

DOI: 10.32347/2076-815X.2024.85.211-223

УДК 69.5:630:686

Жалдак Р.Ю.,

zhaldak.ry@knuba.edu.ua, ORCID:0000-0002-6139-1506,  
Київський національний університет будівництва і архітектури

## ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ БАЗИС ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ВИКОНАВЦІВ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

*Практично кожен проект являє собою ітераційний процес, що включає уточнення, перегляд рішень, зміни архітектурних і конструктивних рішень, а також способів виготовлення конструкцій і зведення будівлі. Цифрові технології в управлінні будівництвом також включають віртуальну реальність (VR) і розширену реальність (AR). Використання VR та AR дозволяє візуалізувати будівельні проекти перед їх фізичним втіленням. Таким чином, інтегроване рішення, при якому здійснюється візуально-графічна дефрагментація життєвого та операційно-виробничого циклу будівельного проекту із застосуванням засад та прикладних інструментів цифровізації, представлених як Fuzzy-модель, дозволяє створювати або редагувати модель на будь-якому етапі, є найбільш близьким до дійсності і призводить до скорочення часу між проектною та будівельною фазою життя будівельного об'єкта. Оскільки управління проектом тісно пов'язане з процесами прийняття рішень, рішення приймаються в умовах визначеності (результат рішення відомий), ризику (можливо настання події і може бути зроблена певна оцінка), невизначеності (ймовірність). а наслідки події передбачити неможливо). Розроблено метод управління будівельним проектом на основі нечіткої логіки, який дає можливість оцінити як проміжний стан реалізації проекту за окремими його параметрами, так і прогнозувати результат проекту за змінного середовища. Побудова нечіткої моделі системи управління проектами базується на формальному представленні характеристик об'єкта в термінах лінгвістичних змінних. У системі керування вхідні та вихідні змінні системи розглядаються як лінгвістичні змінні. Метою управління є визначення значень керуючих змінних (входів), реалізація яких забезпечує бажану поведінку або бажаний стан проекту як об'єкта управління. Аналітика проектів у реальному часі є основним джерелом інформації для прийняття рішень. яка дозволяє продуктивно структурувати завдання оцінювання надійності виконавців будівельних робіт та сформувати його регламент для певного будівельного підприємства з унікальною операційно-виробничою специфікою.*

*Ключові слова: будівельне підприємство; трансформація операційної системи; організація будівництва; інформаційне моделювання в будівництві; нечітка логіка; надійність виконавців будівельного проекту.*

**Постановка проблеми.** В інвестиційно-будівельній діяльності економічно розвинутих країн світу поступово відбуваються структурні зміни, в основі яких є зміщення фокусу з процесу проектування та будівництва на ефективне планування управління усім життєвим циклом об'єкта як комплексу послідовних за змістом і часом етапів (періодів) існування об'єкта будівництва - від концепції його створення (вишукування, проектування, будівництва) до припинення експлуатації (ліквідації), включаючи повторне використання його частин (елементів) за новим призначенням. Будівельна галузь України має ряд взаємопов'язаних проблем, однією з яких є відсутність системного процесу створення та обміну цифровою інформацією. Роздробленість, хаотичність, непрозорість даних звужують аналітичні можливості для пошуку і прийняття стратегічних рішень та оцінки їх кінцевого ефекту, а також створюють бар'єри для системного впровадження нових методів та сучасних технологій у галузі в цілому.

На сьогодні в будівельній галузі є такі проблеми, які потребують розв'язання:

- значна ресурсоемність процесу будівництва;
- неефективність управління процесами проектування, будівництва, експлуатації, зокрема внаслідок низького рівня комунікації між учасниками зазначених процесів;
- неефективне використання матеріальних ресурсів, спрямованих на будівництво, зокрема використання сировини та супутньої будівельної продукції, що не має повторного використання;
- відсутність підходів щодо ефективного управління життєвим циклом об'єктів як комплексу послідовних за змістом і часом етапів (періодів) існування об'єкта будівництва - від концепції його створення (вишукування, проектування, будівництва) до припинення експлуатації (ліквідації), включаючи повторне використання його частин (елементів) за новим призначенням;
- застарілість нормативного забезпечення у будівництві, що не відповідає сучасному рівню технологій будівництва;
- суттєве споживання у будівельному секторі енергії, виробленої з викопних видів палива (з невідновлюваних джерел), що призводить до значного забруднення навколишнього природного середовища;
- аварійність об'єктів, що експлуатуються [14].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз найкращого світового та європейського досвіду свідчить, що на сьогодні до найбільш прогресивних цифрових технологій у будівництві можна віднести цифрові технології будівельного інформаційного моделювання, які передбачають сучасний підхід до управління цифровою інформацією, що застосовується у галузі будівництва та містобудування і ґрунтується на використанні спільного цифрового представлення об'єкта, для сприяння процесам проектування, будівництва та експлуатації з метою створення надійної основи для прийняття рішень.

