

УДК 69.05

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Король Елена Анатольевна

Д.т.н., профессор, член-корреспондент РААСН, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, почетный строитель России, академик РИА, член РОИС, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (г. Москва)

e-mail: professorkorol@mail.ru

Дрепалов Иван Федорович

аспирант ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (г. Москва)

e-mail: drepalov17@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена оценке эффективности внедрения технологий информационного моделирования в ремонтно-строительное производство с помощью многокритериального анализа на основании приведенных критериев. При оценке используется метод определения весов критериев и оценок результатов – метод матриц парных сравнений.

Ключевые слова: капитальный ремонт, ремонтно-строительное производство, технологии информационного моделирования, ТИМ, BIM

MULTI-CRITERIA PERFORMANCE ANALYSIS INTRODUCTION OF INFORMATION TECHNOLOGIES MODELING IN REPAIR AND CONSTRUCTION PRODUCTION

Korol Elena Anatolevna

Doctor of engineering, Professor, Corresponding member of the RAASN, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Honorary Builder of Russia, Academician of RIA, member of the ROIS, National Research University Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU), Moscow, Russia

e-mail: professorkorol@mail.ru

Drepalov Ivan Fedorovich

Graduate student, National Research University Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU), Moscow, Russia

e-mail: drepalov17@mail.ru

Abstract: The article is devoted to evaluating the effectiveness of the introduction of information modeling technologies in repair and construction production using a multi-criteria analysis based on the above criteria. The evaluation uses the method of determining the weights of criteria and estimates of results – the method of matrices of paired comparisons.

Key words: overhaul of buildings, repair and construction production, information modeling technologies, TIM, BIM

Введение

Мировая тенденция развития современных технологий требует внедрения технологий информационного моделирования (далее – ТИМ) во все этапы жизненного цикла здания [1]. Информационное моделирование - это комплекс технологий и процессов, обеспечивающих единую цифровую среду для выполнения совместного проектирования и планирования, которые должны приводить к улучшению результатов на различных этапах жизненного цикла объекта строительства, включая ранние этапы концептуального планирования, дизайн и инжиниринг, закупки и строительство, ввод в эксплуатацию, техническое обслуживание и извлечение прибыли, а также снос или реализацию под другие нужды [2].

На правительственном уровне задача развития информационных технологий впервые была освещена на заседании Правительства РФ в 2013 году, в протоколе которого по вопросу «О проекте «дорожной карты» по развитию информационных технологий» обозначена важность этой отрасли для экономики.

Совершенствование форм и методов проведения работ по капитальному ремонту зданий осуществляется на основе результатов научных исследований [3,4]. Современные способы производства работ по капитальному ремонту зданий основаны на принципах поточности и научных методах организации труда, разработанных с учетом специфики отдельных видов технологий ремонтно-строительных работ.

Материалы и методы

Внедрение ТИМ в ремонтно-строительном производстве дает возможность улучшения использования ресурсов в результате совершенствования организации труда, производственного процесса и управления. Использование всех мероприятий означает экономное использование материальных и трудовых средств, где условия и характер их реализации определяют основные направления повышения технологичности работ по сравнению с установленным ранее уровнем [5].

Результативность этих мероприятий оценена экспертным способом с использованием метода многокритериального анализа. В качестве критериев оценки с точки зрения наиболее рационального использования времени и снижения трудозатрат при выполнении ремонтно-строительных работ были выбраны следующие критерии:

К1 – универсальность технологии для различных видов объектов капитального ремонта;

К2 – интегрированность в программно-целевые методы управления;

К3 – сокращение продолжительности эксплуатации строительных машин, механизмов, приспособлений и электроинструментов;

К4 – сокращение стоимости работ;

К5 – минимизация трудоемкости технологических процессов.

Многокритериальный анализ проводится на основании приведенных критериев. При оценке используется метод определения весов критериев и оценок результатов – метод матриц парных сравнений. [6,7] Полученные результаты сравниваются по степени их значимости и могут быть графически представлены в виде набора коэффициентов «важности» каждого результата (вектора «важности») [8].

В первую очередь, устанавливается шкала приоритетов относительной важности для каждого мероприятия. В случае сложности и новизны системы, невозможности полной и точной математической формализации процессов и неопределенности в формировании ее существенных признаков предпочтительно использовать метод экспертного опроса [9,10,11]. Принятая комбинация мероприятий генерируется экспертным путем и имеет численное выражение, которое записывается в матрицу парных сравнений, при этом определяются элементы, расположенные над диагональю матрицы. Элементы под диагональю в матрице парных сравнений вычисляются по формуле (1):

$$Y_{ij} = 1 / Y_{ji} \quad (1)$$

После установления шкалы приоритетов относительной важности проводится ранжирование мероприятий при выполнении ремонтно-строительных работ по степени их значимости (таблица 1).

