

УДК 004.891.2: 69.05

**Ісаєнко Дмитро Валерійович**Кандидат наук з державного управління, віце-президент, [orcid.org/0000-0002-6093-3967](https://orcid.org/0000-0002-6093-3967)

Конфедерація будівельників України, Київ

**Плоский Віталій Олексійович**Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри архітектурних конструкцій, [orcid.org/0000-0002-2632-8085](https://orcid.org/0000-0002-2632-8085)

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**Теренчук Світлана Анатоліївна**Кандидат фізико-математичних наук, доцент, [orcid.org/0000-0002-7141-6033](https://orcid.org/0000-0002-7141-6033)

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**ФОРМУВАННЯ НЕЧІТКОЇ БАЗИ ЗНАТЬ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ В БУДІВНИЦТВІ**

***Анотація.** Досліджено питання, що пов'язані з формуванням бази знань та розробкою інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень з технічного регулювання в будівництві. Показано переваги параметричного методу та доцільність застосування моделей і методів нечіткої математики при формуванні нормативних вимог до нестандартних будівельних об'єктів. Визначено напрями розвитку інтелектуальних систем. Запропоновано модель системи, що ґрунтується на знаннях і призначена для підвищення надійності та швидкості процедури узгодження будівельних норм і стандартів з урахуванням особливостей розвитку будівельної галузі України. Впровадження подібних систем, що призначені для фахівців, які розробляють будівельні кодекси, надасть можливість суттєво підвищити рівень автоматизації і знизити ризики людського фактора при прийнятті рішень в умовах конфлікту правил.*

***Ключові слова:** база знань; будівельна діяльність; параметричний метод; технічне регулювання*

**Вступ**

Під впливом світових тенденцій формування системи технічного регулювання (ТР) у сфері будівництва України ведеться робота щодо впровадження положень європейських документів з проектування будівельних об'єктів. Технічний регламент будівельних виробів, будівель і споруд, що розроблено з урахуванням вимог [1] та позитивних практик діяльності цієї галузі економіки в Україні, визначає основні вимоги до будівельних виробів, будівель і споруд щодо забезпечення безпеки та здоров'я людини, безпеки експлуатації, економії енергії, захисту оточуючого середовища, процедури оцінки відповідності виробів визначеним вимогам і порядок їх застосування [2].

На рівні закону визначені класи наслідків і критерії для віднесення будівельних об'єктів до певних класів наслідків [3]. Класифікація базується на рекомендаціях, що висуваються приписувальним методом формування нормативних обмежень [4]. Проте приписувальний метод нормування значно звужує можливості проектувальників при реалізації нестандартних рішень, оскільки детально визначає параметри об'єкта, які мають забезпечувати його надійність та безпеку і, таким чином, стримують

розробку нових проектних рішень, яких потребує час та нові технології [5].

Аналіз вхідної інформації значно ускладнюється також у зв'язку зі зростанням обсягу контрольованих параметрів внаслідок ускладнення самих будівельних об'єктів, що призводить до зростання невизначеності внаслідок неузгодженості нормативних вимог до нетипових будівель і споруд.

У таких випадках впровадження інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень (ІСППР) у процесі регулювання будівельною діяльністю дасть змогу відтворювати логіку висновків особи, яка приймає рішення в нечітких умовах на основі бази знань, що сформована у процесі дослідження узагальненого експертного досвіду та результатів польових і лабораторних досліджень, надасть можливість суттєво підвищити рівень автоматизації процедури обґрунтування будівельних норм і стандартів та знизити ризик прийняття неправильних рішень при створенні об'єктів будівництва з наперед заданими характеристиками.

Отже, задача розробки інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, що приймаються на різних стадіях проектування, будівництва, реконструкції, експлуатації та ремонту унікальних будівель і споруд лишається актуальною.

## Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проведені в роботах [5 – 7] дослідження процесу технічного регулювання в будівництві виявили низку проблем, що пов'язані зі складністю прогнозування великої кількості траєкторій ймовірнісних процесів, реалізація яких в реальних умовах може стати причиною порушення умов надійності і безпечності об'єктів будівництва. Зазначені проблеми призводять до системних проявів неузгодженості і конфліктів при застосуванні норм і правил, які розроблялись в різний час для різних умов експлуатації різних класів будівель і споруд. В описаних умовах до вирішення подібних проблем залучають експертів. Переваги застосування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень полягають в їх здатності навчатись і автоматично переносити знання експертів у базу знань системи [8].

У цій статті інтелектуальною системою будемо називати систему, що ґрунтується на знаннях та застосовується для підтримки рішень і отримання нових знань на базі методів інженерії знань.

Далі надано основні поняття з технічного регулювання будівельною діяльністю [7].

*Означення 1.* Будівельна діяльність – будь-яка діяльність зі створення, реконструкції, експлуатації та ремонту будівельних об'єктів.

*Означення 2.* Параметр – обмеження чи умова, що накладаються на об'єкт нормування.

*Означення 3.* Параметричний метод – метод формування нормативної вимоги, що передбачає призначення параметрів, які визначають якість і безпеку функціонування об'єкта без визначення засобів його досягнення.

Перехід до параметричного методу регулювання у сфері будівництва, на думку респондентів, які були опитані в процесі дослідження систем технічного регулювання країн, що перейшли до параметричного методу [5; 7]:

– полегшує впровадження інновацій за рахунок звільнення забудовників, проектувальників та будівельників від обмежень приписувального методу;

– дає змогу знизити вартість будівництва за рахунок впровадження альтернативних рішень, нових матеріалів і ресурсозберігаючих технологій та засобів досягнення параметричних норм.

*Означення 4.* Параметрична норма – вимога, що ґрунтується на параметричному методі нормування.

*Означення 5.* Кодекс – документ, що містить систему узгоджених між собою норм і правил.

*Означення 6.* Модельний кодекс – документ, що містить в собі кодифіковані типові норми і правила,

які у сфері будівництва призначені для адаптації будівельних норм і правил.

Розроблення параметричних норм і правил для прийняття рішень ґрунтується на тому, що експерти описують знання, які наповнюють базу знань.

Узагальнені знання експертів формалізуються у вигляді нечітких правил, що мають вигляд [8; 9]:

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

*Умови правила* (1) та параметри технічного стану будівель і споруд, які визначають якість і безпеку функціонування об'єкта, налаштовують користувачі – фахівці, що розробляють будівельний кодекс.

*Висновок правила* (1) готують експерти на базі порівняння параметричних норм та прогнозів властивостей, які об'єкти будівництва можуть набути внаслідок розвитку випадкових процесів, що можуть призвести до різних класів наслідків з різною ймовірністю. Експерти також оцінюють ймовірність подій, які в майбутньому в реальних умовах можливі внаслідок суперпозицій різних стохастичних факторів впливу середовища [3].

Прогнозування параметрів випадкових процесів і параметрів технічного стану об'єктів будівництва, що виконується на великі проміжки часу, ускладнюється зміною множини суттєвих факторів впливу. Цей факт також є причиною невизначеності та ризиків різного характеру і потребує впровадження у процеси технічного регулювання інтелектуальних систем, які здатні вчасно адаптувати онтологію предметної області до стохастичних змін середовища [9; 10].

## Мега статті

Метою роботи є підвищення рівня автоматизації процесу формування бази знань системи підтримки прийняття рішень, яка призначається для фахівців, що розробляють будівельні норми і стандарти.

## Виклад основного матеріалу

Модель структури ІСППР ТР, яка пропонується для впровадження у процеси технічного регулювання будівельної діяльності, показана на рис. 1.

Підсистема набуття знань – складова частина системи інженерії знань (СІЗ), яка автоматизує процес наповнення бази знань системи експертними знаннями без залучення інженера зі знань через редактор бази знань, що транслює формалізовані вирази (1) природної мови з деякої підмножини в спеціальний код [11].

