

Математичні моделі та методи

УДК 519.8+004.81

DOI: 10.30748/soi.2018.154.09

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

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ВИРОБУ ЗА ПЕРЕВАГАМИ ВПЛИВУ МНОЖИНИ ЯКІСНИХ ФАКТОРІВ ПРИРОДИ

Пропонується методика оцінки в умовах нечіткої нестохастичної невизначеності доцільності виготовлення перспективного виробу за перевагами впливу множини якісних факторів природи. Формалізований опис множини якісних факторів природи подається введенням до розгляду лінгвістичної функції множини лінгвістичних змінних. Кожному нечіткому числу як значенню кожної лінгвістичної змінної, які складають множини, ставиться нечітка підмножина, для якої формується функція належності. Множина лінгвістичних змінних відповідає множині будь-якої розмірності якісних факторів природи, які, за розумінням ОПП, вводяться нею до розгляду в залежності від природного призначення перспективного вибору. Підмножина лінгвістичних змінних, яка відповідає прийнятому ОПП рівню недомінованості, - функції належності ядра нечіткого відношення строгої переваги, - якісних факторів природи, складає підмножину змінних лінгвістичної функції множини лінгвістичних змінних. Сутність функціональної залежності лінгвістичних змінних, які визначають лінгвістичну функцію, визначається ОПП на основі відомих арифметичних операцій та тлумачення вимог до перспективного виробу. Сформована функціональна залежність лінгвістичної функції лінгвістичних змінних покладена в основу визначення змісту переліку альтернатив прийняття рішення щодо доцільності виготовлення перспективного зразка виробу. Порівняння сутності функцій належності лінгвістичної функції множини лінгвістичних змінних, які відповідають різним альтернативам, дозволяє ОПП прийняти рішення щодо доцільності альтернативи в залежності від наявності змісту та розміру її ресурсів.

Ключові слова: *нечітка нестохастична невизначеність, якісні фактори природи, лінгвістична функція множини лінгвістичних змінних, функція належностей.*

Вступ

Постановка проблеми. Формалізація врахування впливу факторів природи якісної ознаки на прийняття рішень ОПП досягається введенням до розгляду лінгвістичних змінних та поданням функцій належностей нечітких змінних як їх значень. Прийняття рішень ОПП природно пов'язано з необхідністю врахування впливу множини факторів природи якісної ознаки та наявності їх взаємовпливу, суттєвість якого пов'язана з описом їх взаємозв'язку.

Зазначена зацікавленість ОПП приводить до необхідності вирішення наукової проблеми: оцінка доцільності прийняття рішення щодо виготовлення перспективного виробу на основі переваг впливу множини факторів якісної ознаки.

Мета статті полягає в формалізованому описі оцінки доцільності стратегій прийняття рішень за перевагами впливу множини факторів природи якісної ознаки.

Аналіз літератури. В [1; 7–8] викладені методологічні основи засад розуміння нечіткого нестохастично невизначеного середовища, метод визначення напрямів сприяння формуванню цілеспрямованої власної поведінки розвитку процесу функціонуван-

ня складної системи, метод визначення рівнів значущості факторів природи якісної ознаки.

В [2–4] подані поняття лінгвістичної змінної, її застосування для прийняття наближених рішень, обробка нечіткої інформації за методом аналізу ієрархій.

В [5–6; 9] визначено формалізований опис факторів природи якісної ознаки та, на його основі, формування когнітивної карти і моделі передконфліктної ситуації з метою оцінки та корегування її напруженості.

Основна частина

Прийняття рішень щодо виготовлення перспективного виробу пов'язано з необхідністю виготовлення наявності його переваг за ТТХ з урахуванням впливу множини (сукупності) факторів природи якісної ознаки.

За [3] фактори природи якісної ознаки можуть бути подані введеннями лінгвістичних змінних. Виявлення переваг для будь-якого виробу за його основними тактико-технічними характеристиками за призначенням, необхідно розглядати з урахуванням впливу факторів природи якісної ознаки, яким відповідають наступні лінгвістичні змінні:

β_3 – «необхідність застосування за призначенням на час прогнозування $t_n > t_0$, де t_0 – термін часу прийняття рішень»;

β_p – «необхідність на ринку виробів відповідного призначення»;

β_k – «конкурентоспроможність виробу на ринку виробів відповідного призначення»;

β_v – «вартість виготовлення виробу»;

β_t – «відповідність виготовлення виробу установленому строковому терміну за часом»;

β_c – «відповідність наявності замкнутого вітчизняного циклу виготовлення виробу».

За поглядом ОПР, введені до розгляду фактори природи якісної ознаки мають різну силу впливу на розвиток процесу функціонування складної системи за часом. При допущенні, що сили впливу факторів на інтервалі часу $t_n - t_0$ є сталими, ОПР може виявити сили впливу факторів природи якісної ознаки шляхом формування ядра нечіткого відношення строгої переваги. Сукупність лінгвістичних змінних, які введені до розгляду та відповідають зазначеним факторам природи якісної ознаки, складають лінгвістичну функцію множини D лінгвістичних змінних, а саме:

$$B = R(\beta_d, \beta_p, \beta_k, \beta_v, \beta_t, \beta_c). \quad (1)$$

Якщо лінгвістичні змінні в (1) є незалежними, то сили впливу факторів природи якісної ознаки можуть визначатись як рівні недомінованості елементів множини D .

За означенням елемент $d^m \in D$ називається недомінованим по відношенню строгої переваги, якщо серед інших елементів множини D не існує ні одного елемента $d \in D$, який би мав строгу перевагу над d^m . Підмножина елементів $\{d^m\}$ називається ядром відношення строгої переваги на D , а саме:

$$M_{>} \{d^m \mid \exists d \in D : d > d^m, \forall d, d^m \in D\}.$$

Функція належності ядра нечіткого відношення строгої переваги має вигляд

$$\mu_{M_{>}}(d) = 1 - \max_{d' \in D} \mu_{B_{>}}(d', d), \forall d \in D,$$

де $\mu_{B_{>}}(d', d)$ – функція належності нечіткого відношення строгої переваги елементів, які за (1) складають сутність лінгвістичної функції B , та надана в табл. 3.

Функції належності нечіткого відношення нестрогої та строгої переваг лінгвістичної функції множини лінгвістичних змінних $B = R(\beta_d, \beta_p, \beta_k, \beta_v, \beta_t, \beta_c)$ подані в табл. 1 та 2.

