

УДК 69.059

С. Ю. Калашников^а, Е. Н. Карпушко^б

^а *Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет*

^б *Волгоградский государственный технический университет*

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ЧИСЛЕННОЙ ОЦЕНКИ КОНСТРУКТИВНЫХ И ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ВЫБОРА ВАРИАНТА РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЯ

Рассматривается практическое применение оценки выбора варианта реконструкции объекта капитального строительства. В качестве инструмента используется предложенная ранее авторами методика многокритериальной рейтинговой оценки. Набор показателей, разделенных на шесть групп, учитывает особенности конструктивных, объемно-планировочных, технологических, экологических и экономических решений. Полученные численные значения индекса предпочтений дают возможность оценить преимущества и недостатки проектных предложений для объективного выбора целесообразного варианта реконструкции.

К л ю ч е в ы е с л о в а: реконструкция объекта капитального строительства, параметры оценки, критерии выбора, индекс предпочтений.

Реконструкция зданий представляет собой изменение параметров всего объекта или его частей, включает изменение площадей и объемов, надстройку, увеличение высоты, перестройку и расширение объекта, включая много других качественных и количественных изменений. По сравнению с новым строительством наиболее привлекательным является то, что объект недвижимости уже имеет месторасположение, обеспеченное развитой инфраструктурой. Совокупность характеристик инженерного и градостроительного объекта представляет собой набор конструктивных, инфраструктурных, экологических и экономических показателей [1, 2]. Для объекта собственности это обеспечивает преимущество независимо от сегмента рынка недвижимости, гарантируя потенциальную основу коммерческой состоятельности реконструкции. Независимо от сектора объекта недвижимости (жилая, промышленная, социальная или коммерческая) причинами для реконструкции могут быть одно или несколько следующих оснований:

- физический или моральный износ здания;
- расширение или перепрофилирование производства;
- улучшение потребительских свойств или социальной значимости;
- изменение функционального назначения.

Из перечисленной совокупности показателей прежде всего отметим вопросы экономической эффективности реконструкции объектов капитального строительства [3—5].

Для сектора жилой недвижимости целесообразность реконструкции определяется стоимостью квадратного метра жилого здания, которая должна быть меньше новостроя [6].

Для производственных зданий существенной причиной является расширение производства, замена технологического оборудования или обеспечение дальнейшей безаварийной эксплуатации в силу деградации конструкций.

В этом ключе особенно важным является решение по усилению для обеспечения ресурса несущей способности [7—10].

Для общественных зданий главным является обеспечение социально значимых функций. В этой связи рассматриваются и срок эксплуатации, и физический износ конструкций, определяющие оценку технического состояния, и объемно-планировочное решение. По сопоставлению этих факторов устанавливается техническая и экономическая целесообразность реконструкции и принимается соответствующее проектное решение [10, 11].

Выбор варианта реконструкции объекта, учитывая его разнообразные характеристики, могут обеспечить методики многокритериальной рейтинговой оценки. Преимущество методики подобного типа использовано для оценки функционирования транспортной системы города [12], для оценки потребительских качеств квартир в МКД [13]. Оценен показатель углеродного следа на основе многокритериального анализа различных факторов, основанных на натуральной ресурсоемкости*. В [14] состояние строительных конструкций заложено в основу сравнительной модели при реконструкции зданий старой постройки. В [15] предложена методика рейтинговой оценки квартир в многоквартирных домах на вторичном рынке жилья, а в [16] подробно обоснованы и изложены показатели, характеризующие объекты оценки. В [17] эта методика реализована с применением более сложного математического аппарата системного анализа.

В [18, 19] авторами обоснована и предложена методика рейтинговой оценки целесообразности конструктивных и объемно-планировочных решений при реконструкции объекта недвижимости. Методика использует формализованные оценочные принципы, заложенные в [15—17], применяя их к иной предметной области.

Проект реконструкции объекта капитального строительства представляет собой объемный многокомпонентный документ из различных областей технико-экономических сведений. Вариантов реконструкции не может быть много, поэтому при реализации предлагаемой методики следует отметить два подхода:

- прямой, когда рассматривается три и более варианта;
- сравнительный подход, когда рассматриваются два варианта.

