П.Г. ВАСИЛЕНКО
Кандидат педагогических наук, доцент кафедры промышленного дизайна МГУТУ имени К.Г. Разумовского (ПКУ)
e-mail: pavelvasilenko@list.ru

А.В. АФИНОГЕНТОВА
Доцент кафедры «Художественное стекло» РГХПА им. С.Г. Строганова
e-mail: aanna@bk.ru

С.Д. ВАСИНА
Студент кафедры промышленного дизайна МГУТУ имени К.Г. Разумовского (ПКУ)
e-mail: pavelvasilenko@list.ru

P.G. VASILENKO
Candidate of pedagogical Sciences, associate Professor of the Department design and applied arts Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «K.G. Razymovsky Moscow State University of technology and management (the First Cossack University)»
e-mail: pavelvasilenko@list.ru

A.V. AFINOGENTOVA
Associate Professor of the Art Glass Department of the Russian State Stroganov University of Design and Applied Arts
e-mail: aanna@bk.ru

S.D. VASINA
Student of the Department of Industrial Design at the K.G. Razumovsky Moscow State University of Technology and Management (PKU)

DOI: 10.37485/1997-4663_2026_1_2_342_352

ДИЗАЙН БЕЗ ОТХОДОВ. ПОЛНЫЙ ЦИКЛ ЖИЗНИ МАТЕРИАЛОВ

WASTE-FREE DESIGN. FULL LIFE CYCLE OF MATERIALS

Статья посвящена критическому переосмыслению принципов выбора и применения материалов в современной ландшафтной архитектуре с позиций устойчивого развития. Автор обосновывает необходимость перехода от традиционной, линейной модели («взять-сделать-выбросить») к парадигме экодизайна, в основе которой лежит анализ полного жизненного цикла материалов (ЖЦМ). В работе детально проанализированы ключевые экологические проблемы отрасли: высокая ресурсоемкость и углеродный след производства (например, цемента), нарушение гидрологического режима из-за непроницаемых покрытий, образование отходов, токсичность материалов и сокращение биоразнообразия. В качестве решения предлагается системный подход, интегрирующий принципы циркулярной экономики, биомимикрии и эко-минимализма. Статья структурирует практические стратегии для всех этапов существования объекта: от проектирования (приоритет местных, возобновляемых и вторичных материалов) через строительство и эксплуатацию (внедрение проницаемых покрытий, использование ксерофитов) до утилизации (легкий демонтаж, апсайклинг). Теоретические положения иллюстрированы детальным разбором успешных международных кейсов: остров «Мур Инзель» в Граце (биомимикрия и экологические коридоры), «Вертикальный лес» в Милане (функциональная экосистема и расчет ЖЦМ), «Водная площадь» в Роттердаме (адаптивный дизайн для управления ливневыми стоками) и зеленая крыша Академии наук в Сан-Франциско (восстановление биоразнообразия). Делается вывод, что интеграция экодизайна и анализа ЖЦМ является необходимым условием для создания жизнеспособных ландшафтов, которые минимизируют экологический след и способствуют восстановлению городских экосистем.

The article is devoted to a critical rethinking of the principles of choosing and using materials in modern landscape architecture from the perspective of sustainable development. the author substantiates the need to move from the traditional, linear model (“take-make-throw away”) to the eco-design paradigm, which is based on the analysis of the full life cycle of materials (LCLM). the paper pro-

vides a detailed analysis of the key environmental problems in the industry: the high resource intensity and carbon footprint of production (for example, cement), the disruption of the hydrological regime due to impermeable coatings, the generation of waste, the toxicity of materials, and the reduction of biodiversity. the solution proposed is a systemic approach integrating the principles of circular economy, biomimicry and eco-minimalism. the article structures practical strategies for all stages of an object's existence: from design (prioritising local, renewable and recycled materials) through construction and operation (implementing permeable coatings, using xerophytes) to disposal (easy dismantling, upcycling). the theoretical concepts are illustrated by a detailed analysis of successful international cases: the Moore Island in Graz (biomimicry and ecological corridors), the Vertical Forest in Milan (functional ecosystem and life cycle assessment), the Water Square in Rotterdam (adaptive design for stormwater management), and the green roof of the Academy of Sciences in San Francisco (biodiversity restoration). It is concluded that the integration of eco-design and LCA is a prerequisite for creating sustainable landscapes that minimize the ecological footprint and promote sustainability.