Таблиця 1

Функція належності нечіткого відношення факторів нестрогої переваги

$$\mu_{\bar{B}_{>}}(\beta_i, \beta_j) =$$

β_j	β_3	β_p	β_k	β_v	β_t	β_c
β_3	1	0,6	0,35	0,45	0,3	0,7
β_p	0,4	1	0,7	0,35	0,25	0,7
β_k	0,65	0,3	1	0,8	0,55	0,6
β_v	0,55	0,65	0,2	1	0,65	0,6
β_t	0,7	0,75	0,45	0,35	1	0,75
β_c	0,3	0,3	0,4	0,4	0,25	1

Таблиця 2

Функція належності нечіткого відношення факторів строгої переваги

$$\mu_{\bar{B}_{>}}(\beta_i, \beta_j) =$$

β_j	β_3	β_p	β_k	β_v	β_t	β_c
β_3	0	0,2	0	0	0	0,4
β_p	0	0	0,4	0	0	0,4
β_k	0,3	0	0	0,6	0,1	0,2
β_v	0,1	0,3	0	0	0,3	0,2
β_t	0,4	0,5	0	0	0	0,5
β_c	0	0	0	0	0	0

Таблиця 3

Функція належності ядра нечіткого відношення факторів строгої переваги

$$\mu_{M_{>}}(B) = \left\{ \begin{matrix} \beta_3 & \beta_p & \beta_k & \beta_v & \beta_t & \beta_c \\ 0,6 & 0,5 & 0,6 & 0,4 & 0,7 & 0,5 \end{matrix} \right\}.$$

Найбільш суттєвими факторами природи якісної ознаки ОПР вважає ті фактори, для яких рівень впливу перевищує 0,5. Тому вважається доцільним розглядати лінгвістичну функцію множини трьох лінгвістичних змінних

$$\bar{B} = R(\beta_3, \beta_t, \beta_k),$$

де β_3 – «необхідність застосування за призначенням»;

β_t – «відповідність виготовлення виробу установленому строковому терміну за часом»;

β_k – «конкурентоспроможність виробу на ринку».

Лінгвістична функція \bar{B} має наступний зміст:

\bar{B} – «перспективний виріб необхідний для застосування, своєчасно виготовлений та конкурентоспроможний на ринку».

У відповідності до [3] під лінгвістичною змінною розуміють кортеж

$$(\beta, T(\beta), G, M),$$

де β – назва лінгвістичної змінної;

$T(\beta)$ – терм-множина лінгвістичної змінної, елементи якої $\gamma_i, i = \overline{1, n}$ є назва нечітких змінних $(\gamma_i, x, \tilde{c}(\gamma))$ як лінгвістичних значень лінгвістичної змінної β , де x – область визначення нечіткої змінної $\tilde{c}(\gamma_i) = \left\{ \mu_{\tilde{c}(\gamma_i)}(x) / x \right\}, x \in X$. $\mu_{\tilde{c}(\gamma_i)}(x)$ – функція належності нечітких підмножин $\tilde{c}(\gamma)$;

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

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

Для лінгвістичних змінних $\beta_3, \beta_T, \beta_K$. ОПР визначає терм-множини $T(\beta_3), T(\beta_T), T(\beta_K)$ та їм відповідні нечіткі змінні наступного змісту:

$\beta_3: \gamma_{3.1}$ – «низька необхідність застосування за призначенням»;

$\gamma_{3.2}$ – «прийнятна необхідність застосування за призначенням»;

$\gamma_{3.3}$ – «висока необхідність застосування за призначенням»;

$\beta_T: \gamma_{T.1}$ – «низька забезпеченість відповідності виготовлення виробу установленому строковому терміну за часом»;

$\gamma_{T.2}$ – «прийнятна забезпеченість відповідності виготовлення виробу установленому строковому терміну за часом»;

$\gamma_{T.3}$ – «висока забезпеченість відповідності виготовлення виробу установленому строковому терміну за часом»;

$\beta_K: \gamma_{K.1}$ – «низька конкурентоспроможність виробу на ринку»;

$\gamma_{K.2}$ – «висока конкурентоспроможність виробу на ринку».

За методикою формалізованого опису факторів природи якісної ознаки, яка подана в [9], сформовані функції належності нечітких підмножин $\tilde{c}(\gamma_{3.1}), \tilde{c}(\gamma_{3.2}), \tilde{c}(\gamma_{3.3})$ нечітких змінних $\gamma_{3.1}, \gamma_{3.2}, \gamma_{3.3}$ як значень лінгвістичної змінної β_3 та подані на рис. 1.

Функції належності нечітких підмножин $\tilde{c}(\gamma_{T.1}), \tilde{c}(\gamma_{T.2}), \tilde{c}(\gamma_{T.3})$, які відповідають нечітким змінним $\gamma_{T.1}, \gamma_{T.2}, \gamma_{T.3}$ як значень лінгвістичної змінної β_T , подані на рис. 2.

Функції належності нечітких підмножин $\tilde{c}(\gamma_{K.1}), \tilde{c}(\gamma_{K.2})$, які відповідають нечітким змінним $\gamma_{K.1}, \gamma_{K.2}$ як значень лінгвістичної змінної β_K , подані на рис. 3.

Функції належності нечітких підмножин $\tilde{\gamma}_d, \tilde{\gamma}_T, \tilde{\gamma}_K$, які подані на рис. 1–3, дозволяють сформувати терм-множину $T(\bar{B})$ лінгвістичної функції множини трьох лінгвістичних змінних $\bar{B} = R(\beta_3, \beta_T, \beta_K)$, елементи якої є назва нечітких змінних $\bar{B}_i, i = \overline{1, n}$ як лінгвістичних значень лінгвістичної функції множини трьох лінгвістичних змінних.

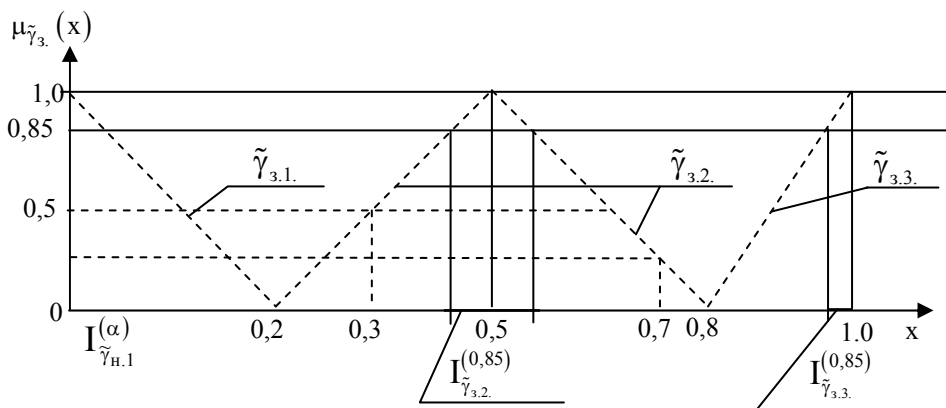


Рис. 1. Функції належності $\tilde{\gamma}_3$.

