УДК 004.896:004.891

МОДЕЛЮВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ В БУДІВНИЦТВІ

Ісаєнко Д.В., к.н. з держ. упр.
Конфедерація будівельників України
ORCID: 0000-0002-6093-3967
Теренчук С.А., к.фіз.-мат.н., доцент,
Київський національний університет будівництва і архітектури
terenchuksa@ukr.net, ORCID: 0000-0002-7141-6033

Анотація. Запропоновано модель інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень з технічного регулювання в будівництві. Обґрунтовано здатність системи функціонувати в умовах змін, що відбуваються в нормативному забезпеченні будівельної галузі України. Особлива увага приділяється автоматизації процесу вибору найкращого рішення з множини варіантів, що з'являються внаслідок переходу до параметричного методу нормування. Показано принцип формування нечіткої бази знань системи. Доведено доцільність застосування моделей і методів нечіткої математики до формалізації експертних знань у вигляді нечітких правил, які в перспективі можуть використовуватись при розв'язанні задачі пошуку найкращого проектного рішення із заданої множини прийнятних альтернатив із застосуванням еволюційного моделюання та штучних нейронних мереж.

Ключові слова: база знань, невизначеність вибору, нечіткі правила, об'єкти, параметричний метод нормування.

Вступ. Надійне та безпечне функціонування об'єктів будівництва залежить від відповідності параметрів технічного стану конструкцій чинним нормативним показникам і визначається неприпустимістю ризиків, що пов'язані з можливістю завдання шкоди навколишньому природному середовищу, життю, здоров'ю та майну громадян [1]. При цьому, до безпеки різних об'єктів висуваються різні вимоги (з урахуванням класу наслідків та умов експлуатації), оскільки гідрогеологічні, кліматичні, екологічні, техногенні та інші фактори мають різний ступінь впливу навіть на типові об'єкти.

Клас наслідків встановлюється за найвищою характеристикою можливих наслідків. Клас наслідків від відмови об'єкта визначається незалежно за кожною з характеристик можливих наслідків, які є загальними і обов'язковими для всіх об'єктів і не залежать від їх функціонального призначення згідно з [2].

Прогнозування природних і техногенних ризиків на великі проміжки часу ускладнюється непередбачуваними змінами:

– множини та ступеню впливу суттєвих факторів середовища;
– бази сировини для будівельних матеріалів;
– технологій будівництва.

Накопиченню проблем, що пов'язані з невизначеністю різного характеру, в сучасних умовах сприяє зростання попиту на унікальні будівлі і споруди, вимоги до яких встановлюються кожною країною з урахуванням специфіки територій, економічного стану держави та національних традицій.

Ці фактори, а також перехід від приписувального до параметричного методу нормування, який потребує провадження в будівельній галузі України під впливом світових тенденцій [3, 4], визначають основні причини невизначеності різного характеру і висувають на перший план завдання підвищення швидкості та надійності функціонування експертних систем підтримки прийняття рішень з технічного регулювання, що здатні функціонувати в нечітких умовах та умовах невизначеності і ризиків різного характеру.

В описаних умовах одним із шляхів вирішення проблеми вважається розробка

інтелектуальних систем, робота яких базуються на концепції використання бази знань при розв'язанні задач пошуку та обґрунтування найкращого рішення із заданої множини можливих варіантів.

Аналіз математичних аспектів експертних технологій прийняття рішень та постановка проблеми. Однією з найбільш ефективних математичних теорій, що спрямовані на формалізацію текстової інформації і обробку нечітких та слабо структурованих даних, є теорія нечітких множин. Моделі та методи нечіткої математики призначені для обробки і моделювання процесів різного характеру в нечітких умовах та умовах невизначеності різного характеру [5, 6].

Норми і правила, згідно з якими здійснюється технічне регулювання в будівництві, являють собою систему виразів природної мови, що формалізуються у вигляді правил [5]:

if *<умови правила>* ***then*** *<висновок правила>*. (1)

Умови правила (1) та параметри технічного стану конструкцій визначають якість, надійність і безпеку будівельних конструкцій та об'єктів в цілому.

Висновок правила (1) готують експерти на базі порівняння різних методів нормування та прогнозування експлуатаційних характеристик, які об'єкти можуть набути внаслідок розвитку як детермінованих, так і стохастичних процесів, що з різною ймовірністю можуть відбутись в майбутньому. Експерти також оцінюють вплив середовища та ймовірність подій, які внаслідок впливу різних суперпозицій стохастичних факторів можуть призвести до різних класів наслідків. Таким чином, однією з проблем, що виникають при реалізації інтелектуальних систем є обробка неформалізованих знань і нечітких суджень людини.

