

УДК 711.4:502

ВОДНО-ЗЕЛЕНЫЙ КАРКАС КАК ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДА**А.С. Вильке**Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСИС», Старый Оскол,
email: Vilena17.05@gmail.com

Аннотация. В исследовании представлены методологические и методические блоки формирования водно-зеленого каркаса города (ВЗГК), способствующие разработке и принятию эффективных решений в процессе проектирования и управления ВЗГК. Выделены основные задачи устойчивого развития городов в разрезе социальной, экологической и экономической подсистем, позволяющие повысить удовлетворение потребностей человека в комфортной среде, сохранение биоразнообразия и функциональной целостности ландшафтов, а также рост благосостояния населения. Выделены и рассмотрены группы факторов (природные, проектно-управленческие, социально-экономические), разделенные на компоненты, которые необходимо учитывать при разработке ВЗГК. Уточнены и выделены в шесть групп принципы формирования каркаса (нормативно-правовые, планировочные, технологические, экологические, социально-экономические, координационные), выделены макро-, мезо-, микро- и нано- уровни объектов и мероприятий, позволяющих обеспечить комплексность, устойчивость и социальную значимость проектов и создать гармоничную городскую среду.

Ключевые слова: устойчивое развитие городов, водно-зеленый каркас города, многоуровневый подход.

WATER-GREEN FRAMEWORK AS THE BASIS OF THE CITY'S ECOLOGICAL INFRASTRUCTURE**A.S. Wilke**

A.A. Ugarov Stary Oskol Technological Institute (branch) of NUST "MISIS", Stary Oskol, e-mail: Vilena17.05@gmail.com

Abstract. The study presents methodological and methodical blocks for the formation of a water and green city framework (WGF), which contribute to the development and adoption of effective solutions in the process of designing and managing the WGF. The main objectives of sustainable urban development in terms of social, environmental, and economic subsystems are highlighted, which allow for the improvement of human needs for a comfortable environment, the preservation of biodiversity and the functional integrity of landscapes, and the growth of the population's well-being. Groups of factors (natural, design and management, and socio-economic) are identified and discussed, divided into components that must be taken into account when developing the WGF. The principles of the framework formation (normative-legal, planning, technological, environmental, socio-economic, and coordination) have been specified and divided into six groups. Macro-, meso-, micro-, and nano-levels of objects and measures have been identified to ensure comprehensiveness and sustainability.

Keywords: sustainable urban development, water and green urban framework, and multi-level approach.

Дата поступления статьи в редакцию: 07.03.2026

Дата принятия статьи в печать: 20.04.2026

Введение

Поскольку город является сложной многокомпонентной средой, необходимо рассмотреть понятие «экологически устойчивое экономическое развитие», которое первым использовал Эдвард Барбье. Он писал: «растущее понимание того, что общие цели охраны окружающей среды и экономического развития не противоречат друг другу, а могут дополнять друг друга, привело к появлению призывов к экологически устойчивому экономическому развитию» [1]. С.Н. Бобылев уточняет, что экономика устойчивого развития «это наука о поведении человека в социо-эколого-экономической системе в рамках ограничений экологической емкости экосистем» [2, с. 77]. Впервые о социо-эколого-экономической системе в советской научной литературе упоминается в последнем десятилетии XX века Н.Ф. Реймерсом, который разработал концепцию единой социо-эколого-экономической системы [3]. То есть, переход к устойчивому развитию невозможен без включения природной составляющей, требующей учета воздействия

экологического фактора, в систему основных социально-экономических показателей развития страны или ее территорий.

Таким образом, концепция устойчивого развития, первоначально направленная на сохранение природной среды, стала основой и для экономического развития хозяйствующих субъектов разного уровня. В своем труде В. И. Данилов-Данильян и Н. А. Пискунова доказывают, что только наличие и равновесие экономической, социальной и экологической составляющих позволит реализовать концепцию устойчивого развития [4].

Современной тенденцией повышения устойчивости городов стала разработка водно-зеленого каркаса города, методологические и методические аспекты формирования которого уточняются специалистами в области региональной экономики, градостроительства, ландшафтного дизайна. В данном исследовании сделана попытка уточнения некоторых теоретических и практических вопросов планирования и проектирования водно-зеленых каркасов города.

Материал и методы исследования

В качестве объекта рассматривается водно-зеленый каркас города, формирование которого предполагается на основе системного и комплексного междисциплинарных подходов с применением ретроспективного анализа, анализа зарубежного опыта, монографического метода.

