

УДК 69.002; 69.059

Терентьєв Олександр Олександрович

Доктор технічних наук, професор кафедри інформаційних технологій проектування та прикладної математики, orcid.org/0000-0001-6995-1419

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Київська Катерина Іванівна

Кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій, orcid.org/0000-0003-0906-1128

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Горбатюк Євгеній Володимирович

Кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельних машин, orcid.org/0000-0002-8148-5323

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Доля Олена Вікторівна

Кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри інформаційних технологій проектування та прикладної математики, orcid.org/0000-0003-2503-2634

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД**

***Анотація.** Інформаційні технології є однією з найважливіших системних складових питань, пов'язаних з обстеженням та діагностикою технічного стану будівельних об'єктів. Це досягається за рахунок застосування розвинутих інтерактивних засобів взаємодії, підтримки користувачів різного рівня підготовки, формування багатовіконних макетів екранів, структур меню, діалогових послідовностей. Інформація може отримуватись від різних джерел і досліджуватись на різних рівнях деталізації. Збільшення потужності системи може бути забезпечено за рахунок застосування відкритої архітектури і можливості масштабування системи з підключенням як власних, так і зовнішніх застосувань та додатків, організації модульності прикладних програм, вибору оптимальної конфігурації та гнучкої підтримки необхідної конфігурації, підтримки відкритих стандартів.*

***Ключові слова:** інформаційно-довідкова система; нечіткі нейронні мережі; гібридні мережі; інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень; генетичні алгоритми; нечіткі системи; експертні системи*

Актуальність та аналіз проблеми

Особливе місце в інформаційних технологіях посідають інтелектуальні інформаційні методи та технології діагностики будівель, які поряд з операціями одержання, накопичення, пошуку та управління інформаційними потоками підтримують найбільш наукомісткі процеси – власне «вироблення» інформаційної продукції. Серед багатьох застосувань цих технологій – комп'ютеризація інтелектуальних методів діагностики будівельних об'єктів на базі накопичених знань експертів і поточних відомостей про стан будівель. Таке діагностування є основою для остаточного вибору засобів усунення несправностей будівельного фонду України.

Мета статті

Метою статті є аналіз сучасних інформаційних методів системи діагностики технічного стану будівель за допомогою інформаційних технологій та їх використання. Серед найпоширеніших методів інтелектуальних інформаційних технологій потрібно виділити: нечіткі системи, гібридні мережі, експертні системи. Значну роль при цьому відіграють засоби нечіткої математики. Аналіз їхніх можливостей – важлива складова створення новітніх інтелектуальних інформаційних технологій.

Виклад основного матеріалу

Обстеження та діагностику технічного стану будівель виконують фахівці та організації, що володіють різним досвідом роботи в цьому напрямку.

Значний досвід допомагає їм кваліфіковано скласти план робіт, провести обстеження, запропонувати заходи щодо безаварійної експлуатації об'єкта, а його відсутність є причиною ухвалення неоптимальних рішень, що знижують експлуатаційну надійність будівель.

Для зменшення ризику при ухваленні необ'єктивних рішень, створення інформаційної системи управління з обстеження та забезпечення експлуатаційної надійності об'єктів виокремлюється як один із найважливіших напрямів будівельного виробництва. Остаточне рішення в конкретних випадках ухвалює людина, проте наявність інформаційної системи управління з обстеження та діагностики технічного стану, а також баз даних та баз правил щодо нормативних документів з обстеження та нормативів в області будівництва, підвищить професійний рівень ухвалення таких рішень. Така інформаційна система управління буде корисна як службам експлуатації будівель і споруд підприємств різних напрямів діяльності, так і спеціалізованим організаціям. Вона поєднує необхідну інформацію, що дає змогу виконувати обстеження різного ступеня складності [1].

На сьогодні вже розроблені і застосовуються окремі методики діагностики технічного стану будівель, які пов'язані з науково-дослідними темами «Науково-дослідного інституту будівельного виробництва Міністерства регіонального розвитку та будівництва України», що регламентується положеннями «Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд»; роботами Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України «Діагностування тріщин будівельних конструкцій за допомогою нечітких баз знань» [2]. Натепер не існує спеціалізованої інформаційної системи управління, яка охоплює всі напрями обстеження технічного стану будівель.

