

УДК 69:002;69.059;626/627;721/728

**Терентьев О.О.**

д.т.н. професор Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

**Петроченко О.В.**

доцент Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

**Київська К.І.**

доцент Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ КОМПЛЕКСНОЇ БЕЗПЕКИ ЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ НА ЕТАПІ ПРОЕКТУВАННЯ, БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ

***Анотація.** Стаття висвітлює питання, що пов'язані з підвищенням ефективності інформаційної системи безпечної експлуатації захисту будівель. Розглянута організація нечіткого виведення інформаційної системи діагностики технічного стану будівель. Отримані рекомендації дозволяють вирішувати задачі підвищення ефективності інформаційної системи для підтримки прийняття рішень щодо діагностики технічного стану; досліджувати та реалізовувати на основі апарату нечіткої логіки моделі діагностики технічного стану будівель.*

***Ключові слова:** інформаційна система, підвищення ефективності, діагностика, технічний стан, будівля, комплексна безпека, захист.*

### Постановка проблеми

Серед будівель, які експлуатуються в Україні, достатньо велика кількість має пошкоджені конструкції. При обстеженні технічного стану, відновленню та реконструкції таких будівель виникає задача підвищення ефективності діагностування пошкоджень, тобто визначення причин їх появи.

Про це свідчить указ Кабінету Міністрів України "Про забезпечення надійності й безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж" від 05 травня 1997 року № 409 та розпорядження Кабінету Міністрів України "Про заходи щодо посилення контролю за проектуванням, новим будівництвом, реконструкцією, капітальним ремонтом та експлуатацією будинків і споруд" № 100-р від 01 березня 2004 р.

Останнім часом значно зростають обсяги робіт, пов'язані з комплексною діагностикою і оцінкою технічного стану будівельних конструкцій, будівель і споруд. Досить часто виникає ситуація, коли виконавці не мають можливості перед обстеженням вивчити технічну документацію на будівлі і споруди, що експлуатуються протягом тривалого часу. Такі роботи виділяються як самостійний напрям будівельного виробництва, що охоплює комплекс питань, пов'язаних із забезпеченням експлуатаційної надійності будівель, проведення ремонтно-відновлювальних робіт, робіт з реконструкцією та розробкою проектною документації.

### Мета роботи

Розробити методи підвищення ефективності інформаційної системи безпечної експлуатації будівель.

Одним з напрямів реалізації комплексу завдань щодо безпечної експлуатації будівель є розробка інформаційної системи діагностики будівель на рівні нечітких систем.

Системи нечіткого виведення призначені для перетворення значень вхідних змінних процесу управління у вихідні змінні на основі використання правил нечітких продукцій. Системи нечіткого виведення повинні містити базу правил нечітких продукцій і реалізовувати нечіткий виведення висновків на основі посилок або умов, що представлені у формі нечітких лінгвістичних висловлювань.

### Аналіз останніх досліджень

Значний внесок у окремі аспекти зазначеного напрямку внесли такі вітчизняні та закордонні вчені, як Р.В. Вейц, Є.В. Клименко, В.М. Михайленко, С.Д. Бушуєв, О.Д. Панкевич, О.О. Терентьев, С.Д. Штовба

Всі актуальні роботи, пов'язані з тематикою основ організації і обробки експериментальних результатів роботи експертних систем діагностики технічного стану будівель, а також роботи, пов'язані з розробкою інформаційної системи оцінки технічного стану конструкцій будівель, регламентуються положенням «Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної



Рис. 1. Структурна схема роботи інформаційної системи безпечної експлуатації технічного стану будівель

експлуатації виробничих будівель і споруд» [1; 2; 3].

Такий підхід може знайти практичне застосування в організаціях, що здійснюють підтримку працездатності стану будівель.

**Результати досліджень**

Методика розробки підвищення ефективності інформаційної системи безпечної експлуатації будівель

На рис. 1 представлена структурна схема роботи інформаційної системи безпечної експлуатації технічного стану будівель [4; 5].

**Фазифікація.**

В контексті нечіткої логіки під фазифікацією розуміють не тільки окремих етап виконання нечіткого виведення, але і власне процес або процедуру знаходження значень функції належності нечіткої множини (термів) на основі звичайних (не нечітких) початкових даних. Фазифікацією також називають введенням нечіткості [4].

Мета етапу фазифікації – встановлення відповідності між конкретним (звичайно чисельним) значенням окремої вхідної змінної системи нечіткого виведення і значенням функції належності, що відповідає їй термам вхідної лінгвістичної змінної. Після завершення цього етапу для всіх вхідних змінних повинні бути визначені конкретні значення функції належності по кожному з лінгвістичних термів, які використовуються в підмовах бази правил системи нечіткого виведення.

