



МЕТОДИКА ОЦЕНКИ БЛАГОУСТРОЙСТВА ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ

А. В. Игнатьев, Н. А. Каплунов, М. А. Куликов

Игнатьев Александр Владимирович, доктор технических наук, профессор кафедры цифровых технологий в урбанистике, архитектуре и строительстве. Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Российская Федерация. тел.: + 7 (905) 336-06-14; e-mail: ignav@vstu.ru;

Каплунов Николай Алексеевич, магистрант, Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Российская Федерация. тел.: + 7 (904) 779-17-47; e-mail: kaplunovkoly200503@mail.ru;

Куликов Михаил Александрович, старший преподаватель кафедры цифровых технологий в урбанистике, архитектуре и строительстве. Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Российская Федерация. тел.: + 7 (909) 380-27-18; e-mail: mkulikov1997@mail.ru

В работе рассматривается задача оценки экологического благоустройства городских территорий на основе геоинформационного подхода. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения обоснованности решений в области территориального планирования в условиях урбанизации и роста антропогенной нагрузки. Проведен анализ отечественных и зарубежных исследований, показавший недостаточную разработанность комплексных методик, объединяющих экологические, градостроительные и социальные показатели в единую модель. В результате выполненного пространственного анализа выявлена выраженная неоднородность уровня благоустройства городской среды. Установлено, что территории с низким уровнем экологического состояния (15–20 % площади) концентрируются в зонах исторической застройки и промышленного развития. Обнаружена статистически значимая обратная корреляция между интегральным индексом и плотностью дорожной сети ($r = -0,65 \dots -0,72$, $p < 0,01$).

Ключевые слова: геоинформационные системы, экологическое благоустройство, городская среда, интегральный индекс, пространственный анализ, QGIS, устойчивое развитие, озеленение, территориальное планирование, многокритериальная оценка.

GIS-BASED MODEL FOR ECOLOGICAL LANDSCAPING OF URBAN TERRITORIES

A. V. Ignatyev, N. A. Kaplunov, M. A. Kulikov

Ignatyev Aleksandr Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of Digital Technologies in Urbanistic, Architecture and Construction Department, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: + 7 (905) 336-06-14, e-mail: ignav@vstu.ru;

Kaplunov Nikolay Alekseyevich, undergraduate student, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: + 7 (904) 779-17-47; e-mail: kaplunovkoly200503@mail.ru;

Kulikov Mikhail Aleksandrovich, Senior Lecturer of Digital Technologies in Urban Studies, Architecture, and Construction Department, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation, phone : + 7 (909) 380-27-18; e-mail: mkulikov1997@mail.ru

The paper considers the task of assessing the ecological improvement of urban areas based on a geoinformation approach. The relevance of the study is due to the need to increase the validity of decisions in the field of territorial planning in the context of urbanization and the growth of anthropogenic pressure. An analysis of domestic and foreign studies has been carried out, which has shown the lack of development of complex methods that combine environmental, urban planning and social indicators into a single model. As a result of the performed spatial analysis, a pronounced heterogeneity in the level of urban environment improvement was revealed. It has been established that territories with a low level of ecological status (15–20 % of the area) are concentrated in areas of historical development and industrial development. A statistically significant inverse correlation was found between the integral index and the density of the road network ($r = -0.65 \dots -0.72$, $p < 0.01$).

Keywords: geoinformation systems, ecological improvement, urban environment, integral index, spatial analysis, QGIS, sustainable development, landscaping, territorial planning, multi-criteria assessment.

Введение (Introduction)

Городская среда представляет собой сложную природно-антропогенную систему, функционирование которой определяется взаимодействием природных компонентов и искусственно созданных элементов [7]. В условиях интенсивной урбанизации и роста антропогенной нагрузки обеспечение экологической безопасности становится приоритетным направлением государственной политики, что отражено в стратегиях устойчивого развития [8].

Процесс экологического благоустройства городских территорий включает комплекс мероприятий, направленных на повышение качества городской

среды, в том числе развитие зеленого каркаса, снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха и обеспечение доступности рекреационных пространств [1, 2]. Вместе с тем, существующие практики управления городской средой зачастую опираются на разрозненные и слабо интегрированные данные, что снижает обоснованность принимаемых управленческих решений [14].

