідати індексу погодженості суджень експертів $I_n = 0$, що відповідає повній погодженості експертів. Вектор переваг $\omega = (0,36; 0,32; 0,26; 0,06)$ дозволяє побудувати гілку функції належності колоколовидної форми нечіткої підмножини $\tilde{\gamma}_{н.1}$ нечіткої змінної $\gamma_{н.1}$ як одного із нечітких значень лінгвістичної змінної $\beta_{н.}$.

Визначені особливості постановки експертизи забезпечують для рівняння (2) наявність єдиного рішення. Значення функції належності за шкалою відношень, при допустимому рівні індексу погодженості $I_n \leq 0,1$, визначається за виразом

$$\mu_{\tilde{\gamma}_{н.1}}(x_i) = \frac{\omega_i}{\sum_{i=1}^n \omega_i}. \quad (3)$$

Розглянемо формування гілки функції належності колоколовидної форми нечіткої підмножини $\tilde{\gamma}_{н.2}$ нечіткої змінної $\gamma_{н.2}$ – "висока необхідність" як нечіткого значення лінгвістичної змінної $\beta_{н.}$. Область визначення змінної $\gamma_{н.2} : x = \{0,21; 1,0\}$, $x \in X$. Вона може бути подана як об'єднання інтервалів, які не перетинаються, а саме: $I_{\gamma_{н.2}} = \bigcup_{i=1}^4 I_{\gamma_{н.2}}^{(i)}$,

$$I_{\gamma_{н.2}}^{(i)} = \bigcup_{i=1}^4 I_{\gamma_{н.2}}^{(i)},$$

де

$$I_{\gamma_{н.2}}^{(i=1)} = (0,21; 0,4), \\ I_{\gamma_{н.2}}^{(i=2)} = (0,4; 0,6), \dots, I_{\gamma_{н.2}}^{(i=4)} = (0,8; 1,0).$$

Представником $I_{\gamma_{н.2}}^{(i)}$ вибрана його середина, якій відповідає $x_i \in X$, $i = \overline{1, 4}$. Якщо прийняти для чіткої підмножини $I_{\gamma_{н.2}}$, як носія нечіткої підмножини $\tilde{\gamma}_{н.2}$, що $x_i < x_j$, $x_i, x_j \in X$, то, при постановці експертизи, експерти висловлюють судження за змістом: у скільки разів $\mu_{\tilde{\gamma}_{н.2}}(x_i) < \mu_{\tilde{\gamma}_{н.2}}(x_j)$, $i, j = \overline{1, 4}$. Результати експертизи подані в табл. 2.

Таблиця 2

Чіткі бінарні порівняння відношень значень функції належності $\tilde{\gamma}_{н.2}$

$\mu_{\tilde{\gamma}_{н.2}}(x_j) \backslash \mu_{\tilde{\gamma}_{н.2}}(x_i)$	$\mu_{\tilde{\gamma}_{н.2}}(x_1)$	$\mu_{\tilde{\gamma}_{н.2}}(x_2)$	$\mu_{\tilde{\gamma}_{н.2}}(x_3)$	$\mu_{\tilde{\gamma}_{н.2}}(x_4)$
$\mu_{\tilde{\gamma}_{н.2}}(x_1)$	1	0,15	0,09	0,08
$\mu_{\tilde{\gamma}_{н.2}}(x_2)$	6,7	1	0,61	0,53
$\mu_{\tilde{\gamma}_{н.2}}(x_3)$	11	1,65	1	0,87
$\mu_{\tilde{\gamma}_{н.2}}(x_4)$	12,5	1,9	1,15	1

Результати експертизи, які подані в табл. 2, відповідають нормованому вектору $\omega = (0,03; 0,21; 0,35; 0,41)$. Розв'язання матричного рівняння аналогічного виду (2), дає визначення вектору власних значень матриці A $\lambda = (4,1; 4,01; 3,95; 3,02)$, де $\lambda_{\max} = 4,1$, а індекс погодженості суджень експертів відповідає $I_n = 0,03$, тобто погодженість експертизи вимозі відповідає.

Вектор переваги $\omega = (0,03; 0,21; 0,35; 0,41)$ доцільно використати для формування гілки функції належності колоколовидної форми нечіткої підмножини $\tilde{\gamma}_{n,2}$ нечіткої змінної $\gamma_{n,2}$. На рис. 1 подано функції належності нечітких підмножин $\tilde{\gamma}_{n,1}$, $\tilde{\gamma}_{n,2}$ нечітких змінних $\gamma_{n,1}$, $\gamma_{n,2}$ відповідно за векторами переваг

$$\omega_{\tilde{\gamma}_{n,1}} = (0,36; 0,32; 0,26; 0,06),$$

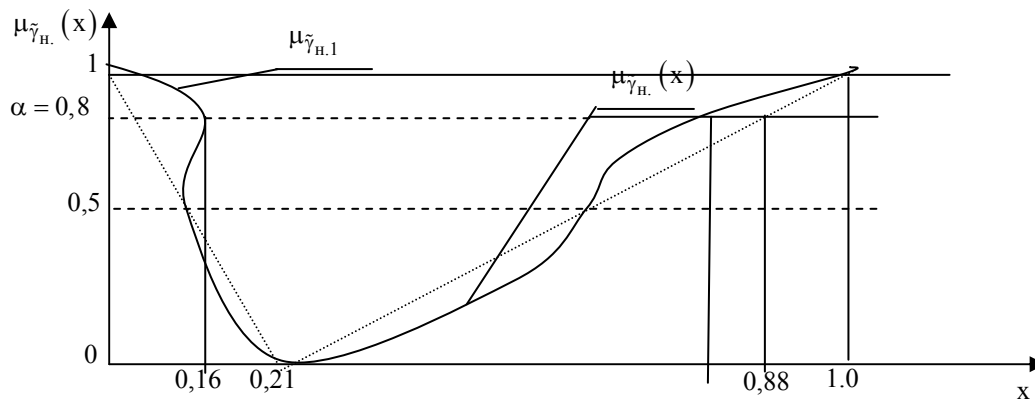


Рис. 1. Функції належності нечітких підмножин $\tilde{\gamma}_{n,1}$ та $\tilde{\gamma}_{n,2}$ колоколовидної форми за результатами ілюстративного розрахунку

