

ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ СТАРЫХ ЗДАНИЙ К РЕКОНСТРУКЦИИ С ПОСЛЕДУЮЩИМ ФОРМИРОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ

Ю. И. Тилинин

Тилинин Юрий Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительного производства, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, тел.: + 7 (905) 232 16 34; e-mail: tilsp@inbox.ru

Проблема реконструкции старых зданий, построенных до 1917 года в Санкт-Петербурге, не теряет своей актуальности. В связи с этим в статье рассмотрены методологические подходы к оценке пригодности старых зданий к реконструкции и формированию технологических и организационных решений при производстве реконструктивных работ. При оценке пригодности зданий используется теория нечеткой логики и множеств. Выбор технологических способов осуществляется по показателю технологичности. На основе эффективных технологических решений формируется перечень работ по частным строительным потокам и производится расчет численности специализированных бригад. В результате оценки и рассмотренных в статье организационно-технологических решений взаимосвязаны технические, технологические и организационные задачи реконструкции.

Ключевые слова: реконструкция, старые здания, физический и моральный износ, нечеткие множества, пригодность к реконструкции, технологические решения, организационные решения, частные строительные потоки.

ASSESSMENT OF THE SUITABILITY OF OLD BUILDINGS FOR RECONSTRUCTION WITH THE SUBSEQUENT FORMATION OF TECHNOLOGICAL AND ORGANIZATIONAL SOLUTIONS

Yu. I. Tilinin

Tilinin Yuriy Ivanovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Construction Technology Department, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russian Federation, phone: + 7 (905) 232 16 34; e-mail: tilsp@inbox.ru

The problem of reconstructing old buildings built before 1917 in St. Petersburg does not lose its relevance. In this connection, the article discusses methodological approaches to assessing the suitability of old buildings for reconstruction and the formation of technological and organizational solutions during reconstruction work. When assessing the suitability of buildings for reconstruction, the theory of fuzzy logic and fuzzy sets is used. The selection of effective technological solutions is carried out according to the general criterion of manufacturability. Based on effective technological solutions, a list of works for private construction flows is formed and the composition of specialized teams of flows is calculated. As a result of assessing the suitability of old buildings for reconstruction and the organizational and technological solutions discussed in the article, the technical, technological and organizational tasks of reconstruction are interconnected.

Keywords: reconstruction, old buildings, physical and moral wear and tear, fuzzy sets, suitability for reconstruction, technological solutions, organizational decisions, construction flows.

Введение

В историческом центре Санкт-Петербурга располагаются старые здания, построенные до 1917 года с использованием кирпича, бутового камня и дерева. Во многих старых общественных зданиях сегодня размещаются государственные казенные и бюджетные учреждения, не только исторические музеи Министерства культуры и учебные заведения Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, но и военно-медицинские, в том числе 442-й Клинический госпиталь Министерства обороны Российской Федерации и клиники Военно-медицинской академии имени С. М. Кирова, которая эксплуатирует около 110 зданий, находящихся в списке всемирного наследия.

Многие здания военно-медицинских учреждений Санкт-Петербурга накопили моральный износ и подлежат реконструкции с заменой перекрытий, усилением стен стальными обоями и фундаментам бурой инъекционными сваями [1–3]. Создание при реконструкции взлетно-посадочных вертолет-

ных площадок вполне актуально с учетом загруженности городских дорог [4], однако этот аспект в ограниченной по объему публикации рассмотреть не представляется возможным.

В связи с вышесказанным определены предмет и цель исследования.

Предмет исследования – технология и организация строительных работ, выполняемых при реконструкции старых зданий с кирпичными стенами, бутовыми фундаментами и деревянными перекрытиями.

Цель – оценка пригодности старых общественных зданий Санкт-Петербурга к реконструкции и формирование эффективных технологических и организационных решений при производстве реконструктивных работ.

Задачи, решаемые при достижении цели исследования представлены в виде алгоритма оценки пригодности старых общественных зданий Санкт-Петербурга к реконструкции и формированию технологических и организационных решений при производстве реконструктивных работ (рис. 1).

