

Научная статья
УДК 658.512.82
<https://doi.org/10.24143/2072-9502-2026-3-100-110>
EDN NNIPXN

Методика оценки и выбора проектов благоустройства на основе комплексного критерия

Ксения Алексеевна Прошунина¹✉, Татьяна Владимировна Хоменко²

¹*Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Россия, kseniialexpro@gmail.com*

²*МИРЭА – Российский технологический университет,
Москва, Россия*

Аннотация. В условиях реализации национальных проектов и активного вовлечения граждан в процессы городского управления через механизмы инициативного бюджетирования проблема выбора проектов благоустройства, одновременно удовлетворяющих профессиональным стандартам и ожиданиям жителей, приобретает актуальность. Представлены результаты оценки и выбора проектов благоустройства территории с учетом применяемых управленческих воздействий при осуществлении деятельности проектной организации. Предложена методика выбора проектов, основанная на оценках по комплексному критерию для повышения удовлетворенности жителей благоустройством. Комплексный критерий и управленческие воздействия позволяют выбирать проекты благоустройства территорий, получивших высокие и согласованные оценки экспертов-специалистов и экспертов-жителей, что повышает эффективность организационной системы благоустройства территорий в целом. Определены весовые коэффициенты для показателей каждого частного критерия отдельно для экспертов-специалистов и экспертов-жителей. Произведена последовательная оценка и усечение множества проектов по каждому частному критерию при заданных ограничениях по финансовым вложениям, площади территории и количеству посетителей благоустроенной площадки. Осуществлены построение Парето-оптимального множества альтернатив по оценкам частных критериев и выбор проектов благоустройства территорий с максимальным соответствием идеальной точке методом анализа ближайшего расстояния, что позволило выявить 80 проектов, высоко оцененных двумя категориями экспертов. Научная новизна работы заключается в оценке на основе комплексного критерия, но с принципиальным разделением весовых коэффициентов для двух категорий: экспертов-специалистов и конечных пользователей – экспертов-жителей. Предложенная методика оценки и выбора проектов, реализованная в виде программного модуля, является эффективным инструментом для интеграции в системы муниципального управления.

Ключевые слова: управление проектами, благоустройство территорий, удовлетворенность жителей, критерии оценки, организационная система, управленческие воздействия, экспертные оценки

Для цитирования: Прошунина К. А., Хоменко Т. В. Методика оценки и выбора проектов благоустройства на основе комплексного критерия // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2026. № 3. С. 100–110. <https://doi.org/10.24143/2072-9502-2026-3-100-110>. EDN NNIPXN.

Original article

Methodology for assessing and selecting improvement projects based on a comprehensive criterion

Kseniia A. Proshunina¹✉, Tatyana V. Khomenko²

¹*Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russia, kseniialexpro@gmail.com*

²*MIREA – Russian Technological University,
Moscow, Russia*

Abstract. With the implementation of national projects and the active involvement of citizens in urban governance processes through participatory budgeting, the problem of selecting improvement projects that simultaneously meet

professional standards and resident expectations is becoming increasingly important. This article presents the results of assessing and selecting landscaping projects, considering the management influences applied during the design organization's activities. The authors propose a project selection methodology based on assessments using a comprehensive criterion to increase resident satisfaction with landscaping. The comprehensive criterion and management influences enable the identification of landscaping projects that have received high and consistent ratings from expert specialists and resident experts, thereby enhancing the overall effectiveness of the organizational system for landscaping. Weighting coefficients for each specific criterion are determined separately for expert specialists and resident experts. A sequential assessment and pruning of multiple projects for each specific criterion is performed, subject to specified restrictions on financial investment, land area, and the number of visitors to the landscaping site. A Pareto-optimal set of alternatives was constructed based on partial criteria, and landscaping projects with the closest match to the ideal point were selected using nearest-distance analysis. This enabled the identification of eighty projects highly rated by two categories of experts. The scientific novelty of this work lies in its evaluation based on a comprehensive criterion, but with a fundamental separation of weighting factors for two categories of experts-specialists and end-users-resident experts. The proposed project evaluation and selection methodology, implemented as a software module, is an effective tool for integration into municipal management systems.

Keywords: project management, landscaping, resident satisfaction, evaluation criteria, organizational system, management impact, expert assessments

For citation: Proshunina K. A., Khomenko T. V. Methodology for assessing and selecting improvement projects based on a comprehensive criterion. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Management, computer science and informatics.* 2026;3:100-110. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2072-9502-2026-3-100-110>. EDN NNIPXN.

Введение

Формирование комфортной и функциональной городской среды является одной из приоритетных задач социально-экономического развития Российской Федерации в рамках реализации национальных проектов и государственных программ. В условиях активного вовлечения граждан в процессы соуправления через механизмы инициативного бюджетирования и платформы онлайн-голосований, такие как «Активный гражданин» или федеральная платформа «Городская среда», резко возрастает значимость объективных и прозрачных методов оценки и отбора проектов благоустройства. Ключевая проблема при этом заключается в системном противоречии между профессиональными критериями, применяемыми проектировщиками и муниципальными заказчиками, и социальными ожиданиями жителей, основанными на восприятии комфорта, эстетики и функциональном оснащении пространства.

Противоречие часто приводит к снижению удовлетворенности жителей результатами работ при определенных муниципальных и федеральных финансовых вложениях в организацию благоустройства. Таким образом, актуальным становится разработка методики, позволяющей осуществлять комплексную оценку проектов на основе критериев, понятных и значимых как для экспертов, так и для жителей.

Проблематика управления проектами благоустройства территорий и оценки качества городской среды находится на стыке нескольких научных направлений: теории управления организационными системами, урбанистики, социологии города и методов принятия многокритериальных решений. В российской и зарубежной литературе широко представлены работы, посвященные разработке систем показателей качества городской среды и оценки благоустроенных объектов. Научными и при-

кладными аспектами оценки и управления урбанизированными территориями занимались исследователи Е. А. Яйли [1], Ч. Мартирузи [2], Л. П. Богданова, М. А. Глушкова [3], А. В. Звягинцева [4], Д. С. Парыгин [5], А. А. Сергачев, А. А. Никалина [6], А. В. Мельников, К. В. Галаган [7]. Сформированы методики изучения и оценки проектов открытых городских общественных пространств [8, 9], индекс качества городской среды [10]. Методу многокритериальной оптимизации и оценке альтернатив посвящены работы Е. А. Серебряковой, С. А. Баркалова, С. И. Моисеева [11], В. М. Глушкова, В. С. Михалевича [12], Ю. А. Дубова, С. И. Травкина [13], Ю. Б. Щенёвой, А. Н. Пылькина [14, 15]. Обработку и анализ результатов, полученных на основе метода экспертных оценок, проводили в своих работах Ф. Рабби [16], С. В. Скворцов, В. И. Хрюкин [17], В. В. Тишкина [18]. Однако существующие подходы фокусируются либо на экологической оценке, либо на комплексной оценке урбанизированных территорий при стратегическом планировании развития городов и регионов. Данные подходы при обработке результатов социологических опросов не предполагают интегрального инструмента, связывающего оценки жителей и специалистов профессионального сообщества по благоустройству в единый управленческий алгоритм, пригодный для применения в конкурсном отборе проектов.

