

ЭКОСИСТЕМНЫЕ И РЕКРЕАЦИОННЫЕ УСЛУГИ ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЙ: КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИНТЕГРАЦИИ³

М.Г.Варгузина, Н.В. Яковенко, Е.А. Старухина

*Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова,
Воронеж, Россия*

Аннотация

Статья посвящена комплексному анализу теоретических подходов к изучению экосистемных и рекреационных услуг зеленых насаждений. В условиях усиливающейся урбанизации и климатических изменений данная тема приобретает критическую важность для обеспечения устойчивого развития территорий. На основе систематического обзора и сравнительного анализа авторы выделяют и детально рассматривают пять ключевых подходов: экосистемный, экономический, социально-культурный, ландшафтный и подход, основанный на принципах устойчивого развития. Для каждого подхода раскрывается его концептуальная сущность, базовые принципы и применяемый методический аппарат. Исследование демонстрирует, что ни один из подходов в отдельности не способен обеспечить всестороннюю оценку ценности зеленых насаждений, и подчеркивает необходимость их интеграции для принятия обоснованных управленческих решений в области градостроительной и экологической политики.

Ключевые слова: экосистемные услуги, рекреационные услуги, зеленые насаждения, устойчивое развитие, экосистемный подход, экономическая оценка, социально-культурный подход, ландшафтное планирование, городская среда.

ECOSYSTEM AND RECREATIONAL SERVICES OF GREEN INFRASTRUCTURE: COMPREHENSIVE ANALYSIS OF METHODOLOGICAL APPROACHES AND INTEGRATION PERSPECTIVES

M.G. Varguzina, N.V. Yakovenko, E.A. Starukhina

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

Abstract

The article provides a comprehensive analysis of theoretical approaches to studying ecosystem and recreational services of green infrastructure. In the context of increasing urbanization and climate change, this topic becomes critically important for ensuring sustainable development of territories. Based on systematic review and comparative analysis, the authors identify and examine in detail five key approaches: ecosystem, economic, socio-cultural, landscape, and the approach based on sustainable development principles. For each approach, its conceptual essence, basic principles, and applied methodological framework are revealed. The study demonstrates that none of the approaches individually can provide a comprehensive assessment of the value of green infrastructure and emphasizes the need for their integration to support informed decision-making in urban planning and environmental policy.

Keywords: ecosystem services, recreational services, green infrastructure, sustainable development, ecosystem approach, economic valuation, socio-cultural approach, landscape planning, urban environment.

Введение.

Городские зеленые насаждения представляют собой важнейший компонент урбозоэкосистем, выполняющий многогранную роль в поддержании экологического баланса и обеспечении рекреационных потребностей населения. В условиях прогрессирующей урбанизации и нарастающих климатических изменений значение экосистемных и рекреационных услуг данной природной инфраструктуры приобретает особую актуальность. Научный интерес к комплексному изучению этих услуг обусловлен их значительным вкладом в улучшение качества городской среды, включая регулирование микроклимата, фильтрацию воздушных масс, сохранение биоразнообразия, а также создание условий для физического и психического восстановления жителей. В контексте глобальных экологических вызовов, системное исследование и оценка предоставляемых зелеными насаждениями услуг становятся императивом для разработки научно обоснованных стратегий устойчивого развития городских территорий.

Методы исследования.

Методологическую основу исследования составили методы систематического обзора и сравнительного анализа. Систематический обзор позволил выявить, оценить и синтезировать релевантные научные разработки по каждому из рассматриваемых подходов. Сравнительный анализ был применен для сопоставления теоретических парадигм с выделением их методологических преимуществ, ограничений и потенциальных областей практического применения.

Результаты исследования и их обсуждение.

Проведенное исследование позволило идентифицировать и охарактеризовать комплекс взаимодополняющих теоретических подходов к изучению экосистемных и рекреационных услуг зеленых насаждений. Выявленные подходы образуют целостную методологическую систему, обеспечивающую многомерную оценку их значимости для окружающей среды и общества. Визуальное представление основных направлений исследования приведено на рисунке 1.



Рисунок 1 - Основные направления изучения экосистемных и рекреационных услуг зеленых насаждений

Как следует из представленных данных, экосистемный подход предполагает рассмотрение зеленых насаждений не в качестве изолированных объектов, а как интегрированный компонент сложной и динамической экосистемы. В рамках этого подхода анализируется их тесное взаимодействие с абиотическими (почва, водные ресурсы,

атмосферный воздух) и биотическими (животные, микроорганизмы, растения) факторами, что в совокупности формирует широкий спектр продуцируемых экосистемных услуг [1]. Ключевая сущность данного подхода заключается в познании и регулировании этих взаимосвязей для обеспечения долгосрочной устойчивости и сбалансированного функционирования экосистемы в целом.