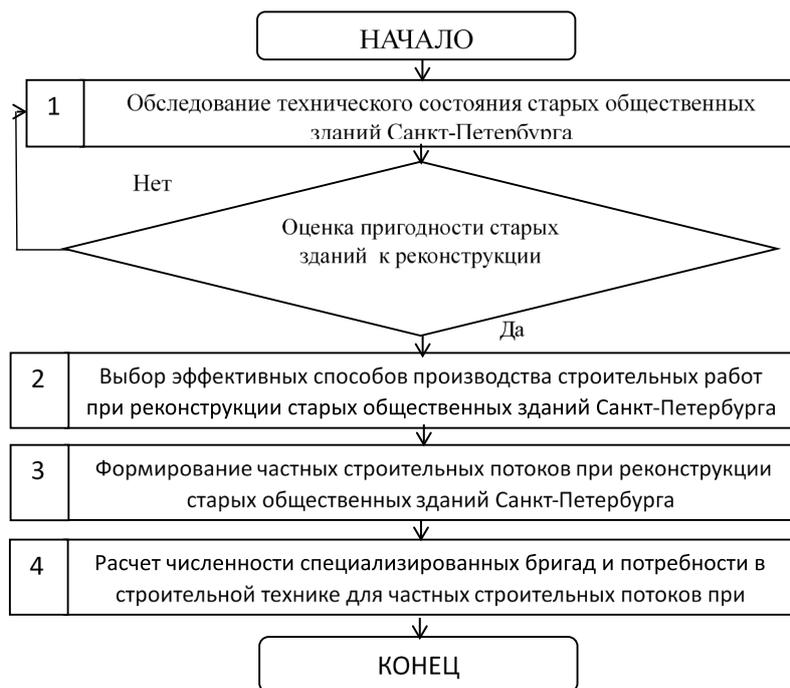


Рис. 1. Алгоритм оценки пригодности старых общественных зданий Санкт-Петербурга к реконструкции и формирования технологических и организационных решений при производстве реконструктивных работ

Приведенный выше алгоритм начинается с технического освидетельствования зданий, в результате которого оценивается категория технического состояния конструкций с последующим определением физического и морального износа [5–7]. В дальнейшем с использованием теории нечеткой логики и множеств оценивается пригодность старых зданий к реконструкции. Эта теория применяется потому, что исходные данные неоднозначны, не имеют определенности.

Метод исследования

Для разрешения неопределенности в исходных данных предлагается использовать аппарат теории нечеткой логики и множеств [8], потому что он формализует с помощью множеств нечеткую информацию, представленную обладающими в разной мере общими свойствами элементами множества и соответственно в различной степени удовлетворяющими свойствам множества [8].

Рассматривая нечеткое множество \tilde{A} на универсальном множестве U , представляем его как совокупность пар $(\mu_{\tilde{A}}(u), u)$, со степенью принадлежности произвольного элемента $\mu_{\tilde{A}}(u)$ универсального множества U к нечеткому множеству \tilde{A} .

В публикации [10] также пересечение нечетких множеств \tilde{A} и \tilde{B} , заданных на U , названо нечетким множеством $\tilde{C} = \tilde{A} \cap \tilde{B}$ с функцией принадлежности $\mu_{\tilde{C}}(u) = \min\{\mu_{\tilde{A}}(u), \mu_{\tilde{B}}(u)\}$ для всех $u \in U$.

Нечеткое множество $D = \tilde{A} \cup \tilde{B}$ с функцией принадлежности $\mu_D(u) = \max\{\mu_{\tilde{A}}(u), \mu_{\tilde{B}}(u)\}$ для всех $u \in U$ является результатом объединения нечетких множеств \tilde{A} и \tilde{B} , заданных на U .

Рассматриваются переменные нечеткие высказывания $\tilde{A}(u_1, u_2, \dots, u_r)$, зависящие от некоторых аргументов u_1, u_2, \dots, u_r , становящиеся нечеткими при фиксированном значении этих аргументов, отражающих степень истинности нечеткого высказывания из замкнутого промежутка $[0;1]$, причем 0 соответствует значению «ложь», 1 – «истина». В этой связи с заданной надежностью степень истинности нечеткого высказывания принимает значение на отрезке $[0-1]$, 0 совпадает со значением «ложь», 1 – «истина». Степень истинности нечеткого высказывания обозначается $\mu_{\tilde{A}}(u_1, u_2, \dots, u_r)$, то есть нечеткие высказывания формализуются нечеткими множествами.

