

УДК 69.059;69:002

*В.М. Михайленко, д.т.н., проф., КНУБА;
О.О. Терентьев, к.т.н., НДІБВ;
П.М. Яцик, НДІБВ;
О.Б. Полторак, НДІБВ*

ДОСЛІДЖЕННЯ ЛАНЦЮГІВ ЛОГІЧНОГО ВИВЕДЕННЯ РОБОТИ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ПРИ ОБСТЕЖЕННІ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬ

АНОТАЦІЯ

Розглядається дослідження на основі апарата нечіткої логіки інформаційних моделей діагностики технічного стану будівель. В цій роботі розроблена база знань експертної системи дефектів та пошкоджень основних конструктивних елементів будівлі при обстеженні технічного стану. Розроблені та досліджені ланцюги логічного виведення оцінки дефектів та пошкоджень конструктивних елементів будівлі, які можуть бути основою при обстеженні технічного стану.

Ключові слова: будівлі, пошкодження та дефекти, інформаційна технологія, експертні системи, база знань, ланцюги логічного виведення.

Серед будівель, які експлуатуються в Україні, достатньо велика частка має пошкожені конструкції. При обстеженні технічного стану, відновленні та реконструкції таких будівель виникає задача діагностування пошкоджень, тобто визначення причин їх появи. Тому важливим є питання оцінювання технічного стану будівель в цілому, що дає можливість передбачити та не допустити обвалення конструкцій, їх аварії та переходу до стану, непридатного до нормальної експлуатації або до стану аварійності.

База правил систем нечіткого виводу призначена для формального представлення емпіричних знань або знань експертів в тій або іншій проблемній області. В системах нечіткого виводу використовують правила нечітких продукцій, в яких умови і висновки сформульовані в термінах нечітких лінгвістичних висловлювань. Сукупність таких правил називають базою правил нечітких продукцій.

База правил нечітких продукцій. База правил нечітких продукцій представляє собою кінцеву множину правил нечітких продукцій, що погод-

жені відносно лінгвістичних змінних, які використовуються в них. Найбільш часто правило представляється у вигляді тексту:

$$\begin{aligned} &\text{ПРАВИЛО } _1 : \text{ЯКЩО «Умова } _1 \text{»,} \\ &\text{ТО «Висновок } _1 \text{» } (F_1). \\ &\text{ПРАВИЛО } _2 : \text{ЯКЩО «Умова } _2 \text{»,} \\ &\text{ТО «Висновок } _2 \text{» } (F_2). \\ &\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ &\text{ПРАВИЛО } _n : \text{ЯКЩО «Умова } _n \text{»,} \\ &\text{ТО «Висновок } _n \text{» } (F_n). \end{aligned} \quad (1)$$

Тут F_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) – коефіцієнти визначеності (вагові коефіцієнти) відповідних правил. Ці коефіцієнти можуть приймати значення з інтервалу $[0, 1]$. Якщо коефіцієнти відсутні, то приймають їх рівними одиниці.

Погодження правил, що використовуються в лінгвістичних змінних, означає, що в якості умов і висновків правил можуть використовуватися тільки нечіткі лінгвістичні змінні, при цьому в кожному з нечітких висловлювань повинні бути визначені функції належності значень терм-множини для кожної з лінгвістичних змінних.

Вхідні і вихідні лінгвістичні змінні. В системах нечіткого виводу лінгвістичні змінні, які використовуються в нечітких висловлюваннях підумов правил нечітких продукцій, називають вхідними лінгвістичними змінними, а змінні, які застосовуються в нечітких висловлюваннях підвисновків правил нечітких продукцій, часто називають вихідними лінгвістичними змінними. При завданні або формуванні бази правил нечітких продукцій необхідно визначити: множину правил нечітких продукцій: $P = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}$, множину вхідних лінгвістичних змінних: $V = \{\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m\}$ і множину вихідних лінгвістичних змінних $W = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_s\}$. База правил нечітких продукцій вважається заданою, якщо задані множини P, V, W .

Вхідна $\beta_i \in V$ або вихідна $\omega_j \in W$ лінгвістична змінна вважається заданою або визначеною, якщо для неї визначена базова терм-множина з відповідними функціями належності кожного терма.