Проведений в [7] аналітичний огляд світового досвіду технічного регулювання в будівництві показав, що будівельна діяльність характеризується невизначеністю та ризиками різного характеру. Математичні моделі і методи, на основі яких розробляються програмні засоби для підтримки прийняття рішень в умовах невизначеності та ризиків також можуть бути різними і залежать від характеру наявної інформації (рис. 1).

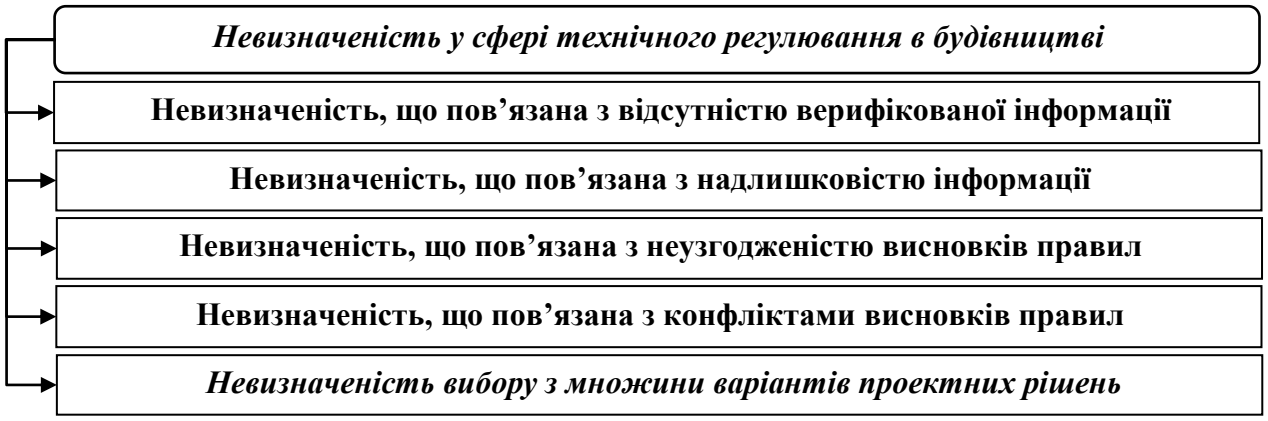

Рис. 1. Класифікація невизначеності за характером інформації

Класифікація невизначеності здійснюється таким чином:

1. Невизначеність, що пов'язана з нестачею верифікованої інформації, характеризується відсутністю будь-яких частин правила. Невизначеність такого характеру вирішується шляхом пошуку і поповнення відсутньої інформації з альтернативних джерел [8].

2. Невизначеність, яка пов'язана з надлишковістю інформації полягає в тому, що правила виражають одне судження, що по-різному формалізоване в різних базах даних. Невизначеність такого характеру вирішується шляхом виявлення і видалення надлишкової інформації з робочої пам'яті системи. Після чого система здійснює обґрунтування висновків для конкретної ситуації з посиланням на джерела інформації або звертається до експертів [8, 9].

3. Правила, що мають тотожні умови та різні висновки будемо називати суперечливими і поділяти на неузгоджені та конфліктні таким чином:

3.1. ***Якщо*** *<узгодження висновків можливе на множині законодавчої бази, що стосується технічного регулювання в будівництві>* ***то*** *<правила будемо називати неузгодженими>.*

3.2. ***Якщо*** *<узгодження висновків потребує інженерії нових правил на множині законодавчої бази за межами технічного регулювання в будівництві>* ***то*** *<правила будемо називати конфліктними>.*

Якщо при порівнянні нечітких правил, система виявляє ознаки зазначеної невизначеності, то правила підлягають обробці, результатом якої має бути чіткий обґрунтований висновок або нове правило [9, 10].

Іншою проблемою є невизначеність, яка пов'язана з вибором одного проектного рішення із множини рівноцінних об'єктів з різним набором параметрів [11].

Мета роботи та задачі дослідження. Метою роботи є обґрунтування доцільності застосування інструментарію нечіткої математики до розробки математичного забезпечення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень з технічного регулювання в будівництві, яка здатна функціонувати в умовах невизначеності вибору з множини варіантів проектних рішень при переході до параметричного методу нормування.