Выполняются согласно формулам (1) и (2) нечеткие логические действия И (\wedge) и ИЛИ (\vee):

$$\mu_{\tilde{A} \wedge \tilde{B}}(u) = \min\{\mu_{\tilde{A}}(u), \mu_{\tilde{B}}(u)\}, \quad (1)$$

$$\mu_{\tilde{A} \vee \tilde{B}}(u) = \max\{\mu_{\tilde{A}}(u), \mu_{\tilde{B}}(u)\}. \quad (2)$$

Формализуется нечеткий терм F , определенный на универсальном множестве U , через $\mu_F(u), u \in U$.

Формализация термов осуществляется трапецеидальными и треугольными нечеткими числами.

Нечетким трапецеидальным числом A является четверка действительных чисел (a, b, c, d) $a \leq b = c \leq d$, для которых функция принадлежности трапецеидального числа μ_A получается согласно формуле (3) следующим образом (рис. 2):

$$\mu_A(u) = \begin{cases} \frac{u-a}{b-a}, & \text{если } u \in [a, b]; \\ 1, & \text{если } u \in [b, c]; \\ \frac{u-d}{c-d}, & \text{если } u \in [c, d]; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (3)$$

Если $b = c$, то мы получаем треугольное нечеткое число.

Функции принадлежности треугольных нечетких чисел графически представлены на рисунке 3, где универсальным множеством служит числовая ось со значениями (a, b, c) , на рисунке

За представлено нечеткое треугольное число $A = (a, b, c)$, приблизительно b или около b .

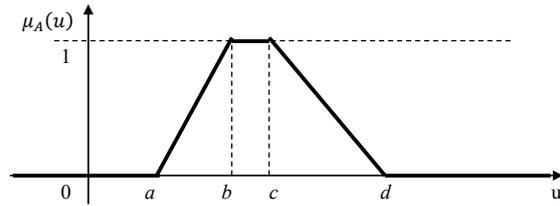


Рис. 2. Пример графика функции принадлежности трапецеидального нечеткого числа

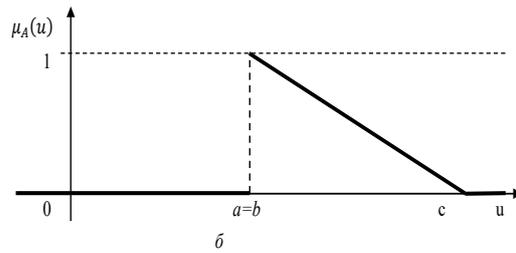
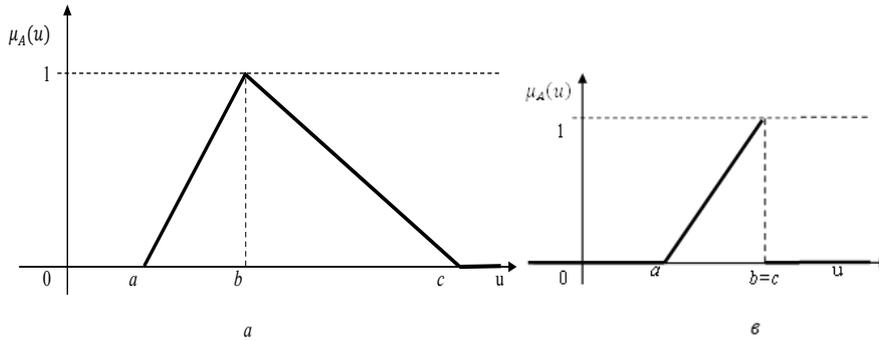


Рис. 3. Треугольное число

Следует отметить, что в формуле (3) считается, что ни один из ее знаменателей не равен нулю. При условии $a = b$ ($c = d$) правомерно треугольное число 3б и 3в на рисунке 3.

