

Проблеми оцінювання фактичного стану споруд

Єремєєв І. С., Горделадзе М. В.

Державна академія житлово-комунального господарства, м. Київ

Запропоновано підхід до оцінювання фактичного стану споруд, який базується на використанні результатів теорії нечітких множин і теорії можливостей. Цей підхід дозволяє більш кваліфіковано і з більшою вірогідністю (достовірністю) оцінювати стан споруд і при цьому враховувати вплив окремих компонентів на стан споруди у цілому. Наведено приклади класифікації стану споруд, які відповідають необхідності проведення капітального ремонту.

Проблема оцінювання фактичного стану споруд (ОФСС) є дуже важливою у системі експлуатації і утримання житла. Її можна розглядати з точки зору розпізнавання образів, користуючись водночас методами теорії нечітких множин. Образи можна представляти за допомогою даних множин вимірювань за ознаками чи спостережень, які збираються для віднесення стану споруди до того чи іншого кластеру.

Перший кроку процедурі ОФСС полягає у визначенні шкали станів (наприклад — п'ятибальної), де «0» відповідає відсутності будь-яких проблем (споруда за усіма ознаками відповідає вимогам стандарту), а «4» — аварійному стану, який вимагає деструкції і перебудови споруди. Усі проміжні класи станів передбачають відповідні рекомендації щодо ремонтно-відновлювальних робіт [1]. З точки зору теорії нечітких множин ці класи (d) можна охарактеризувати за допомогою таблиці 1.

Величина фізичного зносу пов'язана із вартісними показниками споруди. Так, із збільшенням фізичного зносу на певний відсоток зменшується (на такий же відсоток) первинна вартість споруди. Враховуючи ту обставину, що капітальний ремонт до певної міри усуває фізичний знос (якщо не приймати до уваги загальне фізичне старіння конструкцій, яке є наслідком прояв стомленості матеріалів), існує економічна доцільність проведення капітального ремонту у разі, якщо вартість цього ремонту не перевищує 40% первинної вартості споруди.

Таблиця 1. Шкала оцінки зносу елементів будівлі

Класи, <i>d</i>	Фізич- ний знос, %	Оцінка технічного стану	Загальна характеристика технічного стану
1-2	0-20	Добрий	Пошкоджень і деформацій не має. Є окремі несправності, що не впливають на експлуатацію і усуваються під час ремонту
3-4	21-40	Задовіль- ний	Елементи будівлі в цілому придатні до експлуатації, але потребують ремонту
5-6	41-60	Не задовіль- ний	Експлуатація елементів будівлі можлива лише за умов термінового ремонту
7-8	61-80	Ветхий	Стан несучих конструктивних елементів аварійний, а не несучих – дуже ветхий. Обмежене виконання елементами будівлі своїх функцій можливе за умов проведення охоронних заходів або повної заміни цих елементів
9-10	81-100	Непридат- ний	Елементи будівлі знаходяться у зруйнованому стані. Будівля повинна бути знесена або корінним чином перебудована

Множина ознак, придатних для класифікації або оцінювання станів на підставі візуального обстеження може включати виявлення деформацій і тріщин у колонах, балках, з'єднаннях, підлогах, стелях, місцях загального користування, ліфтах тощо. Крім того, під час оцінювання стану споруд слід враховувати будівельні матеріали, висоту споруд (кількість поверхів), площі підлог, фактичну тривалість експлуатації після чергового ремонту, а також зовнішні умови, умови і загальний час експлуатації, характеристики ґрунту та фундаменту.

Формулювання проблеми ФОСС має відношення до методу прийняття рішень в складних умовах, коли інформація, яка отримується від експертів, має певну невизначеність, що впливає у якійсь мірі на остаточне рішення, що має характер неточного або наближеного висновку, який спрямований на досягнення найбільш надійної відповіді на проблему, що виникла [2]. Якщо прийняти числову форму вираження проміжного стану, що діагностується, у вигляді, наприклад, функції належності $m(d)$ до відповідної проблеми, скажімо, проблеми, яка вимагає капітального ремонту (таблиця 2), і інтерпретувати значення істинності оцінювання у наступному вигляді:

