

УДК 004.94

НЕЧІТКИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКОВАНOSTI РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТІВ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ

Виніченко Д.С., Орбідан Р.В., Єгорова О.В.

Черкаський державний технологічний університет

У статті розглядається задача оцінювання ризикованості реалізації проектів інформатизації. Розроблено нечітку модель оцінювання ризикованості реалізації ІТ-проекту. Наведено структурні елементи запропонованої моделі. Виділено лінгвістичні змінні. Сформовано правило визначення ризикованості реалізації ІТ-проекту.

Ключові слова: проект, ризик, нечіткі, лінгвістичні, алгоритм.

Постановка проблеми. Будь-яка ІТ-компанія на етапі ініціалізації розробки ринкового ІТ-продукту прагне виконати практичні дії для забезпечення реалізації проекту з метою одержання прибутку або іншого корисного ефекту. При цьому, однією із складових загальної проблеми прийняття стратегічних управлінських рішень є оцінювання ризикованості реалізації ІТ-проекту, що здійснюється з метою визначення ступеня збалансованості робіт та заходів ІТ-проекту з прогнозованими показниками в умовах зміни обмежень проекту та можливостей їх виконання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Загальні підходи до оцінювання привабливості реалізації інноваційних проектів наведені в роботі [1]. Інструментальні методи оцінювання привабливості реалізації науково-технічних інвестиційних проектів розроблені в [2]. Економіко-математичні інструменти для оцінювання внутрішнього та зовнішнього середовища підприємства, які базуються на застосуванні інтелектуальних методів аналізу слабкоструктурованих даних, запропоновані в [3]. Концепція оцінки та управління ризиком при реалізації інноваційних проектів створення інтелектуальної продукції розроблена в [4]. Інституціональний метод підвищення ефективності реалізації науково-технічних інвестиційних проектів запропонований в [5].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Складність оцінювання ризикованості реалізації ІТ-проекту полягає у дина-

мічній зміні змісту та властивостей структурних елементів проекту, а також у застосуванні специфічного набору результатів науково-дослідних робіт у вигляді технологій, платформ та засобів розробки. Саме тому, моделі, методи та засоби оцінювання ризикованості реалізації ІТ-проектів повинні дозволяти вже на етапі формування проекту враховувати ступінь ризику та невизначеності результатів науково-дослідних робіт та ймовірнісний характер частини вхідної інформації.

Мета статті полягає у розробці підходу до оцінювання ризикованості реалізації проектів інформатизації в умовах невизначеності.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо нечітку модель підтримки прийняття рішень при оцінюванні ризикованості реалізації ІТ-проекту. Необхідно надати кількісну оцінку істинності експертного висновку про ризикованість реалізації ІТ-проекту.

Введемо лінгвістичну змінну w = «ризикованість реалізації ІТ-проекту». Для змінної w універсальною множиною є відрізок $[0, 1]$, а множиною значень змінної w – терм-множина $W = \{w_1, w_2, w_3, w_4, w_5\}$, де w_1 = «дуже висока ризикованість реалізації ІТ-проекту»; w_2 = «висока ризикованість реалізації ІТ-проекту»; w_3 = «середня ризикованість реалізації ІТ-проекту»; w_4 = «низька ризикованість реалізації ІТ-проекту»; w_5 = «незначна ризикованість реалізації ІТ-проекту».

Побудуємо таблицю функцій належності кожного терму (табл. 1), використовуючи формулу функції належності трикутноподібного нечіткого числа.

Таблиця 1

Функції належності підмножин терм-множини w

Терм W_k	Функція належності нечіткої множини W_k
W_5 = «незначна ризикованість реалізації ІТ-проекту» $W_5 \in [0; 0, 2]$	$\mu_5 = \begin{cases} 1, & \text{якщо } 0 \leq w < 0,1 \\ 10(0,2 - w), & \text{якщо } 0,1 < w \leq 0,2 \end{cases}$
W_4 = «низька ризикованість реалізації ІТ-проекту» $W_4 \in [0, 15; 0, 45]$	$\mu_4 = \begin{cases} 1 - 10(0,3 - w), & \text{якщо } 0,15 < w \leq 0,3 \\ 10(0,45 - w), & \text{якщо } 0,3 < w \leq 0,45 \end{cases}$
W_3 = «середня ризикованість реалізації ІТ-проекту» $W_3 \in [0, 4; 0, 6]$	$\mu_3 = \begin{cases} 1 - 10(0,5 - w), & \text{якщо } 0,4 < w \leq 0,5 \\ 10(0,6 - w), & \text{якщо } 0,5 < w \leq 0,6 \end{cases}$
W_2 = «висока ризикованість реалізації ІТ-проекту» $W_2 \in [0, 55; 0, 85]$	$\mu_2 = \begin{cases} 1 - 10(0,7 - w), & \text{якщо } 0,55 < w \leq 0,7 \\ 10(0,85 - w), & \text{якщо } 0,7 < w \leq 0,85 \end{cases}$
W_1 = «дуже висока ризикованість реалізації ІТ-проекту» $W_1 \in [0, 8; 1]$	$\mu_1 = \begin{cases} 1 - 10(0,9 - w), & \text{якщо } 0,8 \leq w < 0,9 \\ 1, & \text{якщо } 0,9 \leq w \leq 1 \end{cases}$