Совокупность логических высказываний, отражающих влияние $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ на значение параметра u представлена следующими выражениями:

ЕСЛИ $(x_1 = a_1^{j_1^1})$ И $(x_2 = a_2^{j_2^1})$ И ... И $(x_n = a_n^{j_n^1})$;
ИЛИ $(x_1 = a_1^{j_1^2})$ И $(x_2 = a_2^{j_2^2})$ И ... И $(x_n = a_n^{j_n^2})$;
ИЛИ
ИЛИ $(x_1 = a_1^{j_1^{k_j}})$ И $(x_2 = a_2^{j_2^{k_j}})$ И ...

... И $(x_n = a_n^{j_n^{k_j}})$, то $y(X) = d_j$,

где оцениваемая нечетким термом $a_i^{j_i^p}$ (j_i^p – порядковый номер этого термина в терм-множестве лингвистической переменной, имеющей номер i , $j_i^p \in \{1, 2, \dots, r_i\}$, r_i – количество элементов в терм-множестве; k_j – число строчек-конъюнкций, где $y(x)$ определяется нечетким термом d_j , $j = 1, 2, \dots, t$; t – число термов.

Создается база знаний нечетких термов выходной переменной в таблице 1.

Таблица 1

Нечеткая база знаний нечетких термов выходной переменной

Термы первой лингвистической переменной	Термы второй лингвистической переменной			
	a_1^1	a_2^1	a_3^1	a_4^1
a_1^1	d_2	d_3	d_3	d_2
a_1^2	d_4	d_1	d_5	d_2
a_3^1	d_1	d_3	d_2	d_1

Согласно с нечеткой базой знаний (табл. 2) логическое высказывание, следствием которого будет терм d_3 , приобретает вид:

ЕСЛИ $(x_1 = a_1^1)$ И $(x_2 = a_2^2)$;
ИЛИ $(x_1 = a_3^1)$ И $(x_2 = a_2^2)$;
ИЛИ $(x_1 = a_1^1)$ И $(x_2 = a_2^2)$, то $y(X) = d_3$.

Выходной терм d_j формализуется функцией принадлежности нечеткого множества $\mu_{d_j}(u)$, значение которой определяется по формуле (3) при числах a, b, c , соответствующих терму d_j .

Из формул (1), (2) следует формула (4):

$$\bar{\mu}_{d_j}(X) = \max_{1 \leq p \leq k_j} \left[\min_{1 \leq i \leq n} \mu_{a_i^p}(x_i) \right], \quad (4)$$

где $\bar{\mu}_{d_j}(X)$ – функция принадлежности нечеткого множества.

По формуле (5) определяется выходная переменная u или функции принадлежности $\mu_{y,x}(u)$ при наборе значений факторов X :

$$\mu_{y,x}(u) = \max_{1 \leq j \leq m} \min \{ \bar{\mu}_{d_j}(X), \mu_{d_j}(u) \}. \quad (5)$$

В нечеткой логике лингвистическая переменная для оценки реконструктивной пригодности здания может выражаться словами:

- значение морального износа старого общественного здания с кирпичными стенами и бутовыми фундаментами задается термами «мало», «средне», «много», «очень много». Эти термы с входными нечеткими иксами формализуются нечеткими множествами, заданными на универсальном множестве $Y = [0 - 100 \ %]$. Графики

функций принадлежности этих термов (нечетких множеств, их формализующих) представлены на рисунке 4а;

- значение физического износа старого общественного здания задается термами «очень мало», «мало», «средне», «много», «очень много». Эти термы формализуются нечеткими множествами, заданными на универсальном множестве $X = [0 - 100 \ %]$. Графики функций принадлежности этих термов (нечетких множеств, их формализующих) представлены на рисунке 4б.

Выходной лингвистической переменной при определении пригодности к реконструкции старого общественного здания с кирпичными стенами и бутовыми фундаментами является стоимость восстановления (в %) с термами «текущий ремонт», «капитальный ремонт», «реконструкция», «новое строительство». Перечисленные термы формализуются нечеткими множествами, заданными на универсальном множестве $Z = [0 - 100 \ %]$. Графики функций принадлежности термов стоимости восстановления старого здания (в %) (нечетких множеств, их формализующих) представлены на рисунке 4в.