Суть цифрових технологій полягає у розробленні та спільному використанні будівельної інформаційної моделі об'єкта будівництва, що представляє собою набір структурованих і неструктурованих інформаційних контейнерів (наборів даних) у рамках цілісної інформаційної системи, що містять необхідні геометричні, фізичні, функціональні та інші характеристики об'єкта, на основі яких розробляється документація, що супроводжує життєвий цикл об'єкта (проектна та кошторисна документація, рекомендації щодо експлуатації).

Питання щодо визначення ролі та сутності цифровізації у забезпеченні здійснення трансформації бізнес-процесів та досвід впровадження різноманітних ІТ-платформ розкрито у працях багатьох вітчизняних науковців та зарубіжними вченими, такими як: Zaini Z., Saad A. [1], Gross, S., Stelzl, K., Grisold, T., Mendling, L., Reoglinger, M., Brocke, J. [2], Xiang, J.; Archer, N.; Detlor, B. [3], Wang J. G., Jhang J.-Y., Tang K.-H., Huang C.-K. та ін. Тематика впливу процесу цифрової трансформації операційних систем підприємств будівельної галузі та моделі організації будівництва досліджували вітчизняні науковці та практики: А.О. Білощицький, С.Д. Бушуєв [13], Т.А. Гончаренко [5;6], П.М. Куліков [6], І.С. Івахненко [5], О.М. Малихіна [8], В.О. Поколенко, Г.М. Рижаква [9], Р.В. Трач [12], О.А. Тугай [10], Ю.А. Чуприна [5], Д.О. Чернишев та ін.

**Метою статті** є побудова нечіткої моделі для оцінки надійності виконавців будівельного проекту.

**Виклад основного матеріалу.** Для проекту, як об'єкта управління в умовах невизначеності зовнішнього середовища, характерні зміни; обмеження кінцевої мети, тривалості, бюджету та необхідних ресурсів; новизна для компанії, яка реалізує проект, і для ринку очікуваного попиту на створений у проекті продукт або послугу; складність, тобто велика кількість факторів, які прямо чи опосередковано впливають на реалізацію та результати проекту тощо [11]. Існує багато методів аналізу зовнішнього середовища проекту та його впливу на реалізацію проекту. Але оскільки поява будь-якого зовнішнього фактора характеризується невизначеністю, Перевагами нечітких систем перед

іншими є: - можливість роботи з нечітко визначеними вхідними даними: наприклад, значеннями, які постійно змінюються в часі (динамічні завдання), значеннями, які неможливо визначити без двозначності (результати статистичних опитувань, рекламних кампаній тощо); - можливість нечіткої формалізації критеріїв оцінки та порівняння: функціонування з критеріями «більшість», «можливе», «переважаюче» тощо; ; - здатність проводити якісні оцінки як вхідних даних, так і вихідних результатів: керівник проекту використовує не тільки фактичні значення даних, а й ступінь їх вірогідності та їх розподіл; - можливість швидкого моделювання складних динамічних систем та їх порівняльного аналізу із заданим ступенем точності: робота за принципами поведінки системи, описаної нечіткими методами, з одного боку, не витрачає багато часу на пошук точних значень змінні та складання рівнянь для їх опису. По-друге, ви можете оцінити різні варіанти вихідних значень. Стан будь-якої складової проекту або фактора, що впливає на його виконання, можна представити у вигляді системи нечітких логічних виразів. Кожне твердження можна оцінити за ступенем нечіткої істинності. Кожне з цих тверджень можна описати відношеннями множин лінгвістичних нечітких змінних.

Оцінка надійності підрядників будівельних проектів передбачає оцінку різних параметрів і факторів, які дозволять у першому наближенні переконатися, що обраний підрядник здатний успішно виконати проект. За методом експертних оцінок на основі відкритого анкетування працівників проектних, підрядних підприємств, девелоперських компаній (усього 12 фахівців) виокремлено ряд факторів, які зазвичай враховуються при оцінці надійності виконавців будівельних проектів та можуть бути описані як числовими параметрами, так і лінгвістичними змінними, а саме:

1. *Досвід роботи у аналогічних проектах.* Така вимога є обов'язковою при участі підрядних підприємств у тендерах, де компанії мають не тільки вказати свій досвід, але і надавати підтвердження участі (акти виконаних робіт, договори минулих років тощо). При цьому враховується складність і розмір проекту, а також ступінь участі підрядника – обсяг виконаних робіт. Замовники ретельно вивчають дотримання графіків виконання робіт і перевищення бюджету (наявність додаткових угод та їх обсяг) у минулих проектах.

