

УДК69:002;69.059

Терентьев Александр Александрович

Кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій, *orcid.org/0000-0001-6995-1419*
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Шабала Євгенія Євгенівна

Асистент кафедри інформаційних технологій, *orcid.org/0000-0002-0428-9273*
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Гайдаржи Ілля Александрович

Студент, *orcid.org/0000-0002-2928-8459*
Національний авіаційний університет, Київ

ЕКСПЕРТНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ЗАДАЧІ ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬ

Анотація. В статті розглянуто структуру та принципи побудови експертної інформаційної системи підтримки прийняття рішень для задачі діагностики технічного стану будівель. Експертні системи – це складні програми, які використовують накопичені знання з метою відшукування задовільного рішення певної задачі в реальних умовах. Основу експертної системи складає база знань. Експертна система "Реконструкція будівель" – це відкрита база знань і довідник найкращих стратегій і методів, використовуваних персоналом, що постійно оновлюється для вирішення конкретних завдань за оцінкою реального стану і оптимізації ремонту (реконструкції) будівель. При розробці експертної системи прийнята концепція єдиного підходу до усіх проблем, що виникають під час оцінки реального стану, планування і проведення ремонту (реконструкції) будівель. Експертна система "Реконструкція будівель" будується за ієрархічною структурою незалежних експертних систем і програмно – апаратних комплексів.

Кожна експертна система вирішує одне або декілька технологічних завдань, пов'язаних з діагностикою стану або оптимізацією реконструкції (капітального ремонту) будівель. Основою експертної системи служить оболонка, яка автоматизує процес надання необхідної інформації, забезпечує зв'язок між рівнями і унеможливує виникнення "конфліктних" ситуацій при обробці інформації. Оболонка забезпечує взаємодію з виконуваними файлами та інформаційною базою знань, автоматизує функції пошуку, накопичення і представлення необхідної інформації по роботах і будівлях.

Ключові слова: діагностика технічного стану будівель; експертна система; оболонка експертної системи; реконструкція будівель; формалізація; багатокритеріальний відбір рішення

Вступ

Будівництво або реконструкція житлового фонду з урахуванням енергетичних і екологічних вимог, а також підвищення якості, надійності і зниження трудомісткості виробництва будівельних робіт є актуальною проблемою. Нині основний об'єм з планування будівництва і контролю за станом будівель і споруд складають рутинні завдання, що циклічно повторюються з необхідністю обробки і документування великих обсягів інформації. Підвищення вимог до якості рішень, що приймаються, та економічна відповідальність за результати визначають необхідність застосування консультативно-довідкових і оптимізуючих систем.

Рішення завдань будівництва є складним процесом, що складається з ряду послідовних кроків

і в цілому включає слабо формалізовані (неформалізовані) і добре формалізовані етапи складного багаторівневого завдання підтримки прийняття рішень.

Аналіз світового досвіду показує, що при розробці систем підтримки прийняття рішень найбільш перспективним є застосування технології експертних систем (ЕС). Всі наявні ЕС орієнтовані на вирішення певного круга завдань у вузькій предметній області і не можуть бути застосовані для вирішення близьких, але непередбачуваних проблем. Навіть для завдань, що входять в "компетенцію" ЕС, точний діагноз і знаходження оптимального рішення можливі тільки у разі, якщо аналогічна ситуація була передбачена при створенні її бази знань. Спроба уточнити базу знань (БЗ) у процесі експлуатації або розширити круг

вирішуваних проблем призводять до зміни "логічного ладу" БЗ, до необхідності переробки усього програмного комплексу.

Основний виклад матеріалу

Особливістю завдань ремонтно-будівельного виробництва є слабка формалізація. Тому основними складовими розробки є логічні блоки, що формалізують знання експертів.

В ЕС модулі для вирішення слабоформалізованих логічних завдань є модулями вищого рівня. Результат вирішення задачі вищого рівня є "сигналом" до ініціалізації одного або декількох модулів нижчого рівня, кожен з яких вирішує добре формалізовану задачу. В той же час, не виключено, що будь-який з модулів нижчого рівня у свою чергу може мати дворівневу структуру.

Таким чином, архітектура проектованої універсальної гібридної ЕС містить:

- багаторівневу інформаційну базу знань;
- багаторівневу базу даних;
- багаторівневу базу фактів;
- множину модулів, які вирішують логічні завдання, використовуючи відповідні рівні баз (результати рішення завдань цього рівня управляють модулями нижчого рівня);

- множину програмних модулів формалізованих процедур (розрахункові модулі – нижчі рівні системи);

- координацію – пакет програм для вирішення завдань розрахунку елементів "конструкції рішень", що використовують для своєї роботи необхідні розділи бази знань.