При формуванні бази знань необхідно вирішувати проблему передачі і перетворення досвіду вирішення проблеми від джерела знань до системи.

$$\begin{aligned} &\text{ПРАВИЛО } \langle \# \rangle : \\ &\text{ЯКЩО «} \beta_1 \in \alpha' \text{», ТО «} \beta_2 \in \alpha'' \text{»} \end{aligned} \quad (2)$$

ПРАВИЛО <#>: ЯКЩО « $\beta_1 \in \alpha'$ »
 І « $\beta_2 \in \alpha''$ »,
 ТО « $\beta_3 \in \nu$ »,
 або
 ПРАВИЛО <#>: ЯКЩО « $\beta_1 \in \alpha'$ »
 АБО « $\beta_2 \in \alpha$ »,
 ТО « $\beta_3 \in \nu$ ».

(3)

В табл. 1. представлена база правил експертної системи при обстеженні технічного стану конструктивних елементів будівель.

На рис. 1. представлена структурна схема інформаційної системи управління базою знань.

При проведенні кожного обстеження технічного стану створюються ланцюги логічного виведення по кожному конструктивному елементу будівлі (фундаментів, зовнішніх та внутрішніх стін, конструкцій покриття та перекриття, конструкцій даху та покрівельних матеріалів). Для розв'язання даної задачі експерти самостійно дають імовірнісну оцінку по кожному дефекту конструкцій, керую-

чись власним досвідом.

Результати логічного виводу бази знань представляються у вигляді дерева пошкоджень – ієрархічна класифікація типів пошкоджень.

Кореневий вузол відповідає пошкодженій будівлі, нетермінальні вузли – окремі елементи будівлі, а термінальні – причини пошкодження.

В ході логічного виводу над фактами, що складають припущення правил, виконуються логічні операції. В результаті цього створюються складні висновки. Метод коефіцієнта впевненості базується на евристичних спостереженнях, які отримані на основі роботи експертів: по – перше, в традиційній теорії ймовірностей сума ймовірностей події та її заперечення дорівнює одиниці; але в практичній діяльності оцінка достовірності події не означає, що ця подія одночасно оцінюється і на хибність; по – друге, знання самих правил більш важливе ніж знання алгебри для їх обчислення.

Таблиця 1. База правил експертної системи при обстеженні технічного стану основних конструктивних елементів будівель

Елементи	Формалізований запис	База правил експертної системи
1	2	3
Фундаменти	якщо AF, то BF якщо BF, то CF якщо CF, то DF якщо DF, то CF AF - > CF	- якщо пошкодження вимоцнення (AF), то пошкодження фундаменту (BF); - якщо пошкодження фундаменту (BF), то просідання основ фундаменту (CF); - якщо просідання основ фундаменту (CF), то усадка будівлі (DF); - якщо усадка будівлі (DF), то категорія III (CF). Якщо пошкодження вимоцнення (AF), то категорія III (CF).
Стіни (зовнішні та внутрішні)	якщо AS, то BS якщо BS, то CS якщо CS, то DS AS - > DS	- якщо пошкодження стін (AS), то тріщини стін (BS); - якщо тріщини стін (BS), то пошкодження фундаменту (CS); - якщо пошкодження фундаменту (CS), то категорія III (DS). Якщо пошкодження стін (AS), то категорія III (DS).
Перекриття	якщо AP, то BP якщо BP, то CP якщо CP, то DP якщо DP, то EP AP - > EP	- якщо пошкодження перекриття (AP), то розсихання дерев'яних балок перекриття (BP); - якщо розсихання дерев'яних балок перекриття (BP), то протікання даху (CP); - якщо протікання даху (CP), то пошкодження покрівельних матеріалів (DP); - якщо пошкодження покрівельних матеріалів (DP), то категорія III (EP). Якщо пошкодження перекриття (AP), то категорія III (EP).
Дах	якщо AD, то BD якщо BD, то CD якщо CD, то DD AD - > DD	- якщо пошкодження даху (AD), то ураження гниллю деревини, тріщини деревини (BD); - якщо ураження гниллю деревини, тріщини деревини (BD), то протікання даху (CD); - якщо протікання даху (CD), то ремонт даху (DD). Якщо пошкодження даху (AD), то ремонт даху (DD).
Покрівельні матеріали	якщо AK, то BK якщо BK, то CK якщо CK, то DK AK - > DK	- якщо пошкодження покрівлі (AK), то тріщини, сколи листів (BK); - якщо тріщини, сколи листів (BK), то заміна елементів листів покрівлі на нові матеріали (CK); - якщо заміна елементів листів покрівлі на нові матеріали (CK), то ремонт покрівельних матеріалів (DK). Якщо пошкодження покрівлі (AK), то ремонт покрівельних матеріалів (DK).