Об'єднання локальних інформаційних систем управління в єдину систему, дасть змогу оперативно вирішувати задачі діагностики технічного стану будівель, що експлуатуються з урахуванням фактичних фізико-технічних та міцнісних характеристик матеріалів і конструкцій.

Зниження собівартості, трудомісткості і підвищення якості обстеження будівель може бути досягнуте за рахунок розроблення і застосування інформаційної системи управління. Це дає змогу в автоматизованому режимі узагальнювати і аналізувати інформацію щодо технічного стану об'єкта; вибирати оптимальну технологію діагностики конструкцій і об'єкта в цілому за наявності баз даних; понизити ризики прийняття необ'єктивних рішень щодо технічного стану

будівель і конструкцій при використанні інформаційної системи розрахунку фактичних фізико-технічних і міцнісних характеристик будівельних елементів і вузлів [1].

На рис. 1 представлена схема роботи інформаційної системи управління для діагностики технічного стану будівель.

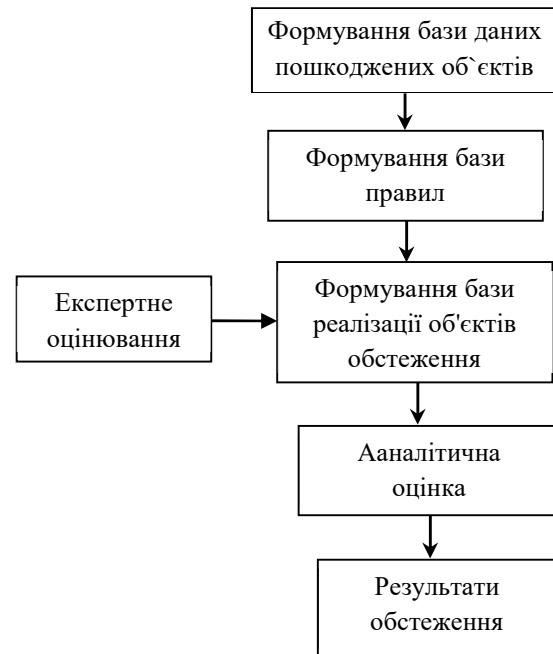


Рисунок 1 – Схема роботи інформаційної системи управління для діагностики технічного стану будівель

Відомі такі інформаційні технології діагностики технічного стану будівель: експертні системи, нечіткі системи, нечіткі нейронні мережі або гібридні мережі, інформаційно-довідкові системи, інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень та інші.

На рис. 2 представлена структурна схема інформаційних технологій діагностики технічного стану будівель [3–6].

У таблиці наведена порівняльна характеристика (переваги та недоліки) методів інформаційних технологій [3–6].

Оцінювання технічного стану будівель є складним процесом, який важко, а в багатьох випадках і неможливо формалізувати. Для вирішення цієї задачі доцільно застосувати такі інформаційні технології.

Експертні системи дають змогу вирішувати задачі створення експертних методів та моделей діагностики технічного стану будівель; проведення досліджень інформаційних та експертних систем; розробляти формування бази знань та нечітких правил; дослідження інтелектуальної технології при реалізації інформаційної системи управління обстеження та діагностики технічного стану будівель; дослідження ланцюгів виведення для діагностики стану об'єктів [7].