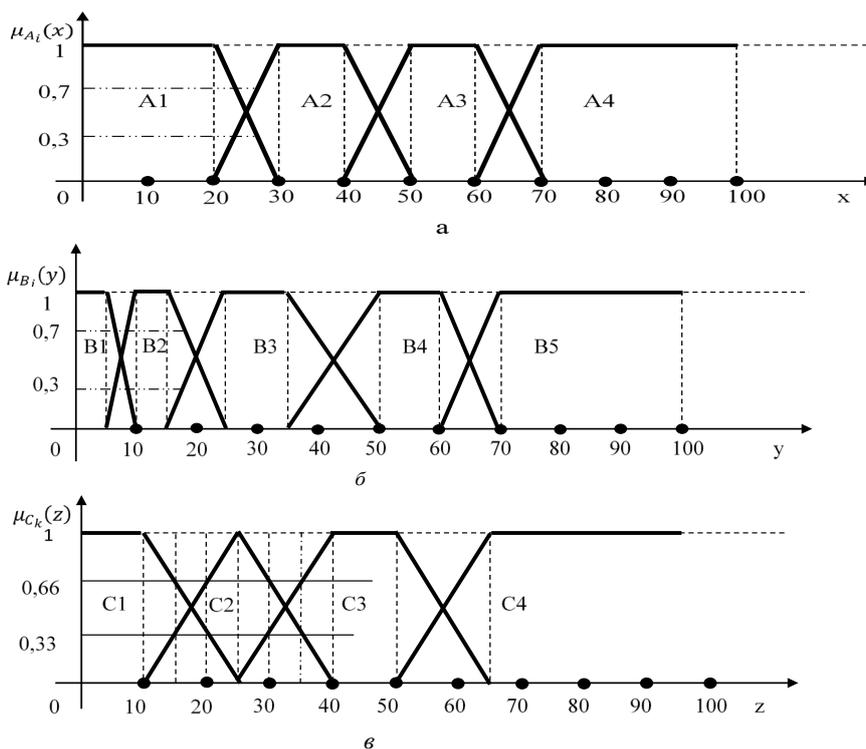


Рис. 4. График функции принадлежности термов:
а – «моральный износ»; б – «физический износ»; в – «стоимость восстановительная»

В последующем задаем нечеткую базу знаний для определения пригодности к реконструкции старого общественного здания с кирпичными стенами и бутовыми фундаментами - стоимость восстановления здания с помощью данных, приведенных в таблице 2. На пересечении строки входной лингвистической переменной «моральный

износ» и столбца входной лингвистической переменной «физический износ» определяется выходная лингвистическая переменная «стоимость восстановления объекта (в %)» с термами – «текущий ремонт», «капитальный ремонт», «реконструкция», «снос и новое строительство» [9]. Снос существующего здания и строительство на его месте

нового представляет собой способ реконструкции, обозначенный термом «снос и новое строительство». Следует отметить, что в данном исследовании рассматривается текущий и капитальный ремонт, реконструкция с надстройкой, пристройкой, углублением подвалов, изменением

функционального назначения старого здания, реконструкция путем сноса старого и возведение на его месте аналогичного нового здания, что для старого является исключением из правил, в соответствии с которым здание должно сохраняться как историческое наследие.

Таблица 2

Нечеткая база знаний нового здания Санкт-Петербурга [9]

Моральный износ	Физический износ				
	Очень мало	Мало	Средне	Много	Очень много
Мало	Текущий ремонт	Текущий ремонт	Капитальный ремонт	Реконструкция	Снос и новое строительство
Средний	Текущий ремонт	Капитальный ремонт	Капитальный ремонт	Реконструкция	Снос и новое строительство
Много	Капитальный ремонт	Капитальный ремонт	Реконструкция	Реконструкция	Снос и новое строительство
Очень много	Капитальный ремонт	Реконструкция	Реконструкция	Снос и новое строительство	Снос и новое строительство

Вводится ряд обозначений для выходной и входных лингвистических переменных при определении вида ремонтных или реконструктивных работ выходного термина, стоимость восстановления здания.