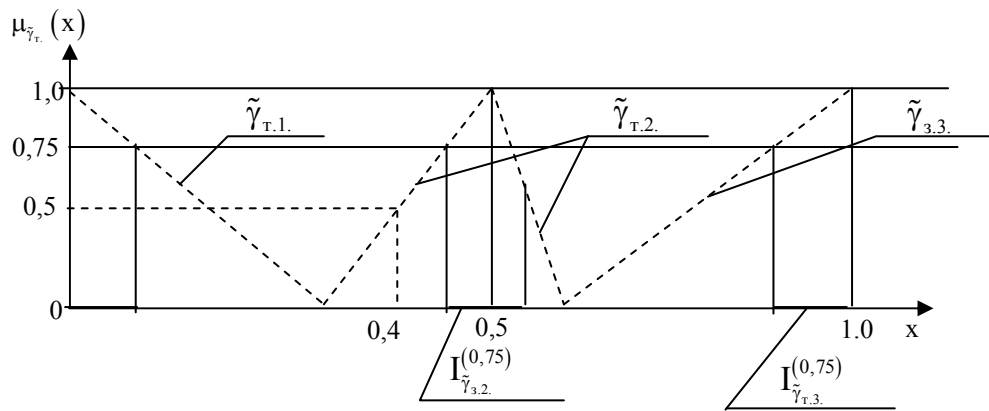


Рис. 2. Функції належності $\tilde{\gamma}_{т.}$

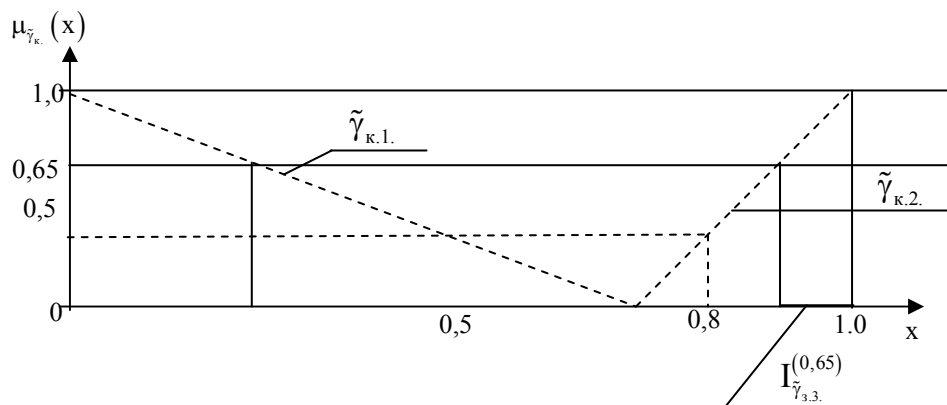


Рис. 3. Функції належності $\tilde{\gamma}_{к.}$

Множина $T(\bar{B})$ відповідає наступній множині значень лінгвістичної функції трьох лінгвістичних змінних:

$$\left. \begin{aligned} &\bar{B}_1(\gamma_{д.1}, \gamma_{т.1}, \gamma_{к.1}), \bar{B}_2(\gamma_{д.1}, \gamma_{т.2}, \gamma_{к.1}), \\ &\bar{B}_3(\gamma_{д.1}, \gamma_{т.3}, \gamma_{к.1}), \bar{B}_4(\gamma_{д.2}, \gamma_{т.1}, \gamma_{к.1}), \\ &\bar{B}_5(\gamma_{д.2}, \gamma_{т.2}, \gamma_{к.1}), \bar{B}_6(\gamma_{д.2}, \gamma_{т.3}, \gamma_{к.1}), \\ &\bar{B}_7(\gamma_{д.2}, \gamma_{т.2}, \gamma_{к.2}), \bar{B}_8(\gamma_{д.2}, \gamma_{т.3}, \gamma_{к.2}), \\ &\bar{B}_9(\gamma_{д.3}, \gamma_{т.2}, \gamma_{к.2}), \bar{B}_{10}(\gamma_{д.3}, \gamma_{т.3}, \gamma_{к.2}) \end{aligned} \right\} (2)$$

Прийняття рішення щодо доцільності виготовлення перспективного виробу за перевагами впливу множини трьох факторів природи якісної ознаки ОПР формується на основі розгляду множини значень лінгвістичної функції трьох лінгвістичних змінних (1). Кожне значення $\bar{B}_i, i=1,10$, ОПР розглядає як альтернативу, а їх сукупність (множина) дозволяє визначити ту альтернативу, яка відповідає її особистому розумінню «доцільності рішення». Так альтернативи $\bar{B}_1, \bar{B}_2, \bar{B}_3$, де присутнє значення лінгвістичної функції трьох лінгвістичних змінних

$\gamma_{д.1}$ – «низька необхідність застосування за призначенням», ОПР відхиляє. Якщо виготовлення перспективного виробу розглядати з метою його реалізації на ринку виробів, то наявність значення $\gamma_{к.1}$ лінгвістичної змінної $\beta_{к.}$ при розгляді альтернатив $\bar{B}_1, \bar{B}_2, \bar{B}_3$, також приводить ОПР до рішення щодо їх відхилення. Альтернатива \bar{B}_4 , при «прийнятній необхідності застосування за призначенням» – $\gamma_{д.2}$ та при наявності $\gamma_{т.1}, \gamma_{к.1}$, ОПР відхиляється. Альтернативи \bar{B}_5, \bar{B}_6 , при особистій схильності ОПР до стриманості, також будуть відхилені, бо вони включають $\gamma_{к.1}$ – «низьку конкурентоспроможність» при $\gamma_{д.2}$.

Виходячи із особистого розуміння значень лінгвістичної функції трьох лінгвістичних змінних $\beta_{д.}, \beta_{т.}, \beta_{к.}$, які висловлюють сутність змісту сили впливу факторів природи якісної ознаки, альтернативи $\bar{B}_7, \bar{B}_8, \bar{B}_9, \bar{B}_{10}$ ОПР приймає до подальшого розгляду.

Альтернативи $\bar{B}_7, \bar{B}_8, \bar{B}_9, \bar{B}_{10}$, при формальному їх розгляді, є значення лінгвістичної функції трьох лінгвістичних змінних $B(\beta_3, \beta_T, \beta_K)$ та, за прийнятим означенням лінгвістичної змінної, є назва нечітких змінних.