Для досягнення мети були сформовані такі задачі:

– дослідити сучасний стан технічного регулювання в будівництві України;

– запропонувати структуру інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень з технічного регулювання в будівництві;

– адаптувати інструментарій нечіткої математики до застосування у сфері технічного регулювання в будівництві.

Об'єкт дослідження. Структура інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень з технісного регулювання (ІСППР ТР), що розробляється для підтримки прийняття рішень з технічного регулювання в будівництві показана на рис. 2.

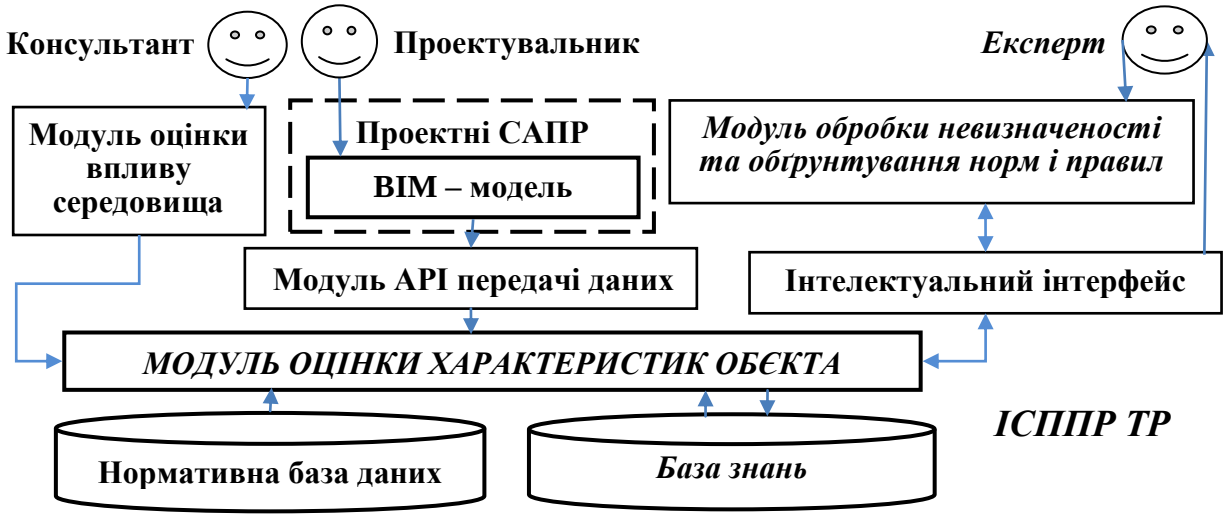

Рис. 2. Структура інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень з технічного регулювання в будівництві

На рисунку прийняті такі скорочення:

САПР – системи автоматизації проектувальних робіт;

BIM – Building Information Model (інформаційна модель будівлі);

API – Application Programing Interface (інтерфейс прикладного програмування).

База знань ІСППР ТР формується на основі формалізованих узагальнених знань експертів, що набуваються в процесі оцінювання відповідності фактичних експлуатаційних характеристик об'єктів нормативним і проектним вимогам (рис. 3).

Рис. 3. Етапи формування бази знань інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень з технічного регулювання в будівництві

Набутий досвід минулих проектів використовується для забезпечення надійності та безпеки об'єктів-аналогів. Виведення правил здійснюється модулем обробки невизначеності та обґрунтування норм і правил за схемою, що надана на рис. 4.