Результати вирішення завдань нижчого рівня використовуються модулями вищого рівня для оцінки "якості" рішення (зворотний зв'язок). У процесі роботи для кожного етапу процесу прийняття рішення вибирається конкретний метод на підставі вимог, що висувуються до класу ситуацій. Конкретний алгоритм прийняття рішень формується в процесі взаємодії системи логічного висновку ЕС з інформацією, що накопичується у базі знань (у банку евристичних правил або в критеріях оптимальності) і евристики, властивій експертів – користувачеві системи. Причому простір пошуку оптимального рішення залежить від міри формалізації завдання: для добре формалізованих завдань простір пошуку однозначно визначається базою знань (банком моделей або критеріями оптимальності); для неформалізованих (слабоформалізованих) завдань простір пошуку багато в чому залежить від міри опрацювання евристичних правил і "евристики" користувача.

Передбачається можливість взаємного "людино-машинного" навчання: експерт навчає систему (шляхом уточнення евристичних правил

або критеріїв оптимальності); система навчає користувачів, проводячи розрахунки і пояснюючи отримані результати.

Проектована ЕС є новим підходом до проблеми оцінки технічного стану і оптимізації планування капітального ремонту (реконструкції). Експертна система розробляється з метою забезпечення раціональної структури робіт з технічної підготовки ремонтно-будівельного виробництва, зниження трудовитрат, зменшення тривалості і поліпшення якості виконання робіт і, тим самим, підвищення залишкового терміну служби і надійності будівель без збільшення витрат на їх ремонт або реконструкцію.

Експертні системи – це складні програми, які використовують накопичені знання з метою відшукування задовільного рішення певної задачі в реальних умовах. Основу експертної системи складає база знань (БЗ), яка закладається під час її розробки і може уточнюватися і розширюватися у процесі використання. Головною відмінністю ЕС від програмних комплексів і діалогових систем є повна доступність усієї інформації з цієї проблеми, автоматизований її пошук і аналіз, а також вирішення проблеми не лише за даними, що вводяться, але і з урахуванням усієї наявної інформації у БЗ і в архіві системи. Для цього ЕС містять: компоненту вирішуваної проблеми і компоненту підтримки. Компонента підтримки допомагає користувачеві взаємодіяти з головною програмою і включає зручні для нього засоби введення інформації, редагування, аналізу, контролю. Ці засоби дозволяють вирішувати завдання, що входять в "компетенцію" ЕС, будь-якій людині, яка навіть не має достатніх знань з цієї проблеми і що не має навичок роботи з комп'ютером. Робота здійснюється за технологією меню і підказок, користуючись якими можна провести усі розрахунки, проаналізувати реальну ситуацію, а також здійснити модифікацію і розширення БЗ і архіву системи.

ЕС "Реконструкція будівель" – це відкрита база знань і довідник найкращих стратегій і методів, використовуваних персоналом, що постійно оновлюється для вирішення конкретних завдань за оцінкою реального стану і оптимізації ремонту (реконструкції) будівель. При розробці експертної системи прийнята концепція єдиного підходу до усіх проблем, що виникають у процесі оцінки реального стану, плануванні і проведенні ремонту (реконструкції) будівель. ЕС "Реконструкція будівель" будується за ієрархічною структурою незалежних експертних систем і програмно-апаратних комплексів. Кожна ЕС вирішує одну або декілька технологічних завдань, пов'язаних з діагностикою стану або оптимізацією реконструкції

(капітального ремонту) будівель. Кожна ЕС вирішує свою задачу повністю. Вирішивши завдання, ЕС запам'ятовує результати в архіві і на вимогу користувача або ЕС більш високого рівня видає їх в зручній для аналізу формі. Загальна структурна схема ЕС " Реконструкція будівель " наведена на рис. 1.