Лингвистическая переменная «моральный износ» обозначается A , а ее терм «мало» – A_1 , терм «средне» – A_2 , терм «много» – A_3 , терм «очень много» – A_4 (рис. 3).

Лингвистическая переменная «физический износ» имеет значение B , а ее терм «очень мало» – B_1 , терм «мало», – B_2 , терм «средне» – B_3 , терм «много» – B_4 , терм «очень много» – B_5 (рис. 4).

Лингвистическая переменная «стоимость восстановления здания (в %)» обозначается C ,

а ее терм «текущий ремонт» – C_1 , терм «капитальный ремонт» – C_2 , терм «реконструкция» – C_3 , терм «новое строительство» – C_4 (рис. 5).

В соответствии с положениями, изложенными в публикации [8, 9], «принимается, что E_{ij} ($i = 1, 2, 3, 4, j = 1, 2, 3, 4, 5$) – нечеткое высказывание (ситуация) [«моральный износ» = A_i И «физический износ» = B_j]. Функцию принадлежности этого нечеткого высказывания при заданных значениях x и y входных параметров обозначим $\mu_{ij}(x, y)$ ». База знаний в принятых обозначениях по определению пригодности старого общественного здания Санкт-Петербурга к реконструкции представлена в таблице 3.

Таблица 3

База знаний в принятых обозначениях по определению пригодности старого общественного здания Санкт-Петербурга к реконструкции

Моральный износ	Физический износ				
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
A_1	E_{11}	A_{12}	E_{13}	A_{14}	E_{15}
A_2	E_{21}	A_{22}	E_{23}	A_{24}	E_{25}
A_3	E_{31}	A_{32}	E_{33}	A_{34}	E_{35}
A_4	E_{41}	A_{42}	E_{43}	A_{44}	E_{45}

Далее необходимо обозначить через $\mu_{A_i}(x)$ значение функции принадлежности нечеткого множества, которое формализует терм A_i при равном x значении лингвистической переменной «моральный износ».

В последующем через $\mu_{B_j}(y)$ будем отображать значение функции принадлежности нечеткого множества, которое формализует терм B_j при равном y значении лингвистической переменной «физический износ».

Через $\mu_{C_k}(z)$ обозначим значение функции принадлежности нечеткого множества, формализующего терм C_k при равном z значении лингвистической переменной «восстановительная стоимость».

Для определения степени принадлежности вида ремонтных работ выходной переменной «стоимость восстановления объекта (в %)» введем следующие обозначения: $\mu_{ijk}(x, y, z)$ – функция принадлежности нечеткого высказывания [(значение термина A_i равно x) И [(значение термина B_j равно y)] И [(значение термина C_k равно z)]. В результате проведенных действий получаем выражение:

$$\mu_{ijk}(x, y, z) = \min\{\mu_{A_i}(x), \mu_{B_j}(y), \mu_{C_k}(z)\} = \min\{\mu_{ij}(x, y), \mu_{C_k}(z)\}, \quad (6)$$

где $\mu_C(x, y, z)$ – функция принадлежности вида реконструкции и ремонта лингвистической переменной «стоимость восстановления объекта

(в %)» при условии, что входные переменные равны соответственно x и y .

$\mu_C(x, y, z)$ – функция принадлежности нечеткого высказывания (значением выходной переменной «стоимость восстановления здания (в %)» при условии, что входные переменные равны x и y , являются затраты, равные z) представлена формулой (7):

$$\mu_C(x, y, z) = \max_{i,j,k} \mu_{ijk}(x, y, z). \quad (7)$$

Далее определяется стоимость восстановления здания (в %) на основе дефазификации вероятности восстановления исторического здания путем текущего, капитального ремонта, реконструкции, а также сноса старого здания и строительства нового. Дефазификация построенного нечеткого множества функции $\mu_{ijk}(x, y, z)$ принадлежности нечеткого высказывания и лингвистической переменной $\mu_C(x, y, z)$ определяется по методу «центра тяжести» (аналог математического ожидания в теории вероятностей и центра тяжести в механике) и представлена формулой (8):

$$K_{св} = \frac{\sum_{z=5}^{100} (\mu_{ijk}(x, y, z) \cdot z)}{\sum_{z=5}^{100} \max\{\mu_C(x, y, z)\}}, \quad (8)$$