Відповідно до \bar{B}_7 нечіткі підмножини подаються у вигляді

$$\tilde{\gamma}_{3.2} = \bigcup_{i=1}^{I_3} [\mu_{\tilde{\gamma}_{3.2}}((x_i)/x_i)], x_i \in I_{\tilde{\gamma}_{3.2}}, x_i \neq 0; \quad (3)$$

$$\tilde{\gamma}_{T.2} = \bigcup_{j=1}^{I_T} [\mu_{\tilde{\gamma}_{T.2}}((x_j)/x_j)], x_j \in I_{\tilde{\gamma}_{T.2}}, x_j \neq 0; \quad (4)$$

$$\tilde{\gamma}_{K.2} = \bigcup_{k=1}^{I_K} [\mu_{\tilde{\gamma}_{K.2}}((x_k)/x_k)], x_k \in I_{\tilde{\gamma}_{K.2}}, x_k \neq 0; \quad (5)$$

до \bar{B}_8 нечіткі підмножини подаються у вигляді (3; 5) та

$$\tilde{\gamma}_{T.3} = \bigcup_{j_T}^{I_T} [\mu_{\tilde{\gamma}_{T.3}}((x_{j_T})/x_{j_T})], x_{j_T} \in I_{\tilde{\gamma}_{T.3}}; \quad (6)$$

до \bar{B}_9 у вигляді (4–5) та

$$\tilde{\gamma}_{3.3} = \bigcup_{j_3}^{I_3} [\mu_{\tilde{\gamma}_{3.3}}((x_{i_3})/x_{i_3})], x_{i_3} \in I_{\tilde{\gamma}_{3.3}}; \quad (7)$$

до \bar{B}_{10} у вигляді (7; 5) та

$$\tilde{\gamma}_{T.3} = \bigcup_{k_T=1}^{I_T} [\mu_{\tilde{\gamma}_{T.3}}((x_{k_T})/x_{k_T})], x_{k_T} \in I_{\tilde{\gamma}_{T.3}}; \quad (8)$$

де $I_{\tilde{\gamma}_3}, I_{\tilde{\gamma}_T}, I_{\tilde{\gamma}_K}$ – чіткі підмножини носіїв відповідних нечітких підмножин $\tilde{\gamma}_{3.3}, \tilde{\gamma}_{T.2}, \tilde{\gamma}_{T.3}, \tilde{\gamma}_{K.2}$ при заданому рівні їх функцій належностей.

Формування чітких підмножин носіїв нечітких підмножин ОПР забезпечує при прийнятому принципі однакової розмірності їх дискретного подання.

Зазначений принцип завжди може бути забезпеченим ОПР при виборі кроку їх дискретного подання. Прийняття такого принципу пов'язано з необхідністю забезпечення наявності властивостей комутативності та асоціативності при виконанні дій над нечіткими підмножинами, а саме для забезпечення справедливості того, що

$$\left. \begin{aligned} \tilde{\gamma}_{3.2} \cdot \gamma_{T.2} &= \tilde{\gamma}_{T.2} \cdot \tilde{\gamma}_{3.2}; \\ \tilde{\gamma}_{3.2} \cdot \tilde{\gamma}_{K.2} &= \tilde{\gamma}_{K.2} \cdot \tilde{\gamma}_{3.2}; \\ \tilde{\gamma}_{T.2} \cdot \tilde{\gamma}_{K.2} &= \tilde{\gamma}_{K.2} \cdot \tilde{\gamma}_{T.2}; \\ (\tilde{\gamma}_{3.2} \cdot \tilde{\gamma}_{T.2}) \cdot \tilde{\gamma}_{K.2} &= \tilde{\gamma}_{3.2} \cdot (\tilde{\gamma}_{T.2} \cdot \tilde{\gamma}_{K.2}), \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

якщо розглядати ці властивості на прикладі оцінки доцільності альтернативи $\bar{B}_7(\gamma_{3.2}, \gamma_{T.2}, \gamma_{K.2})$. Функції належності нечітких підмножин $\tilde{\gamma}_{3.2}, \tilde{\gamma}_{T.2}, \tilde{\gamma}_{K.2}$ у відповідності до (3–5) та рисунків 1–3, з урахуванням (9) мають вигляд

$$\left. \begin{aligned} \tilde{\gamma}_{3.2} : & \begin{matrix} \mu_{\tilde{\gamma}_{3.2}}(x_i) & 0,43 & 0,77 & 0,25 \\ x_i & 0,3 & 0,5 & 0,7 \end{matrix}, I_3 = I = 3; \\ \tilde{\gamma}_{T.2} : & \begin{matrix} \mu_{\tilde{\gamma}_{T.2}}(x_j) & 0,5 & 0,75 & 1,0 \\ x_j & 0,4 & 0,45 & 0,5 \end{matrix}, I_T = I = 3; \\ \tilde{\gamma}_{K.2} : & \begin{matrix} \mu_{\tilde{\gamma}_{K.2}}(x_k) & 0,38 & 0,65 & 1,0 \\ x_k & 0,8 & 0,9 & 1,0 \end{matrix}, I_K = I = 3. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Обґрунтування замовлення виготовлення перспективного виробу за перевагами впливу множини факторів природи якісної ознаки пов'язано із введенням до розгляду лінгвістичної функції множини трьох лінгвістичних змінних, яка має наступний зміст $\bar{B}(\beta_3, \beta_T, \beta_K)$ – необхідний для застосування за призначенням, своєчасний по виготовленню та конкурентоспроможний на ринку перспективний виріб.

Вище відзначено, що виявлення доцільності виявлення виробу, який відповідає визначеній лінгвістичній функції множини трьох лінгвістичних змінних, пов'язано із розглядом альтернатив $\bar{B}_7(\gamma_{3.2}, \gamma_{T.2}, \gamma_{K.2})$, $\bar{B}_8(\gamma_{3.2}, \gamma_{T.3}, \gamma_{K.2})$, $\bar{B}_9(\gamma_{3.3}, \gamma_{T.2}, \gamma_{K.2})$, $\bar{B}_{10}(\gamma_{3.3}, \gamma_{T.3}, \gamma_{K.2})$, де зазначені нечіткі числа як значення лінгвістичної функції $\bar{B}(\beta_3, \beta_T, \beta_K)$, для яких відомі (сформовані) функції належності їм відповідних нечітких підмножин. Функції належності альтернатив $\bar{B}_7, \bar{B}_8, \bar{B}_9, \bar{B}_{10}$ необхідно формувати у відповідності до розуміння ОПР змістовності лінгвістичної функції $\bar{B}(\beta_3, \beta_T, \beta_K)$ та забезпечення властивостей (9). При такому погляді ОПР формує добуток наступних нечітких чисел:

$$\bar{B}_7(\gamma_{3.2}, \gamma_{T.2}, \gamma_{K.2}) = \gamma_{3.2} \cdot \gamma_{T.2} \cdot \gamma_{K.2}; \quad (11)$$

$$\bar{B}_8(\gamma_{3.2}, \gamma_{T.3}, \gamma_{K.2}) = \gamma_{3.2} \cdot \gamma_{T.3} \cdot \gamma_{K.2}; \quad (12)$$

$$\bar{B}_9(\gamma_{3.3}, \gamma_{T.2}, \gamma_{K.2}) = \gamma_{3.3} \cdot \gamma_{T.2} \cdot \gamma_{K.2}; \quad (13)$$

$$\bar{B}_{10}(\gamma_{3.3}, \gamma_{T.3}, \gamma_{K.2}) = \gamma_{3.3} \cdot \gamma_{T.3} \cdot \gamma_{K.2}. \quad (14)$$