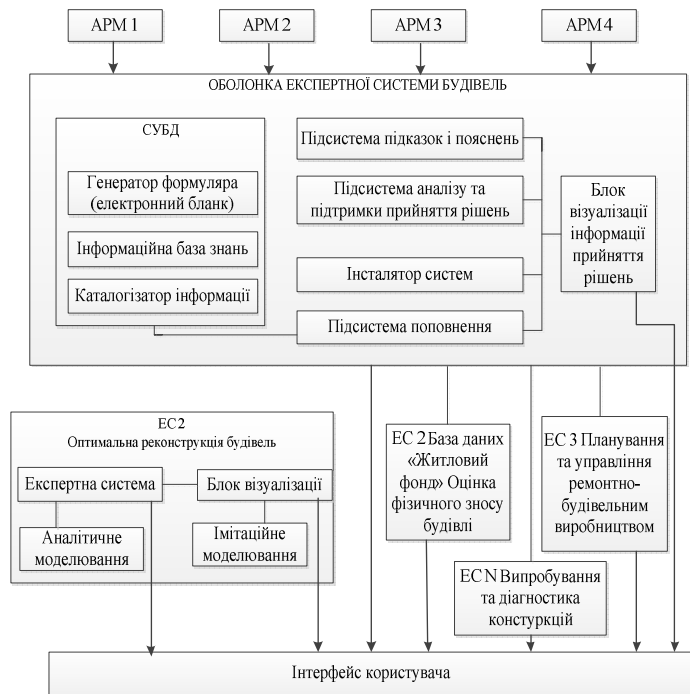


Рисунок 1 – Структурна схема експертної системи діагностики і ремонту будівель

Нижнім рівнем ЕС "Реконструкція будівель" є експертні системи, що інтерпретують, які використовують інформацію від датчиків або опосередковано через експертів-операторів контролюють реальну ситуацію. ЕС, що інтерпретують, мають справу як з безпосередніми реальними даними, так і з чітким символічним представленням проблемної ситуації. Вони стикаються з труднощами, яких немає у систем інших типів, тому що їм доводиться обробляти інформацію неповну, ненадійну або помилкову. Їм потрібні спеціальні методи реєстрації параметрів, що забезпечують достатню точність і достовірність інформації, що представляється. При цьому звичайні статистичні методи часто непридатні через нестачу інформації.

ЕС, що інтерпретують, дозволяють провести попередній аналіз вимірюваних параметрів по заданих алгоритмах, виключити помилкові виміри або судження, стиснути інформацію і надати її для подальшого аналізу в зручній формі. При аналізі достовірності і прийняття рішення використовуються знання накопичувані у базі фактів ЕС про контрольовані процеси або спеціальні алгоритми цифрової фільтрації. Аналіз достовірності ґрунтується на допуск-контролі і

перевірці несуперечності інформації. Для уточнення характеристик або даних можуть бути використані методи математичної статистики і алгоритми ідентифікації.

Прикладом ЕС першого рівня, що інтерпретує, може служити програмний комплекс, що розробляється – База даних "Житловий фонд". База даних "Житловий фонд" призначена для фіксації конструктивних особливостей всіх систем будівлі і змін, що сталися в результаті експлуатації. Дефектація проводиться в діалозі з експерт-оператором шляхом заповнення спеціальних форм і вибору необхідної інформації з таблиць, що входять у базу фактів ЕС. Фізичний знос кожного елемента будівлі визначається шляхом натурального обстеження і вибору характерних ознак у відповідних таблицях. Уточнення фізичного зносу проводиться під час аналізу процентного відношення дефектних ділянок до загальної поверхні конструктивного елемента і фіксується ЕС після діалогу з експертом.

Аналіз достовірності ґрунтується на допуск-контролі. При натурному обстеженні можуть бути використані відомості про раніше проведені обстеження з уточненням необхідної інформації. Для цього передбачений спеціальний режим копіювання необхідної інформації.

ЕС надає різні сервісні засоби, що полегшують роботу з наявною інформацією. Вся зібрана у базі даних інформація по запитах користувачів або ЕС більш високого рівня може бути надана в зручній для аналізу формі.

Другий рівень ЕС "Реконструкція будівель" – це ЕС призначені для планування і оптимізації проведення ремонту (реконструкції) будівлі. Вони визначають вид і послідовність дій, які забезпечать необхідну надійність і необхідний залишковий термін служби ремонтної будівлі з урахуванням реальних можливостей.

В результаті роботи ЕС цього рівня розраховуються оптимальні терміни, послідовність і параметри технологічних операцій ремонтних робіт, а також документуються і архівуються прийняті рішення і проведені роботи.

Основне завдання ЕС цього рівня проаналізувати дані по реальному стану окремих елементів будівель, виявити закономірність їх зміни (старіння), порівняти залишковий ресурс кожного елемента з необхідними термінами надійної експлуатації і оптимізувати параметри реконструкції і капітального ремонту з урахуванням стану і багатокритерійних вимог реальної ситуації.