Основополагающим принципом экосистемного подхода выступает принцип целостности, который требует комплексной оценки прямых и опосредованных взаимосвязей между всеми компонентами экосистемы [2]. Его практическая реализация подразумевает обязательный учет каскадных эффектов, когда изменение состояния одного элемента системы провоцирует последующие изменения в других ее компонентах.

Другой ключевой аспект — функциональность — фокусируется на исследовании и количественной оценке разнообразных функций, выполняемых зелеными насаждениями. Согласно исследованиям, в частности В.В. Кирея, данный спектр функций не ограничивается такими фундаментальными процессами, как фильтрация водных потоков, секвестрация атмосферного углерода и обеспечение условий для опыления растений, а включает и множество других средообразующих и стабилизирующих услуг.

Принцип устойчивости ориентирован на анализ способности экосистемы при сохранении своей структуры не только адаптироваться к изменениям, но и функции и способность к самовосстановлению [4]. При проведении данного анализа оценивается устойчивость к различным стрессовым факторам, таким как изменения климата, урбанизация и загрязнение окружающей среды.

Для реализации экосистемного подхода применяется комплекс взаимодополняющих методов исследования. Моделирование экосистемных процессов позволяет разрабатывать прогнозные сценарии изменений в системе под влиянием природных и антропогенных факторов. Анализ потоков вещества и энергии дает возможность количественно оценить циркуляцию питательных элементов, водных ресурсов и энергетические превращения между различными компонентами экосистемы [5]. Оценка биологического разнообразия направлена на изучение видового состава и структурной организации сообществ живых организмов. Исследование почвенных характеристик предполагает комплексный анализ физико-химических и биологических параметров почвы, определяющих функциональное состояние экосистемы.

Экономический подход к оценке экосистемных и рекреационных услуг предполагает их денежную оценку, что позволяет перевести разнородные *benefits* в сопоставимую метрику для интеграции в системы территориального планирования и принятия управлеченческих решений. В рамках данного подхода используются следующие методические инструменты:

Метод выявленных предпочтений основывается на анализе реального экономического поведения субъектов. Изучение цены на недвижимость вблизи зеленых зон и структуры затрат на рекреационную активность позволяет получить косвенную оценку ценности экосистемных услуг [6].

Метод условной оценки базируется на данных социологических опросов, выявляющих готовность населения к платежам за сохранение или улучшение качества экосистемных услуг, что отражает их субъективно воспринимаемую ценность [7].

Метод замещения предполагает калькуляцию затрат на создание искусственных аналогов экосистемных функций. Например, оценка стоимости строительства очистных сооружений, компенсирующих природную фильтрационную способность лесных экосистем [8].

Анализ затрат и выгод предусматривает сопоставление инвестиций в создание и поддержание зеленых насаждений с совокупным социально-экономическим эффектом, включая улучшение качества воздуха, снижение заболеваемости и повышение рекреационной привлекательности территорий [9].

Социально-культурный подход акцентирует внимание на многомерном значении зеленых насаждений для физического и психического благополучия населения, формирования культурной идентичности и социального капитала.

Рекреационный потенциал реализуется через предоставление пространств для различных форм досуга - от активных занятий спортом на оборудованных площадках до пассивного отдыха, предполагающего созерцание природных ландшафтов.

Эстетическая ценность ландшафтов представляет собой сложный интегральный показатель, определяемый как объективными параметрами среды (пространственная структура, колористика, биоразнообразие), так и субъективным восприятием, обусловленным культурным бэкграундом и индивидуальным опытом. Для ее оценки применяется комбинация методов - от социологических опросов до ландшафтного анализа с использованием специализированного программного обеспечения, что позволяет получать верифицируемые данные для обоснования градостроительных решений.

Пространственное расположение и функциональное наполнение зеленых зон напрямую влияют на интенсивность социального взаимодействия. Удобные пешеходные дорожки, скамейки, детские площадки и спортивные сооружения стимулируют посещение парков людьми разных возрастных групп и социальных слоев. Ряд авторов в своей работе подчеркивают важность создания «приглашающих» пространств, которые способствуют не только функциональному использованию территории, но и спонтанным встречам и общению между людьми [10]. Наличие разнообразных элементов благоустройства, таких как площадки для барбекю, амфитеатры для проведения мероприятий и общественные сады, расширяет возможности для совместной деятельности и усиливает эффект социального сплочения.