Процедура фазифікації виконується таким чином. До початку цього етапу передбачаються відомі конкретні значення всіх вхідних змінних системи нечіткого виведення, тобто множина значень  $V = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ . В загальному випадку кожне  $a_i \in X_p$ , де  $X_i$  – універсум лінгвістичної змінної  $\beta_i$ . Ці значення можуть бути отримані або від датчиків, або деяким іншим, зовнішнім по відношенню до системи нечіткого виведення способом.

Розглянемо кожну з підмов вигляду « $\beta_i \in \alpha'$ » правил системи нечіткого виведення, де  $\alpha'$  – деякий терм з відомою функцією належності  $\mu(x)$ . При цьому значення  $\alpha'$  використовується в якості аргументу  $\mu(x)$ , також знаходиться кількісне значення  $b_i' = \mu(a_i)$ . Це значення і є результатом фазифікації підумови « $\beta_i \in \alpha'$ ».

Якщо в деякій підумові зустрічається терм з модифікатором, то процедура фазифікації виконується аналогічним чином стосовно функції належності терма після

виконання операції, що відповідає даному модифікатору.

Етап фазифікації закінчений, якщо знайдені всі значення  $b_i' = \mu(a_i)$  для кожної з підмов всіх правил, що входять в базу правил системи нечіткого виведення. Множину значень позначимо як  $B = \{b_i'\}$ . Якщо деякий терм лінгвістичної змінної  $\beta_i$  не присутній ні в одному з нечітких висловлювань, то відповідне йому значення функції належності не знаходиться в процесі фазифікації.

Для ілюстрації цього етапу розглянемо приклад процесу фазифікації таких трьох нечітких висловлювань, як «Трищина стіни Волосяна», «Трищина стіни Ступінчаста», «Трищина стіни Наскрізна», для вхідної лінгвістичної змінної  $\beta_1$  – «Трищина стіни». Їм відповідає нечітке висловлювання першого вигляду: « $\beta_1 \in \alpha_1$ », « $\beta_1 \in \alpha_2$ », « $\beta_1 \in \alpha_3$ ».

Нехай поточний «Трищина стіни» оцінюється як 7 мм, тобто  $a_1 = 7$ . Тоді фазифікація першого нечіткого висловлювання дає в результаті число 0, яке означає його ступінь істинності і виходить підстановкою значення  $a_1 = 7$  в якості аргументу функції належності терма  $\alpha_1$  (рис. 2).

Фазифікація другого нечіткого висловлювання дає в результаті число 0.67 (приблизжене значення), яке означає його ступінь істинності і виходить підстановкою значення  $a_1 = 7$  в якості аргументу функції належності терма  $\alpha_2$  (рис. 3).

Фазифікація третього нечіткого висловлювання дає в результаті число 0, яке означає його ступінь істинності і виходить підстановкою значення  $a_1 = 7$  в якості аргументу функції належності терма  $\alpha_3$  (рис. 4).

**Агрегація.**

Агрегація є процедурою визначення ступеню істинності умов по кожному з правил системи нечіткого виведення. Процедура агрегації виконується наступним чином. До початку цього етапу передбачаються відомими значення істинності всіх підмов системи нечіткого виведення, тобто множина значень  $B = \{b_i'\}$ . Далі розглядається кожна з умов правил системи нечіткого виведення. Якщо умова правила представляє собою нечітке висловлювання вигляду 1 (висловлювання « $\beta \in \alpha$ », де  $\beta$  – найменування лінгвістичної змінної, а  $\alpha$  – її значення, якому відповідає окремий лінгвістичний терм з базової терм-множини  $T$  лінгвістичної змінної  $\beta$ ) або 2 (висловлювання « $\beta \in \Delta \alpha$ », де  $\Delta$  – модифікатор, відповідний таким словам, як