Джерело: розроблено авторами за даними [6]

Висновок про ризикованість реалізації ІТ-проекту будемо формувати на основі аналізу показників проектного ризику. Так, для оцінювання ризикованості реалізації ІТ-проекту були відібрані наступні показники проектного ризику x_j , $j = \overline{1, 12}$:

- x_1 – точність розрахунку інвестиційної привабливості проекту;
- x_2 – точність розрахунках складу, тривалості та термінів виконання робіт;
- x_3 – коефіцієнт адаптованості до змін в управлінні ІТ-компанією;
- x_4 – коефіцієнт адаптованості до внесення змін до технології розробки програмного забезпечення;
- x_5 – ефективність CASE-засобів;
- x_6 – точність оцінки масштабів розроблюваної системи;
- x_7 – коефіцієнт коригування часу розробки специфікації;
- x_8 – коефіцієнт адаптованості до зміни вимог;
- x_9 – коефіцієнт узгодженості ІТ-проекту з виробничими можливостями ІТ-компанії;
- x_{10} – коефіцієнт плинності кадрів;
- x_{11} – точність вибору складу, кількості та якості ресурсів ІТ-проекту;
- x_{12} – реактивність появи конкуруючого програмного продукту.

Далі реалізуємо нормування значень показників проектного ризику за формулою

$$x_j = \frac{x_j - x_{\min,j}}{x_{\max,j} - x_{\min,j}}, \quad j = \overline{1, 12},$$

де x_j – показник проектного ризику, $j = \overline{1, 12}$, $x_{\min,j}$ – мінімальне значення j -го показника, $j = \overline{1, 12}$, $x_{\max,j}$ – максимальне значення j -го показника, $j = \overline{1, 12}$.

Кожний показник ризикованості реалізації ІТ-проекту – числова змінна, що набуває значень на числовому відрізку $[0, 1]$. Кожну таку змінну будемо розглядати як множину-носіє лінгвістичної змінної d_j , що містить терми: d_{j1} – «дуже низький рівень показника x_j » з функцією належності $(0; 0; 0,1; 0,2)$; d_{j2} – «низький рівень показника x_j » з функцією належності $(0,1; 0,2; 0,25; 0,3)$; d_{j3} – «середній рівень показника x_j » з функцією належності $(0,25; 0,3; 0,45; 0,5)$; d_{j4} – «високий рівень показника x_j » з функцією належності $(0,35; 0,5; 0,6; 0,7)$; d_{j5} – «дуже високий рівень показника x_j » з функцією належності $(0,65; 0,8; 0,9; 1)$.

Вважатимемо, що кожна лінгвістична змінна має трапецієподібну функцію належності, яка визначена четвіркою чисел: $x = (a_1, a_2, a_3, a_4)$, тобто функція належності кожного терма d_{ji} має вигляд

$$\mu_{d_{ji}}(x) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } x < a_1; \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & \text{якщо } a_1 \leq x < a_2; \\ 1, & \text{якщо } a_2 \leq x \leq a_3; \\ \frac{x - a_4}{a_3 - a_4}, & \text{якщо } a_3 < x \leq a_4; \\ 0, & \text{якщо } x > a_4. \end{cases}$$

Наприклад, якщо $x_3 = 0,68$, то стан цього показника оцінюється як $d_{34} = (0,35; 0,5; 0,6; 0,7)$ – «високий рівень показника x_3 » або як $d_{35} = (0,65; 0,8; 0,9; 1)$ – «дуже високий рівень показника x_3 ». При цьому

$$\mu_{34} = \frac{x - 0,7}{0,6 - 0,7} \Big|_{x=0,68} = \frac{-0,02}{-0,1} = 0,2 - \text{оцінка істинності } d_{34};$$

$$\mu_{33} = \frac{x - 0,65}{0,8 - 0,65} \Big|_{x=0,68} = \frac{0,03}{0,15} = 0,2 - \text{оцінка істинності } d_{33}.$$

Далі необхідно перейти від показників ризикованості реалізації ІТ-проекту $X = (x_1, x_2, \dots, x_{12})$ до висловлювань про міру ризикованості реалізації ІТ-проекту $W = (w_1, w_2, w_3, w_4, w_5)$.