Анализ мировой научной литературы свидетельствует о широком применении геоинформационных технологий для пространственной оценки городской среды. В зарубежных исследованиях показана высокая эффективность интеграции данных дистан-

ционного зондирования Земли и методов векторного анализа для мониторинга зеленой инфраструктуры и оценки экологического состояния территорий [15, 18–21, 24]. Российские исследования подтверждают актуальность использования многокритериальных подходов при оценке комфортности и экологического качества городской среды [4, 6, 14, 17, 25]. В частности, в работе Т. О. Цитман, М. Д. Поташовой и С. М. Петуниной рассматриваются вопросы функционального зонирования и совершенствования благоустройства дворовых территорий в условиях современной жилой застройки [13]. Подходы к организации мониторинга качества атмосферного воздуха и принятию решений на основе параметров городской среды представлены в работе Н. М. Рашевского, Н. П. Садовниковой, Т. В. Ерещенко и М. А. Куликова [9]. Однако существующие методики, как правило, носят фрагментарный характер и не обеспечивают комплексной интеграции экологических, градостроительных и социальных показателей в рамках единой оценочной модели, особенно применительно к условиям крупных российских городов [3, 5].

В связи с этим разработана универсальная методика комплексной оценки экологического благоустройства городской территории на основе геопространственных данных, обладающей адаптивностью

к различным градостроительным условиям и обеспечивающей поддержку принятия управленческих решений является актуальной научной задачей.

Метод (Methods)

Объектом исследования является городская среда крупного российского города, рассматриваемая как сложная природно-антропогенная система. В рамках исследования экологическое благоустройство городской территории трактуется как многокритериальная характеристика состояния городской среды, отражающая совокупное влияние природных, инфраструктурных и социальных факторов и требующая интеграции разнородных индикаторов в единую оценочную модель [2, 3].

Разработанная методика основана на принципах комплексности, сопоставимости показателей и воспроизводимости результатов, что обеспечивает возможность ее применения в различных градостроительных условиях.

Для количественной оценки экологического благоустройства городской территории сформирована система из десятичных индикаторов, объединенных в пять тематических блоков (табл. 1). Отбор показателей осуществлялся с учетом доступности исходных данных, их пространственной привязки, а также значимости для задач управления городской средой [5].

Таблица 1

Система показателей оценки экологического благоустройства

| № п/п | Блок критериев | Показатель | Единица измерения | Направленность |
|-------|-------------------------|--|--------------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Озеленение | Доля территории под зелеными насаждениями | % | Стимулятор |
| 2. | Озеленение | Индекс связности зеленого каркаса | баллы (0–1) | Стимулятор |
| 3. | Экологическое состояние | Удаленность от магистралей > 500 м | бинарный (0/1) | Стимулятор |
| 4. | Экологическое состояние | Плотность дорожной сети | км/км ² | Дестимулятор |
| 5. | Доступность | Доля населения в зоне 500 м до парка | % | Стимулятор |
| 6. | Доступность | Наличие благоустроенных пешеходных маршрутов | баллы (0–1) | Стимулятор |
| 7. | Транспортная нагрузка | Интенсивность транспортного потока | авт./час | Дестимулятор |
| 8. | Транспортная нагрузка | Уровень шумового воздействия (расчетный) | дБА | Дестимулятор |
| 9. | Санитарное состояние | Наличие несанкционированных свалок | бинарный (0/1) | Дестимулятор |
| 10. | Санитарное состояние | Обеспеченность контейнерными площадками | % | Стимулятор |

В качестве источников геопространственных данных использовались:

- векторные слои застройки и дорожной сети OpenStreetMap;
- данные о зеленых насаждениях (материалы муниципального кадастра и результаты дешифрирования спутниковых снимков);
- транспортные показатели, полученные из открытых данных городских порталов;
- демографическая информация по территориальным единицам.