Отримані чисельні результати щодо чітких інтервалів песимістичних та оптимістичних прогнозованих оцінок дозволяють висловити наступне:

- вид функцій належності нечітких підмножин нечітких змінних як елементів терм-множини нечітких змінних лінгвістичних змінних визначається тільки суб'єктивними судженнями експерта на основі поданої йому суттєвої інформації ОПР;

- чіткі прогнозовані інтервали песимістичних та оптимістичних оцінок пов'язані з прийнятим рівнем функції належності, який може розглядатись як α -рівень довіри до результатів прогнозування;

- прийняття "спрощеного" підходу до визначення виду функції належності, до якого можна віднести прийняття лінійної залежності функції належності $\mu_{\tilde{\gamma}}(x)$, $x \in X$ нечіткої підмножини $\tilde{\gamma}$, приводить до більш звужених α -рівневих інтервалів песимістичного та оптимістичного прогнозування в порівнянні із результатами, які можуть бути отримані при прийнятті для функції належності колоколовидної форми. Так на прийнятому чисельному прикладі прогнозування фактору "необхідність на ринку" для нечіткої змінної $\gamma_{n,1}$, яка відповідає песимістичній оцінці, чіткий інтервал прогнозування при $\alpha = 8$ збільшився в 2 рази. Такі результати можуть мати суттєве значення для прийняття рішення ОПР, особливо, якщо вона особисто схильна до ризику.

$$\omega_{\tilde{\gamma}_{n,2}} = (0,03; 0,21; 0,35; 0,41),$$

які мають колоколовидну форму.

На рис. 1 визначені $x_i \in X$, $i = \overline{1,4}$ нечіткої змінної $\gamma_{n,1}$ та $x_j \in X$, $j = \overline{1,4}$ нечіткої змінної $\gamma_{n,2}$. При заданому значенні функції належності $\mu_{\tilde{\gamma}_n} = \alpha$ рівні $\tilde{\gamma}_{n,1}$, $\tilde{\gamma}_{n,2}$ визначають чіткі інтервали C_{κ} -ї чисельної ознаки факторів, які мають якісну природну ознаку.

Так при розгляді фактору "необхідність на ринку" зразка ОВТ, який розглядається при $\alpha = 0,8$ чіткі інтервали песимістичної та оптимістичної оцінок мають відповідні значення: $I_{\tilde{\gamma}_{n,1}} = C_{\kappa,\Pi}^{\alpha} = (0; 0,16)$, $I_{\tilde{\gamma}_{n,2}} = C_{\kappa,\text{оп}}^{\alpha} = (0,74; 1,0)$. Чіткі інтервали, які визначені за лінійною залежністю мають значення $I_{\tilde{\gamma}_{n,1}} = C_{\kappa,\Pi}^{\alpha} = (0; 0,04)$ та $I_{\tilde{\gamma}_{n,2}} = C_{\kappa,\text{оп}}^{\alpha} = (0,88; 1,0)$.

сті нечітких змінних, які відповідають лінгвістичній змінній β_n – "необхідність на ринку", передбачає дискретний опис функції належності, який має зміст подання нечіткої підмножини. Зацікавленість в такому методичному підході полягає в тому, що він передбачає обробку експертних даних щодо бінарного порівняння в бальній шкалі відношень:

$$\mu_{\tilde{\gamma}_{n,1}}(x_i) > \mu_{\tilde{\gamma}_{n,1}}(x_j), x_i < x_j; x_i, x_j \in X, \quad (4)$$

якщо гілка функції належності спадає;

$$\mu_{\tilde{\gamma}_{n,2}}(x_i) < \mu_{\tilde{\gamma}_{n,2}}(x_j), x_i < x_j; x_i, x_j \in X, \quad (5)$$

якщо гілка функції належності зростає.

При цьому обробка експертних даних включає: розрахунок області визначення кожної змінної, які складають терм-множину лінгвістичної змінної за якісною шкалою; визначення власного вектору та індексу погодженості суб'єктивних суджень експертів за матрицею чіткого бінарного порівняння відношень за рівнями декомпозиції проблеми в ієрархію.

Відзначене свідчить про те, що такий методичний підхід щодо формування нечіткої підмножини, яка відповідає функції належності, може бути реалізованим при розгляді будь-якої розмірності терм-множини будь-якої, за природним призначенням, лінгвістичної змінної.

За визначеною сутністю методичного підходу, який і відповідає змісту методики експертного оцінювання прогнозованих значень відношення переваг факторів різної природної спрямованості в умовах нечіткої нестохастичної невизначеності, розглянемо наступну задачу.

Ведеться підготовка щодо проведення операції ЗС України, в якій будуть поставлені завдання Повітряним Силам ЗС України, щодо створення угруповання військ (сил) ПС для реалізації плану ППО як складової плану цієї операції.

Розглянемо оцінку доцільності прийняття рішення щодо включення до створюваного угруповання військ частин (підрозділів) ПС ЗС України з конкретними типами зразків озброєння в умовах нестохастичної невизначеності на прикладі частин і підрозділів зенітних ракетних військ (ЗРВ), які озброєні зенітними ракетними комплексами (ЗРК).