Для формування правил переходу від значень показників ризикованості реалізації ІТ-проекту до лінгвістичних змінних p_i потрібно виконати ранжування показників ризикованості реалізації ІТ-проекту за ступенем їх важливості ідентифікації ризикованості ІТ-проекту, тобто поставити у відповідність кожному показнику x_j його вагу r_j , яка визначає рівень значимості показника при оцінці міри ризикованості реалізації ІТ-проекту.

Вагові коефіцієнти показників ризикованості реалізації ІТ-проекту будемо розраховувати як міру можливого прояву факторів ризику з використанням алгоритму нечіткого моделювання [7].

Для лінгвістичних термів d_{ji} з функціями належності $\mu_{d_{ji}}(x)$ будемо розглядати інтервали $A_{j1} = [0; 0,2]$, $A_{j2} = [0,1; 0,3]$, $A_{j3} = [0,25; 0,5]$, $A_{j4} = [0,35; 0,7]$, $A_{j5} = [0,65; 1]$ як гіперкуби, кожен з яких містить множину α -рівнів відповідної нечіткої величини $\mu_{d_{ji}}(x)$. Покладемо $r_i = 0$, $i = \overline{1, 5}$, і сформуємо п'ять чітких чисел a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 по одному з $A_{j1}, A_{j2}, A_{j3}, A_{j4}, A_{j5}$. Якщо

$$\sum_{i=1}^{12} \mu_{ji} \leq 12, \quad r_1 < \min \{ \mu_{d_{j1}}(a_1), \mu_{d_{j2}}(a_2) \},$$

$$r_2 < \min \{ \mu_{d_{j2}}(a_2), \mu_{d_{j3}}(a_3) \}, \quad r_3 < \min \{ \mu_{d_{j3}}(a_3), \mu_{d_{j4}}(a_4) \},$$

$$r_4 < \min \{ \mu_{d_{j4}}(a_4), \mu_{d_{j5}}(a_5) \}, \quad r_5 < \min \{ \mu_{d_{j4}}(a_1), 1 \},$$

тоді покладемо

$$r_1 = \min \{ \mu_{d_{j1}}(a_1), \mu_{d_{j2}}(a_2) \}, \quad r_2 = \min \{ \mu_{d_{j2}}(a_2), \mu_{d_{j3}}(a_3) \},$$

$$r_3 = \min \{ \mu_{d_{j3}}(a_3), \mu_{d_{j4}}(a_4) \}, \quad r_4 = \min \{ \mu_{d_{j4}}(a_4), \mu_{d_{j5}}(a_5) \},$$

$$r_5 = \min \{ \mu_{d_{j4}}(a_1), 1 \}.$$

Повторюємо описані вище кроки доти, доки не буде досягнута задана кількість ітерацій. Значення r_i відповідають мірі можливого прояву факторів ризику.

Для наведених вище показників x_j , $j = \overline{1, 12}$, за обраної системи вагових коефіцієнтів, правило переходу від значень показників ризикоутворюючих факторів до ваг термів лінгвістичної змінної набуває вигляду

$$p_i = r_i \sum_{j=1}^{12} \mu_{d_{ji}}, \quad i = \overline{1, 5}.$$

Обчисливши значення вагових коефіцієнтів термів лінгвістичної змінної W_k , обчислюємо значення самої змінної w як очікуване значення нечіткої величини

$$w = \sum_{i=1}^5 w_i = \sum_{i=1}^5 E \left[p_i \left(\sum_{j=1}^{12} d_j \right)_i \right] =$$

$$= \int_0^{\infty} Cr \left\{ p_i \left(\sum_{j=1}^{12} d_j \right)_i \geq 1 \right\} dr + \int_{-\infty}^0 Cr \left\{ p_i \left(\sum_{j=1}^{12} d_j \right)_i \leq 1 \right\} dr, \quad i = \overline{1, 5},$$

з використанням алгоритму нечіткого моделювання, що визначений такою послідовністю кроків [7]:

Крок 1. Задати значення $E = 0$.