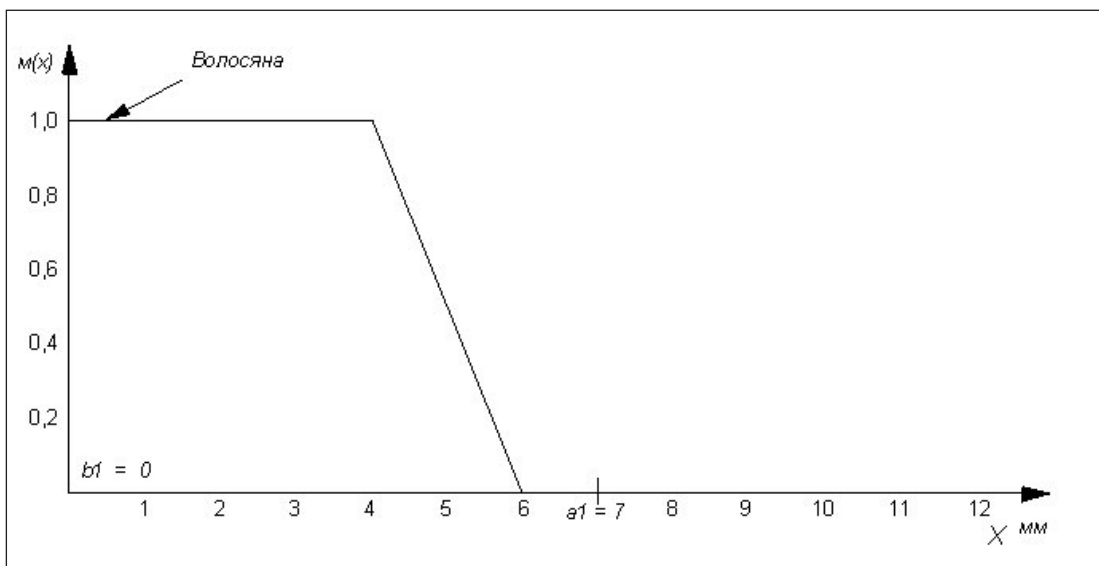


Рис. 2. Приклад фазифікації вхідної лінгвістичної змінної «Трищина стіни» для нечіткого висловлювання «Трищина стіни Волосяна»

ДУЖЕ, БІЛЬШ АБО МЕНШ, БАГАТО БІЛЬШЕ), то ступінь його істинності рівний відповідному значенню  $b_i'$ . Якщо ж умова складається з декількох підумов вигляду, причому лінгвістичні змінні в підумовах попарно не рівні одна одній, то визначається ступінь істинності складного висловлювання на основі відомих значень істинності підумов [5].

Етап агрегації вважається закінченим, коли будуть знайдені всі значення для кожного з правил, що входять в базу правил системи нечіткого виведення, що розглядається. Ця множина значень позначається через  $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ .

Для ілюстрації цього етапу розглянемо приклад процесу агрегації двох нечітких висловлювань: «Трищина стіни Ступінчаста» і «Категорія технічного стану стіни Задовільний, що межує з непридатним до нормальної експлуатації (категорія II/III)» і «Трищина стіни Ступінчаста» АБО «Категорія технічного стану стіни Задовільний, що межує з непридатним до нормальної експлуатації (категорія II/III)» для входньої лінгвістичної змінної  $\beta_1$  – «Трищина стіни» і  $\beta_2$  – «Категорія технічного стану стіни». Нехай поточне «Трищина стіни» дорівнює 7 мм, тобто  $a_1 = 7$ , а поточне «Категорія технічного стану стіни» оцінюється як 6, тобто  $a_2 = 6$ . Агрегація першого нечіткого висловлювання з використанням операції нечіткої кон'юнкції вигляду:

$$T(A \wedge B) = \min \{T(A), T(B)\} \quad (1),$$

дає в результаті число 0.6 (приблизжене значення), яке означає його ступінь істинності і виходить як мінімальне із значень 0.6 і 0.667. Агрегація другого нечіткого висловлювання з використанням операції нечіткої диз'юнкції вигляду:

$$T(A \vee B) = \max \{T(A), T(B)\} \quad (2),$$

дає в результаті число 0.667, яке означає його ступінь істинності і виходить як максимальне із значень 0.6 і 0.667.

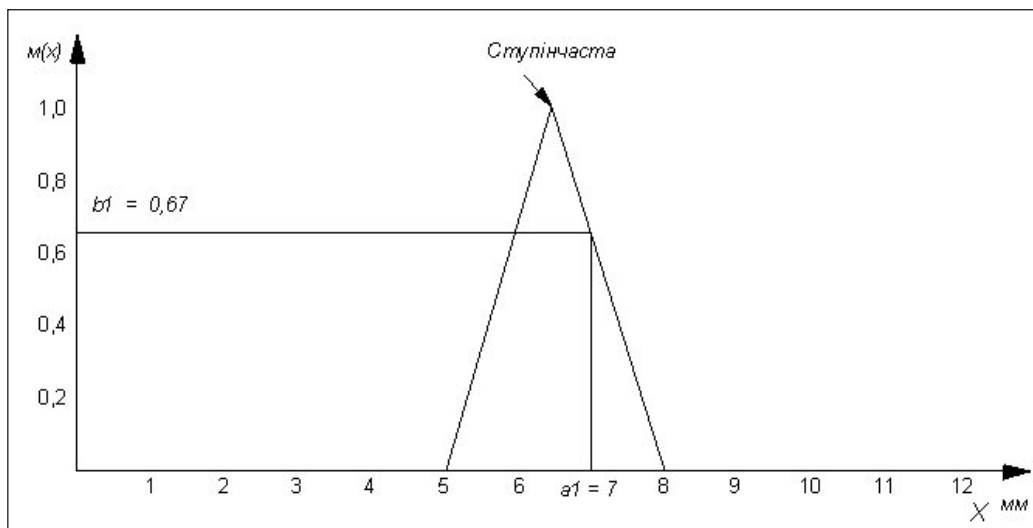


Рис. 3. Приклад фаззифікації входньої лінгвістичної змінної «Трищина стіни» для нечіткого висловлювання «Трищина стіни Ступінчаста»