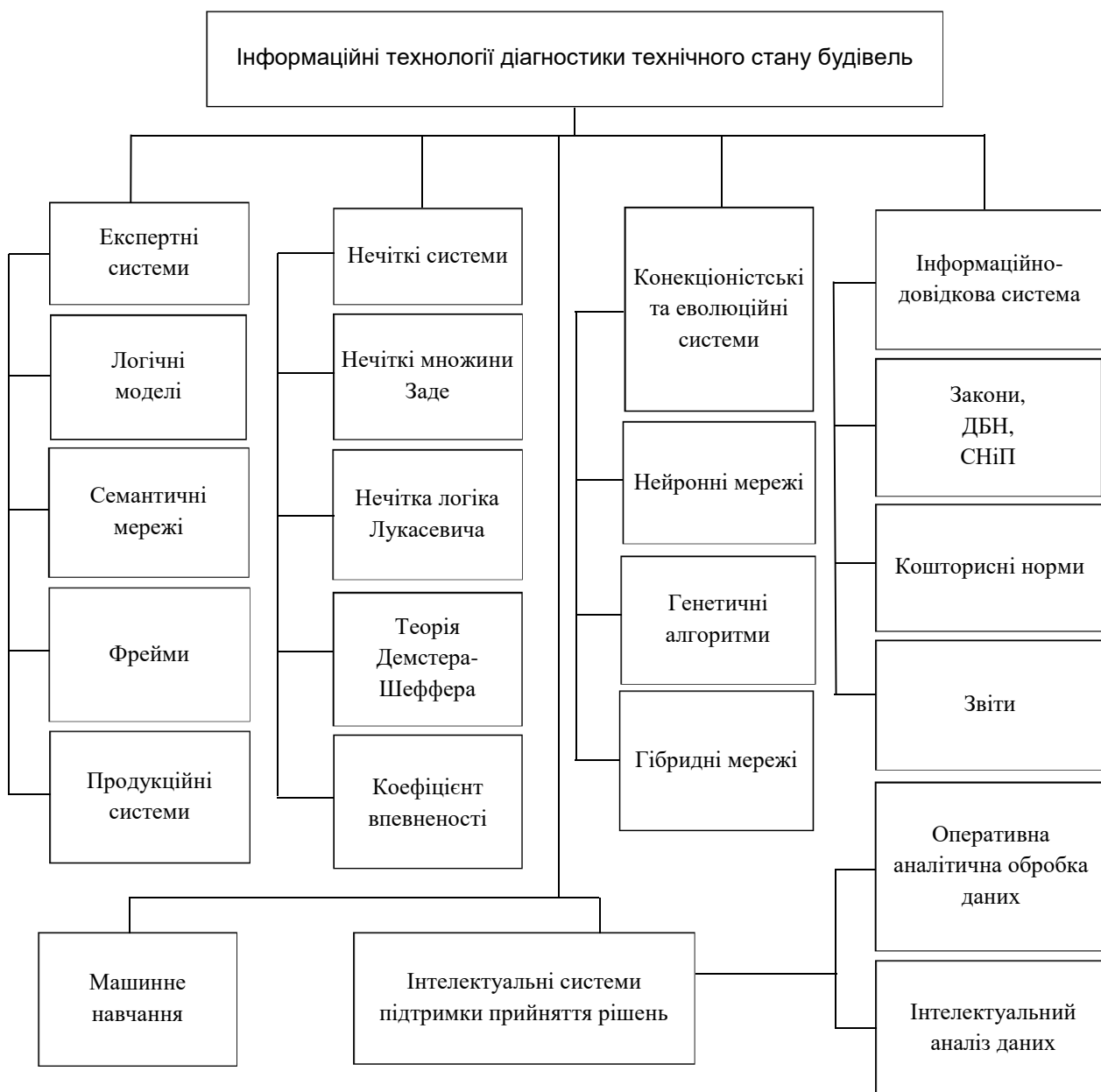


Рисунок 2 – Структурна схема інформаційних технологій діагностики технічного стану будівель

Експертні системи застосовуються і реалізовані у таких: MYCIN, NEOMYCIN, EMYCIN, PROSPECTOR, ДІАГЕН, ГЕНПОСТ, INTERNIST-I, SPHINX, PHEO-ATTENDING (медичні експертні системи), EXSYS (призначена для побудови

прикладних експертних систем класифікаційного типу), 1st-Class, Personal Consultant Plus, ПИЭС (програмний інструментарій експертних систем), GURU (інтегроване середовище розробки експертних систем).

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика методів інформаційних технологій

Характеристика	Переваги	Недоліки
Метод		
1	2	3
Експертні системи	створення експертних методів та моделей обстеження техстану будівель; проведення досліджень інформаційних та експертних систем; розробка бази знань та нечітких правил; дослідження ланцюгів логічного виведення для діагностики техстану	складність представлення глибинних знань експерта щодо обстеження технічного стану будівель; складність організації навчання на досвіді спеціаліста

