

УДК 65.012.2

О. С. МАРТИНЕНКО, Ю. Ю. ГУСЕВА, І. В. ЧУМАЧЕНКО

*Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Україна*

## ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА ПРОЦЕСІВ МОНІТОРИНГУ ТА КОНТРОЛЮ У ПРОЕКТАХ

*Проведено моделювання процесу формалізації нечітких зв'язків для забезпечення інформаційної підтримки методу моніторингу та контролю проекту, що засновано на співставленні ієрархічної структури робіт проекту з ієрархічною структурою вимог проекту, ієрархічною структурою ризиків проекту, ієрархічною структурою ресурсів проекту та організаційною структурою проекту. Побудовано функціональну модель процесу. Запропоновано використання результатів експертного оцінювання для побудови функцій належності. Проаналізовано методи побудови функцій належності, обґрунтовано використання методу статистичної обробки експертної інформації.*

**Ключевые слова:** експертне оцінювання, проект, функція належності, вимоги, зацікавлені сторони, моніторинг.

### Вступ та постановка завдання

Необхідність прийняття ґрунтовних рішень під час виконання процесів моніторингу та управління вимогами зацікавлених сторін є невід'ємною складовою управління проектом в цілому, яка, зокрема, визначає якість та успішність проекту.

Моніторинг і контроль проекту може здійснюватися різними способами, що зумовлює існування декількох відповідних моделей, наприклад:

- OIDSА (ontology-based intelligent decision support agent) – складається з трьох агентів, а саме: агента обробки природних мов, агента нечітких висновків та агента підтримки рішень [1, 2];

- ESSENCE и Alpha – основою є стратегія спілкування з робочою командою, основна увага приділяється людям, які беруть участь у розробці проекту та доставці продукту, що задовольняє вимогам клієнтів. Модель є розробкою OMG (Object Management Group) – організації, що відповідає за затвердження незалежних ІТ-стандартів [3];

- моделі, що засновано на подібності ІТ-проектів [4], моделі моніторингу і контролю для розподіленого проектного середовища [5].

Серед інструментальних технік найбільш поширеною залишається EVA (Earned Value Analysis) [6, 7], саме цей інструментарій реалізовано у більшості програмних засобів для управління проектами [8].

Відзначимо, що відомі моделі та методи моніторингу та контролю проекту не мають окремого інструменту для відстеження виконання вимог зацікавлених сторін проектів та програм.

У роботах [9, 10] запропоновано співставлення ієрархічної структури робіт проекту з ієрархічною структурою вимог проекту, ієрархічною структурою ризиків проекту, ієрархічною структурою ресурсів проекту та організаційною структурою проекту. Так, встановлюються відповідності «робота-вимога», «робота-ресурс», «робота-відповідальний», «робота-ризик» модель (4R & WS). Запропонований метод дозволяє відстежувати динаміку виконання проекту за факторами моделі (ризик, вимоги, ресурси, стейкхолдери, виконавці).

Практичне використання методу вимагає формалізації зазначених вище зв'язків. При цьому, якщо зв'язки «робота-відповідальний» та «робота-ресурс» можуть бути задані у явному вигляді, зв'язки «робота-ризик» та «робота-вимога» мають бути задані у нечіткому вигляді.

Метою даної статті є забезпечення інформаційної підтримки методу 4R & WS за допомогою побудови процесу формалізації нечітких зв'язків відповідної моделі.

### Основна частина

В теорії нечітких множин значну роль відіграє функція належності. Це основна характеристика нечіткого об'єкта, а всі операції з такими об'єктами здійснюються через операції з їх функціями належності. Визначення функції належності – це перша і дуже важлива стадія, що дозволяє потім оперувати нечіткими об'єктами [11].

Завдання побудови функції належності формулюють наступним чином [12]: є множина тер-

мів  $L = \{l_1, l_2, \dots, l_m\}$  та універсальна множина  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ . Нечітку множину  $\tilde{l}_j$ , що описує лінгвістичний терм  $l_j$ ,  $j = \overline{1, m}$  на універсальній множині  $U$  представлено як  $\tilde{l}_j = \left\{ \frac{\mu_{l_j}(u_1)}{u_1}, \frac{\mu_{l_j}(u_2)}{u_2}, \dots, \frac{\mu_{l_j}(u_n)}{u_n} \right\}$ . Необхідно визначити ступені належності елементів множини  $U$  до елементів множини  $L$ , тобто знайти  $\mu_{l_j}(u_i)$  для усіх  $j = \overline{1, m}$  та  $i = \overline{1, n}$ .