Зеленые насаждения, обладая долговечностью и способностью к трансформации во времени, выступают в роли живых архивов, документирующих эволюцию культурного ландшафта. Исторические парки, создаваемые на протяжении столетий, отражают эстетические идеалы, социальные структуры и технологические достижения прошлых эпох. Регулярные сады эпохи барокко, пейзажные парки романтизма, авангардные сады начала XX века – каждый из них представляет собой материальное воплощение определенной культурной парадигмы [11]. Анализ планировочной структуры, видового состава растений и элементов садово-парковой архитектуры позволяет реконструировать исторический контекст и понять ценностные ориентиры создателей этих объектов.

Мемориальные комплексы, в которых зеленые насаждения играют важную роль, служат для увековечивания памяти о значимых исторических событиях и личностях. Аллеи славы, мемориальные сады, братские захоронения – все эти объекты, оформленные с использованием растений, приобретают особое эмоциональное воздействие.

При социально-культурном подходе используются следующие методы оценки: массовые опросы, глубинные интервью с экспертами и представителями целевых групп, проведение фокус-групп для выявления ценностных ориентаций и рекреационных предпочтений, анализ фото- и видеоматериалов, отражающих использование зеленых насаждений населением, картографирование рекреационных нагрузок и выявление наиболее востребованных территорий.

Важным аспектом ландшафтного подхода является учет исторического контекста.

Реконструкция исторической динамики ландшафта предполагает комплексный анализ картографических материалов различных временных периодов, архивных источников и данных археологических изысканий. Такой междисциплинарный подход позволяет реконструировать историческую структуру растительного покрова, выявить особенности антропогенного воздействия и определить ключевые факторы формирования современного состояния ландшафта. Полученные данные служат научной основой для разработки стратегий ландшафтного озеленения, направленных на реставрацию утраченных элементов и сохранение уникальных характеристик территории.

Современный инструментарий ландшафтного планирования включает передовые методы и технологии. Ландшафтное картографирование с применением ГИС-технологий

обеспечивает создание детальных пространственных моделей, отражающих структурно-функциональную организацию территории. Мониторинг состояния растительности осуществляется с использованием данных дистанционного зондирования Земли, получаемых с помощью спутниковых систем и беспилотных летательных аппаратов [12]. Перспективным направлением является компьютерное моделирование ландшафтных процессов, позволяющее осуществлять прогнозную оценку эффективности различных сценариев озеленения и оптимизировать принимаемые решения.

Подход, основанный на устойчивом развитии, предполагает комплексную интеграцию экологических, экономических и социальных аспектов при управлении зелеными насаждениями. Это требует перехода от традиционных методов, ориентированных преимущественно на эстетические или экономические выгоды, к более целостному подходу, учитывающему долгосрочную устойчивость экосистем и их способность предоставлять широкий спектр услуг.

Важным элементом данного подхода является применение методов интегрированной оценки экосистемных услуг (ESV). Данный метод позволяет количественно оценить вклад экосистемных и рекреационных услуг зеленых насаждений в поддержание качества воздуха, регулирование стока воды, снижение эффекта «теплового острова», предоставление мест отдыха и другие блага. Различные методики, такие как метод условной оценки и метод выявленных предпочтений, используются для определения экономической ценности этих услуг [13], при этом, полученные данные являются основой для принятия обоснованных решений при планировании и управлении зелеными насаждениями.

Одним из ключевых аспектов устойчивого подхода является активное участие общественности в процессе принятия решений. Это обеспечивает учет различных интересов и потребностей, а также способствует повышению осведомленности и ответственности граждан за состояние окружающей среды. Формы участия могут включать общественные слушания, консультации, создание рабочих групп и образовательные программы. Участие общественности способствует формированию консенсуса и обеспечению поддержки принимаемых решений.

Заключение

Анализ различных подходов к изучению зеленых насаждений показывает их многогранную ценность. Экосистемный подход раскрывает их как сложные живые системы, экономический - позволяет оценить реальную стоимость их услуг, а социально-культурный - понять их значение для качества жизни людей.

Наиболее эффективным представляется интегральный подход, сочетающий экологические, экономические и социальные аспекты. Такой взгляд позволяет рассматривать зеленые территории не как отдельные объекты, а как важнейший компонент городской среды, требующий комплексного управления и стратегического планирования.

Перспективным направлением развития представляется создание междисциплинарных методик оценки, способных учесть всю совокупность ценности зеленых насаждений - от их роли в поддержании биоразнообразия до вклада в психологическое благополучие горожан. Это особенно актуально в условиях растущей урбанизации и климатических изменений, когда значение зеленой инфраструктуры будет только возрастать.