1	2	3
Нечіткі системи	дозволяють вирішувати задачі інформаційної технології для діагностики технічного стану будівель, розробка бази знань для будівель, розробка системи нечіткого виведення; дослідження та реалізація на основі апарату нечіткої логіки моделей діагностики техстану будівель	суб'єктивність обстеження технічного стану будівель; не дозволяє навчатися
Нечіткі нейронні мережі або гібридні мережі	можливість отримання інформації щодо обстеження техстану будівель у формі деякого прогнозу; побудова нейронних мереж обстеження техстану будівель і здійснюється за допомогою їх навчання на основі наявної і доступної інформації; розробляти і представляти моделі систем у формі правил нечітких продукцій, які володіють наглядністю і простотою змістовної інтерпретації	уявлення знань щодо обстеження технічного стану будівель в спеціальному вигляді, який може суттєво відрізнитися від можливої змістовної інтерпретації існуючих взаємозв'язків і відносин
Генетичні алгоритми	використовуються для пошуку оптимуму декілька точок одночасно, а не переходять від точки до точки, що дозволяє уникнути небезпеки попадання у локальний оптимум; не потрібно в процесі роботи ніякої додаткової інформації, що збільшує швидкість роботи алгоритма; використовують детерміновані і імовірнісні правила	працюють з числовою інформацією, не працюють зі символною інформацією
Інформаційно-довідкова система	наявність законів, нормативних документів, кошторисних норм, СНіП, ДБН, положень	відсутність розробки і застосування інформаційної системи, що дозволяє в автоматичному режимі узагальнювати і аналізувати інформацію; вибрати оптимальну технологію за наявності баз даних та способах їх виконання
Машинне навчання	рішення задач навчання базується або на лабіринтній моделі, яка передбачає пошук напрямку руху в лабіринті можливих варіантів, або встановлення асоціативних зв'язків у нейроподібних структурах	проблеми узагальнення, накопичення досвіду вирішення задач і застосування цих проблем у вирішенні нових задач
Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень	використання можливостей інформаційних систем обстеження технічного стану будівель; сучасні бази даних включають у свій склад цілий ряд механізмів і технологій, які підвищують інтелектуальні можливості; інтелектуальні інформаційні системи обстеження технічного стану об'єктів будівництва об'єднують в собі можливості СУБД, які знаходяться в основі інформаційних систем, завдяки цьому збереження інформації щодо обстеження поєднується з її обробкою і підготовкою для використання при прийнятті рішень	складність представлення різнобічної інформації

Нечіткі системи дають змогу вирішувати задачі інформаційної технології для підтримки діагностики технічного стану будівель, розробки бази знань для об'єктів будівництва, розробки системи нечіткого виводу; досліджувати та реалізовувати на основі апарату нечіткої логіки моделі діагностики стану будівель.

Нечіткі системи застосовуються та реалізовані у таких системах: *MOŠ/MIS (Mestská a Obecná Štatistika/Mestský Informačný Systém* – Міська і муніципальна статистика/міська інформаційна система), використовуються як початкова база для розвитку заснованої на знаннях системи. Система "*Система-Р*" – модуль суміщеного навігаційного супутникового приймача (МСНП) призначеного для застосування в корпоративних інтегрованих навігаційно-зв'язних системах управління і контролю. (*CAD/САІРР*) – технологія, що об'єднує єдиний комплекс рішення задач автоматизації проектування, (*САМ/АСУТІП*) – управління технологічними процесами [8].

Нечіткі нейронні мережі або гібридні мережі – призначені об'єднати в собі переваги нейронних мереж і систем нечіткого виводу. Вони дають змогу отримувати інформацію щодо обстеження технічного стану будівель у формі деякого прогнозу; побудова нейронних мереж обстеження технічного стану будівель здійснюється за допомогою їх навчання на основі наявної і доступної інформації; розробляти та представляти моделі систем у формі правил нечітких продукцій, які володіють наглядністю і простотою змістовної інтерпретації. Зазначимо, що апарат гібридних мереж повсюдно визнається фахівцями, як один з найперспективніших для вирішення погано або слабоструктурованих задач прикладного системного аналізу.

Нечіткі нейронні мережі або гібридні мережі застосовуються і реалізовані у таких системах: *Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System* – *ANFIS* – адаптивна нейро-нечітка система заключень. Система *RAISON* – це інтегрована система, заснована на знаннях, що включає нейронну мережу, базу даних, геоінформаційну систему, картографічний аналізатор, графічні та програмно-мовні компоненти.

