

## ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ ГОРОДСКИХ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

**Старухина Екатерина Анатольевна**

*аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ*

*E-mail: katestarukhina15@gmail.com*

## ECOSYSTEM SERVICES OF URBAN GREEN SPACES

**Starukhina Ekaterina Anatolyevna**

*postgraduate student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia*

*Email: katestarukhina15@gmail.com*

**Аннотация.** Тема экосистемных услуг городских зеленых насаждений становится всё более актуальной в условиях стремительного роста урбанизации и экологических вызовов, с которыми сталкиваются современные города. Увеличение плотности населения и расширение городских территорий создают большую нагрузку на природные ресурсы, ухудшая экологическую обстановку в городах. Городские леса, являясь важнейшей частью экологической инфраструктуры, предоставляют ряд экосистемных услуг, которые способствуют улучшению качества жизни, снижению уровня загрязнения воздуха, регуляции микроклимата, поддержании биоразнообразия и создания рекреационных зон для горожан.

В статье анализируются современные исследования экосистемных услуг городских лесов и их влияние на устойчивое развитие городов. Для анализа использованы количественные и качественные методы, включая ГИС-анализ для оценки распределения зелёных насаждений. Результаты показывают, что Городские леса оказывают значительное влияние на снижение температуры, фильтрацию воздуха и предоставление зон для отдыха, однако потребность в этих услугах превышает их текущее предложение. Выявлена необходимость в усилении мер по защите и увеличению площадей зелёных зон для удовлетворения растущего спроса. Устойчивое управление городскими лесами и интеграция экосистемных услуг в политику городского планирования помогут улучшить качество жизни населения и снизить негативные последствия урбанизации.

**Abstract.** The topic of ecosystem services of urban green spaces is becoming increasingly relevant in the context of the rapid growth of urbanization and environmental challenges faced by modern cities. The increase in population density and the expansion of urban areas create a great burden on natural resources, worsening the environmental situation in cities. Urban forests, being an essential part of the ecological infrastructure, provide a number of ecosystem services that contribute to improving the quality of life, reducing air pollution, regulating the microclimate, maintaining biodiversity and creating recreational areas for citizens.

The article analyzes modern research on ecosystem services of urban forests and their impact on sustainable urban development. Quantitative and qualitative methods were used for the analysis, including GIS analysis to assess the distribution of green spaces. The results show that Urban forests have a significant impact on temperature reduction, air filtration and the provision of recreation areas, but the need for these services exceeds their current supply. The need to strengthen measures to protect and increase the area of green areas to meet the growing demand has been identified. Sustainable management of urban forests and the integration of ecosystem

services into urban planning policies will help improve the quality of life of the population and reduce the negative effects of urbanization.

**Ключевые слова:** экосистемные услуги; городские леса; урбанизация.

**Keywords:** ecosystem services; urban forests; urbanization.

### **Введение**

Городские зеленые насаждения, такие как парки, скверы, аллеи и зеленые крыши, играют жизненно важную роль в обеспечении экосистемных услуг, способствующих устойчивому развитию городов. Эти услуги не только улучшают качество жизни горожан, но и обеспечивают долгосрочную экологическую и экономическую устойчивость.

Одной из ключевых экосистемных услуг является улучшение качества воздуха. Зеленые насаждения активно поглощают диоксид углерода и другие загрязнители, а также выделяют кислород, что способствует улучшению городской атмосферы. Это особенно важно для мегаполисов, где уровень загрязнения воздуха может быть критически высоким. Зеленые насаждения также играют значительную роль в управлении стоком дождевых вод. Они поглощают осадки, уменьшая нагрузку на городские дренажные системы, что помогает снизить риск наводнений. Кроме того, растительность способствует регуляции микроклимата, снижая эффекты городского теплового острова благодаря испарению влаги и созданию тени.