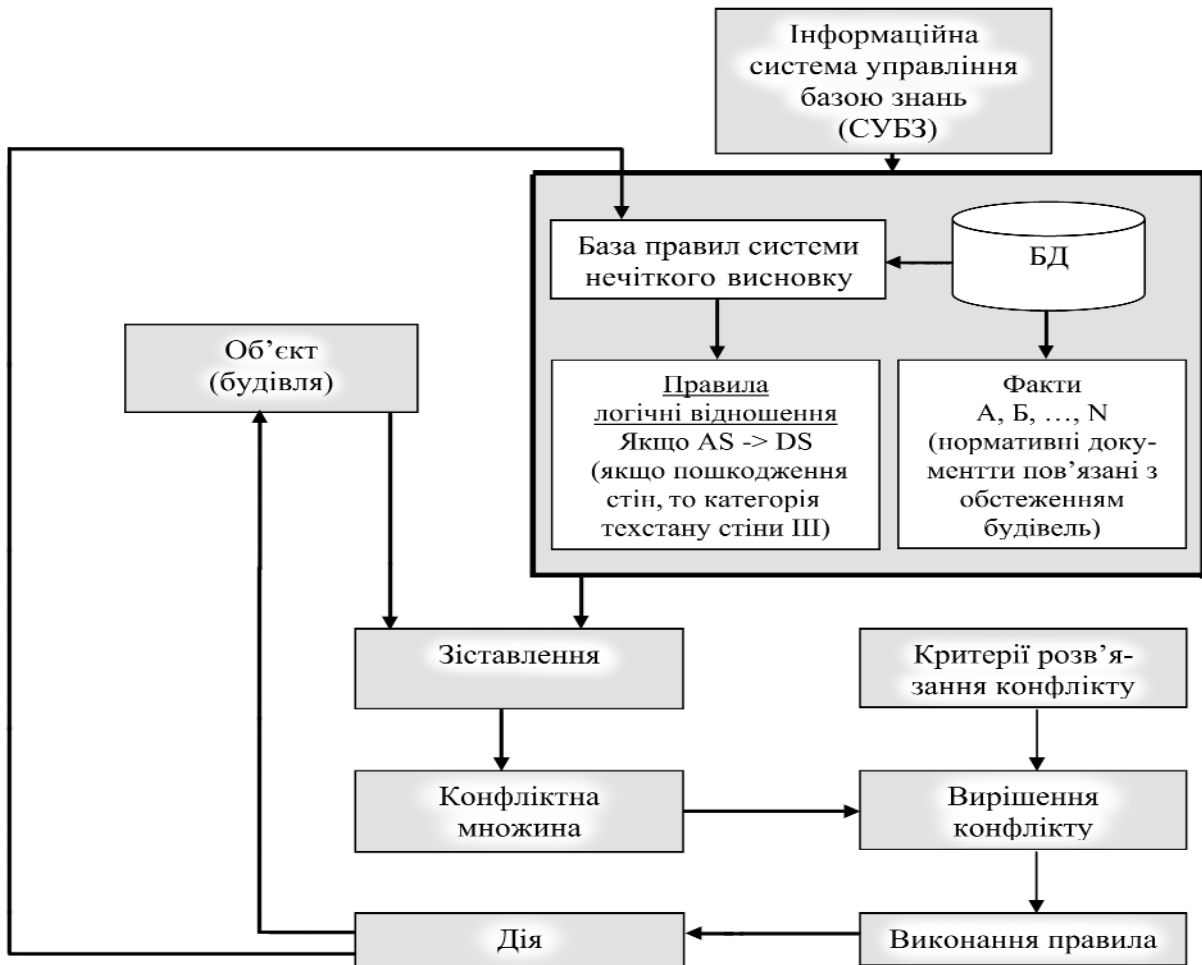


Рис. 1. Структурна схема інформаційної системи управління базою знань

Міра впевненості – це неформальна оцінка, яку експерт додає до висновку, наприклад: «імовірно, це так», «можливо», «точно», «нічого не можна сказати» тощо.