Используемые данные характеризуются пространственной привязкой и обеспечивают возможность их интеграции в единую геоинформационную среду [16].

Анализ геопространственных данных выполнялся в среде QGIS 3.22. Для расчета показателей использовались методы пространственного анализа, обеспечивающие выявление закономерностей распределения объектов городской среды.

Для определения зон влияния магистральной дорожной сети, а также оценки доступности зеленых зон и рекреационных территорий использовался буферный анализ. Для выявления пространственных пересечений различных типов объектов применялись оверлейные операции. Для оценки транспортной нагрузки применялся метод ядерной оценки плотности (KernelDensity), позволяющий выявлять зоны концентрации транспортных потоков [22]. С целью унификации пространственного

анализа и обеспечения сопоставимости результатов использовалось сеточное моделирование с шагом 100 × 100 м, в рамках которого исходные данные агрегировались в регулярную сетку [25].

Все показатели были нормализованы к диапазону [0; 1] с использованием метода минимаксной нормализации. Весовые коэффициенты определялись экспертным методом на основе опроса 15 специалистов. Согласованность экспертных оценок подтверждена коэффициентом конкордации Кендалла ($W = 0,78$; $p < 0,05$), что свидетельствует о высокой степени согласия экспертов [17, 19].

Интегральный индекс экологического благоустройства (ИЭБ) рассчитывался по модели взвешенной суммы [16]:

$$I = \sum_{i=1}^n w_i \cdot P_i^{norm},$$

где w_i – весовой коэффициент i -го показателя; P_i^{norm} – нормализованное значение показателя.

Результаты расчета интегрального индекса экологического благоустройства представлены в виде

пространственного распределения значений с последующей классификацией по квантилям на четыре уровня [6, 7].

Результаты и обсуждение (Results and Discussion)

Апробация разработанной методики выполнена на примере крупного российского города Волгоград с площадью порядка 859 км² и численностью населения около 1 млн человек. Общая площадь зеленых насаждений составляет порядка 30 тыс. га, что обеспечивает обеспеченность зелеными территориями на уровне 10–12 м² на одного жителя и соответствует средним значениям для городов данной категории [10, 11, 25].

Для анализа пространственной неоднородности городской среды территория была типологически дифференцирована на четыре функциональные зоны (табл. 2) [15, 24].

Результаты расчета интегрального индекса экологического благоустройства показали выраженную пространственную дифференциацию качества городской среды (табл. 3) [6, 12].

Таблица 2

Характеристики типологических зон города

| № п/п | Тип зоны | Площадь, % | Население, % | Плотность, чел./км ² | Доля озеленения, % |
|-------|---|------------|--------------|---------------------------------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Исторический центр | 2–5 | 8–12 | 5 000–7 000 | 12–18 |
| 2. | Спальные районы | 25–35 | 45–55 | 2 000–3 500 | 18–25 |
| 3. | Промышленная зона, прилегающая к жилой территории | 10–15 | 3–5 | 500–1 500 | 8–15 |

Таблица 3

Распределение территории по уровням экологического благоустройства

| № п/п | Уровень ИЭБ | Диапазон | Доля территории, % | Характеристика |
|-------|--------------------|-----------|--------------------|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Высокий | 0,75–1,00 | 14–18 | Пригородные и новые жилые районы: развитый зеленый каркас |
| 2. | Хороший | 0,50–0,74 | 30–35 | Спальные районы: умеренное озеленение, средняя нагрузка |
| 3. | Удовлетворительный | 0,25–0,49 | 32–38 | Периферия центра, старые районы: фрагментированное озеленение |
| 4. | Низкий | 0,00–0,24 | 15–20 | Исторический центр, промзоны: плотная застройка, высокая нагрузка |

Пространственный анализ показал, что территории с низкими значениями ИЭБ преимущественно сосредоточены в зонах исторической застройки и промышленного освоения. Для этих территорий характерны высокая плотность дорожной сети, недостаточная обеспеченность зелеными насаждениями и повышенная транспортная нагрузка что показано на (рис.).