Целью исследования является разработка методики оценки и выбора проектов благоустройства, основанной на согласовании оценок экспертов-специалистов и экспертов-жителей по комплексному критерию оценки благоустройства территорий для повышения удовлетворенности жителей.

Объектом исследования является организационная система благоустройства городских территорий. Предметом исследования является выбор проектов

благоустройства на основе согласованных оценок экспертов-специалистов и экспертов-жителей по комплексному критерию расстояния до идеальной точки с учетом сбалансированности.

Постановка задачи

Задача выбора проектов благоустройства напрямую зависит от степени их соответствия установленным критериям. Для оценки проектов сформулирован такой комплексный критерий

$\Phi = \bigcup_{i=1}^3 \Phi_i$, $i = 1, 2, 3$, состоящий из трех частных Φ_i , где каждый из них определяется серией показателей $\{p_q\}$, $q = 1, 2, \dots, 13$:

- $\Phi_1 := \{p_q\}$, $q = 1, 2$ – ресурсный частный критерий: p_1 – цена на ресурсы, p_2 – цены на работы;
- $\Phi_2 := \{p_q\}$, $q = 3, 4, \dots, 11$ – средовой частный критерий: p_3 – площадь эксплуатации, p_4 – ветрозащита, p_5 – озеленение, p_6 – утилизация, p_7 – затенение, p_8 – видеонаблюдение, p_9 – система полива, p_{10} – ливневая канализация; p_{11} – освещенность;
- $\Phi_3 := \{p_q\}$, $q = 12, 13$ – социальный частный критерий: p_{12} – вместимость, p_{13} – доступность.

Тогда постановка задачи выбора проектов благоустройства первоначально сводится к формированию их множества $A = \bigcup_{\rho=1}^{N_{\text{пр}}} A_\rho$, где $\rho = 1, 2, \dots, |P|$ –

$$d_\rho(\Phi) = \sqrt{(\lambda_{\max} - \lambda_\rho(\Phi))^2 + (\eta_{\max} - \eta_\rho(\Phi))^2 + (\lambda_\rho(\Phi) - \eta_\rho(\Phi))^2} \rightarrow \min, \quad (1)$$

при соблюдении ограничений по частным критериям Φ_1, Φ_2, Φ_3 :

$$\begin{cases} Inv_\rho \leq Inv_{\max}; \\ Ar_\rho \leq Ar_{\max}; \\ Qu_\rho \leq Qu_{\max}, \end{cases} \quad \begin{matrix} (2) \\ (3) \\ (4) \end{matrix}$$

где Inv_ρ – финансовые вложения для реализации A_ρ ; $Inv_{\max}$ – максимальный бюджет; Ar_ρ – площадь использования территории A_ρ ; $Ar_{\max}$ – заявленная площадь территории; Qu_ρ – вместимость, чел., определенная A_ρ ; $Qu_{\max}$ – максимальная вместимость, чел., на площадке.

Методика оценки и выбора проектов благоустройства территорий

Для решения поставленной задачи используется аппарат математической статистики, экспертных оценок и теории принятия решений.

Разработана методика оценки и выбора проектов благоустройства территорий, которая предполагает выполнение шагов 1–5.

индекс уникального проекта благоустройства территории, $N_{\text{пр}}$ – количество проектов. Под проектом в данной работе понимается благоустроенная площадка с определенным наполнением компонент Com_k , где $k = 1, 2, \dots, |K|$ – индекс компоненты в проекте A_ρ . Благоустроенная площадка переведена в цифровой двойник в виде совокупности идентификационных номеров компонент. Каждый идентификационный номер представляет собой последовательность бинарных символов, определенным образом сформированных при прохождении графа в глубину $j = 1, 2, \dots, 6$. Он отражает принадлежность компоненты Com_k к j -уровню иерархической структуры графа общественного пространства благоустройства. В частности, при $j = 6$ идентификационный номер отражает r -й параметр ($r = 1, 2, \dots, |R|$) k -й компоненты в проекте A_ρ .

Необходимо на данном множестве A найти такой проект A_ρ , который имеет, по комплексному критерию Φ , лучшие оценки как экспертов-специалистов $\lambda_\rho(\Phi)$, так и экспертов-жителей $\eta_\rho(\Phi)$. Для решения поставленной задачи воспользуемся методом поиска ближайшего расстояния до идеальной точки $(\lambda_{\max}, \eta_{\max})$ в двумерном пространстве с учетом сбалансированности полученных оценок:

Шаг 1. Процедура установления весов и интегральной оценки по комплексному критерию Φ определяется независимо экспертами-специалистами и экспертами-жителями, по запросу благоустройства территории: формируется вес по показателям частных критериев Φ_i , позволяющий установить приоритет выбора проектов A такой, что

$$\sum_{q=1}^{q'} w_q = 1 \text{ при } 0 < w \leq 1, \quad (5)$$

где w_q – вес показателя частного критерия Φ_i .

Шаг 2. Для каждой группы экспертов, независимо и в соответствии с установленными весами приоритета, осуществляется оценка проектов A по ресурсному частному критерию Φ_1 :

– выполняется расчет в денежном эквиваленте r -го параметра k -й компоненты проекта A_ρ :

$$Inv_{q\rho} = \sum_{k=1}^{k'} p_{qk}, \quad q = 1, 2;$$

– фиксируется $Inv_{\max}$;

- формируется множество проектов $A_1 \subseteq A$, удовлетворяющих условию формулы (2);
- нормируется значение Inv_p проекта A_p по формуле

$$Inv_{p(норм)} = \frac{Inv_p - Inv_{min}}{\Delta Inv_p}, \quad 0 \leq Inv_{p(норм)} \leq 1,$$

где Inv_p – реальная величина переменной; Inv_{min} – минимальная величина финансовых вложений; ΔInv_p – интервал варьирования; $Inv_{p(норм)} \in R$ – нормированная величина финансовых вложений проекта A_p ;

- вычисляются значения $Inv_{qp(норм)}$, характеризующие проект A_p по каждому показателю частного критерия $\varphi_1 := \{p_q\}$, $q = 1, 2$, с учетом весов экспертов-специалистов и экспертов-жителей для каждой категории экспертов:

$$Inv_{qp(норм)} = Inv_{p(норм)} W_q; \quad (6)$$

- выполняется по каждому значению $Inv_{qp(норм)}$ назначение оценок $\lambda_p(p_q)$ для экспертов-специалистов и оценок $\eta_p(p_q)$ для экспертов-жителей по показателям частного критерия φ_1 ;

- производится расчет обобщенных оценок $\lambda_p(\varphi_1)$, $\eta_p(\varphi_1)$ по ресурсному частному критерию:

$$\lambda_p(\varphi_1) = \sum_{q=1}^2 \lambda_p(p_q) \text{ и } \eta_p(\varphi_1) = \sum_{q=1}^2 \eta_p(p_q); \quad (7)$$

- от экспертов-специалистов и экспертов-жителей получено множество A_1 проектов с оценками по φ_1 ;

- выполняется сортировка оценок по возрастанию и выбор проектов $A_2 \subseteq A_1$.

