

Математичні моделі та методи

УДК 519.8+004.81

В.М. Більчук, І.Г. Дзеверін, О.В. Воробйов, О.О. Хмелевська

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

МЕТОДИКА ФОРМАЛІЗОВАНОГО ОПИСУ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ ЯКІСНОЇ ПРИРОДНОЇ ОЗНАКИ НА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕЧІТКОЇ НЕСТОХАСТИЧНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Пропонується методика формалізованого опису «сил впливу» факторів якісної природної ознаки на прийняття рішень в умовах нестохастичної невизначеності, в основу розробки якої покладені: декомпозиція проблемного завдання в ієрархію; формування підмножин визначення нечітких змінних введеної до розгляду у відповідності до фактора лінгвістичної змінної за якісною шкалою; формування шкал функцій належності за бальною шкалою відношень їх значень для нечітких змінних як значень лінгвістичної змінної.

Ключові слова: фактор, лінгвістична змінна, нечітка змінна, функція належності, нестохастична невизначеність.

Вступ

Постановка проблеми. Прогнозування напрямів розвитку процесу функціонування складної системи в умовах нечіткої нестохастичної невизначеності пов'язано з урахуванням взаємовпливовості факторів різної природної спрямованості. Особливу зацікавленість та складність для особи, яка приймає рішення (ОПР), складає обґрунтованість визначення методичного підходу щодо формалізованого опису сили впливу факторів якісної природної ознаки. Наукова проблема, яка розглядається, має зміст: обґрунтування формалізованого опису сили впливу факторів якісної природної ознаки.

Аналіз літератури. В [2] подаються декомпозиція проблеми в ієрархію та розгляд на кожному рівні ієрархії чіткого бінарного відношення переваг факторів будь-якої природної спрямованості за якісною шкалою. В [3] подаються підстави щодо можливого методичного підходу формалізації опису сили впливу факторів, які спрямовані на введення до розгляду лінгвістичної змінної та обґрунтування нечітких рішень. В [1] розглянуті методологічні основи засад дослідження явищ природи в нечіткому нестохастично невизначеному середовищі, які можна формалізувати як сили впливу факторів будь-якої природної спрямованості на розвиток процесу функціонування складної системи. В [6–8] та в [4; 5] розглянуті питання оцінки рівнів значущості факторів, напрямів сприяння формуванню цілеспрямованої власної поведінки розвитку процесу функціонування складної системи, а в [4; 5] викладені питання формування когнітивної карти та когнітивної моделі передконфліктної ситуації з урахуванням впливу нечітких нестохастично невизначених факторів

природи, які спрямовані на оцінку рівня напруженості передконфліктної ситуації та можливостей її коригування.

Мета статті полягає в поданні методики формалізованого опису сили впливу факторів якісної природної ознаки з метою прийняття рішень щодо розвитку процесу функціонування складної системи.

Основна частина

Методичний підхід щодо формалізованого опису сили впливу фактору можна вважати доцільним в залежності від того, наскільки природно він відповідає якісній ознаці фактору. Так, наприклад, при прийнятті рішення щодо прогнозування основних ТТХ зразка ОВТ необхідно враховувати фактори: необхідність зразка на ринку озброєнь; конкурентоспроможність зразка на ринку озброєнь; необхідність застосування зразка за його призначенням в операціях, які можуть бути розглянутими в майбутньому. Такі фактори мають чітко визначену якісну ознаку. Сутність таких факторів може бути вкладена в змістовність лінгвістичної змінної. Це слід вважати належністю переконливості ОПР в тому, що методичний підхід щодо формалізації опису сили впливу факторів, які мають якісну ознаку, повинен базуватись на введених лінгвістичних змінних.

У відповідності до [3] під лінгвістичною змінною розуміють кортеж

$$\langle \beta, T(\beta), G, M \rangle, \quad (1)$$

де β – назва лінгвістичної змінної;

$T(\beta)$ – терм-множина лінгвістичної змінної, елементи якої $\gamma_i, i = \overline{1, n}$, є назва нечіткої змінної

$\langle \gamma, X, \tilde{C}(\gamma) \rangle$, як лінгвістичних значень лінгвістичної змінної β ,

де X – область визначеності нечіткої змінної,

$$\tilde{C}(\gamma) = \left\{ \mu_{\tilde{C}(\gamma)}(x)/x \right\}, x \in X, \mu_{\tilde{C}(\gamma)}(x) - \text{функція належності нечіткої підмножини } \tilde{C}(\gamma);$$

G – синтаксичне правило, за яким породжується назва нечіткої змінної $\gamma \in T(\beta)$ як вербальних значень лінгвістичної змінної;

M – синтаксичне правило, за яким кожній нечіткій змінній $\gamma \in T(\beta)$ ставиться у відповідність нечітка підмножина $\tilde{C}(\gamma)$.