Таблица 1 – Ранжирование мероприятий

Мероприятие		Ранг важности
M ₁	Внедрение автоматизированного подсчета объемов работ	3
M ₂	Внедрение ТИМ в проектирование	1
M ₃	Внедрение автоматизированного подсчета трудозатрат	2
M ₄	Внедрение автоматизированного подбора квалификационного состава звеньев	4
M ₅	Внедрение цифровых технологий для проведения строительного контроля	6
M ₆	Внедрение автоматизированного подсчета оптимального состава и количества машин и оборудования	5

Определим значения показателя важности каждого мероприятий по формуле (2):

$$I_{Rn} = 2(n-k+1)/n(n+1) * 100, \quad (2)$$

где k – ранг важности мероприятия; n – общее количество мероприятий.

$$I_{R1} = \frac{2(6-3+1)}{6(6+1)} 100 = 19,05; \quad I_{R2} = \frac{2(6-1+1)}{6(6+1)} 100 = 28,6;$$

$$I_{R3} = \frac{2(6-2+1)}{6(6+1)} 100 = 23,8; \quad I_{R4} = \frac{2(6-4+1)}{6(6+1)} 100 = 14,29;$$

$$I_{R5} = \frac{2(6-6+1)}{6(6+1)} 100 = 4,76; \quad I_{R6} = \frac{2(6-5+1)}{6(6+1)} 100 = 9,52.$$

Создаем матрицу парных сравнений для рассматриваемых мероприятий согласно выражению по формуле (3) (таблица 2):

$$Y_{ij} = \frac{I_i}{I_j}; \quad (3)$$

Таблица 2 – Матрица парных сравнений мероприятий при выполнении ремонтно-строительных работ

Y _{1,1} = 1	Y _{1,2} = 0,67	Y _{1,3} = 0,8	Y _{1,4} = 1,33	Y _{1,5} = 4	Y _{1,6} = 2
Y _{2,1} = 1,5	Y _{2,2} = 1	Y _{2,3} = 1,2	Y _{2,4} = 2	Y _{2,5} = 6,01	Y _{2,6} = 3
Y _{3,1} = 1,25	Y _{3,2} = 0,83	Y _{3,3} = 1	Y _{3,4} = 1,67	Y _{3,5} = 5	Y _{3,6} = 2,5
Y _{4,1} = 0,75	Y _{4,2} = 0,5	Y _{4,3} = 0,6	Y _{4,4} = 1	Y _{4,5} = 3	Y _{4,6} = 1,5

$\Upsilon_{5,1} = 0,25$	$\Upsilon_{5,2} = 0,17$	$\Upsilon_{5,3} = 0,2$	$\Upsilon_{5,4} = 0,33$	$\Upsilon_{5,5} = 1$	$\Upsilon_{5,6} = 0,5$
$\Upsilon_{6,1} = 0,5$	$\Upsilon_{6,2} = 0,33$	$\Upsilon_{6,3} = 0,4$	$\Upsilon_{6,4} = 0,67$	$\Upsilon_{6,5} = 2$	$\Upsilon_{6,6} = 1$

Определим векторы приоритетов. Для этого сначала умножим $n = 6$ элементов каждой строки и извлечем корень n -ой (6-ой) степени по формуле (4):

$$V_i = (\Upsilon_{1,1} \times \Upsilon_{1,2} \times \Upsilon_{1,3} \times \Upsilon_{1,4} \times \Upsilon_{1,5} \times \Upsilon_{1,6})^{1/6} \quad (4)$$

$$V_{R1} = (1 \times 0,67 \times 0,8 \times 1,33 \times 4 \times 2)^{1/6} = 1,336;$$

$$V_{R2} = (1,5 \times 1 \times 1,2 \times 2 \times 6,01 \times 3)^{1/6} = 2,006;$$

$$V_{R3} = (1,25 \times 0,83 \times 1 \times 1,67 \times 5 \times 2,5)^{1/6} = 1,669;$$

$$V_{R4} = (0,75 \times 0,5 \times 0,6 \times 1 \times 3 \times 1,5)^{1/6} = 1,002;$$

$$V_{R5} = (0,25 \times 0,17 \times 0,2 \times 0,33 \times 1 \times 0,5)^{1/6} = 0,334;$$

$$V_{R6} = (0,5 \times 0,33 \times 0,4 \times 0,67 \times 2 \times 1)^{1/6} = 0,668.$$