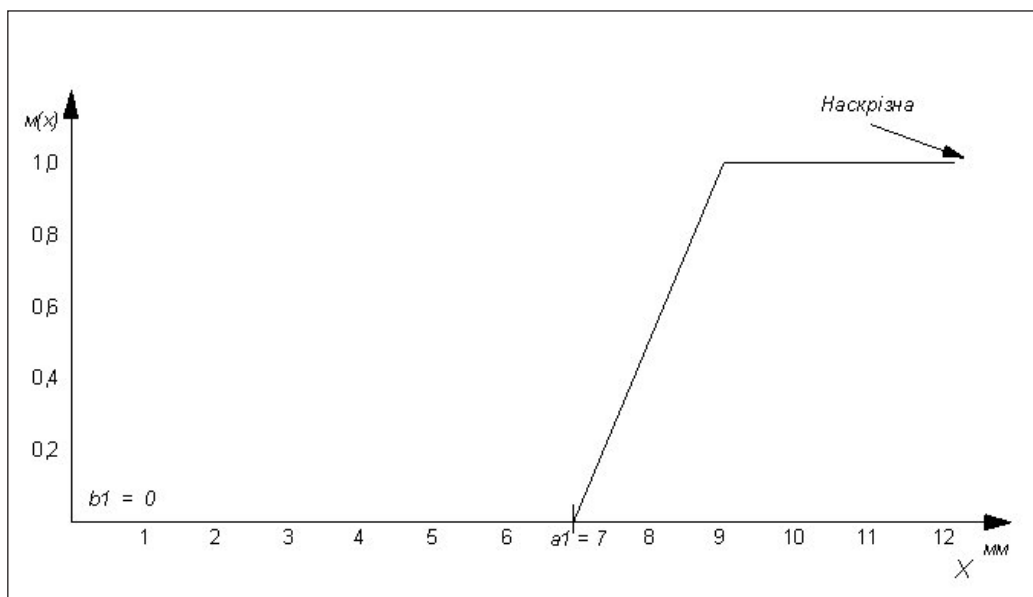


Рис. 4. Приклад фаззифікації входньої лінгвістичної змінної «Трищина стіни» для нечіткого висловлювання «Трищина стіни Наскрізна»

**Активізація.**

Активізація в системах нечіткого виведення є процедурою знаходження ступеню істинності кожного з підвисновків правил нечітких продукцій. Активізація багато в чому аналогічна композиції нечітких відносин, але не тотожна їй. Під час формування бази правил системи нечіткого виведення задаються вагові коефіцієнти  $F_i$  для кожного правила (за умовами ваговий коефіцієнт рівний одиниці) [6].

Процедура активізації виконується таким чином. До початку цього етапу передбачаються відомими значення істинності всіх умов системи нечіткого виведення: множина значень  $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ , значення вагових коефіцієнтів  $F_i$  для всіх правил. Далі розглядається кожен з висновків правил системи нечіткого виведення. Якщо висновок правила є нечітким висловлюванням вигляду 1 або 2, то ступінь його істинності рівний алгебраїчному виразу відповідного значення  $b_i$  на ваговий коефіцієнт  $F_i$ .

Якщо висновок складається з декількох підвисновків, причому лінгвістичні змінні в підвисновках попарно не рівні одна одній, то ступінь істинності кожного з підвисновків рівний алгебраїчному виразу відповідного значення  $b_i$  на ваговий коефіцієнт  $F_i$ . Таким чином знаходяться всі значення ступенів істинності підвисновків для кожного з правил що входять в базу правил системи нечіткого виведення. Ця множина значень позначається через  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_q\}$ , де  $q$  – загальна кількість підвисновків в базі правил. При цьому можливий випадок, коли ваговий коефіцієнт  $F_i$  може бути заданий індивідуально для окремих підвисновків (але процедура активізації залишається незмінною).

Після знаходження множини  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_q\}$  визначається функція належності кожного з підвисновків для даних вихідних лінгвістичних змінних. Для цього можна використовувати один з методів, що являється модифікацією методів нечіткої композиції:

$$\text{min} - \text{активізація: } \mu'(y) = \min \{c_i, \mu(y)\}; \quad (3)$$

$$\text{prod} - \text{активізація: } \mu'(y) = c_i * \mu(y); \quad (4)$$

$$\text{average} - \text{активізація: } \mu'(y) = 0.5 * (c_i + \mu(y)), \quad (5)$$

де  $\mu(y)$  – функція належності терма, який являється значенням деякої вихідної змінної  $\omega_j$ , заданої на універсумі  $Y$ .