Як правило, функція належності будується або на основі статистичної інформації, або за участю експертів. У першому випадку функція належності має частотну інтерпретацію (ступінь належності приблизно дорівнює ймовірності події), у другому випадку ступінь належності приблизно дорівнює інтенсивності прояву деякої властивості [11].

Методи побудови функції належності поділяються на прямі і непрямі. У прямих методах ступінь належності визначається безпосередньо, або використовується набір стандартних графіків, а для визначення параметра залучаються експерти. У непрямих методах оцінки, що отримані від експерта, обробляються у відповідності до певного алгоритму, мета якого полягає в зниженні рівня суб'єктивності експертних оцінок.

Найбільш поширеними є методи, які засновано на статистичній обробці думок групи експертів та парних порівняннях [12-14]. Враховуючи те, що у визначенні взаємозв'язків моделі можуть брати участь декілька експертів, а також той факт, що обсяг даних для оцінювання може бути значним (це ускладнює використання шкали Сааті під час роботи експертів) вважаємо доцільним для досягнення поставленої мети використовувати метод статистичної обробки експертної інформації [13].

Розглянемо процес формалізації нечітких зв'язків на прикладі зв'язку «робота-вимога».

Кожен експерт визначає наявність взаємозв'язку роботи  $W_j$  та вимоги  $R_i$ . Форму опитування задано у табл. 1, приклад результатів опитування – у табл. 2.

Таблиця 1  
Форма опитування експертів

Вимоги/роботи	$W_1$	$W_2$	...	$W_n$
$R_1$				
$R_2$				
...				
$R_m$				

Якщо  $K$  – кількість експертів, то  $b_{i,j}^k$  – бінарна оцінка наявності взаємозв'язку між здійсненням роботи  $W_j$  та виконанням вимоги  $R_{ik}$ -го експерта:  $b_{i,j}^k \in \{0,1\}$ , де 1 вказує на наявність взаємозв'язку, 0 – на його відсутність.

Таблиця 2

Результати опитування експертів

Вимоги/роботи	$W_1$	$W_2$	$W_3$	$W_4$	$W_5$
Експерт 1					
$R_1$	1	0	1	0	0
$R_2$	0	1	0	1	1
$R_3$	1	0	1	0	0
$R_4$	0	1	0	1	0
Експерт 2					
$R_1$	1	0	0	0	0
$R_2$	0	1	0	1	1
$R_3$	1	0	0	0	0
$R_4$	0	0	1	1	0
Експерт 3					
$R_1$	1	0	1	0	0
$R_2$	0	1	0	0	1
$R_3$	1	0	1	0	0
$R_4$	0	0	1	1	0
Експерт 4					
$R_1$	1	0	1	0	0
$R_2$	0	1	0	1	0
$R_3$	1	0	1	0	0
$R_4$	0	1	0	1	0

За результатами опитування експертів ступені належності нечіткої множині  $R_i(W_j)$  – «робота  $W_j$  визначає виконання вимоги  $R_i$ » – визначаються так:

$$\mu_{R_i}(W_j) = \frac{1}{K} \sum_{k=1, K} b_{i,j}^k. \quad (1)$$

Результати обробки думок експертів представлено у табл. 3 та на рис. 1. Для кожної вимоги  $R_i$  перша строчка таблиці містить інформацію щодо кількості голосів експертів, які позначили відповідність роботи  $W_j$  нечіткій множині  $R_i(W_j)$ . Друга строчка – ступені належності, розраховані за формулою (1). На рис. 1 представлено графічну інтерпретацію функції належності нечіткої множини «робота  $W_j$  визначає виконання вимоги  $R_i$ ».

Для більш точної оцінки ступеня впливу певної роботи на виконання вимоги  $R_i$  пропонується проводити оцінювання за шкалою, яка вербально характеризує ступінь впливу.

