

інш.) повинні органічно поєднуватись з комплексним поліпшенням архітектури реконструйованого об'єкту.

На ринку муніципального житла знижується попит населення, змінюються пріоритети: від нового будівництва до реконструкції і комплексного формування міського середовища. Деяко вже зроблено: розроблені та впроваджуються одно-двохповерхові надбудови-мансарди; зусилена увага до рішення внутришньодворових територій на новому рівні.

Одним з важливіших питань перед міською владою є боротьба з енерговтратами. В умовах ринкової економіки дотації до житлово-комунального господарства є тягарем як для бюджету держави, так і для населення. Існує реальна можливість у тому числі і за допомогою архітектури вирішити питання енергозбереження. Необхідно стимулювати надходження внебюджетних інвестицій до інфраструктури житлового сектору, щоб позбути державу та муніципалітети від необхідності фінансування більшої частини інвестицій. Така робота може проводитись у широкому аспекті - з розвитком соціальної інфраструктури районів житлової забудови на основі ринкових методів ведення господарства.

Територія з житловою забудовою періоду 70-80-х років привертає увагу населення доброю інфраструктурою: розвинуте транспортне обслуговування; сформован благоустрій; присутня значна кількість зелених масивів, парків.

Але соціальний та економічний розвиток суспільства потребує не тільки наявності композиційно-планувальних заходів щодо реконструкції житлових комплексів, а й наявності показників комерційної та фінансової ефективності проектів, окупності і інтеграції всіх фінансових ресурсів, враховуючи кошти населення.

Таким чином, питання щодо реконструкції житлової забудови можливо вирішити тільки комплексно при урахуванні соціально-економічних проблем.

УДК 69.059.25

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ РЕМОНТІВ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ НА ЗАСАДАХ ТЕОРІЇ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ

Л.І.Кривельов, Г.М.Агєєва

Система технічної експлуатації будинків та споруд, що склалася за часів існування планової економіки, в нових ринкових умовах потребує докорінних методичних змін. Технічна експлуатація житлових і громадських будинків зараз регламентується Положенням про систему технічного обслуговування, ремонту та реконструкції жилих будівель в містах і селищах України. КДП-204/12 Україна 193-91, орієнтованим на планову організацію цієї системи. Вона побудована на встановленні для окремих елементів будинків нормативних термінів служби.

В Положенні наведено достатньо детальні вказівки по проведенню оглядів будинків, проте оцінка технічного стану елементів і будинків в ці-

лому ним не передбачається. По суті технічна експлуатація будинків тут встановлюється за відомою в експлуатації складних технічних устроїв системою «за ресурсом».

За умов ринкової економіки прийняття рішення про ремонт системи або її складових повинне здійснюватися на засадах мінімізації ризику втрат внаслідок відмови елементу або системи в цілому, або втрат внаслідок передчасного ремонту. Такий підхід може бути розроблено на засадах теорії технічної діагностики.

Технічна діагностика дозволяє вирішити наступні основні задачі:

- визначити дійсний фізичний стан будинків і споруд в заданий момент часу;
- прогнозувати їх довговічність і дієздатність (тривалість безвідмовної роботи).

Першорядну роль тут відіграє визначення періодичності контролю стану будинку з урахуванням випадкового характеру виникнення ушкоджень конструкцій - відмов. Подібні задачі вже достатньо глибоко розроблені в галузі авіації, судноплавства, радіоелектроніки, енергетики їх рішення зводиться до визначення мінімуму вартості обслуговування при максимумі готовності, тобто до встановлення оптимального обслуговування.

Теоретичні засади технічної діагностики і дослідження, виконані в Київському міжнародному університеті цивільної авіації дозволяють побудувати модель технічної експлуатації будинків «за станом».

В якості першого етапу розглянемо систему технічної експлуатації окремих елементів будинку. За ознаку, що характеризує стан елементів, приймемо комплексну оцінку технічного стану k_0 , яка утворюється в результаті обстеження елемента і експертної оцінки вагомості змін простіших якостей і параметрів конструкції. В цьому разі стан елемента описується одним діагностичним параметром.

Для вирішення задачі відібрання елемента на ремонт необхідно провести розподілення для системи з одним трьохрозрядним діагностичним параметром. Параметр має розряди: «хороший стан» при $1 \geq k_0 \geq 0,75$; «задовільний стан» при $0,75 > k_0 \geq 0,5$; «незадовільний стан» при $0,5 > k_0 \geq 0,35$.