2. *Аналіз фінансового стану компанії.* Фінансова стабільність підрядника та здатність ефективно управляти фінансами проекту у межах наявного бюджету є важливим чинником надійності виконавця, оскільки відображає його здатність забезпечити виконання зобов'язань.

3. *Дотримання правил охорони праці та безпеки на будівельному майданчику.* Оцінюють історію нещасних випадків, штрафів за недотримання

правил безпеки підрядника та дотримання стандартів безпеки при участі у попередніх проектах. Також оцінюють політику безпеки підрядника, наявність страхового покриття, включаючи загальну відповідальність, компенсацію працівникам і будь-які конкретні покриття, пов'язані з проектом.

4. *Якість роботи.* Ці параметри також оцінюються при опитуванні замовників минулих проектів, виїздах на об'єкти для оцінювання якості виконаних робіт, матеріалів, дотримання норм і стандартів. *Наявність дозволів на виконання робіт, сертифікатів і ліцензій.* Ця умова також була визначена експертами, як ключова для оцінювання надійності виконавців. *Оцінка тендерних пропозицій.* Для оцінювання надійності підрядника варто звертати увагу на ретельність розрахунків, його питання та уточнення щодо проекту, точність оцінки вартості, графік проекту та технологію виконання робіт.

5. *Кваліфікація персоналу.* Оцінюється кваліфікація і досвід управлінської команди, яка задіяна у проекті, комунікативні навички підрядника та навички співпраці, оскільки ефективне спілкування має вирішальне значення для успішного виконання проекту. Також оцінюється кваліфікація ключових виконавців робіт.

Задля побудови нечіткої моделі для оцінки надійності виконавців проекту необхідно визначити її головні системо утворюючі елементи - правила, кількість та тип функцій для кожної із перелічених вище змінних моделі, параметри вихідних функцій, логічні оператори (та/або) тощо (рис.1).

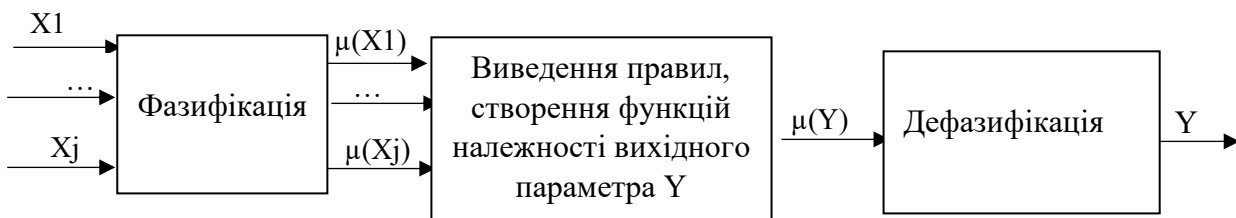


Рис.1. Алгоритм визначення надійності виконавців будівельних робіт.

У загальному випадку механізм нечіткого логічного висновку містить такі етапи: введення нечіткості (фазифікація), нечіткий висновок, композицію і приведення до чіткості (дефазифікація). Вирішення даної задачі пропонується здійснити за допомогою побудови економіко-математичної моделі.

В результаті аналізу вище наведених чинників, які мають вплив на оцінювання надійності підрядника, експертами запропоновано використовувати наступні лінгвістичні змінні для факторів, що впливають на надійність виконавця будівельних проектів:

1) «Досвід роботи у аналогічних проектах» («Experience»). Для цієї змінної будемо використовувати терм-множину, яка вимірюється у двополярній шкалі:  $T1 = \{\text{"недостатній"}, \text{"достатній"}\}$

2) «Якість» («Quality»). Будемо використовувати терм-множину:

$T5 = \{\text{"низька"}, \text{"середня"}, \text{"висока"}\}$ .

4) «Аналіз фінансового стану компанії» («Financialcondition»). Будемо використовувати множину:  $T2 = \{\text{"нестабільний"}, \text{"стабільний"}, \text{"високий рівень фінансової стійкості"}\}$ .