Таблиця 3  
Результати обробки думок експертів

Вимоги/роботи	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>5</sub>
R <sub>1</sub>	4	0	3	0	0
	1	0	0,75	0	0
R <sub>2</sub>	0	4	0	3	3
	0	1	0	0,75	0,75
R <sub>3</sub>	4	0	3	0	0
	1	0	0,75	0	0
R <sub>4</sub>	0	2	2	4	0
	0	0,5	0,5	1	0

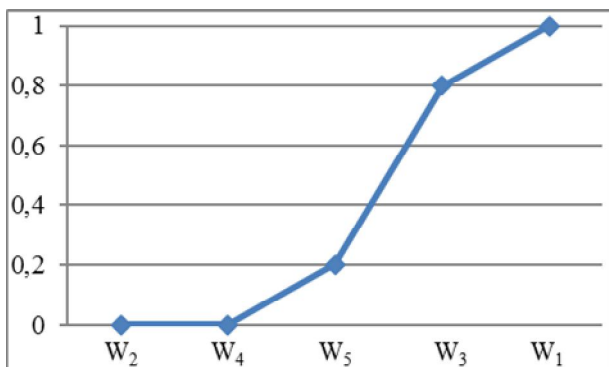


Рис. 1. Функція належності нечіткої множині R<sub>1</sub>(W<sub>j</sub>)

В табл. 4 представлено приклад результатів опитування експертів, у якому використовувалась наступна семантична шкала: «не впливає» - «слабкий вплив» - «середній вплив» - «сильний вплив».

Таблиця 4  
Результати опитування з використанням семантичної шкали для вимоги R<sub>i</sub>

Вимоги/роботи	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>5</sub>
Експерт 1					
не впливає	1				
слабкий вплив		1	1		
середній вплив					
сильний вплив				1	1
Експерт 2					
не впливає					
слабкий вплив	1		1		
середній вплив		1		1	
сильний вплив					1
Експерт 3					
не впливає	1				
слабкий вплив					
середній вплив		1	1		
сильний вплив				1	1
Експерт 4					
не впливає	1				
слабкий вплив		1			
середній вплив			1		
сильний вплив				1	1

У такому разі ступені належності нечіткої множині «робота W<sub>j</sub> визначає виконання вимоги R<sub>i</sub>» визначаються так:

$$\mu R_{li}(W_j) = \frac{1}{K} \sum_{k=1, K} b_{li,j}^k, \quad (2)$$

де K – кількість експертів,

$b_{li,j}^k$  – бінарна оцінка належності роботи W<sub>j</sub> нечіткій множині «не впливає» («слабкий вплив», «середній вплив», «сильний вплив») для вимоги R<sub>i</sub>, k-го експерта:  $b_{li,j}^k \in \{0,1\}$ , де 1 вказує на наявність взаємозв'язку, 0 – на його відсутність;

$l = \overline{1,4}$  – номер елемента семантичної шкали «не впливає» - «слабкий вплив» - «середній вплив» - «сильний вплив».

Результати обробки думок експертів представлено у табл. 5.

Таблиця 5  
Результати обробки думок експертів з використанням семантичної шкали для вимоги R<sub>i</sub>

Вимоги/роботи	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>5</sub>
не впливає	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00
слабкий вплив	0,25	0,50	0,50	0,00	0,00
середній вплив	0,00	0,50	0,50	0,25	0,00
сильний вплив	0,00	0,00	0,00	0,75	1,00

Таким чином, можна задати процес формалізації нечітких зв'язків 4R & WS так (функціональну модель процесу представлено на рис. 2):

1. Формування експертної групи. В рамках даного дослідження припускаємо, що експертна група формується в межах команди проекту, але в окремих випадках можуть бути залучені зовнішні експерти. Щодо кількості експертів, доцільно визначити її із заданою довірчою ймовірністю  $\alpha$  і похибкою  $\epsilon$  використовуючи рекомендації [15, 16]:

$$K = \frac{t_{\alpha}^2 S^2}{\epsilon^2}, \quad (3)$$

де S – середньоквадратичне відхилення оцінки;

$t_{\alpha}$  – табличне значення аргументу.

Якщо можливість визначити S відсутня, рекомендується задавати не абсолютну похибку  $\epsilon$ , а відносну  $\epsilon_1$ , виражену в частках від S (навіть якщо S невідомо):

$$K = \frac{t_{\alpha}^2}{\epsilon_1^2}. \quad (4)$$



Рис. 2. Функціональна модель процесу формалізації нечітких зв'язків 4R & WS у нотатції «Процедура»

2. Формування ієрархічних структур робіт, вимог, ризиків, ресурсів проекту та організаційної структури проекту. В рамках запропонованого методу [9] рекомендовано матричну форму представлення інформації.