При цьому повинні бути відомі:

- априорні імовірності діагнозу «годний» - $P(D_1)$ і «не годний» - $P(D_2)$;
- імовірності виникнення певних розрядів ознаки при діагнозах «годний», «не годний» - $P(k_{11}/D_1)$, $P(k_{12}/D_1)$, $P(k_{13}/D_1)$ і $P(k_{11}/D_2)$, $P(k_{12}/D_2)$ і $P(k_{13}/D_2)$.

Як приклад, розглянемо діагностування несучих елементів перекриття. Встановлено, що 80% цих елементів в період огляду є годними. Комплексна оцінка якості при діагнозах «годний» зустрічається в 80% в межах $1 \div 0,75$; в 18% - в межах $0,75 \div 0,5$ і в 2% - в межах $0,5 \div 0,35$. Відповідний розподіл оцінок при діагнозі «не годний» - 5%, 20%, 75%. Представимо отриману інформацію у вигляді так званої діагностичної матриці D^* (табл.1).

Таблиця 1

Діагностична матриця D^*

Діагноз D_i	Імовірності розрядів ознаки			Априорна імовірність діагнозу $P(D_i)$
	$P(k_{11}/D_i)$	$P(k_{12}/D_i)$	$P(k_{13}/D_i)$	
D_1	0,800	0,18	0,02	0,80
D_2	0,005	0,20	0,75	0,20

Припустимо, що комплексна оцінка якості, яка була встановлена при обстеженні конкретного перекриття, дорівнює $k_0=0,55$, що відповідає другому розряду ознаки.

Імовірності діагнозів D_1 і D_2 обчислюються по узагальненій формулі Байєса:

$$P\left(\frac{D_i}{k^*}\right) = \frac{P(D_i) \cdot P\left(\frac{k^*}{D_i}\right)}{\sum_{s=1}^n P(D_s) \cdot P\left(\frac{k^*}{D_s}\right)} \quad (1)$$

В прикладі, що розглядається, $P(D_1/k^*)=0,782$ і $P(D_2/k^*)=0,218$. В методі Байєса комплекс k^* відноситься до діагноза з більшою апостеріорною імовірністю. Таким чином:

$$k^* \in D_1. \quad (2)$$

Для іншої реалізації розподілу імовірностей розрядів, яка наведена в табл.2, прийемо таку ж саму комплексну оцінку якості $k_0=0,55$ і априорні імовірності діагнозів. В цьому разі $P(D_1/k^*)=0,002$ і $P(D_2/k^*)=0,98$. Тобто $k^* \in D_2$, перекриття належить вважати «не годним» і воно підлягає ремонту.

Таблиця 2

Діагностична матриця D^{**}

Діагноз D_i	Імовірності розрядів ознаки			Априорна імовірність діагнозу $P(D_i)$
	$P(k_{11}/D_i)$	$P(k_{12}/D_i)$	$P(k_{13}/D_i)$	
D_1	0,900	0,095	0,005	0,8
D_2	0,007	0,043	0,950	0,2

Обґрунтування інтервалів розрядів може бути отримано при включенні до кола параметрів, які розглядаються, деяких економічних оцінок. Задача при цьому може бути вирішена методами статистичних рішень.

Розглянемо певний елемент будинку, технічний стан якого описується одним діагностичним параметром. Припустимо, що в результаті збору і обробки інформації встановлено емпіричні значення щільностей імовірностей $f(k_j/D_1)$ і $f(k_j/D_2)$ і знайдено їх статистики (рис. 1).

За фізичним сенсом задачі обидва розподілення повинні бути одномодельними, такими, що мають моди на межах інтервалу $|1; 0,35|$.

Найбільш просто розподілення може бути отримане методом визначення мінімального ризику. Значення комплексної оцінки якості, яка відповідатиме мінімальному середньому ризику прийняття неправильно-го рішення, повинне відповідати наступному вираженню:

$$\begin{aligned} \min R = & B_{11}P(D_1) \int_{k_0^{\min}}^1 f\left(\frac{k_0}{D_1}\right) dk_0 + B_{21}P(D_1) \int_{0,35}^{k_0^{\min}} f\left(\frac{k_0}{D_1}\right) dk_0 + \\ & + B_{12}P(D_2) \int_{k_0^{\min}}^1 f\left(\frac{k_0}{D_2}\right) dk_0 + B_{22} \int_{0,35}^{k_0^{\min}} f\left(\frac{k_0}{D_2}\right) dk_0, \end{aligned} \quad (3)$$

де B_{11} - ціна вірного рішення «годний»;
 B_{12} - ціна пропуску дефекта;
 B_{21} - ціна ложної тривоги;
 B_{22} - ціна правильного рішення «не годний».

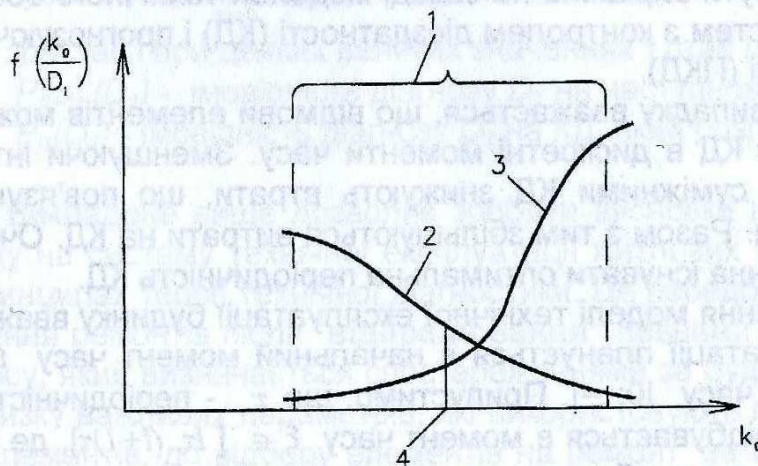


Рис. 1. Розподіли щільностей імовірностей діагностичного параметра k_0 - комплексної оцінки якості для діагнозів D_1 - «годний» і D_2 - «не годний»:

- 1- інтервал значень k_0 , який розглядається;
- 2- розподіл щільностей імовірностей для діагнозу D_2 ;
- 3- те ж для діагнозу D_1 ;
- 4- комплексна оцінка k_0 , яка відповідає мінімальному ризику втрат.

В теорії надійності ціна правильних рішень приймається в порівнянні з ціною помилок від'ємною. Ціни правильних і ложних рішень пропонується встановлювати у вигляді середнього річного ефекту, або середніх річних витрат.

Звичайно, ціна «ложної тривоги» B_{21} складається з тих самих витрат, що і ціна правильного рішення B_{11} (слід зауважити, що тут береться додатне значення цієї величини). Аналогічно і ціна правильного рішення «не годний» B_{22} може бути дорівнена ціні пропуску дефекту B_{12} за абсолютним значенням, але взяте зі знаком «-». Враховуючи це і перетворюючи вираження (3), отримуємо:

$$\begin{aligned} \min R = & B_{11}P(D_1) \left[\int_{0,35}^{k_0^{\min}} f\left(\frac{k_0}{D_1}\right) dk_0 - \int_{k_0^{\min}}^1 f\left(\frac{k_0}{D_1}\right) dk_0 \right] + \\ & + B_{12}P(D_2) \left[\int_{k_0^{\min}}^{0,35} f\left(\frac{k_0}{D_2}\right) dk_0 - \int_{0,35}^{k_0^{\min}} f\left(\frac{k_0}{D_2}\right) dk_0 \right]. \end{aligned} \quad (4)$$

У більшості практичних задач вважається недоцільним вводити «заохочення» для правильних рішень. Тоді вираження (4) спроститься:

$$\min R = B_{21}P(D_1) \int_{0,35}^{k_0^{\min}} f\left(\frac{k_0}{D_1}\right) dk_0 + B_{12}P(D_2) \int_{k_0^{\min}}^{0,35} f\left(\frac{k_0}{D_2}\right) dk_0. \quad (5)$$

В наведеній методиці при прийнятті рішення про ремонт конструкції не враховується фактор часу. Періодичність ремонту в проблемі, яка розглядається, може бути вирішена на засаді моделей технічного обслуговування технічних систем з контролем дієздатності (КД) і прогнозуючим контролем дієздатності (ПКД).

В першому випадку вважається, що відмови елементів можна виявити тільки під час КД в дискретні моменти часу. Зменшуючи інтервали часу між двома суміжними КД знижують втрати, що пов'язуються з відмовою елемента. Разом з тим збільшуються витрати на КД. Очевидно, що при цьому повинна існувати оптимальна періодичність КД.

Для побудовання моделі технічної експлуатації будинку вважається, що порядок експлуатації планується в початковий момент часу $t = 0$ на нескінченний період часу $[0; \infty]$. Припустимо, що τ - періодичність КД, а відмова елемента відбувається в момент часу $\xi \in [l\tau, (l+1)\tau]$, де $l = 1, 2, 3, \dots$. До цього моменту обстеження конструктивних елементів давало значення комплексної оцінки якості, яке дозволяло прийняти правильний діагноз "годний" - D_{11} , або діагноз "ложна тривога" - D_{21} . Після діагнозу D_{21} без додаткових перевірок робиться передчасний ремонт. Будемо вважати також, що відмова не може відбутися після передчасного ремонту, тому цей момент вважається моментом регенерації і дорівнюється $t = 0$. Повний середній ризик визначається на інтервалі між двома регенераціями.

Так як до $t = \xi$ конструкція була дієздатною, то при кожному КД при $t = \nu\tau$ приймалося одне з двох рішень: D_{11} або D_{12} . При умові відмови від заохочення повний середній ризик за період $(0, \nu\tau)$ складе:

$$R = \sum_{\nu=1}^l \left[B_{12}P(D_2)_{\nu\tau} \int_{k_0^{\min}}^{0,35} f\left(\frac{k_0}{D_2}\right) dk_0 + B_{kp} \right], \quad (6)$$

де B_{kp} - середня вартість одного КД;

B_{12} - ціна пропуску дефекта;

$P(D_2)_{\nu\tau}$ - априорна імовірність діагнозу D_2 в момент КД $\nu\tau$ в періоді між двома регенераціями.

Визначення оптимальної періодичності КД робиться шляхом знаходження мінімуму функції середнього повного ризику по аргументу τ . Найбільш доцільною моделлю призначення періодичності ремонту є модель прогнозуючого контролю дієздатності (ПКД). Так, як і при звичайному періодичному КД через інтервали τ вважається, що відмова конструкції і потреба в часі ξ , яка виникає при цьому, поміж двома ПКД $\xi \in (l\tau, (l+1)\tau)$. При цьому в момент часу $t = l\tau$ приймаються діагнози $D_{11}(t=l\tau)$ і $D_{12}(t=(l+1)\tau)$. Будемо вважати також, що вартість одного ПКД залежить від періоду τ .

Оптимальна періодичність ПКД в цьому разі буде визначатися мінімумом функціонала

$$\min R(\tau) = \sum_{l=1}^{\infty} \left[B_{ПКД}(\tau) + B_{12} P_{(l+1)\tau}(D_1) \int_{0,35}^{k_0^{\min}} f\left(\frac{k_0}{D_2}\right) dk_0 + B_{12} P_{l\tau}(D_2) \int_{k_0^{\min}}^1 f\left(\frac{k_0}{D_1}\right) dk_0 \right], \quad (7)$$

де $B_{ПКД}(\tau)$ - ціна одного ПКД (відносно виду цієї функції можна припустити, що $\lim_{\tau \rightarrow 0} B_{ПКД}(\tau) \rightarrow B_{КД}$, зі збільшенням періоду τ ця величина

зростає і при деяких великих значеннях τ стає постійною);

$P_{(l+1)\tau}(D_1)$ - імовірність діагнозу D_1 на наступному КД;

$P_{l\tau}(D_2)$ - імовірність діагнозу D_2 на КД, який розглядається.

Викладене вище дозволяє зробити висновки щодо доцільності переходу на систему технічної експлуатації житлових будинків, побудовану на принципах теорії технічної діагностики. Це передбачає перехід від призначення ремонтів після "відпрацювання" певними елементами будинку ресурсу, який визначається спостереженнями за будинками, але не виявляє низку важливих параметрів, які використовують при аналізі надійності цих елементів, до відбору елементів на ремонт "за станом". Вважається доцільним призначати ремонти на засаді прогнозуючих періодичних контролів дієздатності і визначення ризиків втрат при невірно прийнятих рішеннях.