Шаг 3. Для каждой группы экспертов, независимо и в соответствии с установленными весами приоритета, осуществляется оценка проектов A_2 по средовому частному критерию φ_2 :

- выполняется расчет в m^2 r -го параметра k -й компоненты проекта A_p : $Ar_p = \sum_{k=1}^{k'} p_{qk}$, ($q = 3$),

где p_3 – площадь эксплуатации k -й компоненты проекта A_p ;

- фиксируется Ar_{max} ;
- формируется множество проектов $A_3 \subseteq A_2$, удовлетворяющих условию формулы (3);
- на основе полученного множества A_3 выполняется расчет значений r -го параметра k -й компоненты проекта A_p в процентах по средовому частному критерию каждого показателя:

$$Arp_{qp} = \sum_{k=1}^{k'} p_{qk} / Ar_{max} \cdot 100, \quad q = 3, 4, \dots, 11,$$

где Arp_{qp} – оценка проекта A_p по показателям p_q ; значение Arp_p по средовому частному критерию φ_2 :

$$Arp_p = \sum_{q=1}^9 Arp_{qp} / 9;$$

- нормируется значение Arp_p проектов A_p по формуле

$$Arp_{p(норм)} = \frac{Arp_p - Arp_{min}}{\Delta Arp_p}, \quad 0 \leq Arp_{p(норм)} \leq 1,$$

где Arp_p – реальная величина переменной; Arp_{min} – минимальное значение средней обеспеченности на интервале варьирования; ΔArp_p – интервал варьирования; $Arp_{p(норм)} \in R$ – нормированная величина средней обеспеченности проекта A_p ;

- вычисляются значения $Arp_{qp(норм)}$, характеризующие проект A_p по каждому показателю частного критерия $\varphi_2 := \{p_q\}$, $q = 3, 4, \dots, 11$ с учетом весов экспертов-специалистов и экспертов-жителей для каждой категории экспертов:

$$Arp_{q(норм)} = Arp_{p(норм)} W_q; \quad (8)$$

- по каждому значению $Arp_{qp(норм)}$ выполняется назначение оценок $\lambda_p(p_q)$ для экспертов-специалистов и оценок $\eta_p(p_q)$ для экспертов-жителей по показателям частного критерия φ_2 ;

- производится расчет обобщенных оценок $\lambda_p(\varphi_2)$, $\eta_p(\varphi_2)$ по средовому частному критерию:

$$\lambda_p(\varphi_2) = \sum_{q=3}^9 \lambda_p(p_q) \text{ и } \eta_p(\varphi_2) = \sum_{q=3}^9 \eta_p(p_q); \quad (9)$$

- от экспертов-специалистов и экспертов-жителей получено множество A_3 проектов с оценками по φ_2 ;

- выполняется сортировка значений оценок по убыванию значений φ_2 и выбор проектов $A_4 \subseteq A_3$.

Шаг 4. Для каждой группы экспертов, независимо и в соответствии с установленными весами приоритета, осуществляется оценка проектов A_4 по ресурсному частному критерию φ_3 :

- выполняется расчет по количеству посетителей r -го параметра k -й компоненты проекта A_p :

$$Qu_{qp} = \sum_{k=1}^{k'} p_{qk}, \quad q = 12, 13;$$

- фиксируется Qu_{max} ;
- формируется множество проектов $A_5 \subseteq A_4$, удовлетворяющих условию формулы (4);
- нормируется значение Qu_p проекта A_p по формуле

$$Qu_{p(\text{норм})} = \frac{Qu_p - Qu_{\min}}{\Delta Qu_p}, \quad 0 \leq Qu_{p(\text{норм})} \leq 1,$$

где Qu_p – реальная величина переменной; $Qu_{\min}$ – минимальное значение по количеству посетителей на интервале варьирования; ΔQu_p – интервал варьирования; $Qu_{p(\text{норм})} \in R$ – нормированная величина по количеству посетителей проекта A_p ;

– вычисляются значения $Qu_{qp(\text{норм})}$, характеризующие проект A_p по каждому показателю частного критерия $\varphi_3 := \{P_q\}$, $q = 12, 13$, с учетом весов экспертов-специалистов и экспертов-жителей для каждой категории экспертов:

$$Qu_{qp(\text{норм})} = Qu_{p(\text{норм})} w_q; \quad (10)$$

– выполняется по каждому значению $Qu_{qp(\text{норм})}$ назначение оценок $\lambda_p(p_q)$ для экспертов-специалистов и оценок $\eta_p(p_q)$ для экспертов-жителей по показателям частного критерия φ_3 ;

– производится расчет обобщенных оценок $\lambda_p(\varphi_3)$, $\eta_p(\varphi_3)$ по социальному частному критерию:

$$\lambda_p(\varphi_3) = \sum_{q=1}^2 \lambda_p(p_q) \text{ и } \eta_p(\varphi_3) = \sum_{q=1}^2 \eta_p(p_q); \quad (11)$$

– от экспертов-специалистов и экспертов-жителей получено множество A_5 проектов с оценками по φ_3 ;

– выполняется сортировка значений оценок по убыванию и выбор проектов $A_6 \subseteq A_5$.

Шаг 5. Осуществляется выбор проектов:

– формируется множество Парето-оптимальных альтернатив проектов $A_p^* \in A_6$:

$$A_p^* = \{A_{pn} \in A_6 \mid \nexists A_{pm} \in A_6 : A_{pn} \prec A_{pm}\}; \quad (12)$$

– определяется оценочное значение по комплексному критерию Φ для проектов $A_p^* \subseteq A_6$:

$$\lambda_p(\Phi) := \sum_{i=1}^3 \lambda_p(\varphi_i) \text{ и } \eta_p(\Phi) := \sum_{i=1}^3 \eta_p(\varphi_i); \quad (13)$$

– методом идеальной точки [19] определяется соответствие согласованных оценок экспертов-специалистов и экспертов-жителей согласно формуле (1);

– выбор проектов $A_p^* \subseteq A_6$ по лучшим значениям согласованных оценок экспертов-специалистов и экспертов-жителей, количество проектов задается экспертом для представления дизайн-предложения и последующего конкурсного отбора.