4) «Дотримання правил охорони праці та безпеки на будівельному майданчику» («securitylevel»). Будемо використовувати терм-множину:  $T4 = \{\text{"низька"}, \text{"середня"}, \text{"висока"}\}$ .

5) «Кваліфікація персоналу» («6. Personnelqualification»). Будемо використовувати терм-множину:  $T6 = \{\text{"низька"}, \text{"достатня"}, \text{"надмірна"}\}$ .

Методом побудови функцій належності обрано метод, використаний у роботі [6] для оцінювання якості проектних рішень. Зазначений методичний підхід ґрунтується на визначенні частоти кожного чинника, визначеної на основі статистичної обробки відповідей експертів за кожною із терм-множин і може бути використано для визначення надійності підприємств-виконавців будівельних робіт. При цьому кожен експерт заповнює анкету, у якій вказує власну думку щодо характеристик кожного з елементів терм-множин 1-6. Експерти надавали відповіді за дуальною системою оцінювання, де «1» - наявність параметру відповідної множини на думку даного експерта, а «0» - відсутність (табл.1). Після цього усі оцінки експертів оброблялись, узагальнювались і ступені належності нечіткій множині запропоновано рахувати за формулою [6]

$$\mu_i(l_i) = \frac{1}{N} \sum_{n=1, N} r_{ji}^n, i = \overline{1, m}, \quad (1)$$

де  $N$  – кількість експертів,  $r_{ji}^n$  – думка кожного із  $N$  експертів ( $n = \overline{1, N}$ ) про можливість віднесення окремого елемента  $l_i$  до відповідної терм-множини на основі аналізу їх параметрів.

Досвід роботи у аналогічних проектах «Досвід роботи у аналогічних проектах» («Insimilarprojectsexperience»). Для цієї змінної будемо використовувати терм-множину, яка вимірюється у двополярній шкалі:  $T1 = \{\text{"недостатній"}, \text{"достатній"}\}$

1. Досвід роботи у аналогічних проектах. Така вимога є обов'язковою при участі підрядних підприємств у тендерах, де компанії мають не тільки вказати свій досвід, але і надавати підтвердження участі (акти виконаних робіт, договори минулих років тощо). При цьому враховується складність і розмір проекту, а також ступінь участі підрядника – обсяг виконаних робіт. Замовники

ретельно вивчають дотримання графіків виконання робіт і перевищення бюджету (наявність додаткових угод та їх обсяг) у минулих проектах.

Аналогічним чином визначаються функції належності для інших факторів, що впливають на надійність підприємства-виконавця будівельних робіт.

Отже функція належності до терму «Досвід роботи в аналогічних проектах» має вигляд:

$$\mu(x_1) = \begin{cases} 0, & x \leq a; \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b; \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c; \\ 0, & c \leq x. \end{cases}$$

Пропонується здійснити групування чинників у два блоки за наступними параметрами – перші два – репутаційні фактори, враховують досвід і якість вже виконаних робіт підприємством-виконавцем будівельних робіт. Ці чинники мають ретроспективний характер, проте вони є надзвичайно важливими при прийнятті рішень щодо оцінювання надійності учасників будівництва. Відповідно перший блок містить  $2 \times 3 = 6$  правил нечіткого логічного висновку, які дозволяють визначати репутацію підприємства. Отже до першої групи чинників належать «Досвід роботи у аналогічних проектах» («Experience») та «Якість» («Quality»), які разом впливають на проміжну змінну «Репутація» ("Reputation"). Використовуємо наступні висновки = {"негативна", "двозначна", "позитивна"}.

Таблиця 1

Система правил нечіткого логічного висновку  
для проміжного чинника «Репутація»

№	Formula	result
1	If (x <sub>1</sub> is nsuff) and (x <sub>2</sub> is low) then (x <sub>5</sub> is out1mf1)	negative
2	If (x <sub>1</sub> is insuff) and (x <sub>2</sub> is medium) then (x <sub>5</sub> is out1mf2)	ambiguous
3	If (x <sub>1</sub> is insuff) and (x <sub>2</sub> is high) then (x <sub>5</sub> is out1mf3)	positive
4	If (x <sub>1</sub> is suff) and (x <sub>2</sub> is low) then (x <sub>5</sub> is out1mf4)	negative
5	If (x <sub>1</sub> is suff) and (x <sub>2</sub> is medium) then (x <sub>5</sub> is out1mf5)	positive
6	If (x <sub>1</sub> is suff) and (x <sub>2</sub> is hight) then (x <sub>5</sub> is out1mf6)	positive

Нечітка модель представлена на рис. 2. До чинників другого блоку належать "Фінансовий стан компанії" ("Financial condition"), дотримання правил охорони праці та безпеки на будівельному майданчику ("securitylevel"), «Кваліфікація персоналу» («Personnel qualification»), а також проміжна змінна «Репутація» ("Reputation").