Не меньшее значение имеет и социальная функция зеленых насаждений. Они предоставляют жителям возможность для отдыха, физической активности и общения, что положительно влияет на физическое и психическое здоровье населения. Исследования показывают, что наличие зеленых зон способствует снижению уровня стресса и улучшению настроения.

С точки зрения экономической устойчивости, зеленые зоны повышают привлекательность городской среды, что может стимулировать приток инвестиций и развитие туризма. Они также способствуют повышению стоимости недвижимости в прилегающих районах.

Для интеграции этих экосистемных услуг в стратегию устойчивого развития городов необходимо учитывать ряд факторов, включая правильное планирование и управление зелеными пространствами, а также вовлечение местных сообществ в процесс принятия решений. Поддержка биоразнообразия и адаптация к изменяющимся климатическим условиям являются важными аспектами, которые следует учитывать при разработке политики в этой области.

Экосистемные услуги представляют собой прямую или косвенную пользу, которую природа предоставляет человеку. Согласно классификации Millennium Ecosystem Assessment, экосистемные услуги подразделяются на четыре категории: регулирующие, поддерживающие, культурные и снабжающие [1]. Городские леса, как часть зеленой инфраструктуры, играют ключевую роль в поддержании экосистемных процессов, включая снижение уровня загрязнений, регулирование температуры и создание мест для отдыха, что способствует улучшению физического и психического благополучия горожан [2, 3].

Городские леса — это не только лесопарковые зоны, но и группы деревьев, кустарников и других растений, присутствующих в городской среде, включая парки, сады, аллеи и даже отдельные деревья вдоль улиц [4]. Эти зеленые пространства критически важны для устойчивого развития городов, поскольку их наличие тесно связано с повышением качества жизни горожан, особенно в условиях роста урбанизации и усиления климатических изменений [5].

С учетом климатических изменений и необходимости создания комфортной городской среды роль экосистемных услуг становится всё более актуальной. Возрастающий уровень загрязнения воздуха и воды, повышение температуры и потребность в улучшении городской экологии подчеркивают важность переоценки значения природы в городской планировке как способа смягчить негативные последствия урбанизации [6]. Таким образом,

экосистемные услуги городских лесов представляют собой важный аспект устойчивого развития городов, требующий более глубокого понимания и интеграции в политические решения и практики городского планирования.

Для изучения экосистемных услуг применяются различные методы, включая моделирование, картографирование зеленых зон с помощью географических информационных систем (ГИС), социальные опросы, экономическую оценку экосистемных услуг, а также анализ биоразнообразия и поддерживающих услуг [2, 3].

Моделирование и ГИС играют ключевую роль в оценке экосистемных услуг городских лесов. Эти методы позволяют детально исследовать распределение зеленых насаждений и их влияние на климат и качество воздуха.

С их помощью можно моделировать температурные изменения и зоны влияния зеленых насаждений, что особенно полезно для изучения эффекта «городского теплового острова» [6]. Кроме того, ГИС-технологии позволяют эффективно визуализировать данные, что упрощает анализ и поддержку решений.

Социальные опросы и анкеты помогают понять восприятие жителями городских зеленых зон, их потребности и предпочтения. Такие исследования показывают, что положительное восприятие экосистемных услуг способствует их устойчивому использованию и поддержанию, поскольку люди начинают больше ценить природные пространства в их окружении [3].

Экономическую оценку экосистемных услуг часто проводят с помощью таких методов, как затратный метод замещения, оценка недвижимости и контингентное оценивание. Эти методы помогают определить стоимость зеленых зон, основываясь на их способности очищать воздух, регулировать температуру и улучшать качество жизни. Например, затратный метод замещения позволяет установить, сколько бы стоили технические решения для достижения таких же эффектов.

Для оценки климатических и физических услуг городских лесов применяются мониторинг воздуха, температуры и влажности. Исследования температуры и влажности позволяют судить о том, как эффективно зелень снижает тепловой стресс, а анализ загрязнителей показывает, насколько хорошо леса фильтруют воздух [8].