Міра впевненості описує людську (суб'єктивну) оцінку причинної імовірнісної міри. Продуктивність системи визначається якістю правил.

Перевага методу коефіцієнта впевненості багато в чому полягає у використанні достатньо коротких послідовностей комбінованих правил і використанні достатньо простих гіпотез. До недоліків можна віднести складність визначення у багатьох випадках коефіцієнтів впевненості, відсутність теоретичного обґрунтування результатів.

Сутність нечіткої логіки, що запропонував Л. Заде, від коефіцієнта впевненості полягає:

- у використанні лінгвістичних змінних (замість числових);
- у відношенні між змінними, що описуються за допомогою нечітких висловлювань;
- складні відношення визначаються нечіткими алгоритмами.

Коефіцієнт впевненості розраховується за наступними правилами:

- 1) при логічному зв'язку І між фактами P_1 і P_2 :

$$C(P_1 \wedge P_2) = \text{MIN}(C(P_1), C(P_2)); \quad (4)$$

- 2) при логічному зв'язку АБО між фактами P_1 і P_2 :

$$C(P_1 \vee P_2) = \text{MAX}(C(P_1), C(P_2)). \quad (5)$$

Коефіцієнти впевненості приписуються не тільки фактам, але і правилам. Позначимо коефіцієнт впевненості правила через C_r . Коефіцієнт C_r відповідає ступеню правдивості висновку правила при правдивих припущеннях. Якщо припущення характеризуються коефіцієнтом впевненості $C_{пред}=1$, то коефіцієнт впевненості висновку $C_{висн}$ розраховують за формулою:

$$C_{висн} = C_{пред} * C_r. \quad (6)$$

В основу моделювання ланцюгів логічного виведення по кожному конструктивному елементу закладено в базі правил, що являє собою набір правил із обстеження будівель. Визначення фізичного стану окремого елемента залежатиме

Таблиця 2. База правил дефектів експертної системи для конструктивного елемента фундаментів

Елементи	Формалізований запис	База правил для ланцюга логічного виведення
1	2	3
Фундаменти	якщо FA і FB, то FC якщо FC і FD, то FE якщо FE і FK і FF, то FL	- якщо тріщини вимоцнення (FA) і відсутність в окремих місцях вимоцнення (FB), то пошкодження вимоцнення (FC); - якщо пошкодження вимоцнення (FC) і сліди зволоження стін підвальних приміщень (FD), то просідання фундаменту (FE); - якщо просідання фундаменту (FE) і масові наскрізні тріщини на всю висоту будівлі (FK) і витирання ґрунту в підвалі (FF), то осідання будівлі (FL)

від виконання правилами умов, які закладені в базі правил.

В табл. 2 представлена база правил дефектів експертної системи для конструктивного елемента фундаментів.

Дефекти пошкоджень конструкції фундаментів розглядаються як факти, що створюють припущення правила, тому визначаємо загальний коефіцієнт для фундаментів згідно з (1, 2):

$$CF(FA \wedge FB) = \min(0.2; 0.3) = 0.2$$

$$CF((FA \wedge FB) \vee FD) = \max(0.2; 0.4) = 0.4$$

$$CF(((FA \wedge B) \vee FD) \vee FK \vee FF) = \max(0.4; 0.65; 0.75) = 0.75 \rightarrow CF_{пред}$$

Допускаємо, що коефіцієнт впевненості правила $CF_r = 0.8$, тоді:

$$CF_{висн} = CF_{пред} * CF_r = 0.75 * 0.8 = 0.6.$$

На рис. 2. представлений ланцюг логічного виведення при роботі експертної системи для конструктивного елемента «Фундаменти».

В табл. 3. представлена база правил дефектів експертної системи для конструктивного елемента стін.