Другий блок – враховує наявний запас надійності, оскільки включає у себе оцінювання потенційних правил, процедур, фінансової політики компанії тощо та містить, крім потенційних і репутаційну складову, а отже складає  $3 \times 3 \times 3 \times 3 = 81$  правило нечітких висновків (табл. 2).

Таблиця 2

Система правил нечіткого логічного висновку для чинника «Надійність виконавця» з урахуванням репутаційної складової (фрагмент)–

№	Formula	result
1	If (x <sub>1</sub> is negative) and (x <sub>2</sub> is low1) and (x <sub>3</sub> is low1) and (x <sub>4</sub> is insuff1) then (x <sub>5</sub> is out1mf1)	low
2	If (x <sub>1</sub> is negative) and (x <sub>2</sub> is low1) and (x <sub>3</sub> is hight2) and (x <sub>4</sub> is suf2) then (x <sub>5</sub> is out1mf4)	2.315
3	If (x <sub>1</sub> is negative) and (x <sub>2</sub> is low1) and (x <sub>3</sub> is hight2) and (x <sub>4</sub> is insuff1) then (x <sub>5</sub> is out1mf5)	0.613
4	If (x <sub>1</sub> is negative) and (x <sub>2</sub> is aver2) and (x <sub>3</sub> is hight2) and (x <sub>4</sub> is insuff1) then (x <sub>5</sub> is out1mf7)	0.9855
5	If (x <sub>1</sub> is low1) and (x <sub>2</sub> is hight3) and (x <sub>3</sub> is hight2) and (x <sub>4</sub> is insuff1) then (x <sub>5</sub> is out1mf9)	1.3060
6	If (x <sub>1</sub> is low1) and (x <sub>2</sub> is hight3) and (x <sub>3</sub> is hight2) and (x <sub>4</sub> is suf2) then (x <sub>5</sub> is out1mf12)	2.408
7	If (x <sub>1</sub> is enough2) and (x <sub>2</sub> is low1) and (x <sub>3</sub> is low1) and (x <sub>4</sub> is suff2) then (x <sub>5</sub> is out1mf15)	0.6511
8	If (x <sub>1</sub> is enough2) and (x <sub>2</sub> is aver2) and (x <sub>3</sub> is low1) and (x <sub>4</sub> is insuff1) then (x <sub>5</sub> is out1mf17)	0.7121
9	If (x <sub>1</sub> is enough2) and (x <sub>2</sub> is aver2) and (x <sub>3</sub> is hight2) and (x <sub>4</sub> is suf2) then (x <sub>5</sub> is out1mf19)	1.6027
10	If (x <sub>1</sub> is enough2) and (x <sub>2</sub> is hight3) and (x <sub>3</sub> is hight2) and (x <sub>4</sub> is suf2) then (x <sub>5</sub> is out1mf23)	2.6830

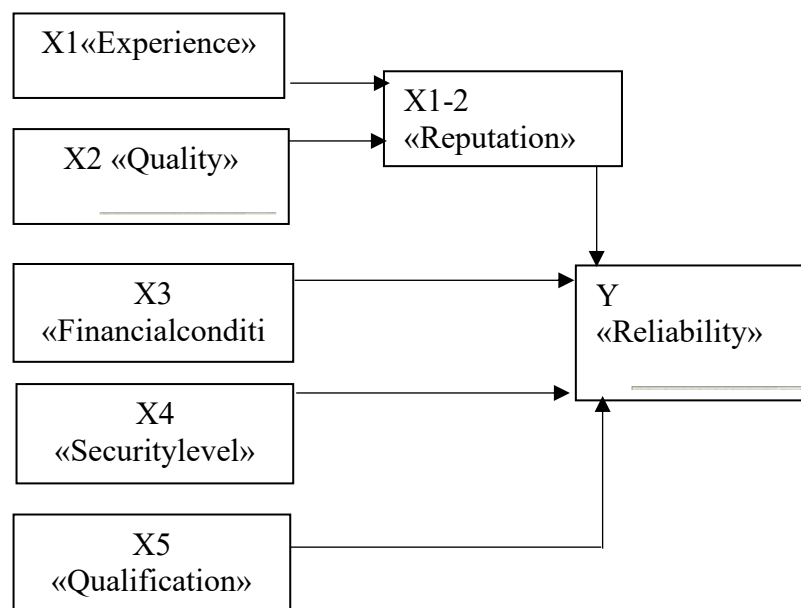


Рис.2. Нечітка модель оцінювання надійності виконавців будівельних проєктів



На рисунку 3 представлена тривимірна поверхня нечіткого виводу для нечіткої моделі «Reputation».