В настоящей статье указанная методика применяется для оценки двух вариантов реконструкции объекта социальной инфраструктуры. Существующий объект представляет собой нежилое отдельно стоящее здание. Объемно-планировочное и конструктивное решение обеспечивали его использованием по уровню ответственности, классу пожарной безопасности и степени огнестойкости по заявленному назначению — детский сад. В силу 60-летнего срока эксплуатации из-за естественного физического износа техническое состояние здания характеризуется как ограниченно работоспособное.

В рамках решения социальных программ здание должно быть перепрофилировано для размещения детской поликлиники с соответствующей организацией внутренних планировочных пространств. В качестве решения

* Суворова М. О. Управление жизненным циклом объектов капитального строительства для достижения углеродной нейтральности строительного производства : дис. ... канд. техн. наук. Белгород, 2023. 165 с.

перепланировку помещений существующего здания и увеличение площадей предполагается осуществить путем возведения трехэтажной пристройки. Таким образом, в соответствии с п. 14 ст. 1 Градостроительного кодекса Российской Федерации № 190-ФЗ от 29.12.2004 запланированное изменение профиля здания следует считать реконструкцией по двум характерным признакам: изменение функционального назначения с целью адаптации под планируемые новые потребности и, как следствие, расширение объекта капитального строительства путем возведения дополнительного объема.

Каждому из 24 предложенных авторами в [18, 19] показателей применяемой системы для оценивания различных параметров присваиваются численные значения по трехбалльной шкале оценки: 2 — полное соответствие показателю; 1 — частичное несоответствие; 0 — полное несоответствие. Такая оценочная шкала дает возможность качественные технико-экономические показатели упростить до формализованных количественных простейших значений. Это позволяет упростить понимание оценки как отдельных показателей реконструктивных мероприятий, так и варианта реконструкции в целом, различными группами пользователей, в том числе не обладающих специальными знаниями. Например, относительная сметная стоимость варианта реконструкции по сравнению с балансовой (остаточной) стоимостью объекта в 30 % оценивается высшим баллом — 2, а если она более 50 %, то показатель принимается равным нулю.

Показатели параметров механической безопасности конструкций, расхода материалов, трудозатрат, экологичности и экономической состоятельности проекта разбиты на шесть групп и представлены авторами в табл. 1—6 из [19].

Из-за отсутствия полных конкретных численных значений показателей сравниваемых вариантов часть из них оценочно-сужденчески принята либо приближенной, либо предполагаемой, что в демонстрационных целях представляется целесообразным и вполне возможным.

По каждой из выше обозначенных шести групп показателей составляется реестр оценки показателей. Например, для пятой группы показателей экологичности проекта в рамках сравнительного подхода оценки представлены в табл. 1. За базовый принимается вариант, имеющий не экономические или конструктивные, а иные (возможно, эстетические или социально-политические) предпочтения.

Таблица 1

Реестр оценки показателей по группе экологичности проекта реконструкции

Показатель	Варианты реконструкции			
	Вариант I как базовый	II	I*	Вариант II* как базовый
Объем строительных отходов	1	2	2	1
Отходы с вторичной переработкой	2	1	0	1
Объем вывозимого грунта	1	2	0	1
Углеродный след	1	2	0	1
Уровень шумового загрязнения	1	2	0	1
Объем средств на рекультивацию и благоустройство	1	2	0	1

Общая оценка проекта по пятой группе показателей в соответствии с обозначениями [18] составит:

$$E = \sum_{i=1}^6 e_i,$$

то есть

$$E_I = 1 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 = 7;$$

$$E_{II} = 2 + 1 + 2 + 2 + 2 + 2 = 11.$$

При смене базового варианта

$$E_I^* = 2 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 2;$$

$$E_{II}^* = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 6.$$

Относительная оценка вариантов по показателю экологичности и благоустройства характеризуется локальными рейтинговыми показателями:

$$R_E^I = \frac{E_I}{E_{\max}} = \frac{7}{12} = 0,583;$$

$$R_E^{II} = \frac{E_{II}}{E_{\max}} = \frac{11}{12} = 0,917,$$

а при смене базового варианта

$$R_E^{I^*} = \frac{2}{12} = 0,167;$$

$$R_E^{II^*} = \frac{6}{12} = 0,5.$$

Сводная ведомость оценки показателей по всем группам параметров представлена в табл. 2.