Функції належностей функцій трьох нечітких чисел (11–14) формуються у відповідності до принципу узагальнення, який подано в [3] та який полягає в тому, що, для арифметичної операції добутку трьох нечітких чисел, їх функція належності на прикладі нечіткого числа $\bar{B}_7(\gamma_{3.2}, \gamma_{T.2}, \gamma_{K.2})$, визначається за виразом вигляду

$$\mu_{\bar{B}_7}(x) = \sup_{\left\{ \begin{matrix} \bar{B}_7(\gamma_{3.2}, \gamma_{T.2}, \gamma_{K.2}) = x; \\ \gamma_{3.2} \in I_{\tilde{\gamma}_{3.2}}, \gamma_{T.2} \in I_{\tilde{\gamma}_{T.2}}, \gamma_{K.2} \in I_{\tilde{\gamma}_{K.2}} \end{matrix} \right\}} \min(\mu_{\tilde{\gamma}_{3.2}}, \mu_{\tilde{\gamma}_{T.2}}, \mu_{\tilde{\gamma}_{K.2}}), \quad (15)$$

де $I_{\tilde{\gamma}_{3.2}}, I_{\tilde{\gamma}_{T.2}}, I_{\tilde{\gamma}_{K.2}}$ – чіткі функції носіїв, відповідних до нечітких чисел, нечітких функцій $\tilde{\gamma}_{3.2}, \tilde{\gamma}_{T.2}, \tilde{\gamma}_{K.2}$.

Для функції нечітких чисел $\bar{B}_7(\gamma_{3,2}, \gamma_{T,2}, \gamma_{K,2})$ у відповідності до (9) маємо, що $I_{\tilde{\gamma}_{3,2}} = \{0, 3; 0, 5; 0, 7\}$, $I_{T,2} = \{0, 4; 0, 45; 0, 5\}$, $I_{K,2} = \{0, 8; 0, 9; 1, 0\}$. За (15) функція належності нечіткої функції добутку трьох нечітких функцій має вигляд

$$\tilde{B}_7(\tilde{\gamma}_{3,2}, \tilde{\gamma}_{T,2}, \tilde{\gamma}_{K,2}) = \{\tilde{\gamma}_{3,2} \cdot \tilde{\gamma}_{T,2} \cdot \tilde{\gamma}_{K,2}\} : \left. \begin{array}{l} \mu_{\tilde{B}_7(\tilde{\gamma}_{3,2}, \tilde{\gamma}_{T,2}, \tilde{\gamma}_{K,2})}^{\tilde{}}(x) \quad 0,43 \quad 0,43 \quad 0,75 \quad 0,77 \quad 0,25 \\ x \quad \quad \quad 0,10 \quad 0,15 \quad 0,20 \quad 0,25 \quad 0,30 \end{array} \right\} (16)$$

Функції належності нечітких функцій добутку трьох нечітких чисел $\bar{B}_8(\gamma_{3,2}, \gamma_{T,3}, \gamma_{K,2})$, де відповідні нечіткі підмножини мають функції належності виду

$$\left. \begin{array}{l} \tilde{\gamma}_{3,2} : \left. \begin{array}{l} \mu_{\tilde{\gamma}_{3,2}}(x_i) \quad 0,43 \quad 0,77 \quad 0,25 \\ x_i \quad \quad \quad 0,3 \quad 0,5 \quad 0,7 \end{array} \right\} I_3 = I = 3; \\ \tilde{\gamma}_{T,3} : \left. \begin{array}{l} \mu_{\tilde{\gamma}_{T,3}}(x_j) \quad 0,15 \quad 0,5 \quad 1,0 \\ x_j \quad \quad \quad 0,65 \quad 0,8 \quad 1,0 \end{array} \right\} I_T = I = 3; \\ \tilde{\gamma}_{K,2} : \left. \begin{array}{l} \mu_{\tilde{\gamma}_{K,2}}(x_k) \quad 0,38 \quad 0,65 \quad 1,0 \\ x_k \quad \quad \quad 0,8 \quad 0,9 \quad 1,0 \end{array} \right\} I_K = I = 3 \end{array} \right\}$$

та чіткі підмножини носіїв $I_{\tilde{\gamma}_{3,2}} = [0, 3; 0, 5; 0, 7]$, $I_{\tilde{\gamma}_{T,3}} = [0, 65; 0, 8; 1, 0]$, $I_{\tilde{\gamma}_{K,2}} = [0, 8; 0, 9; 1, 0]$; $\bar{B}_9(\gamma_{3,3}, \gamma_{T,2}, \gamma_{K,2})$, де відносні нечіткі підмножини мають функції належності виду

$$\left. \begin{array}{l} \tilde{\gamma}_{3,3} : \left. \begin{array}{l} \mu_{\tilde{\gamma}_{3,3}}(x_i) \quad 0,25 \quad 0,8 \quad 1,0 \\ x_i \quad \quad \quad 0,85 \quad 0,9 \quad 1,0 \end{array} \right\} I_3 = I = 3; \\ \tilde{\gamma}_{T,2} : \left. \begin{array}{l} \mu_{\tilde{\gamma}_{T,2}}(x_j) \quad 0,5 \quad 0,75 \quad 1,0 \\ x_j \quad \quad \quad 0,4 \quad 0,45 \quad 0,5 \end{array} \right\} I_T = I = 3; \\ \tilde{\gamma}_{K,2} : \left. \begin{array}{l} \mu_{\tilde{\gamma}_{K,2}}(x_k) \quad 0,38 \quad 0,65 \quad 1,0 \\ x_k \quad \quad \quad 0,8 \quad 0,9 \quad 1,0 \end{array} \right\} I_K = I = 3 \end{array} \right\}$$