Генетичні алгоритми використовуються для пошуку оптимуму декілька точок одночасно, а не переходять від точки до точки, що допомагає уникнути небезпеки попадання у локальний оптимум; не потрібно у процесі роботи ніякої додаткової інформації, що збільшує швидкість роботи алгоритму; використовують детерміновані і імовірнісні правила

Інформаційно-довідкова система – це пакети нормативних документів, кошторисних норм, законів, СНіП, ДБН, реєстри аварійнонебезпечних об'єктів (РАНО). На сьогодні вже створено спеціальну інформаційну технологію РАНО як комп'ютерної бази даних. Вона забезпечує ведення бази даних, підтримання її в актуальному стані, формування широкої різноманітності різнопланових аналітичних документів щодо всієї бази даних або будь-яких виборок з неї. Це програмне забезпечення регулярно супроводжується та постійно розвивається і вдосконалюється з огляду на поповнення різновидів обслуговуваних видів інформації, аспектів її аналізу та форм надання аналітичних документів [9]. До аспектів інформаційної технології можна віднести питання створення і розвитку програмного забезпечення, постійну адаптацію його до еволюціонуючих потреб користувачів, забезпечення зручності і швидкості в прийманні та аналізі інформації, підтриманні її в актуальному стані, формуванні і наданні користувачам аналітичних зведень тощо.

Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень. Одним з напрямів робіт у сфері створення інтелектуальних систем є використання можливостей інформаційних систем обстеження технічного стану будівель; сучасні бази даних включають у свій склад цілий ряд механізмів і технологій, які підвищують інтелектуальні можливості. Інтелектуальні інформаційні системи обстеження технічного стану об'єктів будівництва об'єднують у собі можливості системи управління бази даних, які знаходяться в основі інформаційних систем. Завдяки цьому збереження інформації щодо обстеження поєднується з її обробленням і підготовкою для використання при прийнятті рішень. Найбільш відомими засобами, які використовуються в сучасних базах даних для отримання змістовної інформації, є системи на основі оперативної аналітичної обробки даних і системи інтелектуального аналізу даних. Оперативне аналітичне опрацювання даних дає змогу обробляти інформацію, яка зберігається в сховищах даних [10]. Інтелектуальний аналіз даних використовується для опису відкриття знань у базах даних. Головна задача здобуття знань полягає у виявленні у великих наборах даних прихованих закономірностей, залежностей і взаємозв'язків, які корисні при прийнятті рішень на різних рівнях управління. Такі закономірності представляються у вигляді моделей різного типу, які дають змогу проводити класифікацію ситуацій або об'єктів, прогнозувати їхню поведінку, виявляти групи схожих об'єктів.

Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень застосовуються і реалізовані у таких системах: *OLAP (Discovery System та OLAP Affinity System)* – призначені для інтелектуального аналізу багатовимірних агрегованих даних. Інтелектуальна система *СААРР* – призначена для підтримки прийняття рішень у задачах проектування та планування гнучких складальних систем. За допомогою розробленої інтелектуальної системи розв'язано практичну задачу групування конструкційних модулів, складальних вузлів і частин виробів. Система забезпечує прискорений аналіз стану виробництва і процесу прийняття управлінських рішень, характеризується високою якістю і гнучкістю.

У результаті проведеного аналізу інформаційних технологій в подальшому доцільно

використовувати експертні системи, оскільки вони дають змогу створення експертних методів та моделей діагностики технічного стану будівель; розробку формування бази знань та нечітких правил; дослідження ланцюгів виведення для діагностики технічного стану будівель.

Висновок

Описані інформаційні технології для системи діагностики технічного стану будівель і споруд можуть розглядатися для створення спеціалізованої інформаційної системи управління, яка охоплює всі напрями обстеження технічного стану будівель.

У різних конфігураціях і варіантах вона може бути використана як основна діагностична система, що включає в себе переваги всіх сучасних наявних методів інформаційних технологій.