Список литературы

1. Прокопчина, С. В. Экосистемные измерения и экосистемное моделирование в условиях неопределенности / С. В. Прокопчина // Мягкие измерения и вычисления. – 2025. – Т. 86, № 1. – С. 5-21. – DOI 10.36871/2618-9976.2025.01.001.
2. Ли, М. Ю. Оценка экосистемных услуг городов / М. Ю. Ли // Мировая экологическая повестка и Россия: материалы Всерос. науч. онлайн-конф. с междунар. участием, Москва, 16–18 нояб. 2020 г. – Москва: МГУ им. М. В. Ломоносова, 2020. – С. 230-234.
3. Кирей, В. В. Факторы спроса и предложения экосистемных услуг, предоставляемых городскими лесами / В. В. Кирей // Особенности природопользования, состояние

биоразнообразия и современные принципы устойчивого развития природных и природно-антропогенных комплексов: монография / под общ. ред. М. В. Ларionова, А. А. Володькина. – Пенза: Пензенский ГАУ, 2023. – С. 79-99.

4. Касимов, Д. В. Некоторые подходы к оценке экосистемных функций (услуг) лесных насаждений в практике природопользования / Д. В. Касимов. – Москва: Мир науки, 2015. – 91 с.
5. Brown, G. Using participatory GIS to measure physical activity and urban park benefits / G. Brown, M. F. Schebella, D. Weber // Landscape and Urban Planning. – 2014. – Vol. 121. – P. 34-44.
6. Эколого-экономические исследования: теория и практика / А. К. Тулохонов, А. С. Михеева, Т. Б. Бардаханова [и др.]. – Улан-Удэ: Бурятская ГСХА, 2024. – 298 с.
7. Бондаренко, И. С. Роль зеленой инфраструктуры в обеспечении рекреационных потребностей жителей г. Калининграда / И. С. Бондаренко, А. А. Пакина // Труды НОЦ - Ботанический сад МГУ: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Москва, 12–13 февр. 2024 г. – Москва: Изд-во Моск. ун-та, 2024. – С. 27-33. – DOI 10.55959/MSU012129-2-2024-8-27-33.
8. Старухина, Е. А. Спрос и предложение экосистемных услуг городских лесов / Е. А. Старухина // Адаптация лесного хозяйства к изменению климата: приориориентированные решения и цифровизация. Forestry 2024: материалы Междунар. лесного форума, Воронеж, 31 окт. – 01 нояб. 2024 г. – Воронеж: ВГЛТУ, 2024. – С. 184-188. – DOI 10.58168/FFYS2024_184-188.
9. Зуев, К. А. Влияние близости и размера зеленых насаждений на стоимость недвижимости в Москве / К. А. Зуев, О. В. Кудрявцева // Научные исследования экономического факультета. Электронный журнал. – 2024. – Т. 16, № 3(53). – С. 59-76. – DOI 10.38050/2078-3809-2024-16-3-59-76.
10. Семенюк, О. В. Стоимостная оценка экосистемных услуг урбокомандшортов / О. В. Семенюк, Г. В. Стома, К. С. Бодров // Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем: материалы V Междунар. науч.-практ. конф., Иркутск, 23–29 авг. 2021 г. – Иркутск: ИГУ, 2021. – С. 514-518.
11. Перелет, Р. А. О некоторых актуальных аспектах оценки экосистемных товаров и услуг в России / Р. А. Перелет // TEEB процессы и экосистемные оценки в Германии, России и в некоторых других странах Северной Европы. – Бонн: Федеральное ведомство по охране природы, 2014. – С. 83-93.
12. Гудкова, Т. В. Цифровые экосистемные модели в бизнесе: вызовы теории и практика управления / Т. В. Гудкова, Г. Ю. Кузнецов // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2022. – Т. 13, № 3. – С. 476-493. – DOI 10.18184/2079-4665.2022.13.3.476-493.
13. Kaczmarek, S. Soil microarthropods - biodiversity, ecosystem services and impact on human economy and health / S. Kaczmarek, T. Marquardt // Bulletin WKU. – 2021. – No. 4(84). – P. 234-242. – DOI 10.37238/1680-0761.2021.84(4).52.