У відповідності до визначеного вище фактору «необхідність на ринку озброєння» може бути введена лінгвістична змінна β_n – «необхідність на ринку», а терм-множина $T(\beta_n)$ може визначатись нечіткою змінною $\gamma_{n.1}$ – «низька необхідність» та нечіткою змінною $\gamma_{n.2}$ – «висока необхідність».

Відносно фактору «конкурентоспроможність зразка ОВТ» може бути введена лінгвістична змінна β_k – «конкурентоспроможність», а терм-множина $T(\beta_k)$

може визначатись трьома нечіткими змінними: $\gamma_{k.1}$ – «допустима конкурентоспроможність», $\gamma_{k.2}$ – «значна конкурентоспроможність», $\gamma_{k.3}$ – «висока конкурентоспроможність». Відносно фактору «застосування за призначенням» може бути введена лінгвістична змінна $\beta_{3.n}$ – «застосування за призначенням», а терм-множина $T(\beta_{3.n})$ може визначатись, якщо, наприклад, розглядати в якості зразка озброєння ЗРК «Бук-М1», наступними нечіткими змінними: $\gamma_{3.n.1}$ – «забезпечення максимальної висоти ураження цілі»; $\gamma_{3.n.2}$ – «забезпечення мінімальної висоти ураження цілі»; $\gamma_{3.n.3}$ – «забезпечення необхідної швидкості назустріч»; $\gamma_{3.n.4}$ – «забезпечення необхідної швидкості навздогін».

Визначення функцій приналежностей нечітких змінних терм-множин $T(\beta_n)$, $T(\beta_k)$, $T(\beta_{3.n})$ забезпечуються проведенням експертиз та подальшою обробкою експертних даних. Визначення області визначеності нечіткої змінної, яка прийнята до розгляду, та відповідної їй функції належності оснований на прийнятій у відповідності до [2] якісній шкалі виміру значущості факторів, яка приведена в табл. 1.

Таблиця 1

Шкала визначеності значущості факторів

Ступень важності	Означення	Обґрунтованість
1	Однакова значущість	Дві дії вносять однаковий внесок щодо досягнення цілі
3	Деяка перевага значущості однієї дії перед другою (слабка значущість)	Досвід та міркування дають незначну перевагу однієї дії перед другою
5	Суттєва або передбачувана значущість	Досвід та міркування дають сильну перевагу однієї дії перед другою
7	Дуже сильна або очевидна значущість	Перевага однієї дії перед другою досить сильна, практично очевидна
9	Абсолютна значущість	Перекопливість однієї дії над другою є повною
2,4,6,8	Проміжні значення між сусідніми значеннями шкали	Ситуації коли необхідні компромісні рішення
Зворотні значення приведених вище чисел	Якщо дії і в порівнянні з j визначено значення, то дії j в порівнянні з і визначається зворотнє значення	Обґрунтоване припущення

Експертиза за проведеною шкалою передбачає реалізацію наступної схеми: експерти висловлюють свої суб'єктивні судження незалежно, зворотній зв'язок відсутній, обробка експертних даних є обґрунтованою.

Обґрунтованість обробки експертних даних полягає в наступному. Будемо виходити з того, що в експертизі приймає участь L експертів. Суб'єктивні

судження кожний l -ий експерт, $l \in \bigcup_{i=1}^L I_i$, може по-

давати у вигляді функції належності нечіткого бінарного відношення факторів нестрогої переваги, або у вигляді матриці переваг чіткого бінарного відношення факторів. В залежності від змісту проблеми, яку вирішує ОПР, та від перекопливості ОПР щодо

забезпечення рівня довіри до прогнозованих даних, вона може прийняти той чи інший підхід.

Розглянемо обґрунтованість області визначення нечітких змінних $\gamma_{н.1}$ – «низька необхідність» та $\gamma_{н.2}$ – «висока необхідність» як нечітких значень лінгвістичної змінної $\beta_{н}$ – «необхідність на ринку»,

що відповідає фактору «необхідність на ринку озброєння» зразка ОВТ.