Рішення поставленої задачі зводиться до розробки програмного комплексу, здатного нарощувати свої функціональні можливості в міру накопичення інформації у базі знань ЕС. Перший етап розробки охоплює завдання визначення

реального фізичного і морального зношення будівлі, прогнозування його збільшення, визначення залишкового терміну служби з видачею рекомендацій щодо його ремонту або реконструкції (рис. 2).

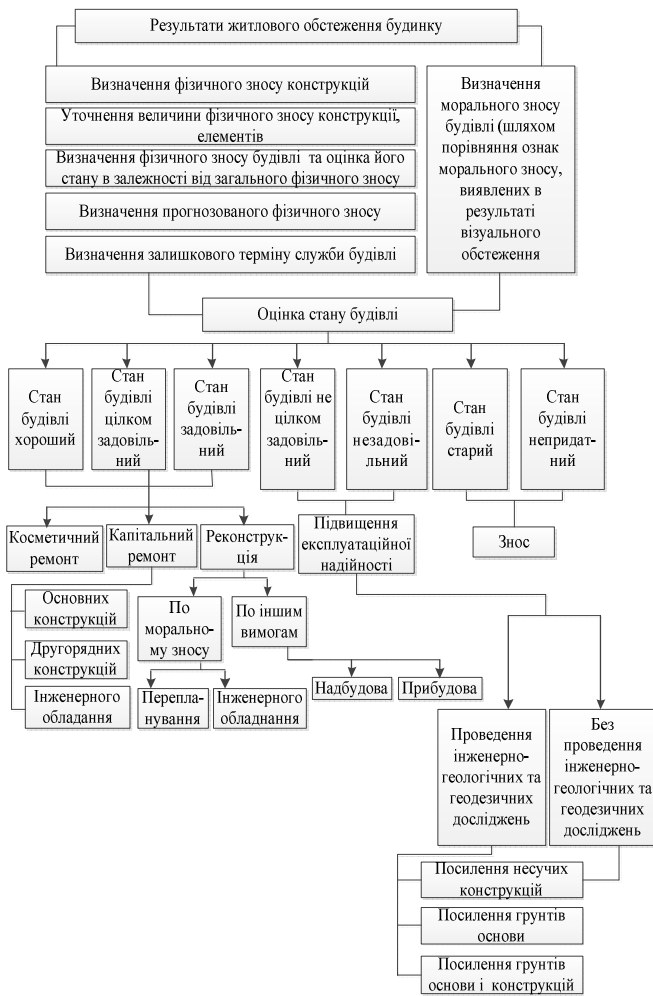


Рисунок 2 – Схема оцінки стану і планування необхідних заходів щодо забезпечення експлуатаційної придатності будівлі

Другий етап – оптимізація параметрів ремонту або реконструкції і багатокритерійний відбір

рішення поставленої задачі (проведення аналітичного і імітаційного моделювання).

Основою ЕС служить оболонка, яка автоматизує процес надання необхідної інформації, забезпечує зв'язок між рівнями і унеможливує виникнення "конфліктних" ситуацій у процесі обробки інформації. Оболонка експертної системи реалізує функції "електронного помічника" і дозволяє викликати і передавати необхідну інформацію між окремими підсистемами і завданнями, що входять в них. Крім того, оболонка дозволяє здійснювати поетапний розвиток системи шляхом підключення нових завдань у міру їх готовності. Оболонка забезпечує взаємодію з виконуваними файлами і інформаційною базою знань, автоматизує функції пошуку, накопичення і представлення необхідної інформації по роботах і будівлях. Кожен рядок оболонки відповідає певному виду робіт або певній експертній системі. Налаштування оболонки проводиться на етапі інсталяції системи, параметри задаються конкретним користувачем. За допомогою оболонки можна організувати зручний набір автоматизованих робочих місць (АРМ) основних фахівців зайнятих ремонтом і діагностикою стану будівель.

Висновки

Продовження досліджень дозволить розробити другий рівень експертної системи, призначений для планування і оптимізації проведення ремонту (реконструкції) будівель. Основне завдання ЕС цього рівня – проаналізувати дані щодо реального стану окремих елементів будівель, виявити закономірність їх зміни (старіння), порівняти залишковий ресурс кожного елемента з необхідними термінами надійної експлуатації, призначити комплекс необхідних заходів (капітальний ремонт, реконструкцію) і оптимізувати його параметри з урахуванням фактичного стану будівель, коливання в будівлі, які є реакцією на вплив, що відбувається.