Результаты исследования

Для решения проблем в рамках реализации концепции устойчивого развития в разрезе трех подсистем (социальной, экологической и экономической) были сформулированы конкретные задачи, решение которых позволит повысить устойчивость городов. В таблице 1 представлены основные задачи устойчивого развития городов в разрезе подсистем.

Таблица 1

Задачи устойчивого развития городов в разрезе подсистем

Социальная (удовлетворение потребности человека в комфортной среде)	Экологическая (сохранение биоразнообразия и функциональной целостности ландшафтов)	Экономическая (рост благосостояния населения)
формирование связанных и доступных рекреационных зон	улучшение качества микроклимата воды и воздуха	увеличение доходов бюджета
планирование и строительство мостов пешеходных и велосипедных дорожек	снижение уровня городского теплового острова	привлечение малого бизнеса для развития комфортной среды
обучение и информирование населения о важности экосистем	использование экологических и инновационных технологий	оценка экономического эффекта экологических услуг
создание парков скверов набережных	создание условий для экологического транспорта	повышение туристической привлекательности
психологическое воздействие	защита и восстановление природных водоемов и зеленых зон	создание новых рабочих мест

Реализация вышеуказанных задач будет способствовать формированию городской среды, устойчивой к климатическим и технологическим изменениям и значительно повышающей качество жизни населения. Для оценки состояния устойчивости территории необходимы конкретные параметры, которые дают возможность проследить динамику изменений в соответствии с принимаемыми решениями по улучшению ситуации с учетом всех трех подсистем. Такие параметры в виде практических измеряемых базовых индикаторов были разработаны и разделены на семь блоков [5].

Одним из эффективных направлений повышения устойчивости городов является разработка проекта водно-зеленого каркаса на городской территории.

Водно-зеленый каркас города (ВЗГК) представляет собой концепцию развития урбанизированных территорий, которая направлена на качественное использование водных объектов и зеленых насаждений в городской среде для повышения качества жизни, экологической устойчивости и устойчивого развития. Наиболее полное определение ВЗГК, на наш взгляд, дано

А.Н. Гушиным и М.Н. Диваковой: водно-зеленый каркас представляет природную компоненту культурного ландшафта, формируемую в результате градостроительной деятельности, в пределах гидросети и приречных территорий, снабженную специальными правовыми режимами, и предназначенную для обеспечения комфорта городской среды, регулирования микроклимата и сохранения городских экосистем [6].

Водно-зеленый каркас формируется на основе двух часто конфликтующих подсистем: урбанизированной и природной. ВЗГК представляет собой систему природных ресурсов, включая водные объекты, зеленые насаждения и экологические коридоры, которые способствуют улучшению качества жизни в городах, поддержанию биологического разнообразия и устойчивому развитию. При разработке каркаса необходимо учитывать различные факторы, которые можно разделить на группы.

К первой группе относятся природные компоненты: климатический, гидрологический, ландшафтный. Климатическая зона и специфические погодные условия определяют условия для флоры и фауны, их выбора и развития. Водно-зеленый каркас необходимо формировать с учетом климатических особенностей территории, включающим: температурный режим, количество и сезонность осадков, направления и силу ветра, инсоляцию. Учет этих особенностей повысит устойчивость городской среды и экологического равновесия.

Гидрологический компонент включает поверхностные и подземные воды. Потенциал их интеграции в систему водно-зеленого каркаса влияет на выбор решений по их эффективному использованию. Водные объекты, такие как реки, озера, пруды и ручьи, являются градоформирующими элементами ВЗГК и играют ключевую роль в структуре городской ткани. Используя системный подход при организации прибрежных территорий, можно повысить качество городской среды, улучшить состояние урбанизированной системы и микроклимата. На основании полученных данных разрабатываются современные решения для поверхностного стока воды, а также организации системы сбора и очистки дождевой воды.

Ландшафтный компонент включает рельеф поверхности, уклон, степень эрозии и её динамику, задает направления развития и структуру для равномерного размещения элементов водно-зеленого каркаса по территории города.

Вторая группа включает в себя проектные и управленческие компоненты: планировочный, проектный, управленческий, адаптивный и экологический.

Планировочный компонент подразумевает создание нового подхода к территориальному планированию, проектированию генеральных планов и мастер-планов города, учитывающих приоритеты водно-зеленого каркаса и его взаимосвязи с существующей застройкой и инфраструктурой.