Затем нормализуем полученные числа по формуле (5):

$$n_i = V_i / \sum V_i, \quad n_i = 1, \quad (5)$$

$$n_{R1} = \frac{1,34}{7,02} = 0,19; \quad n_{R2} = \frac{2,01}{7,02} = 0,286; \quad n_{R3} = \frac{1,67}{7,02} = 0,238;$$

$$n_{R4} = \frac{1}{7,02} = 0,143; \quad n_{R5} = \frac{0,33}{7,02} = 0,048; \quad n_{R6} = \frac{0,67}{7,02} = 0,095.$$

Ранжирование критериев для каждого мероприятий и определение значений показателей важности каждого из рассматриваемых критериев определяется по формуле (2) (таблица 3).

Таблица 3 – Ранжирование критериев для оценки мероприятий при выполнении ремонтно-строительных работ

Критерии	Показатели важности критерия по мероприятиям (Заданные ранги)					
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆
K ₁	33,33 (1)	33,33 (1)	33,33 (1)	33,33 (1)	33,33 (1)	26,67 (2)
K ₂	13,33 (4)	20 (3)	13,33 (4)	20 (3)	26,67 (2)	20 (3)
K ₃	6,67 (5)	26,67 (2)	26,67 (2)	26,67 (2)	6,67 (5)	33,33 (1)
K ₄	20 (3)	6,67 (5)	20 (3)	6,67 (5)	20 (3)	6,67 (5)
K ₅	26,67 (2)	13,33 (4)	6,67 (5)	13,33 (4)	13,33 (4)	13,33 (4)

Далее выполним комплексное построение матриц парных сравнений для всех критериев, используя формулу (3) для всех 6 мероприятий с определением векторов приоритетов (таблица 4). Затем нормализуем полученные значения согласно формулам (4) и (5).

Таблица 4 – Комплексное построение матриц парных сравнений и векторы приоритетов с нормализацией значений