Список літератури

1. Терентьев О.О. Модели визначення фізичного зношення конструктивних елементів будівлі для задач діагностики технічного стану / О.О. Терентьев, О.І. Баліна, Є.Є. Шабала // *Управління розвитком складних систем*, збірник наукових праць. Випуск 26/2016. – К.: КНУБА, 2016. – С. 153 – 157.
2. Терентьев О.О. Основи організації нечіткого виведення для задачі діагностики технічного стану будівель та споруд [Текст] / О.О. Терентьев, Є.Є. Шабала, Б.С. Малина // *Управління розвитком складних систем*, збірник наукових праць. – К.: КНУБА, 2015. – №22. – С. 138 – 143.
3. Терентьев О.О. Інформаційна технологія системи діагностики технічного стану будівель на основі дослідження мікросейсмічних коливань / О.О. Терентьев, Є.Є. Шабала, Б.С. Малина // *Управління розвитком складних систем*, збірник наукових праць, випуск 23/2015, – К.: КНУБА, 2015. – С.133 – 139.
4. Terentyev Olexander. Development of models and methods for determining the physical deterioration of items for the task of diagnostics of technical condition of buildings and structures / Olexander Poltorak // – *Scientific Journal «ScienceRise»*. – № 8/2 (25), August 2016. – P. 14 – 19.
5. Terentyev Olexander. The Method of Direct Grading and the Generalized Method of Assessment of Buildings Technical Condition [Text] // Olexander Terentyev, Mykola Tsiutsiura // – *International Journal of Science and Research (IJSR)*, Volume 4 Issue 7, July 2015. – P. 827 – 829.
6. Михайленко В.М. Інтегровані моделі і методи автоматизованої системи діагностики технічного стану об'єктів будівництва: Монографія [Текст] / В.М. Михайленко, П.Є. Григоровський, І.В. Русан, О.О. Терентьев. – К.: ЦП «Компринт», 2017. – 229 с.
7. Михайленко В.М. Моделі, методи та інформаційна технологія діагностики технічного стану будівельних конструкцій і споруд: Монографія [Текст] / В.М. Михайленко, О.О. Терентьев, К.І. Київська, Є.Є. Шабала, Є.В. Горбатюк. – К.: ЦП «Компринт», 2017. – 161 с.
8. Терентьев О.О. Побудова діагностичних моделей основних конструкцій будівель / О.І. Баліна, Є.Є. Шабала, О.В. Доля // *Управління розвитком складних систем*, збірник наукових праць, випуск 28/2016. – К.: КНУБА, 2016. – С. 155–159.
9. Михайленко В.М. Аналіз сучасних інформаційних методів системи діагностики технічного стану будівель / В.М. Михайленко, О.О. Терентьев, Є.Є. Шабала // *Управління розвитком складних систем*, збірник наукових праць, випуск 29/2017. – К.: КНУБА, 2017. – С. 136 – 143.
10. Михайленко В.М. Інтелектуальна інформаційна технологія діагностики технічного стану будівель: Монографія [Текст] / В.М. Михайленко, О.О. Терентьев, М.І. Цюцюра. – К.: ЦП «Компринт», 2015. – С. 162.

Стаття надійшла до редколегії 17.10.2018

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Михайленко, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.

Терентьев Александр Александрович

Доктор технических наук, профессор кафедры информационных технологий проектирования и прикладной математики, *orcid.org/0000-0001-6995-1419*

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

Киевская Екатерина Ивановна

Кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий, *orcid.org/0000-0003-0906-1128*

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

Горбатьук Евгений Владимирович

Кандидат технических наук, доцент кафедры строительных машин, *orcid.org/0000-0002-8148-5323*

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

Доля Елена Викторовна

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных технологий проектирования и прикладной математики, *orcid.org/0000-0003-2503-2634*

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

**АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Аннотация. Информационные технологии являются одним из важнейших системных составляющих вопросов, связанных с обследованием и диагностикой технического состояния строительных объектов. Это достигается за счет применения развитых интерактивных средств взаимодействия, поддержки различного уровня подготовки, формирования многооконных макетов экранов, структур меню и диалоговых последовательностей. Информация может быть получена из различных источников и исследоваться на разных уровнях детализации. Увеличение мощности системы может обеспечиваться за счет применения открытой архитектуры и возможности масштабирования системы с подключением как собственных, так и внешних приложений, организации модульности приложений, выбора оптимальной конфигурации и гибкой поддержки необходимой конфигурации и открытых стандартов.

Ключевые слова: информационно-справочная система; нечеткие нейронные сети; гибридные сети; интеллектуальные системы поддержки принятия решения; генетические алгоритмы; нечеткие системы; экспертные системы

Terentyev Alexander

DSc (Eng.), Associate Professor, Department of Information Technology of Design and Applied Mathematics, *orcid.org/0000-0001-6995-1419*

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Kievskaya Ekaterina

Ph.D., Associate Professor, Department of Information Technology, Department of Information Technology, *orcid.org/0000-0003-0906-1128*

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Gorbatyuk Yevhenii

PhD, Associate Professor, Department of Construction Machinery, *orcid.org/0000-0002-8148-5323*

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Dolya Olena

Ph.D., Associate Professor, Department of Information Technology of Design and Applied Mathematics, *orcid.org/0000-0003-2503-2634*