Корреляционный анализ выявил статистически значимую отрицательную связь между значениями интегрального индекса и плотностью дорожной сети ($r = -0,68$; $p < 0,01$), что свидетельствует о существенном влиянии транспортной инфраструктуры на экологическое качество городской среды и согласуется с результатами ранее проведенных исследований [18, 20].

Особое внимание следует уделить промышленным зонам, которые формируют локальные очаги повышенной экологической нагрузки. Вклад автотранспорта в общий объем выбросов загрязняющих веществ в крупных городах превышает 60 %, что усиливает негативное воздействие транспортных потоков на качество городской среды [11, 16].

Сопоставление результатов расчета индекса с данными полевых обследований показало высокую точность классификации — на уровне 90–94 % [15, 20]. При этом использование геоинформационных методов позволило сократить время обработки данных в три–пять раз по сравнению с традиционными подходами, основанными на ручном анализе [25].

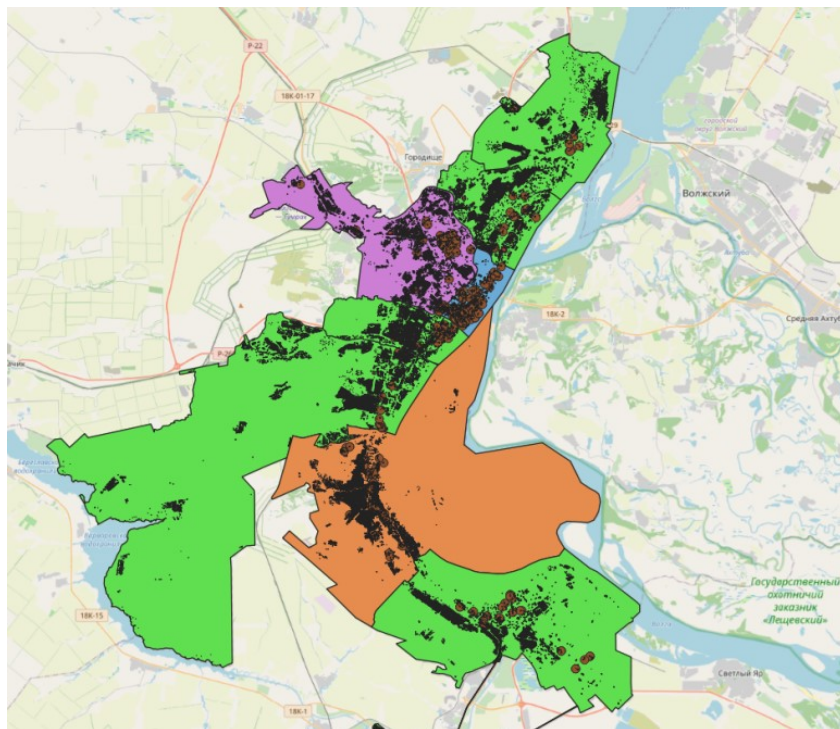


Рис. Плотность застройки (иллюстрация авторов)
 Fig. Building density (illustration by the authors)

Полученные результаты подтверждают эффективность предложенной методики для комплексной оценки экологического благоустройства городской среды. Вместе с тем, дальнейшее развитие подхода может быть связано с использованием методов машинного обучения для постклассификационного анализа. [15, 20, 23].

Заключение (Conclusions)

Разработана универсальная система из десяти индикаторов экологического благоустройства городской среды, объединяющая экологические, градостроительные и социальные параметры в единую оценочную модель. Создан алгоритм расчета интегрального индекса в среде QGIS, обеспечивающий воспроизводимость результатов, сопоставимость оценок и мониторинг динамики состояния городской среды. Апробация выявила выраженную пространственную неоднородность: низкие значения индекса (15–20 % территории) сосредоточены

в районах исторической застройки и промышленного освоения с высокой плотностью застройки и антропогенной нагрузкой.

Установлена статистически значимая обратная корреляция между интегральным индексом и плотностью дорожной сети ($r = -0,65 \dots -0,72$; $p < 0,01$), что подтверждает влияние транспортной инфраструктуры на экологическое качество городской среды и необходимость снижения транспортной нагрузки. Результаты показывают зависимость уровня экологического благоустройства от функционального зонирования территории.