Дефекти пошкоджень конструкції стін розглядаються як факти, що створюють припущення правила, тому визначаємо загальний коефіцієнт для стін згідно з (1, 2):

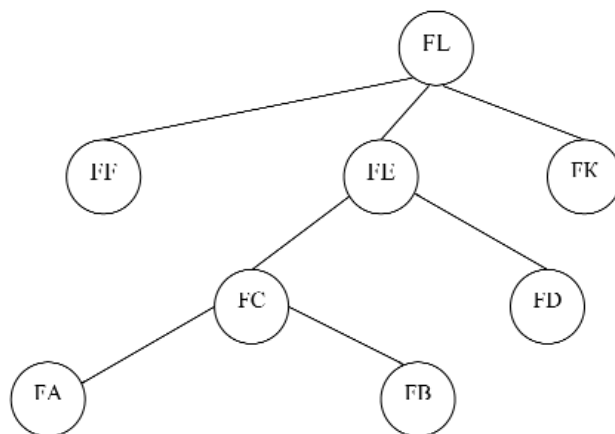


Рис. 2. Ланцюг логічного виведення при роботі експертної системи для конструктивного елемента «Фундаменти»

$$CS(SA \wedge SB) = \min(0.2; 0.3) = 0.2$$

$$CS((SA \wedge SB) \vee SD) = \max(0.2; 0.4) = 0.4$$

$$CS(SF \vee SK) = \min(0.5; 0.5) = 0.5$$

$$CS(((SA \wedge SB) \vee SD) \vee SE) = \max(0.2; 0.4; 0.4) = 0.4$$

$$CS((((SA \wedge SB) \vee SD) \vee SE) \vee SM) \vee SF \vee SK) \vee SN) = \max(0.4; 0.5; 0.6) = 0.6$$

$$CS(((((((SA \wedge SB) \vee SD) \vee SE) \vee SM) \vee SF \vee SK) \vee SN) \vee SP) = \max(0.6; 0.6) = 0.6 \rightarrow CS_{пред}$$

Таблиця 3. База правил дефектів експертної системи для конструктивного елемента стін

Елементи	Формалізований запис	База правил для ланцюга логічного виведення
1	2	3
Стіни (зовнішні та внутрішні)	якщо SA і SB, то SC якщо SC і SD, то SE якщо SE, то SM якщо SF і SK, то SL якщо SM і SL і SN, то SP якщо SP, то SO	- якщо пошкодження вимоцнення (SA) і окремі тріщини, вибоїни стін в підвальних приміщеннях (SB), то тріщини фундаменту (SC); - якщо тріщини фундаменту (SC) і сліди зволоження стін підвальних приміщень (SD), то пошкодження фундаменту (SE); - якщо пошкодження фундаменту (SE) то тріщини стін (SM); - якщо відпадиння штукатурного шару стін (SF) і послаблення цегляної кладки стін (SK), то пошкодження стін (SL); - якщо тріщини стін (SM) і пошкодження стін (SL) і осідання будівлі (SN), то будівля непридатна до нормальної експлуатації (категорія III) (SP); - якщо будівля непридатна до нормальної експлуатації (категорія III) (SP), то ремонт будівлі (SO).

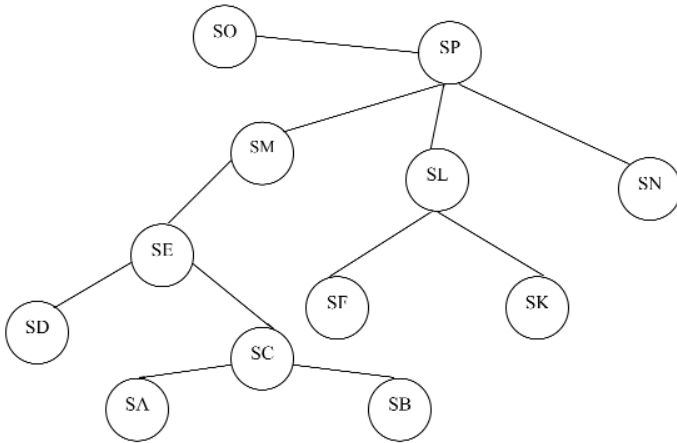


Рис. 3. Ланцюг логічного виведення при роботі експертної системи для конструктивного елемента «Стіни»

Допускаємо, що коефіцієнт впевненості правила $CS_r=0.7$, тоді:

$$CS_{висн} = CS_{пред} * CS_r = 0.6 * 0.7 = 0.42$$

На рис. 3. представлений ланцюг логічного виведення при роботі експертної системи для конструктивного елемента «Стіни».