У відповідності до [2] в цьому описі розглядається проблема – необхідність на ринку озброєння зразка ОВТ. Декомпозиція проблеми в ієрархію подана на рис. 1.

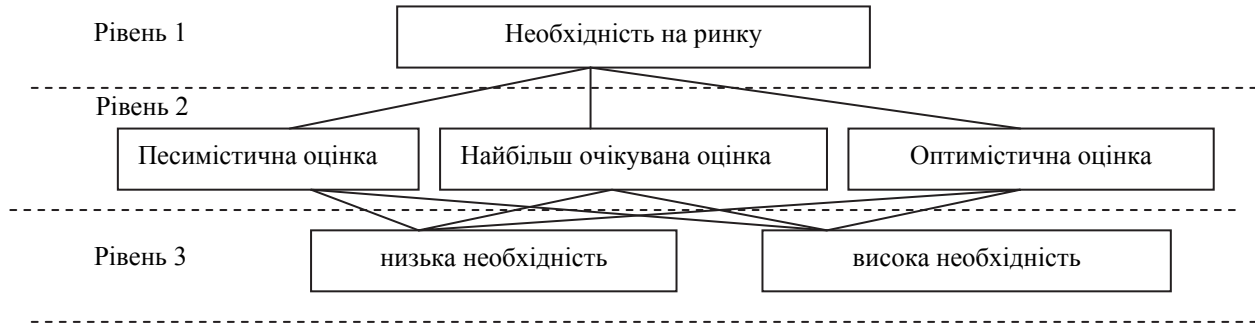


Рис. 1. Декомпозиція проблеми в ієрархію

Розглянемо елементи другого рівня та визначимо силу їх впливу (значущості, вагомості) на елементи третього рівня. Хай a_{ij} є число в матриці парних порівнянь $A = (a_{ij})$, $i, j = 1, \dots, n$, яке відповідає значущості елемента другого рівня c_i при порівнянні з елементом c_j того ж рівня. Складається матриця A квадратна, обернено симетрична, тобто $a_{ij} = 1/a_{ji}$, та погоджена, що означає, що, в разі безпомилкових суджень експертів при всіх порівняннях, маємо $a_{ik} = a_{ij} \cdot a_{jk}$, $\forall i, j, k = \overline{1, n}$.

Якщо матриця $A = (a_{ij})$, $i, j = \overline{1, n}$ є квадратна, обернено симетрична, то справедливе матричне рівняння виду

$$A\omega = \lambda_{\max} \omega, \quad (2)$$

де $\lambda_{\max} = \max \lambda_i$ – найбільше значення компонент власного значення матриці A ;

ω – власний вектор матриці A , який відповідає λ_{\max} , а індекс погодженості суб'єктивних суджень експертів щодо чітких парних порівнянь елементів визначеного рівня декомпозиції проблеми в ієрархію визначається за виразом виду

$$I_n = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, \quad (3)$$

а за [2], якщо $I_n \leq 0,1$, то ОПР може бути задоволено суб'єктивним судженням експертів.

Слід зауважити, висловлені судження експертами можуть не тільки порушувати погодженість, але вони можуть бути нетранзитивними, тобто якщо відносна вагомість елемента c_1 більше відносної вагомості c_2 , а відносна вагомість c_2 , команда c_2

більше c_3 , то відносно вагомості c_1 може не бути більшою відносної вагомості c_3 . Такі випадки є звичайними при особистих судженнях людини. Прикладами можуть бути звичайні турніри: команда c_1 може виграти у команди c_2 , може виграти у команди c_3 , а команда c_1 може програти команді c_3 . Як і відзначено в [2], нетранзитивність переваг може бути природним явищем, а не тільки як результат наявності похибок в судженнях. Це означає, що проявлення нетранзитивності може бути природним і її не можна подолати.