Ключевые слова: экодизайн, жизненный цикл материалов (ЖЦМ), устойчивая ландшафтная архитектура, циркулярная экономика, экологические материалы, биоразнообразие, биомимикрия, вторичное сырье, управление ливневыми стоками, углеродный след, зеленая инфраструктура, городская экология
Keywords: eco-design, material life cycle (MLC), sustainable landscape architecture, circular economy, eco-friendly materials, biodiversity, biomimicry, recycled materials, stormwater management, carbon footprint, green infrastructure, urban ecology

Современная ландшафтная архитектура стоит на перепутье. С одной стороны, она призвана создавать эстетически привлекательные, функциональные и комфортные пространства для человека. С другой — перед лицом глобальных экологических вызовов, таких как изменение климата, утрата биоразнообразия и истощение ресурсов, она обязана пересмотреть свои фундаментальные принципы.

Ключевым инструментом в этом преобразовании становится экодизайн — системный подход, рассматривающий объект проектирования (от малого сада до крупного парка) как часть единой экосистемы. Неотъемлемой составляющей экодизайна является анализ жизненного цикла материалов (ЖЦМ), который позволяет оценить совокупное воздействие проекта на окружающую среду от момента добычи сырья до его утилизации. Рассмотрим проблематики применения материалов в ландшафтной архитектуре и пути их решения через призму экодизайна.

Традиционный выбор материалов в ландшафтной архитектуре часто основывается на критериях стоимости, эстетики и долговечности, при этом их полный экологический след остается «за кадром».

Это порождает ряд серьезных проблем, среди которых — высокая ресурсоемкость и углеродный след. Производство таких популярных материалов, как цемент, бетон, асфальт, керамическая плитка и пластмассы, связано с колоссальными энергозатратами и выбросами парниковых газов. Например, на производство цемента приходится около 8 % глобальных выбросов CO2. Еще одной проблемой является нарушение гидрологического режима из-за использования непроницаемых покрытий.

Асфальт и бетон «запечатывают» почву, препятствуя естественной инфильтрации воды, что приводит к поверхностному стоку, перегрузке ливневой канализации и локальным затоплениям. Одновременно страдает почвенная микрофлора.

Линейная экономическая модель «take-make-dispose» («взять-сделать-выбросить») доминирует в отрасли, порождая огромное количество отходов. Демонтированные конструкции и замененные элементы часто отправляются на полигоны, так как их переработка затруднена из-за композитного состава или загрязнения.

Токсичность материалов также представляет угрозу. Пестициды и гербициды, используемые для ухода за растениями, загрязняют почву и грунтовые воды. Некоторые виды пропитанной древесины, обработанной токсичными консервантами, могут выделять в окружающую среду вредные вещества, такие как мышьяк или хром. Синтетические покрытия, например резиновая крошка, способны выделять летучие органические соединения и тяжелые металлы.

Наконец, традиционный подход ведет к снижению биоразнообразия. Монокультурные газоны, лишенные видового разнообразия, превращаются в «зеленые пустыни», а чрезмерное использование инертных

материалов сокращает жизненное пространство для растений, насекомых и мелких животных.

Преодоление указанных проблем требует перехода к новой парадигме, где экодизайн и анализ жизненного цикла материалов становятся основой проектирования.



Рис. 1. Остров на реке Мур, Грац, Австрия. URL: https://sochidialog.ru/austria/ostrov-na-mure-skrytaya-zhemchuzhina-gratsa/ (дата обращения: 14.11.2025)

Среди ключевых принципов экодизайна — эко-минимализм, предполагающий приоритет сохранения существующего ландшафта и минимального вмешательства. Биомимикрия предлагает подражание природным формам и процессам, например, создание дренажных систем, работающих по принципу естественных ручьев.