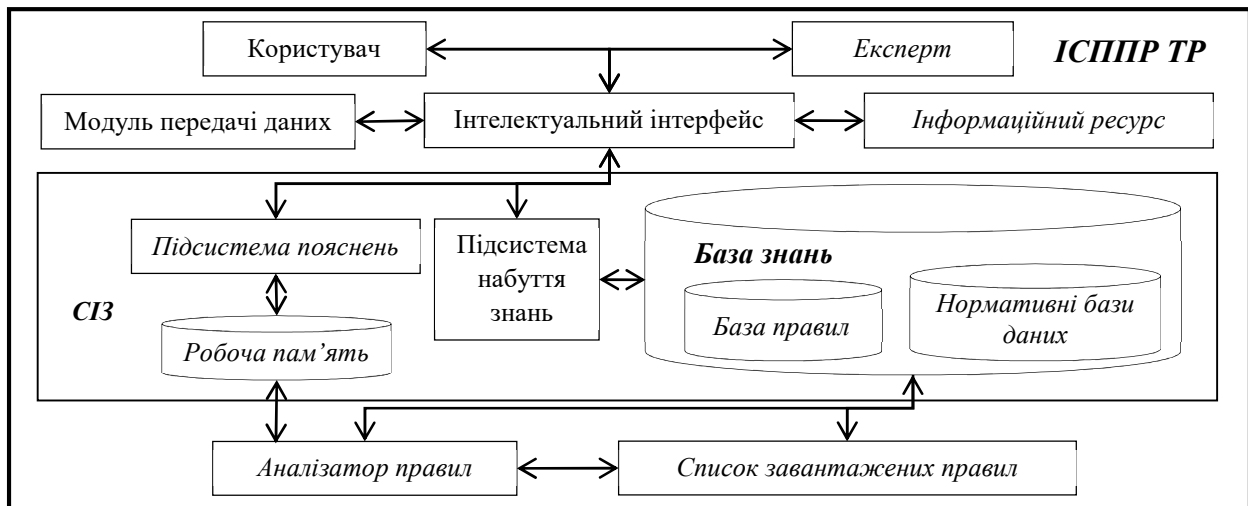


Рисунок 1 – Модель інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень з технічного регулювання в будівництві

Підсистема пояснень контролює хід суджень системи та пояснює її рішення або їх відсутність з указівкою знань, які при цьому використовувались, а також виявляє невизначеність різного характеру в умовах правил чи бази знань системи [12].

Робоча пам'ять – частина системи інженерії знань, в якій зберігаються вхідні і проміжні дані, та алгоритми адаптації правил модельного кодексу до динамічних умов середовища.

Список завантажених правил містить правила модельного кодексу, що адаптуються до певних умов.

Інтелектуальний інтерфейс дає змогу експерту та користувачу отримувати інформацію із бази знань, а також забезпечує їм спілкування з системою зручним способом. Алгоритми взаємодії користувача та експерта із системою детально описано в [12].

Модуль передачі даних системи підтримки прийняття рішень призначається для реалізації взаємодії системи з зовнішніми інформаційними ресурсами, розрахунковими та проектними системами автоматизації проектувальних робіт (САПР). Така взаємодія надає можливість забезпечити імітаційне моделювання властивостей унікальних будівельних об'єктів, що є необхідною умовою при розробленні відповідної технічної документації, а також сприяє зниженню витрат на проведення додаткових натурних випробувань [10; 12].

Функція «інформаційний ресурс» здійснює пошук і обробку зовнішніх інформаційних ресурсів у випадках нестачі або неузгодженості вхідної інформації чи конфлікту правил, що проявляються на різних рівнях прийняття рішень [6]:

- людські інформаційні ресурси – спеціалісти, експерти, консультанти, посадові особи організацій та підприємств будівельної галузі;
- документальні інформаційні ресурси –

матеріали, що містяться в звітах установ, організацій і підприємств, джерела довідникової інформації;

- зовнішні бази даних.