Для разрешения возникающих проблем на основе результатов оценки по комплексному критерию Φ осуществляются управленческие воздействия, например предложение последующей корректировки проекта путем расширения списка коммерческого предложения компонентов.

Результаты и обсуждение

Рассмотрен пример применения методики оценки и выбора проекта благоустройства согласно сформированному запросу населения на организацию проекта A_p детской площадки для детей 3–15 лет с учетом требуемых ограничений: максимальный бюджет $Inv_{\max} - 2$ млн руб., площадь территории $Ar_{\max} - 200 \text{ м}^2$, максимальная вместимость человек на площадке $Qu_{\max} - 50$ чел.

Использование разработанного «Программного модуля генерации проектов благоустройства» и базы данных параметров компонент позволило сгенерировать $2,28 \cdot 10^{17}$ комбинаций уникальных проектов.

Уникальные проекты полученного множества оцениваются согласно предложенной методике.

В ходе экспертного опроса с применением метода парных сравнений [13] установлены веса согласно формуле (5) по показателям p_q частных критериев φ_i от каждого эксперта, результаты агрегации весов сведены в табл. 1.

Таблица 1

Table 1

Веса экспертов-специалистов и экспертов-жителей
Weights of expert specialists and expert residents

Категория экспертов	Веса по комплексному критерию оценки благоустройства территорий Ф												
	Ресурсный частный критерий Ф ₁		Средовой частный критерий Ф ₂									Социальный частный критерий Ф ₃	
	Р ₁	Р ₂	Р ₃	Р ₄	Р ₅	Р ₆	Р ₇	Р ₈	Р ₉	Р ₁₀	Р ₁₁	Р ₁₂	Р ₁₃
Эксперты-специалисты	0,35	0,65	0,12	0,06	0,15	0,04	0,07	0,1	0,08	0,18	0,2	0,8	0,2
Эксперты-жители	0,5	0,5	0,15	0,05	0,2	0,09	0,1	0,05	0,15	0,08	0,13	0,5	0,5

Проведенное распределение весовых коэффициентов по показателям частных критериев выявило системные и содержательные различия в приоритетах профессионального сообщества (в частности, проектной организации) и жителей, которые влияют на выбор проектов.

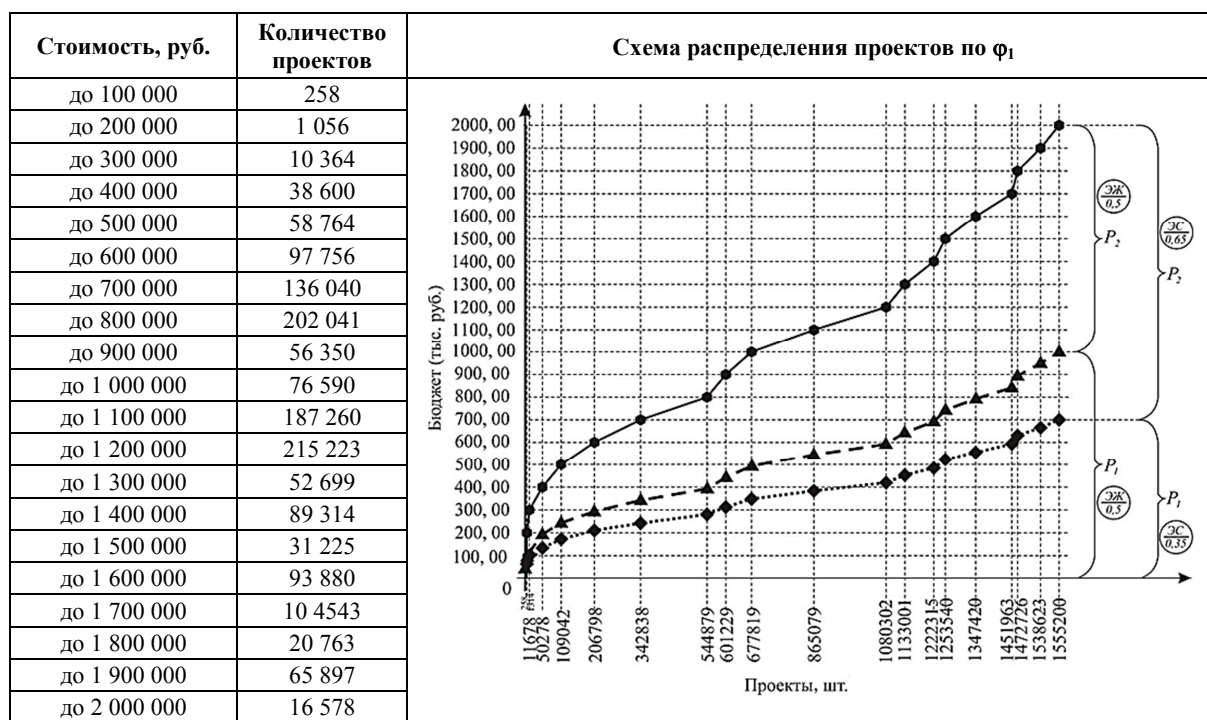
Рассчитанные значения, руб., проектов благоустройства Inv_p подвергаются проверке на соответ-

ствие установленному ограничению по общему бюджету, в результате чего усекается исходное множество сгенерированных проектов до $1,5 \cdot 10^6$, удовлетворяющих Inv_{max} . Для каждого нормированного значения проекта согласно формуле (2) в соответствии с установленными весами по каждой категории экспертов вычислены значения по показателям частного критерия ϕ_1 (табл. 2).

Таблица 2

Table 2

Распределение проектов по ϕ_1
 Distribution of projects by ϕ_1



Для двух категорий экспертов с помощью формализованных весов согласно формуле (6) выполнен расчет значений показателей $Inv_{qr(норм)}$ частного критерия ϕ_1 . Полученные значения автоматически для каждого значения показателя $Inv_{qr(норм)}$ представлены оценками $\lambda_p(p_q)$ и $\eta_p(p_q)$ экспертов-специалистов и экспертов-жителей соответственно с распределением по интервалам 10-балльной шкалы. Согласно формуле (7) рассчитаны значения оценок проектов $\lambda_p(\phi_1)$ и $\eta_p(\phi_1)$. Выходными данными шага 2 являются проекты A_2 , полученные в результате применения управленческого воздейст-

вия, в количестве 1 010 322.