Особі, яка приймає рішення, необхідно визначитись щодо доцільності включення частин (підрозділів) ЗРВ, озброєних конкретними типами ЗРК до складу створюваного угруповання військ (сил) ПС.

Розв'язання такої задачі необхідно розглядати в умовах нестохастичної невизначеності. Звичайно ОПР володіє деяким обсягом інформації щодо замислу противника, яку він надає експертам. До такої інформації може бути віднесено: типи ЗПН противника; основні, за результатами розвідки, ТТХ ЗПН противника; перелік зразків ЗПН, застосування яких слід вважати найбільш очікуваним.

Умовно вважається, що в якості зразка ЗРК розглядається прогнозований ЗРК типу – "Бук-М1". Який має тактико-технічні характеристики: C_1 – максимальна висота ураження цілі, метрів; C_2 – мінімальна висота ураження цілі, метрів; C_3 – швидкість цілі назустріч, метрів за секунду; C_4 – швидкість цілі навздогін, метрів за секунду.

У відповідності до викладеного вище методичного підходу та методики експертного оцінювання прогнозованих значень відношень переваг-факторів, яка реалізує такий підхід, необхідно визначити декомпозицію проблеми (задачі) в ієрархію, в якій визначається подання багатокритеріальної задачі на відповідних рівнях ієрархії.

Декомпозиція проблеми D в ієрархію подана на рис. 2.

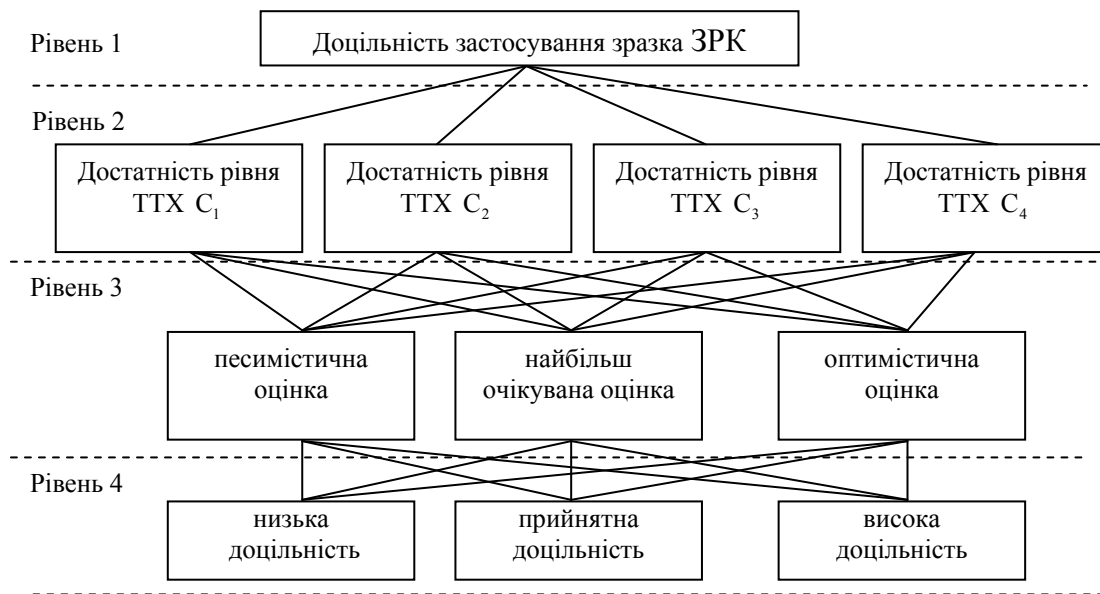


Рис. 2. Декомпозиція проблеми D в ієрархію

Перший рівень відповідає змістовності завдання, яке необхідно вирішити для прийняття рішення ОПР. Розгляд другого рівня декомпозиції спрямований на виявлення переваг бінарних відношень основних ТТХ зразка ЗРК в умовах нестохастичної невизначеності, які формуються множиною можливих застосувань ЗПН противника. З цієї необхідністю вводяться до розгляду фактори, які відповідають змісту лінгвістичної змінної $\beta_{д.з.}$ – "доцільність застосування зразка ЗРК за призначенням", а саме: фактор $\gamma_{з.п.1.}$ – "забезпечення максимальної висоти ураження цілі"; фактор $\gamma_{з.п.2.}$ – "забезпечення мінімальної висоти ураження цілі"; фактор $\gamma_{з.п.3.}$ – "забезпечення необхідної швидкості назустріч"; фактор $\gamma_{з.п.4.}$ – "забезпечення необхідної швидкості навздогін". Для кожного фактора другого рівня декомпозиції проблеми в ієрархію розглядається його впливовість при їх бінарному порівнянні за якісною шкалою виміру значущості факторів, яка подана в табл. 3. Чіткі бінарні порівняння відношень другого рівня декомпозиції подані в табл. 3.

Рівняння виду (2) має вигляд

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 \\ 0,33 & 1 & 7 & 5 \\ 0,2 & 0,14 & 1 & 3 \\ 0,14 & 0,2 & 0,33 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \\ \omega_4 \end{pmatrix} = \lambda_{\max} \begin{pmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \\ \omega_4 \end{pmatrix}^T,$$

а йому відповідає нормований вектор $\omega = (0,60; 0,23; 0,10; 0,07)$ та $\lambda_{\max} = 4,02$. Індекс погодженості $I_n = 0,007$, що відповідає прийнятним вимогам.

Розглянемо вектор переваг третього рівня у відповідності декомпозиції проблеми D – в ієрархії, яка подана на рис. 2, з урахуванням вектора

переваг другого рівня. Прийнято $C_{ij}^{(3)}$, $i = \overline{1,3}$, $j = \overline{1,4}$, – елемент рядку матриць порівнянь відношень, який відповідає і-му елементу третього рівня з ураженням j-го елементу другого рівня.