Етап активізації вважається закінченим, якщо для кожної з вихідних лінгвістичних змінних, що входять

в окремі підвисновки правил нечітких продукцій, будуть визначені функції належності нечіткої множини їх значень, тобто сукупність нечітких множин  $C_1, C_2, \dots, C_q$ , де  $q$  – загальна кількість підвисновків в базі правил системи нечіткого виведення.

Окрім методів (3)–(5), для виконання активізації можуть бути запропоновані й інші способи, засновані на модифікації різних операцій нечіткої композиції.

Для ілюстрації цього етапу розглянемо приклад процесу активізації висновку в наступному правилі нечіткої продукції (це правило не має цільового застосування і використовується формальним чином):

ЯКЩО «Трищина стіни Ступінчаста»,

ТО «Категорія технічного стану стіни Задовільний, що межує з непридатним до нормальної експлуатації (категорія II/III)».

Вхідною лінгвістичною змінною в цьому правилі являється  $\beta_1$  – «Трищина стіни», а вихідною змінною є  $\beta_2$  – «Категорія технічного стану стіни». Нехай поточний «Трищина стіни» рівний 7 мм, тобто  $a_1 = 7$  мм. Оскільки агрегування умови цього правила дає в результаті  $b_1 = 0.67$ , а ваговий коефіцієнт за умовчанням рівний одиниці, то значення 0.667 буде використовуватися в якості  $c_1$  для отримання результату активізації.

**Акумуляція.**

Акумуляція в системах нечіткого виведення є процедурою або процесом знаходження функції належності для кожної з вихідних лінгвістичних змінних множини  $W = \{\omega_1, \omega_2, \omega_3\}$ .

Мета акумуляції – об'єднання всіх ступенів істинності висновків (підвисновків) для отримання функції належності кожної з вихідних змінних. Причина необхідності виконання цього етапу полягає в тому, що підвисновки, що належать до однієї і тієї ж вихідної лінгвістичної змінної, належать до різних правил системи нечіткого виведення.

Процедура акумуляції виконується таким чином. До початку цього етапу передбачаються відомими значення істинності всіх підвисновків для кожного з правил, що входять в дану базу правил системи нечіткого виведення, у формі сукупності нечітких множин:  $C_1, C_2, \dots, C_q$ , де  $q$  – загальна кількість підвисновків в базі правил (рис. 5 – рис. 7) [7].

Далі послідовно розглядається кожна з вихідних лінгвістичних змінних  $\omega_j \in W$  і нечіткі множини:  $C_{j1}, C_{j2}, \dots, C_{jq}$ , що відносяться до неї (рис. 8).

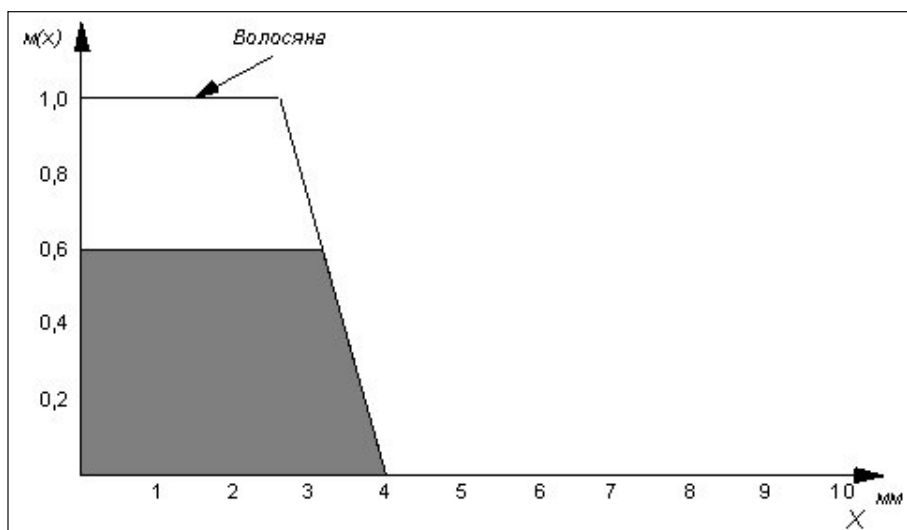


Рис. 5. Функція належності нечіткої множини  $c_{11}$ , отриманої в результаті активізації для вихідної лінгвістичної змінної «Трищина стіни»

Результат акумуляції для вихідної лінгвістичної змінної  $\omega_i$  визначається як об'єднання нечітких множин. Етап акумуляції вважається закінченим, коли для кожної з вихідних лінгвістичних змінних будуть визначені підсумкові функції належності нечіткої множини їх значень, тобто сукупність нечітких множин:  $C'_1, C'_2, \dots, C'_q$  де  $q$  – загальна кількість вихідних лінгвістичних змінних в базі правил системи нечіткого виведення.