Циркулярная экономика направлена на замкнутость циклов, где отходы одного процесса становятся ресурсом для другого. Поддержка биоразнообразия достигается за счет создания экологических коридоров, использования местных видов растений и устройства специальных сред обитания для насекомых и животных [8].

На стадии проектирования и выбора материалов важны такие стратегии, как использование местных ресурсов, что снижает транспортный след и поддерживает местную экономику. Предпочтение отдается возобновляемым и быстро воспроизводимым материалам, таким как бамбук или древесина из сертифицированных лесов. Активно применяется вторичное сырье: бетонный щебень, переработанный пластик и рекультивированная древесина.

На этапе строительства и эксплуатации ключевыми являются проницаемость покрытий, использование засухоустойчивых растений (ксерофитов) для снижения потребления воды, а также отказ от токсичных пропиток в пользу натуральных альтернатив (термообработанная древесина, масла).

На стадии утилизации и трансформации важны легкий демонтаж и разделение материалов, использование биоразлагаемых компонентов и творческий апсайклинг — преобразование отходов в арт-объекты или функциональные элементы ландшафта.

Один из примеров успешной реализации — проект «Остров на реке Мур» (Murinsel), Грац, Австрия.



Рис. 2. Вертикальный лес, Милан, Италия. URL: https://netpulse.ru/info/1077.html (дата обращения: 14.11.2025)

Этот знаковый проект ревитализации городской набережной реки Мур в Граце является мировым образцом интеграции экодизайна, общественного пространства и инженерных решений. Остров, созданный по проекту нью-йоркского архитектора Вито Аккончи, демонстрирует, как можно сочетать урбанистику и экологию [8].

Форма острова, напоминающая раскрывшуюся раковину, является элементом биомимикрии. Его плавные изогнутые линии создают разнообразные микропространства — от солнечных лужаек до тенистых уголков, что способствует разнообразному досугу и создает различные экологические ниши.

Сам остров представляет собой монолитную бетонную конструкцию, что обеспечило его долговечность и минимальные эксплуатационные расходы, исключающие необходимость частого ремонта [6].

Остров стал ключевым экологическим коридором, соединяющим две части городского парка, разделенные рекой. Он служит «перевалочным пунктом» для птиц, насекомых и даже летучих мышей. Берегоукрепление выполнено не как вертикальная бетонная стена, а как пологий спуск к воде, заселенный влаголюбивой растительностью (осока, ирисы, камыш). Это создало среду обитания для водных и околоводных организмов и улучшило способность реки к самоочищению [9].

Несмотря на бетонную основу, проект включает элементы проницаемости. Водостоки с кафе и зон отдыха на острове направляют дождевую воду не прямо в реку, а через систему «дождевых садов» — углублений с фильтрующим грунтом и специальными растениями, которые задерживают и очищают воду перед ее сбросом в Мур.

Остров на реке Мур стал не просто популярным местом отдыха, а многофункциональной экосистемной службой. Он решает несколько

задач одновременно: рекреация, повышение биоразнообразия, улучшение экологического состояния реки и укрепление защиты от паводков. Проект доказал, что даже в историческом центре европейского города можно создавать смелые современные объекты, работающие в гармонии с природой, и служить эталоном для подобных проектов по всему миру.



Рис. 3. Вертикальный лес, Милан, Италия. URL: https://sumfinity.com/ru/photos/%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%8F-ru/bosco-verticale/ (дата обращения: 14.11.2025)

Этот всемирно известный жилой комплекс, спроектированный Стефано Боэри, — не просто архитектура, а работающая экосистема, демонстрирующая интеграцию природы в урбанистическую среду на принципах экодизайна и анализа жизненного цикла материалов.