Чіткі бінарні відношення порівнянь факторів впливу третього рівня ієрархії за якісною шкалою подані в табл. 4, а–d.

Висловлені суб'єктивні судження експертів, які приведені в табл. 4, а–d відповідають тому, що експерти "не схильні до ризику". Їх стриманість може бути пов'язана з тим, що їм доведена не достатньо повна інформація щодо противника.

Обробка результату експертизи, який поданий в табл. 4, а, відповідає розгляду матричного рівняння виду (2), визначає нормований вектор переваг $\omega = (0,68; 0,26; 0,06)$ та $\lambda_{\max} = 3$, індекс погодженості суб'єктивних суджень експертів $I_n = 0$. Аналогічно обробка результату експертизи, приведеного в табл. 4, b, дає: $\omega = (0,69; 0,23; 0,08)$, $\lambda_{\max} = 3,04$, $I_n = 0,02$. Обробка результату експертизи за табл. 4, c має вигляд: $\omega = (0,08; 0,23; 0,69)$, $\lambda_{\max} = 3,0$, $I_n = 0,02$. Обробка результату експертизи за табл. 4, d відповідає: $\omega = (0,09; 0,24; 0,67)$, $\lambda_{\max} = 3,08$, $I_n = 0,04$. Необхідно відзначити, що змістовність результатів експертиз відносно достатності значень ТТХ ЗРК щодо C_3 – швидкість цілі назустріч та C_4 – швидкість цілі навздогін може бути обгрунтована тільки достатністю інформованості експертів.

Визначення нормованого вектора переваг елементів третього рівня декомпозиції проблеми D в ієрархії, що подані на рис. 2, з урахуванням вектора переваг другого рівня подано в табл. 5.

Таблиця 3

Чіткі бінарні порівняння відношень другого рівня

$c_i^{(2)} \backslash c_j^{(2)}$	$c_1^{(2)}$	$c_2^{(2)}$	$c_3^{(2)}$	$c_4^{(2)}$
$c_1^{(2)}$	1	3	5	7
$c_2^{(2)}$	$\frac{1}{3}$	1	7	5
$c_3^{(2)}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{7}$	1	3
$c_4^{(2)}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	1

Таблиця 4

Чіткі бінарні відношення порівнянь третього рівня

$\begin{matrix} \overline{c_{i1}^{(3)}} \\ c_{i1}^{(3)} \end{matrix}$	$\overline{c_{11}^{(3)}}$	$\overline{c_{21}^{(3)}}$	$\overline{c_{31}^{(3)}}$	$\begin{matrix} \overline{c_{i2}^{(3)}} \\ c_{i2}^{(3)} \end{matrix}$	$\overline{c_{12}^{(3)}}$	$\overline{c_{22}^{(3)}}$	$\overline{c_{32}^{(3)}}$
$c_{11}^{(3)}$	1	3	7	$c_{12}^{(3)}$	1	3	9
$c_{21}^{(3)}$	$\frac{1}{3}$	1	5	$c_{22}^{(3)}$	$\frac{1}{3}$	1	3
$c_{31}^{(3)}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{5}$	1	$c_{32}^{(3)}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{3}$	1

a b

$\begin{matrix} \overline{c_{i3}^{(3)}} \\ c_{i3}^{(3)} \end{matrix}$	$\overline{c_{13}^{(3)}}$	$\overline{c_{23}^{(3)}}$	$\overline{c_{33}^{(3)}}$	$\begin{matrix} \overline{c_{i4}^{(3)}} \\ c_{i4}^{(3)} \end{matrix}$	$\overline{c_{14}^{(3)}}$	$\overline{c_{24}^{(3)}}$	$\overline{c_{34}^{(3)}}$
$c_{13}^{(3)}$	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{9}$	$c_{14}^{(3)}$	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{7}$
$c_{23}^{(3)}$	3	1	$\frac{1}{3}$	$c_{24}^{(3)}$	3	1	$\frac{1}{3}$
$c_{33}^{(3)}$	9	3	1	$c_{34}^{(3)}$	7	3	1

c d

Таблиця 5

Визначення вектора переваг третього рівня

$\begin{matrix} \text{Вектор переваг другого рівня} \\ \text{Змістовність векторів} \\ \text{третього рівня} \end{matrix}$	0,60	0,23	0,10	0,07	Вектор переваг третього рівня
Песимістична оцінка	0,68	0,69	0,08	0,09	0,581
Найбільш очікувана оцінка	0,26	0,23	0,23	0,24	0,349
Оптимістична оцінка	0,06	0,08	0,69	0,67	0,170

Визначення вектора переваг щодо доцільності застосування зразка ЗРК, що відзначено в першому рівні декомпозиції, пов'язано з визначенням векторів переваг четвертого рівня з урахуванням наявності вектора переваг третього рівня, значення якого

подані в табл. 5. Чіткі бінарні відношення порівнянь четвертого рівня подані в табл. 6, а–с.

Табл. 6, а–с відповідають відповідно песимістичній оцінці, найбільш очікуваній оцінці та оптимістичній оцінці.