Список літератури

1. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд [Текст]. – Київ, 2003. – 144 с.
2. ГОСТ 10180-78 Бетон. Методы определения прочности на сжатие и растяжение. Госстрой СССР, Издательство стандартов [Текст]. – Москва, 1979. – 24 с.
3. ГОСТ 18105-86 (СТСЭВ 2046-79) Бетоны. Правила контроля прочности. Госстрой СССР, Издательство стандартов [Текст]. – Москва, 1987. – 18 с.
4. ГОСТ 8829-84 (ДСТУ Б.В.2.6-7-95) Изделия строительные бетонные и железобетонные сборные. Методы испытания нагрузением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости. Госстрой СССР, Издательство стандартов [Текст]. – Москва, 1982. – 20 с.
5. ИИ-04-7, выпуск 1. Сборные элементы зданий каркасно-конструкционных. Лестницы. Железобетонные лестницы для зданий с высотой этажей 3,3, 4,2 метра. Центральный институт типовых проектов, [Текст]. – Москва, 1966. – 20 с.

6. Каталог приборов неразрушающего контроля качества железобетона. НИИСК Госстроя СССР, [Текст]. – Киев, 1986. – 24 с.
7. Михайленко В.М. Інформаційна технологія оцінки технічного стану елементів будівельних конструкцій із застосуванням нечітких моделей [Текст] / О.О. Терентьев, Б.М. Єременко. – Д.: Строительство, материаловедение, машиностроение, сб. науч. трудов Под общей редакцией профессора В.И. Большакова выпуск. – Дніпропетровськ, 2013. – №70. – С. 133 – 141.
8. Михайленко В.М. Обработка экспериментальных результатов работы экспертной системы для задачи диагностики технического стану будівель [Текст] / О.О. Терентьев, Б.М. Єременко. – Д.: Строительство, материаловедение, машиностроение, сб. науч. трудов Под общей редакцией профессора В.И. Большакова выпуск. – Дніпропетровськ, 2014. – №78. – С. 190 – 195.
9. Терентьев О.О. Основы организации нечеткого вывода для задачи диагностики технического стану будівель та споруд [Текст] / О.О. Терентьев, С.С. Шабала, Б.С. Малина // Управління розвитком складних систем, збірник наукових праць. – КНУБА, 2015. – №22. – С. 138 – 143.
10. Терентьев О.О. Інформаційна технологія системи діагностики технічного стану будівель на основі дослідження мікросейсмічних коливань / Шабала С.С, Малина Б.С. // Управління розвитком складних систем, збірник наукових праць, випуск 23/2015, КНУБА, 2015. – С.133 – 139.
11. Olexander Terentyev 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.

Стаття надійшла до редколегії 22.10.2015

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

Терентьев Александр Александрович

Кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий, orcid.org/0000-0001-6995-1419
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Шабала Евгения Евгеньевна

Ассистент кафедры информационных технологий, orcid.org/0000-0002-0428-9273
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Гайдаржи Илья Александрович

Студент, orcid.org/0000-0002-2928-8459

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

ЭКСПЕРТНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ЗАДАЧИ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ

Аннотация. В статье рассмотрена структура и принципы построения экспертной информационной системы поддержки принятия решений для задачи диагностики технического состояния зданий. Экспертные системы – это сложные программы, которые используют накопленные знания с целью отыскания решения определенной задачи в реальных условиях. Основу экспертной системы составляет база знаний. Экспертная система "Реконструкция зданий" – это открытая база знаний и справочник лучших стратегий и методов, используемых персоналом, постоянно обновляется для решения конкретных задач по оценке реального состояния и оптимизации ремонта (реконструкции) зданий. При разработке экспертной системы принята концепция единого подхода ко всем проблемам, возникающим при оценке реального состояния, планировании и проведении ремонта (реконструкции) зданий. Экспертная система "Реконструкция зданий" строится по иерархической структуре независимых экспертных систем и программно-аппаратных комплексов. Каждая экспертная система решает одну или несколько технологических задач, связанных с диагностикой состояния или оптимизацией реконструкции (капитального ремонта) зданий. Основой экспертной системы является оболочка, которая автоматизирует процесс предоставления необходимой информации, обеспечивает связь между уровнями и исключает возможность возникновения «конфликтных» ситуаций при обработке информации. Оболочка обеспечивает взаимодействие с исполняемыми файлами и информационной базой знаний, автоматизирует функции поиска, накопления и представления необходимой информации по работам и зданиям.