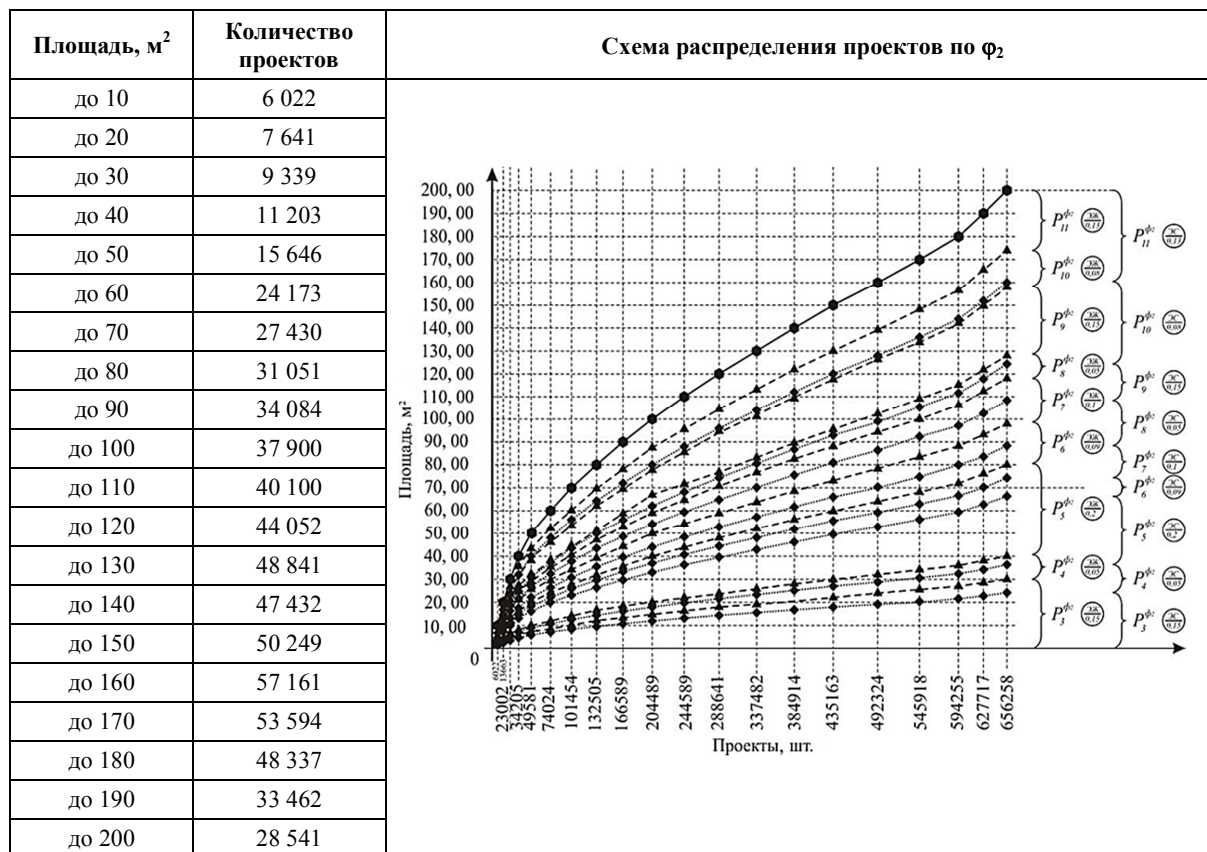
Рассчитанные значения площадей проектов благоустройства Ar_p подвергаются проверке на соответствие установленному ограничению по площади территории, в результате чего усекается исходное множество сгенерированных проектов до $0,65 \cdot 10^6$, удовлетворяющих Ar_{max} . Для каждого нормированного значения проекта согласно формуле (2), в соответствии с установленными весами по каждой категории экспертов, вычислены значения по показателям частного критерия ϕ_2 (табл. 3).

Таблица 3

Table 3

Распределение проектов по φ_2

Distribution of projects by φ_2



Для двух категорий экспертов с помощью формализованных весов согласно формуле (8) выполнен расчет значений показателей $Arp_{qr(норм)}$ частного критерия φ_2 . Полученные значения автоматически для каждого показателя $Arp_{qr(норм)}$ представлены оценками $\lambda_p(p_q)$ и $\eta_p(p_q)$ экспертов-специалистов и экспертов-жителей соответственно с распределением по интервалам 10-балльной шкалы. Согласно формуле (9) рассчитаны значения оценок проектов $\lambda_p(\varphi_2)$ и $\eta_p(\varphi_2)$. Выходными данными шага 3 являются проекты A_4 , полученные в результате применения управленческого воздействия, в количестве 523 753.

Рассчитанные значения по количеству посетителей подвергаются проверке на соответствие установленному ограничению по вместимости, в результате чего отсекается исходное множество сгенерированных проектов до $0,16 \cdot 10^6$, удовлетворяю-

щих Qu_{max} . Для каждого нормированного значения проекта согласно формуле (3), в соответствии с установленными весами по каждой категории экспертов, вычислены значения по показателям частного критерия φ_3 (табл. 4).

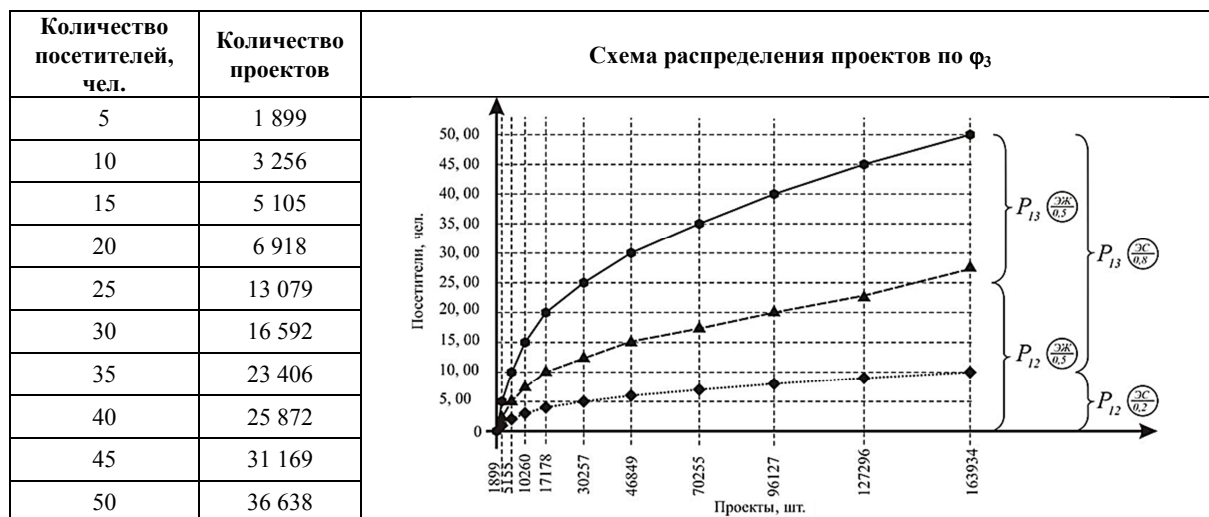
Для двух категорий экспертов с помощью формализованных весов согласно формуле (10) выполнен расчет значений показателей $Qu_{qr(норм)}$ частного критерия φ_3 . Полученные значения автоматически для каждого показателя $Qu_{qr(норм)}$ представлены оценками $\lambda_p(p_q)$ и $\eta_p(p_q)$ экспертов-специалистов и экспертов-жителей соответственно с распределением по интервалам 10-балльной шкалы. Согласно формуле (11) рассчитаны значения оценок проектов $\lambda_p(\varphi_3)$ и $\eta_p(\varphi_3)$. Выходными данными шага 4 являются проекты A_6 , полученные в результате применения управленческого воздействия, в количестве 67 807.