Матрицы парных сравнений					Векторы приоритетов	Нормализация значений
Мероприятие 1 (M ₁)						
$Y_{1,1} = 1$	$Y_{1,2} = 2,5$	$Y_{1,3} = 5$	$Y_{1,4} = 1,67$	$Y_{1,5} = 1,25$	1,92	0,33
$Y_{2,1} = 0,4$	$Y_{2,2} = 1$	$Y_{2,3} = 2$	$Y_{2,4} = 0,67$	$Y_{2,5} = 0,5$	0,77	0,13
$Y_{3,1} = 0,2$	$Y_{3,2} = 0,5$	$Y_{3,3} = 1$	$Y_{3,4} = 0,33$	$Y_{3,5} = 0,25$	0,38	0,07
$Y_{4,1} = 0,6$	$Y_{4,2} = 1,5$	$Y_{4,3} = 3$	$Y_{4,4} = 1$	$Y_{4,5} = 0,75$	1,15	0,2
$Y_{5,1} = 0,8$	$Y_{5,2} = 2$	$Y_{5,3} = 4$	$Y_{5,4} = 1,33$	$Y_{5,5} = 1$	1,54	0,27
Мероприятие 2 (M ₂)						
$Y_{1,1} = 1$	$Y_{1,2} = 1,67$	$Y_{1,3} = 1,25$	$Y_{1,4} = 5$	$Y_{1,5} = 2,5$	1,92	0,33
$Y_{2,1} = 0,6$	$Y_{2,2} = 1$	$Y_{2,3} = 0,75$	$Y_{2,4} = 3$	$Y_{2,5} = 1,5$	1,15	0,2
$Y_{3,1} = 0,8$	$Y_{3,2} = 1,33$	$Y_{3,3} = 1$	$Y_{3,4} = 4$	$Y_{3,5} = 2$	1,54	0,27
$Y_{4,1} = 0,2$	$Y_{4,2} = 0,33$	$Y_{4,3} = 0,25$	$Y_{4,4} = 1$	$Y_{4,5} = 0,5$	0,38	0,07
$Y_{5,1} = 0,4$	$Y_{5,2} = 0,67$	$Y_{5,3} = 0,5$	$Y_{5,4} = 2$	$Y_{5,5} = 1$	0,77	0,13
Мероприятие 3 (M ₃)						
$Y_{1,1} = 1$	$Y_{1,2} = 2,5$	$Y_{1,3} = 1,25$	$Y_{1,4} = 1,67$	$Y_{1,5} = 5$	1,92	0,33
$Y_{2,1} = 0,4$	$Y_{2,2} = 1$	$Y_{2,3} = 0,5$	$Y_{2,4} = 0,67$	$Y_{2,5} = 2$	0,77	0,13
$Y_{3,1} = 0,8$	$Y_{3,2} = 2$	$Y_{3,3} = 1$	$Y_{3,4} = 1,33$	$Y_{3,5} = 4$	1,54	0,27
$Y_{4,1} = 0,6$	$Y_{4,2} = 1,5$	$Y_{4,3} = 0,75$	$Y_{4,4} = 1$	$Y_{4,5} = 3$	1,15	0,2
$Y_{5,1} = 0,2$	$Y_{5,2} = 0,5$	$Y_{5,3} = 0,25$	$Y_{5,4} = 0,33$	$Y_{5,5} = 1$	0,38	0,07
Мероприятие 4 (M ₄)						
$Y_{1,1} = 1$	$Y_{1,2} = 1,67$	$Y_{1,3} = 1,25$	$Y_{1,4} = 5$	$Y_{1,5} = 2,5$	1,92	0,33
$Y_{2,1} = 0,6$	$Y_{2,2} = 1$	$Y_{2,3} = 0,75$	$Y_{2,4} = 3$	$Y_{2,5} = 1,5$	1,15	0,2
$Y_{3,1} = 0,8$	$Y_{3,2} = 1,33$	$Y_{3,3} = 1$	$Y_{3,4} = 4$	$Y_{3,5} = 2$	1,54	0,27
$Y_{4,1} = 0,2$	$Y_{4,2} = 0,33$	$Y_{4,3} = 0,25$	$Y_{4,4} = 1$	$Y_{4,5} = 0,5$	0,38	0,07
$Y_{5,1} = 0,4$	$Y_{5,2} = 0,67$	$Y_{5,3} = 0,5$	$Y_{5,4} = 2$	$Y_{5,5} = 1$	0,77	0,13
Мероприятие 5 (M ₅)						
$Y_{1,1} = 1$	$Y_{1,2} = 1,33$	$Y_{1,3} = 0,8$	$Y_{1,4} = 4$	$Y_{1,5} = 2$	1,54	0,27

$\Upsilon_{2,1}=0,75$	$\Upsilon_{2,2} = 1$	$\Upsilon_{2,3} = 0,6$	$\Upsilon_{2,4} = 3$	$\Upsilon_{2,5} = 1,5$	1,15	0,2
$\Upsilon_{3,1}=1,25$	$\Upsilon_{3,2}=1,67$	$\Upsilon_{3,3} = 1$	$\Upsilon_{3,4} = 5$	$\Upsilon_{3,5} = 2,5$	1,92	0,33
$\Upsilon_{4,1}=0,25$	$\Upsilon_{4,2}=0,33$	$\Upsilon_{4,3} = 0,2$	$\Upsilon_{4,4} = 1$	$\Upsilon_{4,5} = 0,5$	0,38	0,07
$\Upsilon_{5,1} = 0,5$	$\Upsilon_{5,2}=0,67$	$\Upsilon_{5,3} = 0,4$	$\Upsilon_{5,4} = 2$	$\Upsilon_{5,5} = 1$	0,77	0,13
Мероприятие 6(M_6)						
$\Upsilon_{1,1} = 1$	$\Upsilon_{1,2}=1,33$	$\Upsilon_{1,3} = 0,8$	$\Upsilon_{1,4}=4$	$\Upsilon_{1,5} = 2$	1,54	0,27
$\Upsilon_{2,1} = 0,75$	$\Upsilon_{2,2} = 1$	$\Upsilon_{2,3} = 0,6$	$\Upsilon_{2,4}=3$	$\Upsilon_{2,5} = 1,5$	1,15	0,2
$\Upsilon_{3,1} = 1,25$	$\Upsilon_{3,2}=1,67$	$\Upsilon_{3,3} = 1$	$\Upsilon_{3,4}=5$	$\Upsilon_{3,5} = 2,5$	1,92	0,33
$\Upsilon_{4,1} = 0,25$	$\Upsilon_{4,2}=0,33$	$\Upsilon_{4,3} = 0,2$	$\Upsilon_{4,4} = 1$	$\Upsilon_{4,5} = 0,5$	0,38	0,07
$\Upsilon_{5,1} = 0,5$	$\Upsilon_{5,2} = 0,67$	$\Upsilon_{5,3} = 0,4$	$\Upsilon_{5,4}=2$	$\Upsilon_{5,5} = 1$	0,77	0,13