Научная новизна заключается в интеграции разнородных пространственных индикаторов в единую воспроизводимую модель оценки. Практическая значимость – в возможности применения методики для градостроительного планирования, развития зеленой инфраструктуры, оптимизации транспортных потоков и повышения качества городской среды.

Список литературы

1. Балина Т. А. Комплексная оценка качества городской среды: подходы к изучению / Т. А. Балина, А. Н. Гальцева, А. А. Овсянкина // Современный город: власть, управление, экономика. – 2018. – Т. 1. – С. 216–222.
2. Букалова С. В. Индексный подход к оценке качества городской среды как инструмент повышения эффективности муниципального управления / С. В. Букалова, Т. Н. Модникова, А. Ю. Корнейчев // Право и политика. – 2023. – № 12. – С. 86–95. – DOI: 10.7256/2454-0706.2023.12.44098.
3. Воробьева Т. А. Методические подходы комплексной оценки качества городской среды / Т. А. Воробьева, М. В. Слипичук // Естественные и технические науки. – 2025. – № 2 (201). – С. 174–176. – DOI: 10.25633/ETN.2025.02.12.
4. Дубровская С. А. Оценка потенциала развития комфортности урбанизированных геосистем Волгограда и Оренбурга / С. А. Дубровская, Р. В. Ряхов, В. М. Павлейчик // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. – 2022. – Т. 42. – С. 29–40. – DOI: 10.26516/2073-3402.2022.42.29.
5. Зуев А. Ю. Структурно-морфологический подход к оценке качества городской среды / А. Ю. Зуев, Д. С. Парыгин, М. Ю. Тевелев [и др.] // Социология города. – 2024. – № 1. – С. 104–115. – DOI: 10.35211/19943520_2024_1_104.
6. Игнатъев А. В. Методика оценки экологического благополучия и классификация территорий: подход к улучшению мониторинга загрязнения воздуха / А. В. Игнатъев, М. А. Куликов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2025. – № 1 (98). – С. 247–255. – DOI: 10.35211/18154360_2025_1_247.
7. Козюк М. Н. Благоустройство: история, культура, экология, право : монография / М. Н. Козюк, А. Ю. Чикильдина. – Волгоград : Изд-во Волгоградского института управления — филиала РАНХиГС, 2019. – 215 с.