References

1. Prokopchina, S. V. (2025). Ekosistemnye izmereniya i ekosistemnoe modelirovaniye v usloviyakh neopredelennosti [Ecosystem measurements and ecosystem modeling under uncertainty]. Myagkiye izmereniya i vychisleniya, 86(1), 5-21. <https://doi.org/10.36871/2618-9976.2025.01.001>
2. Li, M. Yu. (2020). Otsenka ekosistemnykh uslug gorodov [Assessment of urban ecosystem services]. In Mirovaya ekologicheskaya povestka i Rossiya: materialy Vserossiyskoy nauchnoy onlayn-konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem (pp. 230-234). MGU im. M. V. Lomonosova.
3. Kirey, V. V. (2023). Faktory sprosa i predlozheniya ekosistemnykh uslug, predostavlyаемых городскими лесами [Factors of demand and supply of ecosystem services provided by urban forests]. In M. V. Larionov & A. A. Volodkin (Eds.), Osobennosti prirodopol'zovaniya,

sostoyanie bioraznoobraziya i sovremennoye printsipy ustoychivogo razvitiya prirodnykh i prirodno-antropogennykh kompleksov (pp. 79-99). Penzenskiy GAU.

4. Kasimov, D. V. (2015). Nekotorye podkhody k otsenke ekosistemnykh funktsiy (uslug) lesnykh nasazhdeniy v praktike prirodopol'zovaniya [Some approaches to assessing ecosystem functions (services) of forest plantations in environmental management practice]. Mir Nauki.
5. Brown, G., Schebella, M. F., & Weber, D. (2014). Using participatory GIS to measure physical activity and urban park benefits. *Landscape and Urban Planning*, 121, 34-44.
6. Tulokhonov, A. K., Mikheeva, A. S., Bardakhanova, T. B., [i dr.]. (2024). Ekologo-ekonomicheskiye issledovaniya: teoriya i praktika [Environmental-economic research: theory and practice]. Buriatskaya GSKhA.
7. Bondarenko, I. S., & Pakina, A. A. (2024). Rol' zelenoy infrastruktury v obespechenii rekreatsionnykh potrebnostey zhiteley g. Kaliningrada [The role of green infrastructure in providing recreational needs of Kaliningrad residents]. In Trudy NOTs - Botanicheskiy sad MGU: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem (pp. 27-33). <https://doi.org/10.55959/MSU012129-2-2024-8-27-33>
8. Starukhina, E. A. (2024). Spros i predlozheniye ekosistemnykh uslug gorodskikh lesov [Demand and supply of urban forest ecosystem services]. In Adaptatsiya lesnogo khozyaystva k izmeneniyu klimata: prirodooriyentirovannyye resheniya i tsifrovizatsiya. Forestry 2024: materialy Mezhdunarodnogo lesnogo foruma (pp. 184-188). https://doi.org/10.58168/FFYS2024_184-188
9. Zuev, K. A., & Kudryavtseva, O. V. (2024). Vliyaniye blizosti i razmera zelenykh nasazhdeniy na stoymost' nedvizhimosti v Moskve [The impact of proximity and size of green spaces on property value in Moscow]. Nauchnyye issledovaniya ekonomiceskogo fakul'teta. Elektronnyy zhurnal, 16(3), 59-76. <https://doi.org/10.38050/2078-3809-2024-16-3-59-76>
10. Semenyuk, O. V., Stoma, G. V., & Bodrov, K. S. (2021). Stoymostnaya otsenka ekosistemnykh uslug urbolandshaftov [Cost assessment of ecosystem services of urban landscapes]. In Pochva kak svyazuyushcheye zveno funktsionirovaniya prirodnykh i antropogenno-preobrazovannykh ekosistem: materialy V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (pp. 514-518). IGY.
11. Perelet, R. A. (2014). O nekotorykh aktual'nykh aspektakh otsenki ekosistemnykh tovarov i uslug v Rossii [On some relevant aspects of assessing ecosystem goods and services in Russia]. In TEEB protsessy i ekosistemnye otsenki v Germanii, Rossii i v nekotorykh drugikh stranakh Severnoy Evropy (pp. 83-93). Federal'noye vedomstvo po okhrane prirody.
12. Gudkova, T. V., & Kuznetsov, G. Yu. (2022). Tsifrovye ekosistemnye modeli v biznese: vyzovy teorii i praktika upravleniya [Digital ecosystem models in business: challenges of theory and management practice]. MIR (Modernizatsiya. Innovatsii. Razvitiye), 13(3), 476-493. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2022.13.3.476-493>
13. Kaczmarek, S., & Marquardt, T. (2021). Soil microarthropods - biodiversity, ecosystem services and impact on human economy and health. *Bulletin WKU*, 4(84), 234-242. [https://doi.org/10.37238/1680-0761.2021.84\(4\).52](https://doi.org/10.37238/1680-0761.2021.84(4).52).