Проектный компонент отвечает за разработку проектных решений для конкретных территорий с применением современных экологических технологий.

Управленческий компонент направлен на изменение нормативно-правовой базы, разработку систем мониторинга, оценку текущего состояния экосистем и внедрение практик устойчивого развития с опорой на водно-зеленый каркас.

Адаптивный компонент направлен на разработку стратегии сохранения и защиты экосистем в условиях изменения климата и смягчения последствий этих изменений.

Экологический компонент позволяет оценить состояние экосистем. Он направлен на сохранение биоразнообразия и позволит провести экологическую реконструкцию городской инфраструктуры.

Третья группа - социально-экономические факторы. Социальный компонент подразумевает несколько направлений работы.

1. Осведомленность горожан о водно-зеленом каркасе и его роли.
2. Организация и проведение образовательных программ в сфере экологии, ресурсосбережения и устойчивого развития.
3. Участие населения в предложениях по проектированию рекреационных пространств. Экономический компонент связан с оценкой экономической эффективности и выгод от создания и функционирования рекреационных объектов (рис. 1).

Эффективное формирование и оптимизация водно-зеленого каркаса требует комплексного подхода, учитывающего как экологические, так и социальные аспекты. Для его реализации необходимо задействовать административный аппарат, проектировщиков, специалистов по

транспортной и инженерной инфраструктуре, экологов, местные сообщества и многих других. Создать и развить эффективные и устойчивые системы, способствующие улучшению качества жизни и охране окружающей среды возможно при консолидации широкого спектра специалистов, администрации и горожан.



Рис. 1. Группы факторов, учитываемых при разработке водно-зеленого каркаса

Создание и внедрение водно-зеленого каркаса в городе основывается на ряде принципов, которые помогают обеспечить устойчивое развитие, защиту окружающей среды и улучшение качества жизни горожан. Принципы, предложенные А.М. Дубино [7] были дополнены и разделены на группы, которые отражают современные тенденции в области развития ВЗГК. Принципы представлены по группам в иерархической последовательности.

1. Нормативно-правовые:
 - обеспечение нормативно-правовой базы;
 - межведомственное взаимодействие;
 - стратегический подход к внедрению ВЗГК.
2. Планировочные:
 - формирование комфортной инфраструктуры для взаимосвязи зелёных зон (пешеходные связи, велодорожки);
 - равномерное размещение застройки и водно-зеленых систем в городской среде;
 - внедрение непрерывной зеленой инфраструктуры с включением пригородных лесопарков во внутригородскую систему;
 - использование естественных ландшафтных особенностей для включения в водно-зеленый каркас;
3. Технологические:
 - инновационность и внедрение «умных» технологий;
 - повышение устойчивости городов.
4. Экологические:
 - климатическая адаптация и специфика погодных условий;
 - сохранение биоразнообразия;
 - восстановление экосистем и обеспечение экологической безопасности;
 - повышение эффективности управления водными ресурсами;
 - необходимость восстановления техногенных ландшафтов и рекультивации нарушенных земель.
5. Социально-экономические:
 - доступность и инклюзия для людей с особенностями;
 - поощрение экоинициатив и пропаганда экологического ресурсосберегающего подхода;
 - оценка социально-экономической выгоды и привлечение инвестиций;

- экономическая устойчивость.
- 6. Координационные:
 - курирование разработки и интеграции водно-зеленого каркаса в города;
 - создание единого информационно-обучающего центра;
 - создание структуры по работе в ВЗК при административном аппарате.

Последовательный ступенчатый подход к формированию водно-зеленого каркаса учитывает иерархию документов территориального развития по уровням детальности разработки вопросов, способствующих устойчивому развитию городских территорий. Еще в советский период В.В. Владимиров в структуре природного каркаса городов выделял макро-, мезо- и микроструктуру [8]. В дальнейшем при рассмотрении уровней формирования каркасов практически все авторы опирались на эти три уровня. Автор данной публикации дополнил этот перечень еще одним уровнем, считая, что такой подход позволяет учитывать разнообразные аспекты экосистем, социальные нужды, технические условия и экономические возможности (табл. 2).