где $K_{св}$ – стоимость восстановления объекта, %; z – шаг стоимости восстановления, в % на интервале [0–100 %]; $\mu_{ijk}(x, y, z)$ – значение функции принадлежности нечеткого высказывания вида ремонта или реконструкции [0–1] от значения стоимости восстановления исторического здания с приращением шага Δz ; $\mu_C(x, y, z)$ – максимальное значение принадлежности функции принадлежности лингвистической переменной вида ремонта или реконструкции [0–1] от значения стоимости восстановления исторического здания с приращением шага Δz .

Результаты и обсуждения

Применение разработанной экономико-математической модели с использованием теории нечетких множеств при оценке пригодности старых зданий к реконструкции увеличивает эффективность применения данных по результатам проведения технического обследования старых общественных зданий Санкт-Петербурга за счет повышения точности оценки категории технического состояния здания путем совместного учета значений физического и морального износов.

После оценки пригодности здания выбираются эффективные способы производства работ, выполняемых при реконструкции по обобщенному критерию технологичности [10]. При выборе эффективных способов производства работ учитываются ограничения по применению строительных машин и минимизация прямых затрат. Затем подготавливается организационно-технологическая документация [11], составляется ведомость реконструктивных работ и формируются частные строительные потоки, для которых рассчитывается численность бригад с уче-

том уровня выполнения сметных норм, определяемых по многофакторной регрессионной зависимости. Факторы, влияющие на уровень выполнения норм выработки: уровень специализации бригад и атраты на перебазирование бригад. Чем больше частных строительных потоков, тем выше специализация бригад и производительность труда на рабочем месте. Однако с увеличением числа частных строительных потоков возрастают затраты на перебазирование строительных бригад. Необходимо для производственных условий определить рациональное количество частных строительных потоков при максимальной производительности труда с учетом затрат времени на перебазирование бригад.

К сметным нормам разрабатываются дополнения, отражающие профессию и соотношения рабочих по квалификации, что в итоге приводит к формированию квалификационного состава специализированных бригад, выполняющих процессы частных строительных потоков при поточном методе реконструкции комплекса зданий старой постройки.

Ввиду того, что работы, приведенные в 20 сборнике Единых норм и расценок на строительномонтажные и ремонтно-строительные работы не соответствуют сметным нормам, то автор в приложении к сметным нормам на строительные работы «ГЭСН 81-02-46-2020. Работы при реконструкции зданий и сооружений» предлагает указать профессию и процентное соотношение исполнителей процесса по квалификации:

- высококвалифицированные рабочие 5 и 6 разрядов;
- квалифицированные рабочие 3 и 4 разрядов;
- малоквалифицированные рабочие 1 и 2 разрядов.

Деление рабочих на квалификационные группы, покажет долю людей, которые должны составить постоянный состав бригад. Мало- и высококвалифицированные рабочие могут приниматься в состав бригад для выполнения работ, соответствующих их квалификации по мере необходимости.

Заключение

В результате оценки пригодности старых зданий к реконструкции и рассмотренных в статье организационно-технологических решений взаимосвязаны технические, технологические и организационные задачи реконструкции. Такая согласованность решений снижает вероятность внесения изменений в проектную документацию при производстве реконструктивных работ, что скажется не только на снижении стоимости, но и на сокращении сроков реконструкции, которые смещаются на поздние даты при внесении изменений особенно за счет прохождения экспертизы.

Методы выбора эффективных технологических и организационных решений по разборке и устройству чердачных крыш, а также предло-

жения по устройству взлетно-посадочных вертолетных площадок будут рассмотрены в следующих публикациях.