На балконах двух башен высотой 111 и 76 метров высажены более 800 деревьев, 15 000 кустарников и 5 000 многолетних растений 50 различных видов. Это не декоративное озеленение, а функциональный экологический фильтр. Каждое растение было выбрано после многолетних исследований и тестирований в ботаническом саду. Разработаны специальные бетонные кашпо с учетом веса взрослых деревьев, корневой системы и ветровых нагрузок.

Создана автономная система орошения, использующая фильтрованную сточную воду из зданий, что на 50 % снижает потребление питьевой воды для полива. Долговечность конструкций и материалов (бетон, сталь) рассчитана на столетие, что минимизирует необходимость ремонта и замены [5].

Растительность ежегодно поглощает около 30 тонн CO_2 и производит 19 тонн кислорода. Зеленая масса поглощает мелкодисперсную пыль (PM10) и шум, создавая здоровый микроклимат для жителей. Растения создают естественную термоизоляцию, снижая затраты на кондиционирование летом и отопление зимой на 20–30 %. Башни стали домом для более 1600 видов птиц и бабочек, которые самостоятельно заселили этот «вертикальный лес». Это пример созданного экологического центра в мегаполисае[4].



Рис. 4. Бентхем Плейн, Роттердам, Нидерланды. URL: https://landezine.com/water-square-benthemplein-by-de-urbanisten/ (дата обращения: 14.11.2025)

Проект доказал экономическую и техническую целесообразность «вертикального озеленения». Это пример перехода от «зеленых декораций» к функциональной экологической инфраструктуре, которая напрямую улучшает качество городской среды [10].

Это не просто здание с растениями, а продуманная экосистема, где каждый материал, растение и инженерная система подчинены единой цели — созданию устойчивой, живой и самоподдерживающейся среды обитания [11].

«Бентхем Плейн» (Benthemplein) «Водная площадь», Роттердам, Нидерланды — это инновационный проект представляет собой первую в мире специально спроектированную «водную площадь» (water square) — многофункциональное общественное пространство, которое в сухую погоду служит скейт-парком и местом отдыха, а во время ливней превращается в систему сбора и временного хранения ливневых вод. Это выдающийся пример биомимикрии, адаптивного дизайна и циркулярного управления водными ресурсами [3].

Площадь состоит из трех бетонных «чаш» разной глубины. Неглубокие чаши наполняются водой даже при небольшом дожде, в то время как самая глубокая (вмещающая до 1,7 млн литров воды) активируется только во время сильных ливней. Вместо того чтобы направлять воду в перегруженную ливневую канализацию, она по открытым каналам стекает на площадь, где временно накапливается, а затем медленно дренируется в грунт или сбрасывается в водоемы после пика осадков [12].

Для строительства использовался высокопрочный бетон с добавлением рециклированного заполнителя, что обеспечило долговечность и снизило углеродный след. Поверхности имеют разную фактуру для обеспечения безопасности и визуальной привлекательности [2].

Экологический и социальный эффект. Снижение нагрузки на канализацию: Проект ежегодно предотвращает сброс около 30 000 литров неочищенных ливневых стоков в реку Маас, что происходит при переполнении канализации. Испарение воды с поверхности площадей в жаркие дни естественным образом охлаждает микроклимат прилегающей территории[13].



Рис. 5. Крыша Калифорнийской Академии наук, Сан-Франциско, США. URL: https://gardener.ru/library/architectural_panorama/page413.php (дата обращения: 14.11.2025)

В сухое время года пространство активно используется молодежью (скейтеры, подростки) и местными жителями, что решает проблему монофункциональности многих инженерных сооружений.

Стоимость реализации «Водной площади» оказалась на 30 % ниже, чем стоимость модернизации подземной канализационной инфраструктуры для обработки аналогичного объема ливневых стоков. Это доказывает экономическую эффективность решений на основе экодизайна [1].

Этот проект — блестящий пример того, как экологическая инфраструктура может быть не просто скрытой инженерией, а публичным многофункциональным образовательным и эстетически значимым объектом, который повышает устойчивость города к изменению климата и качество жизни его жителей.