При комплексном построении матриц парных сравнений полученные данные использованы для определения важности критериев по заданным мероприятиям при выполнении ремонтно-строительных работ. В качестве исходных данных применены векторы приоритетов с учетом их нормализации и ранжированные критерии, соответствующие данным мероприятиям (таблица 5).

Таблица 5 – Исходные данные для оценки значимости критериев по заданным мероприятиям при выполнении ремонтно-строительных работ

Значимость мероприятий		Значимость оценочных критериев				
		K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
M_1	$n_1=0,19$	$n_{1R1} = 0,33$	$n_{2R1} = 0,13$	$n_{3R1} = 0,07$	$n_{4R1} = 0,2$	$n_{5R1} = 0,27$
M_2	$n_2 = 0,286$	$n_{1R2} = 0,33$	$n_{2R2} = 0,2$	$n_{3R2} = 0,27$	$n_{4R2} = 0,07$	$n_{5R2} = 0,13$
M_3	$n_3 = 0,238$	$n_{1R3} = 0,33$	$n_{2R3} = 0,13$	$n_{3R3} = 0,27$	$n_{4R3} = 0,2$	$n_{5R3} = 0,07$
M_4	$n_4 = 0,143$	$n_{1R4} = 0,33$	$n_{2R4} = 0,2$	$n_{3R4} = 0,27$	$n_{4R4} = 0,07$	$n_{5R4} = 0,13$
M_5	$n_5 = 0,048$	$n_{1R5} = 0,33$	$n_{2R5} = 0,27$	$n_{3R5} = 0,07$	$n_{4R5} = 0,2$	$n_{5R5} = 0,13$
M_6	$n_6 = 0,095$	$n_{1R6} = 0,27$	$n_{2R6} = 0,2$	$n_{3R6} = 0,33$	$n_{4R6} = 0,07$	$n_{5R6} = 0,13$

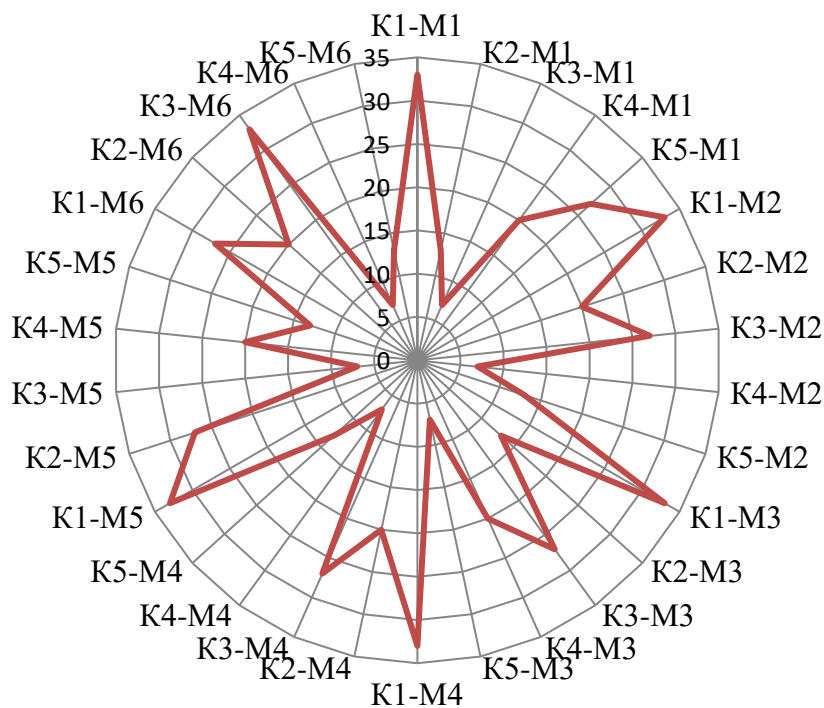


Рис. 1. Показатели важности оценочных критериев для мероприятий при выполнении ремонтно-строительных работ

Оценка значимости критериев для мероприятий проводится по всем критериям:

Критерий K_1 : $0,19 \times 0,33 + 0,286 \times 0,33 + 0,238 \times 0,33 + 0,143 \times 0,33 + 0,048 \times 0,33 + 0,095 \times 0,27 = 0,324$;

Критерий K_2 : $0,19 \times 0,13 + 0,286 \times 0,2 + 0,238 \times 0,13 + 0,143 \times 0,2 + 0,048 \times 0,27 + 0,095 \times 0,2 = 0,173$;

Критерий K_3 : $0,19 \times 0,07 + 0,286 \times 0,27 + 0,238 \times 0,27 + 0,143 \times 0,27 + 0,048 \times 0,07 + 0,095 \times 0,33 = 0,228$;

Критерий K_4 : $0,19 \times 0,2 + 0,286 \times 0,07 + 0,238 \times 0,2 + 0,143 \times 0,07 + 0,048 \times 0,2 + 0,095 \times 0,07 = 0,132$;

Критерий K_5 : $0,19 \times 0,27 + 0,286 \times 0,13 + 0,238 \times 0,07 + 0,143 \times 0,13 + 0,048 \times 0,13 + 0,095 \times 0,13 = 0,142$.

Заключение

По результатам проведенных численных исследований следует, что для мероприятий критерий K_1 - универсальность технологии для различных видов объектов капитального ремонта является наиболее значимым (рис.1).

Внедрение ТИМ в проектирование и организационно-технологическое моделирование являются основными мероприятиями по степени значимости при выполнении ремонтно-строительных работ, так как за счет применения данных цифровых технологий снижается количество ошибок и упущений при проектировании, сокращаются сроки организационного моделирования рабочих процессов.

ТИМ позволяют одновременно и удаленно соединить проектные, производственные, управленческие и финансовые процессы. В результате мы получаем модели полного жизненного цикла. Применение этих технологий существенно экономит средства и время в процессе проектирования, строительства и эксплуатации зданий.

Литература

1. Король М. Г. BIM-эволюция в России / М.Г. Король // Отраслевой журнал «Строительство». – 2016. – № 7-8. – С. 50-52.
2. Король М. Г. Внедрение BIM в РФ на уровне отрасли: технологические, психологические, социальные и даже политические аспекты появления новых сводов правил / М.Г. Король // Isicad. Ваше окно в мир САПР. – 2017. – № 151 URL:http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=19037(дата обращения 18.09.2018).
3. Мищенко В.Я., Колодяжный С.А., Горбанева Е.П., Овчинникова Е.В. Применение алгоритмов поиска кратчайшего пути в ориентированном графе при планировании капитального ремонта жилищного фонда // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования Российской академии архитектуры и строительных наук по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2018 году : сб. науч. тр. РААСН. М., 2019. С. 326–338.
4. Король О.А. Концептуальные основы формирования нормативной базы капитального ремонта общего имущества многоквартирных жилых домов. БСТ: Бюллетень строительной техники. 2018. № 11 (1011). С. 20-21.
5. Король Е.А., Котова Л.О. Инновационные технологии капитального ремонта многоквартирных жилых домов. // Строительство — формирование среды жизнедеятельности : XXI Международная научная конференция : сб. мат. сем. «Молодежные инновации». 2018. С. 341–344
6. Король О.А., Старостин А.Р. Сравнительный анализ технических параметров лифтового оборудования при замене на стадиях текущего и капитального ремонта объектов недвижимости // Недвижимость: экономика, управление. 2018. № 2.
7. Король О.А., Кузнецов Г.С. Многокритериальный анализ мероприятий при проведении капитального ремонта многоквартирных жилых домов // Недвижимость: экономика, управление. 2017. № 1.
8. Король О.А. Основные подходы и принципы формирования методики оценки эффективности энергосберегающих мероприятий в строительном производстве. Научное обозрение. 2015. № 12. С. 393-396.

9. Korol E.A., Petrosyan R.S. 2020 Methodological approaches to the formation of the organizational and technological mechanism for improving the manufacturability of work during the overhaul of buildings IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 753 032057 DOI:10.1088/1757-899X/753/3/032057.
10. Matreninskiy S., Mischenko V., Chertov V. Formation of classes of urban environment areas for their renovation // MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 193. P. 01014. DOI: 10.1051/mateconf/201819301014.
11. Korol O., Dudina A. Engineering and Technical support of territories for implementation of renovation projects of the housing stock. E3S Web of Conferences. 2019; 97:06027. DOI: 10.1051/e3sconf/20199706027.