

Ісаєнко Дмитро ВалерійовичКандидат наук з державного управління, віце-президент, orcid.org/0000-0002-6093-3967

Конфедерація будівельників України, Київ

Бушуєв Сергій ДмитровичДоктор технічних наук, професор, завідувач кафедри управління проектами, orcid.org/0000-0002-7815-8129

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

ВПРОВАДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ І МЕТОДІВ НЕЧІТКОЇ МАТЕМАТИКИ У ПРОЦЕСИ ОБРОБЛЕННЯ ДОКУМЕНТІВ З ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ У БУДІВНИЦТВІ

***Анотація.** Основну увагу приділено розробці алгоритму виявлення невизначеності, що спричинена наявністю надлишкової інформації в документації, згідно з якою здійснюється технічне регулювання будівельної галузі України. Особливо актуальним є виявлення конфліктів параметрів і правил, які пов'язані з реформуванням законодавства в частині, що стосується технічного регулювання галузі. Автоматичне виявлення невизначеності суттєво спрощує розробку проектно-документації та проведення експертних оцінок на стадіях будівництва і експлуатації унікальних об'єктів. Проте реалізація подібних алгоритмів надає змогу суттєво покращити роботу інших організаційно-технічних систем за рахунок підвищення швидкості і надійності роботи підсистеми документообігу в умовах трансформації. Наукова новизна результатів дослідження полягає у впровадженні моделей нечіткої математики в процесі оброблення текстової інформації. Результати роботи показано на прикладі визначення параметра технічного регулювання за наявності надлишкової інформації.*

***Ключові слова:** конфлікт правил; оброблення даних; організаційно-технічна система*

Вступ

При трансформації будь-яких організаційно-технічних систем може виникати невизначеність різного характеру. Накопичення документів, що розробляються для роз'яснення порядку дій в різних умовах і ситуаціях, ускладнює автоматизацію процесу технічного регулювання (ТР) загалом і може призвести до конфліктів правил, згідно з якими формується вектор параметрів регулювання.

Така проблема виникла і при трансформації організаційно-технічної системи ТР в будівельній галузі України у зв'язку зі змінами в системах нормування, стандартизації і регулювання дозвільно-погоджувальних процедур відповідно до світових стандартів [1; 2].

Накопиченню проблем, що пов'язані з цими змінами сприяють [3]:

- зростання попиту на унікальні будівлі та споруди;
- зміна вимог до впливів на оточуюче середовище та пріоритетів при формуванні життєвого середовища;
- внесення змін до деяких законодавчих актів;
- зміна бази сировини для будівельних матеріалів;
- розвиток технологій проектування та будівництва.

Саме тому задачі розроблення методів і алгоритмів автоматичного виявлення невизначеності при формуванні проектно-документації, супроводі будівництва та експлуатації об'єктів лишаються актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Для розв'язання задачі представлення текстової інформації використовуються моделі та методи нечіткої математики [4].

Для представлення норм і правил, що містяться в документах з ТР в будівництві, у вигляді нечітких моделей насамперед кожен елемент множини документів певного напрямку діяльності будівельної галузі формалізується у вигляді [5; 6]:

$$\{A\}^T = \{A_j\} = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}, \quad (1)$$

де кожна координата A_j ($j=1, \dots, n$) вектора A відповідає одному нормативному документу; n – кількість документів; T – операція транспонування.

Потім із множини формалізованих документів відбирається множина конфліктних норм і правил, які підлягають декомпозиції і зіставленню [7].

У статті [7] детально описана модель інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень з технічного регулювання в будівництві.

При цьому основна увага приділяється проблемі невизначеності, що пов'язана з існуванням суперечливих правил – правил, які мають тотожні умови і різні висновки.

Мета статті

Основна мета роботи полягає у впровадженні моделей і методів нечіткої математики у процеси оброблення документів з технічного регулювання у будівництві в умовах невизначеності, що спричинена наявністю надлишкової інформації.

Виклад основного матеріалу

Невизначеність, яка пов'язана з надлишковістю інформації, полягає у наявності вказівок до визначення одних параметрів регулювання чи принципів здійснення процедур та операцій різних нормативних документів.