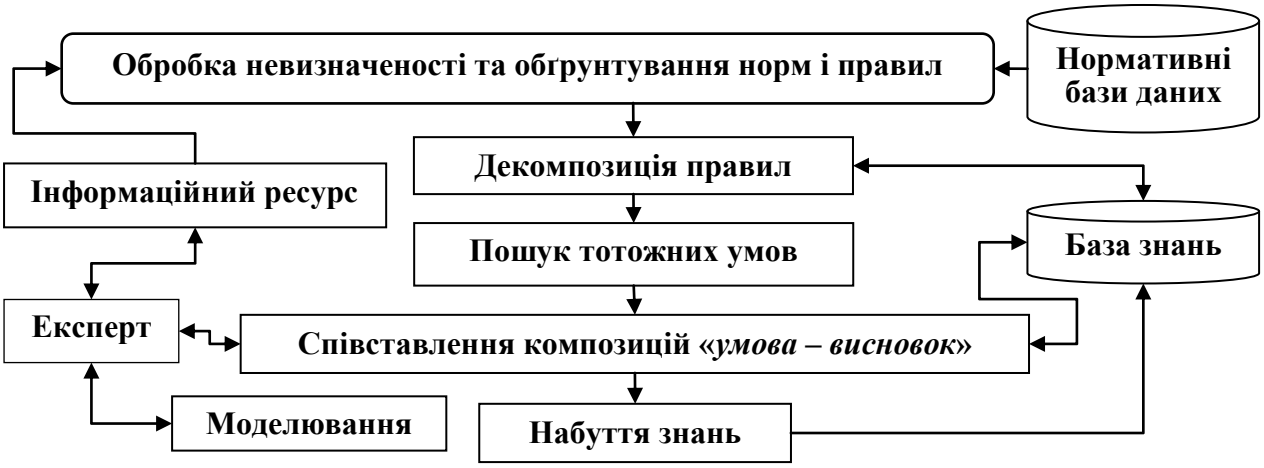

Рис. 4. Схема обробки невизначеності та обґрунтування будівельних норм і правил

Методи дослідження. В процесі обробки і формалізації онтології предметної області, будівельні норми і правила представляються у вигляді нечітких правил (1). Методи нечіткої логіки найкраще підходять для формалізації вимог, які передбачають цілі, критерії та експлуатаційні характеристики, що забезпечують надійність і безпеку об'єкта згідно з параметричним методом. Тому, паралельно з детермінованим підходом, в основу якого покладено приписувальний метод нормування, в базу знань ІСППР ТР в будівництві доцільно завантажувати методи нечіткої математики та алгоритми, що призначені для порівняння об'єктів з різним набором параметрів.

Результати дослідження. Для представлення запропонованого методу розглянемо приклад формування нечіткої бази знань та принцип співставлення нечітких правил, що сформовані згідно з приписувальним (P_i) і параметричним ($П_{ij}$) методами нормування:

Приписувальний метод.

Пункт 4.6. [12]: «Найбільшу відстань від дверей квартири до виходу на східної клітини слід приймати згідно з таблицею 3».

Параметричний метод [13].

Мета – забезпечити евакуацію людей у випадку виникнення пожежі.

Критерій – час евакуації.

Вимоги експлуатаційної характеристики – розрахункове значення відстані від дверей квартири, що визначається розрахунковим часом евакуації, не більш нормативного.

Будівельні вимоги, з яких формується база знань інтелектуальної системи підтримки

прийняття рішень з технічного регулювання в будівництві можуть бути формалізовані у вигляді:

$$P_i\text{: } \textbf{if} <x_i \in A_i \ \textbf{\&}\ y_i \in B_i> \textbf{ then } <z_i \in C_i>; \quad (2)$$

$$\Pi_{ij}\text{: } \textbf{if} <x_{jn} \in A_{jn} \ \textbf{\&}\ y_{jm} \in B_{jm}> \textbf{ then } <z_{jk} \in C_{jk}>, \quad (3)$$

де x, y – вхідні змінні, що задані на областях виведення нечіткого правила X та Y;

z – вихідна змінна, що задана на області визначення виведення Z;

A, B; C – висловлювання, що являють собою блоки формалізованої текстової інформації, з яких складаються умови та висновки правил, що визначені на X, Y, Z та сформовані згідно з приписувальним методом;

x_{jn}, y_{jm}, z_{jk}, $A_{jn,}$, $B_{jm,}$, C_{jk} – вхідні, вихідні змінні та блоки відповідної інформації;

i (i=1,…,I), j (i=1,…,J) – індекси правила та альтернативи, відповідно;

n (n=1,…,N), m (i=1,…,M), k (k=1,…,K) – індекси змінних і блоків інформації, що сформовані згідно з параметричним методом.

Зв’язок між змінними здійснюється із залученням логічної операції & (та).

Розробка математичного забезпечення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень з технічного регулювання в будівництві потребує залучення експертних знань при обгрунтуванні нормативних вимог до унікальних об`єктів. Проте формування узагальненої бази знань надає можливість суттєво підвищити швидкість обґрунтування експертних висновків. До того ж, модуль оцінки характеристик об’єкта нормування передбачає, поряд з методами нечіткої математики, можливість застосування штучних нейронних мереж і еволюційних алгоритмів при розв’язанні задачі багатокритеріальної оптимізації [14].