Простое сопоставление суммарных оценок не позволяет сделать вывод о предпочтительности варианта. Поэтому необходимо вычислить относительные величины. Дополнительно к ранее показанным остальные рейтинговые показатели окажутся равны:

$$R_A^I = 0,875; R_B^I = 0,5; R_C^I = 0,5; R_D^I = 0,5; R_F^I = 0,5;$$

$$R_A^{II} = 0,75; R_B^{II} = 0,75; R_C^{II} = 1,0; R_D^{II} = 1,0; R_F^{II} = 0,625.$$

Тогда в целом вариант реконструкции будет характеризоваться суммарным показателем — итоговой пофакторной оценкой, которая с учетом весового коэффициента важности группы показателей составит:

$$R_R^I = 0,875 + 0,5 + 0,5 \cdot 0,9 + 0,5 \cdot 0,9 + 0,583 \cdot 0,8 + 0,5 = 3,241;$$

$$R_R^{\Pi} = 0,75 + 0,75 + 1 \cdot 0,9 + 1 \cdot 0,9 + 0,917 \cdot 0,8 + 0,625 = 4,659.$$

Максимальное значение итоговой пофакторной оценки с учетом весовых коэффициентов может составить:

$$R_R^{\max} = 1 + 1 + 1 \cdot 0,9 + 1 \cdot 0,9 + 1 \cdot 0,8 + 1 = 5,6.$$

Тогда индексы предпочтений:

$$Q_I = \frac{3,241}{5,6} = 0,579;$$

$$Q_{\Pi} = \frac{4,659}{5,6} = 0,832.$$

Т а б л и ц а 2

Сводная ведомость оценки по группам параметров

Показатели		Варианты реконструкции			
		1		2	
Группы	Значения	I как базовый	II	I*	II* как базовый
A	A1	2	2	2	2
	A2	1	2	1	2
	A3	2	1	2	1
	A4	2	1	2	1
B	B1	0	2	0	2
	B2	0	2	0	2
	B3	2	1	2	1
	B4	2	1	2	1
C	C1	1	2	0	1
	C2	1	2	0	1
	C3	1	2	0	1
	C4	1	2	2	1
D	D1	1	2	0	1
	D2	1	2	0	1
E	E1	1	2	2	1
	E2	2	1	0	1
	E3	1	2	0	1
	E4	1	2	0	1
	E5	1	2	0	1
	E6	1	2	0	1
F	F1	1	2	0	1
	F2	1	1	1	1
	F3	1	1	1	1
	F4	1	1	1	1
Сумма		28	40	18	28

Полученная оценка индекса предпочтений (рейтинговая оценка) варианта реконструкции однозначно характеризует каждый из сравниваемых вариантов: при $0,25 \leq F \leq 0,75$ вариант оценивается как удовлетворительный, при-

годный для выбора и принятия решения, а при $\geq 0,76$ — как предпочтительный вариант.

Следовательно, при назначении первого варианта реконструкции базовым полученные численные значения свидетельствуют о безусловной предпочтительности второго варианта. Заметим, что при сравнении двух вариантов базовый не может иметь оценку менее 0,5 в силу принятой трехбалльной системы оценок. Изменим выбор базового варианта, за который примем II, причем для этой модели сравнения оценка показателей пятой группы подробно приведена в табл. 1 и полностью — в табл. 2. В целом тогда итоговые пофакторные оценки:

$$R_R^I = 0,875 + 0,25 \cdot 0,9 + 0 \cdot 0,9 + 0,167 \cdot 0,8 + 0,375 = 2,109;$$

$$R_R^{II} = 0,75 + 0,75 + 0,5 \cdot 0,9 + 0,5 \cdot 0,9 + 0,5 \cdot 0,8 + 0,5 = 3,3,$$

а индексы предпочтений:

$$Q_I^* = \frac{2,109}{5,6} = 0,377;$$

$$Q_{II}^* = \frac{3,3}{5,6} = 0,589.$$

Как и ожидалось для базового варианта, численное значение $Q_{II}^* > 0,5$ подтверждает пригодность второго варианта реконструкции для выбора и принятия решения. Численное значение $Q_I^* < 0,5$ в принятом сравнительном контексте характеризует первый вариант реконструкции как менее рациональный. Чем меньше будет это значение, тем менее убедительным представляется такой вариант реконструкции, а значение показателя рейтинга менее 0,25 следует расценивать как неудовлетворительное.