Таблиця 6

Чіткі бінарні відношення порівнянь четвертого рівня

$\begin{matrix} \overline{c_{i1}^{(4)}} \\ c_{j1}^{(4)} \end{matrix}$	$\overline{c_{11}^{(4)}}$	$\overline{c_{21}^{(4)}}$	$\overline{c_{31}^{(4)}}$	$\begin{matrix} \overline{c_{i2}^{(4)}} \\ c_{j2}^{(4)} \end{matrix}$	$\overline{c_{12}^{(4)}}$	$\overline{c_{13}^{(4)}}$	$\overline{c_{14}^{(4)}}$	$\begin{matrix} \overline{c_{i3}^{(4)}} \\ c_{j3}^{(4)} \end{matrix}$	$\overline{c_{13}^{(4)}}$	$\overline{c_{23}^{(4)}}$	$\overline{c_{33}^{(4)}}$
$c_{11}^{(4)}$	1	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{7}$	$c_{12}^{(4)}$	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	$c_{13}^{(4)}$	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{7}$
$c_{21}^{(4)}$	9	1	$\frac{1}{3}$	$c_{22}^{(4)}$	3	1	$\frac{1}{3}$	$c_{23}^{(4)}$	3	1	$\frac{1}{3}$
$c_{31}^{(4)}$	7	3	1	$c_{32}^{(4)}$	5	3	1	$c_{33}^{(4)}$	7	3	1

a b c

Результати експертизи, які подані в табл. 6, а, відповідають позиції "стриманості" експертів, тому, при розгляді відношень в умовах песимістичної оцінки, вони віддають перевагу "високій доцільності" в порівнянні із "прийнятній доцільності" та "низькій доцільності".

Розв'язання матричного рівняння виду (2) за даними табл. 6, а дають нормований вектор переваг $\omega = (0,06; 0,25; 0,69)$, $\lambda_{\max} = 3,17$, індекс погодженості суб'єктивних суджень $I_n = 0,08$. Аналогічний розгляд даних експертизи, які приведені в табл. 6, б,

приводить до результату: $\omega = (0,11; 0,23; 0,66)$, $\lambda_{\max} = 3,1$, $I_n = 0,05$. Результати обробки експертизи, яка подана в табл. 6, с, дають: $\omega = (0,09; 0,23; 0,68)$, $\lambda_{\max} = 3,0$, $I_n = 0$.

У відповідності до декомпозиції проблеми D в ієрархію, яка подана на рис. 2, рекомендації щодо застосування зразка ЗРК в умовах нестохастичної невизначеності будуть відповідати сумі добутоків відповідних елементів векторів переваг четвертого та третього рівнів ієрархії, що подано в табл. 7.

Таблиця 7

Визначення вектора переваг доцільності застосування зразка ЗРК

Вектор переваг третього рівня	0,581	0,349	0,170	Вектор переваг доцільності
Змістовність векторів четвертого рівня				
Низька доцільність	0,06	0,11	0,09	0,077
Прийнятна доцільність	0,25	0,23	0,23	0,242
Висока доцільність	0,69	0,66	0,68	0,681

Вище зазначено, що змістовності першого рівня декомпозиції проблеми D в ієрархію відповідає лінгвістична змінна $\beta_{д.з.}$ – "доцільність застосування зразка ЗРК за призначенням". Терм-множина включає такі нечіткі змінні: $\gamma_{н.д.з.}$ – "низька доцільність застосування"; $\gamma_{п.д.з.}$ – "прийнятна доцільність застосування"; $\gamma_{в.д.з.}$ – "висока доцільність застосування".

Вектор переваг доцільності застосування зразка ЗРК, який визначено за методикою та чисельні значення компонент якого подані в табл. 7, відповідає областям визначення нечітких змінних відповідно: $\gamma_{н.д.з.}$ – "низька доцільність застосування"; $\gamma_{п.д.з.}$ – "прийнятна доцільність застосування"; $\gamma_{в.д.з.}$ – "висока доцільність застосування".

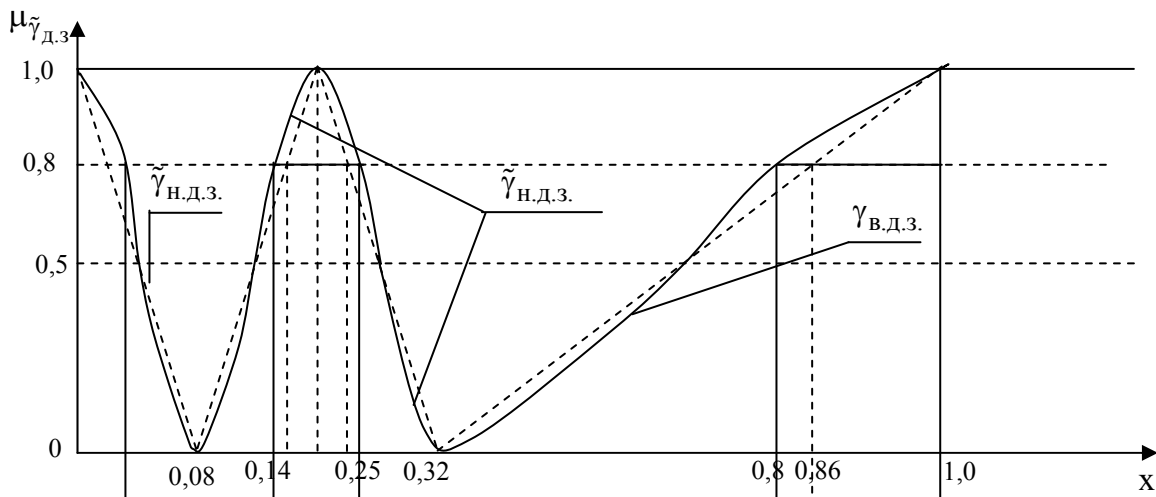


Рис. 3. Функції належності нечітких підмножин $\tilde{\gamma}_{н.д.з.}$, $\tilde{\gamma}_{п.д.з.}$, $\tilde{\gamma}_{в.д.з.}$ колоколовидної форми

На рис. 3 подані функції належності нечітких підмножин $\mu_{\tilde{\gamma}_{н.д.з.}}(x_i)$, $x_i \in [0; 0,08]$;

$\mu_{\tilde{\gamma}_{п.д.з.}}(x_j)$, $x_j \in [0,08; 0,32]$;

$\mu_{\tilde{\gamma}_{в.д.з.}}(x_k)$,

$x_k \in [0,32; 1,0]$ та $x_i \cup x_j \cup x_k = X$, які мають колоколовидну форму.