Примером выдающегося достижения в области устойчивой архитектуры и гармоничного сочетания городской среды с природой является озеленение крыши Академии наук (California Academy of Sciences) в Сан-Франциско, США.

«Живая» крыша этого музея — это не просто элемент дизайна, а сложная экосистема, работающая на принципах эко-минимализма и поддержки биоразнообразия.

Крыша площадью около 1 га имеет волнообразную форму, повторяющую естественные холмы Калифорнии. Она засажена девятью видами местных засухоустойчивых многолетников, подобранных так, чтобы цвести в разное время года, обеспечивая пищей опылителей.

Грунтовый слой выполняет роль естественного терморегулятора, снижая затраты на кондиционирование летом и обогрев зимой. Растительность поглощает до 98 % ливневых осадков, предотвращая сток.

Крыша стала домом для птиц, бабочек и пчел прямо в центре мегаполиса, являясь наглядным примером того, как урбанизированная среда может быть интегрирована в природный контекст.

Ландшафтная архитектура сегодня должна стать инструментом экологической реставрации и устойчивого развития, где красота созданная в ландшафте основывается на экологической целесообразности. Анализ жизненного цикла материалов предоставляет специалистам объективные данные для принятия решений, позволяя минимизировать воздействие на окружающую среду.

Важную роль играет также образовательная и нормативная работа, включая внедрение «зеленых» стандартов в градостроительную практику.

Интеграция принципов экодизайна и глубокого анализа жизненного цикла материалов — это не временный тренд, а насущная необходимость для ландшафтной архитектуры XXI века. Это сложный, но единственно верный путь, который позволяет создавать не просто «зеленые декорации», а жизнеспособные, устойчивые и справедливые ландшафты, которые будут служить людям и природе долгие годы, не перекладывая бремя экологических долгов на будущие поколения.

Список литературы:

1. *Анисимов А.В., Барановский В.А., Потапов В.В.* Экологический менеджмент и оценка жизненного цикла продукции: учебное пособие. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013. — 140 с.

2. *Браунгарт М., МакДоноу У.* От колыбели до колыбели. Меняем подход к тому, как мы создаем вещи. — Москва: Три квадрата, 2013. — 208 с.

3. *Курбатова А.С. (ред.).* «Зеленая» инфраструктура для устойчивого развития городов: методические рекомендации. — Москва: МГУ, 2020. — 185 с.

4. *Тетиор А.Н.* Устойчивое развитие территорий. Градостроительная экология: учебник для вузов. — Москва: Академия, 2013. — 272 с.

5. *Шевцова А.В.* Принципы и методы формирования устойчивой архитектурно-ландшафтной среды: монография. — Москва: Архитектура-С, 2017. — 264 с.

6. *Ясовеев М.Г., Шевцова А.В., Судник Ю.А.* Ландшафтное проектирование и экодизайн: учебно-методическое пособие. — Минск: БГУ, 2018. — 179 с.

7. *Лыков В.Н., Прищепа А.А.* Экологические аспекты жизненного цикла строительных материалов: учебное пособие. — Москва: МГСУ, 2020. — 215 с.

8. *Голованов А.И., Золотаревский В.С.* Ландшафтоведение и экодизайн: учебное пособие. — Москва: КолосС, 2018. — 327 с.

9. *Kibert C.J.* Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery. — 4th ed. — John Wiley & Sons, 2016. — 432 p.

10. *Calkins M.* Materials for Sustainable Sites: a Complete Guide to the Evaluation, Selection, and Use of Sustainable Construction Materials. — John Wiley & Sons, 2008. — 456 p.

11. *Guy B. & Shell S.* Construction and Demolition Waste Management: a Guide for Architects and Builders. — the AlA Press, 2002. — 112 p.

12. *Russ T.H.* Site Planning and Design Handbook. — McGraw-Hill Professional, 2009. — 608 p.

13. Сайт программы SITES (Sustainable SITES Initiative). — URL: https://www.sustainablesites.org/ (дата обращения: 14.11.2025).