3. Формування матриць/анкет для експертного опитування. Матриці встановлюють зв'язки «робота-вимога», «робота-ресурс», «робота-відповідальний», «робота-ризик», якщо вони задаються в нечіткому вигляді.

4. Проведення експертного опитування.

5. Обробка результатів експертного опитування.

## Висновки

Розроблено забезпечення інформаційної підтримки методу 4R & WS [9] за допомогою побудови процесу формалізації нечітких зв'язків відповідної моделі. Використання методу дає змогу відстежувати динаміку виконання проекту за факторами моделі 4R & WS, що, зокрема, надаватиме інформацію щодо ресурсного та ризикового навантаження вимог стейкхолдерів проекту і дозволить приймати обгрунтовані рішення щодо стратегій взаємодії з зацікавленими сторонами проекту.

## Література

1. Siju, H. L. Survey of Models and Tools for Project Monitoring and Control [Text] / H. L. Siju, P. Patel // *International Journal of Science Technology & Engineering*. – 2017. – №3 (10). – P. 19-24.
2. Ontology-based intelligent decision support agent for CMMI project monitoring and control [Text] / C. S. Lee, M. H. Wang, J. J. Chen, and C. Y. Hsu // *Annu. Conf. North Am. Fuzzy Inf. Process. Soc.-NAFIPS*. – 2006. – №48. – P. 627-631.
3. Morales-Trujillo, M. E. Using ESSENCE ALPHAs in a CMMI level 5 software development organization [Text] / M. E. Morales-Trujillo, H. Oktaba, M. J. Orozco // *Federated Conference on Computer Science and Information Systems*. – 2016. – №8. – P. 1531-1538.
4. Barreto, A. O. S. Analyzing the similarity among software projects to improve software project monitoring processes [Text] / A. O. S. Barreto, A. R. Rocha // *Proc. 7th Int. Conf. Qual. Inf. Commun. Technol. QUATIC*. – 2010. – P. 441-446.
5. de Souza, V. F. Model for monitoring and control of software production in distributed projects [Text] / V. F. de Souza, A. L'Erario, J. A. Fabri // *10th Iber. Conf. Inf. Syst. Technol.* – P. 1-6.
6. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Fifth Edition* [Text]. – Newtown Square, Pa.: Project Management Institute, Inc., 2013. – 614 p.
7. *Practice Standard for Earned Value Management* [Text]. – Newtown Square, Pa.: Project Management Institute, Inc., 2005. – 56 p.
8. Hazir, O. A review of analytical models, approaches and decision support tools in project monitoring and control [Text] / O. Hazir // *International Journal of Project Management*. – 201. – №33(4). – P. 808-815
9. Гусєва, Ю. Ю. Матрична модель 4R&WS для класифікації стейкхолдерів проекту [Текст] / Ю. Ю. Гусєва, О. С. Мартиненко, І. В. Чумаченко // *Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ": зб. наук. пр. Сер.: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами*. – Харків: НТУ "ХПІ", 2017. – № 2 (1224). – С. 18-22.
10. Гусєва, Ю. Ю. Процесний підхід до моделювання і моніторингу вимог зацікавлених сторін [Текст] / Ю. Ю. Гусєва, О. С. Мартиненко, І. В. Чумаченко // *Інформаційні технології та інновації в економіці, управлінні проектами і програмами / за заг. ред. В. О. Тимофєєва, І. В. Чумаченко*. – Х. : ХНУРЕ, 2016. – С. 289-296
11. Кауд, В. А. А. Методы построения функций принадлежности нечетких множеств [Текст] / В. А. А. Кауд // *Известия ЮФУ. Технические науки*. – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет», 2013. – № 2 (139). – С. 144-153.

12. Штовба, С. Д. Побудова функцій належності нечітких множин за кластеризацією експериментальних даних [Текст] / С. Д. Штовба // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2006. – № 2. – С. 92–95.

13. Штовба, С. Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику [Электронный ресурс] / С. Д. Штовба. – Режим доступа <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/index.php>. – 08.08.2017 г.

14. Мирончук, Ю. В. Побудова функцій належності нечітких множин, які відповідають кількісним експертним оцінкам фізичних величин [Текст] / Ю. В. Мирончук, О. М. Купріненко // Системи обробки інформації. – 2017. – № 1. – С. 93–97.