Анализ биоразнообразия оценивает поддерживающие услуги, изучая видовой состав растений и обитателей. Это помогает понять, насколько эффективно леса поддерживают биологическое разнообразие и улучшают экосистемные функции.

Мультикритериальный анализ объединяет данные из различных источников, позволяя учитывать разнообразные аспекты экосистемных услуг для принятия взвешенных решений. Этот метод учитывает экономическую ценность, экологические функции и культурное значение зеленых пространств и применяется в разработке стратегий управления зелеными зонами в условиях урбанизации [7].

Несмотря на преимущества городских лесов, их поддержание и управление сталкиваются с серьезными проблемами. В крупномасштабных городах зеленые зоны часто уступают место строительным проектам, как это наблюдается в Москве и Санкт-Петербурге, где доля зелени уменьшилась за последние годы из-за разрастания застройки и недостаточного финансирования.

Также существует проблема нехватки финансирования и отсутствия стратегического управления для сохранения и развития городских лесов. Многие городские деревья стареют и погибают из-за недостаточного ухода, сокращая их способность предоставлять экосистемные услуги [8,9].

Для улучшения состояния городских лесов необходимо внедрение более эффективных методов управления и планирования. Один из ключевых шагов в этом направлении — интеграция экосистемных услуг в городское планирование. Например, проектирование новых жилых и коммерческих районов должно учитывать наличие зеленых насаждений, способных обеспечить доступ к чистому воздуху, рекреационным зонам и другим экосистемным услугам [7].

Также перспективными направлениями являются программы по восстановлению утраченных лесных участков и внедрение элементов "зеленой инфраструктуры". Зеленая инфраструктура позволяет сочетать экосистемные услуги с традиционными инженерными решениями. Например, дождевые сады и зеленые крыши не только поглощают углекислый газ, но и помогают бороться с наводнениями, регулируя водоотведение [3].

Результаты исследований подтверждают, что экосистемные услуги зеленых насаждений критически важны для улучшения городской среды и здоровья населения. Зеленые насаждения помогают снижать эффект «теплового острова» за счет испарения и создания тени, что уменьшает колебания температуры в городской среде. Исследования показывают, что городские леса могут понижать температуру воздуха на несколько градусов, что особенно важно в условиях летней жары, наблюдаемой в мегаполисах по всему миру [10]. Кроме того, зеленые насаждения снижают концентрацию загрязняющих частиц в воздухе, что способствует улучшению качества воздуха и снижению риска респираторных заболеваний у жителей городов [5].

Зеленые зоны также оказывают положительное влияние на психическое и физическое здоровье людей, предоставляя пространство для отдыха, физической активности и социальных взаимодействий, что подтверждено рядом исследований [6,7]. Эти аспекты особенно актуальны в условиях современных вызовов, таких как урбанизация и изменение климата.

В заключение следует отметить, что экосистемные услуги городских зеленых насаждений являются неотъемлемой частью экологически устойчивого и социально справедливого развития городов. Зеленые зоны играют ключевую роль в улучшении качества жизни, поддержании биоразнообразия и адаптации к климатическим изменениям. Существующие исследования подтверждают, что включение зеленых насаждений в стратегическое городское планирование способно значительно смягчить негативные эффекты урбанизации. Однако для полноценного использования экосистемных услуг необходимо объединить передовые технологии, эффективные методы управления, вовлечь местное сообщество и применять природоподобные решения [8].

Дальнейшие исследования и внедрение инновационных подходов к управлению зелеными зонами будут важны для поддержания устойчивого уровня экосистемных услуг, что повысит адаптивность городов к будущим климатическим вызовам и укрепит их экологическую стабильность.