Висновки. Аналіз умов, в яких формувалась і реформується нормативна база будівництва України, виявив неузгодженості та конфлікти параметрів, норм і правил, а також показав необхідність впровадження в технічне регулювання інтелектуальних систем, які здатні функціонувати в умовах невизначеності різного характеру. Дослідження параметричного методу формування вимог до об’єкта вивели на перший план задачу багатокритеріального вибору рішення із заданої множини прийнятних проектних рішень.

Запропонована система призначена для коригування будівельних вимог до об’єктів в умовах впровадження параметричного методу нормування. Функціонування системи забезпечується модулем обробки невизначеності, обґрунтуванням норм і правил та передбачає застосування моделей і методів нечіткої математики. Саме тому, подальші дослідження будуть спрямовані на розробку математичного забезпечення модулів обробки невизначеності та оцінки характеристик об’єкта.

Література

1. ДБН В.1.2.-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Науково-технічний супровід будівельних об’єктів. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. – 16 с.

2. Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об’єктів будівництва. Настанова щодо системи забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. ПрДСТУ-Н Б В.1.2-ХХ:201Х. – 40 с. – (Національний стандарт України).

3. Ісаєнко Д.В. Законодавче регулювання діяльності в будівельній галузі. Особливості світового досвіду та Європейського підходу для визначення пріоритетів при формуванні життєвого середовища / Д.В. Ісаєнко // Будівельне виробництво, 2017. – № 63/2017. – С. 11-15.

4. Непомнящий О.М. Регулювання дозвільно-погоджувальних процедур у будівництві відповідно до світових стандартів / О.М. Непомнящий, Д.В. Ісаєнко // Публічне урядування, 2016. – №1(2). – С. 49-60.

5. Гайна Г.А. Концепція багатомодельного підходу до розробки інтелектуальних СППР у містобудуванні / Г.А. Гайна // Управління розвитком складних систем, 2010. – №1. – С. 28-34.

6. Городецкий А.С. Комплексные системы проектирования и управления строительством с использованием полнофункциональной информационной модели здания (BIM). Зарубежный

и отечественный опыт, перспективы развития / А.С. Городецкий, М.С. Барабаш, В.С. Судак и др. // Проблемы развития городской среды. – К.: 2014. – Вып. 2(12). – 499 с.

7. Техническое регулирование в строительстве. Аналитический обзор мирового опыта: Snip Innovative Technologies: рук. Серых А. – Чикаго: SNIP, 2010. – 889 с.

8. Ротштейн А.П. Діагностика на базі нечітких відношень в умовах невизначеності / А.П. Ротштейн. – Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2006. – 275 с.

9. Ісаєнко Д.В. Формування нечіткої бази знань системи підтримки прийняття рішень з технічного регулювання в будівництві / Д.В. Ісаєнко, В.А. Плоский, С.А. Теренчук // Управління розвитком складних систем, 2018. – В. 35. – С. 168-174.

10. Terenchuk S. Implementation of Intelligent Information Technology for the Assessment of Technology for Condition of Building Structures in the Process of Diagnosis / B. Yeremenko, T. Sorotuyk // Eastern European Journal of Enterprise Technologies, 2016. – 5/3(83). – pp. 30-39. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.80782

11. Михалевич В.С. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем / В.С. Михалевич, В.Л. Волкович. – М.: Наука, 1982. – 286 с.

12. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. ДБН В.2.2-15-2005 / розроб. Ю.Г. Репин. – Офіц. вид. – К.: Держбуд України, 2005. – II, 36с.+ II, 36 с. – (Державні будівельні норми України). – Бібліогр.: с. 35.

13. Проект Закону України № 6577 Про внесення змін до Закону України «Про будівельні норми». (щодо уточнення деяких положень). – http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/ JH52P00A.html.

14. Saeed Soltanali, Rouein Halladj, Shokoufe Tayyebi and Alimorad Rashidi. Neural network and genetic algorithm for modeling and optimization of effective parameters on synthesized ZSM-5 particle size. Materials Letters, vol.136, no.1, pp. 138-140, 2014.

References

1. DBN V.1.2.-5:2007. Systema zabezpechennay nadiinjsti ta bezpeky budivelnich obektiv. Naukovo-technichnyi suprovid budivelnych obektiv [System of reliability and safety of building objects. Scientific and technical support of construction objects]. Kyiv: Minregionbud Ukrainy, 2007.