8. Минстрой России. Индекс качества городской среды: методика расчета. – М., 2022. – 78 с.
9. Постановка задачи принятия решений для организации работы мобильных постов наблюдения за качеством атмосферного воздуха / Н. М. Рашевский, Н. П. Садовникова, Т. В. Ерещенко, М. А. Куликов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2021. – № 2(36). – С. 28-33. – DOI 10.52684/2312-3702-2021-36-2-28-33.
10. Росстат. Городская среда Российской Федерации: статистический сборник. – М., 2023. – 142 с.
11. Росгидромет. Данные мониторинга атмосферного воздуха // Официальный сайт. – Режим доступа: <http://www.meteor.ru/> (дата обращения: 25.01.2026).
12. Сидоров В. П. Оценка комфортности городской среды (на примере города Ижевск) / В. П. Сидоров, П. Ю. Ситников, В. А. Рубцов // Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о Земле. – 2020. – Т. 30, № 2. – С. 244–254. – DOI: 10.35634/2412-9518-2025-35-1-117-127.
13. Цитман, Т. О. Благоустройство дворовых территорий в районах жилой застройки / Т. О. Цитман, М. Д. Поташова, С. М. Петунина // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2017. – № 2(20). – С. 103-114.
14. Blanco A. Visual landscape classification in the coastal strip of Santander (Spain) / A. Blanco, S. Gonzales, A. Ramos // Coastal Zone Management Journal. – 1982. – Vol. 9, № 3–4. – P. 271–297. – DOI: 10.1080/08920758209361904.
15. Chen Y. Mapping urban functional areas using multisource remote sensing images and open big data / Y. Chen, C. He, W. Guo [et al.] // IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. – 2023. – Vol. 16. – P. 7919–7931. – DOI: 10.1109/JSTARS.2023.3282911.
16. Ignatyev A. V. Methodology for comprehensive assessment of atmospheric air state in populated areas / A. V. Ignatyev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 962, № 4. – Art. 042048. – 6 p. – DOI: 10.1088/1757-899X/962/4/042048.
17. Khodakarami L. Urban sustainability assessment at the neighborhood scale: integrating spatial modellings and multi-criteria decision making approaches / L. Khodakarami, S. Pourmanafi, Z. Mokhtari [et al.] // Sustainable Cities and Society. – 2023. – Vol. 97. – Art. 104725. – DOI: 10.1016/j.scs.2023.104725.
18. Li B. Integrating urban morphology and land surface temperature characteristics for urban functional area classification / B. Li, Y. Liu, H. Xing [et al.] // Geo-Spatial Information Science. – 2022. – Vol. 25, № 2. – P. 337–352. – DOI: 10.1080/10095020.2021.2021786.
19. Moradi B. A scenario-based spatial multi-criteria decision-making system for urban environment quality assessment: case study of Tehran / B. Moradi, R. Akbari, S. R. Taghavi [et al.] // Land. – 2023. – Vol. 12, № 9. – Art. 1659. – DOI: 10.3390/land12091659.
20. Ouma Y. O. Urban land-use classification using machine learning classifiers: comparative evaluation and post-classification multi-feature fusion approach / Y. O. Ouma, A. Keitsile, B. Nkwae [et al.] // European Journal of Remote Sensing. – 2023. – Vol. 56, № 1. – DOI: 10.1080/22797254.2023.2173659.
21. Phillips A. Integrating public perceptions of proximity and quality in the modelling of urban green space access / A. Phillips, D. Plastara, A. Z. Khan, F. Canters // Landscape and Urban Planning. – 2023. – Vol. 240. – Art. 104875. – DOI: 10.1016/j.landurbplan.2023.104875.
22. Tang J. Improving urban classification through fuzzy supervised classification and spectral mixture analysis / J. Tang, L. Wang, S. W. Myint // International Journal of Remote Sensing. – 2007. – Vol. 28, № 18. – P. 4047–4063. – DOI: 10.1080/01431160701227687.
23. Xu M. Multi-scale multi-temporal landscape pattern analysis using high spatial urban scene classification / M. Xu, Y. Zhong, Y. Su, Y. Liu // International Journal of Remote Sensing. – 2023. – Vol. 44, № 23. – P. 7570–7597. – DOI: 10.1080/01431161.2023.2270113.
24. Zhang P. Integrating metro passenger flow data to improve the classification of urban functional regions using a heterogeneous graph neural network / P. Zhang, M. Yang, Y. Wang [et al.] // International Journal of Digital Earth. – 2024. – Vol. 17, № 1. – DOI: 10.1080/17538947.2024.2443467.
25. Zhang P. Spatial measures and methods in sustainable urban morphology: a systematic review / P. Zhang, D. Ghosh, S. Park // Landscape and Urban Planning. – 2023. – Vol. 237. – Art. 104776. – DOI: 10.1016/j.landurbplan.2023.104776.