15. Ирзаев, Г. Х. Экспертные методы управления технологичностью промышленных изделий [Текст] / Г. Х. Ирзаев. – М. : Инфра-Инженерия, 2010. – 192 с.

16. Карташов, М. В. Імовірність, процеси, статистика [Текст] / М. В. Карташов – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. – 494 с.

## References

1. Siju, H. L. Patel, P. Survey of Models and Tools for Project Monitoring and Control. *International Journal of Science Technology & Engineering*, 2017, no. 3(10), pp. 19-24.

2. Lee, C. S., Wang, M. H., Chen, J. J., Hsu C. Y. Ontology-based intelligent decision support agent for CMMI project monitoring and control. *Annu. Conf. North Am. Fuzzy Inf. Process. Soc.-NAFIPS*, 2006, no. 48, pp. 627 – 631.

3. Morales-Trujillo, M. E., Oktaba, H., Orozco, M. J. Using ESSENCE ALPHAs in a CMMI level 5 software development organization. *Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, 2016, vol. 8, pp. 1531–1538.

4. Barreto, A. O. S., Rocha, A. R. Analyzing the similarity among software projects to improve software project monitoring processes. *Proc. 7th Int. Conf. Qual. Inf. Commun. Technol. QUATIC*, 2010, pp. 441–446.

5. de Souza, V. F., L'Erario, A., Fabri, J. A. Model for monitoring and control of software production in distributed projects. *10th Iber. Conf. Inf. Syst. Technol.*, 2015, pp. 1–6.

6. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Fifth Edition*. Newtown Square, Pa., Project Management Institute, Inc., 2013. 614 p.

7. *Practice Standard for Earned Value Management*. Newtown Square, Pa., Project Management Institute, Inc., 2005. 56 p.

8. Hazir, O. A review of analytical models, approaches and decision support tools in project monitoring and control. *International Journal of Project Management*, 2014, no. 33(4), pp. 808-815.

9. Husyeva, Yu. Yu., Martynenko, O. S., Chumachenko, I. V. Matrychna model' 4R & WS dlya klasyfikatsiyi steykholderiv proektu [Matrix Model 4R & WS for the classification of the project stakeholders]. *Visnyk Nats. tekhn. un-tu "KhPI": zb. nauk. pr. Ser.: Stratehichne upravlinnya, upravlinnya portfelyamy, prohramamy ta proektamy*, 2017, no. 2 (1224), pp. 18-22. (In Ukrainian).

10. Husyeva, Yu. Yu., Martynenko, O. S., Chumachenko, I. V. Protsesnyy pidkhid do modelyuvannya i monitorynhu vymoh zatsikavlenykh storin [Process approach to modeling and monitoring of stakeholder requirements]. *Informatsiyi tekhnolohiyi ta innovatsiyi v ekonomitsi, upravlinni proektamy i prohramamy*, 2016, pp. 289-296. (In Ukrainian).

11. Kaid, V. A. A. Metody postroeniya funktsii prinadlezhnosti nechetkikh mnozhestv [Methods construction membership function of fuzzy sets]. *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki*, 2013, no. 2 (139), pp. 144-153. (In Russian).

12. Shtovba, S. D. Pobudova funktsiy nalezhnosti nechitkykh mnozhyn za klasteryzatsiyeyu eksperymental'nykh danykh [Construction of fuzzy set membership functions by clustering experimental data]. *Informatsiyi tekhnolohiyi ta komp'yuterna inzheneriya*, 2006, no. 2, pp. 92–95. (In Russian).

13. Shtovba, S. D. Vvedenie v teoriyu nechetkikh mnozhestv i nechetkuyu logiku [Introduction to the theory of fuzzy sets and fuzzy logic]. Available at: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/index.php> (accessed 08.08.2017). (In Russian).

14. Myronchuk, Yu. V. Kuprinenko, O. M. Pobudova funktsiy nalezhnosti nechitkykh mnozhyn, yaki vidpovidayut' kil'kisnym ekspertnym otsinkam fizychnykh velychyn [Construction of membership functions of fuzzy sets that correspond to quantitative expert estimates of physical quantities]. *Systemy obrobky informatsiy*, 2017, no. 1, pp. 93-97. (In Russian).