Список литературы

1. Купчикова Н. В. Экспериментальные исследования с ложными ограничениями при разработке способа введения инъекционной сваи / Н. В. Купчикова, Р. И. Шаяхмедов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2020. – № 3. – С. 58–62.
2. Мангушев Р. А. Геотехника Санкт-Петербурга. Опыт строительства на слабых грунтах : монография / Р. А. Мангушев, А. И. Осокин, С. Н. Сотников. – Москва : АСВ, 2018. – 386 с.
3. Gaido A. Rationale for method of earthworks and foundation works during reconstruction / A. Gaido, S. Evtyukov // Contemporary Problems of Architecture and Construction : Proceedings of the 12th International Conference, ICCPAC, 25-26 November 2020, Saint Petersburg. – Saint Petersburg, 2021. – Issue 12. – С. 31–36.
4. Купчикова Н. В. Особенности проектирования взлетно-посадочных площадок для вертолетов на крышах зданий // Н. В. Купчикова, В. В. Куликов // Потенциал интеллектуально одаренной молодежи – развитию науки и образования : материалы VII Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников / под общ. ред. Д. П. Ануфриева. – Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2018. – С. 47–54.
5. Лapidус А. А. Организация работ по обследованию зданий и сооружений / А. А. Лapidус, Д. В. Топчий // Промышленное и гражданское строительство. – 2023. – № 3. – С. 12–15.
6. Золина Т. В. Порядок проведения обследований здания с целью последующей оценки его остаточного ресурса / Т. В. Золина. – Вестник Московского государственного строительного университета. – 2014. – № 11. – С. 98–108.
7. Тупицына Д. С. Анализ оценки категорий технического состояния строительных конструкций // Д. С. Тупицына, А. Х. Байбурун // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2021. – Т. 21, № 1. – С. 75–84.
8. Катасев А. С. Методы и алгоритмы формирования нечетких моделей оценки состояния объектов в условиях неопределенности / А. С. Катасев // Вестник технологического университета. – 2019. – Т. 22, № 3. – С. 138–147.
9. Birjukov A. Determination of the type of repair work based on the results of survey and monitoring of the technical condition of buildings / A. Birjukov, A. Lebedkin, Y. Birjukov, V. Pchelkin // E3S Web of Conferences. Key Trends in Transportation Innovation, KTTI. – 2020. – Issue 157. – P. 06023.
10. Тилинин Ю. И. Выбор технологических способов усиления бутовых фундаментов и кирпичных стен при реконструкции старых зданий Санкт-Петербурга / Ю. И. Тилинин // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2024. – № 3 (49). – С. 18–24.
11. Шрейбер К. А. Организационно-технологическая подготовка мероприятий по обеспечению надежности зданий / К. А. Шрейбер, К. К. Шрейбер // Промышленное и гражданское строительство. – 2020. – № 3. – С. 42–46. – DOI: 10.33622/0869-7019.2020.03.42-46.2.

© Ю. И. Тилинин

Ссылка для цитирования:

Тилинин Ю. И. Оценка пригодности старых зданий к реконструкции с последующим формированием технологических и организационных решений // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГБОУ АО ВО «АГАСУ», 2024. № 4 (50). С. 53–59.

УДК 628.517.2

DOI 10.52684/2312-3702-2024-50-4-59-64

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ЗАЩИТА ОТ ШУМА В МЕГАПОЛИСАХ

С. В. Корниенко, П. В. Синькевич, Г. Г. Синькевич

Корниенко Сергей Валерьевич, доктор технических наук, советник РААСН, ведущий научный сотрудник ЦНИИП Минстроя России, заведующий кафедрой «Архитектура зданий и сооружений», Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Российская Федерация; e-mail: skorn73@mail.ru;

Синькевич Полина Валерьевна, старший преподаватель кафедры «Архитектура зданий и сооружений», Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Российская Федерация; e-mail: polina_anikin@mail.ru;

Синькевич Георг Георгиевич, аспирант, Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Российская Федерация; e-mail: ragnar25071990@mail.ru

Доказано, что стремительный рост городского населения приведет к значительному шумовому загрязнению урбанизированных территорий, что актуализирует проблему защиты от шума и необходимость создания комфортной безопасной городской среды. Раскрыты основные факторы шумового загрязнения урбанизированных территорий. Показано, что главным источником загрязнения мегаполисов является транспортный