Таблица 4

Table 4

Распределение проектов по Φ_3

Distribution of projects by Φ_3



В результате анализа 67 807 проектов с оценками экспертов-специалистов и экспертов-жителей установлено, согласно (12), что Парето-оптимальное множество состоит из 3 390 проектов, имеющих высокие значения по трем частным критериям, при этом только 950 проектов из определенного количества оценены двумя категориями экспертов, остальные проекты исключены. Согласно формуле (13) определяем значение по комплексному критерию Φ .

Методом анализа ближайшего расстояния до идеальной точки по формуле (1) определены 80 проектов, имеющих незначительные различия по количеству включенных компонент, при этом проекты оценены с максимальным согласованием оценок экспертов-специалистов – 129 – и экспертов-жителей – 130 (рис. 1), для последующего представления разработчикам дизайн-предложений и вынесения к последующему конкурсному отбору.

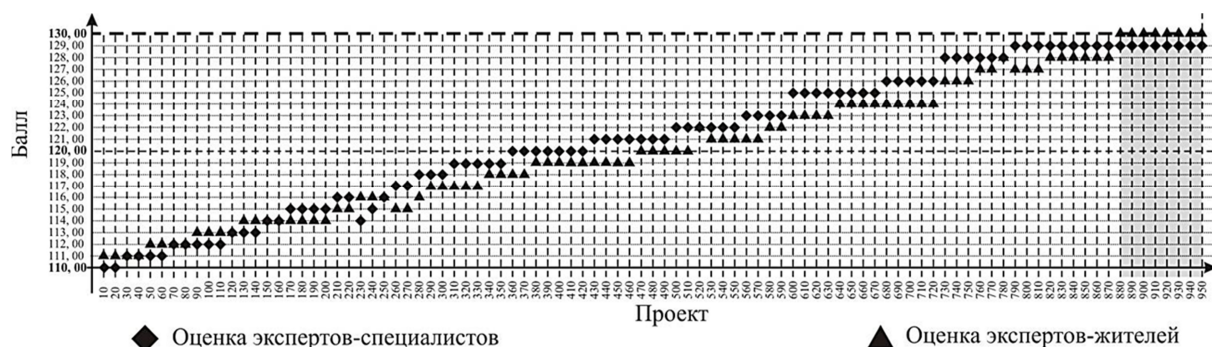


Рис. 1. Соответствие оценок проектов экспертов-специалистов и экспертов жителей

Fig. 1. Correspondence between project assessments by expert specialists and resident experts

Проведенное исследование позволило разработать методику оценки и выбора проектов благоустройства и апробировать ее на основе экспертных оценок специалистов проектной организации ООО АБ «С-ПРОЖЕКТ» и населения многоквартирного дома в г. Астрахани. Полученные результаты подтверждают повышение удовлетворенности жителей при благоустройстве территорий на 39,5 % (рис. 2).

Полученные результаты подтверждают повышение удовлетворенности жителей при благоустройстве территорий на 39,5 % (рис. 2).

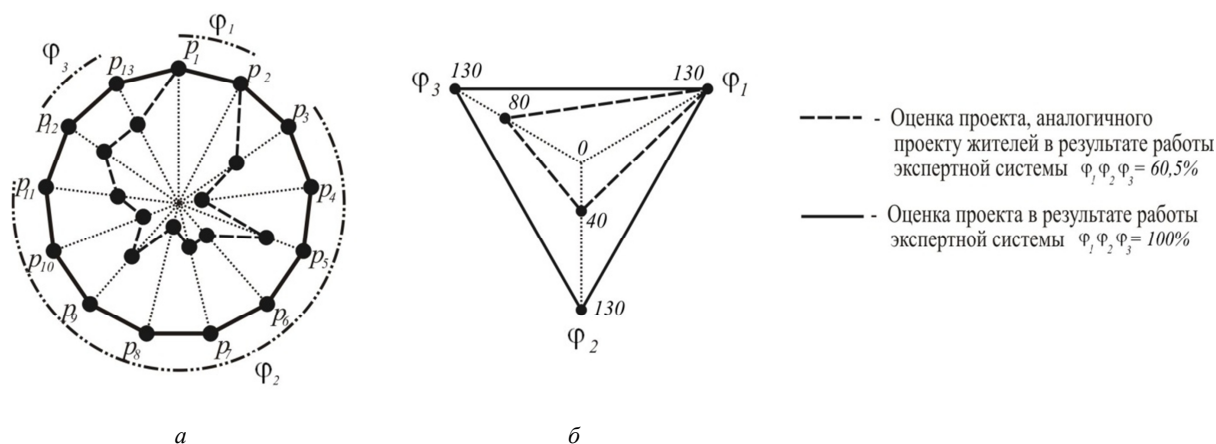


Рис. 2. Диаграмма оценок экспертов-жителей:
а – диаграмма оценок по показателям частных критериев; б – диаграмма оценок по частным критериям

Fig. 2. Diagram of assessments by resident experts:
а – diagram of assessments by indicators of private criteria; б – diagram of assessments by private criteria

Полученные результаты данной работы подтверждают практическую значимость методики для решения типовых задач муниципального планирования благоустройства территорий и прикладное значение для проектных организаций.

Расчеты на основе комплексного критерия позволили перейти от субъективных предпочтений к количественному измерению степени соответствия проекта предъявляемым требованиям ключевых участников. Выявленные различия в весах, назначенных экспертами-специалистами и экспертами-жителями, не являются противоречием, а отражают дополнительные измерения одной задачи: специалисты фокусируются на долговечности, нормативной корректности и ресурсной эффективности, жители – на комфорте и функциональной емкости площадки благоустройства. Методика оценки и выбора проектов благоустройства позволяет структурировать публичные обсуждения проектов благоустройства, переводя абстрактные пожелания жителей в конкретные оцениваемые параметры; обосновывать сметные решения, показывая, как учтенные в проекте компоненты вносят вклад в благоустройство территорий; формировать типовые модульные каталоги решений.