та чіткі підмножини носіїв $I_{\tilde{\gamma}_{3,3}} = [0, 85; 0, 9; 1, 0]$, $I_{\tilde{\gamma}_{T,2}} = [0, 4; 0, 45; 0, 5]$, $I_{\tilde{\gamma}_{K,2}} = [0, 8; 0, 9; 1, 0]$; $\bar{B}_{10}(\gamma_{3,3}, \gamma_{T,3}, \gamma_{K,2})$, де відповідні нечіткі підмножини мають функції належності виду

$$\left. \begin{array}{l} \tilde{\gamma}_{3,3} : \left. \begin{array}{l} \mu_{\tilde{\gamma}_{3,3}}(x_i) \quad 0,25 \quad 0,8 \quad 1,0 \\ x_i \quad \quad \quad 0,85 \quad 0,9 \quad 1,0 \end{array} \right\} I_3 = I = 3; \\ \tilde{\gamma}_{T,3} : \left. \begin{array}{l} \mu_{\tilde{\gamma}_{T,3}}(x_j) \quad 0,15 \quad 0,5 \quad 1,0 \\ x_j \quad \quad \quad 0,65 \quad 0,8 \quad 1,0 \end{array} \right\} I_T = I = 3; \\ \tilde{\gamma}_{K,2} : \left. \begin{array}{l} \mu_{\tilde{\gamma}_{K,2}}(x_k) \quad 0,38 \quad 0,65 \quad 1,0 \\ x_k \quad \quad \quad 0,8 \quad 0,9 \quad 1,0 \end{array} \right\} I_K = I = 3 \end{array} \right\}$$

та чіткі підмножини носіїв $I_{\tilde{\gamma}_{3,3}} = [0, 85; 0, 9; 1, 0]$, $I_{\tilde{\gamma}_{T,3}} = [0, 65; 0, 8; 1, 0]$, $I_{\tilde{\gamma}_{K,2}} = [0, 8; 0, 9; 1, 0]$, формулюються за виразами аналогічними (15) та мають зміст наступний:

$$\tilde{B}_8(\tilde{\gamma}_{3,2}, \tilde{\gamma}_{T,3}, \tilde{\gamma}_{K,2}) = \{\tilde{\gamma}_{3,2} \cdot \tilde{\gamma}_{T,3} \cdot \tilde{\gamma}_{K,2}\} : \left. \begin{array}{l} \mu_{\tilde{B}_8(\tilde{\gamma}_{3,2}, \tilde{\gamma}_{T,3}, \tilde{\gamma}_{K,2})}^{\tilde{}}(x) \quad 0,43 \quad 0,43 \quad 0,5 \quad 0,77 \quad 0,25 \quad 0,25 \\ x \quad \quad \quad 0,20 \quad 0,30 \quad 0,40 \quad 0,50 \quad 0,60 \quad 0,70 \end{array} \right\} (17)$$

$$\tilde{B}_9(\tilde{\gamma}_{3,3}, \tilde{\gamma}_{T,2}, \tilde{\gamma}_{K,2}) = \{\tilde{\gamma}_{3,3} \cdot \tilde{\gamma}_{T,2} \cdot \tilde{\gamma}_{K,2}\} : \left. \begin{array}{l} \mu_{\tilde{B}_9(\tilde{\gamma}_{3,3}, \tilde{\gamma}_{T,2}, \tilde{\gamma}_{K,2})}^{\tilde{}}(x) \quad 0,25 \quad 0,38 \quad 0,50 \quad 0,75 \quad 0,8 \quad 1,0 \\ x \quad \quad \quad 0,25 \quad 0,30 \quad 0,35 \quad 0,40 \quad 0,45 \quad 0,50 \end{array} \right\} (18)$$

$$\tilde{B}_{10}(\tilde{\gamma}_{3,3}, \tilde{\gamma}_{T,3}, \tilde{\gamma}_{K,2}) = \{\tilde{\gamma}_{3,3} \cdot \tilde{\gamma}_{T,3} \cdot \tilde{\gamma}_{K,2}\} : \left. \begin{array}{l} \mu_{\tilde{B}_{10}(\tilde{\gamma}_{3,3}, \tilde{\gamma}_{T,3}, \tilde{\gamma}_{K,2})}^{\tilde{}}(x) \quad 0,38 \quad 0,5 \quad 0,5 \quad 0,65 \quad 0,8 \quad 1,0 \\ x \quad \quad \quad 0,6 \quad 0,65 \quad 0,7 \quad 0,8 \quad 0,9 \quad 1,0 \end{array} \right\} (19)$$

Оцінку рівня доцільності прийняття до реалізації альтернатив, які ОПР прийняла до розгляду, слід проводити на порівнянні функцій належностей нечітких функцій множини добутку трьох нечітких підмножин (16–19), які для зручності порівняння подані в табл. 4.

Таблиця 4

Порівняння альтернатив за доцільністю прийняття їх реалізації

$\mu_{\tilde{B}_7}^{\tilde{}}(x)$	0,43	0,43	0,75	0,77	0,25														
$\mu_{\tilde{B}_8}^{\tilde{}}(x)$			0,43		0,43		0,50		0,77	0,25									0,25
$\mu_{\tilde{B}_9}^{\tilde{}}(x)$				0,25	0,38	0,50	0,75	0,80	1,0										
$\mu_{\tilde{B}_{10}}^{\tilde{}}(x)$										0,38	0,50	0,50	0,65	0,80	1,0				
x	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	0,65	0,70	0,80	0,90	1,0				

Відзначимо, що порівняння альтернатив за доцільністю прийняття їх до реалізації $\bar{B}_7(\gamma_{3,2}, \gamma_{T,2}, \gamma_{K,2})$, $\bar{B}_8(\gamma_{3,2}, \gamma_{T,3}, \gamma_{K,2})$,

$\bar{B}_9(\gamma_{3,3}, \gamma_{T,2}, \gamma_{K,2})$, $\bar{B}_{10}(\gamma_{3,3}, \gamma_{T,3}, \gamma_{K,2})$, які сформовані, прийняті до розгляду та відповідають лінгвіс-