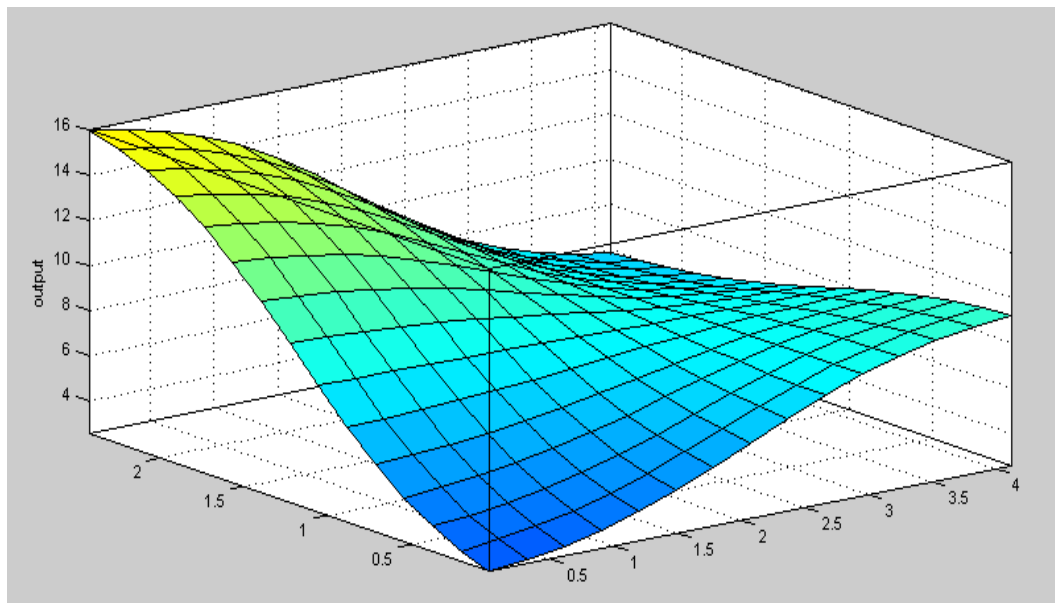


Рис.3. Вплив чинників «Досвід виконання аналогічних проектів» і «Якість» на репуатаційну складову надійності виконавців будівельних робіт.

Для подальшого уточнення та збільшення адаптивності моделі необхідно доповнювати і оновлювати вхідні дані щодо усіх претендентів на виконання робіт кожного інвестиційного проекту. На основі оновлених даних, рекомендовано уточнювати отримані моделі та правила, що дозволить створити самоналаштовувану адаптивну систему.

Лінгвістичні моделі дозволяють ухвалювати рішення для слабоструктурованих завдань. До задач такого типу належить і оцінювання надійності виконавців будівельних робіт. Використання нечіткої логіки дозволяє знижувати рівень невизначеності при виборі виконавців та обґрунтовувати рішення щодо додаткового уникнення ризиків невиконання робіт, зменшення якості або затримки термінів чи перевищення бюджету з вини виконавців будівельних робіт. Побудовано нечітку модель оцінки надійності виконавців будівельних робіт, яка, залежно від результату, дає допустиму оцінку відхилень параметрів проекту з вини виконавців робіт, що дозволяє прийняти превентивні заходи для уникнення критичних відхилень, а також порівнювати надійність виконавців, які претендують на участь у проекті.

**Висновки.** Сучасні технології дозволяють значно наблизити будмайданчик до проектного офісу, вчасно отримати і передати дані, збільшити ефективність та прозорість процесу, проконтролювати якість і приймати правильні рішення. Процеси прийняття рішень в управлінні проектами, як правило, відбуваються в умовах ризику та невизначеності. В якості основи