Повернемося до розгляду проблеми декомпозиції в ієрархію, яка подана на рис. 1. Визначимо значущості (сили впливу) елементів рівня 2 на елементи рівня 3. Складемо для цих елементів чіткі бінарні відношення строгої переваги за якісною шкалою, яка подана табл. 1. Нагадаємо, що чіткі бінарні відношення строгої переваги не тільки реалізують основні елементарні судження «так», «ні», але і складають основу для реалізації строгого математичного підходу до визначення значущості елементів визначеного рівня ієрархії по відношенню до елементів наступного рівня ієрархії, бо вони подаються квадратною, обернено симетричною та погодженою матрицею $A = (a_{ij})$, $i, j \in \overline{1, 3}$, з якою асоціюються власні значення та власні вектори. Чіткі бінарні відношення елементів другого рівня по відношенню до елементів третього рівня подані в табл. 2, де до елементів другого рівня віднесені наступні елементи:

$c_1^{(2)}$ – песимістична оцінка необхідності на ринку озброєнь зразка ОВТ;

$c_2^{(2)}$ – найбільш очікувана оцінка необхідності на ринку озброєнь зразка ОБТ;

$c_3^{(2)}$ – оптимістична оцінка необхідності на ринку озброєнь зразка ОБТ.

Таблиця 2

Чіткі бінарні порівняння відношень другого рівня

$c_j^{(2)}$ \ $c_i^{(2)}$	$c_1^{(2)}$	$c_2^{(2)}$	$c_3^{(2)}$
$c_1^{(2)}$	1	3	9
$c_2^{(2)}$	$\frac{1}{3}$	1	3
$c_3^{(2)}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{3}$	1

Обробка експертних даних полягає в розв'язанні рівняння виду (4), а саме:

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 & 9 \\ 0,333 & 1 & 3 \\ 0,111 & 0,333 & 1 \end{pmatrix} (\omega_1 \ \omega_2 \ \omega_3)^T = \lambda_{\max} (\omega_1 \ \omega_2 \ \omega_3)^T \quad (4)$$

Необхідно відзначити наступне. У виразі (4) символ ω є вектор, який задовольняє (4). Також (4) повторює запис рівняння (2), бо $\lambda_{\max} = n$. По означенню добуток матриць $A_{m \times n}$ та $B_{n \times q}$ дає матрицю $C_{m \times q} = (c_{ij}) = \left(\sum_{k=1}^n a_{ik} b_{kj} \right)$, тобто матриці $A_{m \times n}$ та $B_{n \times q}$ є погоджені. Щоб (2) відповідало (4), необхідно, щоб в (4) ω_j та ω_i були символами матриць стовпчиків, що уже і записано в (4), так як матриця A є квадратна, то відзначене не є допущенням.

Вектор переваг, що відповідає зручності при його практичному застосуванні, подається нормованим. Це впливає з того, що результат розв'язання будь-якого рівняння в нашому випадку не зміниться, якщо його праву та ліву частини помножити на однакове число. Нормування з урахуванням матриці (4) чіткого бінарного відношення порівнянь має вигляд

$$\frac{\bar{\omega}_1}{\bar{\omega}_1 + \bar{\omega}_2 + \bar{\omega}_3} = \frac{1}{\frac{\bar{\omega}_1}{\bar{\omega}_1} + \frac{\bar{\omega}_2}{\bar{\omega}_1} + \frac{\bar{\omega}_3}{\bar{\omega}_1}} = \frac{1}{1 + 0,333 + 0,111} = 0,69;$$

$$\frac{\bar{\omega}_2}{\bar{\omega}_1 + \bar{\omega}_2 + \bar{\omega}_3} = \frac{1}{\frac{\bar{\omega}_1}{\bar{\omega}_2} + \frac{\bar{\omega}_2}{\bar{\omega}_2} + \frac{\bar{\omega}_3}{\bar{\omega}_2}} = \frac{1}{3 + 1 + 0,333} = 0,23;$$

$$\frac{\bar{\omega}_3}{\bar{\omega}_1 + \bar{\omega}_2 + \bar{\omega}_3} = \frac{1}{9 + 3 + 1} = 0,08.$$

Розв'язання рівняння

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 & 9 \\ 0,333 & 1 & 3 \\ 0,111 & 0,333 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0,69 \\ 0,23 \\ 0,08 \end{pmatrix} = \lambda \begin{pmatrix} 0,69 \\ 0,23 \\ 0,08 \end{pmatrix};$$

$$(2,10 \ 0,70 \ 0,23)^T = \lambda (0,69 \ 0,23 \ 0,08)^T$$

дає, що $\lambda_1 = 3,04$; $\lambda_2 = 3,03$; $\lambda_3 = 2,93$ та $\lambda_{\max} = \lambda_1 = 3,04$.