References

1. Balina T. A., Gal'tseva A. N., Ovsyankina A. A. Kompleksnaya otsenka kachestva gorodskoy sredy: podkhody k izucheniyu [Comprehensive assessment of urban environment quality: approaches to the study]. *Sovremennyy gorod: vlast', upravlenie, ekonomika* [Modern City: Power, Management, Economics], 2018, vol. 1, pp. 216–222.
2. Bukalova S. V., Modnikova T. N., Korneichev A. Yu. Indeksnyy podkhod k otsenke kachestva gorodskoy sredy kak instrument povysheniya effektivnosti munitsipal'nogo upravleniya [Index approach to assessing urban environment quality as a tool for improving the efficiency of municipal management]. *Pravo i politika* [Law and Politics], 2023, no. 12, pp. 86–95. DOI: 10.7256/2454-0706.2023.12.44098.
3. Vorob'eva T. A., Slipenchuk M. V. Metodicheskie podkhody kompleksnoy otsenki kachestva gorodskoy sredy [Methodological approaches to comprehensive assessment of urban environment quality]. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Natural and Technical Sciences], 2025, no. 2(201), pp. 174–176. DOI: 10.25633/ETN.2025.02.12.
4. Dubrovskaya S. A., Ryakhov R. V., Pavleychik V. M. Otsenka potentsiala razvitiya komfortnosti urbanizirovannykh geosistem Volgograda i Orenburga [Assessment of the development potential of comfort in urbanized geosystems of Volgograd and Orenburg]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Nauki o Zemle* [The Bulletin of Irkutsk State University. Series Earth Sciences], 2022, vol. 42, pp. 29–40. DOI: 10.26516/2073-3402.2022.42.29.
5. Zuev A. Yu., Parygin D. S., Tevelev M. Yu. et al. Strukturno-morfologicheskiy podkhod k otsenke kachestva gorodskoy sredy [Structural and morphological approach to assessing urban environment quality]. *Sotsiologiya goroda* [Sociology of City], 2024, no. 1, pp. 104–115. DOI: 10.35211/19943520_2024_1_104.
6. Ignat'ev A. V., Kulikov M. A. Metodika otsenki ekologicheskogo blagopoluchiya i klassifikatsiya territoriy: podkhod k uluchsheniyu monitoringa zagryazneniya vozdukha [Methodology for assessing environmental well-being and territory classification: an approach to improving air pollution monitoring]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture], 2025, no. 1(98), pp. 247–255. DOI: 10.35211/18154360_2025_1_247.
7. Kozyuk M. N., Chikil'dina A. Yu. Blagoustroystvo: istoriya, kul'tura, ekologiya, pravo [Urban Improvement: History, Culture, Ecology, Law]. Volgograd, Izdatel'stvo Volgogradskogo instituta upravleniya — filiala RANKhiGS, 2019. 215 p.