Базою знань інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень з технічного регулювання будемо називати інформаційний засіб, який містить в собі всі зв'язки між усіма змінними об'єкта нормування, допомагає обчислювати значення одних змінних через інші та вирішувати задачі оцінки параметрів об'єктів будівництва з наперед заданими характеристиками.

База знань системи складається з нормативних баз даних, які описують онтологію предметної області у вигляді загальних норм і правил, та бази правил, що описують принципи адаптації модельного кодексу до заданих вимог.

Нечіткою базою знань називається сукупність правил (1), які визначають взаємозв'язок між входами і виходами, що задається параметричним методом.

В роботах [12 – 14] показано як моделі та методи нечіткої математики застосовуються при формалізації експертних знань і використовуються при формуванні нечіткої бази знань інтелектуальних систем оцінки технічного стану будівельних конструкцій. Проте підхід, що ґрунтується на моделях та методах нечіткої математики, доцільно застосовувати і при формуванні параметричних нормативних вимог [5; 7; 9], оскільки зазначені методи розроблялись для опрацювання нечітких даних різного характеру.

В [12] детально описані:

- алгоритм налаштування параметрів і правил користувачем;
- реалізація покрокової експертної підтримки;
- технологія управління базою правил, за допомогою якої побудовано нечітку базу знань для оцінки технічного стану будівельних конструкцій.

У цій статті основна увага приділяється проблемі підвищення рівня автоматизації процесу вирішення конфлікту правил за допомогою аналізатора правил (рис. 1).

Правила вважаються конфліктними, якщо тотожним *<умова правила>* (1) відповідають різні *<висновки правила>*. Пошук і зіставлення правил з тотожними умовами із різних нормативних баз даних виконується аналізатором правил.

Декомпозицію процесу вирішення конфліктів правил показано на рис. 2.

Якщо при порівнянні умов і висновків правил (1) зі списку завантажених правил (рис. 1) виявляються конфліктні правила, то всі правила даної множини підлягають обробці, в результаті якої конфлікт має бути вирішеним (рис. 2). Рішення, що приймаються у процесі вирішення конфлікту, формалізуються в нові правила і, разом з обґрунтуванням висновку, оновлюють базу знань системи.

В результаті роботи ІСППР ТР пропонує особі, яка приймає рішення, можливі варіанти вирішення конфлікту правил з відповідними поясненнями логіки системи, що ґрунтуються на урахуванні суттєвих для конкретної ситуації критеріїв вибору. При цьому відповідальній особі, що приймає остаточне рішення слід ураховувати те, що різні фактори мають різний ступінь впливу навіть на типові об'єкти будівництва залежно від особливостей їх розташування і умов експлуатації. У таких випадках, при обґрунтуванні висновку правил, система сортує критерії вибору рішення в порядку спадання і, за відсутності інших правил, буде рекомендувати приймати рішення за критерієм з меншим порядковим номером.

Експертна підтримка полягає в тому, що експерти визначають рівень значущості кожного з

критеріїв та їх суперпозиції залежно від зазначених особливостей, а також контролюють достовірність інформації і логіку міркувань системи.

Надалі набуті знання можуть бути використані при проведенні обчислювальних експериментів із застосуванням інтегрованих програмних комплексів.

## Висновки

1. Інтелектуальна система, що розробляється, являє собою інформаційну систему, яка паралельно з детермінованим підходом застосує методи нечіткої логіки для обробки нечітких даних і моделювання будівельних процесів в умовах невизначеності, що спричинена конфліктами правил.

2. Запропонована система здатна аналізувати інформацію, що містить протиріччя і формувати пояснення логіки міркувань щодо обґрунтування висновків правил, які визначають якість і безпеку функціонування будівельного законодавства.

3. Впровадження подібних систем підтримки прийняття рішень з технічного регулювання в будівництві, що здатні виявляти і вирішувати конфлікти правил, надасть можливість суттєво підвищити ефективність процедур, які пов'язані з оцінкою відповідності та контролем виконання параметричного будівельного законодавства.