Крок 2. Випадковим чином згенерувати числові послідовності $u_{1k}, u_{2k}, \dots, u_{jk}$ з множин ε -рівня d_{ji} та позначити $u_k = (u_{1k}, u_{2k}, \dots, u_{jk})$, $k = 1, 2, \dots, n$, відповідно, де ε – деяке мале число.

Крок 3. Покласти

$$a_i = p_i(u_1) \wedge p_i(u_2) \wedge p_i(u_3) \wedge \dots \wedge p_i(u_n),$$

$$b_i = p_i(u_1) \vee p_i(u_2) \vee p_i(u_3) \vee \dots \vee p_i(u_n).$$

Крок 4. Випадковим чином згенерувати число s_i з інтервалу $[a_i, b_i]$, де $a_i = \min_i a_i$, $b_i = \max_i b_i$.

Крок 5. Якщо $s_i \geq 0$, тоді $E_i \leftarrow E_i + Cr \{p_i(d_{ji}) \geq s_i\}$.

Крок 6. Якщо $s_i < 0$, тоді $E_i \leftarrow E_i - Cr \{p_i(d_{ji}) \leq s_i\}$.

Крок 7. Повторити кроки 4-6 R разів.

Крок 8. $E[p_i(d_{ji})] = a_i \vee 0 + b_i \wedge 0 + E_i \frac{b_i - a_i}{R}$.

Використовуючи табл. 1, розраховуємо значення функції належності $\mu_k(w)$ для w .

Висновки і пропозиції. Запропонований підхід дозволяє надати кількісну оцінку істинності експертного висновку про ризикованість реалізації ІТ-проекту. Суть підходу полягає в ідентифікації показників ризикованості ІТ-проекту, виділенні лінгвістичних змінних показників ризикоутворюючих факторів та формуванні правила переходу від значень лінгвістичних змінних до міри ризикованості реалізації проекту інформатизації. Розроблена нечітка модель може бути доповнена базою правил способів реагування на ризик залежно від міри можливого його прояву та правдоподібності.

Список літератури:

1. Бендиков М.А. Оценка реализуемости инновационного проекта. Менеджмент в России и за рубежом. 2001. № 2. С. 27-43.
2. Хрусталёв О.Е., Хрусталёв Ю.Е. Инструментальные методы оценки реализуемости наукоемкого инвестиционного проекта. Экономический анализ: теория и практика. 2011. № 27. С. 8-18.
3. Бульгина О.В. Анализ реализуемости инновационных проектов по созданию наукоемкой продукции: алгоритмы и инструменты. Прикладная информатика. 2016. Т. 11. № 4(64). С. 87-102.
4. Хрусталёв Е.Ю., Соколов Н.А., Хрусталёв О.Е. Концепция оценки и управления риском при реализации инновационных проектов создания интеллектуальной продукции. Экономический анализ: теория и практика. 2013. № 44. С. 2-13.
5. Хрусталёв Е.Ю., Стрельникова И.А. Институциональный метод повышения реализуемости наукоемких инвестиционных проектов. Экономический анализ: теория и практика. 2011. № 3. С. 2-8.
6. Коньшева Л.К., Назаров Д.М. Основы теории нечетких множеств: учебное пособие. СПб.: Питер, 2011. 192 с.
7. Лю Б. Теория и практика неопределенного программирования; пер с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. 416 с.

Выниченко Д.С., Орбидан Р.В., Егорова О.В.

Черкасский государственный технологический университет

НЕЧЕТКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНИВАНИЮ РИСКОВАННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ИНФОРМАТИЗАЦИИ

Аннотация

В статье рассматривается задача оценки рискованности реализации проектов информатизации. Разработана нечеткая модель оценки рискованности реализации ИТ-проекта. Приведены структурные элементы предложенной модели. Выделены лингвистические переменные. Сформировано правило определения рискованности реализации ИТ-проекта.

Ключевые слова: проект, риск, нечеткие, лингвистические, алгоритм.

Vynichenko D.S., Orbidan R.V., Yehorova O.V.

Cherkasy State Technological University

A FUZZY APPROACH TO RISK ASSESSMENT OF INFORMATICS PROJECTS IMPLEMENTATION

Summary

In this paper problem of risk assessment of informatics project implementation was considered. The fuzzy model of risk assessment of informatics project implementation was proposed. The structural elements of the proposed model were considered. Linguistic variables are selected. The rule of determining the risk of IT project implementation was formed.

Keywords: project, risk, fuzzy, linguistic, algorithm.