Таблица 2

Четырехуровневый подход к формированию ВЗГК

Уровни	Объекты	Мероприятия
Макроуровень	Городская территория, её связь с пригородными и природными зонами	<ul style="list-style-type: none"> — крупномасштабные экологические ядра; — водосборные бассейны; — направления поверхностного стока; — экосистемные связи
Мезоуровень	Отдельные кварталы и крупные функциональные зоны города	<ul style="list-style-type: none"> — места размещения зелёных зон; — проработка элементов зелёной инфраструктуры; — применение ресурсосберегающих технологий
Микроуровень	Городские и общественные пространства (улицы, дворы, парковки)	<ul style="list-style-type: none"> — точечные решения по ресурсосбережению; — технологические карты ухода за зелёными насаждениями; — внедрение образовательной составляющей для населения
Наноуровень	Каталог инструментов для применения в тех или иных условиях для различных участков	<ul style="list-style-type: none"> — водопроницаемые покрытия — сбор дождевой воды — дождевые сады — переход к разнотравью — компостирование растительных отходов, листья, трава — вертикальное озеленение — зеленые крыши

На каждом уровне решаются свои определенные задачи, поэтому важно их выделить и раскрыть.

Макроуровень объединяет работу многих специалистов из различных областей, начиная с корректировки генерального плана города, внедрения новых подходов к ресурсосбережению и управлению водными и лесными объектами, заканчивая подготовкой измененных правил землепользования с учётом экологической устойчивости и внедрения водно-зеленого каркаса города.

Мезоуровень предполагает инновационный подход к водным и зеленым ресурсам в жилой застройке, применение экологических подходов в сложившихся кварталах.

Микроуровень работает с локальными технологиями, уменьшение нагрузки на существующую инженерную инфраструктуру, улучшение микроклимата, психологического воздействия окружающей среды путём формирования комфортной городской среды.

Наноуровень включает каталоги технических и экологических решений для внедрения на различных участках. На данном уровне специалисты при разработке проекта благоустройства применяют современные экологические технологии.

Заключение

Таким образом, эффективное формирование и оптимизация водно-зеленого каркаса требует комплексного подхода, учитывающего как экологические, так и социальные аспекты. Для его реализации необходимо задействовать административный аппарат, проектировщиков, специалистов по транспортной и инженерной инфраструктуре, экологов, местные сообщества и многих других. Создать и развить эффективные и устойчивые системы, способствующие улуч-

шению качества жизни и охраны окружающей среды возможно при консолидации широкого спектра специалистов, администрации и горожан.

Многоуровневый подход к формированию водно-зеленого каркаса обеспечивает комплексность, устойчивость и социальную значимость проектов и позволяет создать гармоничную, интегрированную систему, которая эффективно функционирует в городском контексте, отвечает на вызовы времени и удовлетворяет потребности жителей.

Литература

1. Барбье Э. Концепция устойчивого экономического развития Кембриджский университет. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cambridge.org/core/journals/environmental-conservation/article/abs/concept-of-sustainable-economic-development/33A3CD3BD12DE8D5B2FF466701A14B4A> (дата обращения 27.02.2026).
2. Бобылев С.Н. Экономика устойчивого развития: Учебник. М.: Крокос. 2021. 738 с. ISBN: 978-5-406-08641-4 EDN: PMZSSZ.
3. Реймерс Н.Ф. Экология. Теория, законы, правила, принципы и гипотезы. М.: Россия молодая. 1994. 367 с.
4. Данилов-Данильян В.И., Пискунова Н.А. Устойчивое развитие: новые вызовы. М.: Издательство «Аспект Пресс», 2015. 335 с.
5. Вильке А.С., Ляхова Н.И., Новикова О.А. Теоретические и практические аспекты устойчивости урбанизированных территорий // Региональная экономика и управление. Электронный журнал. 2024. № 4 (80). EDN: DRQIXV.
6. Гушин А.Н., Дивакова М.Н. К определению понятия «водно-зеленый каркас» // Архитектон: известия вузов. 2025. №1 (89). DOI: 10.47055/19904126_2025_1(89)_18 EDN: ZYQMIX.
7. Дубино А.М. Многоуровневый подход к формированию водно-зеленого каркаса города с применением водосберегающих технологий // Architecture and Modern Information Technologies. 2025. № 2 (71). С. 232-248. DOI: 10.24412/1998-4839-2025-2-232-248 EDN: QOAOGO.
8. Владимиров В.В. Актуальность предпосылки экологического программирования в районной планировке // Вопросы географии. 1980. № 113. С. 109-117.