Такі результати визначають за (3) індекс погодженості $I_n = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0,02$, що відповідає прийнятним вимогам. Визначимо вектори переваг третього рівня декомпозиції проблеми в ієрархію, яка подана на рис. 1, з урахуванням вектора переваг другого рівня. Чіткі бінарні порівняння відношень третього рівня за якісною шкалою подані в табл. 3, а, в, с.

Таблиця 3

Чіткі бінарні відношення третього рівня

$c_1^{(2)}$ 3, а

$c_j^{(3)}$ \ $c_i^{(3)}$	$c_1^{(3)}$	$c_2^{(3)}$
$c_1^{(3)}$	1	$\frac{1}{5}$
$c_2^{(3)}$	5	3

$c_2^{(2)}$ 3, в

$c_j^{(3)}$ \ $c_i^{(3)}$	$c_1^{(3)}$	$c_2^{(3)}$
$c_1^{(3)}$	1	$\frac{1}{7}$
$c_2^{(3)}$	7	1

$c_3^{(2)}$ 3, с

$c_j^{(3)}$ \ $c_i^{(3)}$	$c_1^{(3)}$	$c_2^{(3)}$
$c_1^{(3)}$	1	3
$c_2^{(3)}$	$\frac{1}{3}$	1

Нормовані вектора відповідно чітким бінарним відношенням третього рівня мають вигляд

$$\omega^{c_1^{(3)}} = (0,17 \ 0,83)^T; \quad \omega^{c_2^{(3)}} = (0,13 \ 0,87)^T;$$

$$\omega^{c_3^{(3)}} = (0,75 \ 0,25)^T,$$

а розв'язання рівняння $A\omega^{C^{(3)}} = \lambda\omega^{C^{(3)}}$ відповідає наступному:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0,20 \\ 5 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0,17 \\ 0,83 \end{pmatrix} = \lambda \begin{pmatrix} 0,17 \\ 0,83 \end{pmatrix};$$

$\lambda_1 = 1,98$; $\lambda_2 = 2,02$; то $\lambda_{\max} = \lambda_2$; $I_n = 0,02$, що задовольняє вимогам;

$$\begin{pmatrix} 1 & 0,143 \\ 7 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0,13 \\ 0,87 \end{pmatrix} = \lambda \begin{pmatrix} 0,13 \\ 0,87 \end{pmatrix};$$

$\lambda_1 = 1,97$; $\lambda_2 = 2,04$; то $\lambda_{\max} = \lambda_2$; $I_n = 0,04$, що відповідає вимогам;

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 0,333 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0,75 \\ 0,25 \end{pmatrix} = \lambda \begin{pmatrix} 0,75 \\ 0,25 \end{pmatrix};$$

$\lambda_1 = 2,0$; $\lambda_2 = 1,99$; то $\lambda_{\max} = \lambda_1$; $I_n = 0$, що відповідає вимогам.

Можна стверджувати, що на третьому рівні декомпозиції проблеми в ієрархії вектора переваг мають вигляд

$$\omega^{c1(3)} = (0,17 \ 0,83)^T; \quad \omega^{c2(3)} = (0,13 \ 0,87)^T;$$

$$\omega^{c3(3)} = (0,75 \ 0,25)^T.$$

Область визначення нечітких змінних $\gamma_{н.1}$ – «низька необхідність», $\gamma_{н.2}$ – «висока необхідність», які складають терм-множину $T(\beta_n)$ лінгвістичної змінної β_n – «необхідність на ринку озброєнь» зразка ОВТ, буде отримана за наступними розрахунками у відповідності до декомпозиції проблеми в ієрархії, яка подана на рис. 1. Вектора переваг другого і третього рівнів подаємо табл. 4. Тоді вектор переваг третього рівня отримаємо за наступними розрахунками:

$$0,69 \cdot 0,17 + 0,23 \cdot 0,13 + 0,08 \cdot 0,75 = 0,21; [0,1]$$

$$0,69 \cdot 0,83 + 0,23 \cdot 0,87 + 0,08 \cdot 0,25 = 0,79.$$

Таблиця 4

Визначення вектора переваги рівня 1

Вектор переваги рівня 2	0,69	0,23	0,08	Вектор переваги рівня 1
Вектор переваги рівня 3	0,17	0,13	0,75	0,21
	0,83	0,87	0,25	0,79