Для реалізації процедури відбору множини неузгоджених або конфліктних норм і правил параметри регулювання задаються у вигляді:

$$\{B\}^T = \{B_i\} = \{B_1, B_2, \dots, B_m\}, \quad (2)$$

де m – кількість відповідних параметрів.

Кожен елемент вектора $\{B\}$ відповідає одній розрахунковій величині або одному правилу технічного регулювання.

Для реалізації швидких алгоритмів пошуку надлишкової інформації в множині документів $\{A\}$, згідно з якими здійснюється визначення параметрів $\{B\}$, дані (1), (2) структуруються в таблицю [8].

Таблиця – Фрагмент структури

даних системи технічного регулювання

D	A_1	A_1	...	A_n
B_1	$B_1 \vee 0$	$B_1 \vee 0$...	$B_1 \vee 0$
B_2	$B_2 \vee 0$	$B_2 \vee 0$...	$B_2 \vee 0$
...
B_m	$B_m \vee 0$	$B_m \vee 0$...	$B_m \vee 0$

У кожному рядку такої таблиці міститься один параметр B_i певного напрямку, а кожен стовпець A_j відповідає нормативному документу, що включає набір параметрів B_i .

Інформацію, що міститься в таблицях, можна відобразити у вигляді матриці K , кожний елемент якої знаходиться згідно з [5; 6]:

$$K_{ij} = \begin{cases} 1 \rightarrow D_{ij} = B_j \\ 0 \rightarrow D_{ij} = 0 \end{cases} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n). \quad (3)$$

Символ « \rightarrow » означає імплікацію. Якщо нормативна база, що відповідає за технічне регулювання, є досконалою, то для матриці:

$$K = \begin{pmatrix} K_{1,1} & \dots & K_{1,n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ K_{m,1} & \dots & K_{m,n} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \vee 0 & \dots & 1 \vee 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 \vee 0 & \dots & 1 \vee 0 \end{pmatrix} \quad (4)$$

мають виконуватися умови [6]:

1. Сума елементів кожного рядка матриці K не перевищує 1:

$$a = \sum_{j=1}^n K_{i,j} \leq 1, \quad (i = 1, 2, \dots, m). \quad (5)$$

2. Сума елементів кожного стовпця матриці K не перевищує кількості параметрів технічного регулювання m :

$$b = \sum_{i=1}^m K_{i,j} \leq m, \quad (j = 1, 2, \dots, n). \quad (6)$$

3. Сума усіх елементів матриці K не перевищує кількості параметрів технічного регулювання m :

$$c = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n K_{i,j} \leq m. \quad (7)$$

Якщо одна з умов (5) – (7) не виконується, то множина нормативних документів містить конфлікти, які можуть призвести до проблем і помилок під час вирішення задач технічного та юридичного характеру.

Одним із основних індикаторів невизначеності, що пов'язана з існуванням надлишкової інформації, є порушення умови (5). Саме ця умова вказує на наявність декількох незалежних способів призначення або розрахунку параметра технічного регулювання, що визначаються більш, ніж одним нормативним документом (рис. 1).

На рис. 1 стрілками показано послідовність визначення параметрів технічного регулювання. Останній рядок таблиці не задовольняє умові (5). Це означає, що в документах є конфлікт правил, який виявляється при визначенні параметра B_5 , і є необхідність корегування одного з нормативних документів A_1 або A_3 . Така ситуація ускладнює роботу системи і може спричинити конфлікт параметрів або правил.

PD	A_1	A_2	A_3
B_1	$B_1 = \text{const}_1$	0	0
B_2	$B_2 = f(B_1)$	0	0
B_3	0	0	$B_3 = f(B_1, B_2, B_4)$
B_4	0	$B_4 = \text{const}_4$	0
B_5	$B_5 = \text{const}_5$	0	$B_5 = f(B_1, B_2, B_3, B_4)$ → Конфлікт!

Рисунок 1 – Приклад таблиці відображення конфлікту правил

Схема виявлення надлишкової інформації інтелектуальною системою підтримки прийняття рішень та вирішення конфліктів параметрів і правил в документах, згідно з якими здійснюється технічне регулювання в будівельній галузі, показана на рис. 2. На даному етапі досліджень рішення щодо зміни чи узгодження процедури визначення конфліктного параметра лишається за експертами. Проте узагальнений експертний досвід вирішення конфліктів накопичується в базі знань системи підтримки прийняття рішень з технічного регулювання в будівництві, що описана в [7].