Ключевые слова: диагностика технического состояния зданий; экспертная система; оболочка экспертной системы; реконструкция зданий; формализация; многокритериальный отбор решений

Terentyev Olexandr

Candidate of Technical Sciences, Docent, orcid.org/0000-0001-6995-1419

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kiev

Shabala Yevgeniya

Assistant, orcid.org/0000-0002-0428-9273

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kiev

Gaydarzhi Ilyya

Student, orcid.org/0000-0002-2928-8459

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kiev

**EXPERT INFORMATION SYSTEM DECISION SUPPORT APPLICATIONS
FOR DIAGNOSTIC OF BUILDING TECHNOLOGY**

Abstract. In the article are investigated the structure and principles of expert information system decision support for problem diagnosis of the technical state of buildings. Expert systems are complex applications that use the accumulated knowledge for the purpose of searching for a satisfactory solution of a problem in the real world. The basis is the expert system knowledge base. Expert System "Reconstruction of buildings" – is an open knowledge base and guide of the best strategies and techniques used by staff that is constantly updated for specific tasks to assess and optimize the real state of repair (reconstruction) of buildings. In developing an expert system adopted the concept of a unified approach to all problems in assessing the real state of planning and carrying out of repairs (reconstruction) of buildings. Expert System "Reconstruction of buildings" is based on a hierarchical structure independent expert systems and hardware – software systems. Each expert system solves one or more of the technological problems associated with the diagnosis of the optimization or reconstruction (overhaul) buildings. The basis is an expert system shell that automates the process of providing the necessary information, provides a link between levels and prevents the emergence of "conflict" situations in the processing of information. The shell provides interaction with executable files and information knowledge base, automates searching, storage and presentation of relevant information on works and buildings.

Keywords: diagnostics of technical condition of buildings; expert system; shell expert system; reconstruction of buildings; formalization; multicriterion selection decision

References

1. Mihaylenko, V.M. (2010). The technology of adaptive filtering image defect such as "crack"/ V.M. Mihaylenko, O.V. Gorda // Management of development of complex systems, 1, 65.
2. Gayna, G.A. (2010). Concept of multimodel approach to the development of intelligent systems in urban planning decision solutions // Management of development of complex systems, 1, 28.
3. Gayna, G.A. (2010). Information technology management tasks of Urban Development.// Management of development of complex systems, 3, 42.
4. Barashikov, A.Y. (2000). Technical operation of buildings and urban areas: Monograph //A.Y. Barashikov, V.O. Gomilko, O.M. Malishev. Kyiv, Ukraine: High school, 112.
5. Barashikov, A.Y. (1998). Assessment of technical condition of building structures and buildings // A.Y. Barashikov, A.N. Malishev. Kyiv, Ukraine, 250.
6. Regulations on surveys, certification and reliable operation of industrial buildings and structures // State Committee for Architecture and Gosnadzorohrantruda of Ukraine. (1997). Kyiv, Ukraine, 145.
7. Regulations on surveys, certification, safe and reliable operation of industrial buildings and structures. (2003). Kyiv, Ukraine: SRIBP, 144.
8. Terms estimate physical deterioration of residential buildings (VSN53-86 (p)) // State civil engineering. (1988). Moscow: Prices izdat, 72.
9. Emanov, A.F. (2009). Technology diagnosis and monitoring of building structures based on a study of microseismic oscillations / A.F. Emanov, L.A. Sklyarov // Prevention of accidents buildings and structures: Collection of scientific papers. Moscow, Russia: 8, 63-72.
10. Zavalishin, S.I. (2009). Dynamic monitoring of buildings and structures to control their seismic resistance. / S.I. Zavalishin, G.E. Shablonskiy, D.A. Zybkov, A.A. Rumyantsev // Prevention of accidents buildings and structures: Collection of scientific papers. Moscow, Russia: 8, 42-53.

Посилання на публікацію

- APA Terent'ev, Alexandr, Shabala, Yevgeniya & Gaydarzhi, Ilyya (2015). Expert information system decision support applications for diagnostic of building technology. *Management of Development of Complex Systems*, 25, 131 – 136. [in Ukrainian].
- ГОСТ Терентьев О.О. Экспертная информационная система поддержки принятия решений для задачи диагностики технического stanu будівель [Текст] / О.О. Терентьев, Є.С. Шабала, І.О. Гайдаржи // Управління розвитком складних систем. – 2015. – № 24. – С. 131 – 136.