Функції належності нечітких підмножин $\tilde{\gamma}_{н.1}$, $\tilde{\gamma}_{н.2}$, які відповідають нечітким змінним $\gamma_{н.1}$ та $\gamma_{н.2}$, можуть бути сформовані при прийнятому принципі: опис функції належності нечітким трикутним числом, гілка якого щодо $\tilde{\gamma}_{н.1}$ проходить через точки $(0;1)$ та $(0,21;0)$, а гілка $\tilde{\gamma}_{н.2}$ через точки

$(0,21;0)$ та $(1;1)$. Функції належності $\tilde{\gamma}_{н.1}$ та $\tilde{\gamma}_{н.2}$ мають вигляд

$$\mu_{\tilde{\gamma}_{н.1}}(x) = -4,76x + 1; \quad \mu_{\tilde{\gamma}_{н.2}}(x) = 1,27x - 0,27,$$

де $\tilde{\gamma}_{н.1}$, $\tilde{\gamma}_{н.2}$ – нечіткі підмножини нечітких змінних $\gamma_{н.1}$ та $\gamma_{н.2}$, та подані на рис. 2.

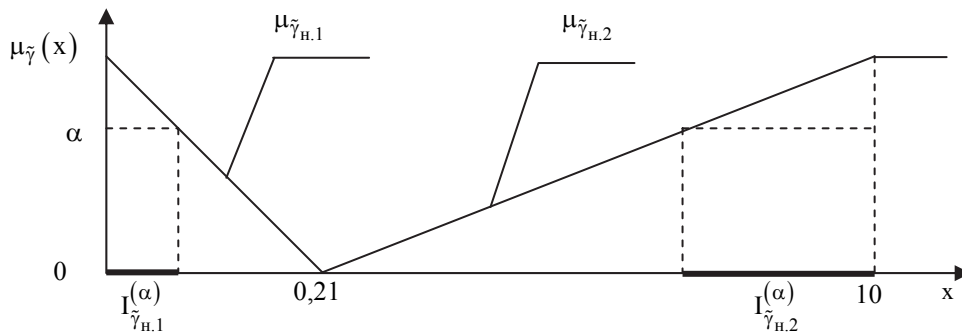


Рис. 2. Функції належності $\tilde{\gamma}_{н.1}$ та $\tilde{\gamma}_{н.2}$

Тоді чіткі інтервали при $\mu_{\tilde{\gamma}_{н.1}}(x) = \mu_{\tilde{\gamma}_{н.2}}(x) = \alpha$ у відносних одиницях будуть визначатись як

$$I_{\tilde{\gamma}_{н.1}}(\alpha) = \{0; x_{н.н.}(\alpha)\}, \quad I_{\tilde{\gamma}_{н.2}}(\alpha) = \{x_{в.н.}(\alpha); 1\},$$

де $I_{\tilde{\gamma}_{н.1}}(\alpha)$, $I_{\tilde{\gamma}_{н.2}}(\alpha)$ – носії нечітких змінних $\tilde{\gamma}_{н.1}$ та $\tilde{\gamma}_{н.2}$, які відповідають відповідно «низькій необхідності» та «високій необхідності» зразка ОВТ на ринку

озброєння. Рівень довіри до отриманих результатів $I_{\tilde{\gamma}_{н.1}}(\alpha)$, $I_{\tilde{\gamma}_{н.2}}(\alpha)$ дорівнює α . Із рис. 2 видно, що більшим рівнем довіри $\alpha' > \alpha$ будуть відповідати звужені підмножини чітких носіїв нечітких змінних, тобто $I_{\tilde{\gamma}_{н.1}}(\alpha') \subset I_{\tilde{\gamma}_{н.1}}(\alpha)$; $I_{\tilde{\gamma}_{н.2}}(\alpha') \subset I_{\tilde{\gamma}_{н.2}}(\alpha)$, що визначить більш суворі вимоги до результатів прогнозування основних характеристик зразка ОВТ.