Логіку системи підтримки прийняття рішень, що функціонує в умовах наявності надлишкової інформації, показано на прикладі, що відображено в таблиці на рис. 1.

При цьому потрібно розуміти які правки вносити в систему технічного регулювання для визначення або розрахунку параметра B_5 .

Логічно виключати параметр B_5 із документу A_1 , оскільки у документі A_3 цей параметр визначається на основі функціональної залежності від усіх інших параметрів технічного регулювання B_1, B_2, B_3 та B_4 , тоді як в документі A_1 цей параметр визначається примусово. Проте логічних міркувань у подібних випадках недостатньо.

Чисельний аналіз параметрів ТР з можливістю порівняння відповідних параметрів ґрунтується на обробці матриці L :

$$L = \begin{pmatrix} L_{1,1} & \dots & L_{1,n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ L_{m,1} & \dots & L_{m,n} \end{pmatrix};$$

$$L = \begin{pmatrix} r_{1,1} \vee 1 \vee 0 & \dots & r_{1,n} \vee 1 \vee 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m,1} \vee 1 \vee 0 & \dots & r_{m,n} \vee 1 \vee 0 \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Елементи матриці визначаються таким чином:

$$L_{i,j} = \begin{cases} 1 \rightarrow D_{ij} = const, & i = 1, 2, \dots, m; \\ r_{i,j} + 1 \rightarrow D_{ij} = f(B_1, B_2, \dots, B_r), & j = 1, 2, \dots, n; \\ 0 \rightarrow D_{ij} = 0, & i \neq k = 1, 2, \dots, r_{i,j} \end{cases}$$

Для прикладу з рис. 2, значення $r_{i,j}$, складають:

- 1) $r_{1,1} = 1$, оскільки $B_1 = const1$;
- 2) $r_{2,1} = 1 + 1 = 2$, оскільки $B_2 = f(B_1)$;
- 3) $r_{5,1} = 1$, оскільки $B_5 = const5$;
- 4) $r_{4,2} = 1$, оскільки $B_4 = const4$;
- 5) $r_{3,3} = 3 + 1 = 4$, оскільки $B_3 = f(B_1, B_2, B_4)$;
- 6) $r_{5,3} = 4 + 1 = 5$, оскільки $B_5 = f(B_1, B_2, B_3, B_4)$.

Після підстановки і видалення з надлишкових щодо параметра B_5 даних з пріоритетом $r_{5,1} = 1$ ($r_{5,1} < r_{5,3}$) матриця L набуває вигляду:

$$L = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 4 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 4 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 5 \end{pmatrix} = L^*;$$

де L^* – корегована матриця, кожен елемент якої формується за принципом:

$$L^* = \begin{cases} L_{i,j} \rightarrow L_{i,j} > L_{i,k}, k \neq 1, 2, \dots, n \\ 0 \rightarrow L_{i,j} < L_{i,k}, k \neq 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (10)$$

Тепер матриця L^* у загальному вигляді має форму:

$$L^* = \begin{pmatrix} L_{1,1}^* & \dots & L_{1,n}^* \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ L_{m,1}^* & \dots & L_{v,n}^* \end{pmatrix}. \quad (11)$$

Форму (11) у подальшому можна використати для визначення глобального пріоритету параметрів технічного регулювання [9].