Точная количественная оценка может быть использована также для принятия решения по финансовой стратегии реконструкции объекта недвижимости при рассмотрении более двух вариантов. В этом случае, независимо от назначения базового варианта, выбор следует производить простым численным сравнением индекса предпочтений: чем он больше, тем целесообразней вариант.

Приведенные численные значения индексов предпочтений хорошо согласуются с вариантом выбора ранее обозначенного проекта реконструкции, проанализированного в [10]. В частности, в формализованном виде с помощью трехбалльной системы оценок выбраны параметры, отображающие:

- отсутствие необходимости усиления конструкций существующего здания;
- оценку осадки фундаментов существующего здания;
- оптимизацию габаритных размеров фундаментов по материалоемкости;
- оценку стоимости конструктивных решений.

Численные значения Q_{II} (как и Q_{II}^*) иллюстрируют убедительный выбор фундаментных конструкций пристройки в виде железобетонных монолитных

отдельно стоящих фундаментов под колонны по сравнению с железобетонной монолитной фундаментной плитой сплошного сечения.

Выводы

Предлагаемая многокритериальная численная методика достаточно легко реализуется с помощью простых оценок.

Совокупность показателей может быть изменена включением новых или, наоборот, исключением мало актуальных характеристик.

Все показатели оценочной системы пригодны к использованию различными группами пользователей для оценки потенциальных вариантов проектов реконструкции.

Получаемое численное значение индекса предпочтений может сформировать суждение об убедительности вариантов и способствовать обоснованному выбору варианта реконструкции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дзуцева Д. М., Кабалоева А. Т., Хатагова И. А. Классификация объектов недвижимости // Новая наука: теоретический и практический взгляд. 2016. № 117-1. С. 239—245. EDN: UUDRCX.
2. Васюта Д. В. Понятие здания и сооружения как объектов недвижимости // Вестн. ОмГУ. Сер.: Право. 2013. № 2(35). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-zdaniya-i-sooruzheniya-kak-obektov-nedvizhimosti>.
3. Береза А. Н. Экономическая эффективность и целесообразность реконструкции объектов недвижимости // Стратегия устойчивого развития регионов России. 2015. № 26. С. 21—26.
4. Авилова И. П., Жариков И. С. К вопросу определения экономической эффективности реконструкции объектов недвижимости // Вестн. Белгор. гос. технол. ун-та им. В. Г. Шухова. 2016. № 3. С. 224—227.
5. Авилова И. П., Жариков И. С. Методика оценки экономической эффективности реконструкции действующего производственного предприятия, расположенного в черте города, посредством его перепрофилирования в здание коммерческого назначения // Вестн. Белгор. гос. технол. ун-та им. В. Г. Шухова. 2015. № 3. С. 138—141.
6. Обоснование целесообразности реконструкций жилых домов старой постройки / А. А. Збрицкий, А. В. Кротов, К. Д. Горбан, Э. А. Пахомова, П. П. Пушкарева // Экономика строительства. 2019. № 6(90). С. 5—12.
7. Абакумов Р. Г., Рахматулин А. Р. Аспекты объемно планировочных решений производственных зданий, определяющие эффективность их ревитализации в городе Белгороде // Вестн. Белгор. гос. технол. ун-та им. В. Г. Шухова. 2015. № 5. С. 58—62.
8. Мяких А. В., Шувалова С. Н. Целесообразность реконструкции промышленных зданий // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. 2021. Т. 1. С. 499—502.
9. Техническая экспертиза несущих строительных конструкций административного здания в рамках его переустройства / С. М. Анпилов, В. И. Римшин, В. Л. Курбатов, Е. С. Кецко, И. С. Кузина // Эксперт: теория и практика. 2022. № 3(18). С. 28—33. DOI: 10.51608/26867818_2022_3_28.
10. Левшин Г. И., Похилько А. А., Полякова Е. А., Гурова Е. В. Определение рациональных размеров фундаментов мелкого заложения при реконструкции объекта // Инновационное развитие регионов: потенциал науки и современного образования : материалы VI Нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроч. ко Дню рос. науки. 2023. Т. 6. С. 102—106.
11. Маковкина А. С., Шильдт Л. А. Экономическая целесообразность реконструкции общественных зданий // Вестн. молодого ученого УГНТУ. 2016. № 1. С. 117—120.
12. Калашишникова Ю. С. Обоснование методики рейтинговой оценки качества функционирования транспортной системы города // Вестн. ВолгГАСУ. Сер.: Стр-во и архитектура. 2010. № 20(39). С. 202—204.
13. Езерский В. А., Монастырев П. В., Меркушева Н. П. Инструментальный подход к оценке потребительских качеств квартир на рынке недвижимости // Фундаментальные, поис-

ковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации. 2017. Т. 2. С. 169—181.