15. Irzaev, G. Kh. Ekspertnye metody upravleniya tekhnologichnost'yu promyshlennykh izdelii [Expert methods of control of manufacturability of industrial products], Moscow, Infra-Inzheneriya Publ., 2010. 192 p. (In Russian).

16. Kartashov, M. V. Imovirnist', protsesy, statystyka [Implicitness, processes, statistics], Kiev, Vydavnycho-polihrafichnyy tsentr «Kyyivs'kyy universytet» Publ., 2008. 494 p. (In Russian).

*Поступила в редакцію 8.08.2017, рассмотрена на редколлегии 14.09.2017*

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕССОВ МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ В ПРОЕКТАХ

*А. С. Мартыненко, Ю. Ю. Гусева, И. В. Чумаченко*

Проведено моделювання процесу формалізації нечітких зв'язей для забезпечення інформаційної підтримки методу моніторингу і контролю проекту, ґрунтованого на сопоставленні ієрархічної структури робіт проекту з ієрархічною структурою вимог проекту, ієрархічною структурою ризиків проекту, ієрархічною структурою ресурсів проекту і організаційною структурою проекту. Побудована функціональна модель процесу. Предложено використання результатів експертного оцінювання для побудови функцій приналежності. Проаналізовані методи побудови функцій приналежності, обґрунтовано використання методу статистическої обробки експертної інформації.

**Ключевые слова:** експертна оцінка, проект, функція приналежності, вимоги, заінтересовані сторони, моніторинг.

## INFORMATION SUPPORT FOR MONITORING AND CONTROL PROCESSES IN PROJECTS

*O. S. Martynenko, Yu. Yu. Husieva, I. V. Chumachenko*

The need to make grounded decisions while monitoring and managing the requirements of stakeholders is an integral part of the project management as a whole, which, in particular, determines the quality and success of the project. Known models and methods of project monitoring and control do not have a separate tool for monitoring the fulfillment of the requirements of stakeholders in projects and programs. Earlier authors suggested a model of juxtaposition of the hierarchical structure of the project with the hierarchical structure of the project requirements, the hierarchical structure of the project risks, the hierarchical structure of the project resources, and the organizational structure of the project. Thus, the "work-requirement", "work-resource", "work-responsible", "work-risk" model (4R & WS) was established. The proposed method allows tracking the dynamics of project implementation by factors of the model (risks, requirements, resources, stakeholders, executors). The practical use of the method requires the formalization of the above relationships. If the relationship between "work-responsible" and "work-resource" can be specified explicitly, the links between "work-and-risk" and "work-requirement" should be given in the fuzzy form. The purpose of this article is to provide informational support for the 4R & WS method by constructing a process for formalizing fuzzy connections of the corresponding model. The process of formalization of fuzzy relationships was carried out to provide information support for the project monitoring and control method based on the comparison of the hierarchical structure of project activities with the hierarchical structure of project requirements, the hierarchical structure of project risks, the hierarchical structure of project resources, and the organizational structure of the project. A functional model of the process is constructed. The use of the results of expert evaluation for the construction of membership functions is suggested. The methods of constructing membership functions are analyzed; the use of the method of statistical processing of expert information is justified.

**Keywords:** expert evaluation, project, membership function, requirements, stakeholders, monitoring.

**Мартиненко Олександр Сергійович** – аспірант кафедри управління проектами в міському господарстві і будівництві, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, Україна, e-mail: asmartynenko@gmail.com.

**Гусева Юлія Юріївна** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри управління проектами в міському господарстві і будівництві, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, Україна, e-mail: yulia.guseva@kname.edu.ua.

**Чумаченко Ігор Володимирович** – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри управління проектами в міському господарстві і будівництві, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, Україна, e-mail: ivchumachenko@gmail.com.

**Martynenko Oleksandr Serhiyovych** – Ph.D.-student at the Department of Project management in urban economy and construction, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv, Ukraine, e-mail: osmartynenko.progress@gmail.com.

**Husieva Yuliia Yuriivna** – Ph.D., Associate Professor at the Department of Project management in urban economy and construction, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv, Ukraine, e-mail: yulia.guseva@kname.edu.ua.

**Chumachenko Igor Volodymyrovych** – Doctor of Science on Engineering, Professor, Head of the Department of Project management in urban economy and construction, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv, Ukraine, e-mail: ivchumachenko@gmail.com.