2. Vyznachennya klasu naslidkiv (vidpovidalnosti) ta kategorii skladnosti obektiv budivnitstva. Nastanova shchodo systemy zabezpechennya nadiynosti ta bezpeky budivelʹnykh obʺyektiv. PrDSTU-N B V.1.2-KHKH:201KH [Determination of the class of consequences (liability) and the complexity category of construction objects. Guidelines for the system of reliability and safety of construction objects]. (Natsionalʹnyy standart Ukrayiny).

3. Isayenko D.V. Zakonodavche rehulyuvannya diyalʹnosti v budivelʹniy haluzi. Osoblyvosti svitovoho dosvidu ta Yevropeysʹkoho pidkhodu dlya vyznachennya priorytetiv pry formuvanni zhyttyevoho seredovyshcha [Legislative regulation of activity in the construction industry. Features of world experience and European approach for determining priorities in the formation of a living environment]. Budivelʹne vyrobnytstvo, no 63/2017, pp. 11-15, 2017.

4. Nepomnyashchyy O.M., Isayenko D.V. Rehulyuvannya dozvilʹno-pohodzhuvalʹnykh protsedur u budivnytstvi vidpovidno do svitovykh standartiv [Regulation of permitting and approval procedures in construction in accordance with world standards]. Publichne uryaduvannya, no 1(2), pp. 49-60, 2016.

5. Hayna H.A. Kontseptsiya bahatomodelʹnoho pidkhodu do rozrobky intelektualʹnykh SPPR u mistobuduvanni [The concept of a multimodal approach to the development of intellectual DSS in urban planning]. Upravlinnya rozvytkom skladnykh system, no 1, pp. 28-34, 2010.

6. Gorodetskiy A.S., Barabash M.S., Sudak V.S. i dr. Kompleksnyye sistemy proyektirovaniya i upravleniya stroitel'stvom s ispol'zovaniyem polnofunktsional'noy informatsionnoy modeli zdaniya (BIM). Zarubezhnyy i otechestvennyy opyt, perspektivy razvitiya [Integrated design and construction management systems using a full-featured building information model (BIM). Foreign and domestic experience, perspectives of development]. Problemy razvitiya

gorodskoy sredy. Kiev, Vol. 2(12), 2014.

7. Tekhnicheskoye regulirovaniye v stroitel'stve. Analiticheskiy obzor mirovogo opyta: Snip Innovative Technologies [Technical regulation in construction. Analytical review of world experience: Snip Innovative Technologies]. ruk. Serykh A, Chikago: SNIP, 2010.

8. Rotshteyn A.P. Diahnostyka na bazi nechitkykh vidnoshen′ v umovakh nevyznachenosti [Diagnosis based on fuzzy relations in conditions of uncertainty]. Vinnytsya: UNIVERSUM, 2006.

9. Isayenko D.V., Ploskyy V.A., Terenchuk S.A. Formuvannya nechitkoyi bazy znan′ systemy pidtrymky pryynyattya rishen′ z tekhnichnoho rehulyuvannya v budivnytstvi [Formation of the fuzzy knowledge of the knowledge support system for decision-making technical regulation in construction]. Upravlinnya rozvytkom skladnykh system, Vol. 35, pp. 168-174, 2018.

10. Terenchuk S., Yeremenko B., Sorotuyk T. Implementation of Intelligent Information Technology for the Assessment of Technology for Condition of Building Structures in the Process of Diagnosis. Eastern European Journal of Enterprise Technologies, 5/3(83), pp. 30-39, 2016. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.80782

11. Mikhalevich V.S., Volkovich V.L. Vychislitel'nyye metody issledovaniya i proyektirovaniya slozhnykh sistem [Computational methods for studying and designing complex systems]. M.: Nauka, 1982.

12. Budynky i sporudy. Zhytlovi budynky. Osnovni polozhennya. DBN V.2.2-15-2005 [Buildings and structures. Residential buildings. Substantive provisions]. rozrob. YU.H. Repyn, Ofits. Vyd, K.: Derzhbud Ukrayiny, 2005.

13. Proekt Zakonu Ukrayiny № 6577 Pro vnesennya zmin do Zakonu Ukrayiny «Pro budivel′ni normy». (shchodo utochnennya deyakykh polozhen′). [Draft Law of Ukraine No. 6577 "On Amendments to the Law of Ukraine" On Construction Norms"]. http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/ JH52P00A.html.