Основным ограничением является необходимость предварительного формирования групп экспертов (как специалистов, так и жителей) и проведения процедуры взвешивания показателей. Для массового применения методики требуется разработка адаптивных опросных инструментов и программного модуля для автоматического расчета индексов.

В дальнейших исследованиях планируются:

- проверка методики оценки и выбора проектов благоустройства путем ее внедрения в практику отбора проектов в рамках федеральной программы «Формирование комфортной городской среды»;
- разработка динамической системы весов, учитывающей тип территории (сквер, набережная, двор) и региональную специфику;
- расширение критериальной базы за счет включения показателей экологической устойчивости и жизненного цикла проекта.

Таким образом, предложенная в исследовании комплексная оценка создает обоснованный и технологичный инструмент формирования данных, анализ которых обеспечивает переход от интуитивного к формализованному выбору проектов благоустройства, основанному на данных и ориентированному на повышение удовлетворенности всех участников процесса.

Заключение

В результате проведенного исследования была разработана, теоретически обоснована и апробирована на модельных данных методика оценки и выбора проектов благоустройства на основе комплексного критерия, включающая построение Парето-оптимального множества и определение близости к идеальной точке оценок значений проектов.

Модельные расчеты подтвердили, что предложенная методика позволяет системно оценивать и выбирать проекты благоустройства городских территорий из типовых проектов с пространством поиска до нескольких сотен тысяч комбинаций, обеспечивая нахождение наилучших решений за приемлемое время.

Список источников

1. Яйли Е. А. Научные и прикладные аспекты оценки и управления урбанизированными территориями на основе инструмента риска и новых показателей качества окружающей среды / под ред. Л. Н. Карлина. СПб.: Изд-во РГГМУ, ВВМ, 2006. 448 с.
2. Martinuzzi Ch., Lahoud Ch. Public space site-specific assessment guidelines to achieve quality public spaces at neighbourhood level. URL: https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/07/final_pssa_v.1_reviewed_compressed.pdf (дата обращения: 24.01.2026).
3. Богданова Л. П., Глушкова М. А. Оценка качества городской среды населением города Твери // Вестн. Твер. гос. ун-та. Сер.: География и геоэкология. 2021. 2 (34). С. 14–24.
4. Звягинцева А. В. Теоретические основы событийной оценки состояния и развития урбанизированных территорий: дис. ... д-ра техн. наук. Белгород, 2018. 486 с.
5. Парыгин Д. С. Методы поддержки принятия решений на основе данных в задачах управления развитием урбанизированных территорий: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Волгоград, 2023. 356 с.
6. Сергачев А. А., Никалина А. А. Методические аспекты оценки благоустроенности придомовой территории на уровне муниципального управления // Агротехника и энергообеспечение. 2020. № 3 (28). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-aspekty-otse-nki-blagoustroennosti-pridomovoy-territorii-na-urovne-muni-tsipalnogo-upravleniya> (дата обращения: 24.01.2026).
7. Мельников А. В., Галаган К. В. Метод оценки эффективности мероприятий по формированию комфортной городской среды // Вестн. Юж.-Урал. гос. ун-та. Сер.: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2024. Т. 24. № 1. С. 87–95.
8. Методика изучения и оценки реализации проектов открытых городских общественных пространств. URL: <https://spb.hse.ru/mirror/pubs/share/811600895.pdf> (дата обращения: 24.01.2026).
9. Методические рекомендации по разработке и реализации комплексных проектов благоустройства. URL: https://ingorod24.ru/media/documents/files/Metodrekomen-datsii_po_razrabotke_proektov_blagoustroystva_2024.pdf (дата обращения: 24.01.2026).
10. Методика формирования индекса качества городской среды (с изм. на 20 сентября 2023 г.): утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 23 марта 2019 г. № 510-р. URL: <https://docs.cntd.ru/document/553937399> (дата обращения: 24.01.2026).
11. Серебрякова Е. А., Баркалов С. А., Моисеев С. И. Оценка альтернатив: новые подходы принятия решений в условиях определенности // Вестн. Юж.-Урал. гос. ун-та. Сер.: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2024. Т. 24. № 3. С. 90–98.
12. Глушков В. М., Михалевич В. С., Волкович В. Л., Диденко Г. А. Системная оптимизация в многокритериальных задачах линейного программирования при интервальном задании предпочтений // Кибернетика. 1983. № 3. С. 1–8.
13. Дубов Ю. А., Травкин С. И., Якимец В. Н. Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов систем. М.: Наука, 1986. 296 с.
14. Щенева Ю. Б., Пылькин А. Н., Майков К. А., Щенев Е. С. Модель процесса формирования специального комплекта оборудования технической системы с использованием многокритериальной оптимизации // Вестн. Рязан. гос. радиотехн. ун-та. 2025. № 93. С. 48–57.
15. Щенева Ю. Б., Пылькин А. Н., Щенев Е. С. Модель многокритериального анализа данных для системы поддержки принятия решений // Вестн. Рязан. гос. радиотехн. ун-та. 2025. № 94. С. 82–91.
16. Rabee F. Focus-group interview and data analysis // Proceedings of the Nutrition Society. 2004. V. 63. P. 655–660.
17. Скворцов С. В., Хрюкин В. И., Скворцова Т. С. Анализ согласованности мнений специалистов в условиях противоречивости экспертных оценок проектных альтернатив // Вестн. Рязан. гос. радиотехн. ун-та. 2021. № 76. С. 85–92.
18. Тишкина В. В. Алгоритм сбора и анализа экспертных мнений для формирования рекомендательной базы при управлении объектами учета на основе нечетко-множественного подхода // Вестн. Рязан. гос. радиотехн. ун-та. 2021. № 77. С. 104–111.
19. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.