В табл. 4. представлена база правил дефектів експертної системи для конструктивного елемента перекриття.

Дефекти пошкоджень конструкції перекриття розглядаються як факти, що створюють припущення правила, тому визначаємо загальний коефіцієнт для перекриття згідно з (1, 2):

$$CP(PA \wedge PB) = \min(0.2; 0.3) = 0.2$$

$$CP(PD \wedge PE) = \min(0.6; 0.7) = 0.6$$

$$CP((PA \wedge PB) \vee (PD \wedge PE)) =$$

$$= \max(0.2; 0.6) = 0.6$$

$$CP(((PA \wedge PB) \vee (PD \wedge PE)) \vee PK) =$$

$$= \max(0.6; 0.66) = 0.65 \rightarrow CP_{пред}$$

Допускаємо, що коефіцієнт впевненості правила $CP_r=0.7$, тоді:

$$CP_{висн} = CP_{пред} * CP_r = 0.65 * 0.7 = 0.45$$

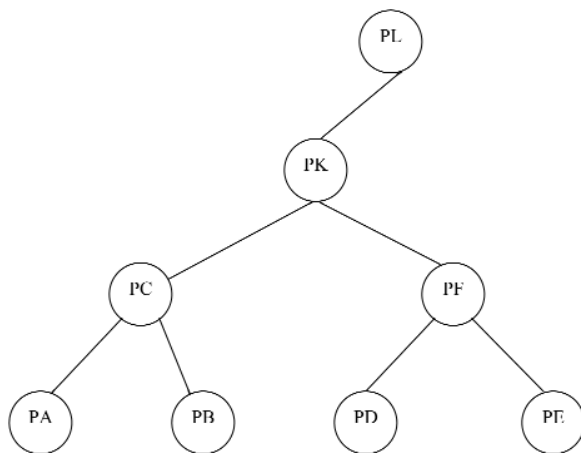


Рис. 4. Ланцюг логічного виведення при роботі експертної системи для конструктивного елемента «Перекриття»

Таблиця 4. База правил дефектів експертної системи для конструктивного елемента перекриття

Елементи 1	Формалізований запис 2	База правил для ланцюга логічного виведення 3
Перекриття	якщо PA і PB, то PC якщо PD і PE, то PF якщо PC і PF, то PK якщо PK, то PL	- якщо тріщини та відпадини штукатурного шару стелі (PA) і сліди замощання стелі (PB), то протікання даху (PC); - якщо ураження верхнього шару деревини грибок (PD) і прогин балок і прогонів (PE), то пошкодження дерев'яного перекриття (PF); - якщо протікання даху (PC) і пошкодження дерев'яного перекриття (PF), то перекриття непридатне до нормальної експлуатації (PK); - якщо перекриття непридатне до нормальної експлуатації (PK), то провести часткову заміну настилу перекриття III (PL);

Таблиця 5. База правил дефектів експертної системи для конструктивного елемента даху

Елементи 1	Формалізований запис 2	База правил для ланцюга логічного виведення 3
Дах	якщо DA і DB, то DC якщо DD і DE, то DF якщо DC і DF, то DK	- якщо розтріскування або розсихання дерев'яних фронтонів даху (DA) і ураження гниллю деревини, зволоження (DB), то протікання даху (DC); - якщо відсутність димаря (DD) і наявність додаткових тимчасових кріплень кров'яних ніг (DE), то пошкодження даху (DF); - якщо протікання даху (DC) і пошкодження даху (DF), то ремонт даху (DK).