### Список литературы

1. Гарбузова, Т. Г. Устойчивое управление лесами как действенный инструмент сохранения лесного биоразнообразия / Т. Г. Гарбузова // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: Матер. третьей междунар. науч.-техн. конференции, Санкт-Петербург, 23–24 мая 2018 года / под редакцией В.М. Гедьо. – Т. 2. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, 2018. – С. 270-273. – EDN LXFCLR.
2. Гарбузова, Т. Г. Система экологической биобезопасности как важный элемент реализации концепции устойчивого развития / Т. Г. Гарбузова // Экология и здоровье человека: Матер. III Всерос. науч.-практ. конференции с международным участием, памяти профессора Ю.Д. Жилова, Москва, 28 февраля – 01 марта 2022 года / отв. ред. Ю.П. Молоканова. – Москва: Московский государственный областной университет, 2022. – С. 113-115. – EDN NUINAR.
3. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington, DC: Island Press, 2005.
4. McDonald R.I., Beatley T., Elmqvist T. The Green City and Social Equity. Nature Sustainability, 2018.

5. Pauleit, S. et al. Urban Green Infrastructure: A Review of Contributions to Sustainable Urban Development. Landscape and Urban Planning, 2019.
6. Konijnendijk van den Bosch C.C. et al. Benefits of Urban Forests and Trees in Improving Livability of Cities. Urban Forestry & Urban Greening, 2021.
7. United Nations. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. New York, 2019.
8. Bowler D.E., Buyung-Ali L., Knight T.M., Pullin A.S. Urban Greening to Cool Towns and Cities: A Systematic Review of the Empirical Evidence. Landscape and Urban Planning, 2010.
9. TEEB. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming.
10. Yakovenko, N. V. The Ecosystem Approach to Assessing the Quality of the Urban Environment and Managing Urban Development / N. V. Yakovenko, I. V. Komov // World Sustainability Series. – 2021. – No. 6/II. – P. 87-106. – DOI 10.1007/978-3-030-78825-4\_6.

## References

1. Garbuzova, T.G. Sustainable forest management as an effective tool for the conservation of forest biodiversity / T.G. Garbuzova // Forests of Russia: policy, industry, science, education: Proceedings of the third international scientific and technical conference, St. Petersburg, May 23-24, 2018 / Edited by V.M. Gedyo. Vol. 2. - St. Petersburg: St. Petersburg State Forest Engineering University named after S.M. Kirov. S.M. Kirov, 2018. - P. 270-273. - EDN LXFCLR.
2. Garbuzova, T.G. System of ecological biosafety as an important element of the implementation of the concept of sustainable development / T.G. Garbuzova // Ecology and human health: Proceedings of the III All-Russian scientific and practical conference with international participation, in memory of Professor Y.D. Zhilov, Moscow, February 28 – March 01, 2022 / Editor-in-Chief Y.P. Molokanova. - Moscow: Moscow State Regional University, 2022. - P. 113-115. - EDN NUINAR.
3. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington, DC: Island Press, 2005.
4. McDonald R.I., Beatley T., Elmqvist T. The Green City and Social Equity. Nature Sustainability, 2018.
5. Pauleit, S. et al. Urban Green Infrastructure: A Review of Contributions to Sustainable Urban Development. Landscape and Urban Planning, 2019.
6. Konijnendijk van den Bosch C.C. et al. Benefits of Urban Forests and Trees in Improving Livability of Cities. Urban Forestry & Urban Greening, 2021.
7. United Nations. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. New York, 2019.
8. Bowler D.E., Buyung-Ali L., Knight T.M., Pullin, A.S. Urban Greening to Cool Towns and Cities: A Systematic Review of the Empirical Evidence. Landscape and Urban Planning, 2010.
9. TEEB. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming.
10. Yakovenko, N. V. The Ecosystem Approach to Assessing the Quality of the Urban Environment and Managing Urban Development / N. V. Yakovenko, I. V. Komov // World Sustainability Series. – 2021. – No. 6/II. – P. 87-106. – DOI 10.1007/978-3-030-78825-4\_6.