References

1. Yajli E. A. *Nauchnye i prikladnye aspekty ocenki i upravleniya urbanizirovannymi territoriyami na osnove instrumenta riska i novyh pokazatelej kachestva okruzhayushchej sredy* [Scientific and applied aspects of assessment and management of urbanized territories based on the risk instrument and new environmental quality indicators]. Pod redakciej L. N. Karlina. Saint Petersburg, Izd-vo RGGMU, VVM, 2006. 448 p.
2. Martinuzzi Ch., Lahoud Ch. *Public space site-specific assessment guidelines to achieve quality public spaces at neighbourhood level*. Available at: https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/07/final_pssa_v.1_reviewed_compressed.pdf (accessed: 24.01.2026).
3. Bogdanova L. P., Glushkova M. A. *Ocenka kachestva gorodskoj sredy naseleniem goroda Tveri* [Assessment of the quality of the urban environment by the Tver city population]. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya i geokologiya*, 2021, no. 2 (34), pp. 14–24.
4. Zvyaginetsva A. V. *Teoreticheskie osnovy sobytijnoj*
5. Parygin D. S. *Metody podderzhki prinyatiya reshenij na osnove dannyh v zadachah upravleniya razvitiem urbanizirovannyh territorij. Avtoreferat dissertatsii ... d-ra tekhn. nauk* [Data-based decision support methods in urban development management tasks. Abstract of the dissertation ... Doctor of Technical Sciences]. Volgograd, 2023. 356 p.
6. Sergachev A. A., Nikalina A. A. *Metodicheskie aspekty ocenki blagoustroennosti pridomovoy territorii na urovne municipal'nogo upravleniya* [Methodological aspects of assessing the landscaping of the adjacent territory at the municipal government level]. *Agrotehnika i energoobespechenie*, 2020, no. 3 (28). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-aspekty-otsenki-bla>

goustroennosti-pridomovoy-territorii-na-urovne-munitsipalnogo-upravleniya (accessed: 24.01.2026).

7. Mel'nikov A. V., Galagan K. V. Metod ocenki effektivnosti meropriyatij po formirovaniyu komfortnoj gorodskoj sredy [A method for evaluating the effectiveness of measures to create a comfortable urban environment]. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Komp'yuternye tekhnologii, upravlenie, radioelektronika*, 2024, vol. 24, no. 1, pp. 87-95.

8. Metodika izucheniya i ocenki realizacii projektov otкрытых городских обшchestvennyh prostranstv [Methodology for studying and evaluating the implementation of projects of open urban public spaces]. Available at: <https://spb.hse.ru/mirror/pubs/share/811600895.pdf> (accessed: 24.01.2026).

9. Metodicheskie rekomendacii po razrabotke i realizacii kompleksnyh projektov blagoustrojstva [Methodological recommendations for the development and implementation of complex landscaping projects]. Available at: https://ingorod24.ru/media/documents/files/Metodrekomendatsii_po_razrabotke_proektov_blagoustrojstva_2024.pdf (accessed: 24.01.2026).

10. Metodika formirovaniya indeksa kachestva gorodskoj sredy (s izmeneniyami na 20 sentyabrya 2023 g.): utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 23 marta 2019 g. № 510-r [Methodology for the formation of the urban environment quality index (as amended on September 20, 2023): approved by Decree of the Government of the Russian Federation dated March 23, 2019 No. 510-r]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/553937399> (accessed: 24.01.2026).

11. Serebryakova E. A., Barkalov S. A., Moiseev S. I. Ocenka al'ternativ: novye podhody prinyatiya reshenij v usloviyah opredelennosti [Evaluation of alternatives: new approaches to decision-making in the context of certainty]. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Komp'yuternye tekhnologii, upravlenie, radioelektronika*, 2024, vol. 24, no. 3, pp. 90-98.

12. Glushkov V. M., Mihalevich V. S., Volkovich V. L., Didenko G. A. Sistemnaya optimizaciya v mnogokriterial'nyh zadachah linejnogo programmirovaniya pri interval'nom zadanii predpochtenij [System optimization in mul-

ti-criteria linear programming problems with interval assignment of preferences]. *Kibernetika*, 1983, no. 3, pp. 1-8.

13. Dubov Yu. A., Travkin S. I., Yakimec V. N. *Mnogokriterial'nye modeli formirovaniya i vybora variantov sistem* [Multi-criteria models for the formation and selection of system options]. Moscow, Nauka Publ., 1986. 296 p.

14. Shcheneva Yu. B., Pyl'kin A. N., Majkov K. A., Shchenev E. S. Model' processa formirovaniya special'nogo komplekta oborudovaniya tekhnicheskoy sistemy s ispol'zovaniem mnogokriterial'noj optimizacii [A model of the process of forming a special set of technical system equipment using multi-criteria optimization]. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo radiotekhnicheskogo universiteta*, 2025, no. 93, pp. 48-57.

15. Shcheneva Yu. B., Pyl'kin A. N., Shchenev E. S. Model' mnogokriterial'nogo analiza dannyh dlya sistemy podderzhki prinyatiya reshenij [A multi-criteria data analysis model for a decision support system]. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo radiotekhnicheskogo universiteta*, 2025, no. 94, pp. 82-91.

16. Rabiee F. Focus-group interview and data analysis [Focus-group interview and data analysis]. *Proceedings of the Nutrition Society*, 2004, vol. 63, pp. 655-660.

17. Skvorcov S. V., Hryukin V. I., Skvorcova T. S. Analiz soglasovannosti mnenij specialistov v usloviyah protivorechivosti ekspertnyh ocenok proektnykh al'ternativ [Analysis of the consistency of opinions of specialists in the context of contradictory expert assessments of design alternatives]. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo radiotekhnicheskogo universiteta*, 2021, no. 76, pp. 85-92.

18. Tishkina V. V. Algoritm sbora i analiza ekspertnyh mnenij dlya formirovaniya rekomendatel'noj bazy pri upravlenii ob'ektami ucheta na osnove nechetko-mnozhestvennogo podhoda [An algorithm for collecting and analyzing expert opinions to form a recommendation base for managing accounting objects based on a fuzzy multiple approach]. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo radiotekhnicheskogo universiteta*, 2021, no. 77, pp. 104-111.

19. Saati T. *Prinyatie reshenij. Metod analiza ierarhij* [Decision-making. Hierarchy analysis method]. Moscow, Radio i svyaz' Publ., 1993. 278 p.

Статья поступила в редакцию 19.02.2026; одобрена после рецензирования 01.04.2026; принята к публикации 06.07.2026
The article was submitted 19.02.2026; approved after reviewing 01.04.2026; accepted for publication 06.07.2026

Информация об авторах / Information about the authors

Ксения Алексеевна Прошунина – доцент; доцент кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления; Астраханский государственный технический университет; kseniialexpro@gmail.com

Татьяна Владимировна Хоменко – доктор технических наук, профессор; профессор кафедры промышленного программирования; МИРЭА – Российский технологический университет; t_v_khomenko@mail.ru

Kseniia A. Proshunina – Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Automated Information Processing and Management Systems; Astrakhan State Technical University; kseniialexpro@gmail.com

Tatyana V. Khomenko – Doctor of Technical Sciences, Professor; Professor of the Department of Industrial Programming; MIREA – Russian Technological University; t_v_khomenko@mail.ru