**Дефаззифікація.**

Дефаззифікація (приведення до чіткості) в системах нечіткого виведення представляє собою процедуру або процес знаходження звичайного (не нечіткого) значення для кожної з вихідних лінгвістичних змінних множини  $W = \{\omega_1, \omega_2, \omega_s\}$  [6].

Мета дефаззифікації – використання результатів акумуляції всіх вихідних лінгвістичних змінних і отримання звичайного кількісного значення кожній з вихідних змінних, які будуть використовуватися спеціальними пристроями, зовнішніми по відношенню до системи нечіткого виведення.

Вживані в сучасних системах управління пристрої здатні сприймати традиційні команди у формі кількісних значень відповідних управляючих змінних. Тому необхідно перетворити нечіткі множини на деякі конкретні значення змінних.

Процедура дефаззифікації виконується таким чином. До початку цього етапу передбачаються відомими функції належності всіх вихідних лінгвістичних змінних у формі нечіткої множини:  $C'_1, C'_2, \dots, C'_s$  де  $s$  – загальна кількість вихідних лінгвістичних змінних в базі правил системи нечіткого виведення. Далі послідовно розглядається кожна з вихідних лінгвістичних змінних  $\omega_j \in W$  і нечітка множина  $C'_j$ , що належить до неї. Результат дефаззифікації для вихідної лінгвістичної змінної  $\omega_j$  визначається у вигляді кількісного значення  $y_j \in R$ .

Етап дефаззифікації вважається закінченим, коли для кожної з вихідних лінгвістичних змінних будуть визначені підсумкові кількісні значення у формі деякого дійсного числа, тобто у вигляді  $y_1, y_2, \dots, y_s$  де  $s$  – загальна

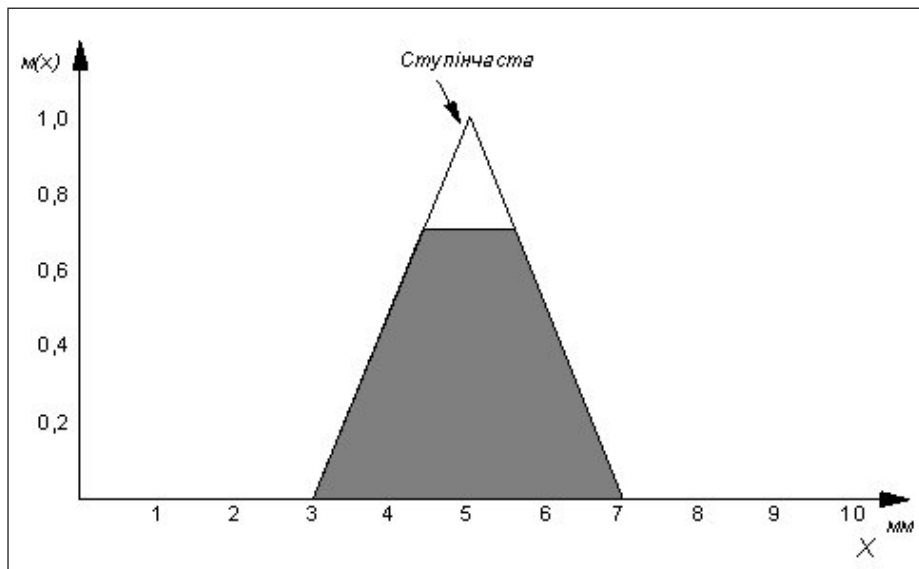


Рис. 6. Функція належності нечіткої множини  $c_{12}$ , отриманої в результаті активізації для вихідної лінгвістичної змінної «Трищина стіни»

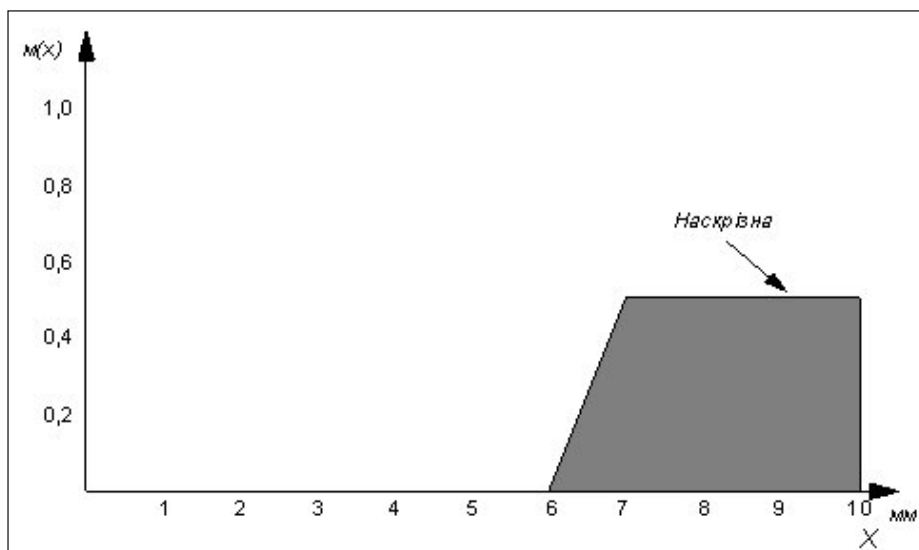


Рис. 7. Функція належності нечіткої множини  $c_{13}$ , отриманої в результаті активізації для вихідної лінгвістичної змінної «Трищина стіни»