тичній змінній $\bar{B}(\beta_3, \beta_T, \beta_K)$ – «необхідний до застосування, своєчасний та конкурентоспроможний на ринку виріб» як функції трьох лінгвістичних змінних: β_3 – «доцільність застосування за призначенням», якій відповідають нечіткі змінні $\gamma_{3.1}$ – «низька доцільність застосування за призначенням», $\gamma_{3.2}$ – «прийнятна доцільність застосування за призначенням», $\gamma_{3.3}$ – «висока доцільність застосування за призначенням»; β_T – «забезпеченість замовленому терміну часу виготовлення виробу», якій відповідають нечіткі змінні $\gamma_{T.1}$ – «незадовільна забезпеченість замовленому терміну часу виготовлення виробу», $\gamma_{T.2}$ – «прийнятна забезпеченість замовленому терміну часу виготовлення виробу», $\gamma_{T.3}$ – «своєчасна забезпеченість замовленому терміну часу виготовлення виробу»; β_K – «конкурентоспроможність виробу на ринку виробів відповідних за призначенням», якій відповідають нечіткі змінні $\gamma_{K.1}$ – «низька конкурентоспроможність виробу на ринку виробів відповідних за призначенням», $\gamma_{K.2}$ – «висока конкурентоспроможність виробу на ринку виробів відповідних за призначенням», ОПР розглядає при прийнятному рівні функцій належностей їм відповідних нечітких підмножин (16–19), змістовності яких зведені в табл. 4. Значення функції належності будь-якої нечіткої змінної лінгвістичної функції множини трьох лінгвістичних функцій (альтернатив $\bar{B}_7, \bar{B}_8, \bar{B}_9, \bar{B}_{10}$) ОПР приймається як рівень її впевненості в досягненні результату, який відповідає $x \in (0, 1]$ у відповідних одиницях.

За змістом значення змінної $x \in (0, 1]$ виступають носіями значень функції належності лінгвістичної функції множини трьох лінгвістичних змінних $B(\beta_3, \beta_T, \beta_K)$ та ці значення можуть мати тлумачення рівнів наявності у ОПР засобів, наприклад, коштів які ОПР може використати для замовлення виготовлення перспективного виробу. Якщо коштів достатньо і $x \in [0, 8-1, 0]$, то ОПР оцінку доцільності замовлення перспективного виробу призводить за стратегією $\bar{B}_{10}(\gamma_{3.3}, \gamma_{T.3}, \gamma_{K.2})$, бо $\mu_{\bar{B}_{10}}(x) \geq 0,65$, що є достатньо високим рівнем впевненості. Якщо $x \in [0, 6-0, 7]$ то впевненість в

доцільності прийнятті стратегії $\bar{B}_{10}(\gamma_{3.3}, \gamma_{T.3}, \gamma_{K.2})$ достатньо низька: $\mu_{\bar{B}_{10}}(x) \in [0, 38-0, 50]$. Якщо ОПР має можливість розраховувати лише на половину забезпеченості від передбачувальних затрат на виготовлення перспективного виробу, тобто, якщо $x \in [0, 40-0, 50]$, то ОПР доцільно прийняти стратегію $\bar{B}_9(\gamma_{3.3}, \gamma_{T.2}, \gamma_{K.2})$, при якій рівень впевненості доцільного рішення відповідає $\mu_{\bar{B}_9}(x) \in [0, 75-1, 0]$. Якщо ОПР має можливість забезпечити виготовлення перспективного виробу лише на $x \in [0, 10-0, 40]$, то доцільних стратегій в прийнятному переліку стратегій $\bar{B}_7, \bar{B}_8, \bar{B}_9, \bar{B}_{10}$ не існує. Якщо $x \in [0, 10-0, 25]$, то ОПР може погодитись на прийняття до реалізації стратегії $\bar{B}_7(\gamma_{3.2}, \gamma_{T.2}, \gamma_{K.2})$, при якій $\mu_{\bar{B}_7}(x) \in [0, 43-0, 77]$, що свідчить про достатньо високий рівень впевненості ОПР в такому рішенні. При цьому воно погоджується з тим, що перспективний виріб буде відповідати «прийнятній доцільності його застосування за призначенням» та «прийнятній забезпеченості замовленого терміну за часом його виготовлення».

Висновки

Запропонована методика оцінки доцільності виготовлення перспективного виробу за перевагами впливу множини факторів природи якісної ознаки свідчить про вирішення зазначеної вище наукової проблеми та досягнення зазначеної мети.

Методичний підхід, який передбачає виявлення виду лінгвістичної функції множини лінгвістичних змінних ОПР, виходячи із її розуміння природного призначення перспективного виробу, дозволяє сформулювати можливу повну множину альтернатив прийняття рішень, аналіз якої сприяє формуванню підмножини альтернатив для оцінки доцільності виготовлення виробу за перевагами впливу множини якісних факторів природи. Тлумачення змінної множини нечітких підмножин відповідних нечітких чисел, які визначають сутність альтернатив, як обсяг ресурсів ОПР у відповідних одиницях, які вона може використати, дозволяє ОПР по функціям належності лінгвістичної функції множини будь-якої розмірності лінгвістичних змінних визначити доцільну стратегію виготовлення перспективного виробу в залежності від рівня викладених ресурсів.

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. Борисов А.Н. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А.Н. Борисов, А.В. Алексеев, Г.В. Меркурьева, Н.Н. Слядзь, В.И. Глушков. – М.: Радио и связь, 1989. – 303 с.
5. 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. Воробійов, О.О. Хмелевська // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС імені Івана Кожедуба, 2016. – Вип. 3(140). – С. 141-146.
6. 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. Воробійов, О.О. Хмелевська // Системи обробки інформації. – Х.: ХНУПС імені Івана Кожедуба, 2017. – Вип. 1(147). – С. 39-49.
7. 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. Воробійов // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2013. – Вип. 8(115). – С. 16-23.
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. Воробійов, І.А. Нос // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2014. – Вип. 4(120). – С. 106-112.
9. Більчук В.М. Методика формалізованого опису факторів якісної природної ознаки на прийняття рішень в умовах нечіткої нестохастичної невизначеності / В.М. Більчук, І.Г. Дзеверін, О.В. Воробійов, О.О. Хмелевська // Системи обробки інформації. – Х.: ХНУПС, 2017. – Вип. 4(150). – С. 39-44.
10. 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. Дзеверін, О.В. Воробійов, І.А. Нос // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2014. – Вип. 5(121). – С. 7-13.
11. Більчук В.М. Методологічні основи опису процесу функціонування складної системи / В.М. Більчук, Д.А. Гриб, І.Г. Дзеверін, О.В. Воробійов, // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2013. – Вип. 6(113). – С. 5-13.
12. Борисов А.Н. Принятие решений на основе нечетких моделей / А.Н. Борисов, О.А. Крумберг, И.П. Федоров. – Рига: Зинатне, 1990. – 184 с.