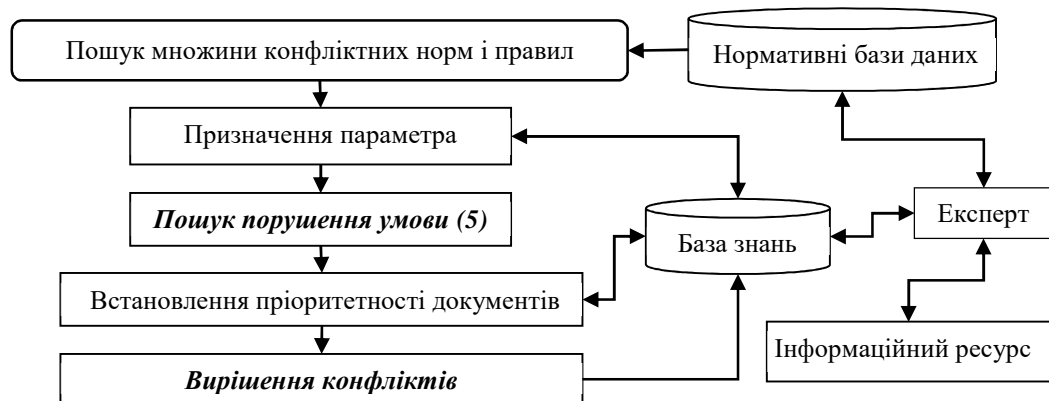


Рисунок 2 – Схема виявлення надлишкової інформації та вирішення конфліктів

Висновки

Використання моделей і методів нечіткої математики при формалізації документів надає можливість удосконалити роботу організаційно-технічної системи технічного регулювання за рахунок автоматизації процесів оброблення текстової інформації.

Проте слід зазначити, що при виключенні деякого конфліктного параметра технічного

регулювання з одного документу, необхідно аналізувати умови й рекомендації, які були наявні у менш пріоритетному документі. Такий аналіз запобігає необґрунтованому переміщенню вказівок до більш пріоритетного документу, яке може призвести до втрати змістовності чи точності інформації. При цьому корегування обох конфліктних документів може призвести до виникнення суперечливостей саме в більш пріоритетному документі.

Список літератури

1. Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC Text with EEA relevance.
2. Isayenko D.V. Zakonodavche rehulyuvannya diyal'nosti v budivel'niy haluzi. Osoblyvosti svitovoho dosvidu ta Yevropeys'koho pidkhodu dlya vyznachennya priorytetiv pry formuvanni zhyttyevoho seredovysshcha / D.V. Isayenko // Budivel'ne vyrobnytstvo, 2017. – № 63/2017. – P. 11 – 15.
3. Національний стандарт ДСТУ ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT) Системи управління якістю. Вимоги. – Видання офіційне: Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2016.
4. Osowski S. Sieci neuronowe do przetwarzania informacji. – Warszawa, 2000 – 342 p. (польською).
5. Skochko V., “Determination of support reactions of rod constructions obtained by morphogenesis.” USEFUL online journal, vol. 2, no. 3, pp. 29–42, Oct. 2018. DOI: <https://doi.org/10.32557/useful-2-3-2018-0005>.
6. Laslo, Z. & Goldberg, A.I. 2008. Resource allocation under uncertainty in a multi-project matrix environment: Is organisational conflict inevitable? *International Journal of Project Management*, 26, pp. 733-788.
7. Ісаєнко Д.В. Формування нечіткої бази знань системи підтримки прийняття рішень з технічного регулювання будівельної діяльності / Д.В. Ісаєнко, В.О. Плоский, С.А. Теренчук // Управління розвитком складних систем. – 2018. – № 35. – С. 168 – 174.
8. Kuprenas, J.A. 2003. Implementation of a matrix organization structure. *International Journal of Project Management*, 21, pp. 51 – 62.
9. Thomas H, et al. *Introduction to Algorithms. (Second Edition)* MIT Press Cambridge, England. 2003.

Стаття надійшла до редколегії 17.01.2019

Исаенко Дмитрий Валерьевич

Кандидат наук по государственному управлению, вице-президент, orcid.org/0000-0002-6093-3967

Конфедерация строителей Украины, Киев

Бушуев Сергей Дмитриевич

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой управления проектами, orcid.org/0000-0002-7815-8129

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

ВНЕДРЕНИЕ МОДЕЛЕЙ И МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ МАТЕМАТИКИ В ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ДОКУМЕНТОВ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. Основное внимание уделено разработке алгоритма выявления неопределенности, вызванной наличием избыточной информации в документации, согласно которой осуществляется техническое регулирование строительной отрасли Украины. При этом актуальным является выявление конфликтов параметров и правил, связанных с реформированием законодательства в части, касающейся технического регулирования отрасли. Автоматическое обнаружение неопределенности существенно упрощает разработку проектной документации и проведение экспертных оценок на стадиях строительства и эксплуатации уникальных объектов. Однако реализация подобных алгоритмов дает возможность существенно улучшить работу других организационно-технических систем за счет повышения скорости и надежности работы подсистемы документооборота в условиях трансформаций. Научная новизна результатов заключается во внедрении моделей нечеткой математики в процессы обработки текстовой информации. Результаты работы показаны на примере определения параметра технического регулирования при наличии избыточной информации.