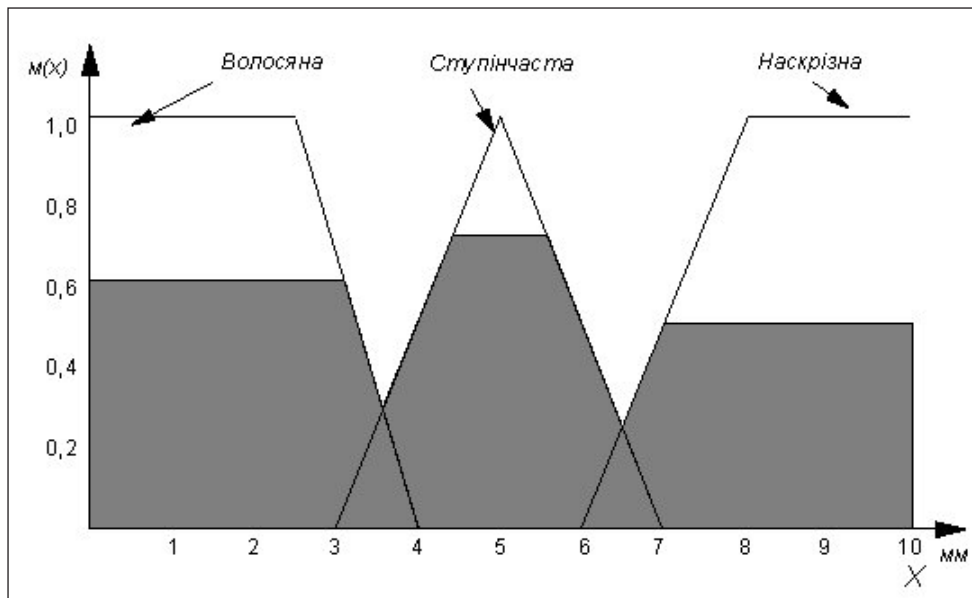


Рис. 8. Приклад акумуляції виведення для вихідної змінної «Тріщина стіни»

кількість вихідних лінгвістичних змінних в базі правил системи нечіткого виведення.

Результати розробки підвищення ефективності інформаційної системи безпечної експлуатації будівель

Нечіткі системи дозволяють вирішувати задачі інформаційної системи безпечної експлуатації будівель для підтримки прийняття рішень під час діагностики технічного стану, розробки бази знань для об'єктів будівництва, розробки системи нечіткого виведення; досліджувати та реалізовувати на основі апарату нечіткої логіки моделі діагностики технічного стану будівель. Недоліком нечітких систем є суб'єктивність оцінювання технічного стану будівель.

Процес нечіткого виведення представляє собою певну процедуру або алгоритм отримання нечітких висновків на основі нечітких умов або передумов з використанням розглянутих понять нечіткої логіки. Цей процес включає в себе всі основні концепції теорії нечітких множин: функція належності, лінгвістичні змінні, нечіткі логічні операції, методи нечіткої імплікації і нечіткої композиції. Системи нечіткого виведення призначені для реалізації процесу нечіткого виведення і служать концептуальним базисом всієї сучасної нечіткої логіки. Системи нечіткого виведення дозволяють вирішувати задачі автоматизованого управлін-

ня, класифікації даних, розпізнавання образів, ухвалення рішень і багато інших задач. Оскільки розробка та застосування систем нечіткого виведення має міждисциплінарний характер, дана проблематика досліджень тісно взаємозв'язана з цілим рядом інших науково-прикладних напрямів, таких як нечітке моделювання, нечіткі експертні системи, нечітка асоціативна пам'ять, нечіткі логічні контролери, нечіткі регулятори і прості нечіткі системи

#### Висновки

Проведений аналіз нечітких систем дозволяє вирішувати задачі інформаційної системи безпечної експлуатації будівель для підтримки прийняття рішень щодо діагностики технічного стану; досліджувати та реалізовувати на основі апарату нечіткої логіки моделі діагностики технічного стану будівель. В роботі розглянута організація нечіткого виведення інформаційної системи діагностики технічного стану будівель.

Окрім цього, формуються передумови автоматизації складної логічної обробки експертних даних. Критерієм прийняття рішення по вибору адекватного заходу для забезпечення необхідного ресурсу будівель виступає кінцевий висновок про фактичний технічний стан конструкції будівель і можливостях забезпечення її довговічності.