Таблиця 6. База правил дефектів експертної системи для конструктивного елемента покрівлі

Елементи	Формалізований запис	База правил для ланцюга логічного виведення
1	2	3
Покрівельні матеріали	якщо KA і KB і KC, то KD	- якщо сколи, вибоїни покрівлі (KA) і відсутність на окремих ділянках листів покрівлі (KB) і послаблення кріплень окремих листів шиферу в обрешітці (KC), то пошкодження покрівлі (KD);
	якщо KE і KD, то KF	- якщо пошкодження покрівлі (KD) і відсутність частини настінних жолобів та оброблення (KE), то ремонт елементів покрівлі з частковою або повною заміною листів (KF);
	якщо KF, то KK	- якщо ремонт елементів покрівлі з частковою або повною заміною листів (KF), то покрівля знаходиться в непридатному стані (KK).

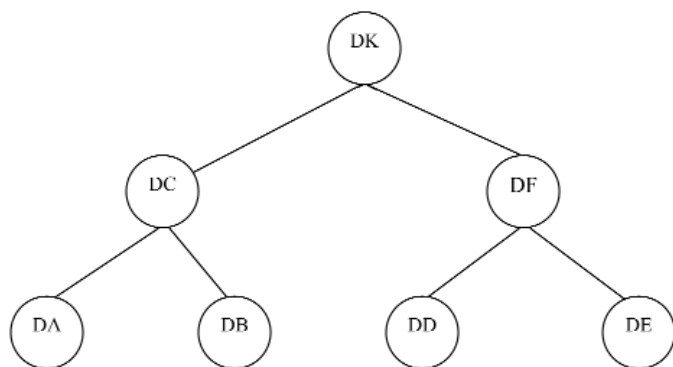


Рис. 5. Ланцюг логічного виведення при роботі експертної системи для конструктивного елемента «Дах»

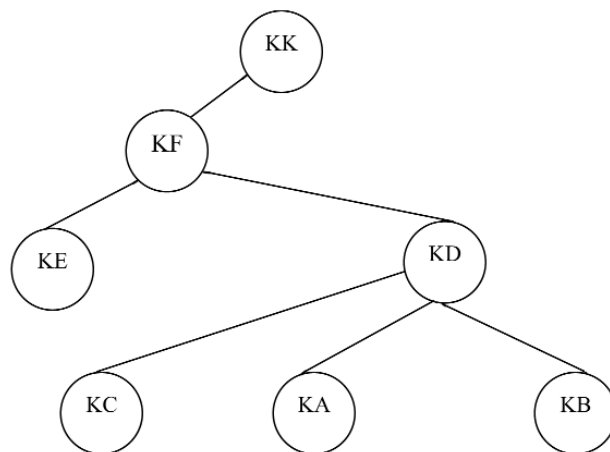


Рис. 6. Ланцюг логічного виведення при роботі експертної системи для конструктивного елемента «Покрівля»

Таблиця 7. Коефіцієнти впевненості нормативного стану

№ з/п	Нормативний стан	Коефіцієнт впевненості
1	2	3
1	II – задовільний	0,00....0,25
2	III – задовільний, що межує з непридатним до нормальної експлуатації	0,25....0,50
3	III – непридатний до нормальної експлуатації	0,50.....0,75
4	IV – аварійний	0,75.....1,00

Таблиця 8. Категорія технічного стану кожного конструктивного елемента будівлі, що були розглянуті відповідно до отриманих результатів

№ з/п	Конструктивний елемент	Кількісна оцінка дефекту	Категорія технічного стану
1	2	3	4
1	Фундаменти	0,6	3
2	Стіни (зовнішні та внутрішні)	0,42	2/3
3	Перекриття	0,45	2/3
4	Дах	0,48	2/3
5	Покрівля	0,6	3

На рис. 4. представлений ланцюг логічного виведення при роботі експертної системи для конструктивного елемента «Перекриття».

В табл. 5. представлена база правил дефектів експертної системи для конструктивного елемента даху.