Подальшу роботу буде спрямовано на дослідження штучних нейронних мереж різного призначення, що здатні виконувати різні функції в системах підтримки прийняття рішень з технічного регулювання в будівництві, застосування яких надасть можливість суттєво підвищити рівень автоматизації та швидкість функціонування подібних експертних систем і, таким чином, знизити ризики прийняття неправильних рішень на різних стадіях нормотворчої діяльності.

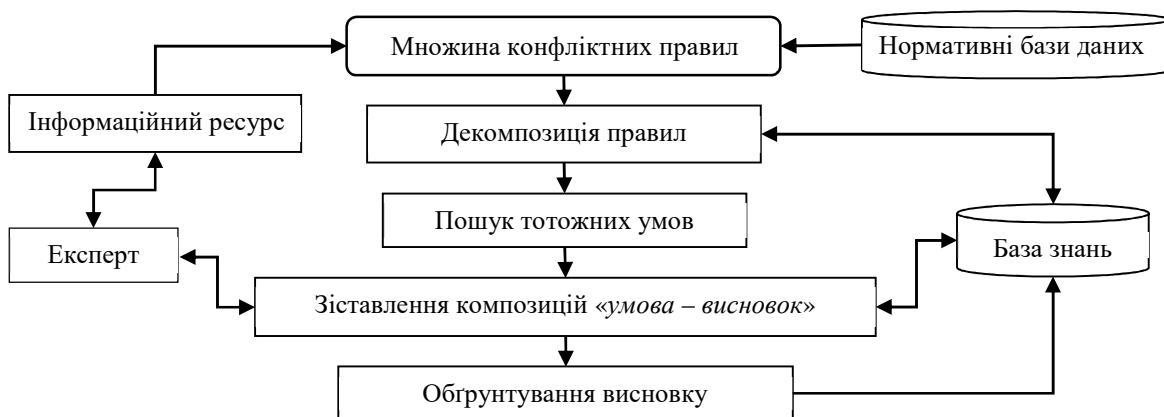


Рисунок 2 – Декомпозиція процесу вирішення конфліктів правил

**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. Закон України від 17.01.2017 року «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо вдосконалення містобудівної діяльності» №1817-VIII.
3. Дорофєєв В.С. Особливості визначення навантажень і впливів на об'єкти підвищеного класу відповідальності / В.С. Дорофєєв, К.В. Єзупов, В.К. Єзупов, О.В. Кендзера, Ю.Ш. Немчинов, Ю.В. Семенова, М.М. Сорока // Наука та будівництво. – 2017'4. – С. 11-19.
4. Про технічні регламенти та оцінку відповідності [Текст]: Закон України від 15 січня 2015 р. № 124-VIII // Відомості Верховної Ради України. – 2015. – № 14. – С. 96.
5. 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. – № 63/2/2017. – С. 11-15.
6. Непомнячий О.М. Регулювання дозвільно-погоджувальних процедур у будівництві відповідно до світових стандартів / О.М. Непомнячий, Д.В. Ісаєнко // Публічне урядування. – 2016. – №1(2). С. 49-60.
7. Техническое регулирование в строительстве. Аналитический обзор мирового опыта [Текст]: Snip Innovative Technologies: рук. Серых А. – Чикаго: SNIP. 2010. – 889 с.
8. Гайна Г.А. Концепція багатомодельного підходу до розробки інтелектуальних СППР у містобудуванні / Г.А. Гайна // Управління розвитком складних систем. – 2010. – № 1. – С. 28-34.
9. Єременко Б.М. Моделювання інтелектуальної системи для діагностики технічного стану об'єктів будівництва / Б.М. Єременко // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2015. – № 1/2 (21). – С. 44-48.
10. Малафєєва Л.Ю. Розробка структурованої бази знань для розв'язання задач з технологічного передбачення / Л.Ю. Малафєєва // Наук. Вісті НТУУ «КПІ». – 2009. № 6. – С. 61-68.
11. Соротюк Т.І. Впровадження системи інженерії знань в процес проектування збірних будівельних конструкцій / Т.І. Соротюк, С.А. Теренчук // Строительство, материаловедение, машиностроение. – 2016. – №94. – С. 162-167.
12. Terenchuk S. Implementation of Intelligent Information Technology for the Assessment of Technology for Condition of Building Structures in the Process of Diagnosis / S. Terenchuk, B. Yeremenko, T. Sorotnyuk // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. Vol. 5/3(83). 2017. P. – 30-39. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.80782
13. Terenchuk S. Modeling of intelligent system of estimation of technical condition of construction structures / S. Terenchuk, A. Pashko, B. Yeremenko, S. Kartavykh, N. Ershova // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. Vol.3/2(93). 2018 P. 47-53. DOI:10.15587/1729-4061.2018.132587
14. Плоский В.А. Формирование нечеткой базы знаний системы оценки технического состояния строительных конструкций / В.А. Плоский, С.А. Теренчук, Б.М. Єременко, Д.В. Ісаєнко // Сучасні проблеми моделювання. – 2018. – В.11. – С. 129-134.