методу управління проектами в умовах невизначеності факторів впливу доцільно використовувати метод нечіткої логіки та алгоритм нечіткого висновку в середовищі Fuzzy Logic Toolbox. Модель побудована із використанням нечіткої логіки, а саме нечіткого логічного висновку Мамдані, адже вхідна інформація носить якісний характер. Реалізація запропонованої моделі включає наступні етапи: визначення показників системи управління знаннями проєктної діяльності для дослідження її впливу на успіх проєкту та формування дерева логічного висновку; опис лінгвістичних змінних; визначення функцій належності лінгвістичних термів; формування бази знань системи нечіткого висновку; побудова математичної моделі; побудова нечіткої моделі оцінки впливу системи управління знаннями проєктної діяльності на успіх проєктів засобами Fuzzy Logic Toolbox та аналіз отриманих результатів. Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку системи організації будівництва з урахуванням життєвого та операційно-виробничого циклу будівельного проєкту як операційної діяльності проєктно-орієнтованого підприємства із об'єднанням двох підсистем: підсистеми оцінки операційної діяльності підприємства та підсистеми оцінки функціонально-технологічної надійності виконавців будівельного проєкту із врахуванням рівня їхньої взаємодії та наявного синергетичного ефекту між ними.

### Список використаних джерел

1. Zaini Z., Saad A. Business Process Reengineering as the Current Best Methodology for Improving the Business Process. *Journal of ICT in Education*. 2019. Vol. 6. P. 66–85.
2. Gross, S., Stelzl, K., Grisold, T., Mendling, L., Röglinger, M., Brocke, J. The business process design space for exploring process redesign alternatives, *Business Process Management Journal*, 2021. Vol. 27, No. 8., pp. 25-56.
3. Xiang, J.; Archer, N.; Detlor, B. Business process redesign project success: The role of socio-technical theory. *Bus. Process Manag. J.* 2014, 20, 773–792. Zhivitskaya E. N., Safronova T. A. Project Quality Assessment Based on Fuzzy Nodeling. *Digital transformation*, 2019, No 2 (7), Pp.5-12.
4. Zhivitskaya E.N., Safronova T.A. Project Quality Assessment Based on Fuzzy Nodeling. *Digital transformation*, 2019, No 2 (7), Pp.5-12.
5. Honcharenko, T., Chupryna, Y., Ivakhnenko I., Tsyfra, T., Zinchenco, M. Reengineering of the Construction Companies Based on BIM-technology. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 2020, 8. <http://www.warse.org/IJETER/static/pdf/file/ijeter22882020.pdf>
6. Kulikov, P., Ryzhakova, G., Honcharenko, T., Ryzhakov, D. & Malykhina, O. (2020). OLAPTools for the Formation of Connected and Diversified

Production and Project Management Systems. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9, 5, pp.8670-8676.

7. Honcharenko, T., Ryzhakova, G., Borodavka, Y. (2021). Method for representing spatial information of topological relations based on a multidimensional data model ARPN. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 16(7), 802–809.

8. Ryzhakova G.M., Malykhina O.M., Petrenko G.S. (2019) Economic and managerial predictors of strategic development in the dynamic environment of implementation of construction projects. *Management of the development of complex systems*. No. 39. P. 154 – 163; dx.doi.org\10.6084/m9.figshare.11340710.

9. Аксельрод Р.Б., Шпаков А.В., Рижаківа Г.М. Економіко-управлінські предиктори трансформації операційних систем будівельного девелопменту в умовах цифровізації економіки. *Формування ринкових відносин в Україні*. - 2021. - № 12. - С. 113-121.

10. Tugai O.A. Organizational and technological, economic quality control aspects in the construction industry: *collective monograph*. Lviv-Toruń: Liha-Pres, 2019. 136 p.

11. Stetsenko S.P. Management of Adaptation of Organizational and Economic Mechanisms of Construction to Increasing Impact of Digital Technologie. *Journal of Reviews on Global Economics*. 2020. № 9. P. 149-164.

12. Trach R.V. (2017) Information modeling and the concept of integrated implementation of construction projects as the basis of innovative development of the construction enterprise *Management of the development of complex systems*. Issue 31. - P. 173-178.

13. Bushuyev, S., Verenych, O. (2018). Organizational maturity and project: Program and portfolio success (Book Chapter). *Developing Organizational Maturity for Effective Project Management*, с. 104-127

14. Концепція впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні.