Висновки

Уточнення результатів щодо носіїв нечітких підмножин $\tilde{\gamma}_{n.1}$ та $\tilde{\gamma}_{n.2}$ нечітких змінних $\gamma_{n.1}$ та $\gamma_{n.2}$ при заданому рівні α , що буде відповідати реалізації більш суворих вимог до результатів прогнозування основних характеристик зразка ОБТ, може бути досягнутим при відмові від зазначеного вище принципу нечіткого трикутного числа при формуванні функції належності нечітких підмножин $\gamma_{n.1}$ та $\gamma_{n.2}$ та переходу до побудови функції належності лінгвістичної змінної β_n – «необхідність на ринку озброєння», загальні вимоги до якої полягають в тому, що функції належності нечітких підмножин, які відповідають нечітким змінним лінгвістичної змінної β_n , мають колоколовидну форму та відповідають, як і нечіткі трикутні числа, властивостям випуклості та є нормальними.

Список літератури

1. 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.
2. Саати Т. *Принятие решений. Метод анализа иерархий* / Т. Саати; пер с англ. Р.С. Вачнадзе. – 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. Більчук В.М. *Методичний підхід щодо формування когнітивної карти передконфліктної ситуації в умовах врахування впливу нестохастично невизначених факторів природи* / В.М. Більчук, І.Г. Дзеверін, О.В. Воробйов, О.О. Хмелевська // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС імені Івана Кожедуба, 2016. – Вип. 3(140). – С. 141-146.
5. Більчук В.М. *Методика визначення когнітивної моделі карти передконфліктної ситуації з врахуванням впливу нестохастично невизначених факторів природи з метою оцінки та коригування її напруженості* / В.М. Більчук, І.Г. Дзеверін, О.В. Воробйов, О.О. Хмелевська // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС імені Івана Кожедуба, 2017. – Вип. 1(147). – С. 39-49.
6. Більчук В.М. *Метод визначення напрямів сприяння формуванню цілеспрямованої власної поведінки розвитку процесу функціонування складної системи* / В.М. Більчук, Д.А. Гриб, І.Г. Дзеверін, О.В. Воробйов, // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2013. – Вип. 8(115). – С. 16-23.
7. Більчук В.М. *Методологічні основи опису процесу функціонування складної системи* / В.М. Більчук, Д.А. Гриб, І.Г. Дзеверін, О.В. Воробйов // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2013. – Вип. 6(113). – С. 5-12.
8. Більчук В.М. *Методика визначення рівнів значущості факторів формуючих нечітке нестохастичне невизначене середовище цілеспрямованого функціонування складної системи* / В.М. Більчук, Д.А. Гриб, І.Г. Дзеверін, О.В. Воробйов, І.А. Нос // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2014. – Вип. 4(20). – С. 106-112.

Надійшла до редколегії 15.05.2017

Рецензент: д-р техн. наук проф. О.І. Сухаревський, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кождуба, Харків.

МЕТОДИКА ФОРМАЛИЗОВАННОГО ОПИСАНИЯ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ КАЧЕСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ПРИЗНАКА НА ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕТКОЙ НЕСТОХАСТИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

В.М. Бильчук, И.Г. Дзеверин, О.В. Воробьев, О.А. Хмелевская

Предлагается методика формализованного описания «сил влияния» факторов качественного природного признака на принятие решений в условиях нестохастической неопределенности, в основу разработки которой положены: декомпозиция проблемной задачи в иерархию; формирования подмножеств определения нечетких переменных введенной к рассмотрению в соответствии с фактором лингвистической переменной по качественной шкале; формирования шкал функций принадлежности по балльной шкале отношений их значений для нечетких переменных как значений лингвистической переменной.

Ключевые слова: фактор, лингвистическая переменная, нечеткая переменная, функция принадлежности, нестохастическая определенность.

THE METHODOLOGY OF FORMALIZED DESCRIPTION OF THE FACTORS INFLUENCE OF QUALITATIVE NATURAL FEATURE TO PASS A DECISION IN THE ILLEGIBLE NON-STOSHASTIC UNCERTAINTY CONDITIONS

V. Bilchuk, I. Dzeverin, O. Vorobiyov, O. Khmelevska

The methodology of the formal description of the "influence forces" of the qualitative natural indication factors to pass a decision in the non-stochastic uncertainties conditions is proposed, the development basis is decomposition of the problem task into the hierarchy; the formation of subsets of the definition of illegible variables introduced into consideration in accordance with the factor of the linguistic variable with a qualitative scale; the formation of appliance functions scales on the grade scale of their values relations for illegible variables as linguistic variable values.

Keywords: factor, linguistic variable, illegible variable, belonging function, nonstochastic uncertainty.