Стаття надійшла до редколегії 27.04.2018

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. С.Д. Бушуєв, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.

**Ісаєнко Дмитрій Валерьевич**

Кандидат наук по государственному управлению, вице-президент, [orcid.org/0000-0002-6093-3967](https://orcid.org/0000-0002-6093-3967)

Конфедерация строителей Украины, Киев

**Плоский Виталий Алексеевич**

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой архитектурных конструкций,

[orcid.org/0000-0002-2632-8085](https://orcid.org/0000-0002-2632-8085)

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

**Теренчук Светлана Анатольевна**

Кандидат физико-математических наук, доцент, [orcid.org/0000-0002-7141-6033](https://orcid.org/0000-0002-7141-6033)

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

**ФОРМИРОВАНИЕ НЕЧЕТКОЙ БАЗЫ ЗНАНИЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Аннотация.** Исследованы вопросы, связанные с формированием базы знаний и разработкой интеллектуальных систем поддержки принятия решений технического регулирования строительной деятельностью. Показаны преимущества параметрического метода и целесообразность использования моделей и методов нечеткой математики при формировании нормативных требований к нестандартным строительным объектам. Определено направление развития интеллектуальных систем и технологий технического регулирования для повышения надежности и скорости

процедуры согласования строительных норм и стандартов. Представлена структурная модель системы, предназначенная для использования специалистами, которые разрабатывают строительные кодексы. Описаны принцип функционирования системы и процесс формирования базы знаний с учетом особенностей развития строительной отрасли Украины. При этом особое внимание в работе уделяется проблеме автоматизации процедуры согласования конфликтных правил. Внедрение систем поддержки принятия решений, которые способны функционировать в условиях неопределенности, связанной с несогласованностью и конфликтами правил, предоставляет возможность существенно повысить степень автоматизации процесса разработки строительных норм и стандартов и, таким образом, снизить риски человеческого фактора при принятии конструктивных решений в современных условиях неопределенности и рисков различного характера.

**Ключевые слова:** база знаний; параметрический метод; строительная деятельность; техническое регулирование

**Isaienko Dmytro**

PhD (Public Administration), Vice-President, [orcid.org/0000-0002-6093-3967](https://orcid.org/0000-0002-6093-3967)  
Confederation of Builders of Ukraine, Kiev

**Ploskyi Vitalii**

DSc (Eng.), Professor, Head of the Department of Architectural Structures, [orcid.org/0000-0002-2632-8085](https://orcid.org/0000-0002-2632-8085)  
Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, Kiev

**Terenchuk Svitlana**

PhD (Physical and Mathematical Sciences), Associate Professor, [orcid.org/0000-0002-7141-6033](https://orcid.org/0000-0002-7141-6033)  
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kiev

**FORMATION OF THE FUZZY KNOWLEDGE OF THE KNOWLEDGE SUPPORT SYSTEM FOR DECISION-  
MAKING TECHNICAL REGULATION IN CONSTRUCTION**