Ключевые слова: конфликт правил; обработка данных; организационно-техническая система; техническое регулирование

Isaienko Dmytro

PhD (Public Administration), Vice-President, orcid.org/0000-0002-6093-3967 Confederation of Builders of Ukraine, Kyiv

Bushuyev Sergiy

DSc, Professor, Head of Department of Project Management, orcid.org/0000-0002-7815-8129

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kiev

IMPLEMENTATION OF A MATHEMATIC FUZZY MODELS AND METHODS TO THE PROCESSES OF DATA PROCESSING OF TECHNICAL REGULATION DOCUMENTS IN CONSTRUCTION

Abstract. The main attention is paid to developing an algorithm for identifying uncertainties that due to be availability of excess information in the documentation, according to which the technical regulation of the construction industry in Ukraine is carried out. Especially it is actual when conflicts of parameters and rules that are related to the reform of the law in the part concerning the technical regulation of the industry are indentifying. Automatic identification of these uncertainties is more simplify on the development of project design documents and realization expert assessments at the stages of constructing, building and expluataion of unique building objects. However, the implementation of such algorithms enables to more improve the activity of other organizational and technical systems by increasing the speed and reliability of operation of the subsystem of document circulation in conditions of transformation. The scientific novelty consists in the introduction of fuzzy mathematical models in the processing of textual information. Also, noted, when the conflict parameter of technical regulation is turn off in one document, it is necessary to analyze the requirements and recommendations which was indicated in the more priority document. Such an analysis does not give an opportunity of the unreasoned relocation of prescripts to the most important document that can leading to loss of information content and definition. Such corecting of both documents which contains conflict parameters can lead to a contradiction in more priority documents. Research directs to exclude probability of occurrence of this contradiction. The scientific novelty consists in the implement of models of fuzzy mathematic in the processing of textual information. The results of the research are shown on an example of determining the parameter of technical regulation in the presence of excess information.

Key words: conflict of rules; data processing; organizational and technical system

References

1. Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC Text with EEA relevance.
2. Isayenko, D.V. (2017). Legislative regulations of activity in construction sphere. Features of world experience and European prioritets for determination of prioritets of life environment. *Budivel'ne vyrobnytstvo*, 63/2017, 11-15.
3. National standart DSTU ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT) *Quality management systems*. Kyiv, DP «UkrNDNTS», 2016 (in Ukrainian).
4. Osowski, S. (2000). *Sieci neuronowe do przetwarzania informacji*. Warszawa, 342.
5. Skochko, V. (2018). Determination of support reactions of rod constructions obtained by morphogenesis. *USEFUL online journal*, 2, 3, 29–42. DOI: <https://doi.org/10.32557/useful-2-3-2018-0005>.
6. Laslo, Z. & Goldberg, A.I. (2008). Resource allocation under uncertainty in a multi-project matrix environment: Is organisational conflict inevitable? *International Journal of Project Management*, 26, 733-788.
7. Isaienko, D., Ploskyi, V. Terenchuk, S., (2018). Formation of the fuzzy knowledge of the knowledge support system for decision-making technical regulation of construction activity. *Management of Development of Complex Systems*, 35, 168–174 [in Ukrainian].
8. Kuprenas, J.A. (2003). Implementation of a matrix organization structure. *International Journal of Project Management*, 21, 51-62.
9. Thomas, H., et al. (2003). *Introduction to Algorithms*. (Second Edition) MIT Press Cambridge, England.

Посилання на публікацію

- APA Isaienko, Dmytro & Bushuyev, Sergiy, (2019). Implementation of a mathematic fuzzy models and methods to the processes of data processing of technical regulation documents in construction. *Management of development of Complex systems*, 55 – 59 [in Ucrainian], dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.9783188.
- ДСТУ Ісаєнко Д.В. Впровадження моделей і методів нечіткої математики у процеси оброблення документів з технічного регулювання у будівництві [Текст] / Д.В. Ісаєнко, С.Д. Бушуйєв // Управління розвитком складних систем. – 2019. – № 37. – С. 55 – 59, dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.9783188.