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

**ANALYSIS OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES DIAGNOSTIC SYSTEMS
OF TECHNICAL CONDITION OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS**

Abstract. Information technology is one of the most important system component issues related to the survey, diagnostics of the technical condition of buildings. This is achieved through the use of advanced interactive means of interaction, support for users of different levels of training, the formation of multilingual layouts screens, menu structures, dialog sequences. Information can be obtained from various sources and is investigated at various levels of detail. The results of application of the proposed methods in practice have shown the expediency of using them for solving the problems of estimating the aging of buildings, systematization and conclusions about their condition, monitoring the technical state in the conditions of their long-term operation, predicting the terms of safe and reliable operation of buildings. The final decision on the technical condition of the building

structures is made by experts, therefore the relevance of the studies is aimed at improving the survey methods and the development of information technologies that will improve the efficiency of the survey process and processing of survey materials and reduce the risk of taking biased decisions on the further exploitation of building structures. An increase in system capacity can be achieved by using open architecture and scaling capabilities of a system connecting both their own and external applications, organization of application modules, flexible provision of the necessary configuration, and support of open standards.

Keywords: *reference system; fuzzy neural networks; hybrid networks; intelligent decision support systems; genetic algorithms; fuzzy systems; expert systems*

References

1. Terentyev, A.A. (2016). *Models wear determining physical structural elements of the building for problems diagnostics of technical state [Text]* / A.A. Terentyev, O.I. Balina, E.E. Shabala// Kyiv, Ukraine: Management of development of complex systems, 26, 153 – 157.
2. Terent'ev, Alexandr & Shabala, Yevgeniya & Malina, Bogdan. (2015). *Fundamentals of fuzzy output for problem diagnostics of technical condition of buildings. Management of Development of Complex Systems*, 22 (1), 138 – 143.
3. Terent'ev, Alexandr, Shabala, Yevgeniya, & Malina, Bogdan (2015). *Information technology of buildings of technical diagnostic based research microseismic vibrations. Management of Development of Complex Systems*, 23 (1), 133 – 139.
4. Terentyev, Olexander, & Poltorak, Oleksander, (2016). *Development of models and methods for determining the physical deterioration of items for the task of diagnostics of technical condition of buildings and structures. ScienceRise*, 8/2(25), 14 – 19.
5. Terentyev, Olexander, & Tsiutsiura, Mykola. (2015). *The Method of Direct Grading and the Generalized Method of Assessment of Buildings Technical Condition. International Journal of Science and Research (IJSR)*, 4, 7, 827 – 829.
6. Mihajlenko, V.M., Grigorovs'kij, P.Ye., Rusan, I.V., & Terent'yev, O.O. (2017). *Integrated models and methods of automatic system of diagnostic of technical state of construction objects: Monograph. Kyiv: CP «Komprint», 229.*
7. Mihajlenko, V.M., Terent'yev, O.O., Kiev's'ka, K.I., Shabala, E.E., & Gorbatjuk, E.V. (2017). *Models, methods and information technologies of diagnostic of technical state of building objects and constructions: Monograph. Kyiv: CP «Komprint», 161.*
8. Terentyev, O.O., Balina, O.I., Shabala, E.E., & Dolja, O.V. (2016). *Creation of diagnostic models of the main constructions of buildings. Kyiv: Management of development of complex systems*, 28, 155 – 159.
9. Mihajlenko, V.M., Terentyev, O.O., & Shabala, E.E. (2017). *Analysis of modern infirmative methods of diagnostic systems of buildings technical state. Kyiv: Management of development of complex systems*, 29, 136 – 143.
10. Mihajlenko, V.M. Terentyev, O.O., Tsiutsiura, M.I. (2015). *Intellectual information technology of diagnostic of buildings technical state: Monograph. Kyiv: CP «Komprint», 162.*

Посилання на публікацію

- APA Terentyev, Alexander, Kievskaya, Ekaterina, Gorbatyuk, Yevhenii, & Dolya, Olena, (2018). *Analysis of modern information technologies diagnostic systems of technical condition of buildings and constructions. Management of Development of Complex Systems*, 36, 100 – 107.
- ДСТУ Терент'єв О.О. Аналіз сучасних інформаційних технологій системи діагностики технічного стану будівель і споруд [Текст] / О.О. Терент'єв, К.І. Київська, Є.В. Горбатюк, О.В. Доля // *Управління розвитком складних систем*. – 2018. – № 36. – С. 100 – 107.