14. Масленников А. М. К вопросу оценки старых зданий при их реконструкции // Недвижимость: экономика, управление. 2003. № 6. С. 47—49.

15. Калашников С. Ю., Калашникова Ю. С., Шилова Е. В. Обоснование методики рейтинговой оценки качественного уровня квартир в многоквартирных домах на вторичном рынке жилья // Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архитектура. 2019. Вып. 1(74). С. 160—167.

16. Калашников С. Ю., Калашникова Ю. С., Шилова Е. В., Голованова А. С. Особенности количественной оценки потребительских свойств недвижимости на вторичном рынке жилья // Инженер.-строит. вестн. Прикаспия. 2020. № 3(33). С. 92—98.

17. Kalashnikov S. Y., Godenko A. E., Kalashnikova Y. S., Tarasova I. A. System approach to the evaluation of a consumer appeal for the objects on the secondary housing market // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. The International Scientific Conference „Construction and Architecture: Theory and Practice for the innovation Development“ (CATPID-2019). 2019. P. 066003.

18. Калашников С. Ю., Карпушко Е. Н., Масленников Н. А. Обоснование методики рейтинговой оценки целесообразности конструктивных и объемно-планировочных решений при реконструкции объекта недвижимости // Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архитектура. 2025. Вып. 4(101). С. 31—37. DOI: 10.35211/18154360_2025_4_31. EDN: HPIMCS.

19. Калашников С. Ю., Карпушко Е. Н. Особенности многокритериальной количественной оценки целесообразности конструктивных и объемно-планировочных решений при реконструкции здания // Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архитектура. 2026. Вып. 1(102). С. 79—87. DOI: 10.35211/18154360_2026_1_79. EDN: KOSDOP.

© Калашников С. Ю., Карпушко Е. Н., 2026

Поступила в редакцию
28.04.2026

Ссылка для цитирования:

Калашников С. Ю., Карпушко Е. Н. Применение методики многокритериальной численной оценки конструктивных и объемно-планировочных решений для выбора варианта реконструкции здания // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2026. Вып. 3(104). С. 194—202. DOI: 10.35211/18154360_2026_3_194.

Об авторах:

Калашников Сергей Юрьевич — д-р техн. наук, проф., проф. каф. строительной механики, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Российская Федерация, 190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4; tehme@spbgasu.ru

Карпушко Елена Николаевна — канд. экон. наук, доц. каф. экспертизы и эксплуатации объектов недвижимости, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; eun.cafedra@yandex.ru

Sergey Yu. Kalashnikov^a, Elena N. Karpushko^b

^a Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

^b Volgograd State Technical University

APPLICATION OF THE MULTICRITERIA NUMERICAL ASSESSMENT TECHNIQUE OF CONSTRUCTIVE AND SPACE-PLANNING SOLUTIONS FOR CHOOSING A RECONSTRUCTION OPTION OF A BUILDING

The practical application of the assessment of the choice of a reconstruction option of a capital construction facility is considered. The methodology of a multicriteria rating assessment proposed by the authors earlier is used as a tool. The set of indicators divided into six groups takes into account the features of constructive, space-planning, technological, environmental, and economic solutions. The

obtained numerical values of the preference index make it possible to evaluate the advantages and disadvantages of project proposals in order to objectively choose the most appropriate reconstruction option.

Key words: reconstruction of a capital construction facility, evaluation parameters, selection criteria, preference index.

For citation:

Kalashnikov S. Yu., Karpushko E. N. [Application of the multicriteria numerical assessment technique of constructive and space-planning solutions for choosing a reconstruction option of a building]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2026, iss. 3, pp. 194—202. DOI: 10.35211/18154360_2026_3_194.

About authors:

Sergey Yu. Kalashnikov — Doctor of Engineering Sciences, Professor, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. 4, 2nd Krasnoarmeyskaya st., Saint Petersburg, 190005, Russian Federation; tehme@spbgasu.ru

Elena N. Karpushko — Candidate of Economics, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; eun.cafedra@yandex.ru