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/152-2021-%D1%80#Text>

graduate student **Ruslan Zhaldak**,  
Kyiv National University of Construction and Architecture

## INFORMATION AND ANALYTICAL BASIS FOR ASSESSING THE RELIABILITY OF CONSTRUCTION PROJECT EXECUTORS

Almost every project is an iterative process that includes refinement, revision of decisions, changes in architectural and structural solutions, as well as methods of manufacturing structures and building construction. Digital technologies in

construction management also include virtual reality (VR) and augmented reality (AR). The use of VR and AR allows you to visualize construction projects before their physical implementation. Thus, an integrated solution that performs visual and graphical defragmentation of the life and operational and production cycle of a construction project using the principles and applied tools of digitalization, represented as a Fuzzy model, allows you to create or edit the model at any stage, is the closest to reality and leads to a reduction in the time between the design and construction phases of the life of a construction project. Since project management is closely related to decision-making processes, decisions are made under conditions of certainty (the outcome of the decision is known), risk (an event may occur and a certain estimate can be made), uncertainty (probability). and the consequences of the event cannot be predicted). A method for managing a construction project based on fuzzy logic has been developed, which makes it possible to assess both the intermediate state of project implementation by its individual parameters and to predict the project outcome in a changing environment. The construction of a fuzzy model of a project management system is based on a formal representation of the object's characteristics in terms of linguistic variables. In the control system, the input and output variables of the system are considered as linguistic variables. The purpose of management is to determine the values of control variables (inputs), the implementation of which ensures the desired behavior or desired state of the project as a management object. Real-time project analytics is the main source of information for decision-making. It allows to productively structure the task of assessing the reliability of construction contractors and formulate its regulations for a particular construction company with unique operational and production specifics.

Keywords: construction company; transformation of the operating system; construction organization; information modeling in construction; fuzzy logic; reliability of construction project executors.

## REFERENCES

1. Zaini Z., Saad A. Business Process Reengineering as the Current Best Methodology for Improving the Business Process. *Journal of ICT in Education*. 2019. Vol. 6. P. 66–85. {in English}
2. Gross, S., Stelzl, K., Grisold, T., Mendling, L., Röglinger, M., Brocke, J. The business process design space for exploring process redesign alternatives, *Business Process Management Journal*, 2021 Vol. 27, No. 8., pp. 25-56. {in English}
3. Xiang, J.; Archer, N.; Detlor, B. Business process redesign project success: The role of socio-technical theory. *Bus. Process Manag. J.* 2014, 20, 773–792. {in English}

4. Zhivitskaya E.N., Safronova T.A. Project Quality Assessment Based on Fuzzy Modeling. *Digital transformation*, 2019, No. 2 (7), pp. 5-12. {in English}
5. Honcharenko, T., Chupryna, Y., Ivakhnenko I., Tsyfra, T., Zinchenco, M. Reengineering of the Construction Companies Based on BIM-technology. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 2020, 8. <http://www.warse.org/IJETER/static/pdf/file/ijeter22882020.pdf>. {in English}
6. Kulikov, P., Ryzhakova, G., Honcharenko, T., Ryzhakov, D. & Malykhina, O. (2020). OLAPTools for the Formation of Connected and Diversified Production and Project Management Systems. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9, 5, pp. 8670-8676. {in English}
7. Honcharenko, T., Ryzhakova, G., Borodavka, Y. (2021). Method for representing spatial information of topological relations based on a multidimensional data model ARPN. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 16(7), 802–809. {in English}
8. Ryzhakova G.M., Malykhina O.M., Petrenko G.S. (2019) Economic and managerial predictors of strategic development in the dynamic environment of implementation of construction projects. *Management of the development of complex systems*. No. 39. P. 154 - 163; [dx.doi.org\10.6084/m9.figshare.11340710](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11340710). {in English}
9. Axelrod R.B., Shpakov A.V., Ryzhakova H.M. Economic and managerial predictors of transformation of operational systems of construction development in conditions of digitalization of the economy. *Formation of market relations in Ukraine*. - 2021. - No. 12. - P. 113-121. {in Ukrainian}
10. Tugai O.A. Organizational and technological, economic quality control aspects in the construction industry: *collective monograph*. Lviv-Toruń: Liha-Press, 2019. 136 p. {in English}
11. Stetsenko S.P. Management of Adaptation of Organizational and Economic Mechanisms of Construction to Increasing Impact of Digital Technologie. *Journal of Reviews on Global Economics*. 2020. No. 9. R. 149-164. {in English}
12. Trach R.V. (2017) Information modeling and the concept of integrated implementation of construction projects as the basis of innovative development of the construction enterprise *Management of the development of complex systems*. Issue 31. - P. 173-178. {in English}
13. Bushuyev, S., Verenych, O. (2018). Organizational maturity and project: Program and portfolio success (Book Chapter). *Developing Organizational Maturity for Effective Project Management*, p. 104-127 {in English}
14. Concept of implementation of building information modeling technologies (BIM-technologies) in Ukraine. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/152-2021-%D1%80#Text>. {in Ukrainian}