#### Література

1. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд [Текст]. Київ, 2003. 144 с.
2. Михайленко В.М. Інформаційна технологія оцінки технічного стану елементів будівельних конструкцій із застосуванням нечітких моделей [Текст] / О.О. Терентьев, Б.М. Єременко. *Строительство, материаловедение, машиностроение*: сб. науч. трудов. Под общей редакцией профессора В.И. Большакова. Дніпропетровськ, 2013. №70. С. 133–141.
3. Михайленко В.М. Обробка експериментальних результатів роботи експертної системи для задачі діагностики технічного стану будівель [Текст]. О.О. Терентьев, Б.М. Єременко. *Строительство, материаловедение, машиностроение*: сб. науч. трудов Под общей редакцией профессора В.И. Большакова выпуск. Дніпропетровськ, 2014. №78. С. 190–195.
4. 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. КНУБА, 2015. №22. С. 138–143.
5. Terentyev O.O., Tsiutsiura M.I. (2015). The method of direct grading and the generalized method of assessment of buildings technical condition. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, Volume 4 Issue 7. P. 827–829.

### References

6. *Normatyvni dokumenty z pytan obstezhen, pasportyzatsii, bezpechnoi ta nadiinoi ekspluatatsii vyrobnychyykh budivel i sporud* [Normative documents on issues of inspection, certification, safe and reliable operation of industrial buildings and structures] [Text]. Kyiv, 2003. 144 p. (in Ukrainian).
7. Mikhailenko V.M., Terentyev O.O., Eremenko B.M. (2013). Informatsiina tekhnolohiia otsinky tekhnichnoho stanu elementiv budivelnyykh konstruksii iz zastosuvanniam nechitkykh modelei [Information technology assessment of technical condition of building structures using fuzzy models. *Construction, materials, engineering, scientific collection*]. Works Under the General editorship of Professor V.I. Bolshakov edition, Dnipropetrovsk. №. 70. P. 133–141 (in Ukrainian).
8. Mikhailenko V.M., Terentyev O.O., Eremenko B.M. (2013). Obrobka eksperymentalnykh rezultativ roboty ekspertnoi systemy dlia zadachi diahnostryky tekhnichnoho stanu budivel Treatment of experimental results of the expert system for diagnostics of technical condition of buildings. *Construction, materials, engineering, scientific collection*. Works Under the General editorship of Professor V.I. Bolshakov edition, Dnipropetrovsk, №. 78. P. 190–195 (in Ukrainian).
9. Terentyev O.O., Sabala Y.Y., Malyna B.S. (2015). Osnovy orhanizatsii nechitkoho vyvedennia dlia zadachi diahnostryky tekhnichnoho stanu budivel ta sporud [Fundamentals of the organization of fuzzy inference for the task of diagnosing the technical condition of buildings and structures]. *Managing the development of complex systems, collection of scientific papers*. №. 22. P. 138–143 (in Ukrainian).
10. Terentyev O.O., Tsiutsiura M.I. (2015). The method of direct grading and the generalized method of assessment of buildings technical condition. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, Volume 4 Issue 7. P. 827–829 (in English).

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ

**Аннотация.** *Статья освещает вопросы, связанные с повышением эффективности информационной системы безопасной эксплуатации защиты зданий. Рассмотрена организация нечеткого вывода информационной системы диагностики технического состояния зданий. Полученные рекомендации позволяют решать задачи повышения эффективности информационной системы для поддержки принятия решений по диагностике технического состояния; исследовать и реализовывать на основе аппарата нечеткой логики модели диагностики технического состояния зданий.*

**Ключевые слова:** *информационная система, повышение эффективности, диагностика, техническое состояние, здание, комплексная безопасность, защита.*

**Терентьев А.А.**

д.т.н. профессор Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев

**Петроченко А.В.**

доцент Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев

**Киевская К.И.**

доцент Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев

### INCREASING THE EFFICIENCY OF THE INFORMATION SYSTEM OF COMPLEX SAFETY OF BUILDING PROTECTION AT THE STAGE OF DESIGN, BUILDING AND OPERATION

**Abstract.** *This article covers issues related to improving the efficiency of information systems for the safe operation of buildings. - the organization of fuzzy output of information system of diagnostics of the technical state of buildings is considered. The received recommendations allow to solve tasks of increase of efficiency of an information system for support of decision-making concerning diagnostics of a technical condition; to investigate and implement on the basis of the apparatus of fuzzy logic the model of diagnostics of technical condition of buildings.*

**Key words:** *information system, efficiency improvement, diagnostics, technical condition, building, complex safety, protection.*

**Terentiev O.O.**

Doctor of Engineering Sciences, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

**Petrochenko O.V.**

Associate Professor, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

**Kyivska K.I.**

Associate Professor, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv