

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

МОНИТОРИНГ И ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ЗДАНИЯ В ЦЕЛОМ

П. Н. Садчиков

Астраханский государственный

архитектурно-строительный университет

Предложена методика проведения мониторинга и обработки результатов независимых экспертных оценок технического состояния отдельных конструктивных элементов здания с целью выработки единого решения о степени его физического износа в целом. Для объединения в одной оценочной системе количественных и качественных показателей и корректного проведения расчетов используется математический аппарат нечетких множеств. Реализация построенной модели выступает в качестве инструмента, позволяющего муниципальным властям оптимально формировать реестр объектов, требующих капитального ремонта.

Ключевые слова: мониторинг технического состояния, физический износ, жилое здание, экспертная оценка, нечеткое множество, функция принадлежности, аддитивная свертка, капитальный ремонт.

MONITORING AND DIAGNOSTICS OF TECHNICAL CONDITION OF INDIVIDUAL STRUCTURAL ELEMENTS AND BUILDING AS A WHOLE

P. N. Sadchikov

Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering

A method for monitoring and processing the results of peer review of technical condition of the individual structural elements of the building in order to develop a common decision on the extent of its physical deterioration as a whole. To join in a scoring system of quantitative and qualitative indicators and the correct calculation of the used mathematical apparatus of fuzzy sets. Implementation of the constructed model serves as a tool to enable municipal authorities to optimally shape the registry objects, requiring major repairs.

Keywords: monitoring of technical condition, wear and tear, residential building, expert evaluation, fuzzy set, membership function, the additive convolution, overhaul.

В последние годы в РФ набирает обороты реализация программы капитального ремонта жилых зданий. Залогом этому выступает периодичность пополнения соответствующих инвестиционных фондов. Для повышения эффективности расходования финансовых средств и адресной их направленности требуется формирование реестра объектов недвижимости в зависимости от величины их остаточного ресурса

[1–3]. В качестве одного из вариантов оценки остаточного ресурса здания в современной инженерной практике используется методика проведения экспертизы, построенная на определении степени физического износа отдельных конструктивных элементов и здания в целом [4, 5].

Указанная методика сводится к сбору, обработке и анализу выборочной совокупности данных мониторинга и диагностики обследуемого объекта. Основной проблемой в данном случае является обеспечение заданной статистической надежности результатов, полученных квалифицированными специалистами специально сформированной экспертной комиссии. Независимая работа экспертов ограничивается, как правило, визуальным обследованием конструкций без инструментальных испытаний и измерений. В этих условиях сформировать единую позицию по оценке величины физического износа здания чрезвычайно трудно и к вычисленным результатам проявляется недоверие [6–8].

Для объединения в одной оценочной системе количественных и качественных показателей степени износа и корректного проведения расчетов обратимся к математическому аппарату нечетких множеств. Используя его [9], можно упростить задачу экспертов в представлении однозначных ответов и повысить при этом объективность и точность оценки физического износа здания с определенной обеспеченностью ее результатов.

Введем в рассмотрение лингвистическую переменную $\langle \beta, T, D \rangle$, определяющую классификаторы степени качества технического состояния и соответствующих им числовых оценок из интервала $[0, 1]$, где β – название лингвистической переменной «Степень физического износа конструктивного элемента объекта недвижимости»; T – термножество – множество ее значений, представляющих собой наименование нечетких переменных, областью определения каждой из которых является множество; $D(\beta)$ – универсальное множество нечетких переменных, входящих в лингвистическую переменную β .

Определив шкалу оценок технического состояния отдельного конструктивного элемента исследуемого объекта недвижимости, рассмотрим формирующие универсальное множество $D(\beta)$ нечеткие переменные $\langle \alpha, X, A \rangle$, где α – название нечеткой переменной – «Степень выраженности износа конструкции»; $X = \{x\}$ – область ее определения; $A = \{x, \mu_A(x)\}$ – нечеткое множество на X , описывающее ограничения на возможные значения нечеткой переменной α ; $\mu_A(x)$ – функция принадлежности нечеткой переменной.

Учитывая для каждой нечеткой переменной α_p соответствующее нечеткое множество $A_p = [a_p, b_p]$, отобразим $\bigcup_p A_p$ на множество $\bigcup_i L_i$, для которого выполняются условия:

$$\bigcap_i L_i = \emptyset, \quad \exists^{i,p} L_i \subset A_p, \quad \bigcup_i L_i \subset \bigcup_p A_p. \quad (1)$$

Таким образом, принимая число экспертов равным Q ($q = 1..Q$), получаем

$$\forall_{L_i \subset A_p} \mu_q(x, L_i) = \begin{cases} 1, & \text{если } x \in [a_i, b_i] \\ 0, & \text{если } x \notin [a_i, b_i] \end{cases} \quad (2)$$

способ представления функции принадлежности нечеткой переменной α на множестве $\bigcup_i L_i$.

Согласно условиям формирования нечеткого множества $\bigcup_i L_i$, отрезки L_i представляют собой интервалы толерантности рассматриваемой нечеткости. Однако для общего случая высказывание $\bigcup_p A_p \subset \bigcup_i L_i$ ложно, а, следовательно, необходимо доопределить функцию принадлежности нечеткой переменной α на множестве A .

В данном случае функцию степеней принадлежности $\mu_A(x)$ нечеткого подмножества множества X целесообразно задать в виде линейной функциональной зависимости. Для лингвистической переменной используем трапецевидный вид функции принадлежности (рис. 1), где верхнее основание трапеции определяет область полной уверенности эксперта (интервал толерантности L_i), а зоны его неуверенности формируются автоматически, исходя из определения A_p .

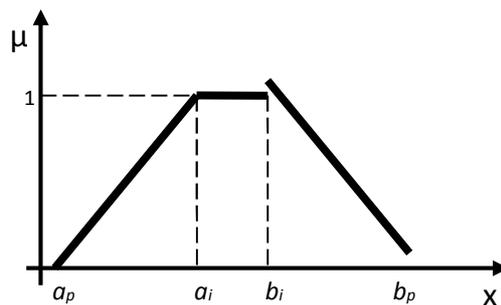


Рис. 1. Трапецевидный вид функции принадлежности

Исходя из предположения о том, что накопление физического износа объекта недвижимости происходит линейно, определим функцию принадлежности соответствия его величины множеству D_β (табл. 1).

Таблица 1

Степень принадлежности полученного значения I_k области D_β

№ элемента	Наименование конструктивного элемента	$D_\beta = [a; b]$	$\mu_\beta(x)$
1	Фундаменты	[0; 80]	$\mu(x; a, b) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{если } a \leq x \leq b \\ 1, & \text{если } x \geq b \end{cases}$
2	Стены		
3	Перегородки		
4	Перекрытия		
5	Крыша, кровля		
6	Полы		
7	Окна, двери		
8	Отделочные покрытия		
9	Внутренние сантехнические и электротехнические устройства		
10	Прочее (лестницы, балконы, лоджии)		

На основании представленной функции $\mu_\beta(x)$ появляется возможность формализовать оценку степени выраженности износа конструкций по результатам каждого из экспертов.

Поскольку для лингвистической переменной β используется трапециевидный вид функции принадлежности (рис. 1), а интервалы толерантности L_i определяются из условий (1), то зоны неуверенности эксперта формируются исходя из определения A_p .

Используя аддитивную функцию свертки показателя, получаем матрицу

$$M = (L_{k,q}) = \begin{bmatrix} L_{1,1} & L_{1,2} & \dots & L_{1,Q} \\ L_{2,1} & L_{2,2} & \dots & L_{2,Q} \\ \dots & \dots & L_{k,q} & \dots \\ L_{n,1} & L_{n,2} & \dots & L_{n,Q} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где $L_{k,q}$ – количественная оценка величины физического износа отдельно взятой k -ой конструкции q -тым экспертом, Q – общее число экспертов, n – количество конструктивных элементов объекта, учитываемых при оценке технического состояния объекта.

Таким образом, вне зависимости от того, какой метод сбора данных использовался, полученная матрица M количественно показывает, как оценивает каждый из экспертов все элементы объекта. На основании M строится групповое решение системы векторов в виде области, фактическое местонахождение которой зависит от выбора меры и критерия расстояния между векторами.

Представленная методика обработки результатов независимых экспертных оценок технического состояния объекта недвижимости позволяет в процентном выражении определить степень физического износа отдельных конструктивных элементов и здания в целом. Реализация построенной модели выступает в качестве инструмента, позволяющего муниципальным властям оптимально формировать реестр объектов, требующих капитального ремонта [10].

Список литературы

1. Дормидонтова Т. В., Евдокимов С. В. Комплексное применение методов оценки надежности и мониторинга строительных конструкций и сооружений : монография. Самара : СГАСУ, 2012. 128 с.
2. Байбурин А. Х., Иванов А. Е., Байбурин Д. А. Некоторые аспекты оценки остаточного ресурса строительных конструкций // Предотвращение аварий зданий и сооружений : сб. науч. трудов. Вып. 10. М. : МДП, 2011. С. 140–150.
3. Садчиков П. Н. Оптимизация структуры инвестиций в ветхий и аварийный жилищный фонд // Современное градостроительство : материалы Международной науч.-метод. конференции / Общество «Знание» России ; Приволжский дом знаний. Пенза, 2007. С. 64–66.
4. Свинцов В. Я., Садчиков П. Н. Моделирование структуры инвестиций в воспроизводство жилищного фонда // Известия ВолгГТУ. Сер. «Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах». 2008. Т. 4. № 2 (40). С. 80–83.
5. Ханухов Х. М. Нормативное обеспечение безопасной эксплуатации зданий и сооружений и мониторинг их технического состояния // Предотвращение аварий зданий и сооружений : сб. науч. трудов. Вып. 8. М. : МДП, 2009. С. 146–165.
6. Уткин В. С., Уткин Л. В. Экспертный метод определения физического износа зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2000. № 1. С. 48–49.
7. Мельчаков А. П., Чебоксаров Д. В. Прогноз, оценка и регулирование риска аварии зданий и сооружений. Теория, методология и инженерные приложения. Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2009. 111 с.
8. Суцев С. П., Самолинов Н. А., Адаменко И. А. Остаточный ресурс конструкций (сооружений) и возможные методы его оценки // Предотвращение аварий зданий и сооружений : сб. науч. трудов. Вып. 8. М. : МДП, 2009. С. 320–327.
9. Ильченко А. Н. Экономико-математические методы : учеб. пособие. М. : Финансы и статистика, 2006. 288 с.
10. Садчиков П. Н. Управление структурой инвестиций в ветхий и аварийный жилищный фонд (на примере г. Астрахани) : дис. ... канд. техн. наук. Астрахань, 2008. 195 с.

MODERNIZATION OF THE CURRICULA IN SPHERE OF SMART BUILDING ENGINEERING – GREEN BUILDING (GREB)

A Tozzi

University of L'Aquila (Italy)

The analysis of the enterprises needs concerning recruitment of engineers in the sector of the technical building management in Russia, Uzbekistan and Mongolia showed that