Розрахунки щодо визначення спадної та зростаючої гілок функції належності колоколовидної фо-

рми проведені за приведеними вище відношеннями за бальною шкалою.

На рис. 3 відзначені чіткі підмножини як носії нечітких підмножин $\tilde{\gamma}_{н.д.з.}$, $\tilde{\gamma}_{п.д.з.}$, $\tilde{\gamma}_{в.д.з.}$ при $\mu_{\tilde{\gamma}_{д.з.}} = \alpha = 0,8$, функції належності яких побудовані на основі нечітких трикутних чисел та на основі розрахунків гілок колоколовидної форми.

Вони мають наступний зміст:

– визначені на основі нечітких трикутних чисел $I_{\tilde{\gamma}_{н.д.з.}} = (0; 0, 01)$, $I_{\tilde{\gamma}_{п.д.з.}} = (0, 16; 0, 23)$, $I_{\tilde{\gamma}_{в.д.з.}} = (0, 86; 1, 0)$;

– визначені на основі розрахунків гілок колоколовидної форми: $\bar{I}_{\tilde{\gamma}_{н.д.з.}} = (0; 0, 03)$, $\bar{I}_{\tilde{\gamma}_{п.д.з.}} = (0, 14; 0, 25)$, $\bar{I}_{\tilde{\gamma}_{в.д.з.}} = (0, 8; 1, 0)$.

На прикладі оцінок $I_{\tilde{\gamma}_{в.д.з.}}$, $\bar{I}_{\tilde{\gamma}_{в.д.з.}}$ – "висока доцільність застосування", видно, що інтервал чітких підмножин, при його оцінці при прийнятому α -рівні функції належності нечіткої підмножини $\tilde{\gamma}_{в.д.з.}$, поданої гілкою нечіткого трикутного числа та гілкою колоколовидної форми, збільшується більш ніж на 40 відсотків.

Висновки

Таким чином, розроблена методика оцінки доцільності прийняття рішень щодо включення до створюваного угруповання військ частин (підрозділів) Повітряних Сил ЗС України з конкретними типами зразків озброєння в умовах нестохастичної невизначеності.

Розроблена методика може бути включена до системи підтримки прийняття рішень та застосована як на етапі планування бойового застосування (бойових дій) ПС ЗС України, так і при веденні бойових дій при уточненні розроблених планів.

Викладена методика забезпечує вирішення поставленої наукової проблеми щодо прийняття рішень в умовах врахування факторів якісної ознаки будь-якої природної спрямованості.

Врахування таких факторів приводить до необхідності введення до розгляду лінгвістичних змінних та побудови функцій належності їм відповідних нечітких підмножин (нечітких чисел), які складають терм-множини лінгвістичних змінних. Чіткі підмножини, як носії нечітких чисел складають зміст областей визначення нечітких підмножин, які визначаються на основі аналізу ієрархій складових алгоритму відпрацювання прийняття рішень. Функція належності нечітких підмножин в межах їх областей визначення може подаватись нечіткими трикутними числами, або подаватись гілками колоколовидної форми.

Ілюстративні розрахунки в інтересах вирішення поставленої вище проблеми, - оцінки доцільності прийняття рішень включення до створюваного угруповання військ частин (підрозділів), озброєного конкретним зразком ОВТ – свідчать про те, що запропонований методичний підхід побудови функцій належності нечітких підмножин колоколовидної форми, який дозволяє уточнити змістовність носіїв нечітких підмножин, може надати результати, які будуть суттєво впливати на якість прийняття рішень.

Список літератури

1. Надежность и эффективность в технике. Справочник в 10 томах. Т.3. Эффективность технических систем / общ. ред. Н.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. – М.: Машиностроение, 1988. – 328 с.
2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: Пер с англ. Р.С.Вачнадзе / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.
3. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. Заде; Под ред. Н.Н. Моисеева и С.А. Орловского. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
4. Подиновский В.В. Математическая теория выработки решений в сложных ситуациях / В.В. Подиновский. – М.: Воениздат, 1981. – 256 с.
5. Борисов А.Н. Принятие решений на основе нечетких моделей / А.Н. Борисов, О.А. Крумберг, И.П. Федоров. – Рига: Зинатне, 1990. – 184 с.
6. Більчук В.М. Методологічні основи засад розуміння нечіткого нестохастично невизначеного середовища та досліджень наявності в ньому явищ природи / В.М. Більчук // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2013. – Вип. 5(112). – С. 2-6.
7. Більчук В.М. Методологічні основи опису процесу функціонування складної системи / В.М. Більчук, Д.А. Гриб, І.Г. Дзевєрін, О.В. Воробйов // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2013. – Вип. 6(113). – С. 5-13.
8. Більчук В.М. Метод визначення чіткої підмножини факторів впливу на змістовність власної поведінки розвитку процесу функціонування складної системи / В.М. Більчук, Д.А. Гриб, І.Г. Дзевєрін, О.В. Воробйов, І.А. Нос // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2014. – Вип. 5(121). – С. 7-13.
9. Більчук В.М. Методика формалізованого опису впливу факторів якісної природної ознаки на прийняття рішень в умовах нечіткої нестохастичної невизначеності / В.М. Більчук, І.Г. Дзевєрін, О.В. Воробйов, О.О. Хмелевська // Системи обробки інформації. – Х.: ХНУПС, 2017. – Вип. 4(150). – С. 39-44. <https://doi.org/10.30748/soi.2017.150.07>.
10. Алімпієв А.М. Особливості гібридної війни РФ проти України. Досвід, що отриманий Повітряними Силами Збройних Сил України / А.М. Алімпієв, Г.В. Певцов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2017. – № 2(27). – С. 19-25. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.27.03>.