Дефекти пошкоджень конструкції даху розглядається як факти, що створюють припущення правила, тому визначаємо загальний коефіцієнт для даху згідно з (1,2):

$$\begin{aligned}
 CD(DA \wedge DB) &= \min(0.55; 0.45) = 0.45 \\
 CD(DD \wedge DE) &= \min(0.6; 0.6) = 0.6 \\
 CD((DA \wedge DB) \vee (DD \wedge DE)) &= \\
 &= \max(0.45; 0.6) = 0.6 \rightarrow CD_{пред}
 \end{aligned}$$

Допускаємо, що коефіцієнт впевненості правила $CD_r = 0.8$, тоді:

$$CD_{висн} = CD_{пред} * CD_r = 0.6 * 0.8 = 0.48.$$

На рис. 5. представлений ланцюг логічного виведення при роботі експертної системи для конструктивного елемента «Дах».

В табл. 6. представлена база правил дефектів експертної системи для конструктивного елемента покрівлі.

Дефекти пошкодженнь конструкції розглядаються як факти, що створюють припущення правила, тому визначаємо загальний коефіцієнт для покрівельних матеріалів згідно з (1,2):

$$\begin{aligned} SK(KA \vee KB \vee KC) &= \max(0.4; 0.5; 0.6) = 0.6 \\ SK((KA \vee KB \vee KC) \vee KE) &= \max(0.6; 0.75) = \\ &= 0.75 \\ SK(((KA \vee KB \vee KC) \vee KE) \vee KF) &= \\ &= \max(0.75; 0.75) = 0.75? SK_{пред} \end{aligned}$$

Допускаємо, що коефіцієнт впевненості правила $SK_r = 0.8$, тоді:

$$SK_{висн} = SK_{пред} * SK_r = 0.75 * 0.8 = 0.6.$$

На рис. 6. представлений ланцюг логічного виведення при роботі експертної системи для конструктивного елемента «Покрівля».

Відповідність стану будівлі коефіцієнту впевненості окремого конструктивного елемента наведена у табл. 7.

Таким чином, категорія технічного стану кожного конструктивного елемента будівлі, що були розглянуті відповідно до отриманих результатів, та представлена в табл. 8:

Згідно з проведеним дослідженням зроблено висновок: характер пошкодженнь основних конструктивних елементів будівлі характеризує стан будівлі як непридатний до нормальної експлуатації (категорія III).

За результатами дослідження можна зробити наступний висновок, що нечіткі системи дозволяють вирішувати задачі інформаційної технології для підтримки прийняття рішень щодо діагностики технічного стану, розробки бази знань експертної системи, дослідження та реалізації на основі апарата нечіткої логіки моделі діагностики технічного стану будівель, розробки та дослідження ланцюгів логічного виведення оцінки дефектів та пошкодженнь конструктивних елементів будівлі, які можуть бути основою при обстеженні технічного стану.

ЛІТЕРАТУРА

1. Борисов В.В. *Компьютерная поддержка сложных организационно-технических систем*/ В.В. Бо-

рисов, И.А. Бычков, А.В. Дементьев, А.П. Соловьёв. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 154 с.

2. Калинин В.М. *Оценка технического состояния зданий*: / В.М. Калинин, С.Д. Сокова. – М.: ИНФРА, 2006. – 268 с.

3 *Правила оценки физического износа жилых зданий (ВСН 53-86 (р)) / Госгражданстрой*. – М.: Прейскурантиздат, 1988. – 72 с.

4. *Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд*. – К.: НДІБВ, 2003. – 144 с.

АННОТАЦИЯ

Рассматривается исследование на основе аппарата нечеткой логики информационных моделей диагностики технического состояния зданий. В этой работе разработана база знаний экспертной системы дефектов и повреждений основных конструктивных элементов здания при обследовании технического состояния. Разработаны и исследованы цепи логического вывода оценки дефектов и повреждений конструктивных элементов здания, которые могут быть основой при обследовании технического состояния.

Ключевые слова: здания, повреждения и дефекты, информационная технология, экспертные системы, база знаний, цепи логического вывода.

ANNOTATION

Research of chains of logic deducing of work of expert system at inspection of a technical condition of buildings.

Research on the basis of the device of indistinct logic of information models of diagnostics of a technical condition of buildings is considered. In this work developed the knowledge base of expert system of defects and damages of the basic constructive elements of a building at inspection of a technical condition. Developed and investigated chains of logic deducing of an estimation of defects and damages of constructive elements of a building which can be a basis at inspection of a technical condition.

Keywords: buildings, damages and defects, information technology, expert systems, the knowledge base, chains of logic deducing.