- 0 – не істинно;
- 0,1-0,3 – слабкий рівень істинності;
- 0,4-0,5 – суттєвий рівень істинності;

- 0,6-0,7 – високий рівень істинності;
- 0,8-0,9 – майже визначена істинність;
- 1,0 – визначена істинність,

то можна, наприклад, використати наступне правило оцінювання:

- якщо кількість тріщин КТ оцінюється на рівні 0,3,
- наявність великих тріщин ВТ – на рівні 0,2,
- надмірна деформація елементів конструкції – на рівні 0,1,
- то капітальний ремонт КР не потрібен;

або

- якщо КТ оцінюється на рівні 0,6,
- наявність ВТ – на рівні 0,5,
- деформація елементів конструкції – на рівні 0,5,
- то КР необхідний.

Таблиця 2.

$\mu(d)$	0,2	0,5	0,7	1,0	0,8	0,2
d	2	3	4	5	6	7

Належність до стану, який відповідає необхідності КР може бути визначена з виразу

$$\mu = \max \{ \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n \},$$

де необхідність КР для групи даних μ

$$B = \prod_{m=1}^n B_i .$$

Тут B_i — стан, що вимагає КР, отриманий за i -ю групою даних ($i=1$ — інформація про зареєстровані тріщини, $i=2$ дані фізичних вимірювань напружень у конструкціях тощо). B_i можна розглядати як алгебраїчну суму пошкоджень кожного з компонентів споруди j ($j \leq n$):

$$B_i = \sum_{o=1}^m D_{ij} ,$$

де D_{ij} стан важкого ушкодження j -го компонента, причому

$$(B_i) = 1 - \prod_{j=1}^n (1 - \mu_{D_{ij}}) .$$

Наприклад, якщо є три головних компоненти з зареєстрованими тріщинами, відносно яких існує інформація про те, що $m_{D11}=0,2$, $m_{D12}=0,8$, $m_{D13}=0,6$, то $m_{BI} = 1 - \{(1-0,2)(1-0,8)(1-0,6)\} = 0,984$.

Можливий і інший підхід. Нехай $X = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$ – множина ознак, наприклад, x_1 – багато тріщин, x_2 – великі тріщини, x_3 – великі деформації. Нехай $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$ – множина видів потенційно можливих ушкоджень, наприклад, y_1 – стомлене або розривне ушкодження, y_2 – пластична деформація, y_3 – нестабільність, y_4 – ушкодження, що прогресує. Нехай Z – стан сильного ушкодження. Якщо можна знайти нечіткі відношення R (з X у Y) і S (з Y у Z), то ознаки X можна зв'язати із станом сильного ушкодження споруди Z за допомогою композиції $R*S$. Якщо задати R і S таблицями 3 і 4, то результат можна представити у вигляді таблиці 5.

Таблиця 3.

	y_1	y_2	y_3	y_4
$R = \begin{cases} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{cases}$	0,9	0,2	0,4	0,4
	0,8	0,3	0,7	0,8
	0,3	0,8	0,9	0,7

Таблиця 4.

	Z
$S = \begin{cases} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \end{cases}$	0,4
	0,3
	0,8
	1,0

Таблиця 5.

	Z
$R*S = \begin{cases} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{cases}$	0,4
	0,8
	0,8

Останній результат свідчить про те, що наявність характеристики x_2 (великі тріщини) і x_3 (великі деформації) призводить до високої оцінки ступеню належності до множини конструкцій, які знаходяться у стані сильного ушкодження. Інакше кажучи, якщо спостерігаються великі тріщини і великі деформації, то споруда класифікується як така, що є сильно ушкодженою і потребує заміни або капітального ремонту.

Зазначений вище підхід дозволяє більш кваліфіковано і з більшою вірогідністю (достовірністю) оцінювати стан споруд і при цьому враховувати вплив окремих компонентів на стан споруди у цілому.

Перелік посилань

1. **Правила оцінки фізичного зносу жилих будинків** (КДП 204/12 Україна 226-93. Наказ Держжитлокомунгоспу України №52 від 02.07.93).
2. **Нечёткие множества и теория возможностей** / Под ред. Рональда Р. Ягера. — М: «Радио и связь», 1986.

Отримано 16.03.05