11. Кушнір О.І. Аналіз впливу "гібридної" війни на розвиток автоматизованої системи управління авіацією та ППО Збройних Сил України / О.І. Кушнір, О.П. Давикоза, Ю.Ф. Кучеренко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України: науково-технічний журнал. – Харків: ХНУПС, 2017. – № 2(27). – С. 116-120.

12. Ярош С.П. Теоретичні основи побудови та застосування розвідувально – управляючих інформаційних систем протиповітряної оборони / С.П. Ярош. – Х.: ХУПС, 2012. – 512 с.

13. Худов Г.В. Методика синтезу раціональної структури підсистеми розвідки системи протиповітряної оборони з використанням генетичного алгоритму / Г.В. Худов, І.А. Таран // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2016. – № 2(23). – С. 25-31.

References

1. Utkin, N.F. and Kryuchkov, Yu.V. (1988), "Nadezhnost i effektivnost v tehnikе, Spravochnik v 10 t., T.3, Effektivnost tehnikeskikh sistem" [Reliability and efficiency in the technique, Reference book in 10 volumes, Vol. 3, Efficiency of technical systems], Mashinostroenie, Moscow, 328 p.

2. Saati, T. (1993), "Prinyatie resheniy. Metod analiza ierarhiy" [Decision making. Method of analysis of hierarchies], Radio and Communications, Moscow, 320 p.

3. Zade, L. (1976), "Ponyatie lingvisticheskoy peremennoy i ego primeneniye k prinyatiyu priblizhennykh resheniy" [The notion of a linguistic variable and its application to the adoption of approximate solutions], Mir, Moscow, 165 p.

4. Podinovskiy, V.V. (1981), "Matematicheskaya teoriya vyirabotki resheniy v slozhnykh situatsiyah" [Mathematical theory of decision making in difficult situations], Warendat, Moscow, 256 p.

5. Borisov, A.N., Krumberg, O.A. and Fedorov, I.P. (1990), "Prinyatie resheniy na osnove nechetkikh modeley" [Making decisions based on fuzzy models], Zinatne, Riga, 184 p.

6. Bilchuk, V.M. (2013), "Metodologichni osnovi zasad rozuminnya nechitkogo nestohastichno nevznachenogo seredovischa ta doslidzhen nayavnosti v nomu yavisch prirodi" [Methodological basis of the principles of understanding the fuzzy non-stochastic uncertain environment and studies of the presence of natural phenomena in it], *Information Processing Systems*, No. 5(112), Kharkiv, pp. 2-6.

7. Bilchuk, V.M., Grib, D.A., Dzeverin, I.G. and Vorobyov, O.V. (2013), "Metodologichni osnovi opisu protsesu funktsionuvannya skladnoyi sistemi" [Methodological bases for describing the process of functioning of a complex system], *Information Processing Systems*, No. 6 (113), Kharkiv, pp. 5-13.

8. Bilchuk, V.M., Grib, D.A., Dzeverin, I.G., Vorobyov, O.V. and Nos, I.A. (2014), "Metod viznachennya chitkoyi pidmnozhini faktoriv vplivu na zmistovnist vlasnoyi povedinki rozvitku protsesu funktsionuvannya skladnoyi sistemi" [Method of determination of a clear subset of factors influencing the content of own behavior in the development of the process of functioning of a complex system], *Information Processing Systems*, No. 5 (121), pp. 7-13.

9. Bilchuk, V.M., Dzeverin, I.G., Vorobyov, O.V. and Khmelevskaya, O.O. (2017), "Metodika formalizovanogo opisu vplivu faktoriv yakisnoyi prirodnoyi oznaki na priynyattya rishen v umovah nechitkoyi nestohastichnoyi nevznachenosti" [Method of formalized description of the influence of factors of a qualitative natural attribute on decision making under conditions of fuzzy non-stochastic uncertainty], *Information Processing Systems*, No. 4(150), Kharkiv, pp. 39-44. <https://doi.org/10.30748/soi.2017.150.07>.

10. Alimpiev, A.M. and Pevtsov, G.V. (2017), "Osoblyvosti hibrydnoyi viyny RF proty Ukrayiny. Dosvid, shcho otrymany Povitryanymy Sylamy Zbroynykh Syl Ukrayiny" [The features of the hybrid war of the Russian Federation against Ukraine. Experience received by the Armed Forces of the Armed Forces of Ukraine], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 2(27), pp. 19-25. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.27.03>.

11. Kushnir, A.I., Davykoza, A.P. and Kucherenko, J.F. (2017), "Analiz vplyvu "hibrydnoi" viyny na rozvytok avtomatyzovanoi systemy upravlinnia aviatsiieiu ta PPO Zbroynykh Syl Ukrayiny" [The influence analysis of "hybrid" war on the development of automatic system of aviation control and anti-aircraft defense of the Armed Forces of Ukraine], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 2(27), pp. 116-120. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.27.22>.

12. Yarosh, S.P. (2012), "Teoretichni osnovy pobudovy ta zastosuvannya rozviduvalno-upravliaiuchykh informatsiynykh system protypovitrianoi oborony" [Theoretical foundations of the construction and application of intelligence-control information systems of air defense], KAFU, Kharkiv, 512 p.

13. Khudov, G.V. and Taran, I.A. (2016), "Metodyka syntezu ratsional'noyi struktury pidsystemy rozvidky systemy protypovitrianoi oborony z vykorystanniam henetychnoho alhorytmu" [Method of synthesis of rational structure of air defence grouping intelligence system with using genetic algorithm], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 2(23), pp. 25-31.

Надійшла до редколегії 20.11.2017

Схвалена до друку 20.03.2018

Відомості про авторів:

Більчук Віктор Михайлович
доктор технічних наук професор
провідний науковий співробітник
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І.Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-8373-8892>
e-mail: bilchuk@gmail.com

Information about the authors:

Viktor Bilchuk
Doctor of Technical Sciences Professor
Lead Researcher
of Ivan Kozhedub Kharkiv
National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-8373-8892>
bilchuk@gmail.com

Дзеверін Ігор Григорович

кандидат військових наук
старший науковий співробітник
заступник начальника наукового центру
Повітряних Сил Харківського національного
університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-4121-2099>
e-mail: dzeverin.i.hnups@gmail.com

Лазебник Сергій Володимирович

кандидат військових наук старший науковий співробітник
провідний науковий співробітник
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-7413-1001>
e-mail: sergey_fdd@ukr.net

Хмелевська Ольга Олександрівна

кандидат технічних наук старший науковий співробітник
старший науковий співробітник наукового центру
Повітряних Сил Харківського національного
університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-9018-5552>
e-mail: nc_2@ukr.net

Igor Dzeverin

Candidate of Military Sciences Senior Research
Deputy Chief of Scientific Center of Air Force of
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-4121-2099>
e-mail: dzeverin.i.hnups@gmail.com

Sergiy Lazebnik

Candidate of Military Sciences Senior Research
Lead Researcher of Ivan Kozhedub
Kharkiv National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-7413-1001>
e-mail: sergey_fdd@ukr.net

Olga Khmelevska

Candidate of Technical Sciences Senior Research
Senior Research Associate of Ivan Kozhedub
Kharkiv National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-9018-5552>
e-mail: nc_2@ukr.net

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
ПО ВКЛЮЧЕНИЮ ОБРАЗЦА ВООРУЖЕНИЯ В ГРУППИРОВКУ ВОЗДУШНЫХ
СИЛ В УСЛОВИЯХ НЕСТОХАСТИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

В.М. Бильчук, И.Г. Дзеверин, С.В. Лазебник, О.А. Хмелевская

Предлагается методика оценки целесообразности принятия решений по включению образца вооружения в группировку Воздушных Сил в условиях нестохастических неопределенности при проведении операции (боевых действий). Методика предусматривает рассмотрение методического подхода к оценке целесообразности принятия решений в условиях нестохастической неопределенности, которые формируются взаимозависимостью факторов качественной признаки любой естественной направленности. Концепция как основной замысел исследования представлена лингвистической переменной "целесообразность включения образца вооружения по назначению в военной операции". Проблема – оценка достоверности применения образца вооружения по назначению представляется декомпозицией ее в иерархию. Векторы преимуществ факторов каждого уровня декомпозиции проблемы в иерархию отвечают собственным векторам матриц бинарных отношений факторов каждого уровня, которые обеспечивают однозначность их определения. Вектор преимуществ принятых нечетких переменных лингвистической переменной определяется принятым замыслом анализа иерархий. Функции принадлежности нечетких подмножеств, которые отвечают нечетким переменным лингвистической переменной, представляются линейными зависимостями как нечеткие треугольные числа, так и колоколовидными формами. Содержательность методики и ее работоспособность подаются на примере определения четких подмножеств как уровней целесообразности принятия решений о принадлежности к содержательности операции образцов вооружения при заданном уровне функции принадлежности нечетких подмножеств соответствующих нечетких значений лингвистической переменной.

Ключевые слова: лингвистическая переменная, нечеткие значения, функция принадлежности, нестохастическая неопределенность, целесообразность принятия решений.

**THE METHODOLOGY OF THE FEASIBILITY ASSESSMENT OF DECISION-MAKING ON THE
INCLUSION OF THE SAMPLE OF ARMAMENT IN THE AIR FORCES GROUPING IN
NONSTOCHASTIC UNCERTAINTY**

V. Bilchuk, I. Dzeverin, S. Lazebnik, O. Khmelevska

The method of estimation in the conditions of non-stochastic uncertainty of the expediency of making decisions about the belonging of the unit (unit) to the grouping of the Air Forces during operations (combat operations) is proposed. The methodology provides for the consideration of a methodical approach to assessing the appropriateness of belonging to the content of an operation, by examining, for example, a military operation, a model of weapons with a view to applying it to its intended purpose. The concept as the main design of the study is presented by the linguistic variable "the expediency of using a sample of an anti-aircraft missile system (AA missile system) in a military operation as intended". The problem - the evaluation of the reliability of the application of the AA missile system of an operation for its intended purpose is represented by its decomposition into a hierarchy. Vectors of the advantages of factors of each level of decomposition of a problem into a hierarchy correspond to the eigenvectors of matrices of binary relations of factors of each level that ensure unambiguousness of their definition. The vector of advantages of the adopted fuzzy variables of the linguistic variable is determined by the accepted concept of hierarchy analysis. The functions of belonging to fuzzy subsets that correspond to fuzzy variables of a linguistic variable are represented by linear dependencies as fuzzy triangular numbers, and bell-shaped forms. The content of the methodology and its operability are given on the example of the definition of clear subsets as the levels of expediency of making decisions on whether the operation of weapons samples is relevant to the content of a fuzzy set of fuzzy subsets of the corresponding fuzzy values of a linguistic variable.

Keywords: linguistic variable, fuzzy meanings, membership function, non-stochastic uncertainty, expediency of decision making.