14. Saeed Soltanali, Rouein Halladj, Shokoufe Tayyebi and Alimorad Rashidi, 2014. Neural network and genetic algorithm for modeling and optimization of effective parameters on synthesized ZSM-5 particle size. Materials Letters, vol.136, no.1, pp. 138-140, 2014.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Исаенко Д.В., к.н. по гос. упр.
Конфедерация строителей Украины
ORCID: 0000-0002-6093-3967
Теренчук С.А., к.физ.-мат.н., доцент
Киевский национальный университет строительства и архитектуры
terenchuksa@ukr.net, ORCID: 0000-0002-7141-6033

Аннотация. Одним из путей решения проблем повышения скорости и надежности функционирования экспертных систем считается разработка программных средств, работа которых основывается на концепции использования базы знаний. В статье предложена модель интеллектуальной системы поддержки принятия решений по техническому регулированию в строительстве. Обоснованно ее способность функционировать в условиях изменений, происходящих в нормативном обеспечении строительной отрасли Украины. Описаны этапы формирования нечеткой базы знаний системы. Вывод нечетких правил осуществляется на основе обобщенного экспертного опыта предыдущих проектов и оценок реальных характеристик объектов на стадии эксплуатации.

Особое внимание в работе уделяется повышению степеня автоматизации процесса выбора наилучшего решения из множества возможных вариантов, которые появляются в результате перехода от предписывающего метода нормирования к параметрическому. Неопределенность, которая присуща строительной деятельности в период трансформации, классифицирована по характеру имеющейся информации. Показано принцип обработки

неопределенности выбора объекта из множества возможных проектных решений. Доказана целесообразность применения моделей и методов нечеткой математики к формализации экспертных знаний в виде нечетких правил, которые в перспективе могут использоваться при решении задачи поиска наилучшего проектного решения из заданного множества приемлемых альтернатив с применением эволюционного моделирования и искусственных нейронных сетей. Предложено использовать модели и методы нечеткой математики параллельно детерминированным подходом. Для демонстрации логики системы при обработке неопределенности и обоснования норм и правил рассмотрен пример формирования нечеткой базы знаний и принцип сопоставления нечетких правил, сформированных согласно предписывающему и параметрическому методам нормирования.

Ключевые слова: knowledge base, uncertainty of choice, fuzzy rules, objects, parametric method of valuation.

MODELING OF INTELLECTUAL SUPPORT SYSTEM FOR DECISION-MAKING ON TECHNICAL REGULATION IN BUILDING

Isaenko D.V. PhD. in public administration
Confederation of Builders of Ukraine
ORCID: 0000-0002-6093-3967
Terenchuk S. A. PhD., Associate Professor,
Kyiv National University of Construction and Architecture,
terenchuksa@ukr.net, ORCID: 0000-0002-7141-6033

Abstract. One of the ways to solve the problems of increasing the speed and reliability of the functioning of expert systems is the development of software tools the work of which is based on the concept the knowledge base usage. The article suggests a model of an intelligent decision-making support system on technical regulation in construction. There is a substantiation of its ability to function in the conditions of changes occurring in the regulatory support of the construction industry of Ukraine. The stages of the formation of a fuzzy knowledge base of the system are described. The derivation of fuzzy rules is carried out on the basis of generalized experience of the previous projects and estimations of the real characteristics of the objects at the exploitation stage.

Particular attention is paid to the increasing of automation the degree of the process of choosing the best solution from a variety of possible options that appear as a result of the transition to the parametric method of valuation. The uncertainty that is inherent in construction activities during the transformation period is classified according to the nature of the information available. The article describes of processing of an object the uncertainty choosing from a variety of design decisions. The article contains the substantiation of the expediency of the applying of the models and methods of fuzzy mathematics in the expert knowledge formalization in the form of fuzzy rules, which in the future can be used to solve the problem of finding the best design solution from a given set of acceptable alternatives using evolutionary neural networks and is proved. It is proposed to use models and methods of fuzzy mathematics and deterministic approach together. To demonstrate the logic of the system when processing uncertainty and justifying the norms and rules, an example of the formation of a fuzzy knowledge base and the principle of comparison of fuzzy rules formed according to the prescriptive and parametric methods of rationing is considered.

Keywords: knowledge base, uncertainty of choice, fuzzy rules, objects, parametric method of valuation.

Стаття надійшла 9.09.2018