8. Ministry of Russia. Indeks kachestva gorodskoy sredy: metodika rascheta [Urban Environment Quality Index: Calculation Methodology]. Moscow, 2022. 78 p.
9. Rashevskiy N. M., Sadovnikova N. P., Ereshchenko T. V., Kulikov M. A. Postanovka zadachi prinyatiya resheniy dlya organizatsii raboty mobil'nykh postov nablyudeniya za kachestvom atmosfernogo vozdukh [Formulation of a decision-making problem for organizing the operation of mobile atmospheric air quality monitoring stations]. *Inzhenerno-stroitel'nyy vestnik Prikaspiya* [Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region], 2021, no. 2(36), pp. 28–33. DOI: 10.52684/2312-3702-2021-36-2-28-33.
10. Rosstat. Gorodskaya sreda Rossiyskoy Federatsii: statisticheskiy sbornik [Urban Environment of the Russian Federation: Statistical Collection]. Moscow, 2023. 142 p.
11. Rosgidromet. Dannye monitoringa atmosfernogo vozdukh [Atmospheric Air Monitoring Data]. Official website. Available at: <http://www.meteor.ru/> (accessed 25 January 2026).
12. Sidorov V. P., Sitnikov P. Yu., Rubtsov V. A. Otsenka komfortnosti gorodskoy sredy (na primere goroda Izhevsk) [Assessment of urban environment comfort (case study of Izhevsk)]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya: Biologiya. Nauki o Zemle* [Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences], 2020, vol. 30, no. 2, pp. 244–254. DOI: 10.35634/2412-9518-2025-35-1-117-127.
13. Ianco A., Gonzales S., Ramos A. Visual landscape classification in the coastal strip of Santander (Spain). *Coastal Zone Management Journal*, 1982, vol. 9, no. 3–4, pp. 271–297. DOI: 10.1080/08920758209361904.
14. Chen Y., He C., Guo W. et al. Mapping urban functional areas using multisource remote sensing images and open big data. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 2023, vol. 16, pp. 7919–7931. DOI: 10.1109/JSTARS.2023.3282911.
15. Ignatyev A. V. Methodology for comprehensive assessment of atmospheric air state in populated areas. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2020, vol. 962, no. 4, art. 042048, 6 p. DOI: 10.1088/1757-899X/962/4/042048.
16. Khodakarami L., Pourmanafi S., Mokhtari Z. et al. Urban sustainability assessment at the neighborhood scale: integrating spatial modellings and multi-criteria decision making approaches. *Sustainable Cities and Society*, 2023, vol. 97, art. 104725. DOI: 10.1016/j.scs.2023.104725.
17. Li B., Liu Y., Xing H. et al. Integrating urban morphology and land surface temperature characteristics for urban functional area classification. *Geo-Spatial Information Science*, 2022, vol. 25, no. 2, pp. 337–352. DOI: 10.1080/10095020.2021.2021786.
18. Moradi B., Akbari R., Taghavi S. R. et al. A scenario-based spatial multi-criteria decision-making system for urban environment quality assessment: case study of Tehran. *Land*, 2023, vol. 12, no. 9, art. 1659. DOI: 10.3390/land12091659.
19. Ouma Y. O., Keitsile A., Nkwae B. et al. Urban land-use classification using machine learning classifiers: comparative evaluation and post-classification multi-feature fusion approach. *European Journal of Remote Sensing*, 2023, vol. 56, no. 1. DOI: 10.1080/22797254.2023.2173659.
20. Phillips A., Plastara D., Khan A. Z., Canters F. Integrating public perceptions of proximity and quality in the modelling of urban green space access. *Landscape and Urban Planning*, 2023, vol. 240, art. 104875. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2023.104875.
21. Tang J., Wang L., Myint S. W. Improving urban classification through fuzzy supervised classification and spectral mixture analysis. *International Journal of Remote Sensing*, 2007, vol. 28, no. 18, pp. 4047–4063. DOI: 10.1080/01431160701227687.
22. Xu M., Zhong Y., Su Y., Liu Y. Multi-scale multi-temporal landscape pattern analysis using high spatial urban scene classification. *International Journal of Remote Sensing*, 2023, vol. 44, no. 23, pp. 7570–7597. DOI: 10.1080/01431161.2023.2270113.
23. Zhang P., Yang M., Wang Y. et al. Integrating metro passenger flow data to improve the classification of urban functional regions using a heterogeneous graph neural network. *International Journal of Digital Earth*, 2024, vol. 17, no. 1. DOI: 10.1080/17538947.2024.2443467.
24. Zhang P., Ghosh D., Park S. Spatial measures and methods in sustainable urban morphology: a systematic review. *Landscape and Urban Planning*, 2023, vol. 237, art. 104776. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2023.104776.

© А. В. Игнатъев, Н. А. Каплунов, М. А. Куликов

Ссылка для цитирования:

Игнатъев А. В., Каплунов Н. А., Куликов М. А. Методика оценки благоустройства городских территорий на основе анализа геопространственных данных // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГБОУ АО ВО «АГАСУ», 2026. № 2 (56). С. 50–55.

УДК 725.51

DOI 10.52684/2312-3702-2026-56-2-55-61

**ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ НА ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЛЕЧЕБНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ**

И. Е. Ключева, Э. Е. Семенова

Ключева Ирина Евгеньевна, магистрант, Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Российская Федерация, тел.: + 7 (919) 182-46-60; e-mail: irisha.bod7391@yandex.ru;

Семенова Эльвира Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования зданий и сооружений им. Н. В. Троицкого, Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Российская Федерация, тел.: + 7 (910) 732-21-15; e-mail: semenova@cchgeu.ru

Рассмотрены вопросы повышения теплозащитных свойств наружных ограждающих конструкций лечебных учреждений на примере двух фасадных систем: фасадной теплоизоляционной композитной и навесной фасадной. Выявлено влияние теплопроводных включений на приведенное сопротивление теплопередаче. Установлено, что для системы фасадной теплоизоляционной композитной учет теплопроводных включений требует увеличения толщины утеплителя на 20 мм, а для навесной фасадной – на 70 мм. Показано, что исключение указанных включений из расчета