**Abstract.** The questions connected with the formation of the knowledge base and the design of intellectual systems of decision support in the processes of technical regulation by construction activity is investigated in the work. The advantages of the parametric method and the expediency of using models and methods of fuzzy mathematics in the formation of regulatory requirements for non-standard construction objects are shown. The direction of the development of intellectual systems and technologies of technical regulation is determined to increase the reliability and speed of the procedure for harmonizing building norms and standards. A showed structural model of the system is intended for use by specialists who develop building codes. The principle of its functioning and the process of forming the knowledge base taking into account the specific features of the development of the construction industry in Ukraine are described. At the same time, special attention is paid to the problem of automating the procedure for coordinating conflicting rules. The implementation of decision support systems which are able to function in the conditions of uncertainty associated with inconsistencies and conflict of rules makes it possible to significantly improve the degree of automation of the process of designed building standards and, thus, to reduce human factor risks in making constructive decisions under present uncertainty conditions and risks of a different nature.

**Keywords:** construction activity; knowledge base; parametric method; technical regulation

**References**

1. The Law of Ukraine on 17 January 2017. "On Amendments to the Acts of Legislative Acts of Ukraine" №. 1817-VIII 2.
2. 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
3. Dorofeev, V.C., Yegupov, K.V., Yegupov, V.K., Kendzer, O.V., Nemchinov, Yu.S., Semenova, Y.V. & et al. (2017). Peculiarities of the determination of loads and influences on objects of the raised class of responsibility. *Science and construction*, 4, 11-19.
4. On Technical Regulations and Conformity Assessment [Text]: Law of Ukraine dated January 15, 2015 No. 124-VIII // *Information from the Verkhovna Rada of Ukraine*, 14, 96.
5. Isaienko, D. (2017). 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. *Construction production*, 63/2/2017, 11-15.
6. Nepomnyaschy, O.M., Isaenko, D.V., (2016). Regulation of permissive-concordance procedures in construction in accordance with world standards. *Public administration*, 1 (2), 49-60.
7. Technical regulation in construction. Analytical review of world experience [Text] (2010) *Snip Innovative Technologies: hands*. Serykh A. Chicago: SNIP. 889.
8. Gayna, G.A. (2010). The concept of a bagatomodel pidhodu up to the separation of intelligent telecommunication systems in the world. *Management of Development of Complex Systems*, 1, 28–34.
9. Malafeeva, L.Yu. (2009). On development of the structured knowledge base for solving tasks of technology forecasting. *Scientific News of NTUU "KPI"*, 6, 61-68.

10. Yeremenko, B.M. (2015). *Modeling of the intellectual system for diagnostics of the technical condition of construction objects. Technological audit and production reserves*, 1/2 (21), 44-48.
11. Sorotnyuk, T.I., Terenchuk S.A. (2016). *Introduction of the knowledge engineering system in the design process of prefabricated building constructions. Construction, Materials Science, Machine Building*, 94, 162-1675.
12. Terenchuk, S., Yeremenko, B., Sorotnyuk, T. (2016). *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), 30-39. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.80782
13. Terenchuk, S. Pashko, A., Yeremenko, B., Kartavykh, S., Ershova, N. (2018). *Modeling of intelligent system of estimation of technical condition of construction structures Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, 3/2(93), 47-53. DOI:10.15587/1729-4061.2018.132587
14. Ploskyi, V.A., Terenchuk, S.A., Yeremenko, B.M., Isayenko D.V. (2018). *Formation of a fuzzy knowledge base for a system for assessing the technical condition of building constructions .Modern Modeling Problems*, 11, 129 – 134.

---

#### Посилання на публікацію

- APA 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]
- ДСТУ Ісаєнко Д.В. *Формування нечіткої бази знань системи підтримки прийняття рішень з технічного регулювання будівельної діяльності [Текст] / Д.В. Ісаєнко, В.О. Плоский, С.А. Теренчук // Управління розвитком складних систем. – № 35. – С. 168 – 174.*