References

1. Bilchuk, V.M. (2013), “Metodologični osnovi zasad rozuminnja nečitkogo nestohastično nevznachenogo sere-dovischa ta doslidžen 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.
2. Saati, T. (1993), “Prinyatie reshenny. 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 primenenie k prinyatiyu priblizhennyih reshenny” [The notion of a linguistic variable and its application to the adoption of approximate solutions], *Mir*, Moscow, 165 p.
4. Borisov, A.N., Alekseev, A.V., Merkureva, G.V., Slyadz, N.N. and Glushkov, V.I. (1989) “Obrabotka nechetkoi informacii v sistemah prinyatiya reshenny” [Processing of fuzzy information in decision-making systems], *Radio and Communications*, Moscow, 320 p.
5. Bilchuk, V.M., Dzeverin, I.G., Vorobyov, O.V. and Khmelevskaya, O.O. (2016), “Metodichniyi pidhid schodo formuvannya kognitivnoyi kartu peredkonfliktnoyi situacii v umovah vrahuvannya vplivu nestohastično nevznachenih faktoriv prirodu” [Methodical approach to the formation of a cognitive map of the pre-conflict situation in the context of the influence of non-stochastic undetermined factors of nature], *Information Processing Systems*, No. 3(140), Kharkiv, pp. 141-146.
6. Bilchuk, V.M., Dzeverin, I.G., Vorobyov, O.V. and Khmelevskaya, O.O. (2017), “Metodika viznachennya kognitivnoyi modeli karti peredkonfliktnoyi situacii z vrahuvannyam vplivu nestohastično nevznachenuh faktoriv prirodu z metou ocinku ta koriguvannya ii napruzenosti” [Methodology for determining the cognitive model of a pre-conflict situation card, taking into account the influence of non-stochastic undetermined factors of nature in order to assess and correct its tension], *Information Processing Systems*, No. 1(147), Kharkiv, pp. 39-49.
7. Bilchuk, V.M., Grib, D.A., Dzeverin, I.G. and Vorobyov, O.V. (2013), “Metod viznachennya napryamiv spriyannya formuvannu cilespryamovanoi vlasnoi povedinki rozvitky procesu funkcionuvannya skladnoi sistemi” [Method of determining the directions of promoting the formation of purposeful own behavior of the development process of the functioning of a complex system], *Information Processing Systems*, No. 8 (115), Kharkiv, pp. 16-23.
8. Bilchuk, V.M., Grib, D.A., Dzeverin, I.G., Vorobyov, O.V. and Nos, I.A. (2014), “Metodika viznachennya rivniv znachuschosti faktoriv formuyuchih nečitke nestohastične nevznachene sere-dovishecilespryamovanogo funkcionuvannya skladnoi sistemi” [Methodology for determining the levels of significance of factors forming a fuzzy non-stochastic uncertain medium of purposeful functioning of a complex system], *Information Processing Systems*, No. 4 (120), Kharkiv, pp. 106-112.
9. Bilchuk, V.M., Dzeverin, I.G., Vorobyov, O.V. and Khmelevskaya, O.O. (2017), “Metodika formalizovanogo opisu vplivu faktoriv yakisnoyi prirodnoi oznaki na priynyattya rishen v umovah nečitkoyi nestohastičnoyi 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.

10. 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), Kharkiv, pp. 7-13.

11. 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.

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

Надійшла до редколегії 11.07.2018

Схвалена до друку 14.08.2018

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>

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>

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>

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>

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>

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>

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>

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>

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ИЗДЕЛИЯ ПО ПРЕИМУЩЕСТВАМ ВЛИЯНИЯ МНОЖЕСТВА КАЧЕСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ ПРИРОДЫ

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

Предлагается методика оценки в условиях нечеткой нестохастической неопределенности целесообразности изготовления перспективного изделия по преимуществам влияния множества качественных факторов природы. Формализованное описание множества качественных факторов природы представляется введением к рассмотрению лингвистической функции множества лингвистических переменных. Каждому нечеткому числу как значению каждой лингвистической переменной, которые составляют множество, соответствует нечеткое множество, для которого

формируется функция принадлежности. Множество лингвистических переменных соответствует множеству некоторой размерности качественных факторов природы, которые, по пониманию ЛППР, вводятся им к рассмотрению в зависимости от природного назначения перспективного изделия. Подмножество лингвистических переменных, которое отвечает принятому ЛППР уровню недоминированности, - функции принадлежности ядра нечеткого отношения строгого предпочтения, - качественных факторов природы, составляет подмножество переменных лингвистической функции множества лингвистических переменных. Смысл функциональной зависимости лингвистических переменных, которые определяют лингвистическую функцию, определяется ЛППР на основании известных арифметических операций и понимания содержания требований к перспективному изделию. Сформированная функциональная зависимость лингвистической функции лингвистических переменных положена в основу определения содержания перечня альтернатив принятия решения по целесообразности изготовления перспективного образца изделия. Сравнение сущности функции принадлежности лингвистической функции множества лингвистических переменных, которые соответствуют разным альтернативам, позволяет ЛППР принять решение относительно целесообразности альтернативы в зависимости от содержания и размера ее ресурсов.

Ключевые слова: нечеткая нестохастическая неопределенность, качественные факторы природы, лингвистическая функция множества лингвистических переменных, функция принадлежности.

THE ASSESSMENT TECHNIQUE OF ADVISABILITY OF MANUFACTURING THE PERSPECTIVE PRODUCT ACCORDING TO THE ADVANTAGES OF THE INFLUENCE OF MYRIAD OF QUALITATIVE NATURE FACTORS

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

The assessment technique in the conditions of fuzzy non-stochastic uncertainty of the advisability of manufacturing the perspective product on the advantages of the influence of myriad of qualitative nature factors is proposed. The formalized description of the myriad of qualitative nature factors seems to be an introduction to the consideration of the linguistic function of the myriad of linguistic variables. The fuzzy myriad for which the membership function is formed corresponds to each fuzzy number as the value of each linguistic variable that make up the myriad. The myriad of linguistic variables corresponds to myriad of some dimension of the qualitative nature factors, which, according to the understanding of the decision maker, he introduces them for consideration depending on the natural purpose of the perspective product. The subset of linguistic variables that corresponds to the accepted level of non-dominance of the decision maker is the function of belonging to the core of the fuzzy relation of strict preference, the qualitative nature factors, constitutes the myriad of the variables of the linguistic function of the myriad of linguistic variables. The essence of the functional dependence of the linguistic variables that determine the linguistic function is determined by the decision maker on the basis of known arithmetic operations and an understanding of the content of requirements for a prospective product. The formed functional dependence of the linguistic function of linguistic variables is used as the basis for determining the content of the list of alternatives for making a decision on the feasibility of manufacturing a prospective product sample. The comparison of the essence of the function of belonging to the linguistic function of the myriad of linguistic variables that correspond to different alternatives allows the decision maker to make a decision as to the appropriateness of the alternative, depending on the content and size of its resources.

Keywords: fuzzy non-stochastic uncertainty, qualitative nature factors, linguistic function of the myriad of linguistic variables, membership function.